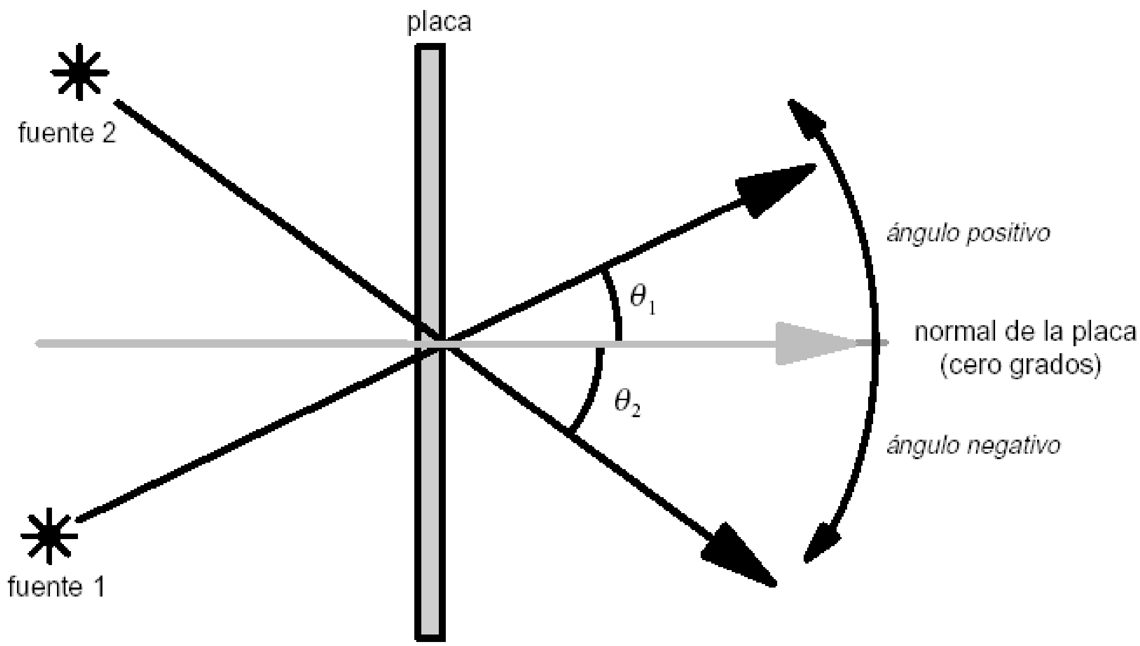
Cálculo de la frecuencia espacial

18 de Septiembre de 1998

Recientemente en clase, presentamos la ecuación para el cálculo la frecuencia espacial local de la imagen de interferencia que forman en un punto en una superficie bidimensional dos rayos de luz que provienen de dos fuentes coherentes entre sí:

$$f = \frac{\operatorname{sen}\theta_1 - \operatorname{sen}\theta_2}{\lambda}$$

En ocasiones, esta ecuación se denomina ecuación de interferencia. En la ecuación, λ es la longitud de onda de la luz de las dos fuentes (generalmente medida en nanómetros). La frecuencia espacial f se mide en ciclos por unidad de longitud (o, de forma equivalente, en pares de líneas por unidad de longitud). Generalmente, cuando se hable de esquemas holográficos de franjas, utilizaremos ciclos por milímetro. Los dos ángulos se miden como se muestra en la siguiente figura:



¿Qué sucede cuando una frecuencia espacial es negativa? Bien, una frecuencia espacial negativa es fundamentalmente lo mismo que una positiva. De hecho, puede considerar que las frecuencias espaciales son únicamente positivas y que la ecuación anterior incluye un signo de valor absoluto. A continuación, mostramos una serie de ejemplos que indican cómo utilizar la ecuación de interferencia.

Ejemplo 1.

P: Utilizando el diagrama anterior, digamos que θ_1 es 30 grados y que θ_2 es –40 grados, ¿cuál es la frecuencia espacial del patrón de franjas resultante, realizado con un láser de He-Ne, en el punto que se muestra en la placa?

R: Rellene directamente la ecuación con ese valor y ajuste las unidades de longitud de onda para proporcionar las unidades de ciclos/mm. deseadas:

$$f = \frac{\text{sen}(30) - \text{sen}(-40)}{633 \times 10^{-6}\,mm} = 1800\ ciclos/mm$$

Ejemplo 2.

P: Dos fuentes de HeNe se encuentran ubicadas a un metro de distancia detrás de una placa (que se halla alineada por el eje como se mostró anteriormente). Una fuente se ubica a 1cm. por encima del eje "z" y la otra a 1 cm. por debajo del eje. Halle la frecuencia espacial

R: En este caso, resulta útil emplear la aproximación del "ángulo pequeño", que afirma que para los ángulos pequeños medidos en radianes, $\theta \approx sen(\theta) \approx tan(\theta)$. Aquí, *tan(θ)* es 0,01 y *sen(–θ) = –sin(θ)*, por lo que tenemos que:

$$f \approx \frac{2 \times 0{,}01}{633 \times 10^{-6}\,mm.} \approx\ 30\ ciclos/mm.$$

Otros consejos

Recuerde que los ángulos se miden siempre respecto a la normal de la placa. Si la placa no está alineada con un eje, debe realizar un "cambio de sistema de coordenadas" y convertir todos los ángulos a un sistema de coordenadas con centro en la placa, en el que la normal de la placa es de 0 grados.

Utilizando exactamente las mismas matemáticas empleadas en los problemas anteriores, puede determinar los ángulos entre las fuentes dada una imagen de interferencia de una frecuencia espacial conocida. El boletín de problemas 1 le pide que realice eso mismo. Dado que el patrón de franjas es grueso (y fácil de medir), cuando las fuentes que lo crean están angularmente cercanas unas de otras (y probablemente son más difíciles de medir), esta técnica puede ser bastante útil como herramienta de medición.