

Caracterización y calibración de Monocromadores Usando Diferentes Fuentes De Luz

Ehimar Andres Vargas, Jose Ricardo Mejía, Mayerlin Nuñez Portela*

Laboratorio de Óptica Cuántica, Universidad de los Andes, A.A. 4976, Bogota, D.C., Colombia

E-mail: m.nunez@uniandes.edu.co

Proyecto experimental Universidad de los Andes

Resumen

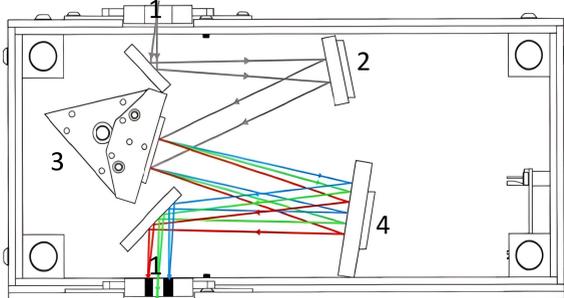
En el presente estudio, se abordó la calibración y caracterización de dos monocromadores modelo 9072 de Sciencetech, un proceso esencial para su aplicación precisa en espectroscopía. Se empleó una fuente de Argón para la calibración y se estudiaron cuatro conceptos clave: resolución, exactitud, precisión y calibración. En cuanto a la resolución, se analizó cómo las aperturas mejoran la capacidad del aparato para distinguir entre dos picos cercanos. Sin embargo, se observó que las aperturas también afectan el ancho a media altura (FWHM) de los datos. Para evaluar la exactitud, se compararon los datos proporcionados por el monocromador con los valores de referencia del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST). Se realizaron ajustes a los datos del monocromador para mejorar su exactitud. La precisión del monocromador se estudió en función del FWHM y las aperturas. Finalmente, en el proceso de calibración, se buscaron los parámetros en los que los monocromadores presentaban la máxima exactitud. Cabe destacar que cada monocromador se calibró de manera independiente.

Motivación

Un monocromador es un dispositivo que se utiliza para aislar selectivamente longitudes de onda individuales de un espectro de luz permitiendo así la medición precisa de la intensidad luminosa asociada a dicha longitud de onda.

Los monocromadores usados son el modelo 9072 de Sciencetech, el cual tiene como partes principales:

1. Rendijas de apertura y salida.
2. Espejo colimador.
3. Rejilla de difracción motorizada.
4. Espejo de enfoque.



Caracterización

Exactitud
Diferencias de los valores experimentales de los picos respecto a los teóricos, NIST.

Band-pass

Precisión
Ancho de los picos a media altura FWHM. Este valor está relacionado con el Band-pass del monocromador siendo el doble.

Calibración
Es el ajuste que realiza el monocromador a los datos antes de dar resultados.

$$BP = \frac{w \cdot d}{m \cdot f}$$

Resolución
Capacidad del aparato para distinguir entre dos picos.

w, slit width. d, grating spacing. m, diffraction order(m=1). f, focal length (125mm)

