

Fuentes Lambertianas y no Lambertianas

Gómez Arias, Andrés

Nellen Mondragón, Stefan Daniel

6 de octubre de 2018

Resumen

1. Introducción

La irradiancia se define como:

$$I = \frac{P}{A}$$

Es decir, potencia por unidad de área debida a una luz incidente.

Para una fuente Lambertiana (como un LED simple) se cumple:

$$I(\theta) = I_0 \cos(\theta)$$

y para una no Lambertiana (como una luz láser que pasa a través de un vidrio esmerilado) existe un $n > 2$ tal que:

$$I(\theta) = I_0 \cos^n(\theta)$$

donde θ es el ángulo entre el eje óptico y el punto de detección (la fuente alineada con el eje óptico).

Se espera medir la irradiancia de un LED simple y de una luz láser a través de un vidrio esmerilado como función del ángulo y en efecto comprobar que la primera es una fuente Lambertiana y la segunda una fuente no Lambertiana.

1.1. Desarrollo Experimental

Se implementó el eje óptico con un láser y 2 diafragmas. Se alineó un goniómetro con éste y se fijó un LED en el centro. Se colocó un detector de potencia fijo enfrente del LED en el eje óptico. A medida que se giraba el goniómetro se tomaba la potencia como función del ángulo. En el segundo experimento ahora se colocó un vidrio esmerilado suspendido sobre el centro del goniómetro, de manera que el láser pasara a través de él. Entonces se fijó el detector al goniómetro y ahora éste fue el que giró.

En ambos experimentos se movía un poco el goniómetro para encontrar la amplitud máxima y por ende el ángulo 0. Se tomó una resolución de datos grande para θ entre 0° y 90° (al principio de 1° ; luego cuando los datos eran uniformes, de 2° y subsecuentemente de 5°). Para θ entre 0° y -90° sólo se tomó una resolución de 5° .

2. Datos experimentales

Se midió el diámetro del detector $d = 875 \pm 0,0025 \mu\text{m}$. En las gráficas se reportan los datos medidos.

