



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA
E INDUSTRIAL



CARRERA DE TELECOMUNICACIONES

INTEGRANTES:

- Barba Proaño Silvia Guadalupe
- Cóndor Laica Johnny Ariel
- Cuyo Gutiérrez Jonathan Andrés
- Espinosa Gallardo Luis Alexander
- Naranjo Altamirano Dennisse Lizeth
- Unapucha Unapucha Jorge Miguel

NIVEL: Octavo A

FECHA: 05 julio de 2023

DOCENTE: Ing. Juan Pablo Pallo Noroña

INFORME

I. TEMA

Redes de fibra óptica, Fiber To The Home (FTTH), Diodo emisor de luz y Funcionamiento de un láser en un sistema de comunicaciones.

II. INTRODUCCIÓN

En el mundo actual, la demanda de una conectividad rápida y confiable ha llevado al desarrollo y despliegue de redes de fibra óptica avanzadas. Estas redes, como la tecnología Fiber To The Home (FTTH), han revolucionado las comunicaciones al permitir velocidades de transmisión de datos sin precedentes y una calidad de conexión superior. En este informe, se presenta las simulaciones de redes de fibra óptica, centrándonos en los aspectos fundamentales de FTTH, como los conectores y la alineación precisa del núcleo de la fibra en ellos. Además, se analizará la importancia del diodo emisor de luz (LED) y el funcionamiento de un láser en los sistemas de comunicaciones ópticas. Estos elementos desempeñan un papel crucial en la transmisión de información a través de las redes de fibra óptica y entender su

funcionamiento es fundamental para comprender la tecnología subyacente. A lo largo de este informe, examinaremos los conceptos teóricos y exploraremos simulaciones prácticas para obtener una comprensión completa de estos aspectos esenciales de las redes de fibra óptica.

III. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

- Analizar el rendimiento y la viabilidad de las redes de fibra óptica en el contexto de Fiber To The Home (FTTH), así como comprender el funcionamiento de los dispositivos clave como los diodos emisores de luz y los láseres en sistemas de comunicaciones, a través de simulaciones.

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Simulación 1

- Configurar la topología de la red de fibra óptica en OptiSystem, incluyendo la ubicación y conexión de los componentes clave como fuentes de luz, fibras, divisores, acopladores, etc.
- 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.

Simulación 2

- Diseñar una red Fiber To The Home (FTTH) utilizando el software de simulación Optisystem.
- Simular el efecto de posibles interferencias y ruido en la red FTTH, como la dispersión cromática y el ruido óptico, y proponer soluciones para mitigar su impacto en el rendimiento de la red.

Simulación 3

- Realizar simulaciones en el software Optisystem para analizar el comportamiento de un láser en diferentes escenarios de transmisión de datos.
- Evaluar el impacto de parámetros como la potencia de salida, la longitud de onda y la modulación en el rendimiento de un láser en un sistema de comunicaciones.

Simulación 4

- Simular una red de fibra óptica en Optisystem utilizando componentes como fuentes láser y cables de fibra monomodo.
- Evaluar la calidad de la señal óptica transmitida a lo largo de la red de fibra óptica en términos de atenuación, dispersión y distorsión.

IV. RESUMEN

Las simulaciones se enfocaron en analizar y evaluar el desempeño de diferentes componentes y tecnologías relacionadas con las redes de fibra óptica. Esto incluye el estudio de los procesos de inserción de fibras peladas en conectores, asegurando una alineación precisa del núcleo de la fibra con la guía de inserción.

Además, se realizaron simulaciones detalladas de sistemas FTTH, que permitieron examinar y optimizar aspectos como la atenuación de la señal, la pérdida de potencia y la capacidad de transmisión de datos. Estas simulaciones fueron fundamentales para comprender mejor los desafíos y las mejores prácticas en la implementación de FTTH en entornos residenciales.

Asimismo, se llevaron a cabo simulaciones exhaustivas del comportamiento de los diodos emisores de luz, componentes esenciales en la transmisión de señales ópticas. Estas simulaciones permitieron analizar aspectos como la eficiencia, la estabilidad y la calidad de la señal generada por los diodos emisores de luz.

Por último, se investigó el funcionamiento de los láseres en los sistemas de comunicaciones. Mediante simulaciones detalladas, se analizó la generación de señales láser, su modulación, amplificación y transmisión. Estas simulaciones proporcionaron información valiosa sobre la optimización de los láseres y su uso eficiente en redes de fibra óptica.

V. ABSTRACT

The simulations focused on analyzing and evaluating the performance of different components and technologies related to fiber optic networks. This includes the study of the processes of inserting stripped fibers into connectors, ensuring precise alignment of the fiber core with the insertion guide.

Furthermore, detailed simulations of FTTH systems were conducted, allowing for the examination and optimization of aspects such as signal attenuation, power loss, and data transmission capacity. These simulations were crucial for gaining a better

understanding of the challenges and best practices in implementing FTTH in residential environments.

Comprehensive simulations of the behavior of light-emitting diodes (LEDs), essential components in optical signal transmission, were also performed. These simulations allowed for analysis of aspects such as efficiency, stability, and signal quality generated by the LEDs.

Lastly, the operation of lasers in communication systems was investigated. Through detailed simulations, the generation of laser signals, their modulation, amplification, and transmission were analyzed. These simulations provided valuable information on laser optimization and their efficient use in fiber optic networks.

VI. LISTADO DE EQUIPOS Y MATERIALES

Equipos:

- Laptop
- Software Optisystem

VII. MARCO TEÓRICO

Redes de fibra óptica

Las redes de fibra óptica son un sistema de transmisión de datos, voz e imágenes que utiliza la luz para transmitir información a través de cables delgados y transparentes.

En el ámbito de las telecomunicaciones, la tecnología de fibra óptica ha reemplazado en gran medida al cable de cobre en las líneas telefónicas de larga distancia y se utiliza para interconectar sistemas informáticos dentro de las redes locales.

Además, la fibra óptica se utiliza como base para los fibroscopios utilizados en endoscopias médicas y para inspeccionar estructuras fabricadas.

Las redes de fibra óptica no son una tecnología reciente. En la década de 1960, el Dr. Charles Kuen-Kao y sus colaboradores jugaron un papel clave al determinar la calidad inadecuada de los cables de fibra óptica debido a las impurezas en el vidrio utilizado en esa época.

Inicialmente, estos cables de fibra óptica solo podían transmitir señales de teléfono y televisión a distancias cortas antes de que la mayor parte de la luz se dispersara.

Sin embargo, para 1970, los investigadores lograron desarrollar fibras ópticas de alta calidad que permitían distancias de más de 800 metros.

El primer enlace de fibra óptica se instaló en Chicago en 1976 y, a partir de 1980, se comenzaron a utilizar enlaces comerciales de larga distancia, así como enlaces de datos de fibra óptica para la transmisión de datos binarios entre computadoras y módems.

Desde entonces, la fibra óptica se ha vuelto muy común en la infraestructura de las comunicaciones. Ha permitido avances en la comunicación rápida, eficiente y de alta capacidad, aunque la mayoría de las personas desconocen su funcionamiento real.

En la actualidad, la mayoría de las llamadas de larga distancia se realizan a través de fibra óptica, ya que ha reemplazado más del 90% de los circuitos de voz utilizados en las comunicaciones de larga distancia. Los edificios comerciales, industriales y de oficinas suelen contar con fibra óptica en sus instalaciones, y cada vez más hogares tienen conexiones de fibra óptica.

Las redes locales (LAN) también se basan principalmente en la fibra óptica. Los sistemas de almacenamiento y los mainframes utilizan conexiones de fibra óptica, al igual que aplicaciones militares, gubernamentales, de servicios públicos y civiles que requieren un alto nivel de seguridad y confiabilidad.

Las redes de fibra óptica ofrecen un nivel óptimo de seguridad, ya que son menos propensas a sufrir daños y son inmunes a las interferencias.

El funcionamiento de la comunicación por fibra óptica se basa en la reflexión interna total de la luz en el interior del cable de fibra óptica. La luz rebota repetidamente en las paredes del cable, y cada fotón de luz se refleja como si el vidrio fuera un espejo, siempre y cuando el ángulo de incidencia sea menor a 42 grados.

El cable de fibra óptica consta de dos partes principales: el núcleo, por donde viaja la luz, y el revestimiento, que rodea al

núcleo y ayuda a mantener la luz dentro del cable. El revestimiento está hecho de un vidrio con un índice de refracción más bajo que el del núcleo, lo que ayuda a la reflexión interna total de la luz.

La comunicación óptica se realiza mediante el uso de luz infrarroja en rangos de longitud de onda específicos, generada por diodos emisores de luz o láseres

semiconductores. Las inspecciones con fibroscopios utilizan longitudes de onda visibles.

Las señales de luz transmitidas a través de las fibras ópticas sufren una atenuación mínima a grandes distancias debido a la reflexión interna total. Sin embargo, estas señales viajan aproximadamente un 30% más lento que la velocidad de la luz en el vacío debido a las propiedades del vidrio utilizado en las fibras.

En ocasiones, para mantener la señal óptica a lo largo de distancias largas, se utilizan repetidores que convierten la señal óptica en una señal eléctrica, la procesan y luego la retransmiten como señal óptica nuevamente.

Existen dos tipos principales de cables de fibra óptica: la fibra monomodo y la fibra multimodo.

