

RESUMEN

El uso de la fibra óptica, ha permitido la transferencia de datos a grandes distancias, la cual se ha hecho cada vez más exigente. Debido a que está ofrece mayores ventajas en cuanto a calidad y manejo de los datos con respecto a los medios WiFi o pulsos eléctricos. Pero posee también inconvenientes relacionados a las propiedades ópticas del SiO₂, que es afectado por la humedad, perjudicando su capacidad de transmisión de datos.

Además de la humedad, deben de considerarse las acciones provocadas por vibraciones y cambios de temperatura. Estos inducen en la fibra óptica efectos de tensión o compresión, los que a su vez crearán un cambio en el índice de refracción, provocando un efecto de polarización. Esta acción modifica la trayectoria del láser en la guía de onda, propiciando una disminución en la potencia. El objetivo de este trabajo; es presentar los resultados de la simulación de una sección de fibra óptica multimodal común, respecto al cambio en la trayectoria y pérdida de potencia que provocan las vibraciones.

INTRODUCCIÓN

La fibra óptica en la actualidad se ha vuelto una herramienta indispensable, en la comunicación multimedia, por las prestaciones que esta ofrece. Se ve limitada por la acción que el medio ambiente presenta, cambios de temperatura y vibraciones, en sus propiedades ópticas. Limitando su habilidad de transmisión de datos, por la perturbación de estos dos efectos. El estudio de estos dos fenómenos nos daría una mayor comprensión de los cambios que sufren, las propiedades ópticas de la fibra, lo cual nos ayudaría a mejorar sus prestaciones en la transmisión de datos. Pero si en cambio consideramos la fibra óptica, ya no como herramienta para la transmisión de datos, sino como sensor de vibraciones y temperatura por los beneficios que esta nos ofrece, como sensor de tales efectos [1-3].

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados, de la simulación, de cómo se modifican el índice de refracción de la fibra. Para la simulación de las sección de fibra, se aplico el software COMSOL MULTIPHYSICS 4.2, bajo las condiciones vibración y cambios de temperatura.

MODELO MATEMÁTICO

La relación del estrés-óptico lineal puede escribirse de la siguiente forma tensorial como:

$$\Delta n_{ij} = -B_{ijkl}\sigma_{kl}$$

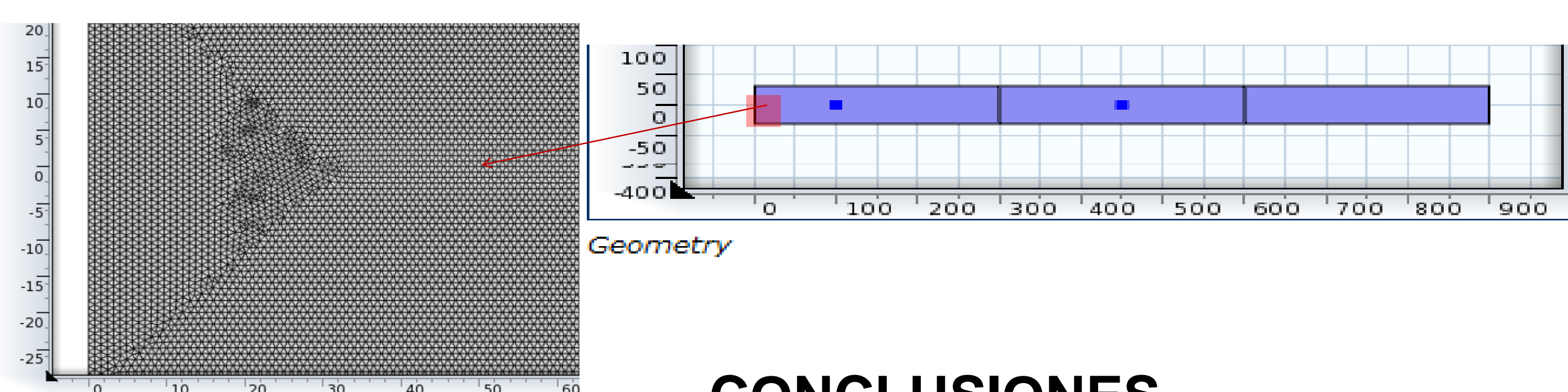
Donde $\Delta n_{ij} = n_{ij} - n_0 I_{ij}$, n_{ij} es el tensor de índice de refracción, n_0 es el índice de refracción para un material libre de estrés, I_{ij} es el tensor identidad, B_{ijkl} es el tensor de estrés-óptico y σ_{kl} es el tensor de estrés. Por lo tanto la relación es:

