

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
DEPARTAMENTO DE FISICA
LABORATORIO AVANZADO**

GRUPO:

Carolina García	200427015
Juan Andrés León	200317047

Diciembre de 2004

Informe de trabajo: **HOLOGRAFIA**

Introducción

Como parte del curso Laboratorio Avanzado se propuso la elaboración de un holograma a partir de las herramientas disponibles en los laboratorios del Departamento. Las técnicas necesarias para realizar este proyecto son ampliamente difundidas y sorprende que a lo largo de los muchos años de existencia del Departamento de Física se hubiera intentado hacer holografía en tan pocas ocasiones. Indagando entre quienes han tenido algún contacto con este tipo de práctica, encontramos la percepción generalizada, tal vez contradictoria, de que se trata de una experiencia de poca complejidad en lo que se refiere a los conceptos físicos involucrados, pero al mismo tiempo con mínima probabilidad de éxito debido a la multitud de detalles prácticos de difícil control. Adicionalmente había desconocimiento sobre todo lo referido al material de registro (placas holográficas), su adquisición y proceso de revelado.

Teniendo en cuenta lo anterior, el resultado principal de nuestro proyecto consistió en demostrar la posibilidad real de efectuar este tipo de experimentos al haberse logrado la producción de hologramas en el tiempo adjudicado para ello. Adicionalmente queda como legado físico un montaje de demostrada efectividad, y más importante, el conocimiento práctico para su reproducción en muy corto tiempo.

Teniendo en cuenta que los hologramas obtenidos dan cuenta del éxito en el objetivo principal de nuestro trabajo, el propósito de este documento es la preservación de las experiencias que puedan guiar una rápida reproducción de lo realizado.

1. Adquisición de Materiales

Para la elaboración del holograma, rápidamente identificamos que los instrumentos requeridos para el montaje, que se describirán más adelante, estaban presentes en los laboratorios del Departamento. Los únicos elementos faltantes eran los relacionados con

el registro holográfico. Existe un Kit básico de holografía que incluye algunas películas, pero sin información alguna de su composición y por lo tanto de su proceso de revelado. Además, teniendo en cuenta la vida útil de las películas holográficas disponibles en el mercado, había gran probabilidad de que estuvieran vencidas. Por esta razón se tomó la iniciativa de hacer un pedido al exterior para la adquisición de películas holográficas y los materiales químicos específicos para su revelado. Pensando en los precios más bajos, se hizo la solicitud a dos sitios diferentes, lo que de paso sirvió para comparar su confiabilidad en futuras adquisiciones.

Películas Holográficas: Tipo PFG-01, 5x5cm, US\$25, 30 unidades.

Geola Technologies Ltd.

<http://www.geola.com>

Sussex Innovation Centre,
Science Park Square Falmer,
East Sussex BN1 9SB,
United Kingdom

Tel:+44 1273 234 644

Fax:+44 1273 704 477

Material de Revelado: Kit JD-2, US\$17.

Integraf LLC

<http://www.holokits.com>

218 Main Street #674

Kirkland, WA 98033

(650) 351-5003

(847) 234-3756

Han pasado más de tres meses y las películas holográficas no han llegado a pesar de las comunicaciones de disculpa por parte de la empresa de envíos. Por el contrario, el kit de revelado llegó a las dos semanas de haberse solicitado. Para futuras adquisiciones, **NO RECOMENDAMOS LAS COMPRAS EN GEOLA**. Integraf, a pesar de la informalidad de su página web, ha resultado ser confiable y ofrece los mismos productos que la otra compañía a buen precio.

Debido a la falta de tiempo, en nuestro caso no hicimos una nueva solicitud de películas. Una vez llegaron los químicos para el revelado, hicimos pruebas con la película vieja existente en el laboratorio y esta dio resultados satisfactorios como se describe en la siguiente sección.

2. Preparaciones para revelado de las película

Una vez obtenidos los químicos de revelado (Kit JD-2) apropiados para la película FPG-01, tomamos la determinación de probarlos en las películas no identificadas disponibles en el laboratorio. Si estas reaccionaban como se esperaba de la FPG-01 existiría buena probabilidad de que nos fuesen útiles ahorrando recursos y al mismo tiempo dando uso oportuno a material en riesgo de envejecimiento.



