

# Explorando la dispersión por modo de polarización en fibra óptica NZDSF: un análisis según ITU-T G.655

*Exploring polarization mode dispersion in NZDSF Optical Fiber: An analysis according to ITU-T G.655*

- <sup>1</sup> Diego Andrés Torres Clavijo  <https://orcid.org/0009-0007-2050-2234>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo/ Facultad de Informática y Electrónica  
[diegoa.torres@epoch.edu.ec](mailto:diegoa.torres@epoch.edu.ec)
- <sup>2</sup> Oswaldo Geovanny Martínez Guashima  <https://orcid.org/0000-0001-9018-7777>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo/ Facultad de Informática y Electrónica  
[omartinez@epoch.edu.ec](mailto:omartinez@epoch.edu.ec)
- <sup>3</sup> Jaime David Camacho Castillo  <https://orcid.org/0000-0002-9110-6585>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo/ Facultad de Informática y Electrónica  
[jaimed.camacho@epoch.edu.ec](mailto:jaimed.camacho@epoch.edu.ec)
- <sup>4</sup> Joffre Stalin Monar Monar  <https://orcid.org/0000-0002-6534-183X>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo/ Sede Orellana  
[jmonar@epoch.edu.ec](mailto:jmonar@epoch.edu.ec)

## Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/05/2024

Revisado: 14/06/2024

Aceptado: 31/07/2024

Publicado: 09/08/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v6i3.1.515>

## Cítese:

Torres Clavijo, D. A., Martínez Guashima, O. G., Camacho Castillo, J. D., & Monar Monar, J. S. (2024). Explorando la dispersión por modo de polarización en fibra óptica NZDSF: un análisis según ITU-T G.655. AlfaPublicaciones, 6(3.1), 34–48. <https://doi.org/10.33262/ap.v6i3.1.515>



ALFA PUBLICACIONES, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

PMD,  
simuladores, pre-  
compensadores,  
post-  
compensadores,  
fibra óptica.

**Keywords:**

PMD,  
simulators, pre  
compensators,  
post  
compensators,  
optical fiber.

**Resumen**

**Introducción:** Este artículo aborda la crucial problemática de la dispersión por modo de polarización (PMD) en sistemas de comunicación óptica, evaluando la efectividad de pre-compensadores y post-compensadores en su mitigación.

**Objetivo:** Analizar las características principales del fenómeno de dispersión por modo de polarización (PMD) en fibras ópticas NZDSF. **Metodología:** Se realizaron simulaciones en diversos escenarios, considerando variables como longitud de onda, distancia de transmisión y velocidad de transmisión. **Resultados:** Los resultados destacan la complejidad del desafío y la variabilidad en la eficacia de los compensadores, con hallazgos prometedores en la mejora de la calidad y confiabilidad de la transmisión óptica, especialmente con los posts compensadores. Sin embargo, se señala la necesidad de ajustes adicionales para optimizar su desempeño en entornos específicos. **Conclusión:** Este estudio subraya la importancia de abordar de manera cuidadosa y adaptable los desafíos de dispersión en sistemas de fibra óptica para garantizar un rendimiento óptimo en diversas condiciones operativas. **Área de estudio general:** Ingeniería de Telecomunicaciones. **Área de estudio específica:** Fibras ópticas. **Tipo de estudio:** Original investigativo.

**Abstract**

**Introduction:** This article addresses the crucial problem of polarization mode scattering (PMD) in optical communication systems, evaluating the effectiveness of compensators and post-compensators in their mitigation. **Objective:** To analyze the main characteristics of the phenomenon of scattering by polarization mode (PMD) in optical fibers NZDSF. **Methodology:** Simulations were performed in various scenarios, considering variables such as wavelength, transmission distance and transmission speed. **Results:** The results highlight the complexity of the challenge and the variability in the efficiency of the compensators, with promising findings in the improvement of quality and reliability of optical transmission, especially with post compensators. However, it points to the need for additional adjustments to optimize its performance in specific environments. **Conclusion:** This study underlines the importance of carefully and flexibly addressing the challenges of dispersion in optical fiber systems to ensure

---

optimum performance in various operating conditions. **General area of study:** Telecommunications Engineering. **Specific area of study:** Optical fibers. **Type of study:** Original research

---

## Introducción

La dispersión por modo de polarización (PMD) es un fenómeno inherente en las fibras ópticas que puede afectar significativamente la calidad de la transmisión de datos en sistemas de comunicación de alta velocidad (Alustiza et al., 2019). En este contexto, las fibras ópticas de índice gradual con dispersión no nula de la velocidad de grupo (NZDSF) son ampliamente utilizadas debido a su capacidad para minimizar la dispersión cromática, pero aún presentan desafíos relacionados con la PMD.

