

Implementación de una fuente laser continua y diseño y caracterización de un monocromador para un polarímetro de imagen.

A. Fernández Pérez, J. M. Saiz Vega y J. M. Sanz Casado

Grupo de Óptica, Departamento de Física Aplicada, Universidad de Cantabria, 39005.

Resumen: Transformación de un polarímetro dinámico de imagen, presente en el laboratorio de óptica del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Cantabria, en un espectropolarímetro de imagen. Se instala una fuente laser de supercontinuo, desarrollando y caracterizando un monocromador que permita seleccionar, de manera automática, la longitud de onda deseada dentro del espectro visible. De esta manera, se posibilita la opción de realizar medidas de la matriz de Mueller a diferentes longitudes de onda.

La espectropolarimetría consiste en el análisis simultáneo del espectro y el estado de polarización de la luz. Este análisis es de especial interés cuando se estudia la interacción de la luz con un sistema que afecta a la polarización y muestra una dependencia espectral. Esta técnica es ampliamente usada en campos tales como astronomía, medicina, biología o química.

La polarimetría estudia la polarización de ondas electromagnéticas. Para lograr esto, se necesita un formalismo apropiado, denominado formalismo de Mueller-Stokes [1], [2], que permite describir el estado de polarización de la luz y el efecto de un elemento óptico sobre la misma.

Por una parte, el vector de Stokes $\mathbf{S}$ (G. G. Stokes, 1852) describe el estado de polarización de la luz mediante cuatro valores, denominados parámetros de Stokes que se pueden definir partir de seis medidas de irradiancia. La matriz de Mueller $\mathbf{M}$ (Hans Mueller, 1943) es una matriz 4x4 con elementos reales que representa el efecto de un elemento óptico sobre el estado de polarización de un haz de luz. Esta matriz transforma un vector de Stokes $\mathbf{S}$ incidente en un elemento o elementos ópticos en un vector de Stokes de salida $\mathbf{S}'$ [Ec. 1].

$$\mathbf{S}' = \begin{bmatrix} s'_0 \\ s'_1 \\ s'_2 \\ s'_3 \end{bmatrix} = \mathbf{M} \mathbf{S} = \begin{bmatrix} m_{00} & m_{01} & m_{02} & m_{03} \\ m_{10} & m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{20} & m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{30} & m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_0 \\ s_1 \\ s_2 \\ s_3 \end{bmatrix} \quad \text{Ec. 1}$$

La matriz de Mueller caracteriza completamente un medio para una longitud de onda y una configuración geométrica dada ya que contiene en sus elementos todas las propiedades de polarización.

El principal objetivo del proyecto es transformar el polarímetro de imagen dinámico situado en el laboratorio de óptica de la Universidad de Cantabria en un espectropolarímetro.

Se ha en remplazado la fuente original monocromática de la que constaba el polarímetro, un láser de He-Ne, por un láser supercontinuo de manera que se puedan realizar medidas de la matriz de Mueller a diferentes longitudes de onda en un amplio rango del espectro visible.

El espectro continuo se separa angularmente en las diferentes longitudes de onda mediante una red de difracción y a continuación, por medio de un diafragma se selecciona la fracción del espectro deseada. La red de difracción se sitúa sobre una plataforma rotatoria controlada por un PC de manera que las diferentes longitudes de onda se pueden seleccionar de manera automática.

Se ha llevado a cabo la caracterización de la longitud de onda seleccionada en función de la posición y del ancho espectral del haz transmitido en función de la apertura del diafragma.

Referencias

- [1] Russell A. Chipman. "Handbook of Optics. Chapter 22: Polarimetry". Mc-Graw Hill, 2009.
- [2] Toralf Scharf. "Polarized Liquid Crystals and Polymers". Chapter 1: polarized light. John Wiley & Sons, 2007