Construcción de una Fuente de Luz Pseudo-Térmica y Medición de

la Función de Correlación Temporal de Segundo Orden

Sofía Garzón *, Lina María Ortiz** y Santiago Salazar***

Asesora: Mayerlin Núñez, Ph.D.

Departamento de Física, Univ. de Los Andes, 111711 Bogotá, Colombia.

*s.garzon10@uniandes.edu.co, **lm.ortiz11@uniandes.edu.co***, s.salazar12@uniandes.edu.co



Resumen

En este proyecto se generó una fuente de luz pseudo-térmica, que tiende hacia una distribución de Bose-Einstein, a partir de la incidencia de luz de un láser Helio-Neón sobre un disco granulado en rotación. Se obtuvo una mejor distribución de la luz para un tiempo menor a $500\mu s$, con una tendencia de la distribución de centrarse en cero para tiempos menores. También se obtuvieron datos de la distribución de la luz en función de la velocidad de rotación del disco. Por último, se buscó medir la función de correlación temporal de segundo orden, pero debido a las limitaciones del programa usado y las bajas coincidencias entre los detectores no se obtuvo la distribución gaussiana esperada.

1. Introducción y Método

La luz pseudo-térmica tiene el mismo comportamiento estadístico que una fuente térmica: ambas siguen una distribución tendiendo a la de Bose-Einstein [1]. La ventaja de una fuente pseudo-térmica, es que presentan tiempos de correlación varios órdenes de magnitud mayores a la de una térmica [3]. Además, la función de correlación temporal de segundo orden $g^{(2)}(\tau)$ para una fuente pseudo-térmica es una curva gaussiana.

Se buscó generar este tipo de luz usando un láser de He-Ne que incide sobre un disco granulado en rotación, siguiendo el montaje que se observa en la figura 1.

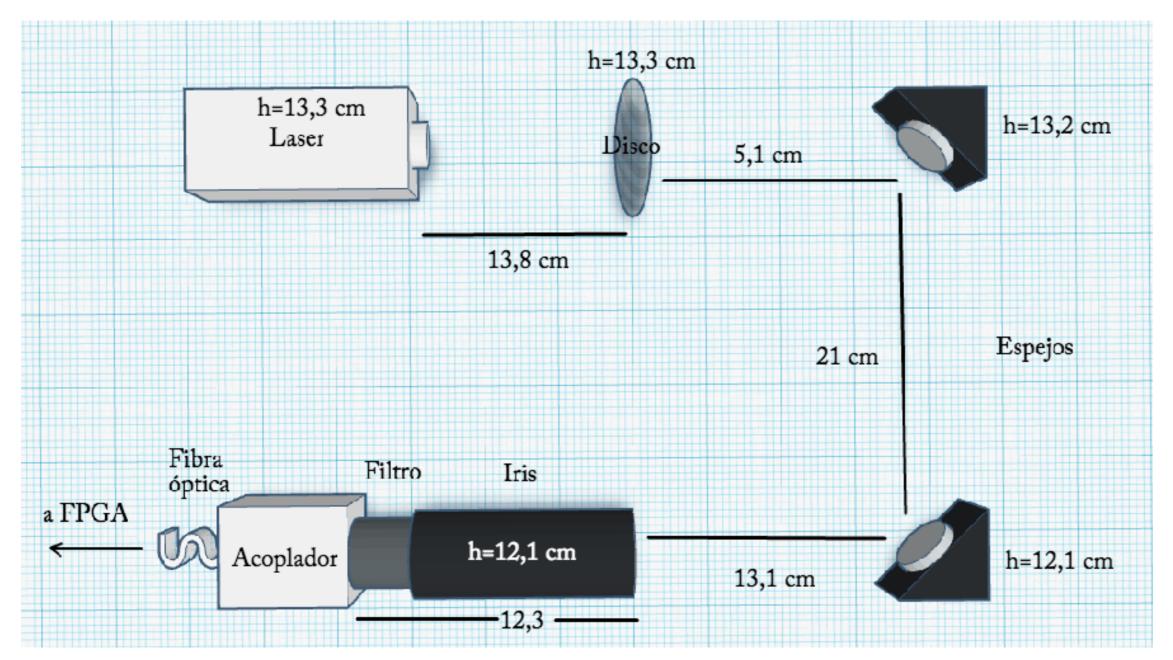


Figura 1: Esquema del montaje experimental usado.