El estándar ITU-T G.655 proporciona especificaciones para las fibras ópticas NZDSF, incluyendo criterios para la PMD. Este estándar establece parámetros que influyen en la dispersión, como la velocidad de transmisión, la longitud de la fibra y el coeficiente de PMD, con el objetivo de garantizar una transmisión confiable en entornos de alta velocidad y larga distancia (Cadena & Jiménez, 2019).

El presente análisis se centra en explorar las características principales de la dispersión por modo de polarización en fibras ópticas NZDSF de acuerdo con el estándar ITU-T G.655, utilizando simulaciones para evaluar los efectos de diferentes parámetros en la transmisión de datos. Se examinarán los niveles de dispersión y atenuación de los pulsos de luz, así como el impacto del retardo diferencial de grupo (DGD) en la calidad de la transmisión.

A través de este estudio, se busca comprender cómo la PMD afecta la integridad de la señal óptica en las fibras ópticas NZDSF y cómo pueden mitigarse estos efectos para garantizar una transmisión eficiente y confiable en sistemas de comunicación de próxima generación.

### *Fibra óptica*

En el contexto de esta investigación, la fibra óptica desempeña un papel crucial en el estudio de la dispersión por modo de polarización (PMD). La PMD es un fenómeno que ocurre en las fibras ópticas debido a las variaciones en la velocidad de propagación de los diferentes modos de polarización de la luz. Estas variaciones pueden provocar distorsiones en la señal luminosa, lo que afecta la integridad de la transmisión de datos (Chepkoiwo et al., 2020).

La fibra óptica utilizada en esta investigación es la de índice gradual con dispersión no nula de la velocidad de grupo (NZDSF), que se caracteriza por tener una distribución gradual del índice de refracción a lo largo de su núcleo. Esta estructura permite minimizar la dispersión cromática, lo que la hace adecuada para aplicaciones de alta velocidad y larga distancia. Sin embargo, la PMD sigue siendo un desafío en estas fibras y es crucial comprender su impacto para optimizar el rendimiento de los sistemas de comunicación (Cotí, 2022).

La relevancia de la fibra óptica en esta investigación radica en su papel como medio de transmisión para estudiar los efectos de la PMD. Al comprender cómo la luz se propaga a través de la fibra y cómo interactúa con sus características físicas, podemos identificar estrategias para mitigar los efectos adversos de la PMD y mejorar la calidad de la transmisión de datos en las redes ópticas (Landivar, 2021).

La fibra óptica también es relevante en el contexto de la normativa internacional establecida por el estándar ITU-T G.655. Este estándar define las especificaciones para las fibras ópticas NZDSF, incluidos los parámetros relacionados con la PMD. Al seguir estas especificaciones, los fabricantes garantizan que las fibras ópticas cumplan con ciertos estándares de calidad y rendimiento, lo que es fundamental para el desarrollo y despliegue de sistemas de comunicación confiables (Sánchez et al., 2023).

#### *Fibras Ópticas de Dispersión Desplazada No Nula (NZDSF)*

Estas fibras se caracterizan por tener una dispersión de la velocidad de grupo que se desplaza hacia valores no nulos en la longitud de onda de operación, lo que las hace ideales para aplicaciones de comunicaciones ópticas de alta velocidad y larga distancia.

La principal ventaja de las fibras ópticas NZDSF es su capacidad para minimizar la dispersión cromática en la banda de longitud de onda utilizada para la transmisión de datos, lo que permite una transmisión más eficiente y con menor distorsión de la señal. Esto se logra mediante un diseño especial de la fibra que ajusta la distribución de la dispersión de la velocidad de grupo para que coincida con la longitud de onda de operación (Peñaranda & Rodríguez, 2019).

