

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: INGENIERO
ELECTRÓNICO

TEMA:
ANALIZAR EL RENDIMIENTO DE LOS RECEPTORES EN UNA RED
TDM/WDM PON (RED ÓPTICA PASIVA)

AUTOR:
LUIS FERNANDO ROMERO CHAFLA

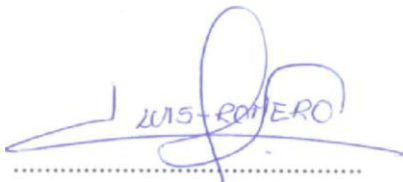
TUTOR:
LUIS GERMÁN OÑATE CADENA

Quito, julio del 2016

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo Luis Fernando Romero Chafla, con documento de identificación N° 1721047833 manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: ANALIZAR EL RENDIMIENTO DE LOS RECEPTORES EN UNA RED TDM/WDM PON (RED ÓPTICA PASIVA), mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Luis Fernando Romero Chafla
1721047833
julio del 2016

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación ANALIZAR EL RENDIMIENTO DE LOS RECEPTORES EN UNA RED TDM/WDM PON (RED ÓPTICA PASIVA), realizado por Luis Fernando Romero Chafla, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, julio del 2016



Luis Germán Oñate Cadena

1712157401

ANALIZAR EL RENDIMIENTO DE LOS RECEPTORES EN UNA RED TDM/ WDM PON (RED ÓPTICA PASIVA).

¹Luis Germán Oñate Cadena, ²Luis Fernando Romero Chafra
Ingeniería Electrónica, Universidad Politécnica Salesiana
Quito, Ecuador

¹lromeroc@est.ups.edu.ec

²lonate@ups.edu.ec

Resumen

El rápido aumento de usuarios de Internet merece velocidades de transmisión de datos más altas y mayor capacidad en términos de número de usuarios. Sin embargo, se debe lograr esto a un costo razonable. Las tecnologías TDM (*Time Division Multiplexing*) y WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) son las más usadas. TDM permite ofrecer ampliar los servicios a muchos usuarios (sacrificando el ancho de banda), a baja velocidad, con un costo razonable. WDM por su parte posee la capacidad de atender a una mayor cantidad de usuarios y ofrecer mayor velocidad de transmisión, pero a un alto costo. La combinación de ambos tipos de multiplexación da origen al Híbrido WDM/TDM, en donde se puede llegar a un mayor número de usuarios, además es una buena opción hasta que en un futuro los costos elevados de WDM-PON se reduzcan. Esta investigación permite analizar las características de los receptores TDM/WDM PON, para luego simular dicha red mediante el software Optisystem, obteniendo así los valores de la Tasa de Error de Bit o BER (*Bit Error Rate*) y el factor de calidad Q (*Q-factor*), los cuales permiten comparar el desempeño de la red para diferentes tipos de foto receptores a diferentes velocidades. El estudio concluye que la transmisión de datos en redes TDM/WDM PON que utilizan el receptor APD (*Avalanche Photodiode*), da un mejor rendimiento.

Palabras claves: *Avalancha de fotodiodos, multiplexación por división de longitud de onda, multiplexación por división de tiempo, Red óptica pasiva, Tasa de error de bit.*

Abstract

The rapid increase of Internet users deserve transmission rates higher data rates and greater capacity in terms of number of users. However, this should be achieved at a reasonable cost. TDM (*Time Division Multiplexing*) and WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) technologies are most used. TDM allows us to offer extend services to many users (sacrificing bandwidth), low speed, at a reasonable cost. WDM meanwhile has the capacity to serve a greater number of users and provide higher transmission speeds, but at high cost. The combination of both types of multiplexing gives rise to hybrid WDM / TDM, where you can reach a greater number of users, it is also a good choice until a future high costs of WDM-PON are reduced. This research allows us to analyze the characteristics of the TDM / WDM PON, receivers and then simulate the network by Optisystem software, obtaining values Error Rate Bit or BER (*Bit Error Rate*) and the quality factor Q (*Q-factor*), which allow you to compare the performance of the network for different types of photo receptors at different speeds. The study concludes that the data transmission in TDM / WDM PON receiver using the APD (*Avalanche Photodiode*) gives better performance.