La fibra monomodo se utiliza para distancias más largas debido a que tiene un núcleo de fibra de vidrio más pequeño, lo que reduce la posibilidad de atenuación de la señal. La luz se mantiene en un solo haz, lo que permite que la señal viaje a mayores distancias. Además, tiene un ancho de banda considerablemente mayor. Se utiliza un láser como fuente de luz en este tipo de fibra.

En el caso de la fibra multimodo, se utiliza para distancias más cortas porque su núcleo tiene un diámetro mayor, lo que permite que las señales de luz rebote y se reflejen más a lo largo del camino. Esto permite el envío de múltiples pulsos de luz a la vez, lo que resulta en una mayor transmisión de datos. En general, se utilizan LED como fuente de luz en la fibra multimodo.

Ambos tipos de cables tienen aplicaciones específicas. La fibra monomodo se utiliza en conexiones de larga distancia y aplicaciones que requieren un alto rendimiento y ancho de banda, como redes de área extensa (WAN) y transmisión de datos a larga distancia. La fibra multimodo se utiliza en distancias más cortas, como en redes de área local (LAN) y en aplicaciones de corta distancia que no requieren altos niveles de rendimiento. [1]

Fiber To The Home (FTTH)

La fibra hasta el hogar (FTTH), también conocida como fibra hasta las instalaciones (FTTP), es un sistema en el cual se utiliza fibra óptica desde un punto central para llevar conectividad directamente a edificios individuales como residencias, apartamentos y negocios, con el fin de ofrecer acceso a internet de alta velocidad.

FTTH ofrece velocidades de conexión considerablemente más rápidas que las tecnologías comúnmente utilizadas en la mayoría de los lugares.

FTTH promete velocidades de conexión de hasta 100 megabits por segundo (Mbps), lo cual es entre 20 y 100 veces más rápido que los módems de cable típicos o las conexiones DSL (línea de abonado digital). La implementación a gran escala de FTTH puede resultar costosa, ya que implica instalar nuevos cables de fibra óptica desde los puntos centrales hasta los usuarios finales. En la actualidad, algunas comunidades cuentan con servicio de fibra hasta la acera (FTTC), en el cual se utiliza cable de fibra óptica hasta la acera y luego se utiliza un medio de transmisión "cobre" para llevar la señal desde la acera hasta los usuarios finales.

El funcionamiento de FTTH se basa en la conexión directa de la fibra óptica a las residencias. La fibra óptica transmite datos utilizando señales luminosas, lo cual permite un rendimiento superior.

La arquitectura de las redes FTTH se estructura de la siguiente manera: los cables de fibra óptica se extienden desde una oficina central, pasan por un concentrador de distribución de fibra (FDH), luego atraviesan un punto de acceso a la red (NAP) y finalmente llegan a los hogares mediante una terminal que funciona como una caja de empalme.

Existen dos tipos de sistemas utilizados para transmitir datos a través de cables de fibra óptica utilizando luz, lo cual hace posible FTTH: las redes ópticas activas (AON, por sus siglas en inglés) y las redes ópticas pasivas (PON, por sus siglas en inglés).

En las AON, se utilizan equipos de conmutación alimentados eléctricamente para dirigir activamente las señales a usuarios específicos. Por otro lado, las PON emplean divisores ópticos para dirigir la señal en lugar de interruptores eléctricos, lo cual significa que los usuarios de las PON solo necesitan equipos alimentados eléctricamente en el extremo receptor de la red.

Tanto las AON como las PON se utilizan en las implementaciones de FTTH, aunque la mayoría de ellas utilizan PON debido a que son más económicas de instalar y ofrecen un rendimiento elevado. La topología de red de las PON es la siguiente: una terminal de línea óptica (OLT) se encuentra en la oficina central del proveedor, unidades de red óptica (ONU) se ubican más cerca de las instalaciones

del usuario final, y una red de distribución óptica (ODN) se encarga de dividir y distribuir la señal que viaja a lo largo de la PON.

Los beneficios de utilizar FTTH incluyen un mejor rendimiento de la red, especialmente en términos de velocidades más altas a distancias más largas, lo cual no pueden lograr las tecnologías más antiguas como los cables coaxiales, los cables de par trenzado y el DSL. Debido a su mayor ancho de banda, FTTH se considera la mejor tecnología para satisfacer las demandas de la red de los consumidores en las próximas décadas. Algunos beneficios adicionales son:

1. Mejora en la transmisión de video en alta definición en plataformas como YouTube y Roku.
2. Posibilidad de realizar múltiples actualizaciones sin tener que reemplazar la fibra, lo que garantiza su "futuro".
3. Velocidades más rápidas en distancias más largas en comparación con tecnologías anteriores.
4. Mejor rendimiento que otras configuraciones de fibra, ya que la fibra se conecta directamente a las residencias y se pueden utilizar Ethernet o cable coaxial para completar los segmentos de red restantes. [2]

Diodo emisor de luz

Un diodo emisor de luz (LED) es una pequeña fuente de luz que se ilumina mediante el movimiento de electrones a través de un material semiconductor. Estos semiconductores se pueden utilizar en dispositivos que emiten luz en una amplia gama del espectro visible cuando se excitan eléctricamente. Los LED se emplean en situaciones donde se requiere un consumo de energía bajo y una larga vida útil. Algunas de las aplicaciones comunes incluyen luces de freno, publicidad y señales de tráfico. Estos diodos emisores de luz y los diodos láser están transformando numerosas tecnologías de comunicación y visualización.

Al utilizar principios de diseño basados en la tabla periódica, que implican combinaciones de elementos isovalentes y soluciones sólidas, se puede controlar las longitudes de onda de la luz emitida por los dispositivos que contienen familias de semiconductores. Un avance tecnológico reciente es la introducción del LED azul, que permite la mezcla aditiva de colores al combinarse con LEDs verdes y rojos.

Un LED consta de un chip de semiconductor montado en un cable, con un hilo de oro conectado al otro extremo. Además, se coloca una lente de plástico que protege el semiconductor y enfoca la luz emitida.

A diferencia de una bombilla convencional que se ilumina en cualquier dirección cuando fluye electricidad a través de ella, el término "diodo" en LED se refiere al hecho de que solo se iluminará cuando la electricidad fluya en una dirección específica debido a los campos eléctricos presentes en el interior del dispositivo. [3]

Funcionamiento de un láser en un sistema de comunicaciones

Un láser (del inglés "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation", amplificación de luz por emisión estimulada de radiación) es un dispositivo que emite luz coherente y altamente direccional mediante el proceso de emisión estimulada. En un sistema de comunicaciones, los láseres desempeñan un papel fundamental al transmitir información a través de señales ópticas.

El funcionamiento de un láser en un sistema de comunicaciones se basa en tres componentes principales: el medio activo, la fuente de alimentación y el sistema de modulación.

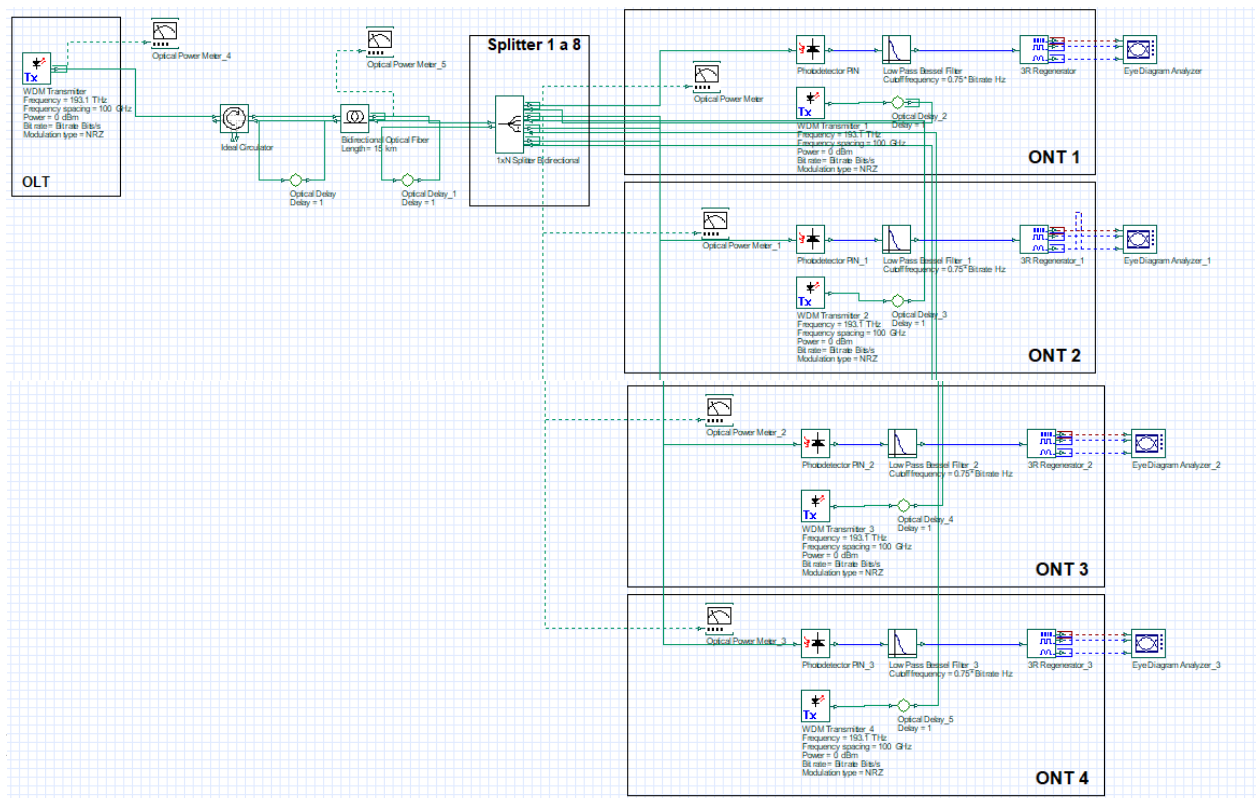
1. Medio activo: El medio activo es el material que emite la luz láser. En los láseres de comunicaciones, se utilizan materiales como el diodo semiconductor o las fibras ópticas dopadas con elementos como el erbio o el neodimio. Estos materiales son estimulados eléctricamente o mediante bombeo óptico para generar la emisión láser.
2. Fuente de alimentación: La fuente de alimentación suministra energía al láser para generar la emisión láser. En el caso de los láseres de diodo, se utiliza una corriente eléctrica para estimular el medio activo y provocar la emisión de luz coherente. En otros tipos de láseres, se pueden utilizar lámparas de bombeo o fuentes de energía óptica para excitar el medio activo.
3. Sistema de modulación: El sistema de modulación se encarga de modular la señal que se va a transmitir a través del láser. La modulación puede ser analógica o digital, y se utiliza para codificar la información en la forma de la señal óptica. La modulación puede ser realizada mediante técnicas como la modulación de amplitud (AM), la modulación de frecuencia (FM) o la modulación de fase (PM).