Además de su capacidad para mitigar la dispersión cromática, las fibras ópticas NZDSF también pueden reducir otros efectos no lineales no deseados, como la dispersión intramodal y la dispersión por modulación de fase, lo que contribuye a una transmisión más confiable de datos a largas distancias y altas velocidades.

Las fibras ópticas NZDSF se utilizan ampliamente en aplicaciones de comunicaciones ópticas de alta velocidad, como en redes de área amplia (WAN), sistemas de transmisión de datos a larga distancia y enlaces submarinos de fibra óptica. Su diseño avanzado y sus propiedades únicas las convierten en una opción preferida para aplicaciones donde se

requiere una transmisión de datos eficiente y confiable en condiciones desafiantes (Radicelli et al., 2019).

#### *Fenómeno de dispersión por PMD*

La dispersión por modo de polarización (PMD) es un fenómeno intrínseco de las fibras ópticas que afecta la integridad de la señal luminosa transmitida. Ocurre debido a las variaciones en la velocidad de propagación de los diferentes modos de polarización de la luz a lo largo de la fibra. Estas variaciones pueden deberse a asimetrías en la estructura de la fibra, tensiones mecánicas, imperfecciones en el material o fluctuaciones en el índice de refracción a lo largo de la fibra (Qureshi, 2020).

La relación entre la PMD y las fibras ópticas es crucial para comprender cómo se comporta la luz en estos medios de transmisión y cómo se ve afectada su calidad. La PMD puede causar distorsiones temporales en la señal luminosa, lo que resulta en el alargamiento y ensanchamiento del pulso óptico. Esto puede provocar la superposición de pulsos vecinos y dificultar la correcta interpretación de la información transmitida.

Las fibras ópticas son particularmente susceptibles a la PMD en situaciones donde se requiere una alta tasa de transferencia de datos y/o largas distancias de transmisión. En las fibras de índice gradual con dispersión no nula de la velocidad de grupo (NZDSF), como las estudiadas en esta investigación, la PMD puede ser un factor limitante en el rendimiento de los sistemas de comunicación óptica, ya que estas fibras están diseñadas para transmitir señales de alta velocidad y larga distancia (Revelo, 2019).

Por lo tanto, entender cómo la PMD afecta la transmisión de datos a través de las fibras ópticas es fundamental para optimizar el diseño y funcionamiento de los sistemas de comunicación óptica. Esto incluye desarrollar técnicas de compensación y mitigación de la PMD, así como diseñar fibras ópticas con características que minimicen su impacto. La investigación en este campo contribuye al avance de las tecnologías de comunicación óptica y al desarrollo de redes más eficientes y confiables.

#### *Estándar ITU-T G.655 y herramientas de simulación óptica*

El estándar ITU-T G.655, desarrollado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T), es un conjunto de especificaciones que define las características de las fibras ópticas de dispersión desplazada no nula (NZDSF) utilizadas en sistemas de comunicaciones ópticas de alta velocidad y larga distancia. Este estándar establece los parámetros clave de diseño y rendimiento de las fibras ópticas NZDSF para garantizar su interoperabilidad y compatibilidad en las redes de telecomunicaciones (Navarro et al., 2020).

El ITU-T G.655 especifica diversos parámetros, incluyendo la dispersión cromática, la dispersión de la velocidad de grupo, la atenuación, la longitud de onda de operación y otros aspectos relacionados con las características ópticas y mecánicas de las fibras ópticas NZDSF. Estos parámetros son críticos para garantizar una transmisión eficiente y confiable de datos a través de las fibras ópticas en entornos de comunicaciones de alta velocidad (Peñaranda & Rodríguez, 2019).

El estándar ITU-T G.655 ha sido fundamental para el desarrollo y despliegue de redes de comunicaciones ópticas avanzadas en todo el mundo. Al establecer especificaciones uniformes y rigurosas para las fibras ópticas NZDSF, el estándar garantiza que los equipos de telecomunicaciones de diferentes fabricantes puedan interoperar de manera efectiva y que las redes puedan operar de manera confiable y eficiente (Sani, 2022).