Keywords: *Avalanche Photodiode (APD), Wavelength Division Multiplexing (WDM), Time Division Multiplexing (TDM), Passive Optical Network (PON), Bit Error Rate (BER)*

1 Introducción

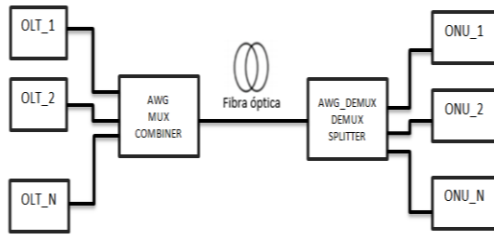
El aumento vertiginoso en la demanda de aplicaciones como internet, (VoIp), video en alta definición (HD), la televisión de alta definición (HDTV), necesitan un mayor ancho de banda, NGPON2 (*próxima generación de redes ópticas pasivas 2*), basadas en fibra óptica permiten dar solución a las necesidades de los usuarios. La fibra óptica se presenta como una solución al problema debido a su potencial ancho de banda, ha llegado a ser la principal y más robusta tecnología para implementar el acceso de banda ancha (Delgado Celleri, 2015), frente a la creciente demanda de usuarios tanto residenciales como empresariales. La tecnología FTTH (*Fiber to the Home*), que forma parte de la familia FTTx (*Fiber to the x*, término genérico para cualquier acceso de banda ancha sobre fibra óptica), representa el futuro de las redes de acceso. Por su parte, las redes ópticas pasivas, también conocidas como PON (Rajalakshmi, Srivastava, & Pandey, 2012) son la opción a elegir para implementar las redes FTTH. La tecnología PON implementa su servicio a través de diferentes técnicas de multiplexación, tales como WDM, TDM, o el híbrido WDM/TDM. La Técnica WDM (multiplexación por división de longitud de onda) posee ventajas como un mayor ancho de banda, mayores distancias de cobertura, alta adaptabilidad de redes, mayor nivel de escalabilidad, aplicación de servicios de alta resolución, como podemos ver son ventajas importantes, sin embargo esta técnica posee limitaciones que son sus altos costos (Cedric F. Lam, 2011). En la técnica de multiplexación por división del tiempo o TDM, se intercalan transmisiones procedentes de distintas fuentes en el dominio del tiempo, utilizando el mismo canal. La gran mayoría de los sistemas PON actualmente están basados en TDM. (Lloret, Mauri, Jaime, 2008) sostienen que la tecnología TDM no puede hacer frente por sí sola a los requerimientos futuros de la evolución de las redes, básicamente en lo que se refiere al aumento del ancho de banda, por lo que se incorpora la WDM, de

esta manera el híbrido WDM/TDM PON tal como lo establece el nuevo estándar NGPON2 (*Next-Generation Passive Optical Network 2*), o UIT-T G.989)). Es el primer estándar de acceso multi-longitud de onda, señalando el principio de la banda ancha multi-gigabit para abonados residenciales y comerciales. Al utilizar TWDM (Time and Wavelength Division Multiplexed) la tecnología, NG-PON-2 soporta desde 4 hasta 8 longitudes de onda de 10 Gbps PON más en una sola fibra. NG-PON-2 fue diseñado para poder incorporar la similitud con versiones anteriores, o de convivencia, con las arquitecturas anteriores para facilitar el despliegue de redes de distribución ópticas. El cual se considera solución de acceso de banda ancha a largo plazo que pueden sacar provecho de una amplia variedad de diferentes tecnologías (Maier, Martin, Ghazisaidi, Navid 2012). El artículo se organiza de la siguiente manera: En la sección 2 se analiza las bases teóricas PON y el funcionamiento de técnicas TDM y WDM. La metodología, diseño y simulación de la red TDM/WDM PON, verificando el funcionamiento de la red esto se realiza en la sección 3. El análisis y los resultados mediante la visualización del patrón del ojo se puede observar en la sección 4, y por último la sección 5 las conclusiones.

2 Red óptica pasiva PON.

Una Red PON es una red que establece comunicación punto a multipunto, que posee una terminal de línea óptica (OLT) situada en un router central y un grupo de unidades de red óptica (ONU) alojados en nodos terminales donde están los usuarios. La OLT y la ONU están enlazados por fibra óptica y uno o varios Combiner y Splitter ópticos. En la figura 1 se puede observar los elementos de una Red PON son: OLT, ubicado en la cabecera central de aquí parten las fibras hacia los usuarios, el Combiner su labor es asociar varios datos derivados de distintos canales de transmisión para luego enviarlos por un mismo canal. La fibra óptica es el medio de transmisión por donde navegara toda la información, dicha información llega a un Splitter, donde la información es entregada para cada (ONU). (Jordi, Casademont, 2010).

