

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

Integrantes: Xavier Chasi – Francisco Valdez GR1

Fecha: 22 de junio de 2021

Tema: "Diseño de un sistema FSO"

TALLER #3

1. Introducción

Un sistema FSO se basa en un sistema de comunicaciones ópticas con línea de vista directa. Este diseño se enfocó en intentar simular un sistema lo más acorde a la realidad posible configurando los parámetros necesarios y escogiendo equipos con una configuración adecuada para lograr este objetivo. Para la simulación de este diseño se utilizó el software Optisystem, el cual, nos permite una gran variedad de elementos configurables para que se pueda simular algo muy cercano a la realidad.

Como base tomamos el diseño que se presenta en la figura 1 al cual realizamos algunas modificaciones con el fin de que los resultados obtenidos sean más cercanos a la realidad, por ejemplo, dentro del diseño del cual nos basamos se utilizaban elementos ideales, los cuales, no nos permitían configurar parámetros como perdidas que existen dentro de estos, dado el caso de los multiplexores y demultiplexores, las fuentes, entre otros. Al final mostraremos la solución que presentamos ante este diseño de red y el porqué de cada una de las decisiones tomadas anexando también un presupuesto base del cuánto costaría implementarla y el porqué de estos valores.

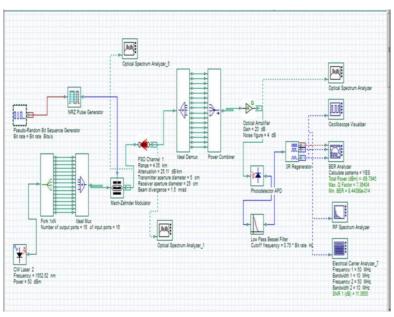


Figura 1. Diseño base



2. Diseño

Se realizo un sistema FSO, basado en tecnología WDM de 4 canales con una separación de 0.8nm entre cada uno teniendo como referencia la longitud de onda 1550nm, ya que, es la más utilizada y la que mejor resultado ofrece, además la fuente comercial escogida recomienda el uso de este rango de longitud de onda. Además, se escogió una potencia de transmisión de 50 dBm y con una eficiencia de transmisor de 0.9, esto nos daba una potencia de 45 dBm que fue la utilizada en la simulación. La capacidad que se utilizo fue de 1 Gbps que es la más común en este tipo de sistemas y se optó por utilizar un amplificador con una ganancia de 20 dB y una figura de ruido de 4 dB. Para el apartado de la recepción se utilizó un fotodetector APD con una ganancia de 100 y una Responsividad de 1 A/W.

En la figura 1 podremos apreciar el diagrama del diseño presentado como solución en donde se tratará de explicar los diferentes elementos, lo que significa cada uno dentro del diseño y por qué se utilizaron estos.

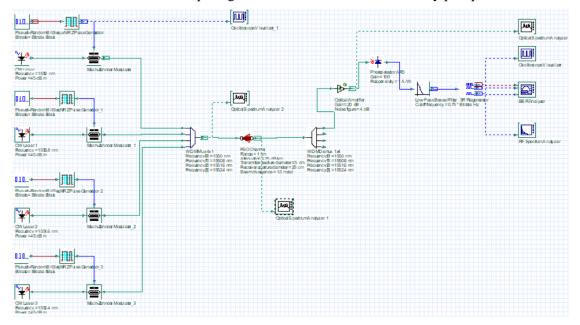


Figura 1. Diagrama del diseño de una FSO.

Como se puede observar en la figura 1, nuestro diseño no utiliza una sola fuente, ya que, en el diseño base lo que se implementa es una sola fuente conectada a un Fork que lo que permite es copiar la señal y transmitirla por 16 canales diferentes pero con las mismas características, siendo esto lo más alejado de la realidad, ya que, para poder utilizar tecnología WDM se debe tener en cuenta que las longitudes de onda deben estar separadas un cierto valor que para nuestro diseño se escogió 0.8 nm, asi se utilizaron 4 fuentes configuradas cada una con una longitud de onda diferente para poder apreciar lo que se vería en la realidad. En la etapa de multiplexación y demultiplexación se cambiaron los elementos utilizados, ya que, al ser ideales en el diseño base, no van a dar los resultados reales que se necesita, para esto se tomaron elementos



genéricos y los configuramos conforme se encontraron equipos comerciales y lo que estos nos brindaban en sus especificaciones.

3. Análisis de resultados:

Primero se observó que sucede con las señales que fueron enviadas desde el transmisor una vez que dichas señales atravesador el sistema FSO. En la simulación se aprecia que se pueden identificar claramente las señales, con la pequeña diferencia que las señales luego del FSO tiene un poco de ruido o interferencia por lo que el nivel de potencia en dBm varia un poco.