Para este montaje, el tiempo de correlación au_C está dado por

$$\tau_C = \frac{\omega_0}{2\sqrt{\pi}r\nu},\tag{1}$$

en donde $\omega_0=528,62\pm2,15\mu m$ es el ancho del haz del láser, $r=11,2\pm0,1cm$ el radio del disco y ν la frecuencia de rotación que depende del voltaje aplicado por medio de la fuente. Para obtener la estadística de la luz se usó un detector de fotones individuales, mientras que para la medición de la $g^{(2)}(\tau)$, se contaron las coincidencias de fotones entre dos detectores.

2. Resultados

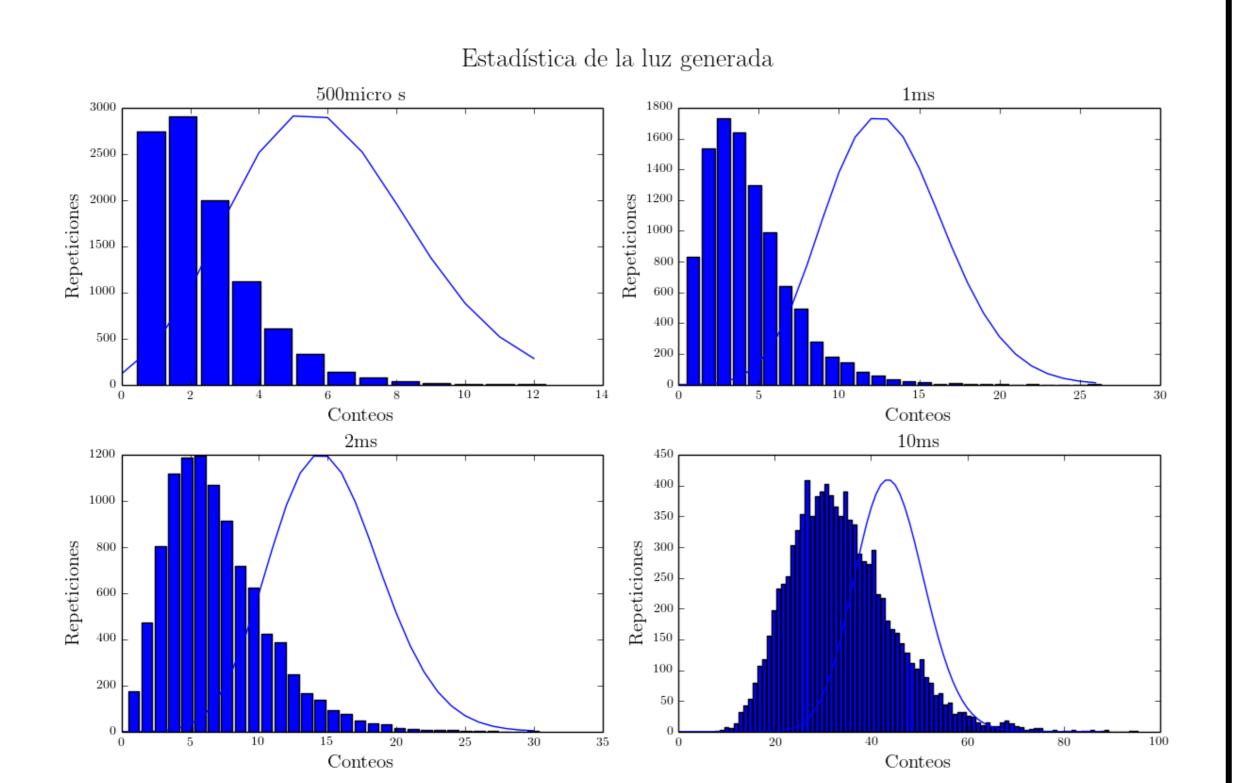


Figura 2: Datos obtenidos para varios tiempos de medición en un detector.