Figura 1. Arquitectura de una red óptica pasiva (PON)

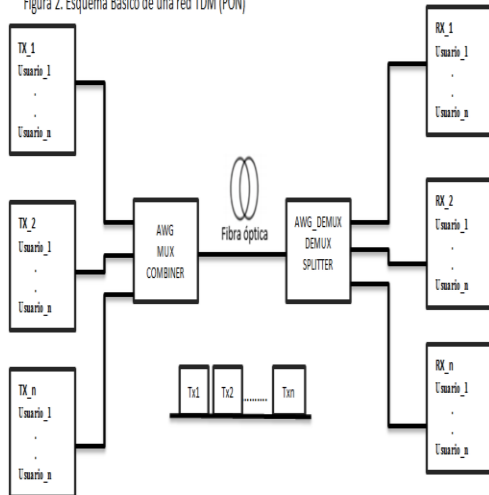


Elaborado Por: Luis Romero

2.1 Red TDM-PON

Multiplexación por división de tiempo, es una técnica donde se puede llegar a un mayor número de usuarios, sin embargo, su ancho de banda es limitado. En la figura 2 se observa claramente que las transmisiones de varios usuarios se los realizan por el mismo medio, pero a diferentes slots de tiempos. Es decir donde cada longitud de onda están divididos para varios usuarios, cada datos de los usuarios son transmitidos desde la (OLT) hacia el Combiner, después de ser transmitidos por este último, constituyen un solo flujo de datos, donde llegan al Splitter donde son separados ordenadamente para cada usuario situado en la ONU. (Stamatios, Kartalopoulos, 2007).

Figura 2. Esquema Básico de una red TDM (PON)

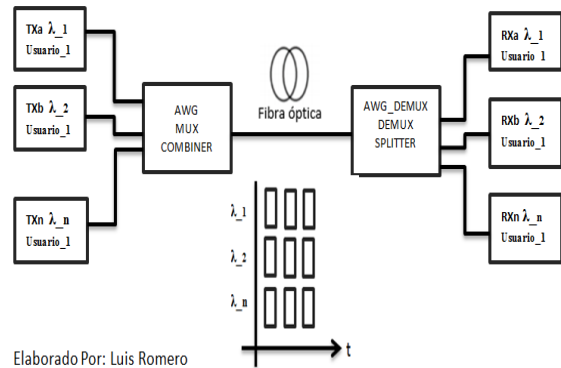


Elaborado Por: Luis Romero

2.2 Red WDM-PON

La Multiplexación por división de longitud de onda (WDM), es técnica prometedora a largo plazo, con solución escalable para la entrega de mayor ancho de banda para el usuario final, pero sus costos son muy elevados (Nirwan Ansari, Jingjing Zhang, 2013). En la figura 3 se observa que cada usuario tiene una longitud de onda única, la información de datos van desde la OLT hacia AWG Multiplexor donde estos datos son divididos, donde llegan a la fibra óptica hasta el AWG Demultiplexor y son combinados hacia cada usuario ubicado en su respectiva ONU.

Figura 3. Esquema Básico de una red WDM (PON)



Elaborado Por: Luis Romero

3 Metodología para la simulación de la red TDM/WDM PON

La simulación de las redes analizadas en este artículo, se los realiza en Optisystem versión 13 de la Corporación Optiwave. Para examinar el rendimiento de la red, debemos obtener el análisis de rendimiento BER, para una longitud de Fibra y para una tasa de datos de 2,5 Gbps, 5 Gbps, 10 Gbps y 20 Gbps. La red simulada soporta 4 usuarios con el objetivo de determinar el Factor Q y el factor BER. Luego se compara el factor BER para sistemas que utilizan fotoreceptores PIN y APD.