Una vez que la señal ha sido modulada, el láser emite la luz láser modulada en forma de pulsos o señales continuas a través de una fibra óptica u otro medio de transmisión óptica. La luz láser se propaga por el medio de transmisión y llega al receptor, donde se detecta y se convierte nuevamente en señales eléctricas para su procesamiento y decodificación. [4]

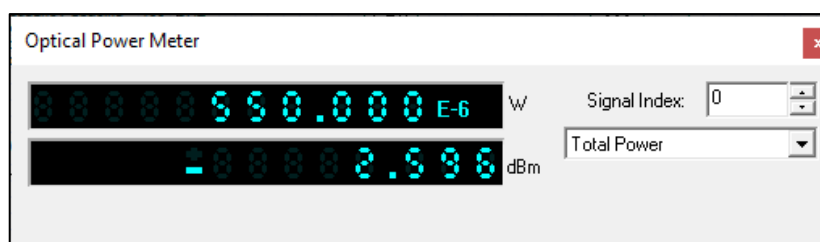
VIII. DESARROLLO

SIMULACIÓN 1 – PRÁCTICA 5

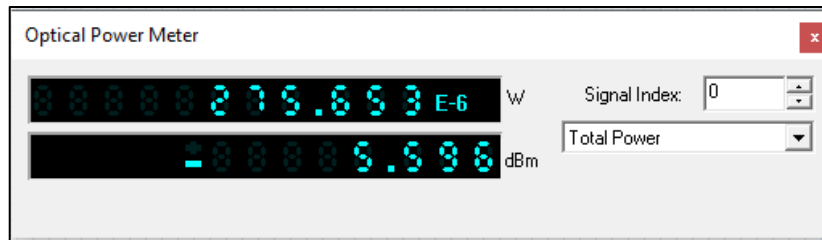
Simulación



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

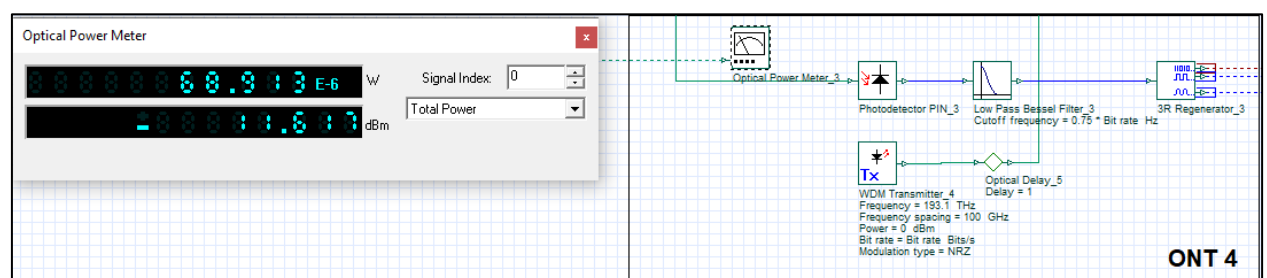
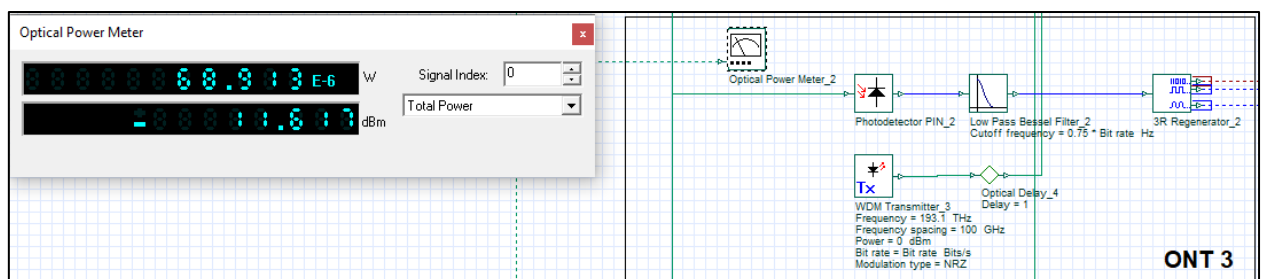
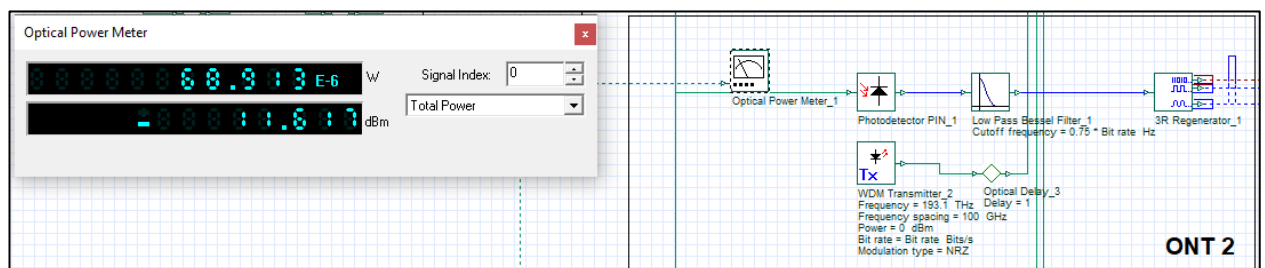
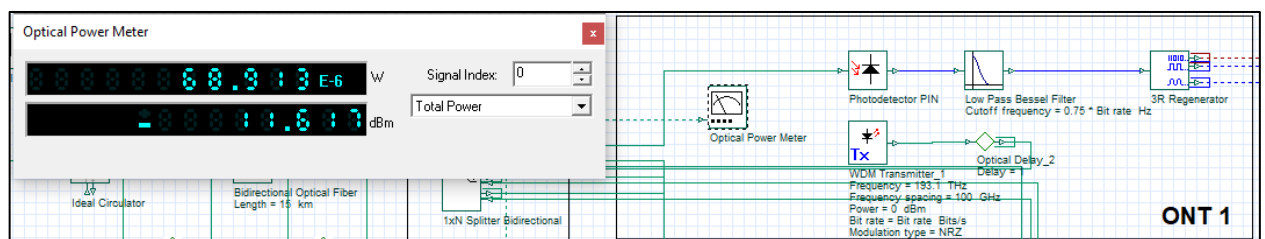


Potencia óptica obtenida a partir del transmisor WDM, pero que a traviesa fibra óptica bidireccional con una longitud de 15 km, y un ancho de banda de 1550 nm.