2.1. Sin vidrio

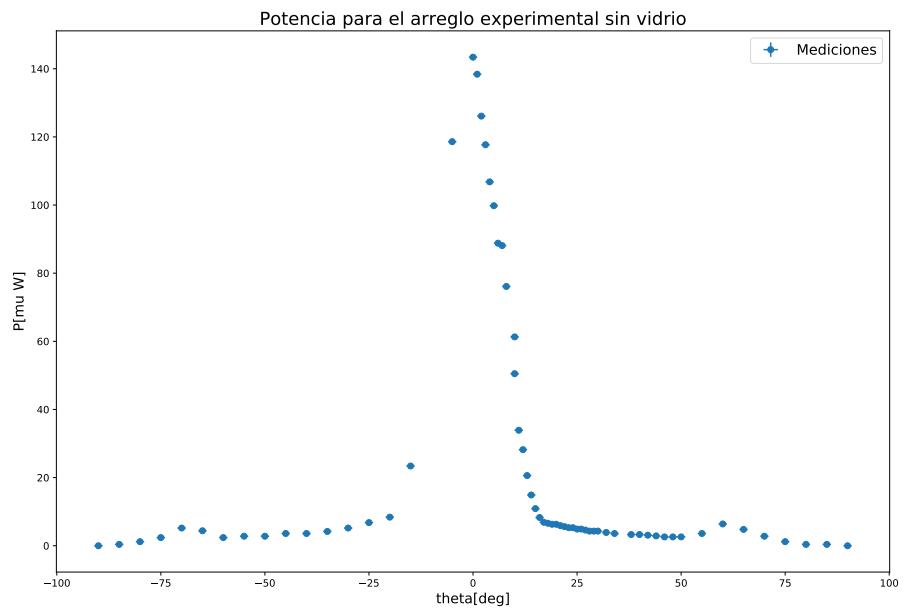


Figura 1: Potencias medidas en la ausencia del vidrio

2.2. Con vidrio, rotando el detector

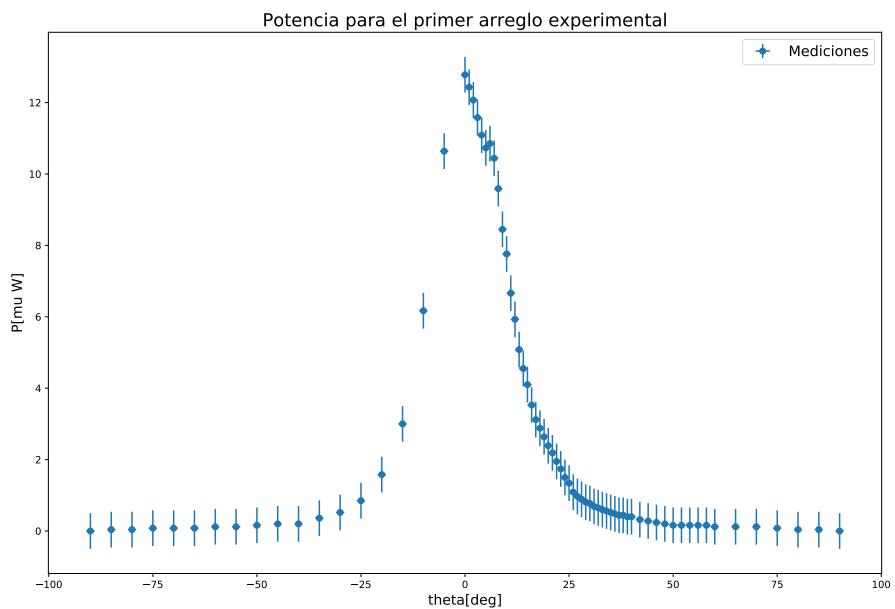


Figura 2: Potencias medidas, cuando se rota el detector

2.3. Con vidrio, rotando el vidrio

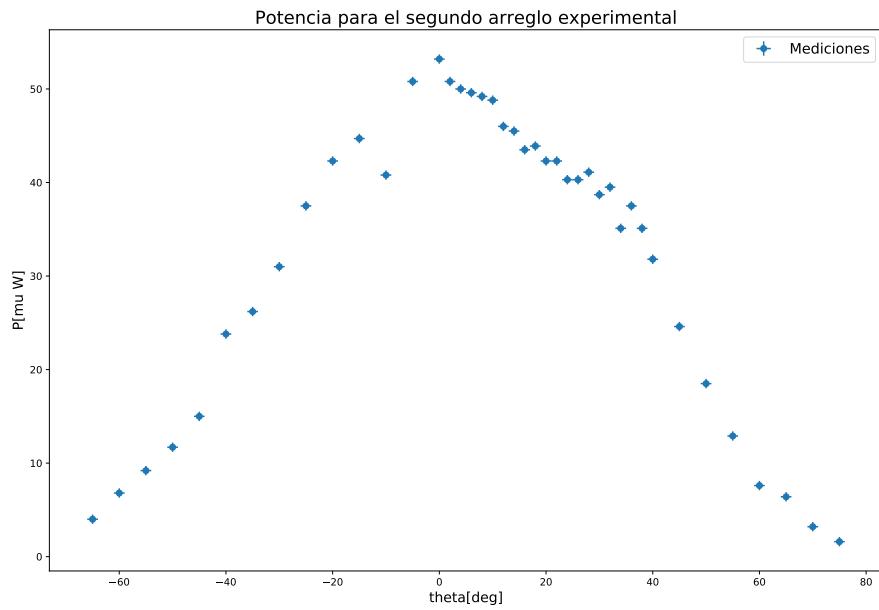


Figura 3: Potencias medidas, cuando se rota el vidrio

3. Resultados

Los datos procesados se reportan en las siguientes tablas.

3.1. Sin vidrio

Se ajustó a $I_0 \cos(\theta)$, obteniendo $I_0 = 58,974 \pm 9,132 \mu\frac{W}{m^2}$. También se ajustó a $I_0 \cos^n(\theta)$, obteniendo $I_0 = 48,313 \pm 3,543 \mu\frac{W}{m^2}$ y $n = 64,312 \pm 2,429$.