3.1 Bloque Transmisor

En la figura 4 observamos los componentes del bloque de transmisor, el cual se constituye de un generador aleatorio de señal, un codificador NRZ (No retorno a cero), también está constituido por un láser de onda continua (CW) y un modulador

Mach-Zehnder. Para poder construir el bloque de transmisión, se utilizó una secuencia pseudo-aleatoria para 2.5 Gbps, 16 bits sequence de unos y ceros, para 5 Gbps 28 bits sequence de unos y ceros, para 10 Gbps 52 bits sequence de unos y ceros y finalmente para 20 Gbps se utilizó 104 bits sequence de unos y ceros en el generador. Esta secuencia pseudo-aleatoria se conecta a la entrada del codificador NRZ, a la salida se conecta un modulador de amplitud Mach-Zehnder el cual modula la onda de luz respecto a la señal eléctrica a ser transmitida para poder generar la señal óptica a la salida de dicho modulador, la salida está conectado a un de tiempo de retardo para cada usuario.

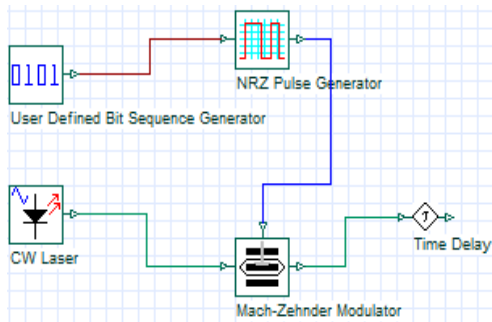


Figura 4: Primer Bloque de Transmisor
Elaborado Por: Luis Romero

En la figura 5 se puede observar la simulación interior de un OLT de un Transmisor, cada bloque de (CW) está asignado a una frecuencia de 193.1 THZ y cada bloque transmite en 4 diferentes slots de tiempo, cada bloque transmisor está conectado a un Combinador 4 a 1, estos datos se enviaran por un único canal. El generador de señal se encuentra configurado para enviar los datos de los 4 bloques conectados.

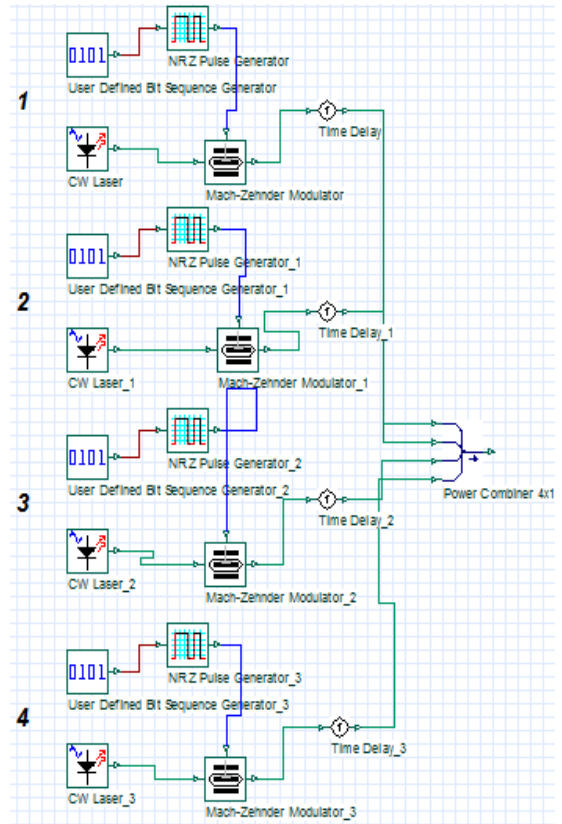


Figura 5: Interior del bloque de 4 transmisores que simulan un OLT que transmite en 4 slots TDM.

Elaborado Por: Luis Romero

Ahora cada OLT está formado por 4 transmisores TDM-PON y un Combinador 4 a 1, es decir cada bloque de OLT transmite los datos a diferentes frecuencias la Tabla 1 muestra la configuración a cada grupo OLT.

NUMERO DEL GRUPO (OLT)	FRECUENCIAS (THZ)
1	193.1
2	193.2
3	193.3
4	193.4
5	193.5
6	193.6
7	193.7
8	193.8

Tabla 1: Frecuencias para cada bloque de transmisión OLT.

Elaborado Por: Luis Romero

En la figura 6 podemos observar la secuencia de los 8 bloques transmisores los cuales se conectan a un WDM Multiplexor 8 a 1 para llevar la información a los 32 usuarios hacia el enlace de la fibra óptica.