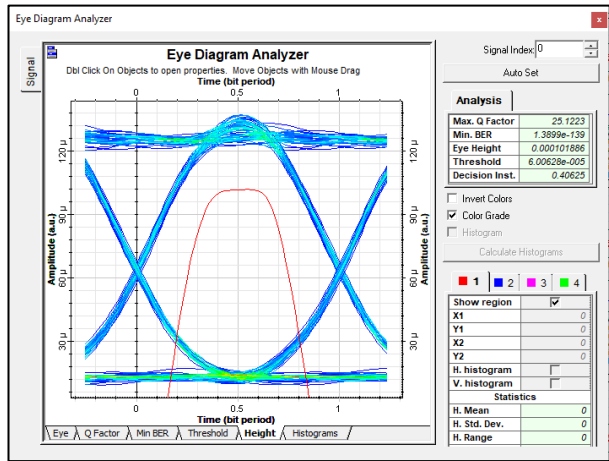
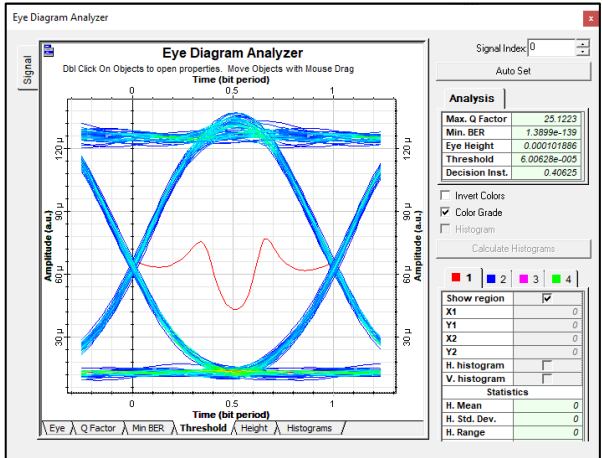
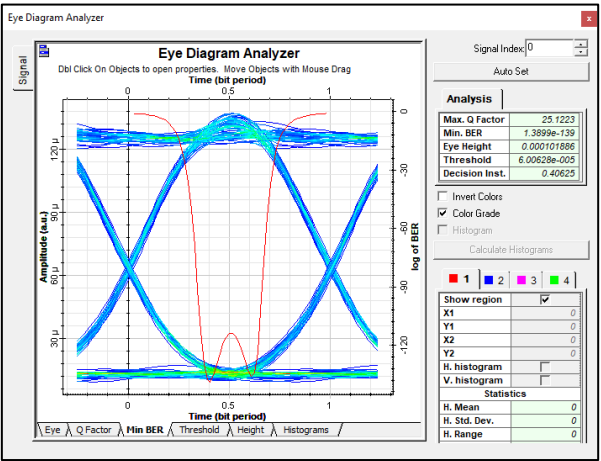
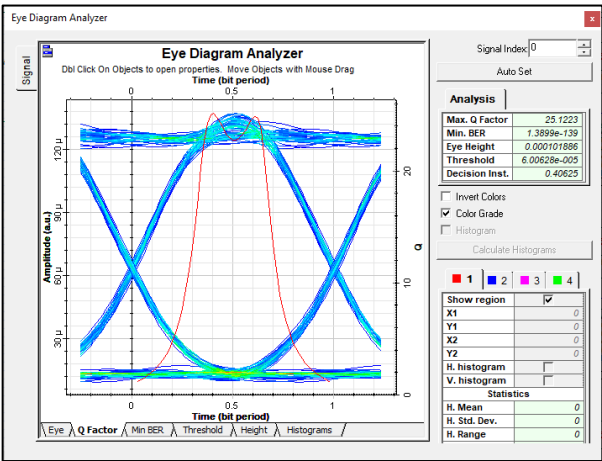
Se puede observar que hay una reducción de aproximadamente el 50% de la potencia de transmisión.

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.

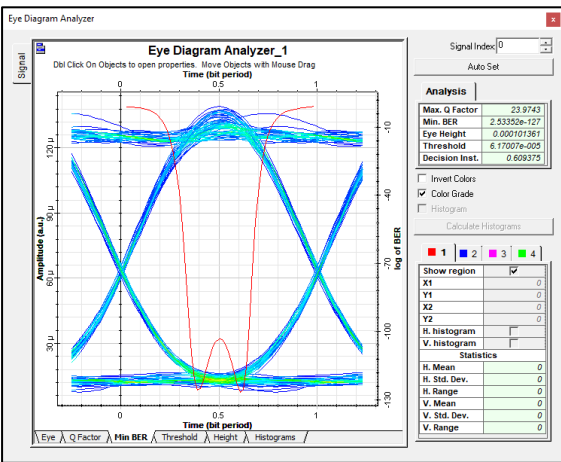
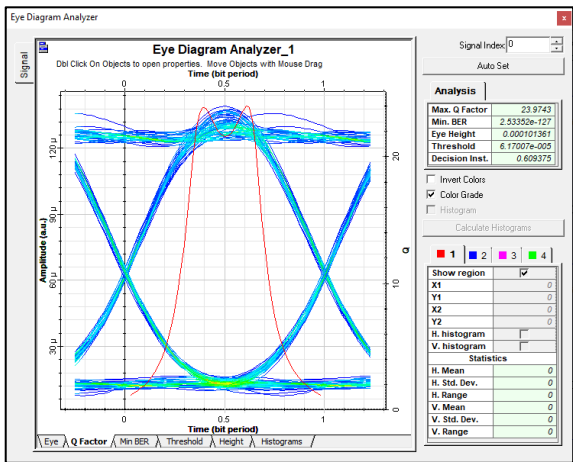


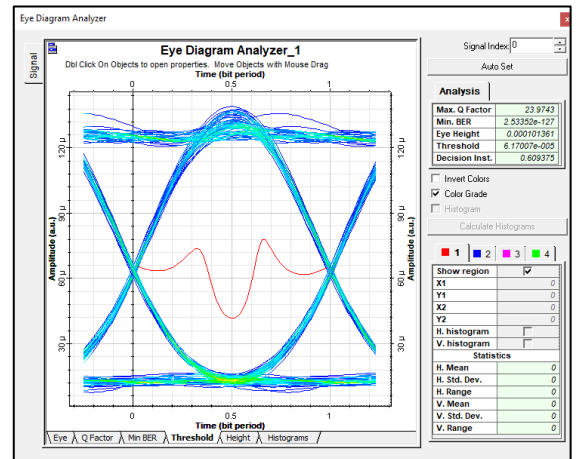
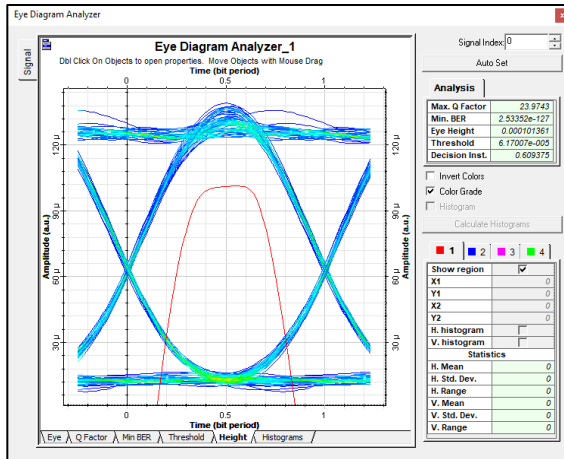
Y visualizando los diagramas en cada salida de los ONT, se tiene que:

ONT 1

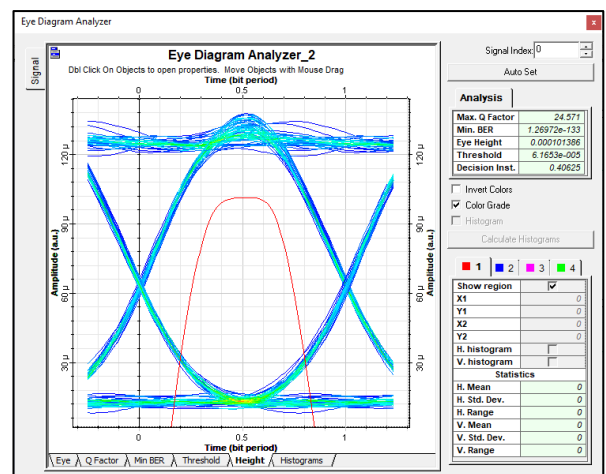
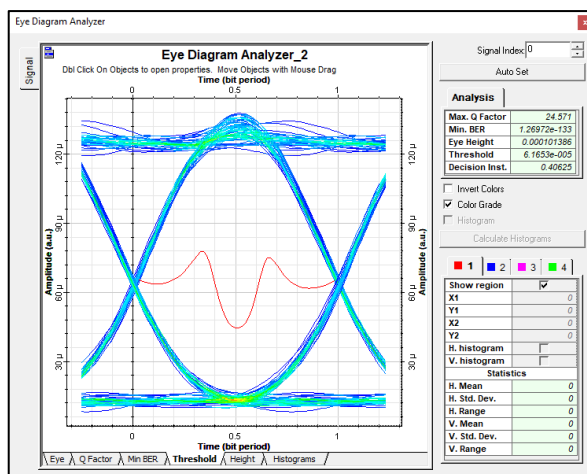
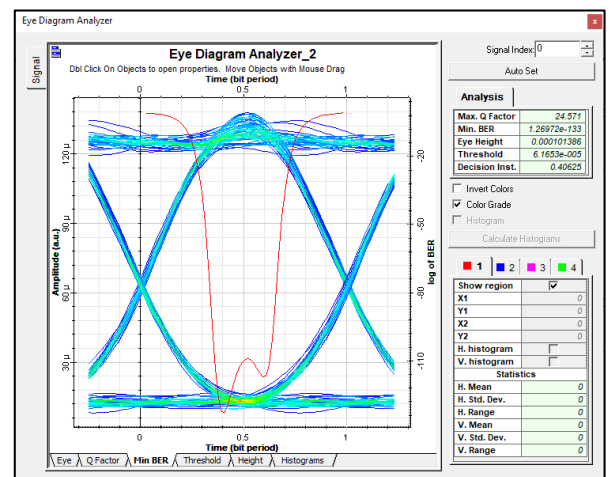
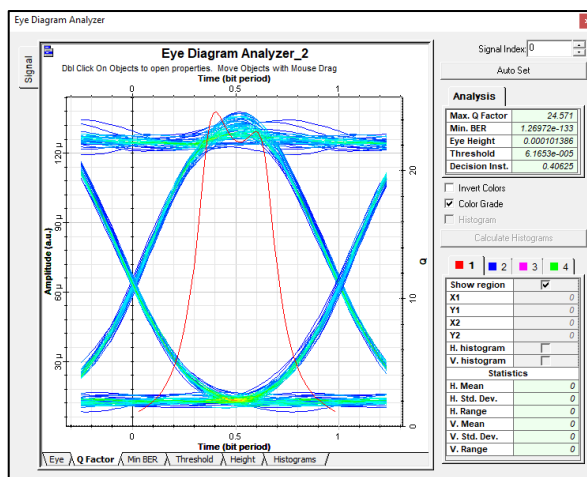