Las herramientas de simulación óptica desempeñan un papel crucial en el diseño, análisis y optimización de sistemas de comunicaciones ópticas. OptiSystem, en particular, es una plataforma de simulación óptica ampliamente utilizada en la industria y la investigación para modelar y evaluar el rendimiento de sistemas ópticos en diversas aplicaciones.

OptiSystem ofrece una amplia gama de componentes y módulos que permiten simular con precisión diferentes aspectos de los sistemas de comunicaciones ópticas, como fuentes de luz, fibras ópticas, dispositivos de modulación y demodulación, amplificadores ópticos, y detectores. Esta versatilidad y flexibilidad hacen de OptiSystem una herramienta poderosa para investigadores y profesionales que buscan comprender y optimizar el comportamiento de los sistemas ópticos en condiciones diversas y realistas (Selvendran et al., 2019).

En el contexto de esta investigación sobre la dispersión por modo de polarización (PMD) en fibras ópticas NZDSF según el estándar ITU-T G.655, OptiSystem fue una herramienta fundamental para simular y analizar el comportamiento de las señales ópticas en condiciones específicas. Permitted modelar con precisión los efectos de la dispersión por PMD en las señales de luz que se propagan a través de las fibras ópticas NZDSF, considerando diversos parámetros como la longitud de la fibra, la velocidad de transmisión y el coeficiente de PMD.

Mediante simulaciones realizadas en OptiSystem, fue posible evaluar el impacto de la dispersión por PMD en el rendimiento de los sistemas de comunicaciones ópticas y analizar cómo afecta a la calidad de la señal, la atenuación y otros parámetros importantes. Estas simulaciones proporcionaron información valiosa para comprender mejor el fenómeno de la PMD y para diseñar estrategias de compensación que puedan mitigar sus efectos en las redes de comunicaciones ópticas (Vergel & Acosta, 2022).

## Metodología

La metodología utilizada en este estudio se basó en la simulación de la dispersión por modo de polarización (PMD) en fibras ópticas NZDSF según el estándar ITU-T G.655, utilizando el *software OptiSystem*. Se configuró el módulo *Optical Fiber de OptiSystem* para replicar fibras ópticas NZDSF, permitiendo la variación de sus parámetros y características para una simulación precisa.

Se prestó especial atención a los valores especificados en la recomendación ITU-T G.655 sobre el coeficiente de PMD, con el objetivo de simular de manera precisa la propagación de pulsos a través de una fibra NZDSF. Se explicaron conceptos clave relacionados con el coeficiente de PMD y se definieron los escenarios de simulación, incluyendo valores de PMD y distancias específicas, de acuerdo con los requisitos de la investigación.

Se llevó a cabo un análisis inicial de la capacidad de transmisión de datos en diferentes longitudes de onda y valores de PMD a una distancia fija de 2000 km. Posteriormente, se realizaron simulaciones adicionales con compensadores de PMD para evaluar su efecto en la capacidad de transmisión de datos a diversas distancias.

Estos escenarios de simulación proporcionaron información detallada sobre el impacto de la dispersión por modo de polarización en la transmisión de pulsos ópticos a través de fibras ópticas NZDSF, lo que permitió validar la teoría expuesta en la investigación. Los resultados obtenidos fueron analizados y comparados para obtener conclusiones significativas sobre el comportamiento de la dispersión por modo de polarización en fibras ópticas NZDSF.

**Tabla 1**

*Escenarios de simulación*

PMD 1	Análisis Inicial		PMD 2	0.3
	0.1			
Datos				
Ventana	Distancia		Gbps	
1310			10	
1400			40	
1550	2000 Km		80	
1610			140	

## Resultados

La dispersión por modo de polarización (PMD) en fibras ópticas es un fenómeno que afecta la calidad de la transmisión de señales, especialmente en sistemas de alta velocidad. La fibra óptica NZDSF (*Non-Zero Dispersion Shifted Fiber*), normada bajo la recomendación ITU-T G.655, ofrece un perfil de dispersión diseñado para minimizar los

efectos de la dispersión cromática, pero aún puede estar sujeta a PMD, lo que influye en la integridad de los datos transmitidos. En este estudio, se explora el comportamiento de la PMD en fibras NZDSF, analizando su impacto en la transmisión de señales y evaluando el cumplimiento con las especificaciones de la ITU-T G.655. A continuación, se presentan los resultados obtenidos, que revelan tanto las ventajas como las limitaciones de este tipo de fibra en aplicaciones de telecomunicaciones de alta velocidad.

