

MEDICIÓN DE RESOLUCIÓN ANGULAR MÁXIMA EN MOTOR DE PASOS UTILIZANDO LABVIEW Y UNA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Maldonado Figueroa Deisy Guadalupe (1), Castro Sánchez Rogelio (2)

1 [Ingeniería en Mecatrónica] | Dirección de correo electrónico: [dg.maldonadofigueroa@ugto.mx]

2 [Departamento de ingeniería electrónica, División de ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [castro@ugto.mx]

Resumen

En este trabajo se realizó un programa en LabVIEW para controlar el giro de un motor, denominado por el fabricante, de nanopasos tanto en sentido horario como antihorario, por medio de un circuito de potencia. El objetivo es medir y comprobar la resolución de cada paso del motor y aplicar esta característica en un medio controlado como es la superficie de un polarizador utilizando adicionalmente una fuente de luz láser, un fotodetector y una tarjeta de adquisición de datos.

Abstract

In this work a LabVIEW program was performed to control the rotation motor. This motor is called of nanopasos by the manufacturer. The movement of motor is clockwise and counterclockwise by means of a power circuit. The main objective is to measure and check the resolution of each step of the engine and apply this feature in a controlled optical arrangement as the surface of a polarizer using a laser light source, a photodetector, and a data acquisition card.

Palabras Clave

NI-USB 6210; Movimiento de motor; Señales analógicas; Resolución angular

INTRODUCCIÓN

Los motores proporcionan movimiento tanto lineal como angular. Existen en el mercado una gran variedad de motores cuya velocidad puede ser controlada de forma analógica como digital.

Las técnicas digitales tienen el objetivo principal de controlar la velocidad de servomotores y motores de pasos [1]. La resolución de la posición angular discreta de este tipo de motores se ha incrementado por el uso de reductores de velocidad acoplados a sus ejes de rotación.

Los motores a pasos ahora pueden tener movimientos lineales o angulares tan pequeños que los fabricantes los denominan de micropasos o de nanopasos y son utilizados en instrumentos (Fig. 1) como cámaras fotográficas y en aparatos como empalmadoras de fibra óptica.

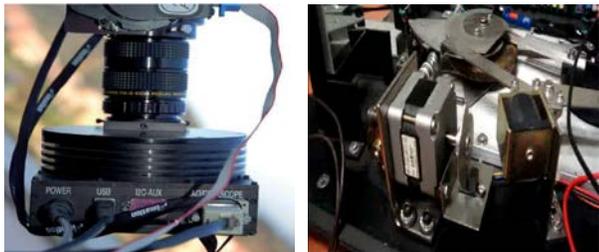


FIGURA 1. Mecanismo de enfoque en una cámara digital y Motores de pasos en una empalmadora de fibra óptica.

También se utilizan en microscopios, telescopios o en empalmadoras de fibra óptica (Fig. 2).



FIGURA 2. Motor de pasos en un espectrógrafo de IR.

Los motores mostrados en las figuras anteriores tienen resoluciones bien definidas y en ocasiones es conveniente medir sus pequeños movimientos angulares para ser aprovechados por algunos sistemas que tengan fuentes de luz móviles como puede ser un láser de baja potencia o también

fotodetectores que puedan medir la intensidad de luz esparcida en una determinada longitud de arco de una circunferencia.

Para un motor de nanopasos del tipo NR360S de la firma Thorlabs, se estudió e implementó la manera de medir su resolución angular máxima de este motor de acuerdo a la hoja de datos que proporciona el fabricante. Este estudio pretende evaluar si la resolución de un motor de nanopasos puede minimizar algunos errores que se presentan en la alineación "xyz" de componentes como polarizadores, fuentes de luz, cabezas ópticas, fotodetectores montados en arreglos ópticos al hacer mediciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Láser, Polarizador y Fotodetector

En la figura 3 se muestran un láser, un polarizador y un fotodetector de la firma Thorlabs. El láser [2] es la fuente de luz con una potencia de salida de 17mW, una longitud de onda λ de 633nm, su polarización es aleatoria y el diámetro del haz es de 0.98mm.



FIGURA 3. Láser HRR170, Polarizador LPVIS100 y Fotodetector PDA36

El polarizador tiene un rango espectral en el visible y una apertura de 24,7 mm.

El fotodetector [3] tiene un área activa de 13 mm², un rango de la longitud de onda entre 350 – 1100 nm y un pico en 970 nm, con amplificador de ganancia variable y un voltaje de salida entre 0-5 V /100 mA y una impedancia de salida de 50 Ω .

