

APLICACIÓN DE SERVOMOTOR PARA LA CARACTERIZACIÓN DE UN POLARIZADOR LINEAL

Mariana López Sánchez (1), M.I. Rogelio Castro Sánchez (2)

¹ Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica | mariana_lpz.schz@hotmail.com

² Departamento de Ingeniería Electrónica, División de Ingenierías Campus Irapuato – Salamanca, Universidad de Guanajuato | castro@ugto.mx

Resumen

Al utilizar, en varias posiciones, un polarizador o una lámina retardadora en un arreglo óptico, se requiere que sus ejes de transmisión se coloquen con precisión. El cambio fino en la posición de un servomotor es muy útil para disminuir errores de alineación de los ejes de estos dispositivos ópticos en mediciones repetitivas. En este trabajo utilizamos la plataforma Labview para el control de posición de un servomotor que tiene montado un polarizador y junto con un arreglo óptico se obtiene y analiza la ley de Malus muy conocida en la literatura científica.

Abstract

When we use a polarizer or a retarding plate in an optical arrangement it requires that their transmission axes are placed with some precision to prevent and reduce measurement errors due to the alignment of optical devices. The fine change in position of a servomotor is useful for positioning the transmission axis of polarizer or a retarder plate. In this paper we use the Labview platform for position control of a servo motor together an optical arrangement is also used to collect and analyze the law of Malus well known in the scientific literature.

Palabras Clave

Ley de Malus; Láminas retardadoras; Eje de transmisión; Polarizadores; Labview.

INTRODUCCIÓN

Polarización

Las ondas electromagnéticas tienen carácter transversal y como toda onda transversal puede polarizarse. Se define al fenómeno de polarización de una onda luminosa cuando el vector de intensidad de campo eléctrico, \mathbf{E} , describe una ley determinada [1].

En general la ecuación que describe el fenómeno de polarización es la de una elipse de la forma (1):

$$\left(\frac{E_y}{E_{oy}}\right)^2 + \left(\frac{E_x}{E_{ox}}\right)^2 - 2\left(\frac{E_x}{E_{ox}}\right)\left(\frac{E_y}{E_{oy}}\right)\cos\varepsilon = \sin^2\varepsilon \quad (1)$$

y los casos particulares son la polarización lineal (2) y la circular (3).

$$\frac{E_y}{E_x} = \pm \frac{E_{oy}}{E_{ox}} \quad (2)$$

$$\left(\frac{E_y}{E_{oy}}\right)^2 + \left(\frac{E_x}{E_{ox}}\right)^2 = 1 \quad (3)$$

En donde: E_x y E_y son las componentes vectoriales del campo eléctrico en el plano "xy". E_{ox} y E_{oy} son las amplitudes máximas de ambas ondas y ε es el ángulo que existe entre el campo eléctrico y el eje x [2].

Al pasar la luz por la materia puede ser reflejada, refractada, absorbida, dispersada o esparcida y por lo tanto también puede ser polarizada por medio de reflexión, dicroísmo y birrefringencia inducida para obtener luz polarizada linealmente o circularmente polarizada [3].

- *Polarizador Lineal.*

En este trabajo se utiliza un polarizador lineal en el cual se presenta el fenómeno del dicroísmo [4] (absorción selectiva) y con el cual se obtiene luz linealmente polarizada como se muestra en la Fig.

1. El polarizador es iluminado con luz natural cuyo campo eléctrico se dispersa aleatoriamente por lo cual la luz solo pasa a través del eje de transmisión del polarizador el cual forma un ángulo de 45° .

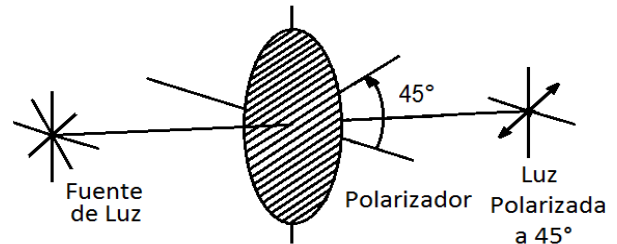


Figura 1. Obtención de luz Linealmente polarizada.

En la Fig. (2) se muestra un arreglo óptico con una fuente de luz, dos polarizadores y un fotodetector. El eje de transmisión del polarizador 1 gira de 0 a 360° mientras que el segundo polarizador (analizador) está fijo a 0° .