Metodología

Montaje Experimental

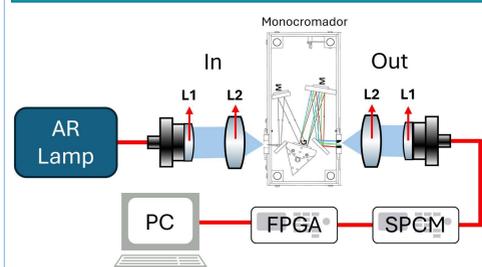


Figura 1: Montaje experimental de un monocromador

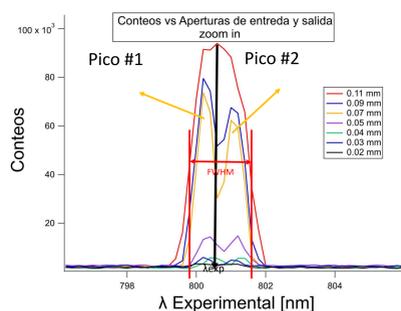


Figura 2: Descripción de conceptos

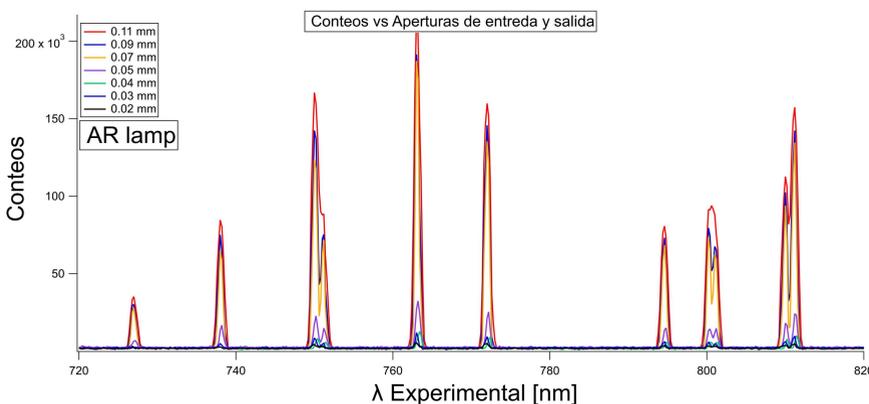
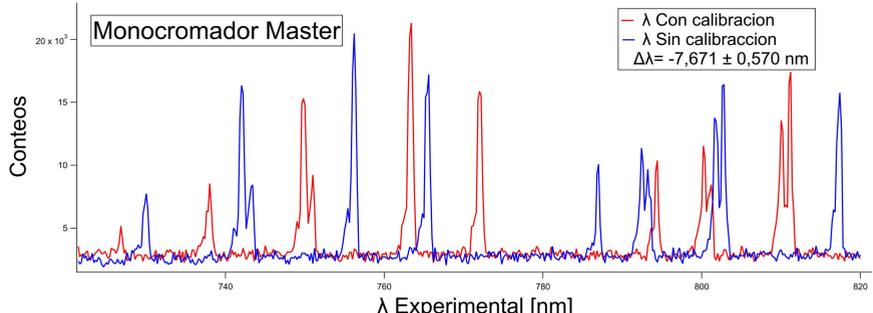
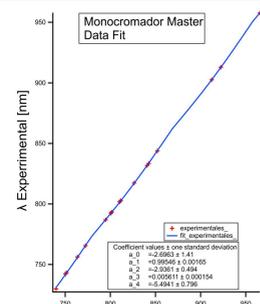
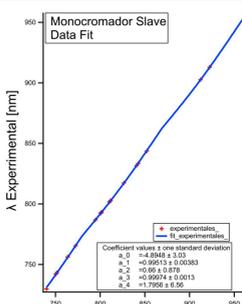


Figura 5: Monocromador Slave. Aumentando el valor de las aperturas de entrada se obtienen mayores conteos; sin embargo, los picos se hacen menos indistinguibles.

Ajuste realizado a los datos raw del monocromador

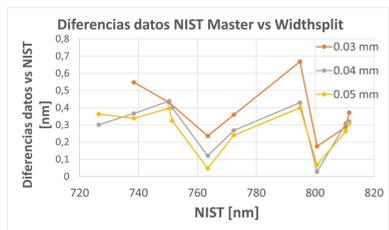
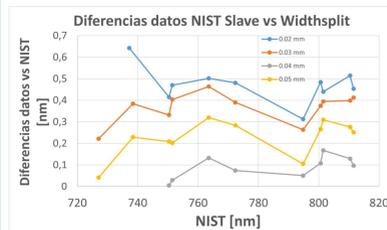
$$\lambda_{cal} = a_0 + a_1 \cdot \lambda_{uncal} + a_2 \cdot \sin(2\pi \cdot a_3 \cdot \lambda_{uncal} + a_4)$$