Software LabVIEW

Esta plataforma para aplicaciones de ingeniería utiliza un lenguaje de tipo gráfico presentado en un Panel Frontal que es la interfaz con el usuario donde se definen los controles e indicadores y un Diagrama de Bloques donde se colocan íconos interconectados que realizan diversas funciones. Suele haber una tercera parte icono/conector que

son los medios utilizados para conectarse con el mundo externo.

Lo anterior permite tanto la adquisición como el almacenamiento y el procesamiento de señales, así como el control, automatización y validación de sistemas de prueba, sistemas embebidos de monitoreo, control y generación de prototipos.

Tarjeta NI USB-6210

El NI USB-6210 (Fig. 4) es un módulo de adquisición de datos de la firma National Instruments [4]. Tiene 16 entradas analógicas, una velocidad de muestreo de de 250 kS/s en un canal, cuatro líneas de entrada digital, cuatro líneas de salida digital, cuatro rangos de entrada programable (± 0.2 a ± 10 V) por canal, dos contadores / temporizadores y disparo digital. Compatibilidad con el software interactivo LabVIEW Signal Express LE para registro de datos



FIGURA 4. Tarjeta de adquisición de datos NI-USB 6210

Motor de pasos a micro pasos

Los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos.

Un motor de nanopasos tiene un tornillo sin fin acoplado mecánicamente al eje de un motor de pasos para transferir el movimiento de rotación del motor a un engrane o juego de engranes que hace girar la parte móvil del motor. Este engranaje permite una reducción de la velocidad y por lo tanto la resolución del movimiento angular del motor es mayor asegurando un movimiento más suave a baja velocidad.

El motor de pasos [5] NR360S (Fig. 5) consiste de 50 dientes magnetizados y es ideal para aplicaciones de nanopasos.



FIGURA 5. Motor a pasos NR360S

La plataforma giratoria del NR360S proporciona una rotación completa por cada 66 vueltas del motor de pasos y cuando se utiliza junto con un circuito de potencia proporciona 25.600 pasos por revolución que equivale a $66 \times 25.600 = 1,689.600$ pasos/rev lo cual equivale a 0.000213° ó 0.767 segundos de arco de rotación de la plataforma giratoria.

Sus especificaciones más importantes son: ángulo por cada paso es de 1.8° (50 polos & ± 2 fases por $360^\circ/200$ pasos), exactitud del paso es del 5%, razón de corriente por cada fase es de 1 A, resistencia de cada bobina (Fase) es de 4.6Ω , inductancia de cada fase es de 10.6 mH, el torque es de 23.1 N-cm.

Arreglo experimental

En la Fig. 6 se muestra el arreglo experimental que fue implementado para hacer pasar un haz de luz por varios puntos de la superficie de dos polarizadores y hacer mediciones de la intensidad de luz en el fotodetector que está montado sobre el motor de pasos.

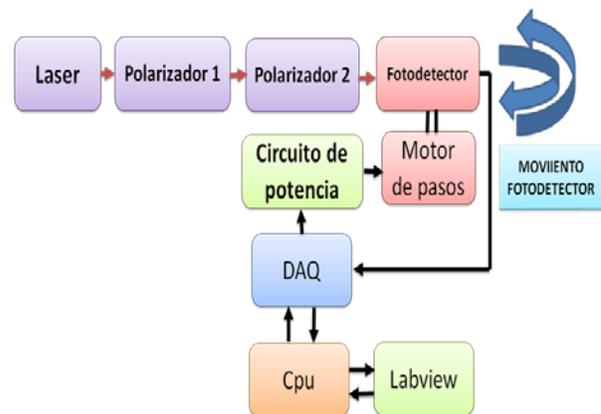


FIGURA 6. Arreglo experimental

Por medio de la computadora, el programa en LabVIEW, la tarjeta de adquisición de datos y el

circuito de potencia, las bobinas del motor de pasos son excitadas y su movimiento angular de alta resolución, permite que el fotodetector detecte las variaciones en las mediciones.

Programa en LabVIEW

En la Fig. 7 se muestra el diagrama a bloques de la secuencia seguida por el programa en LabVIEW que permite obtener un archivo de texto y después transformado a una gráfica que nos permite valorar variaciones y aparte comparar con mediciones similares, pero en condiciones diferentes.