$$\begin{bmatrix} \Delta n_x \\ \Delta n_y \\ \Delta n_z \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} B_2 & B_1 & B_1 \\ B_1 & B_2 & B_1 \\ B_1 & B_1 & B_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \end{bmatrix} \quad \text{Donde} \quad \begin{matrix} n_x = n_{11} & \sigma_x = \sigma_{11} \\ n_y = n_{22} & \sigma_y = \sigma_{22} \\ n_z = n_{33} & \sigma_z = \sigma_{33} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \text{Despejando el sistema se obtiene:} & n_x = n_0 - B_2\sigma_x - B_1(\sigma_y + \sigma_z) \\ & n_y = n_0 - B_2\sigma_y - B_1(\sigma_z + \sigma_x) \\ & n_z = n_0 - B_2\sigma_z - B_1(\sigma_x + \sigma_y) \end{matrix}$$

SIMULACIÓN

La geometría hace referencia a una fibra con un diámetro de 62 μm de núcleo y se observa en un segmento de 850 μm de largo, además se integran dos puntos de control para checar los cambios de índice en esos dos puntos, el mallado consta de 141,248 elementos.



CONCLUSIONES

La fibra óptica es sensible a los cambios de flexión y temperatura, por las acciones de los esfuerzos mecánicos de tensión y corte. Su sensibilidad se demuestra en los cambios que sufren los índices de refracción, en sus tres direcciones principales, presentando un efecto mayor por la acción mecánica. Sin embargo, la presencia de curvas de histéresis, en los índices de refracción, por la acción térmica cíclica advierten de la sensibilidad a este daño.