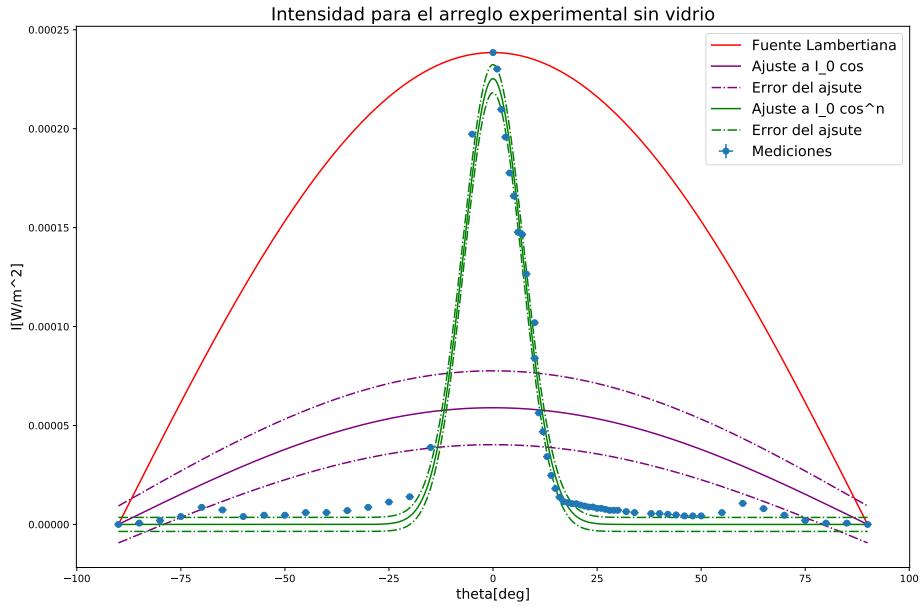


Figura 4: Datos procesados en la ausencia del vidrio

3.2. Con vidrio, rotando el detector

Se ajustó a $I_0 \cos(\theta)$, obteniendo $I_0 = 6,878 \pm 0,811 \mu\frac{W}{m^2}$. También se ajustó a $I_0 \cos^n(\theta)$, obteniendo $I_0 = 20,260 \pm 0,271 \mu\frac{W}{m^2}$ y $n = 29,975 \pm 0,932$.

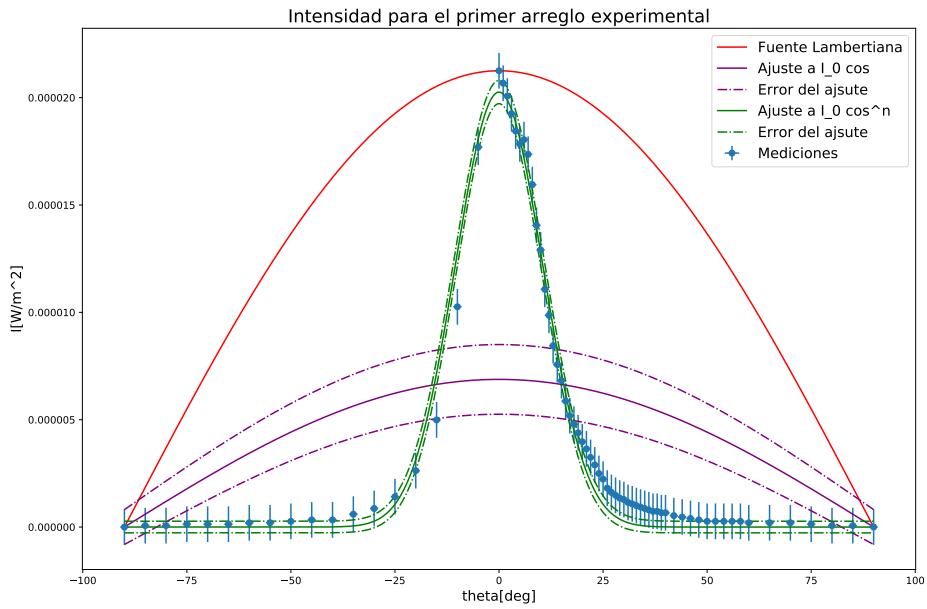


Figura 5: Datos procesados, cuando se rota el detector

3.3. Con vidrio, rotando el vidrio

Se ajustó a $I_0 \cos(\theta)$, obteniendo $I_0 = 70,550 \pm 2,569 \mu\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$. También se ajustó a $I_0 \cos^n(\theta)$, obteniendo $I_0 = 83,521 \pm 1,541 \mu\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ y $n = 2,427 \pm 0,138$.