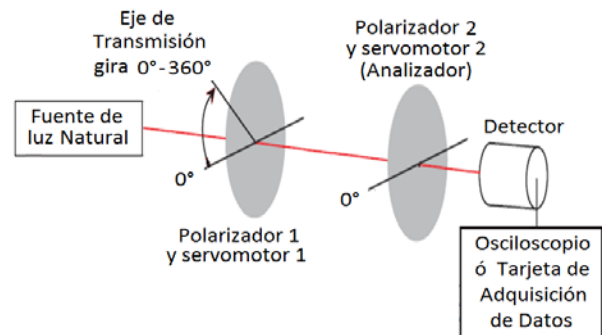


Figura 2. Arreglo óptico y la ley de Malus.

Cuando el polarizador 1 gira desde un ángulo de 0° a 360° la relación entre la irradiancia en el fotodetector y el ángulo de giro se expresa por la ec. (3) denominada Ley de Malus [3].

$$I = I_0 \cos^2\theta \quad (4)$$

Este trabajo pretende primero que el arreglo óptico cumpla con la ley de Malus y posteriormente utilizar los resultados para colocar al polarizador en cualquier ángulo de acuerdo a la resolución del servomotor [5].

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de éste trabajo se utilizan los siguientes materiales de la marca Thorlabs: dos polarizadores, dos servomotores, un foto detector, y un láser. También se utiliza un circuito de potencia, una tarjeta de adquisición de datos de la marca National Instruments y una laptop con software Labview de National Instruments. Los modelos se muestran en las siguientes figuras.



Figura 3. Polarizador LPMIR100-MP y Servomotor PRM1Z8.



Figura 4. Foto detector PDA38A y Láser HRR170



Figura 5. Circuito de Potencia y su fuente de alimentación para dos servomotores.



Figura 6. Tarjeta de Adquisición de Datos NI USB-6251.

Posteriormente se aplica el programa en Labview cuyo diagrama de flujo se muestra en la siguiente figura:

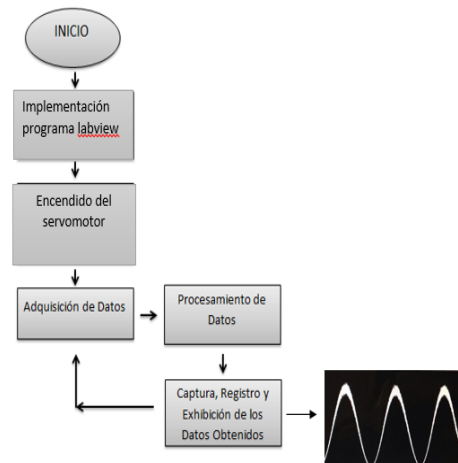


Figura 7. Diagrama de Flujo del Programa en LabView

El arreglo óptico mostrado en la figura 2 se realizó con los dispositivos de las figuras 3, 4, 5 y 6 para obtener con el programa en Labview la respuesta grafica de la Ley de Malus. El movimiento de los servomotores nos permite obtener una señal de salida digital TTL que nos permitirá clocarlos en diferentes posiciones angulares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran los resultados obtenidos al activar con el programa en Labview el servomotor 1 de la Fig. 2 (el servomotor 2 se queda en una sola posición) y ver en un osciloscopio digital tanto la señal de voltaje en la salida del fotodetector

como la señal de salida TTL del servomotor (señal inferior de la Fig. 8).

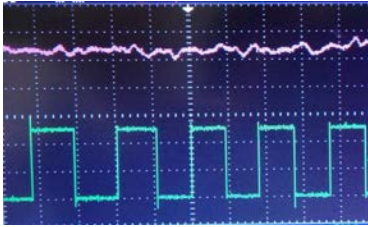


Figura 8. Voltaje de salida del fotodetector (≈ 6 Vdc) y señal TTL de salida en el servomotor.

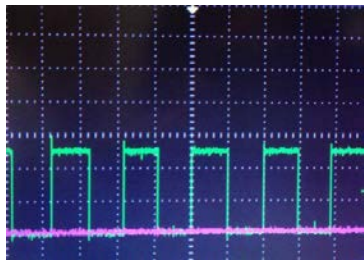


Figura 9. Voltaje de salida del fotodetector (≈ 0 Vdc) y señal TTL de salida en el servomotor.

Cuando el tiempo de barrido en el osciloscopio se hace más lento podemos observar en el osciloscopio la variación máxima y mínima de la irradiancia en el fotodetector de acuerdo a la Ley de Malus como se muestra en la Fig. 10.