**a. Entorno de simulación**

Para esta simulación, se han utilizado valores estándar de coeficiente de Dispersión por Modo de Polarización (PMD) de 0.3 y 0.1 ps/km<sup>1/2</sup>, que son comunes en la industria de fibras ópticas comerciales. Estos valores están en línea con las especificaciones de la recomendación ITU-T G.655 para diversas categorías de fibras. La selección de estos valores comerciales garantiza la aplicabilidad de los escenarios simulados en una amplia variedad de aplicaciones y entornos de fibra óptica, sin limitarse a un tipo específico de uso.

**b. Análisis de la simulación de PMD**

La tabla 2 resume los resultados de las simulaciones realizadas en varios escenarios, mostrando la relación entre el porcentaje de atenuación y el factor Q para diferentes valores de PMD. Estos resultados ofrecen una visión clara de los niveles de atenuación y dispersión asociados con cada valor de PMD, resaltando el factor Q máximo como un indicador crucial de la calidad de la transmisión. Se identificarán dos casos significativos para cada valor de PMD: uno representando las condiciones más críticas de degradación de la señal y otro reflejando condiciones más estables y favorables para la transmisión.

**Tabla 2**

*Resumen de resultados de la simulación*

<i>PMD</i>	<i>Vtx</i>	<i>nm</i>	<i>Atenuación (%)</i>	<i>Factor Q</i>
0,1ps/(km <sup>0,5</sup> )	10	1310	0-2	284,203
		1400	0a2	283,824
		1550	0a2	284,491
		1610	0-2	283.796
	40	1310	0a5	140,929
		1400	0a8	140,598
		1550	0a8	140,162
		1610	10a20	141.105
80	1310	30a50	91,0193	
	1400	30a60	91,0193	

**Tabla 2**
*Resumen de resultados de la simulación (continuación)*

<i>PMD</i>	<i>Vtx</i>	<i>nm</i>	<i>Atenuación (%)</i>	<i>Factor Q</i>
0,1ps/(km <sup>0,5</sup> )		1550	10a125	91,5009
		1610	10a20	87,5143
	120	1310	30a150	49,1564
		1400	50a170	49,5912
		1550	25-50	73,1931
		1610	30-60	52,3588
0,3ps/(km <sup>0,5</sup> )	10	1310	0a8	283,384
		1400	5a115	274,631
		1550	0a2	283,649
		1610	5a110	275,481
	40	1310	30a160	126,151
		1400	20a135	91,3383
		1550	20a140	126,752
		1610	30a150	122,188
	80	1310	30a160	54,6505
		1400	40a170	56,8536
		1550	30a160	64,5415
		1610	50a170	51,0609
	120	1310	50a180	30,0641
		1400	70-95	0
	1550	70a190	30,7889	
	1610	70-100	36,5677	

Se han seleccionado cuatro casos significativos de la tabla de resultados para un análisis más detallado. En primer lugar, se destaca el caso con  $PMD = 0,1 \text{ ps/km}^{(1/2)}$  y factor Q máximo, representando condiciones óptimas de transmisión con una atenuación mínima y una dispersión controlada. En contraste, el caso con  $PMD = 0,1 \text{ ps/km}^{(1/2)}$  y factor Q mínimo refleja condiciones desfavorables con una alta atenuación y dispersión.

