

Método para medir la longitud de coherencia de una fuente de luz a través del fenómeno de la despolarización.

Cristian Eduardo Hernández Cely¹ & Rafael Torres Amaris¹

¹Universidad Industrial de Santander / Escuela de Física / Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales



Universidad Industrial de Santander

Escuela de Física

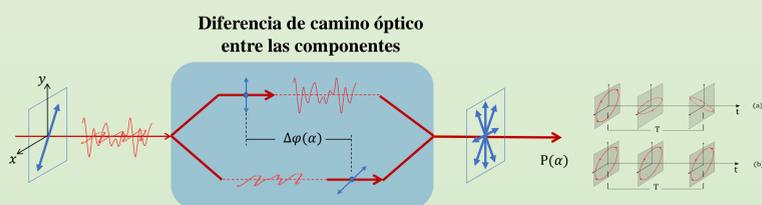
Resumen

La despolarización de la luz es un fenómeno consecuencia de la descorrelación de las componentes del campo electromagnético, es decir, que está relacionado directamente con la coherencia temporal del haz de luz de manera que se puede, a través de este fenómeno, realizar una medición de la longitud o tiempo de coherencia de una fuente luminosa. La metodología para lograr esto fue utilizar tres láminas de onda para despolarizar totalmente un haz de luz parcialmente coherente tales como los emitidos por un diodo LED o un diodo laser. Posteriormente, mediante el uso de un polarímetro, se midió el grado de polarización del haz en función del retardo introducido y con los datos obtenidos se logró estimar la coherencia de este tipo de fuentes además de qué el montaje experimental realizado funciona como un diseño práctico para una fuente de luz parcialmente coherente con grado de polarización variable.

Pregunta de Investigación

¿Cómo está relacionado el grado de polarización de una onda electromagnética con su coherencia temporal?

El grado de polarización de un haz de luz depende necesariamente de las correlaciones temporales del campo eléctrico, es así que se espera que al descorrelacionarlas de algún modo, su grado de polarización varíe despolarizando la luz. Se espera entonces encontrar una relación experimental entre el grado de polarización y la longitud de coherencia del haz.



Antecedentes



Matriz de polarización

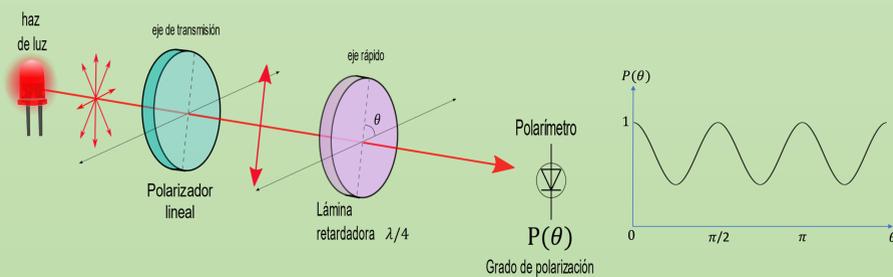
$$\mathbb{J} = \begin{bmatrix} \langle E_x(r,t)E_x(r,t-\tau) \rangle & \langle E_x(r,t)E_y(r,t-\tau) \rangle \\ \langle E_y(r,t)E_x(r,t-\tau) \rangle & \langle E_y(r,t)E_y(r,t-\tau) \rangle \end{bmatrix}$$

Grado de polarización

$$P = \frac{I_{Pol}}{I_{Total}} = \sqrt{1 - \frac{4\det\{\mathbb{J}\}}{\text{Tr}(\mathbb{J})^2}}$$

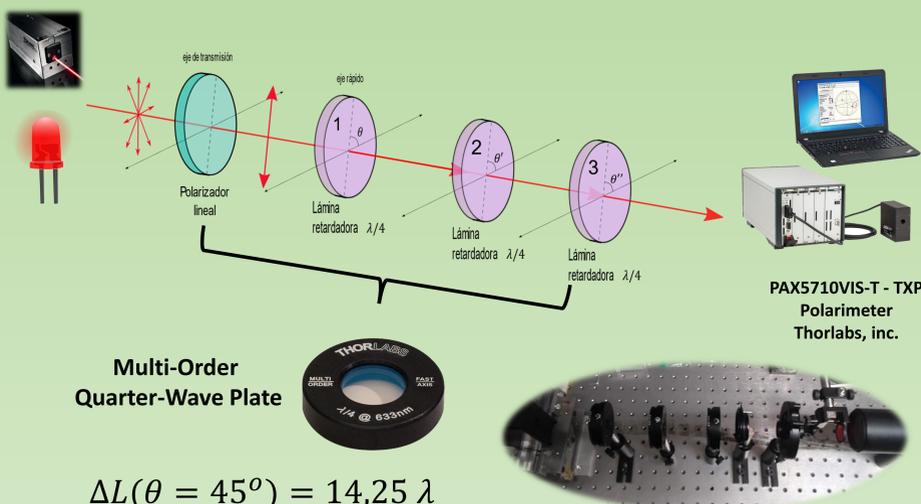
Primer acercamiento teórico [1] (E. Wolf, Wiener)

Trabajos recientes han registrado el fenómeno de despolarización que experimenta un haz de luz polarizado linealmente al incidir sobre un medio birrefringente (una lámina retardadora y un cristal líquido) [2][3][4].