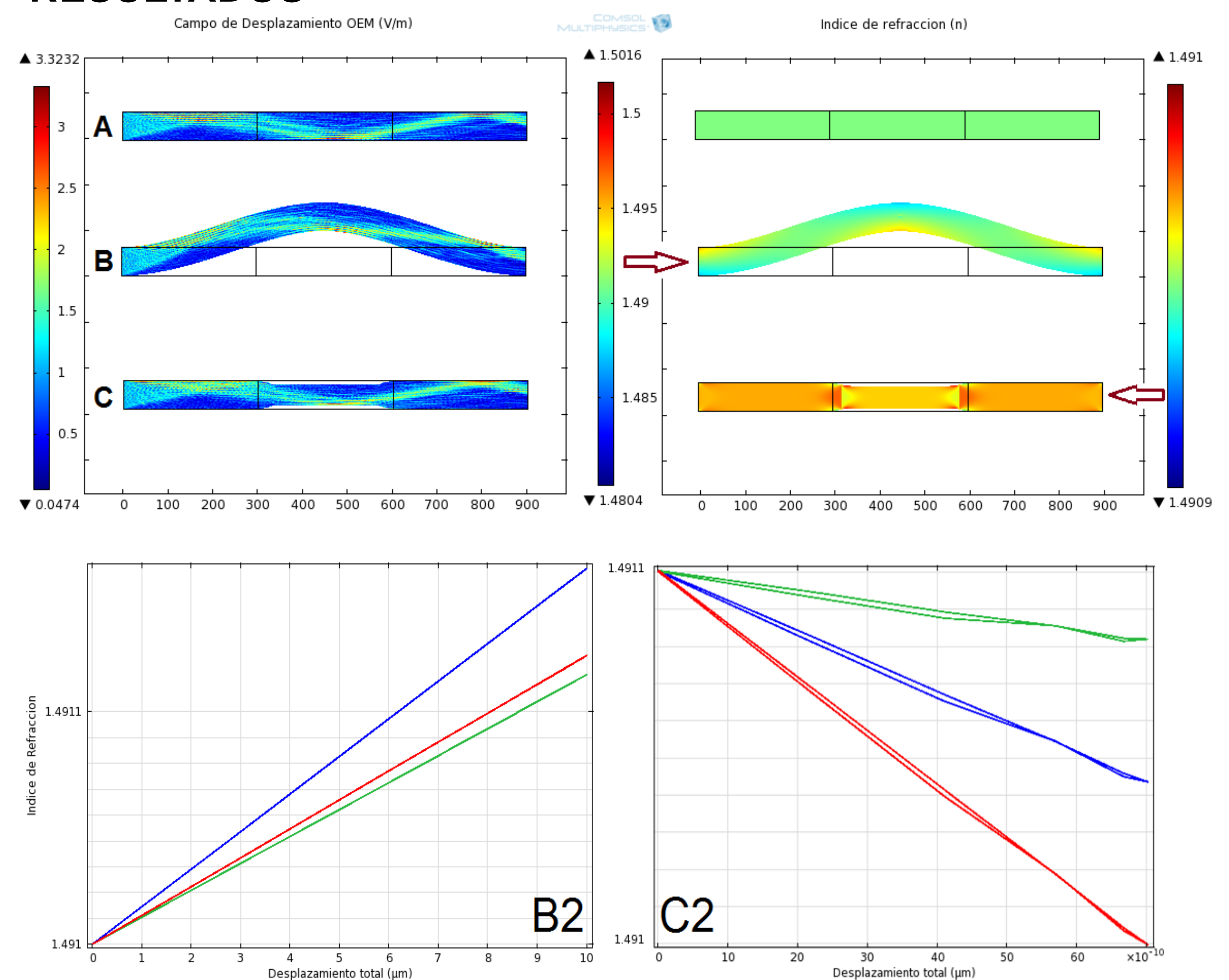
BIBLIOGRAFÍA

- [1] Xiaoming Tao, "Nerves for Smart Clothing optical Fiber Sensors and Their Responses", international Journal of Clothing Science and Technology, Vol.14, 157, 2002, pag. 157.
- [2] Y. D. Gong, "Guideline for the Design of a Fiber Optic Distributed Temperature Sensor and Strain Sensor", Optics Communications, Vol. 272, 2007, pag. 227-237.
- [3] Yoany Rodríguez García, Jesús M. Corres, Javier Goicochea, "Vibration Detection Using Optical Sensors", journal of Sensors, Vol. 2010, 2010, pag. 1-12.

PARÁMETROS

Nombre	Expresión	Descripción
AN	0.275	Apertura numérica
nCore	1.491	Índice de refracción, núcleo
nClad	$\sqrt{(n_{\text{Core}})^2 - (AN)^2}$	Índice de refracción, cladding
nBuf	1.445	Índice de refracción, buffer
alphaSiO2	$2.5e-6 [1/K]$	Coefficiente de expansión térmica, sílice
ESiO2	78[GPa]	Modulo de young, sílice
nuSiO2	0.42	Radio de Poisson, sílice
T1	293.2[K]	Temperatura de operación
TR	50[K]	Variación de temperatura
lambda0	2620 [nm]	Longitud de onda, laser
theta	79.28[deg]	Angulo de propagación dentro de la fibra
omega	pi [rad/s]	Frecuencia de variación de la temperatura
B1	$4.2e-12 [m^2/N]$	Coefficiente de primer esfuerzo óptico
B2	$0.65e-12 [m^2/N]$	Coefficiente de segundo esfuerzo óptico
Dm	$10e-6 [m]$	Desplazamiento máximo

RESULTADOS



Simulación del paso del laser y variación del índice de refracción en la fibra óptica: **A)** sin esfuerzos. **B)** respuesta a una vibración cíclica con desplazamiento de 0 a 10 μm . **C)** respuesta a la compresión por el efecto del descenso cíclico de la temperatura de 20 a -20°C . **B2)** Cambio lineal del índice de refracción por el ciclo de esfuerzos. **C2)** Curva de histéresis del índice de refracción por el ciclo de temperatura.