ONT 2

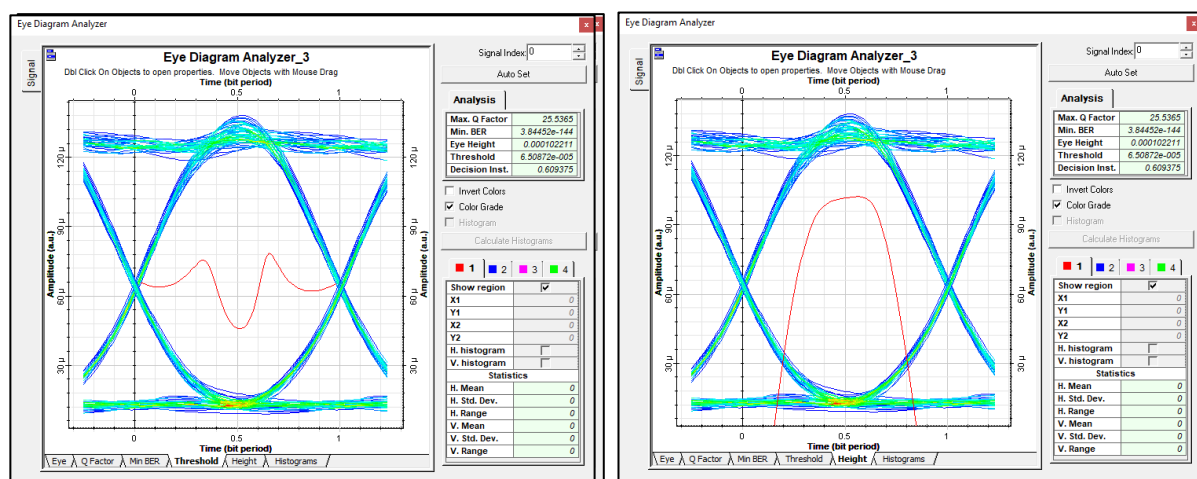




ONT 3

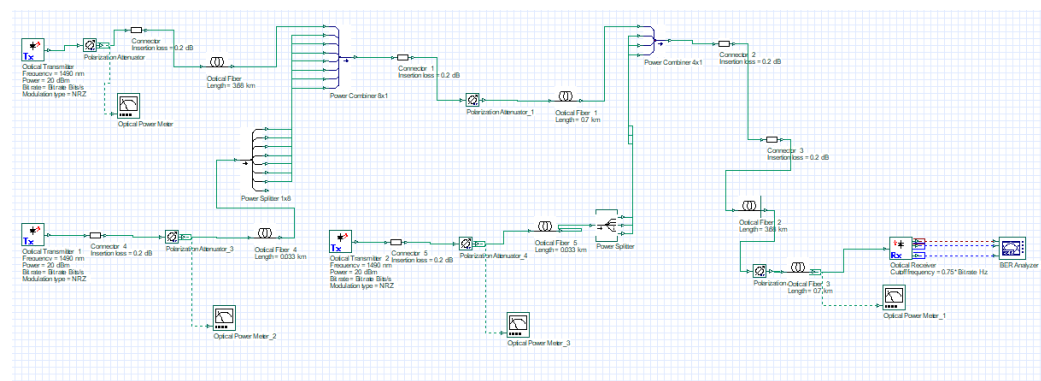


ONT 4

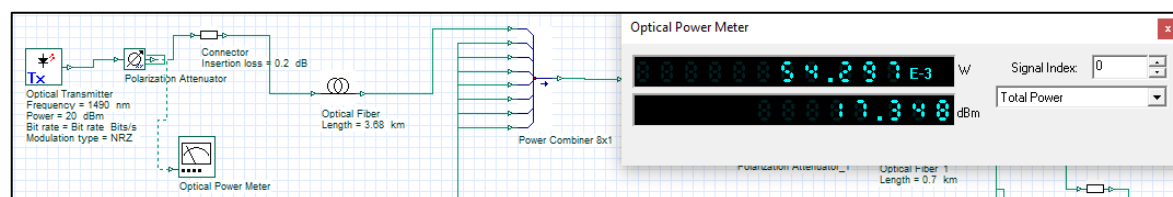


Se puede observar la variación de factor Q, el valor del BER de cada ONT, a pesar de recibir la misma potencia a la salida del splitter, y a la entrada del esquema del ONT. De igual manera las gráficas resultantes de cada ONT, tendrá variación con respecto al tiempo.

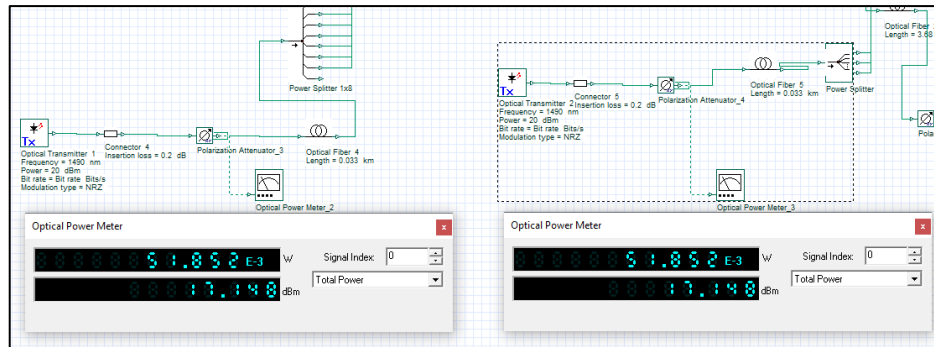
SIMULACIÓN 2 – PRÁCTICA 6



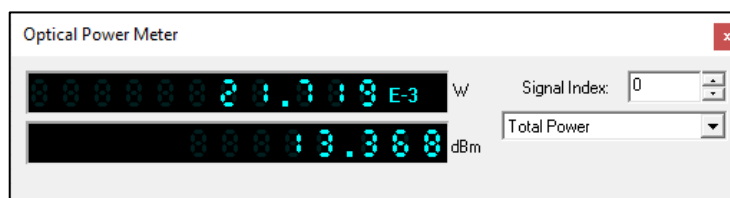
Se mide cada una de las potencias ópticas de transmisión, con una frecuencia base de 1490 nm en el transmisor óptico, y una fibra óptica con una longitud de 3.68 km, antes de combinarlo al Power Combiner de 8 a 1.



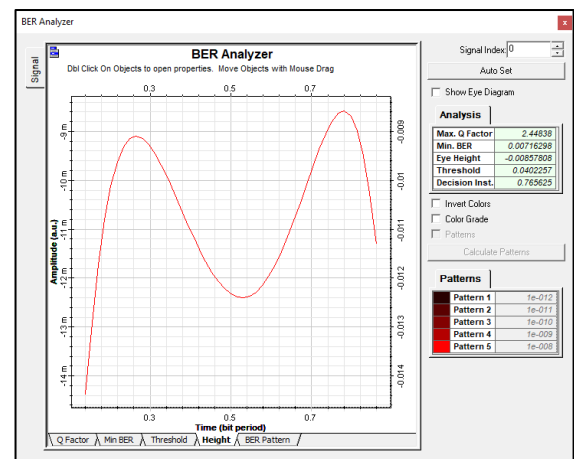
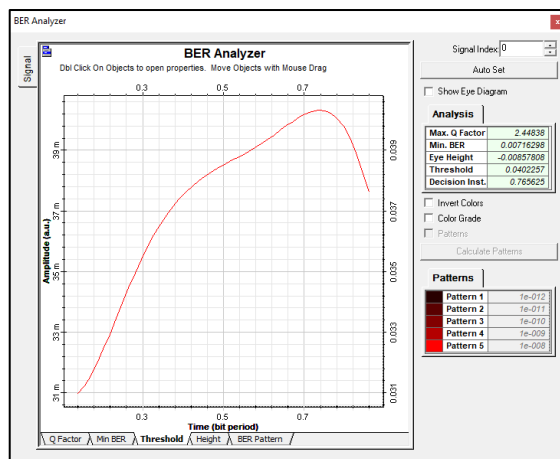
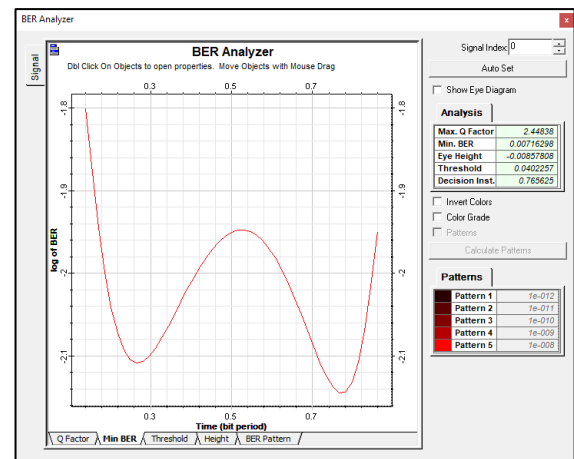
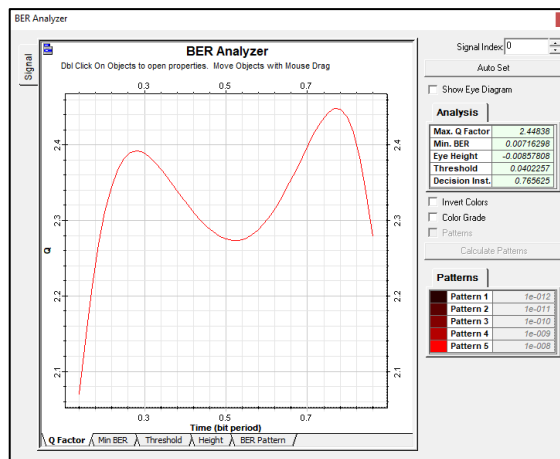
Luego se obtiene el valor de la potencia óptica a partir de los otros transmisores ópticos y también de la longitud de la fibra óptica aplicada en ese punto (0.033 km).