Para el valor de  $PMD = 0,3 \text{ ps/km}^{(1/2)}$ , el caso con factor Q máximo muestra una atenuación aceptable pero una dispersión significativa, mientras que el caso con factor Q mínimo revela una alta atenuación y dispersión, indicando condiciones críticas para la transmisión. Estos cuatro casos proporcionan una visión equilibrada de cómo varían la atenuación y la dispersión en función de diferentes valores de PMD y factores Q, siendo

útiles para evaluar la eficacia de las técnicas de compensación y optimización en la transmisión de señales ópticas.

c. *Simulación pre-compensadora de PMD*

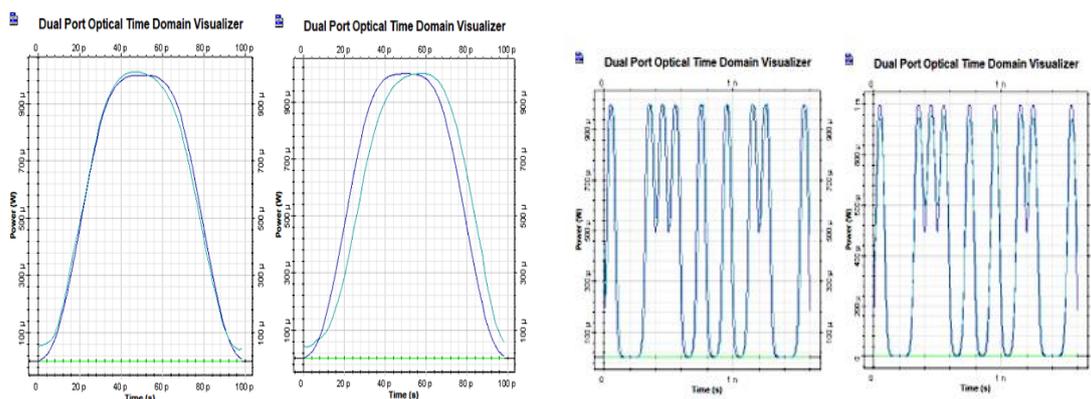
- **Caso 1 (1400nm; L=1000 Km; Vtx=120 Gbps;  $\phi$ PMD = 0,3 ps/km<sup>1/2</sup>):** Ligera mejora en dispersión pero no suficiente para una compensación efectiva. La atenuación y la dispersión siguen siendo altas, lo que indica limitaciones en la efectividad del pre compensador.
- **Caso 2 (1400nm; L=2000 Km; Vtx=40 Gbps;  $\phi$ PMD = 0,3 ps/km<sup>1/2</sup>):** Leve mejora en atenuación. Se observa una mejora en la calidad de la transmisión y la estabilidad de la señal.
- **Caso 3 (1400nm; L=5000 Km; Vtx=10 Gbps;  $\phi$ PMD = 0,3 ps/km<sup>1/2</sup>):** Mejora significativa en atenuación y dispersión después de la compensación. La transmisión se vuelve más estable y confiable, con una menor pérdida de potencia de la señal.
- **Caso 4 (1550nm; L=1000 Km; Vtx=120 Gbps;  $\phi$ PMD = 0,3 ps/km<sup>1/2</sup>):** Compensación no efectiva. No se observa una mejora significativa en atenuación y dispersión después de la aplicación del pre compensador.

El caso más significativo al usar el pre compensador sería el Caso 3 (1400nm; L=5000 Km; Vtx=10 Gbps;  $\phi$ PMD = 0,3 ps/km<sup>1/2</sup>), ya que muestra una mejora significativa en atenuación y dispersión después de la compensación como se muestra en la figura 1 y 2. Esto indica una transmisión más estable y confiable, lo que resalta la efectividad del pre compensador en este escenario específico.

**Figura 1**

**Figura 2**

*Pre-compensación para dos pulsos a 10 Gbps Dos análisis cadenas de caracteres a 10 Gbps*



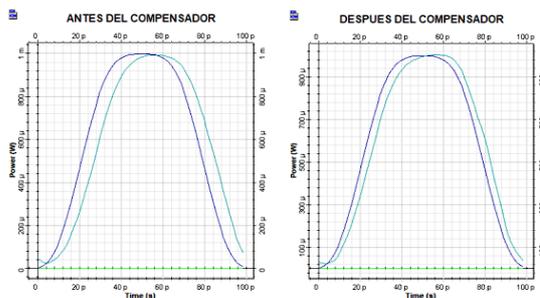
**d. Simulación post-compensadora de PMD**

