

Construcción y Calibración de un Circuito Electrónico para el Control de un Modulador Acusto-Óptico

W. Leyva, J. Alvarez, C. Moreno

Universidad del Atlántico, Barranquilla-Colombia.

Introducción

Aplicaciones de láseres en áreas como la espectroscopía, metrología, enfriamiento y captura de especies atómicas requieren el control preciso de la intensidad y estabilización en frecuencia de un haz láser. Para llevar a cabo la estabilización láser se hace necesario la generación de una señal de error del haz, esta se puede obtener con el uso de técnicas que involucren la modulación del haz por elementos de tipo electro-ópticos tales como (EOM) o acusto-ópticos (AOM) los cuales permiten un control preciso de la intensidad, frecuencia, fase y desviación espacial del haz. Los moduladores acusto-ópticos actúan como una red de difracción debido a la formación de ondas estacionarias en un cristal, causadas por la aplicación de una señal de radiofrecuencia (RF) a un actuador piezoeléctrico acoplado mecánicamente al cristal, variando la frecuencia y la amplitud de esta señal es posible controlar la intensidad, la frecuencia y la deflexión del haz incidente [1, 2, 3].

Metodología

Un haz de luz proveniente de un láser de 532,8 nm pasa por unos espejos planos dispuestos a 45° para alinear el haz que llega al AOM, también llega al AOM la señal de RF amplificada proveniente del circuito de control electrónico que contiene un Oscilador Controlado por Voltaje (VCO).

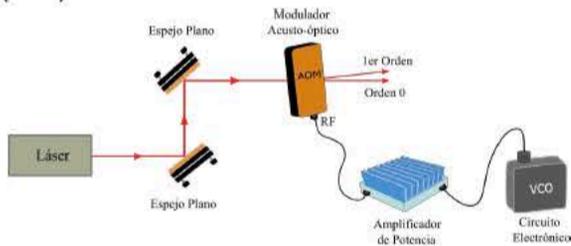


Figure 1: Montaje experimental del sistema de control con el AOM.

El haz se difracta en diferentes ordenes de magnitud correspondientes al orden 0 y +1 como lo ilustra la figura 1.

Moduladores Acusto-Ópticos

Los AOM se basan en el efecto foto-elástico [4], donde una señal acústica aplicada sobre un cristal produce una deformación que cambia las propiedades ópticas del cristal. La figura 2 muestra la geometría básica para la difracción de Bragg y el único orden de difracción resultante. Las longitudes de onda ópticas y acústicas se denotan por λ_L y Λ respectivamente, mientras que θ_i y θ_d son los ángulos que forman los rayos de luz incidentes y dispersos con los frentes de onda acústica, respectivamente.

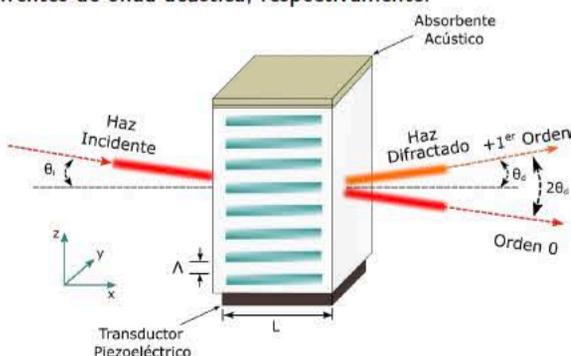


Figure 2: Geometría de difracción acusto-óptica de Bragg que muestra un solo orden de difracción.

Resultados

Los resultados obtenidos del voltaje de ajuste del circuito electrónico en función de la frecuencia de salida se pueden apreciar en la figura 3, donde se obtuvo la respuesta lineal, los datos fueron tomados a una temperatura de 22°C variando el voltaje de sincronización y tomando la respuesta en frecuencia en la salida del circuito electrónico utilizando un frecuencímetro.

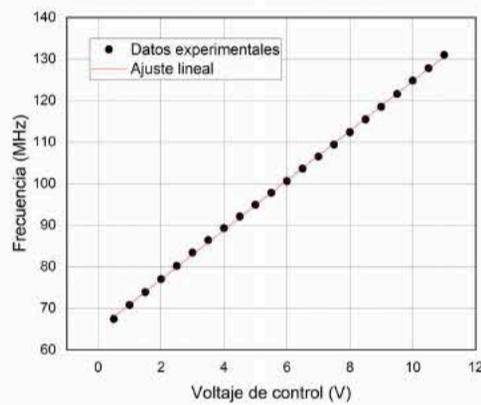


Figure 3: Frecuencia en función del voltaje de control.

El ancho de banda también se define como la diferencia entre las frecuencias en las que su atenuación al pasar a través de un filtro se mantiene igual o inferior a 3 dB comparada con la frecuencia central.