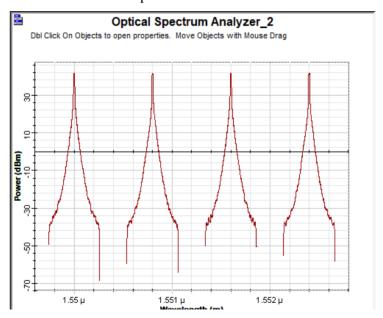


Figura 2. Espectro de frecuencia de las señales multiplexadas.

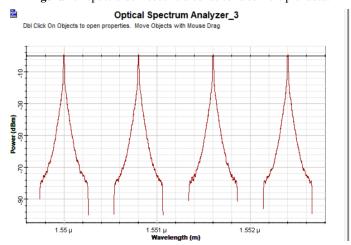


Figura 3. Espectro de las señales luego de pasar el FSO.

Otro parámetro de relevancia al analizar fueron los datos enviados desde el Rx hasta el Tx, como se menciono anteriormente se trabajo con una tasa de 1Gbps para lo cual se obtuvieron los siguientes resultados.



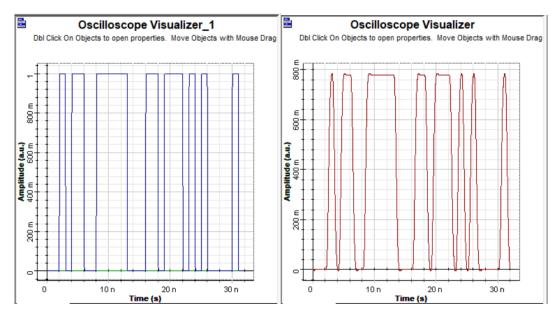


Figura 4. Datos enviados (Rx-azul) y recibidos (Tx-rojo).

Como se puede observar en las imágenes la perdida de información es muy poca porque se puede aun diferencias los picos altos de los datos que fueron transmitidos, lo que quiere decir que el sistema funciona correctamente.

Teniendo la premisa de que es lo que sucede con los datos enviados, se puede decir que al analizar el BER de un canal, la probabilidad de error es muy poca y efectivamente esto se puede comprobar en la siguiente imagen.

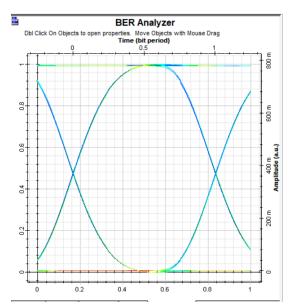


Figura 5. BER obtenido en la simulación del primer canal de 1550nm.

Para los siguientes canales se tiene el mismo resultado, debido a que las señales están correctamente dimensionadas y separadas entre si para que no exista el fenómeno del ISI ni del ICI. Además, se puede concluir que es un enlace muy eficiente debido a que tanto los valores de potencia del Tx, así como un amplificador EDFA el cual permite mejorar la señal mediante el ambiente y gracias al generador 3R que se



esta usando en el enlace permite más aun la supresión de ruido e interferencia que pudo haberse producido durante la transmisión,

4. Presupuesto del enlace:

$$P_{RX} = P_{TX} + G_{TX} - Atenuacion - P_{mux-demux}$$

 $P_{RX} = (50dBm * 0.9) + (20dB) - 25dB - (2 * 0.3dB)$
 $P_{RX} = -39.4 dBm$

5. Costos y equipos usados:

Los equipos y elementos escogidos y mostrados en la siguiente tabla, se basó en los parámetros de simulación, buscar características que satisfagan al enlace, como por ejemplo la longitud de onda de los 1550nm, además de la potencia a usar y discernir entre los mejore amplificadores que existe en el mercado, por ejemplo buscar uno que de una potencia de 20dB o mayor para mejores resultados.

Tabla 1. Elementos y costos para el enlace FSO [1] [2] [3] [4].

| Elemento | Precio | |
|---|---------|----------|
| Equipo de FSO de la marca SONAbeam 1250-E | | 28,900\$ |
| Regenerador 3R | 1,000\$ | |
| Fuente laser RLS/1550NM-Model 2 | 1195\$ | |
| Amplificador EDFA 20dBm del fabricante | 2,275\$ | |
| Fibermart | | |
| Detector APD InGaAs del fabricante | 2,489\$ | |
| ThorLABS | | |
| | Total | 35,859\$ |
| | Total | |

Bibliografía

- [1] «1550nm 40mW Laser Diode (DFB LASER)». https://www.laserdiodesource.com/shop/1550nm-40mW-Butterfly-Laser-Diode-AeroDiode (accedido jun. 22, 2021).
- [2] «fSONA: Products». http://www.fsona.com/product.php?sec=1250e (accedido jun. 22, 2021).
- [3] «Optical Transponder Oeo 3r 10g Regenerator Buy High Quality 10g Regenerator,3r 10g Regenerator,3r Product on Alibaba.com». https://www.alibaba.com/product-detail/Optical-Transponder-OEO-3R-10g-regenerator_60559704476.html (accedido jun. 22, 2021).
- [4] «InGaAs Avalanche Photodetectors». https://www.thorlabs.com/newgrouppage9.cfm?objectgroup_id=4047 (accedido jun. 22, 2021).