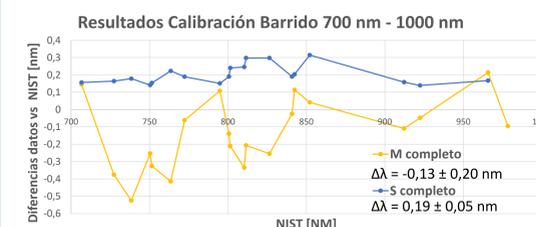
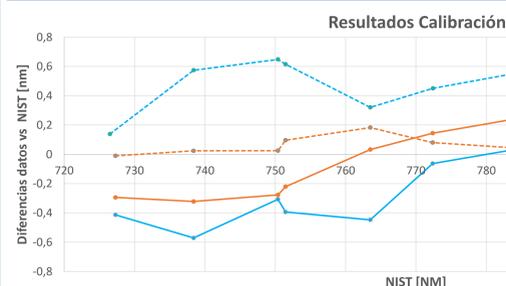
Resultados

Aperturas

Aperturas pequeñas mejoran resolución, pero reducen conteos. Se usa SPCM. Aperturas: 0.04 ± 0.01 mm.



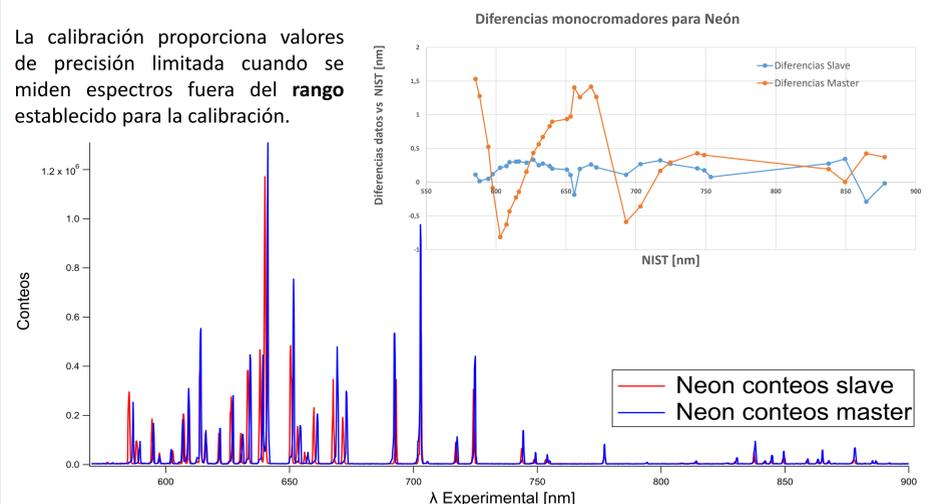
Lampara de Argón



Se mejoró la exactitud de los datos entregados por el monocromador al aplicar una nueva calibración en los datos en un rango desde los 700 nm hasta los 1000 nm.

Lampara de Neón

La calibración proporciona valores de precisión limitada cuando se miden espectros fuera del rango establecido para la calibración.



Conclusión y Trabajo a Futuro

- Se ha logrado una caracterización detallada del funcionamiento de los monocromadores y sus componentes, basándose en cuatro términos fundamentales: resolución, exactitud, precisión y calibración.
- Los monocromadores permiten medir espectros con una resolución de 0.45 ± 0.1 nm, con una exactitud menor a 0.20 ± 0.12 nm.
- Los monocromadores proporcionan datos de alta exactitud, lo que permite su aplicación en experimentos de gran precisión dentro de un rango específico de longitudes de onda.
- La expansión de los rangos de calibración se identifica como un paso crucial para la realización de futuros experimentos.

Referencias

- Liu D, Hennelly BM. Improved Wavelength Calibration by Modeling the Spectrometer. Applied Spectroscopy. 2022;76(11):1283-1299. doi:10.1177/0003702822111796
- Ouyang, H., Dai, C., Huang, B., & Wu, Z. (2011). Effect of slit widths on wavelength calibration of a Czerny-Turner double monochromator. Proceedings Of SPIE, The International Society For Optical Engineering/Proceedings Of SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.906614>
- Protopopov, Vladimir. Practical Opto-Electronics An Illustrated Guide for the Laboratory. 1st ed. 2014. Cham: Springer International Publishing, 2014. Web.