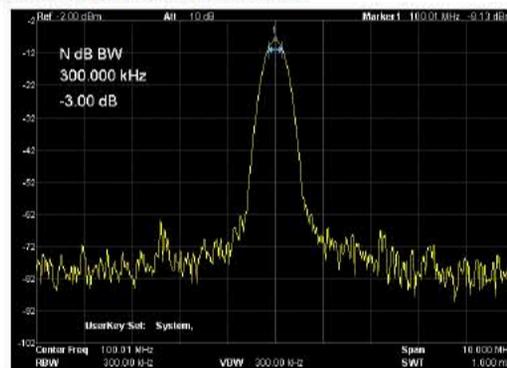


Figure 4: Espectro de la señal con frecuencia central 100,01 MHz y ancho de banda 300KHz.

Los niveles de armónicos generados en sistemas oscilatorios vienen dados como múltiplos enteros de la frecuencia fundamental o primer armónico, muy parecido a los modos normales generados en una cuerda fija en ambos extremos, donde se genera una serie armónica de n veces la frecuencia fundamental, siendo n un número entero partiendo del 1 en adelante.

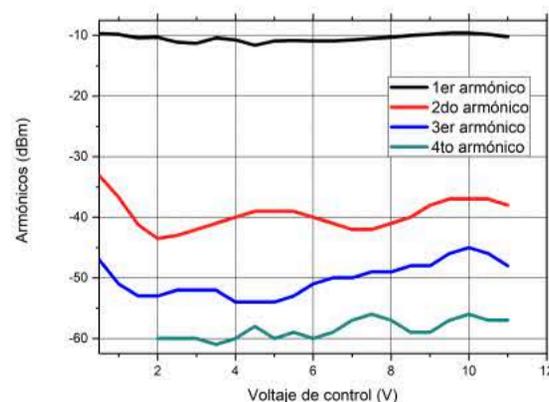


Figure 5: Niveles de armónico.

En la figura 5 se puede apreciar la caída entre un armónico y otro, se determinó una excelente supresión de armónicos de -23 dBm con respecto al armónico fundamental. La figura 6 muestra la dependencia del ángulo de deflexión en función de la frecuencia generada por el circuito electrónico.

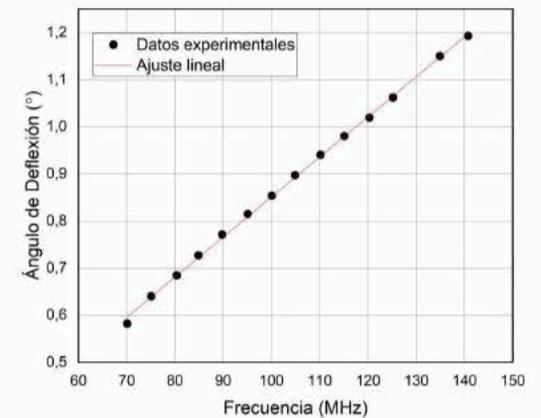


Figure 6: Ángulo de deflexión en función de la frecuencia.

Mientras se cambia el voltaje de control del circuito electrónico se obtiene un cambio en la frecuencia RF que entra en un medio acusto-óptico, donde incide un haz láser que es difractado (+1), y también aparece un haz no difractado (0).

Conclusiones

La modulación láser es muy importante en la estabilización y control de intensidad un haz, se utiliza en la espectroscopia de alta resolución y enfriamiento de átomos, donde se requiere tener control preciso en la frecuencia del láser. En este trabajo se logró diseñar, construir y caracterizar un circuito electrónico para el control de un modulador Acusto-Óptico en la región del espectro visible, que mostró gran versatilidad, y estabilidad en frecuencia y amplitud de salida, su aplicación se vio reflejada en un AOM trabajando en la condición de Bragg, y para su caracterización se utilizó un láser de Helio-Neón con longitud de onda de 532,8 nm. En la implementación se utilizó el circuito construido y un amplificador de RF, el circuito generaba una señal sintonizada de frecuencias y amplitudes aplicada a un transductor piezoeléctrico acoplado al cristal de un AOM, donde se generaban ondas sonoras que cambiaban el índice de refracción del cristal, estos cambios en las propiedades ópticas generaban la desviación espacial de un haz láser incidente en el AOM, teniendo control de la frecuencia, intensidad y dirección del haz difractado (1er orden) con respecto al no difractado (orden 0).

Referencias

- [1] E. A. Donley, T. P. Heavner, F. Levi, M. Tataw, and S. R. Jefferts, "Double-pass acousto-optic modulator system," *Review of Scientific Instruments*, vol. 76, no. 6, p. 063112, 2005.
- [2] T. B. Waluyo, I. Mulyanto, and H. On, "A low-cost rf driver for acousto-optic modulator," *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*, vol. 8, no. 1, pp. 30-38, 2008.
- [3] J. A. BAYLÓN, "Láser q-switched activo de fibra dopada de er/yb de doble revestimiento en cavidad lineal."
- [4] I. Chang, "Nonlinear acoustic effects in wideband acoustooptic bragg cells," in *Conference on Lasers and Electro-Optics*. Optical Society of America, 1983, p. TUG1.