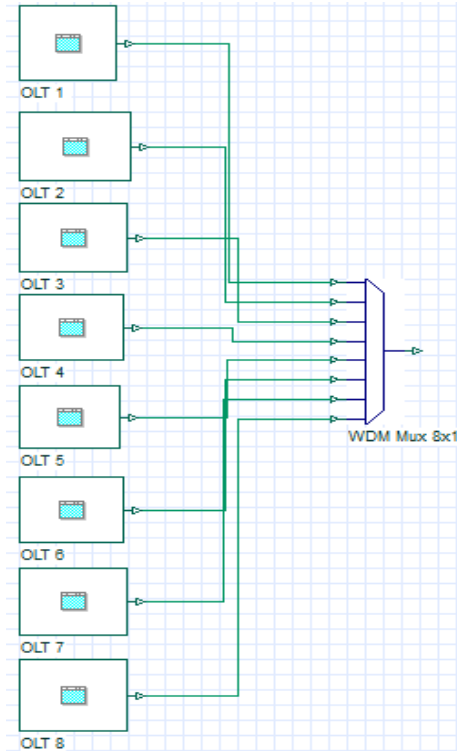


Figura 6: Bloques Transmisores TDM-WDM

Elaborado Por: Luis Romero

3.2 Enlace de Fibra Óptica

El WDM Multiplexor de 8 a 1 se conecta una fibra óptica que tiene sus componentes: longitud de 20km, pérdidas por atenuación de 0.2 db/km, Beta 2 -20 ps²/km y dispersión de 16.75 ps/nm/km, como se muestra la figura 7.

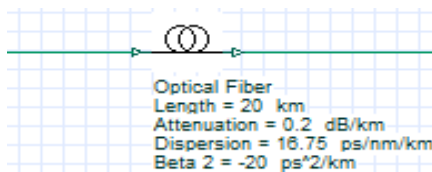


Figura 7: Enlace de Fibra Óptica

Elaborado Por: Luis Romero

3.3 Enlace Receptor

Las señales que salen de la fibra óptica ingresan a un WDM Demultiplexor 1 a 8 este permite distribuir la señal, a cada receptor como se observa en la figura 8.

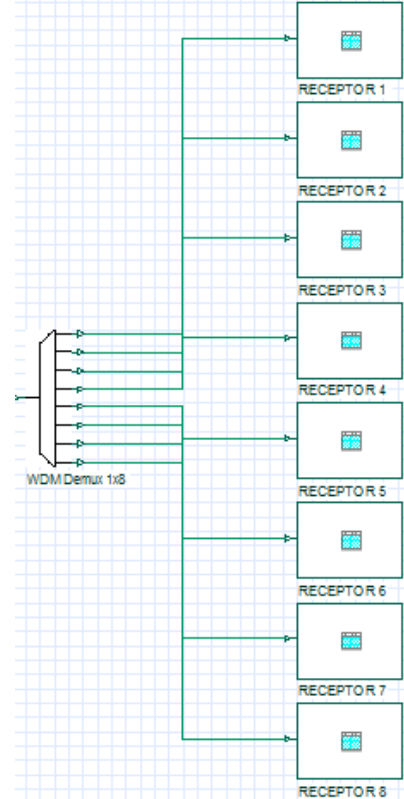


Figura 8: Bloque de Receptores

Elaborado Por: Luis Romero

La señal recibida por el WDM Demultiplexor 1 a 8 ingresa a un Combinador 1 a 4 para cada receptor ONU poseen un tiempo de retardo para sincronizar con el transmisor, conectado a un foto diodo PIN que transforma la señal óptica en señal eléctrica, esta se conecta a un filtro eléctrico Bessel tipo pasa bajos el cual su función es filtrar el ruido, luego se conecta a un regenerador 3R para codificar la señal para finalmente recibir la señal en un analizador BER.

