

Trabajo Práctico N° 6

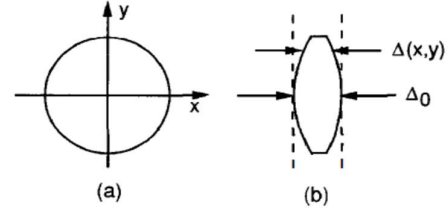
Sistemas Ópticos Coherentes: Lentes y Filtrado espacial

- 1- Supongamos que una lente delgada solamente retarda un frente de onda incidente una cantidad proporcional al espesor de la lente en cada punto. Sea Δ_0 el máximo espesor de una lente delgada, y $\Delta(x, y)$ el espesor en las coordenadas (x, y) ; el retardo total de fase que sufre una onda que la atraviesa se escribe como:

$$\phi(x, y) = kn\Delta(x, y) + k[\Delta_0 - \Delta(x, y)]$$

Con n el índice de refracción de la lente.

Con las consideraciones geométricas que correspondan, y teniendo en cuenta la aproximación paraxial encuentre la expresión la función espesor $\Delta(x, y)$ para un punto genérico (x, y) . Encuentre la expresión que define la distancia focal.

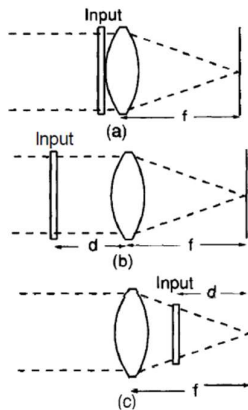
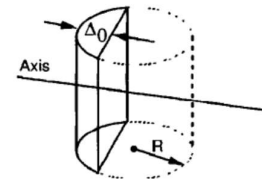


Función espesor: a) Vista Frontal: b) Vista lateral

- 2- Muestre que las longitudes focales para lentes Doble Convexa, Plano Convexa y Menisco Positiva son positivas, mientras que para lentes Doble Cóncava, Plano Cóncava, y Menisco Negativa la distancia focal es negativa.

- 3- Considere una lente delgada como una porción de un cilindro como el mostrado en la figura:

- Encuentre la aproximación paraxial a la transformación de fase introducida por esta lente.
- ¿Cuál es el efecto de esta lente sobre una onda plana que viaja de izquierda a derecha en la dirección del eje óptico?



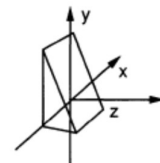
- 4- Una onda plana monocromática

ilumina una lente convergente de distancia focal f . Encuentre el campo complejo en el plano focal posterior de la lente, para los siguientes casos:

- Si se coloca un objeto de transmitancia $t(x, y)$ justo delante de la misma.
- Si el objeto se coloca una distancia d delante de la lente. ¿Qué ocurre cuando $d=f$?
- Si el objeto se coloca detrás de la lente a una distancia d por delante del plano focal posterior.

- 5- Suponga que una onda plana incide normalmente sobre un prisma que defleca la dirección de propagación de la onda un ángulo θ con respecto al eje óptico (eje z) en el plano (y, z) . Dicho prisma puede representarse matemáticamente por la función:

$$t(x, y) = \exp\left[-i \frac{2\pi}{\lambda} \sin(\theta) y\right]$$



Considere una estructura difractante delgada cuya amplitud de transmitancia viene dada por:

$$t_D(x, y) = \exp\left\{-i\pi\left[a^2x^2 + (by + c)^2\right]\right\}$$

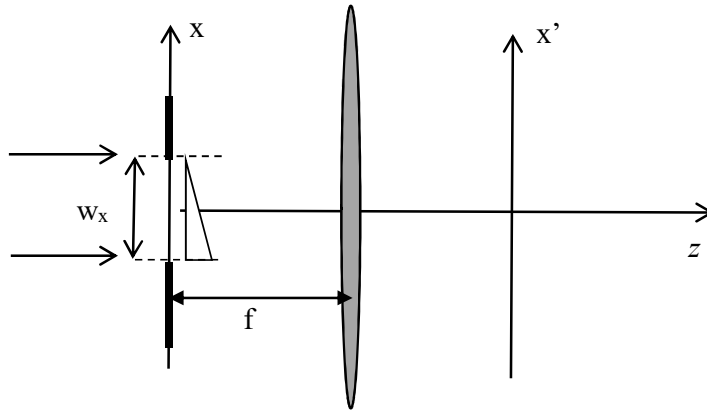
Con a , b y c constantes reales positivas. Se dice que esta estructura puede considerarse como consistente en una secuencia de: una lente esférica, una lente cilíndrica y un prisma, todos en contacto, uno al lado del otro. Describa la combinación de elementos delgados que llevan a esta transmitancia, especificando distancias focales de las lentes y el ángulo de deflexión del prisma en términos de a , b y c y la longitud de onda λ .