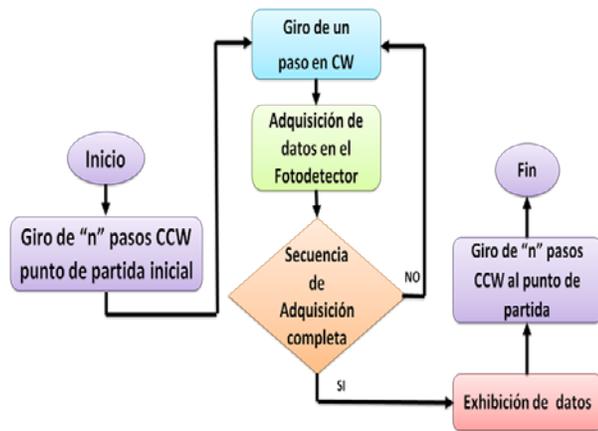


FIGURA 7. Diagrama a bloques del programa en LabVIEW

El fotodetector está montado sobre un brazo telescópico y éste a su vez está sujetado a la superficie giratoria del motor de pasos. El fotodetector detecta la luz esparcida al pasar por los dos polarizadores y la secuencia del proceso estará controlado por el programa en LabVIEW.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comprobación de la resolución se llevó a cabo colocando la fuente de luz (laser) sobre el motor y midiendo a una distancia de 1.5 metros la longitud del arco descrito por el haz. El programa en LabVIEW se realizó para activar el motor de pasos 8 veces y se obtuvo que la longitud del arco descrito fue de 6 mm. Lo anterior correspondió a un ángulo

$$\theta = 0.006 \text{ m} / 1.5 \text{ m} = 0.004 \text{ radianes en 8 pasos}$$

$$\theta = 0.0005 \text{ radianes/paso}$$

$$1 \text{ rad equivale a } 57.296^\circ$$

$$1^\circ \text{ equivale a } 3,600 \text{ seg}$$

$$\theta = 0.0005 \text{ rad} = 0.0005 \text{ rad} \left(\frac{57.296^\circ}{1 \text{ rad}} \right)$$

$$= 0.02865^\circ$$

$$= 0.02865^\circ \left(\frac{3600 \text{ seg}}{1^\circ} \right)$$

$$= 103.14 \text{ arcseg}$$

Las mediciones anteriores nos indican que si el fotodetector está más cerca de la superficie del segundo polarizador se tendrán más puntos a medir de la luz saliente esparcida lo cual nos permite un mejor estudio de su superficie y de la alineación de su eje de transmisión con respecto al eje de transmisión del polarizador 1 que se toma como referencia.

Otra prueba que se llevó a cabo para utilizar y comprobar la resolución del movimiento angular del motor de pasos, fue alinear los centros de dos polarizadores y hacerles pasar un haz de luz. En concordancia con la ley de Malus [6] y si los ejes de transmisión coinciden, se tenía que comprobar que en la salida del fotodetector debe haber una señal de voltaje máximo (intensidad de luz máxima). Por otro lado, si el ángulo del eje de transmisión de un polarizador se colocaba a 45° con respecto al eje de transmisión del otro polarizador, el voltaje disminuye a la mitad del valor medido con anterioridad. Adicionalmente se hizo un barrido angular con el fotodetector a lo largo del eje de transmisión del segundo polarizador a 50 cm de él. El motor de pasos realizó su movimiento angular con el fotodetector montado en un brazo acoplado al motor y los resultados se muestran en la Fig. 8.

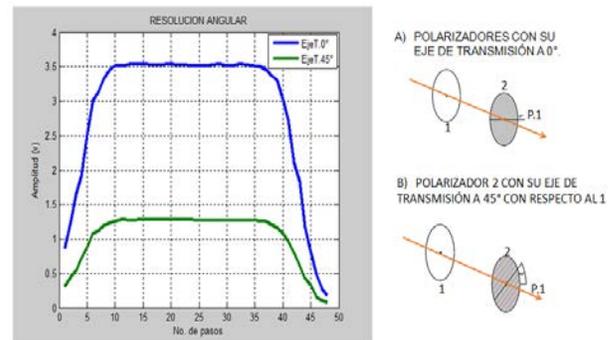


FIGURA 8. Gráfica del voltaje de salida del fotodetector proporcional a la intensidad de luz que pasa por 2 polarizadores con ejes de transmisión a 0° y 45° . El fotodetector barre la superficie del polarizador 2 con un barrido de 48 pasos.