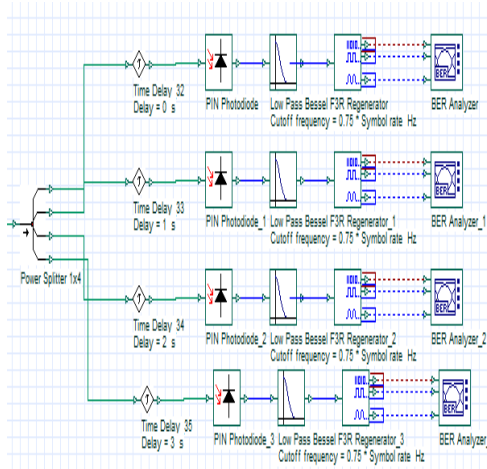


Figura 9: Interior del Bloque de 4 receptores ONU con Foto receptor PIN
Elaborado Por: Luis Romero

Además para la comparación de recepción hemos utilizado en la parte de bloques ONU incluir un foto receptor APD para hacer una comparación y determinar el rendimiento en recepción como podemos ver la figura 10.

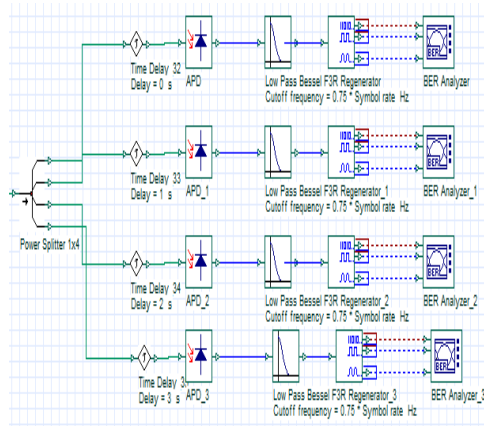


Figura 10: Interior del Bloque 4 receptores ONU con Foto receptor APD
Elaborado Por: Luis Romero

4 Análisis y resultados

Se realiza el análisis para comparar el rendimiento entre sistemas TDM/WDM PON que utilizan foto receptores PIN, y aquellos que utilizan foto receptores APD a 2,5 Gbps, 5 Gbps, 10 Gbps, 20 Gbps. Los resultados se presentan a continuación en

las siguientes tablas, donde se puede apreciar el mejor rendimiento de los receptores APD.

Tabla 2: Rendimiento comparativo entre receptores PIN y APD a 2.5 Gbps a 20 km.
Elaborado Por: Luis Romero

Comparación de receptores		
Análisis	PIN	APD
Factor Q-Max	10.8438	11.8663
BER Min	3.40209e-28	2.82081e-033
Eye Height	0.000188294	0.000591245
Threshold	1.84656e-005	5.0745e-005
Decisión Inst.	0.515625	0.521484

En velocidades de 2.5 Gbps. En **Factor Q-Max** su valor es **11.8663** y en **BER Min** es de **2.82081e-033** es decir que el receptor APD da un mejor rendimiento con respecto al receptor PIN como se muestra en la tabla 2.

Tabla 3: Rendimiento comparativo entre receptores PIN y APD a 5 Gbps a 20 km.
Elaborado Por: Luis Romero

Comparación de receptores		
Análisis	PIN	APD
Factor Q-Max	9.37685	10.634
BER Min	6.95445e-022	1.97124e-027
Eye Height	0.000170975	0.000529543
Threshold	2.0739e-005	4.674e-005
Decisión Inst.	0.515625	0.527344

A medida que se aumenta la velocidad de transmisión a 5 Gbps baja el rendimiento tanto en **Factor Q-Max** y **BER Min** en comparación a 2.5 Gbps. En **Factor Q-Max** su valor es **10.634** y en **BER Min** es de **1.97124e-027** es decir que el receptor APD da un mejor rendimiento con respecto al receptor PIN como se observa en la tabla 3.

Tabla 4: Rendimiento comparativo entre receptores PIN y APD a 10 Gbps a 20 Km.
Elaborado Por: Luis Romero

Comparación de receptores		
Análisis	PIN	APD
Factor Q-Max	7.32087	8.95149
BER Min	2.13882e-014	3.75626e-020
Eye Height	0.000116364	0.000384438
Threshold	3.74395e-005	0.000138763
Decision Inst.	0.546875	0.574219

A velocidades de 10 Gbps disminuye con respecto a las anteriores velocidades. En **Factor Q-Max** su valor es **8.95149** y en **BER Min** es de **3.75626e-020** es decir que el receptor APD da un mejor rendimiento con respecto al receptor PIN como se muestra en la tabla 4.