- Caso 1 (1400nm; L=1000 Km; Vtx=120 Gbps;  $\phi$ PMD = 0,3 ps/km<sup>1/2</sup>):** Ligera mejora en la atenuación, pero sin impacto significativo en la dispersión. El post compensador muestra una efectividad limitada en este caso, con una mejora marginal en la transmisión de la señal.
- Caso 2 (1400nm; L=2000 Km; Vtx=40 Gbps;  $\phi$ PMD = 0,3 ps/km<sup>1/2</sup>):** Notable mejora en la dispersión, mientras que la atenuación se mantiene. La eficacia del post compensador se observa en la mejora de la calidad de la transmisión al abordar los efectos de dispersión.
- Caso 3 (1400nm; L=5000 Km; Vtx=10 Gbps;  $\phi$ PMD = 0,3 ps/km<sup>1/2</sup>):** Mejora significativa en dispersión sin comprometer la atenuación. El post compensador demuestra su eficiencia al mitigar los efectos de dispersión sin introducir pérdidas adicionales.
- Caso 4 (1550nm; L=1000 Km; Vtx=120 Gbps;  $\phi$ PMD = 0,3 ps/km<sup>1/2</sup>):** Mejora notable en la atenuación, pero la dispersión se mantiene. Mientras se observa una mejora en la atenuación, la efectividad del post compensador en la dispersión es limitada, sugiriendo la necesidad de ajustes adicionales.

El caso más significativo al usar el post compensador sería el Caso 3 (1400nm; L=5000 Km; Vtx=10 Gbps;  $\phi$ PMD = 0,3 ps/km<sup>1/2</sup>), ya que muestra una mejora significativa en la dispersión sin comprometer la atenuación como indica la figura 3 y 4. Esto indica una transmisión más confiable y estable, destacando la eficacia del post compensador en este escenario específico.

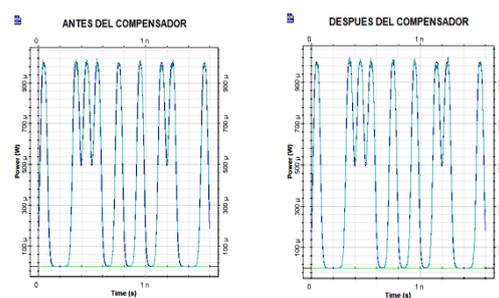
**Figura 3**

*Dos muestras bajo las mismas condiciones caracteres en el post-compensador*



**Figura 4**

*Dos muestras de una cadena de bajo las mismas condiciones*



## Conclusiones

- Los resultados de las simulaciones utilizando tanto pre compensadores como post compensadores revelan la complejidad y la importancia de abordar los efectos de dispersión por modo de polarización (PMD) en sistemas de comunicación óptica. Si bien ambos enfoques muestran mejoras en la transmisión de la señal en ciertos casos, la eficacia varía considerablemente dependiendo de factores como la longitud de onda, la distancia de transmisión y la velocidad de transmisión.
- En particular, los posts compensadores muestran promesa al mitigar los efectos de dispersión en algunos escenarios, destacando su papel en mejorar la calidad y la confiabilidad de la transmisión óptica. Sin embargo, se requiere un análisis más detallado y ajustes adicionales para optimizar la eficacia de estos dispositivos en entornos específicos de comunicación óptica. Estos hallazgos subrayan la necesidad de una aproximación cuidadosa y adaptativa al abordar los desafíos de dispersión en sistemas de fibra óptica para garantizar un rendimiento óptimo en una amplia gama de condiciones operativas.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

## Referencias Bibliográficas

- Alustiza, D., Mineo, M., Aredes, D., & Russo, N. (2019). Fabricación local de sensores de fibra óptica aplicables al sensado de magnitudes relevantes en ingeniería civil. *Ingenio Tecnológico Revista de Ingeniería*, 1(1), 1-10. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/153462>
- Cadena, Jorge, & Jiménez, María Soledad. (2019). Análisis y Simulación del Fenómeno de Dispersión por Modo de Polarización (PMD) en Fibras Ópticas ITU-T G.655. *Revista Politécnica*, 43(2), 21-28. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-01292019000300021&lng=es&tlng=es](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292019000300021&lng=es&tlng=es).
- Chepkoiwo, H., Mwaura, K., Wafula, D., Rotich, E., Kiboi, D., Mosoti, G., Leitch, A., & Gibbon, T. (2020). Performance of 1550 nm VCSEL at 10 Gb/s in G.655 and G.652 SSMF. *International Journal of Sustainability Management and Information Technologies*, 6(1), 13-17. <https://doi.org/10.11648/j.ijsm.20200601.12>
- Cotí Aceytuno, J. (2022). Diseño de investigación de una aplicación móvil para el control del desarrollo de ATP de proyectos en planta externa de anillos principales core de