Por último, se observa los valores a la salida del Power Combiner 4x1, y con fibra óptica con una longitud de 0.7 km.

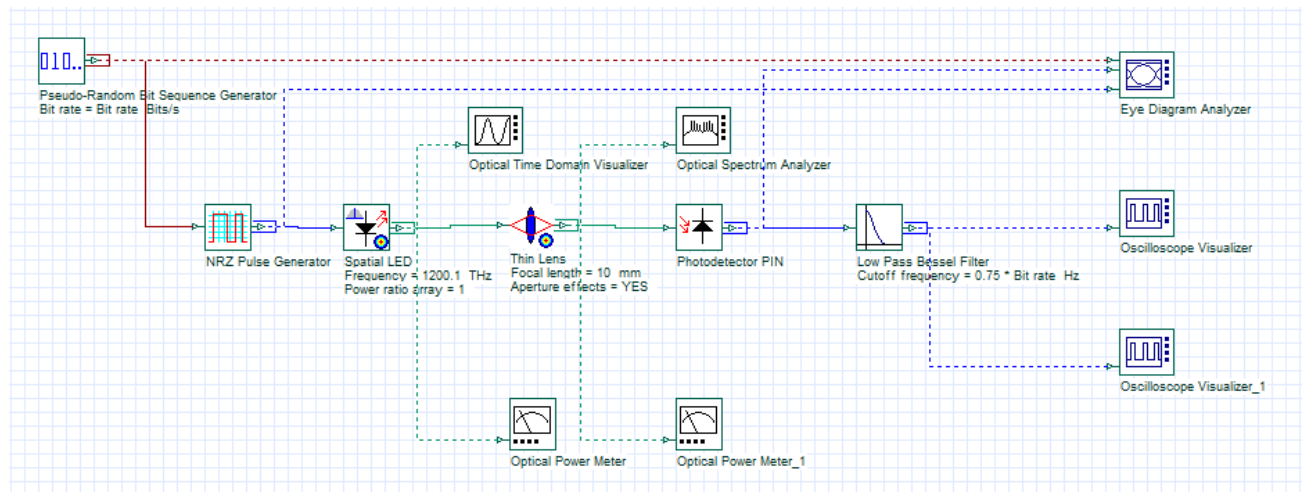


Y las gráficas correspondientes:

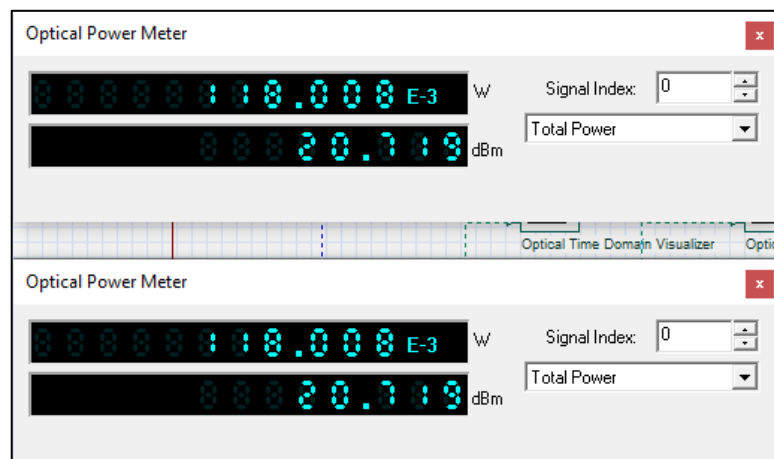


SIMULACIÓN 3 – PRÁCTICA 7

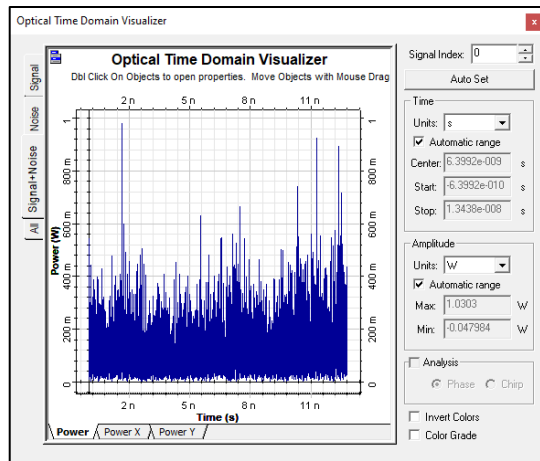
Simulación:



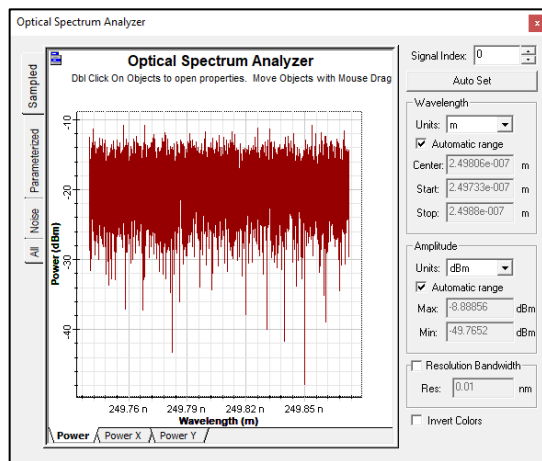
Primero, se compara la potencia de salida del led espacial, y el lente delgado, al realizar se observa que ambas potencias son iguales, tanto en watios, como en dbm, pero hay diferencias entre sus espectros en el dominio de la frecuencia, y del tiempo.



Al visualizar la potencia de salida del diodo espacial, esto en el dominio del tiempo.

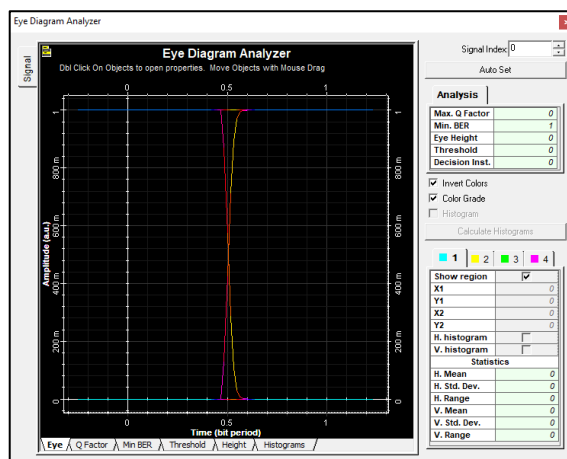


A partir del lente delgado, se visualiza el espectro de la luz que atraviesa el lente.

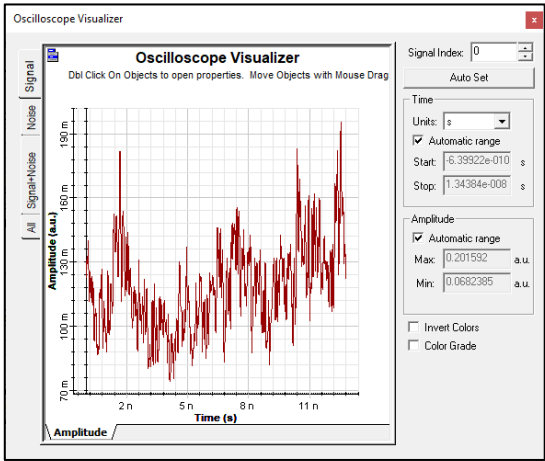
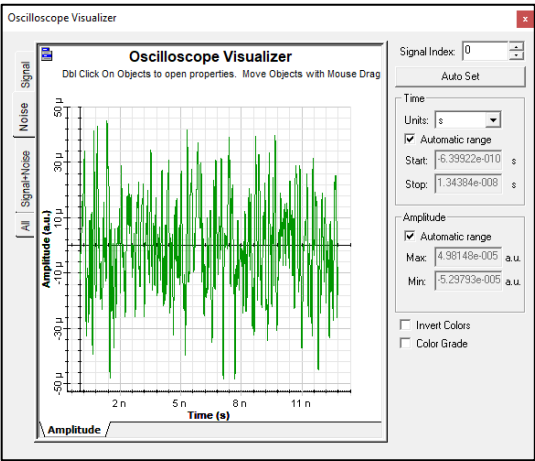
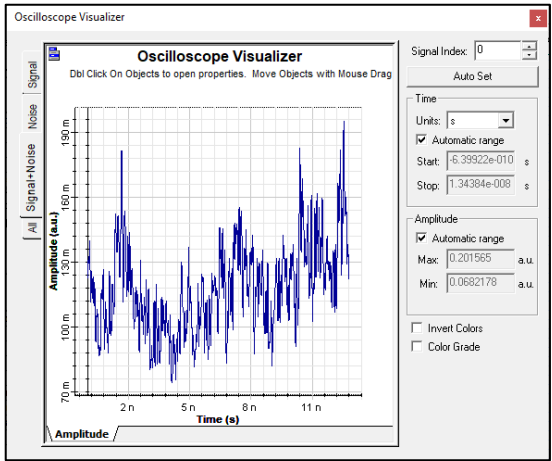


Se miden los valores una vez que hayan cruzado a través de un fotodetector PIN y un filtro pasa bajas de Bessel, esto se visualiza en un diagrama de ojo, y en un osciloscopio.