Tabla 5: Rendimiento comparativo entre receptores PIN y APD a 20 Gbps a 20 Km.
Elaborado Por: Luis Romero

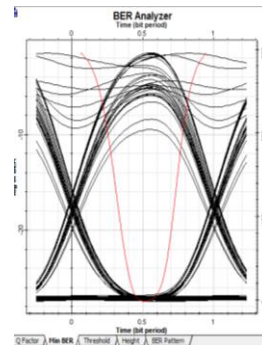
Comparación de receptores		
Análisis	PIN	APD
Factor Q-Max	5.89394	7.57392
BER Min	8.59e-010	1.27e-014
Eye Height	3.936e-005	0.0014183
Threshold	4.94873e-005	0.0001812
Decisión Inst.	0.59375	0.632813

A medida que se aumenta la velocidad de transmisión a 20 Gbps baja el rendimiento tanto en **Factor Q-Max** y **BER Min** en comparación a las anteriores velocidades. En **Factor Q-Max** su valor es **7.57392** y en **BER Min** es de **1.27071e-014** es decir que el receptor APD da un mejor rendimiento con respecto al receptor PIN como se muestra en la tabla 5.

4.1 Evaluación del rendimiento mediante los diagramas Eye Pattern.

El diagrama de patrón de ojo se utiliza para la capacidad de manejo de datos, y examinar el desempeño del sistema óptico en general. A continuación las figuras muestran los patrones BER, así como el Factor Q-Max, para sistemas que usan el receptor PIN y receptores APD a 2.5 Gbps, 5 Gbps, 10 Gbps y 20 Gbps.

Receptor PIN



Receptor APD

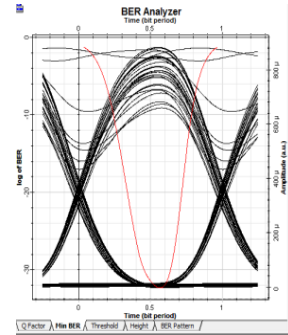
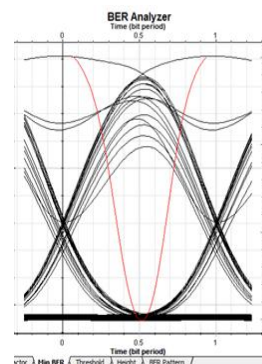


Figura 12: Diagrama del ojo. Receptor PIN comparado con receptor APD a 2.5 Gbps a 20 km **Min BER**.

Elaborado por: Luis Romero.

En la figura 12 se muestra el diagrama de ojo en el receptor 1 tanto PIN Y APD, analizando el diagrama del ojo verificamos casi nada de desviación de fase para **MIN BER** y que en el receptor APD mejora el rendimiento.

Receptor PIN



Receptor APD

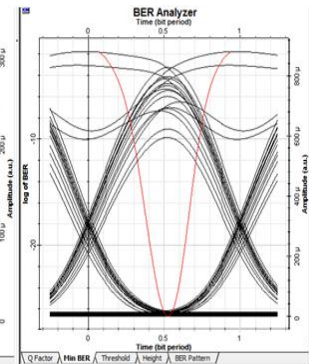
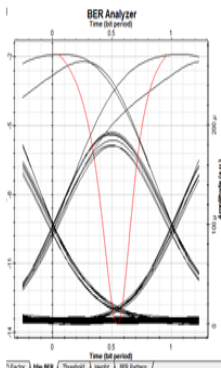


Figura 13: Diagrama del ojo. Receptor PIN comparado con receptor APD a 5 Gbps a 20 km **Min BER**.

Elaborado por: Luis Romero.

En la figura 13 se muestra el diagrama de ojo en el receptor 1 tanto PIN Y APD, analizando el diagrama del ojo verificamos existe un poco más de desviación de fase para **MIN BER** y que en el receptor APD mejora el rendimiento.

Receptor PIN



Receptor APD

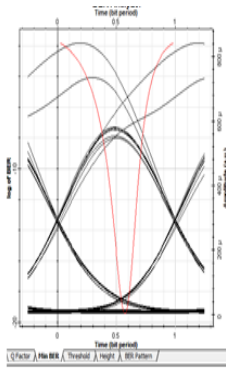
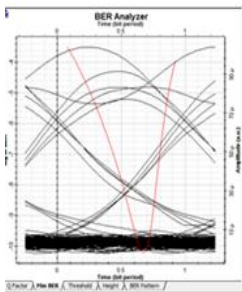


Figura 14: Diagrama del ojo. Receptor PIN comparado con receptor APD a 10 Gbps a 20 km **MIN BER**.