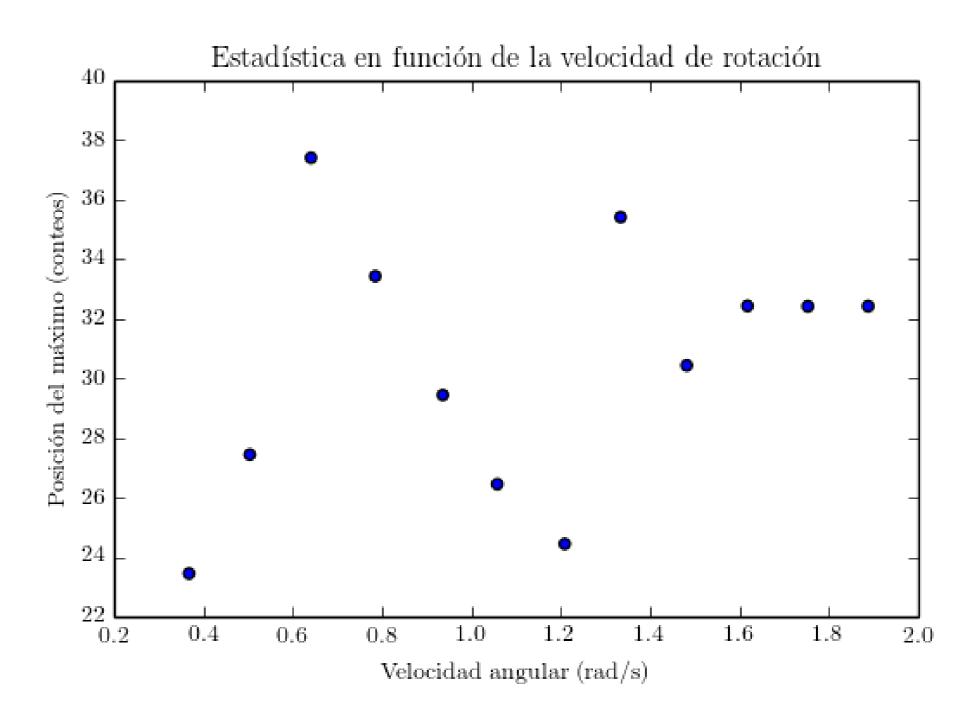


Figura 3: Posición del máximo de la distribución en función de la velocidad de rotación del disco.

3. Análisis y Conclusiones

En la figura 2 se pueden observar las distribuciones obtenidas a una velocidad angular de $1,618\pm0,002rad/s$ para varios tiempos de medición. Junto al histograma de número de repeticiones contra conteos de fotones, se incluye la curva de la distribución de Poisson correspondiente a los datos, la cual muestra la forma que el histograma debería tener si siguiera la estadística de un láser. Además, se evidencia que los datos más parecidos a una distribución pseudo-térmica se dan a $500\mu s$. Esto implica que el tiempo de correlación a esta velocidad angular es del orden de los cientos de microsegundos, lo cuál concuerda por lo predicho por la ecuación (1).

En la figura 3 se incluye la posición del máximo de la distribución para velocidades entre $0,36\pm0,002rad/s$ y $1,88\pm0,002rad/s$. No se puede observar una tendencia en el rango de velocidad usado por los cambios mínimos que sufre la distribución. Para mediciones futuras se podría usar un motor que permita obtener velocidades más altas.

No se incluyeron datos de la medición de la $g^{(2)}(\tau)$ debido a que las coincidencias de fotones entre dos detectores son muy poco probables. Se encontró que para periodos de 8 horas con la máxima intensidad permitida por la fuente, la cantidad de coincidencias obtenidas son insuficientes para obtener una curva significativa.

Referencias

- [1] M. Fox. Quantum Optics. An Introduction. Ed. por Oxford University Press. Department of Physics y Astronomy. University of Sheffield., 2006.
- [2] Bin Bai y col. Two-photon superbunching of pseudothermal light in a Hanbury Brown-Twiss interferometer. En:arXiv preprint arXiv:1705.03621.(2017).
- [3] E. Spiller. W. Martiensen. *Coherence and Fluctuationin Light Beams.* En:Am.J.Phys 32919 (1964).
- [4] *Photon Statistics.* Experiment 45. Advanced Lab Course(F-Praktikum). Universität Erlangen-Nürnberg. 2017
- [5] F. T. Arecchi. Measurement of the Statistical Distribution of Gaussian and Laser Sources. En:Physc. Rev.Lett(15).912 (1965).