Diagrama de ojo:

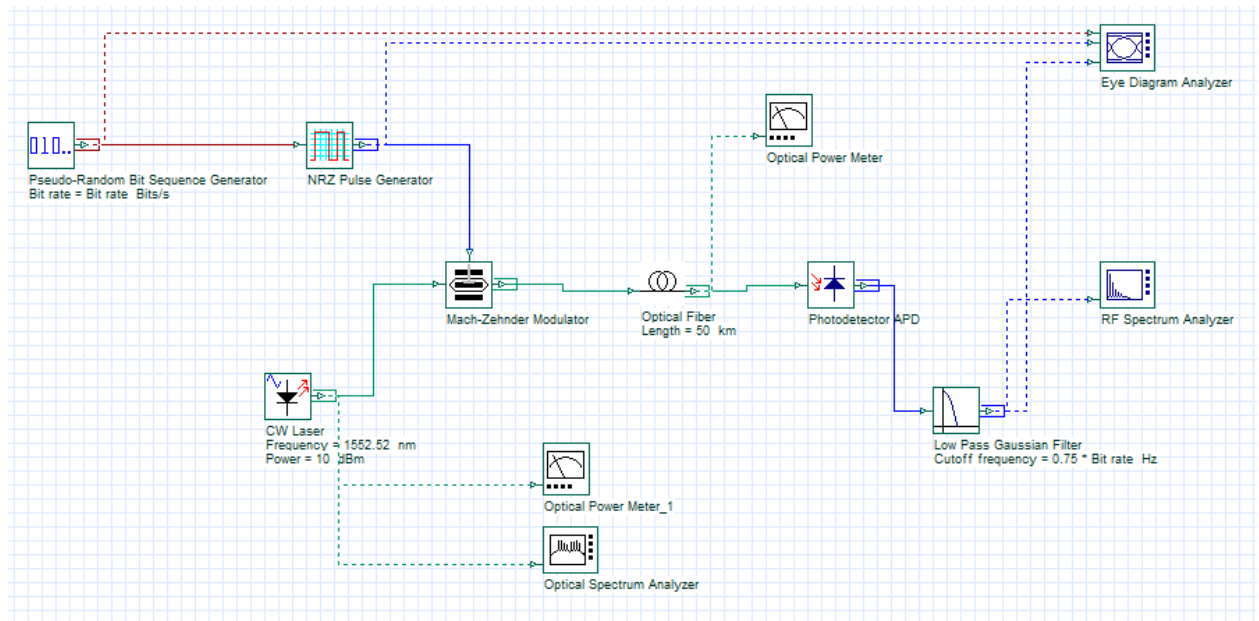


Osciloscopio:

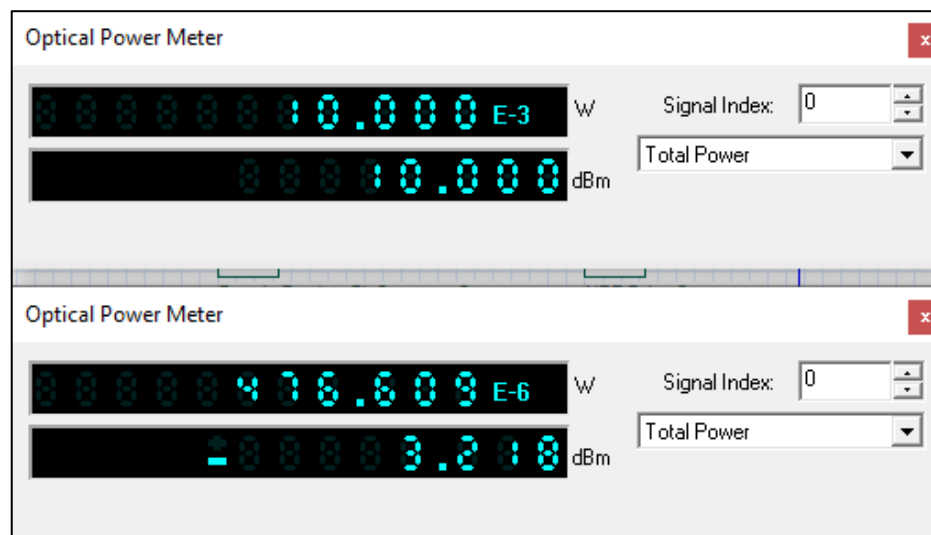


SIMULACIÓN 4 – PRÁCTICA 8

Simulación

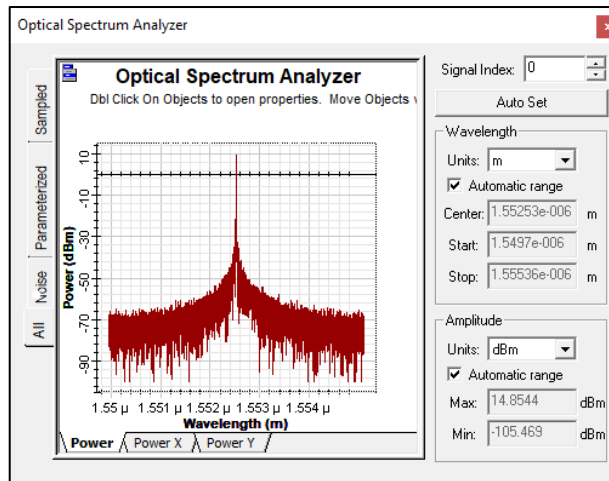


Con los instrumentos de medición planteados, se mide la potencia en la entrada y también en la salida de este, de tal manera que se determinará la variación de potencia que hay a través del circuito.



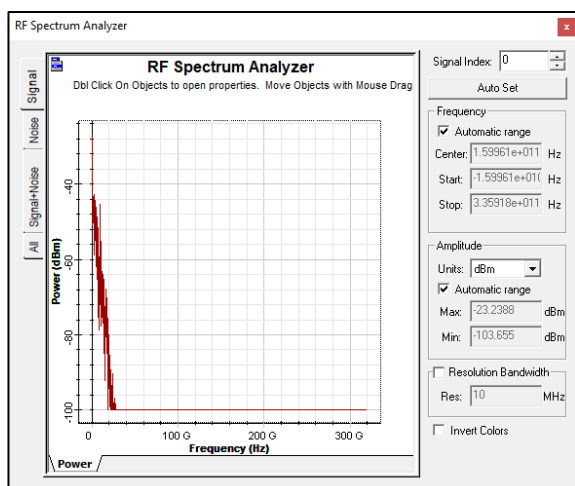
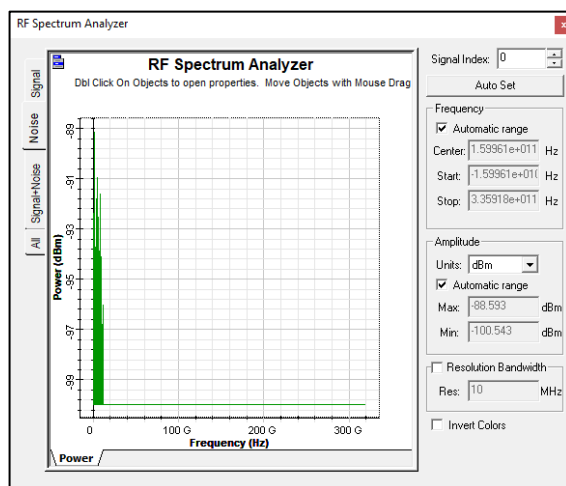
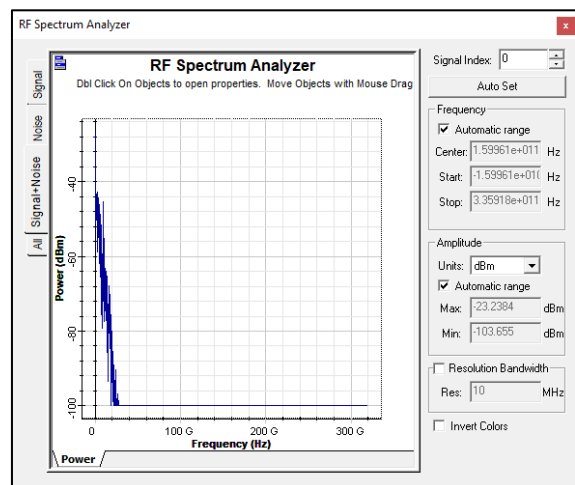
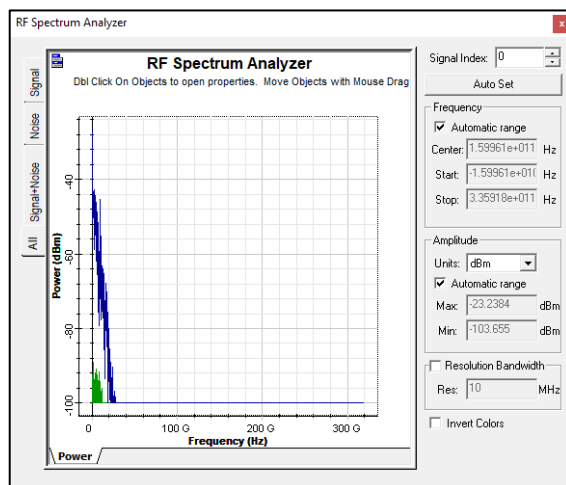
Se puede observar que hay una variación de potencia mínima.