Elaborado por: Luis Romero.

En la figura 14 del diagrama de ojo existe un alto desfase debido a la red TDM de la señal, en comparación al receptor APD que mejora el rendimiento de la señal en **MIN BER**.

Receptor PIN



Receptor APD

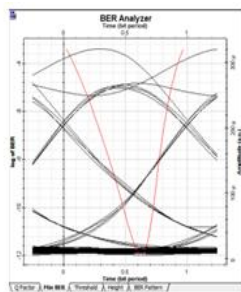


Figura 15: Diagrama del ojo. Receptor PIN comparado con receptor APD a 20 Gbps a 20 km **Min BER**.

Elaborado por: Luis Romero

En la figura 15 se observa que el diagrama del ojo en el receptor PIN existe un muy alto desfase de la señal debido a la red TDM de la señal, en comparación al receptor APD que mejora el rendimiento de la señal en **MIN BER**.

5 Conclusiones

Se trabajó con velocidades de 2.5 Gbps, 5 Gbps, 10 Gbps, 20 Gbps hemos comprobado que cada vez que se aumenta la velocidad de transmisión el valor *Tasa de error de bit (BER)* **aumenta** el valor tanto para los receptores APD Y PIN y para el *Factor Q-MAX* cuando se aumentó la velocidad de transmisión se **disminuye** el valor tanto para los receptores APD Y PIN. El receptor APD da un mejor rendimiento con respecto al receptor PIN debido a su sensibilidad superior, mayor margen dinámica de entrada óptica.

6 Bibliografía

- [1] Agrawal, G. (2002). *Fiber-Optic Communication Systems, Third Edition*. Jonh Wiley&Sons.
- [2] (Cedric F. Lam, 2011). *Passive Optical Network, San Diego California, pag 72, 73*.
- [3] Alwayn, V. (2004). *Optical Network Design and Implementation*. Cisco Press.
- [4] Maier, Martin, Ghazisaidi, Navid (2002). *FiWi Networks, Universidad de Montreal pag 68, 69*.
- [5] Jordi Casademont i Serra, Josep Paradells Aspas, Lluís Casals Ibáñez (2010). *Redes de comunicaciones. De la telefonía móvil a internet, Universidad Politecnica de Catalunya, pag 63, 64*.
- [6] Delgado, S. (2015). *Simulación de la arquitectura FFTH en una red óptica pasiva sobre la plataforma OPTISYSTEM*. Guayaquil: <http://repositorio.ucsg.edu.ec:8080/bitstream/123456789/4465/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-120.pdf>.

[7] Ghatak, A. (1998). *Introduction to Fiber Optics*. Cambridge : Cambridge University Press.

[16] Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. México: PEARSON EDUCACIÓN

[8] Stamatios Kartalopoulos (2007). *Next Generation Intelligent Optical Networks, University of Oklahoma, pag 87, 90.*

[9] Nirwan Ansari, Jingjing Zhang, 2013. *Media Access Control and Resource Allocation For Next Generation Passive Optical Networks. New Jersey, Institute of Technology, Pag 19, 20.*

[10] Gupta, S. (2012). *Textbook on Optical Fiber Communication and Its Applications*. New Delhi: PHI Learning Private Limited.

[11] Kitayama, K.-i. (2014). *Optical Code Division Multiple Access: A Practical Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.

[12] NagaSiva Kumar, P., & Sangeetha, A. (2013). Implementation of Extended Reach Hybrid TDM-PON for 1:128 split ratio. *International Journal of Engineering and Technology Vol 5 No 3 Jun-Jul 2013*, pp 2138-2144.

[13] Rajalakshmi, S., Srivastava, A., & Pandey, A. (2012). Performance Analysis of Receivers in WDM for Extended Reach Passive Optical Networks. *International Journal of Computer Science Issues, Vol. 9, Issue 2, No 3*, pp 217-222.

[14] Selvarajan, S., Kar, S., & Srinivas, T. (2002). *Optical Fiber Communication. Principles and Systems*. New Delhi: McGraw-Hill.

[15] Sendra, J. (2001). *Dispositivos Optoelectrónicos*. Las Palmas de Gran Canaria: Instituto Universitario de Microelectrónica Aplicada.