

**MAS 450/954: formación de imágenes holográficas – material de prácticas**  
**PRÁCTICA 9: HOLOGRAMAS DE REFLEXIÓN DE “DENISYUK” DE HAZ ÚNICO**

Introducción:

En esta práctica, producirá un tipo de holograma que proporciona su propio filtro óptico de banda estrecha para limitar el espectro de iluminación a un campo estrecho de longitudes de onda. Aunque los filtros de banda estrecha más conocidos son los filtros de “interferencia” multicapas realizados por finas películas de evaporación secuencial en un sustrato de vidrio (utilizados en el modo de transmisión, como filtros de gelatina de color), es mucho más fácil producir un filtro reflectante de banda estrecha, como un espejo selector de longitudes de onda, por medio de la holografía. De hecho, una exposición holográfica en la que el haz de referencia es incidente en la parte posterior de la placa (es decir, el lado opuesto al objeto), produce de forma automática exactamente dicha estructura multicapas, como señaló en 1962 el físico soviético Yurii N. Denisyuk.

La interferencia entre ondas de ángulos tan diferentes produce franjas *extremadamente* finas, por lo que la estabilidad del soporte de placa requerida es mucho mayor que la de la holografía de transmisión. Además, la placa grabada debe ser capaz de ofrecer una resolución mucho mayor y, a menudo, está mucho más expuesta que en el caso de la holografía de transmisión, por lo que los tiempos de exposición pueden hacerse extremadamente largos. El resultado es un holograma mucho más sensible a las distorsiones de grosor de la emulsión, por lo que, generalmente, se requiere un procesamiento especializado. Los hologramas de reflexión “desperdician” la mayor parte del espectro de iluminación, excepto en la parte estrecha que reflejan, y por ello tienden a ser más tenues que los hologramas de arco iris, por ejemplo. Por consiguiente, son necesarias unas técnicas y un procesamiento especializados para producir hologramas de reflexión realmente brillantes. Varios grupos en la Unión Soviética han refinado estas habilidades a un alto nivel, particularmente en los laboratorios NIKFI en Moscú y en la Universidad Tecnológica (Loughborough) en Inglaterra por Nicholas J. Phillips. Aunque la mayoría de las técnicas avanzadas son patentadas, es posible realizar buenos hologramas de reflexión con productos químicos conocidos.

Los hologramas de haz único, en línea o del tipo “Denisyuk” suponen una geometría muy simple, pero están limitados en el tipo de objetos que funcionan bien y en la iluminación permitida del objeto. La única iluminación del objeto es el haz de referencia residual no absorbido, por lo que no se pueden variar el ratio del haz, la dirección de la iluminación, etc. Los objetos brillantes funcionan mejor y la escena no puede superar la profundidad de la mitad de la longitud de coherencia del láser, aunque la borrosidad espectral durante la visualización a menudo limita la profundidad a mucho menos. A veces, durante la exposición, se pueden “incluir” haces adicionales de iluminación alrededor de la placa y nuestros colegas rusos hacen referencia a “otros muchos trucos” para conseguir sus asombrosos resultados.

Probablemente utilice un sistema único de revelado y de blanqueo especializados para estos hologramas de reflexión, denominado *Pyrochrome*. Para más detalles, consulte el artículo adjunto, *Holosphere* (ejemplar de julio / agosto de 1981).

### Procedimiento experimental:

- 1) Monte un haz divergente largo con el objetivo del microscopio seleccionado para divergir la luz lo menos posible y, aún así, seguir cubriendo la placa. Coloque el láser justo en la superficie de la tabla y, si es posible, ajuste el objetivo directamente a ésta. Monte el soporte de la placa con filtro a aproximadamente un metro de distancia del filtro espacial. Disponga sus objetos detrás del futuro plano de la placa, pero muy cerca de éste.
- 2) Disponga un bloqueo para el haz, para así ocultar la mitad del haz expuesto. Exponga la mitad de la placa a  $400 \text{ ergios/cm}^2$  y la otra mitad a dos disparos, o  $800 \text{ ergios/cm}^2$ , para comenzar la búsqueda de la exposición óptima (es posible que su ayudante técnico le haga otras recomendaciones). Utilice una tarjeta manual como obturador (¡se pretende que esto sea un experimento “minimalista”!).
- 3) Mezcle iguales cantidades de A y B del revelador *Pyrochrome* (o lo que decida utilizar su ayudante técnico) justo antes usarlo. Revele la placa expuesta durante unos 4 minutos. El artículo dice que continúe con el proceso de revelado hasta alcanzar una densidad de 2,5, pero nosotros preferimos variar el tiempo de exposición para la densidad apropiada en el tiempo fijado (normalmente, 4 minutos), y utilizamos una densidad meta menor, quizás de 1,50. Escurra la placa y enjuáguela en un baño de paro, pero **no fije** el holograma. Lave la placa uno o dos minutos más. Blanquee la placa en el blanqueador inverso de bicromato hasta que quede clara, y añada otros 30 segundos más. Lave de nuevo la placa dos o tres minutos más (opcional: enjuague en blanqueador de yodo). Seque como de costumbre con enjuagues de alcohol graduado.
- 4) El holograma seguirá secándose y la emulsión seguirá encogiéndose mucho después de que se seque superficialmente, por lo que es posible que la imagen permanezca en el infrarrojo durante varios minutos. Una vez se haga visible, compruebe la imagen virtual iluminando en la misma dirección del haz de referencia. A continuación, compruebe la imagen real iluminando desde la dirección opuesta. Verifique que la imagen real es de hecho inversa en profundidad o “seudoscópica”. Trate de iluminarla desde diferentes ángulos y observe el efecto del ángulo en el color de la imagen.
- 5) Contracción e hinchazón: una vez que parece que el holograma se ha estabilizado, trate de respirar suavemente del lado de la emulsión, condensando allí una película de vapor de agua. ¿Qué ocurre con la imagen? Trate de calentar ligeramente la placa para secarla más e informe sobre cualquier cambio que se produzca.