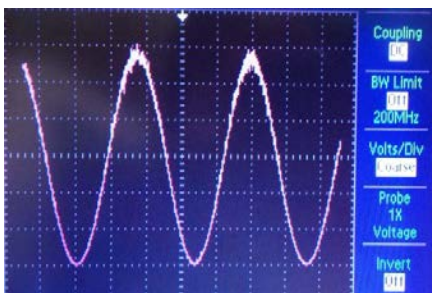
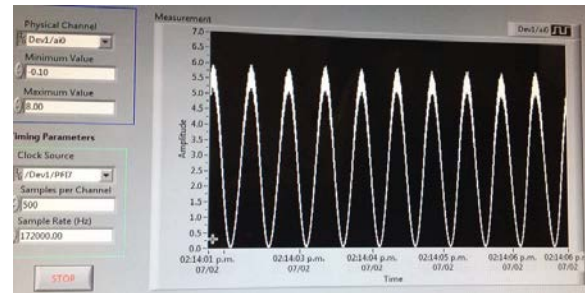


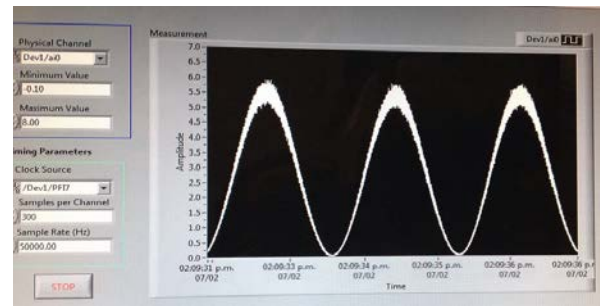
Figura 10. Voltaje de salida del fotodetector (0-6 Vpp).

Los resultados obtenidos con el programa en Labview se muestran en el diagrama frontal en la Figs. 11 a) y b) para dos condiciones diferentes: uno, cantidad de muestras tomadas para este canal

analógico y segundo, frecuencia de muestreo. La diferencia fundamental entre las dos figuras son los ciclos obtenidos ya que la amplitud es la misma por lo que los resultados son similares y concuerdan con la Ley de Malus.



a)



b)

Figura 11. Panel Frontal del programa en LabView. a) Muestras/canal=500, Razón de Muestreo=172,000 Hz. b) Muestras/canal=300, Razón de Muestreo=50,000 Hz.

Otra observación que se puede mencionar de los resultados obtenidos es que cuando los centros de los dos polarizadores no están alineados, los picos superiores de la Fig. 10 no son simétricos.

Cabe mencionar que una ventaja que se tiene con los servomotores es que debido a que tienen un sistema de engranes el movimiento angular del motor es más pequeño lo cual permite que se generen una gran cantidad de pulsos TTL en la salida del servomotor (alrededor de 172,000) cuando gira 360° .

Lo anterior permite que el servomotor y por lo tanto el eje de transmisión de un polarizador montado en él, se pueda colocar de una manera más fina en diferentes posiciones angulares.

En la columna izquierda de la siguiente tabla se midieron con un contador la cantidad de pulsos TTL en la salida del servomotor que corresponden al ángulo de giro.

Tabla 1. Relación entre la rotación del servomotor y los pulsos generados en su salida TTL.

Ángulo (grados)	Pulsos TTL en la salida del servomotor
0	0
45	21,500
90	43,000
135	64,500
180	86,000
270	129,000
360	172,000

Para colocar al servomotor en los ángulos de la tabla anterior se requiere de un pequeño programa en Labview que cuente los pulsos TTL generados por el servomotor y del circuito de potencia para moverlo.

CONCLUSIONES

En este trabajo concluimos que el arreglo óptico realizado permitió comprobar que nuestro sistema estaba bien alineado, posteriormente nos permitió comprobar que funciona al cumplirse la Ley de Malus, después que la cantidad de pulsos que se generan por cada rotación de 360° de un servomotor se repitió con errores del 0.1 %. Finalmente con el movimiento fino del servomotor se puede colocar el eje de transmisión de un polarizador en diferentes posiciones angulares y de forma repetitiva por lo que los objetivos fueron cumplidos.

AGRADECIMIENTOS

La autora Mariana López Sánchez agradece a la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado de la Universidad de Guanajuato, a la División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca por su apoyo en la infraestructura brindada y al M.I. Rogelio Castro Sánchez por su apoyo teórico-

técnico en el desarrollo de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- [1] R.M.A. Azzam, N.M. Bashara (1987), Ellipsometry and Polarized Light (1st ed.) Michigan: North-Holand.
- [2] Pedrotti F.L., Pedrotti S.J. (1993), Introduction to Optics (2st ed.) New York: Prentice-Hall International.
- [3] Hech E (2002), Optics (3st ed.) Madrid: Pearson Educación.
- [4] Alonso M., Finn E. J., (1970) Física, Vol. II Campos y Ondas Light (1st ed) España: Fondo Educativo Interamericano.
- [5] Thorlabs (2011), PRM1Z8 Motorized Rotation Stage User Guide EUA: Thorlabs.