

MAS 450/854: material de prácticas del curso sobre formación de imágenes holográficas

PRÁCTICA 3: ELEMENTOS ÓPTICOS HOLOGRÁFICOS EN LÍNEA

Introducción:

Cuando una red de difracción tiene un surco de espaciado constante, o frecuencia espacial, esta desvía un haz incidente por medio de un ángulo constante, que varía con la longitud de onda de la luz. Si la frecuencia espacial varía suavemente con la posición, el ángulo de desviación también lo hace de la misma forma. Por consiguiente, los rayos que atraviesan diferentes zonas de la red ya no serán paralelos unos con otros, pero pueden ser convergentes entre ellos (se van uniendo), o divergentes (se van separando unos de otros). En el caso de que la variación espacial de la frecuencia espacial sea la correcta, la luz de la red proveniente de todas partes convergirá exactamente en el mismo punto más abajo, de tal forma que la red se comportará como una lente “positiva” perfecta. Por otra parte, puede parecer que los rayos divergen desde un único punto común. También pueden darse los dos casos anteriores al mismo tiempo. Puede darse el caso de que sea posible generar dicho patrón de surcos de forma mecánica después de muchos cálculos, pero es mucho más fácil hacerlo de forma holográfica registrando el patrón de interferencia producido por dos fuentes puntuales a distancias distintas. A menudo, una de estas fuentes es un enfoque puntual producido por una lente, y el holograma resultante imitará algunas de las propiedades de enfoque de esa lente. Esto puede ser considerado un holograma de la propia lente, un tipo de “clon óptico” de la lente original.

En esta práctica, realizará y estudiará un holograma en línea de una lente seleccionada para producir franjas de interferencia que son, en algunos sitios, lo suficientemente gruesas como para ser vistas con un sencillo amplificador, y en otros, lo suficientemente finas como para producir ángulos de difracción. Aunque este puede parecer un tipo de holograma muy sencillo, es también uno de los más sutiles y difíciles de ejecutar a la perfección. En este caso, nuestro enfoque será deliberadamente burdo, pero estos elementos ópticos holográficos contendrán todos los elementos de hologramas de imagen mucho más sofisticados que le seguirán.

Temas experimentales:

1. Encienda el láser de He-Ne, pase el haz a través de un obturador, y desvíe el haz de tal forma que cubra bastante uniformemente la mitad de una placa de 4”x 5” (en el sistema métrico 10,16 x 12,7 cm.) a unos dos metros de distancia. Instale la “split-lens” entre la lente divergente y el soporte de placa de tal forma que la placa quede iluminada por una luz que la atraviese, así como por el haz enfocado que ha divergido. Sitúe la “split-lens” de tal forma que la sombra que proyecta la lente sea aproximadamente del mismo tamaño que la luz que enfoca. Mire desde la posición de la placa hacia el láser (¡por favor, hágalo a través de un filtro oscuro!) y observe que hay DOS fuentes puntuales a diferentes distancias y que la separación angular entre ellas varía según la posición de su ojo (es decir, la posición en la placa).

2. Mida las distancias desde la placa de las “fuentes” D1 y D2. Calcule la frecuencia espacial máxima en el borde del patrón. Mida la intensidad de los dos haces en el plano de exposición. Calcule el ratio de haz, el contraste de franjas y el tiempo de exposición requerido para proporcionar a la placa una “dosis” de exposición de 600 ergios/cm^2 .
 3. Aprenda cómo abrir (y cerrar firmemente) la caja de la placa, ubicar la superficie de emulsión, situar la placa y exponerla durante el tiempo apropiado. Para realizar el revelado, siga este sencillo proceso: revelado en D-19, baño de paro, fijador y lavado en agua. Secar al aire con un enjuague de alcohol para acelerar el proceso.
 4. Compruebe que la densidad total de la placa es de aproximadamente 0,6 ND (comparada con el filtro de densidad estándar en la práctica). Ajuste el tiempo de exposición y vuelva a disparar en el caso de que la placa sea completamente oscura o delgada. Examine la placa seca con un amplificador para localizar el centro del patrón, que está toscamente franjado. Observe el aumento de la frecuencia espacial de franjas a medida que se aproxima al borde.
 5. Examine cómo el holograma en luz de láser de He-Ne diverge de la distancia de la fuente de exposición más alejada (D2). Realice un diagrama y explique las diferentes imágenes que observa. Mida las distancias desde la placa de las imágenes real y virtual de “primer orden”. Desplace el holograma a la mitad y al doble D2 y comente cómo cambian las imágenes difractadas.
 6. Examine el holograma con el láser de He-Ne verde (*Gre-Ne láser*), de nuevo con un haz que diverja de la distancia de la fuente de exposición más alejada (D2). Mida las distancias desde la placa de las imágenes real y virtual de “primer orden”. Describa el procedimiento que ha seguido para determinar la distancia en ambos casos.
 7. Examine el holograma en luz blanca desde una fuente tipo puntual (lámpara de tensor, proyector de diapositivas, luz solar, etc.), realice un diagrama y explique lo que observa.
- Nota: para conservar el tiempo y las placas holográficas (cuestan alrededor de 5 dólares cada una), se espera que muchos estudiantes compartan la misma lente holográfica.