

LABORATORIO COHERENCIA

1. Separación del Doblete de Sodio

El interferómetro de Michelson puede utilizarse para medir la separación de las dos líneas amarillas del espectro de sodio. Cabe recordar que el mismo está dominado por el *doblete* conocido como líneas D del Sodio constituido por dos líneas muy próximas entre sí de aproximadamente $\lambda_1 = 589,0 \text{ nm}$ y $\lambda_2 = 589,6 \text{ nm}$ (los valores reportados son $\lambda_1 = 588,9950 \text{ nm}$ y $\lambda_2 = 589,5924 \text{ nm}$). Cuando se ilumina el interferómetro con una fuente de vapor de sodio, conforme uno de los espejos se mueve, la visibilidad del patrón de franjas aumenta y disminuye periódicamente (Discuta). Se requiere de un desplazamiento Δd del espejo para generar un ciclo de variación en la visibilidad de las franjas (esto es, por ejemplo, de mínima visibilidad a mínima visibilidad). La separación $\Delta\lambda$ puede determinarse midiendo Δd y utilizando la aproximación $\frac{1}{\lambda^2} = \frac{1}{\lambda_1\lambda_2}$ ya que $\lambda_1 \approx \lambda_2$.

- Encuentre una expresión para $\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2$ en función de Δd y λ .
- Teniendo en cuenta los valores teóricos conocidos para las líneas del doblete ¿Cuánto debería ser el desplazamiento Δd del espejo?

2. Medición de la Longitud de Coherencia de la luz de diferentes fuentes extensas

Un haz de luz parcialmente coherente puede ser modelado como el resultado de oscilaciones amortiguadas en amplitud, siendo la amplitud de tipo $A_i(t) = A_e \exp[-t/2\Delta t_c]$, con Δt_c el tiempo de vida medio del estado excitado de cada átomo (tiempo de coherencia).

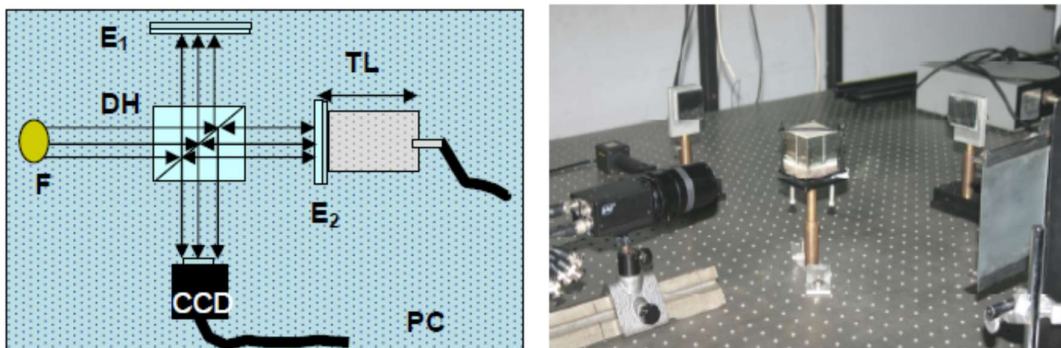
Puede demostrarse [1] que la *función visibilidad* obtenida de un patrón de franjas de la interferencia de dos haces parcialmente coherentes está dada por:

$$V(\Delta s) \propto \exp\left[-\frac{\Delta s}{l_c}\right] \quad (1)$$

Con $l_c = c\Delta t_c$ la longitud de coherencia temporal de la fuente, y Δs la diferencia de camino de una onda respecto de la otra (DCO entre las ondas).

Dentro del marco de una Beca de Estudiantes Avanzados se utilizó este modelo para medir la longitud de coherencia de diferentes líneas espectrales de fuentes de Mercurio, Cadmio y Sodio.

Para ello se montó un interferómetro de Michelson, como el que se muestra en la Figura (izquierda: esquema; derecha: fotografía del montaje experimental).



La luz emitida por una fuente extensa cuasimonocromática F (Na, Cd, o Hg) incide sobre un cubo divisor de haz DH. El haz reflejado, incide sobre el espejo plano de primera superficie E1 y se refleja sobre sí mismo. Análogamente, el haz transmitido (2) se refleja en el espejo E2. Ambos haces se recombinan en

DH e interfieren a su salida. El sensor de la cámara CCD registra la distribución de irradiancia del campo luminoso.

A modo de ejemplo, en la figura se muestra el diagrama de interferencia para el caso de una lámpara de vapor de Mercurio, filtrando la línea verde.

El espejo E_2 se montó en un trasladador lineal TL de precisión $1\mu\text{m}$, cuyo movimiento fue controlado por computadora.

Inicialmente el espejo móvil fue ubicado de modo que contraste del patrón de franjas sea máximo; esto es, visibilidad cercana a 1. Luego, este se desplazó a velocidad constante controlado mediante el desplazador lineal hasta que el contraste (visibilidad) de las franjas se desvaneció. Durante este proceso, se capturaron y almacenaron imágenes del patrón de franjas cada 25 o 50 micrones. Se calculó la visibilidad V para cada uno de los patrones a partir de perfiles sobre la imagen (ver figura).

El procedimiento se repitió para diversas líneas barriendo distintas zonas de las imágenes almacenadas, a los fines de minimizar errores producto de zonas de iluminación de fondo no uniforme, problemas de desenfoque, y posibles ruidos debido a partículas de polvo adheridas a los espejos o al objetivo de la CCD.



Se le proporcionará tres archivos en planilla de cálculo con los datos de visibilidad para:

- la línea verde de mercurio
- la línea roja de una lámpara de cadmio
- el doblete de sodio.

El archivo es una matriz de varias columnas: una con los valores del desplazamiento del espejo E_2 (en micrómetros), las otras tienen valores de visibilidad V para distintas líneas.

Grafique la visibilidad como función de Δs (DCO) y luego ajuste los datos a la exponencial teórica de la ecuación 1, para obtener la longitud de coherencia para cada una de las líneas.