- fibra óptica en una empresa de telecomunicaciones [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/19193/>
- Landivar, Mirko. (2021). Acoplamiento de la electrodinámica de Maxwell-Chern-Simons a un campo gravitacional en presencia de un medio óptico no dispersivo en 2+1 dimensiones. *Revista Boliviana de Física*, 39(39), 10-16. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1562-38232021000200003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1562-38232021000200003&lng=es&tlng=es).
- Navarro Restrepo, J. D., Rojas Úsuga, J., Martínez Ciro, R., Betancur Pérez, A., y López Giraldo, F. (2020). Caracterización de un conversor de luz a frecuencia TSL235R-LF, para su aplicación en un sistema de comunicación por luz visible. *Revista EIA*, 17(34), 1–7. <https://doi.org/10.24050/reia.v17i34.1139>
- Peñaranda, M., & Rodríguez, P. (2019). Diseño de fibras ópticas con dispersión modificada. [https://www.academia.edu/55295370/Dise%C3%B1o\\_De\\_Fibras\\_%C3%93pticas\\_Con\\_Dispersi%C3%B3n\\_Modificada](https://www.academia.edu/55295370/Dise%C3%B1o_De_Fibras_%C3%93pticas_Con_Dispersi%C3%B3n_Modificada)
- Radicelli, C., Pomboza, M., Samaniego, N., & Villacrés, E. (2019). Red óptica pasiva para proveer de Internet a la ciudad de Riobamba. *Espacios*, 40(40), 12-20. [http://obsinvestigacion.unach.edu.ec/sccitys/mod\\_ob/admin/news.jsp?codid=2396](http://obsinvestigacion.unach.edu.ec/sccitys/mod_ob/admin/news.jsp?codid=2396)
- Qureshi, K. K., Qureshi, A. R., Magam, M. G., & Jamal, L. (2023). Radio-over-fiber front-haul link design using Opti system. *Journal of Optical Communications*, 44(1), 1297-1303. <https://doi.org/10.1515/joc-2020-0074>
- Revelo Aldas, M. D. (2019). Análisis de normativas para redes GPON y la calidad de servicio en Ecuador. *Recinatur International Journal of Applied Sciences, Nature and Tourism*, 1(1), 1-12. <https://revistasojs.utn.edu.ec/index.php/recinatur/article/view/389>
- Sánchez Nieto, A. G., Rubén Ramírez Ramírez, C., Guzmán Magaña, A., Constantino Herrera, J. A., López Guzmán, K., Ledesma Carrillo, L. M., & Mata Chávez, R. I. (2023). Análisis de un patrón de moteado de fibra óptica plástica con procesamiento digital de imágenes. *Jóvenes en la Ciencia*, 21, 1–10. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3995>
- Sani Domínguez, J. E. (2022). Diseño, evaluación de una red FTTH utilizando Optisystem y estrategia para la obtención de concesión que permita brindar servicios triples play [Tesis de maestría, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15713>

Selvendran, S., Raja, A. S., Muthu, K. E., & Lakshmi, A. (2019). Certain Investigation on Visible Light Communication with OFDM Modulated White LED Using Optisystem Simulation. *Wireless Personal Communications*, 109(2), 1377-1394. <https://doi.org/10.1007/s11277-019-06617-2>

Vergel Cazorla, F. E., & Acosta Mejía, A. F. (2022). *Estudio y análisis de las atenuaciones y potencias ópticas para la optimización del presupuesto óptico mediante pruebas en una RED FTTH en el Cantón Durán sector Los Helechos* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59845>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.