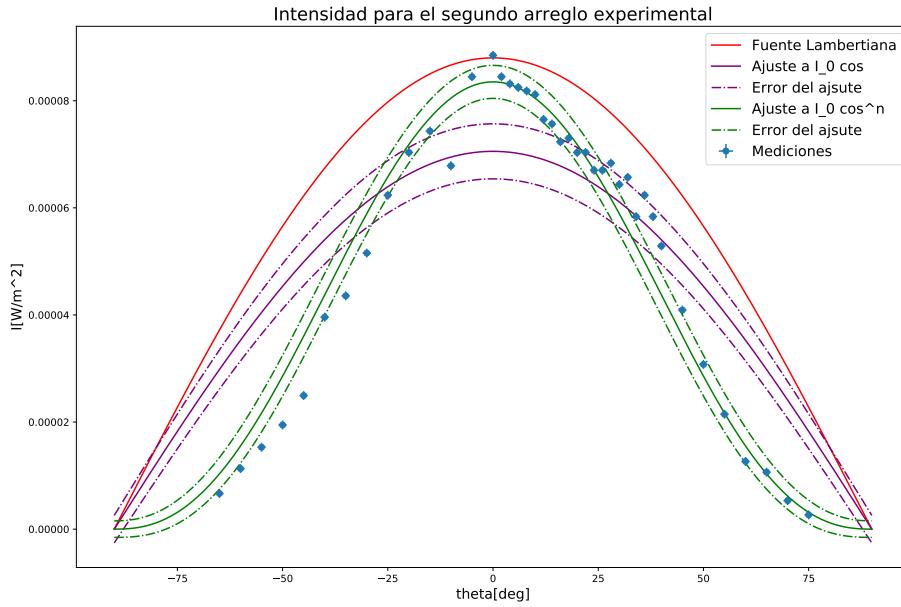


Figura 6: Datos procesados, cuando se rota el vidrio

4. Discusión

Para el LED sin vidrio se puede notar inmediatamente, tanto graficamente como a partir de los ajustes, que *no* es una fuente lambertiana, que no es lo que se esperaba. Sin embargo, si sigue una distribución del tipo \cos^n , que se ve justificado por los datos y la curva ajustada que, en general, coinciden dentro de sus respectivo márgenes de error. Un fenómeno que ocurre en este experimento, que no ocurre en los subsecuentes, esto es que al rededor de $[60^\circ, 75^\circ]$ los datos empiezan a crecer (i.e. hay un “chipote”). Esto es porque el LED emitía un cono de luz que era más intenso en su frontera, que coincide con los ángulos anteriores. Esto se observa en la siguiente imagen.



Figura 7: Cono de luz del LED

En el arreglo donde se rota el detector tampoco es lambertiano, que se nota tanto graficamente como por los ajustes efectuados. Si sigue una ley de coseno a una potencia y lo hace bastante bien, la curva ajustada es parecida a los datos. Algo que se nota aquí que no ocurre en los otros experimentos es que c.a. los primeros 10 datos están recorridos a la izquierda. Esto se debe a que hubo una pausa entre que se tomaron aquellos datos y los subsecuentes, donde se pudo haber saturado el detector o el láser alcanzo otro estado térmico, afectando así su potencia.

El arreglo donde se rota el vidrio tampoco es lambertiano, que otra vez, se nota en las gráficas y los ajustes. Sin embargo, este es el más cercano a ser lambertiano, pues sigue una ley de \cos^n , donde n es mínimo. Dos cosas a notar son que los datos no llegan a 90° y que están más dispersos que los anteriores. Lo primero se debe a que el vidrio no tiene grosor finito y se llega a un punto donde la luz incide (parcial o totalmente) sobre uno de los lados del vidrio. Lo segundo es consecuencia de que la dispersión de la luz cambia conforme se rota el vidrio, a comparación de cuando se rota el detector, donde la dispersión es constante.

En general, ninguna fuente fue lambertiana, pero si siguieron una ley de coseno a una potencia. Los primeros dos casos fueron similares, salvo por pequeños detalles. El último experimento sobre sale, pues la dispersión es variable.

5. Conclusiones

Se puede concluir que la serie de experimentos fue exitosa. Aunque no se cumplió la hipótesis de que el LED es una fuente lambertiana, ninguno de los experimentos quedó inconcluso y se puede concluir que en los tres casos la irradiancia sigue una curva del tipo $I_0 \cos^n(\theta)$. Así mismo, se notó que variación en la dispersión de la luz causa una variación significante, con respecto a el fenómeno cuando la dispersión es constante.