Metodología

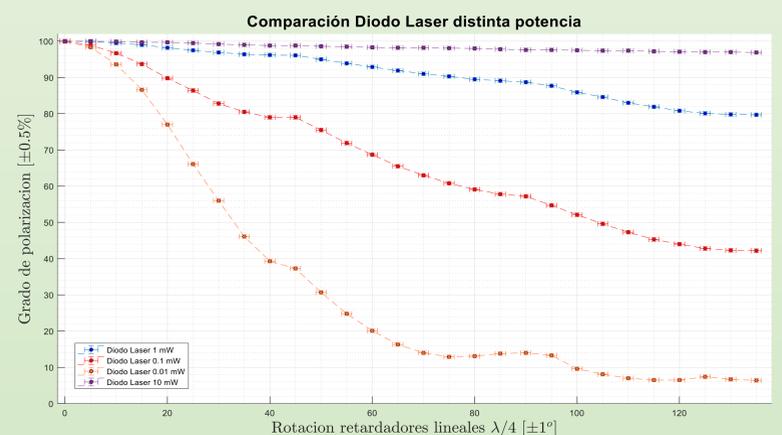
Se introducen 3 láminas cuarto de onda (una por una) para despolarizar una fuente de luz LED y un Diodo Laser y se miden los parámetros de Stokes usando un polarímetro.



Resultados

Variación del grado de polarización en función de la diferencia de camino óptico introducido por láminas retardadoras cuarto de onda.

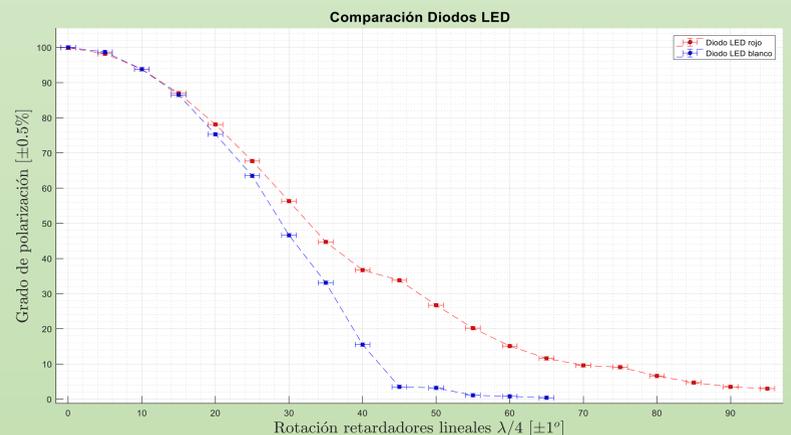
1. Despolarización de un Diodo Laser



Cambio de coherencia del Diodo Laser en función de su potencia.

$l_c \sim 28[\mu m]$ Diodo Laser de 0,01 [mW]

2. Despolarización de fuentes LED



$l_c \sim 20[\mu m]$ LED rojo 632 [nm]

$l_c \sim 10[\mu m]$ LED blanco

Conclusiones

- Se comprobó experimental y cualitativamente la relación que existe entre la coherencia temporal de una fuente y su grado de polarización mediante el uso de fuentes de distinta longitud de coherencia. Además, se logró estimar la longitud de coherencia de un Diodo Laser de 0,01 mW de potencia, de un LED rojo y un LED blanco usando el esquema experimental.
- El montaje realizado se puede usar como una fuente parcialmente coherente con grado de polarización variable, la cual tiene posibles aplicaciones en caracterización y estudio de materiales birrefringentes.

Referencias

- [1] Wolf, E. (2003). Unified theory of coherence and polarization of random electromagnetic beams. *Physics letters A*, 312(5-6), 263-267.
- [2] Domański, A., Budaszewski, D., Sierakowski, M., & Woliński, T. (2006). Depolarization of partially coherent light in liquid crystals. *Opto-Electronics Review*, 14(4), 305-310.
- [3] Domanski, A. W. (2005). Polarization degree fading during propagation of partially coherent light through retarders. *OPTOELECTRONICS REVIEW*, 13(2), 171.
- [4] Domański, A. W., Redek, M., & Budaszewski, D. (2009). Depolarization of circularly polarized light in birefringent crystal. *Photonics Letters of Poland*, 1(2), 67-69.