También se visualiza el espectro del CW Laser, el cual está dado por el Laser, considerando que el CW Laser trabaja a una frecuencia de 1552.52 Hz.

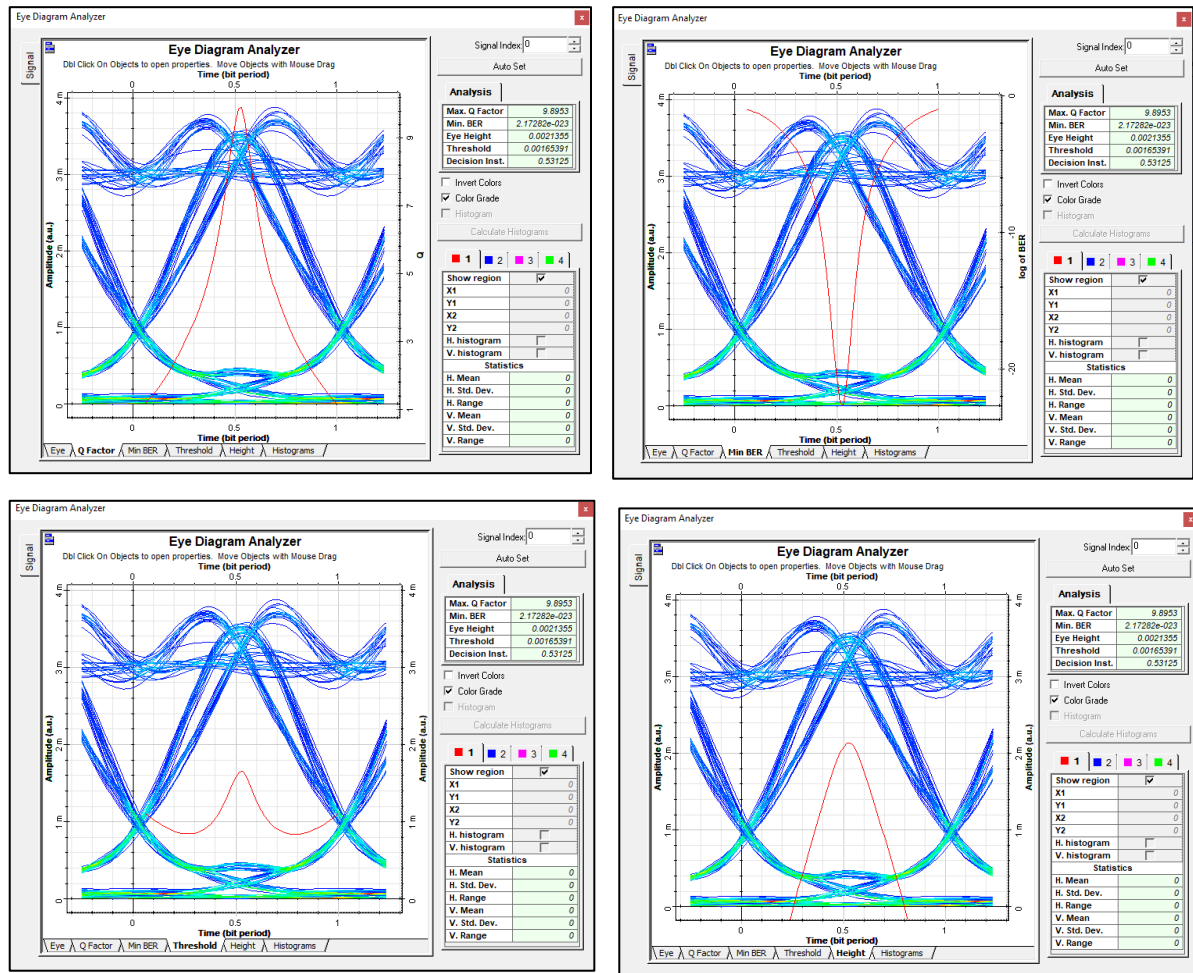


Por último, se visualiza la señal filtrada y detectada a partir de la fotodetector y un filtro pasa bajas de Bessel, además se observa las gráficas dadas por el diagrama del ojo, y por el analizador de espectros de RF.

RF Spectrum Analyzer:



Eye Diagram Analyzer:



IX. CONCLUSIONES

Simulación 1

- La configuración de la topología de la red de fibra óptica en OptiSystem permitió visualizar y analizar la ubicación y conexión de los componentes clave. Además, la propagación de la señal óptica a través de la red proporcionó información sobre la atenuación, la dispersión y otras distorsiones que afectan la integridad de la señal transmitida. Estos resultados permiten evaluar la calidad y la viabilidad de la red de fibra óptica en términos de transmisión de señales.

Simulación 2

- El diseño de una red Fiber To The Home (FTTH) mediante la simulación en OptiSystem permitió identificar posibles interferencias y ruido, como la dispersión cromática y el ruido óptico, que podrían afectar el rendimiento de la red FTTH. Las

simulaciones proporcionaron soluciones para mitigar el impacto de estas interferencias y ruido, mejorando así la integridad de la señal y el rendimiento de la red en entornos residenciales.

Simulación 3

- La simulación realizadas en OptiSystem permitió analizar el comportamiento de un láser en diferentes escenarios de transmisión de datos. La evaluación de parámetros como la potencia de salida, la longitud de onda y la modulación proporcionó información valiosa sobre el rendimiento del láser en un sistema de comunicaciones. Estos resultados permiten optimizar la configuración del láser y mejorar la calidad y eficiencia de la transmisión de datos.

Simulación 4

- La simulación de la red de fibra óptica en OptiSystem utilizando componentes como fuentes láser y cables de fibra monomodo permitió evaluar la calidad de la señal óptica transmitida. Los análisis de atenuación, dispersión y distorsión proporcionaron información sobre la integridad de la señal a lo largo de la red de fibra óptica. Estos resultados son fundamentales para garantizar una transmisión confiable y de alta calidad en las redes de fibra óptica.

X. RECOMENDACIONES

Simulación 1

- Verificar la precisión y alineación de los componentes clave, como fuentes de luz, fibras, divisores y acopladores, en la configuración de la topología de la red de fibra óptica.
- Realizar simulaciones adicionales con diferentes longitudes de fibra y configuraciones de componentes para evaluar su impacto en la integridad de la señal transmitida.

Simulación 2

- Analizar y optimizar la distribución y ubicación de los componentes de la red FTTH para minimizar posibles interferencias y ruido.
- Realizar simulaciones con diferentes escenarios de interferencias y ruido para evaluar la eficacia de las soluciones propuestas.

Simulación 3

- Evaluar técnicas de corrección de distorsión y compensación de ruido para mejorar la calidad de la señal transmitida por el láser.
- Realizar análisis de estabilidad y robustez del láser en diferentes condiciones de transmisión de datos para garantizar un funcionamiento confiable en todo momento.

Simulación 4

- Realizar simulaciones adicionales utilizando diferentes tipos de cables de fibra óptica y fuentes láser para evaluar su impacto en la calidad de la señal transmitida.
- Explorar técnicas de amplificación óptica y corrección de errores para mejorar la calidad y confiabilidad de la transmisión de datos en la red de fibra óptica.

XI. FE DE ERRATAS

- Al realizar la simulación de la practica 5, hubo errores de compilación, ya que al ingresar valores inadecuados para la fibra óptica, y para el WDM transmitter, no permitía la visualización correcta en el Eye Diagram Analyzer, por lo tanto dichos valores tuvieron que ser modificados.
- En la practica 6, la simulación de la guía práctica estuvo incompleta, de tal manera que fue difícil continuar con el trabajo hasta que hubiese una corrección de la simulación de la guía.
- El componente Thin Lens, en la practica 7, el aperture effects no puede estar en estado NO, ya que esto provoca que la simulación y las gráficas no se den de forma correcta en los diagramas conectados.
- En la practica 8 no se tuvo fe de erratas.

XII. BIBLIOGRAFÍA

[«Centro de formación técnica para la industria,» [En línea]. Available: 1 <https://www.cursosaula21.com/que-son-las-redes-de-fibra-optica/>. [Último acceso: 03 07] 2023].

[T. Target, «ComputerWeekly,» [En línea]. Available: 2 <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Fibra-hasta-el-hogar-Fiber-to-the-home-o-FTTH>. [Último acceso: 03 07 2023].

[«MRSEC Education Group,» [En línea]. Available:
3 <https://education.mrsec.wisc.edu/leds/#:~:text=Un%20diodo%20emisor%20de%20luz,esp>
] ectro%20visible%20con%20excitaci%C3%B3n%20el%C3%A9ctrica.. [Último acceso: 03
07 2023].

[G. Agustín, «Instituto Politécnico Nacional,» [En línea]. Available:
4 <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/10789/1/42.pdf>. [Último acceso: 03 07
] 2023].