En la Fig. 9 se muestra y se compara el estudio del comportamiento de la superficie del segundo polarizador con respecto al primero poniendo su centro en diferentes posiciones verticales. Se hace un barrido angular a través de su superficie y la gráfica muestra que los polarizadores son de calidad y su superficie es uniforme. Los ejes de transmisión de los polarizadores están a 0°

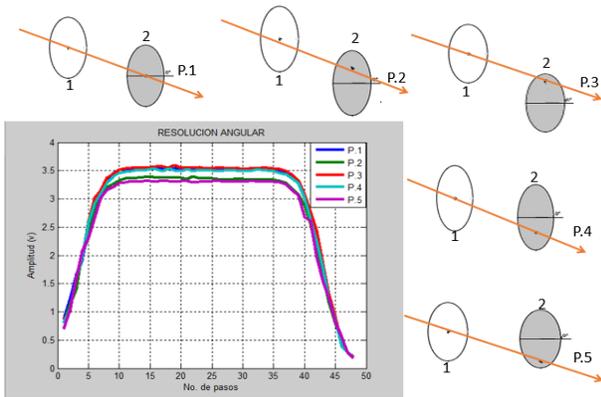


FIGURA 9. Gráfica obtenida al pasar el haz de luz por el centro del polarizador 1 y en diferentes posiciones verticales del polarizador 2 con el eje de transmisión de ambos a 0° . El fotodetector barre la superficie del polarizador 2 en 48 pasos.

En la Fig. 10 mostramos el mismo estudio anterior pero ahora los ejes de transmisión de los polarizadores están a 0° el primero y a 45° el segundo.

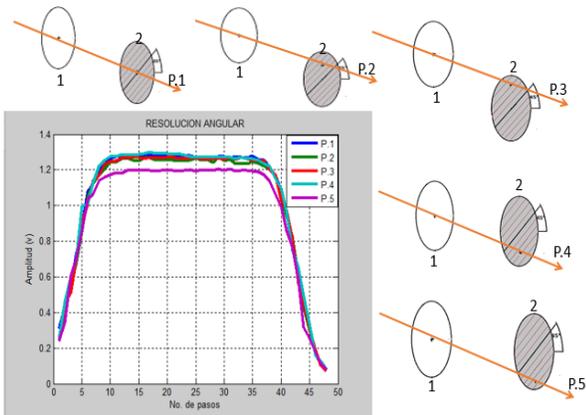


FIGURA 10. Respuesta obtenida al pasar el haz de luz por el centro del polarizador 1 y en diferentes posiciones verticales del polarizador 2 con el eje de transmisión del primero en 0° y el del segundo a 45° . El fotodetector barre la superficie del polarizador 2 en 48 pasos.

CONCLUSIONES

En este proyecto se demuestra la manera de medir la resolución de un motor de pasos con reductor de velocidad.

Se implementó un arreglo óptico y una serie de dispositivos necesarios para energizar el motor como lo es la etapa de potencia. Además, el control se desarrolló con un programa en LabVIEW que permitió llevar a cabo mediciones en tiempo real.

El fotodetector y la tarjeta de adquisición de datos fueron fundamentales para obtener información de un medio que implica medir la irradiancia emitida por un laser y graficar los resultados utilizando el software Matlab para una mejor presentación.

El efecto que tiene el movimiento angular del motor a través de una muestra (polarizador).

Aparte de la experiencia, se logró demostrar que un motor de pasos con las características del utilizado, permiten comprender por qué hay en el mercado dispositivos que los utilizan y tienen suficiente calidad para trabajos de prácticas de laboratorio.

AGRADECIMIENTOS

La autora Deisy Guadalupe Maldonado Figueroa agradece a la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado de la Universidad de Guanajuato y a la División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca por su apoyo en la infraestructura brindada y también agradezco al profesor M.I. Rogelio Castro Sánchez por su apoyo teórico-técnico en el desarrollo de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- [1] Conti F. (2013), Motores paso a paso (1st ed.) Editorial Alsina.
- [2] Thorlabs (2005), Laser HRR170-User Manual. Thorlabs
- [3] Thorlabs (2005), Fotodetector PDA36A, User Manual. Thorlabs
- [4] NI (2009), NI USB-6210 User Manual, National Instruments.
- [5] Thorlabs (2005), NR360S NanoRotator. User Manual Thorlabs
- [6] Hech E (2002), Optics (3st ed.) Madrid: Pearson Educación.