

INTERFRANJA VS ROTACIÓN DE LA FUENTE FILAMENTARIA MONOCROMÁTICA EN UN EXPERIMENTO DE YOUNG

M. E. Manceñido, G. Pozzi, L. Zunino y M. Garavaglia

Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata y Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp. CONICET - CIC)
Casilla de correo 124, Correo Central, 1900 La Plata
e-mail: garavagliam@odin.ciop.unlp.edu.ar

Se realizó una experiencia de Young utilizando una fuente lineal monocromática (línea focal de un haz láser expandido y colimado al atravesar una lente cilíndrica). En la presente comunicación se discute la dependencia de la distancia entre las franjas con la rotación de las ranuras respecto de la fuente.

A Young experiment was performed with a filamentary monochromatic source (focal line of an expanded collimated laser beam passing through a cylindrical lens). In this communication the dependence of the distance between fringes on the rotation of the slits is discussed.

I. INTRODUCCIÓN

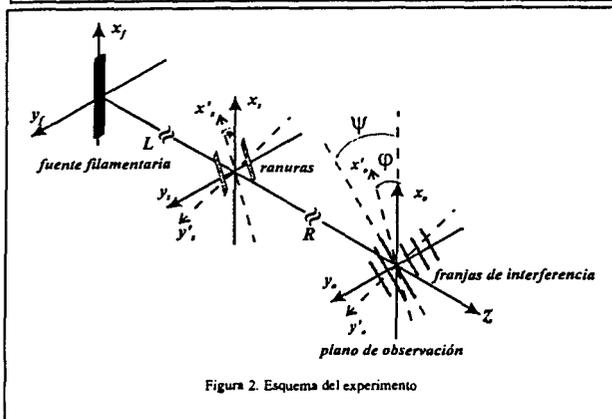
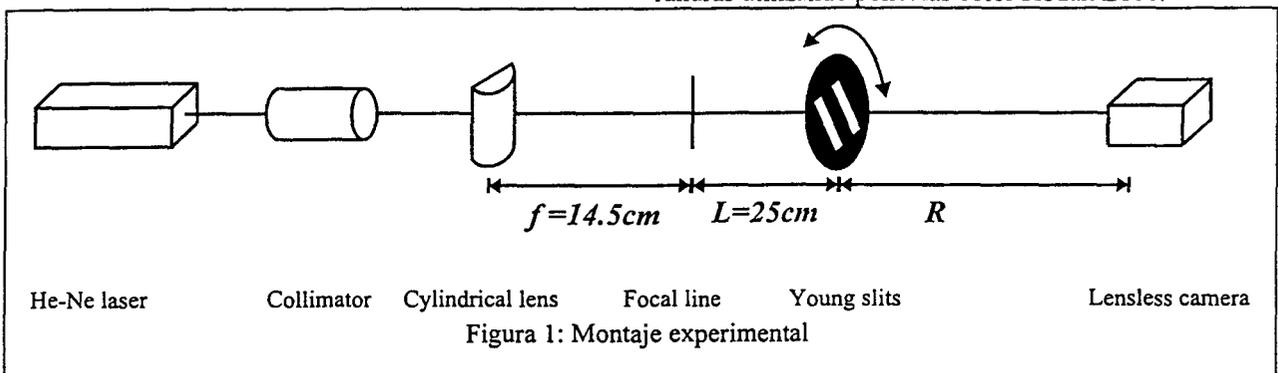
En una comunicación anterior (Experimentos interferenciales de Young empleando una fuente filamentaria monocromática, RNF, San Luis, 1997¹) se describió una experiencia tipo Young utilizando una fuente lineal monocromática y se analizó la rotación de las franjas de interferencia al rotar las ranuras respecto de la fuente. En esta comunicación se extiende el análisis a la separación entre las franjas.

II. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

En la experiencia se utilizaron dos ranuras largas

(22 mm de largo), estrechas (37,5 μm de ancho) y paralelas (237,5 μm de separación), iluminadas por una fuente filamentaria monocromática consistente en la línea focal de una lente cilíndrica iluminada por el haz expandido y colimado, de 50 mm de sección, de un láser rojo de He-Ne (longitud de onda 633 nm). La montura de las ranuras permitía su rotación alrededor del eje óptico, es decir, perpendicularmente a su plano, como se muestra en la figura 1.

Las observaciones, variando φ desde 0° hasta 90° , fueron registradas mediante una cámara sin objetivo ubicada a distintas distancias R del plano de las ranuras utilizando películas color Kodak E100.



III. ANÁLISIS DE LA DISTANCIA ENTRE FRANJAS

La figura 2 muestra un esquema del experimento. La línea focal se encuentra a lo largo del eje x_f , y las ranuras en el plano x_s - y_s , a una distancia L (en la experiencia fija a 25 cm). Las ranuras forman un ángulo φ con la fuente, y se encuentran paralelas al eje x_s' . Las coordenadas del plano de observación, a una distancia R del plano de las ranuras, son x_o - y_o o bien x'_o - y'_o según sean paralelas a la fuente o a las ranuras (fig. 3).

Previamente hemos mostrado¹ que la distribución de intensidad es

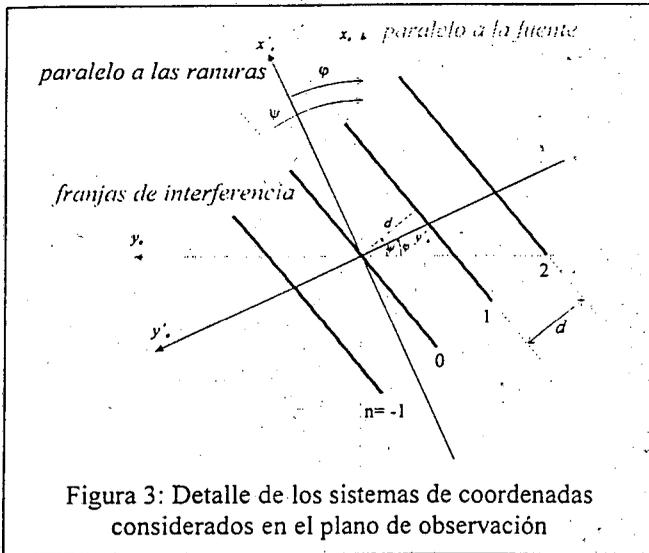


Figura 3: Detalle de los sistemas de coordenadas considerados en el plano de observación

$$A(x'_0, y'_0) = \frac{1}{\sqrt{L/R + \sin^2 \varphi}} \cos \frac{\pi a}{\lambda R} \left[\frac{(\sin \varphi \cos \varphi)}{\sqrt{L/R + \sin^2 \varphi}} x'_0 - y'_0 \right]$$

es decir que hay franjas cuya ecuación es

$$y'_0 = \frac{\sin \varphi \cos \varphi}{L/R + \sin^2 \varphi} x'_0 + n \frac{2\lambda R}{a}$$

o bien, en términos de x_0 e y_0 , queda:

$$y_0 = (1 + R/L) \operatorname{tg} \varphi x_0 + n \frac{2\lambda R (1 + R/L \sin^2 \varphi)}{a \cos \varphi}$$

y que el ángulo ψ que forman las franjas con la fuente se relaciona con el que forman las ranuras con la fuente por: $\operatorname{tg} \psi = (1 + R/L) \operatorname{tg} \varphi$.

Se observa que la franja central cruza el origen de coordenadas, mientras que la primera franja cruza el eje x_0 en

$$y_0 = \frac{2\lambda R (1 + R/L) \sin^2 \varphi}{a \cos \varphi}$$

y el x_0 en

$$y'_0 = \frac{2\lambda R}{a}$$

es decir que en la dirección perpendicular a las ranuras la separación entre las franjas es igual a la distancia entre las mismas en una experiencia de Young normal. Sin embargo, ésta no es la distancia entre las franjas ya que no es perpendicular a las mismas. A partir de la geometría del sistema, como se ve en la figura 3, la distancia es

$$d = \frac{2\lambda R}{a} \cos(\psi - \varphi) = \frac{2\lambda R}{a} \cos(\operatorname{arctg}((1 + R/L) \operatorname{tg} \varphi) - \varphi)$$

Teniendo en cuenta que en nuestra experiencia λ (longitud de onda), a (separación de las ranuras) y L (distancia entre la fuente y las ranuras) estaban fijos, nos encontramos con que la distancia entre las franjas es una función de las dos variables R y φ .

IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se observa que la distancia entre las franjas aumenta linealmente con la distancia al plano de observación sólo si las ranuras son paralelas o perpendiculares a la fuente ($\varphi=0^\circ$ o $\varphi=90^\circ$), siendo una función complicada de R y φ . Para cada distancia R hay un φ que minimiza la distancia entre franjas, el cual se acerca lentamente hacia cero al aumentar R (figura 4).

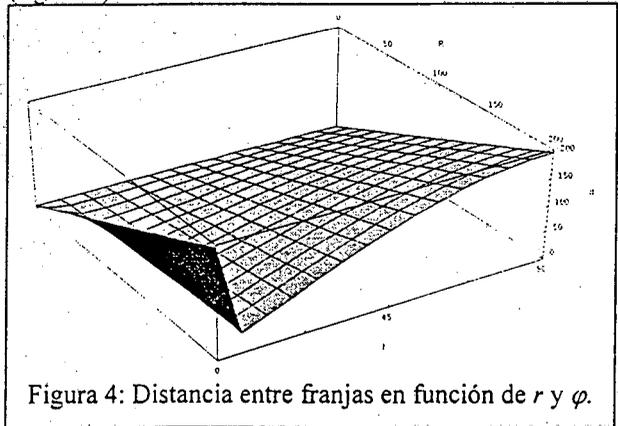


Figura 4: Distancia entre franjas en función de r y φ .

Las imágenes obtenidas fueron publicadas previamente¹, y en ellas se midió la distancia entre franjas. A partir de estas medidas, podemos afirmar que el análisis propuesto no sólo predice admirablemente la rotación de las franjas, sino también la variación de la distancia entre las mismas en función del ángulo de rotación de las ranuras y la distancia de observación, como se observa en la figura 5.

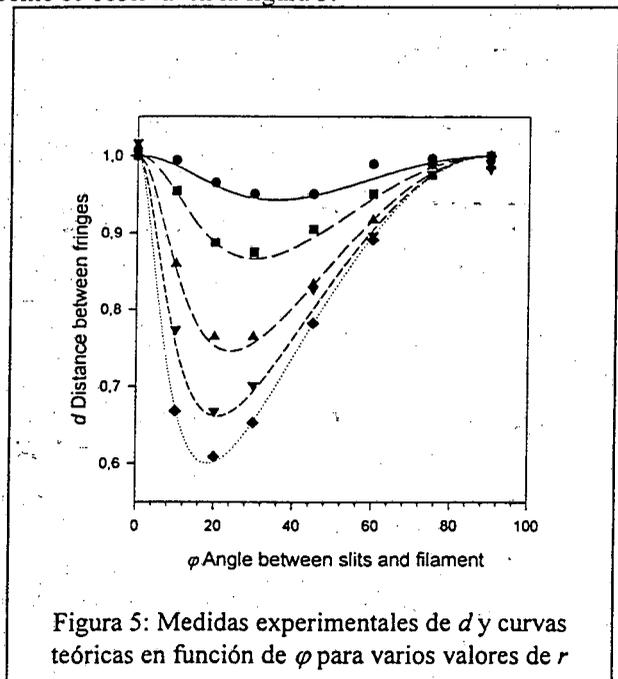


Figura 5: Medidas experimentales de d y curvas teóricas en función de φ para varios valores de r

REFERENCIAS

- ¹ M. E. Manceñido, G. Pozzi, L. Zunino, L. M. Zerbino y M. Garavaglia. 1997 Anales de la 82ª Reunión Nacional de Física, San Luis, 21 al 26 de septiembre de 1997