6- Una onda plana coherente de longitud de onda λ incide normalmente en una pantalla que contiene

una rendija
"infinitamente" larga de
ancho w_x . La rendija se
encuentra cubierta por un
prisma delgado de vidrio
de índice de refracción n
cuyo espesor $\Delta(x)$
cambia

proporcionalmente con la
distancia a la parte

superior de la rendija, siendo Δ_0 el máximo espesor del prisma.



a) Encuentre la función espesor $\Delta(x)$, en términos de Δ_0 y w_x

b) Encuentre el retardo total de fase $\phi(x)$ que sufre la onda plana en una coordenada arbitraria x cuando pasa por el prisma.

c) Escriba la función de transmitancia $t(x)$ asociada al prisma.

d) Se coloca una lente delgada de distancia focal f a una distancia $z = f$.

Encuentre la distribución de intensidad como función de x' en un plano ubicado a una distancia $z=2f$ detrás de la apertura.

e) Realice un bosquejo de la distribución de intensidad resultante a lo largo del eje x' .

7- Una pantalla difractante tiene una función de transmitancia dada por:

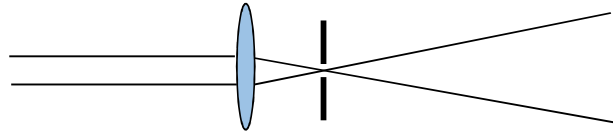
$$t(r) = \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos(\alpha r^2) \right] \text{circ}\left(\frac{r}{l}\right). \text{ Esta es una placa zonal de transmitancia sinusoidal, limitada por}$$

una pupila circular de radio l .

a) Reescriba la amplitud de transmitancia de tal modo que se evidencie que esta placa zonal actúa simultáneamente como dos lentes diferentes: una positiva y una negativa, además de contar con un término continuo que sólo atenúa el frente de onda incidente.

b) Encuentre una expresión para la distancia focal de la placa zonal.

- 8- Una onda plana monocromática ilumina una lente convergente de 5 cm de diámetro y 2 m de distancia focal. Un metro por detrás de la lente y centrada en el eje óptico se ubica un objeto difractante, cuya amplitud de transmitancia es: $t(x_0, y_0) = \frac{1}{2}(1 + \cos 2\pi f_0 x_0) \text{rect}\left(\frac{x_0}{L}\right) \text{rect}\left(\frac{y_0}{L}\right)$.
- Suponiendo $L = 1\text{ cm}$, $\lambda = 633\text{ nm}$ y $f_0 = 100 \frac{\text{ciclos}}{\text{cm}}$, encuentre la distribución de intensidad en el plano focal. Realice un bosquejo de la intensidad para el eje x_f del plano focal.
- 9- Una malla cuadrada de alambre con 50 alambres por cm está colocada sobre el plano objeto del ordenador óptico. Si cada lente tiene una distancia focal de 1.00 m
- ¿Cuál será la longitud de onda de iluminación si los puntos de difracción en el plano de la transformada tienen que estar separados horizontal y verticalmente por una distancia de 2.0 mm ?
 - ¿Cuál será el espaciado en la malla en el plano imagen?
 - Diseñe el filtro que permita que en plano imagen se observen sólo líneas verticales
- 10- La disposición de la figura se usa para convertir un haz láser colimado en una onda esférica. El filtro *pinole*, consistente en un pequeño agujero en una pantalla opaca, elimina los efectos de difracción debidos al polvo y otras partículas en la lente ¿Cómo lo consigue?



- 11- Suponga que tiene una red cosenoidal (una transparencia cuyo perfil de transmisión de amplitud es cosenoidal) con un período espacial de 0.01 mm . La red está iluminada por ondas planas cuasimonocromáticas de $\lambda = 500\text{ nm}$ y se encuentra en plano objeto Σ_o de un ordenador óptico, en el cual las longitudes focales de la lente transformadora L_t y formadora de imagen L_i son respectivamente de 2.0 m y 1.0 m
- Esquematice la configuración óptica del ordenador
 - Explique la figura resultante en el plano de la transformada Σ_t y diseñe un filtro que deje pasar solamente los términos de primer orden.
 - ¿Cómo aparecerá la imagen en el plano imagen Σ_i con el filtro puesto?
 - ¿Cómo podría dejarse pasar sólo el término *cc* (orden cero) y cómo aparecería la imagen?