Figura 1: Químicos de Revelado

Cabe anotar también que una vez obtenidos los químicos se pudo constatar su disponibilidad en el mercado local a precios muy bajos. El Kit de revelado consta de las sustancias químicas necesarias para formar tres soluciones en agua destilada distintas que se guardan en frascos separados. Siguiendo la notación del Kit, las soluciones se componen de la siguiente manera:

Solución A:

Catecol, 20g/L
Ácido Ascórbico, 10g/L
Sulfito de Sodio, 10g/L
Urea, 75g/L

Solución B:

Carbonato de Sodio Anhídrido, 60g/L

Solución C:

Dicromato de Potasio, 5g/L
Bisulfato de Sodio, 80g/L

Al momento del revelado, se debe mezclar igual cantidad de las soluciones A y B formando el líquido revelador. Esta nueva mezcla tiene una vida útil corta de alrededor de 8 horas. La solución C es el blanqueador. Por separado estas soluciones pueden durar años, y la mezcla C puede incluso reciclarse hasta que pierda totalmente su potencia. Los efectos de estos químicos sobre la película se describen más adelante. Para nuestras prácticas decidimos hacer sólo 500ml de cada una de las soluciones, quedando la mitad de los químicos del Kit en estado puro sólido.



Figura 2: Soluciones Preparadas

3. Prueba de Químicos y Película holográfica.

Teniendo en cuenta que la película es sensible solamente a la luz de laser roja (aprox. 600-650 nm) se envolvió una lámpara pequeña en papel celofán verde. Se comprobó la capacidad del papel de bloquear luz roja haciendo incidir el láser y observando la ausencia de luz roja una vez ha atravesado el papel. Toda manipulación de la película sin revelar debe hacerse con la lámpara verde.



Figura 3: Lámpara Verde

Las películas existentes estaban contenidas en un sobre protector metalizado de aproximadamente 40 cm.x7 cm. De cuatro piezas del tamaño del sobre se hizo un corte transversal para un mejor manejo. De cada uno de los ocho fragmentos resultantes puede cortarse sin problema unas seis películas para ser expuestas, preferiblemente al momento de utilizarse para evitar pérdidas, minimizar la manipulación, y mantener la posibilidad de exposiciones de mayor tamaño. La película sin procesar es transparente con ligero tono verde claro.



Figura 4: Sobre Protector

Para comprobar que la película reaccionaba correctamente ante los químicos reveladores, se hicieron dos revelados. Uno sin exponer bajo la luz verde, y el otro en luz natural por lo que estaría completamente velado.

A continuación se muestran imágenes de lo que ocurre en el proceso de revelado. Por la bibliografía y teniendo en cuenta que logramos obtener hologramas de esta película, el comportamiento observado es el que debe presentarse.

a) Inmersión en Revelador

El líquido revelador debe ennegrecer la película, como se aprecia en la figura, para lo cual se debe mantenerla sumergida alrededor de 2 minutos.



Figura 5

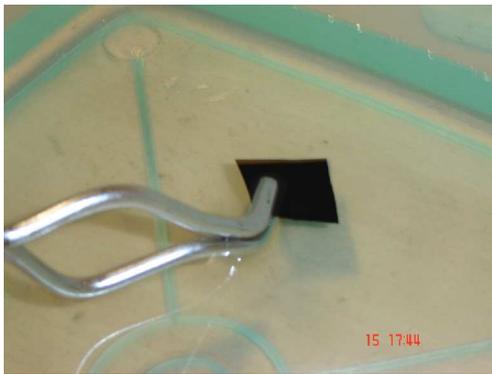


Figura 6

b) Lavado

Ya que la reacción entre las soluciones Reveladora y Blanqueadora es violenta, se debe hacer una transición con agua corriente. Se enjuaga la película sin restregar durante unos 3 minutos.

c) Inmersión en el Blanqueador

El líquido Blanqueador debe aclarar nuevamente la película, para lo cual debe sumergirse alrededor de 2 minutos. La figura muestra el cambio de color.



Figura 7

d) Lavado

Finalmente se enjuaga en agua corriente, por otros 3 minutos. La idea es que no queden residuos peligrosos ni el característico color amarillo del blanqueador.

La película ya procesada es transparente con leve tono amarillento. Si está totalmente

velada, el color es uniforme. Cuando hay un holograma correctamente registrado se aprecia una capa de material difractivo. Observando a través de esta capa es que puede verse la imagen.

Adicionalmente, notamos que para una mejor manipulación de las películas durante el revelado se recomienda el uso de guantes de cirugía en vez de pinzas pues en la oscuridad el tacto es preferible para constatar la localización de las películas dentro de los recipientes.

4. Montaje

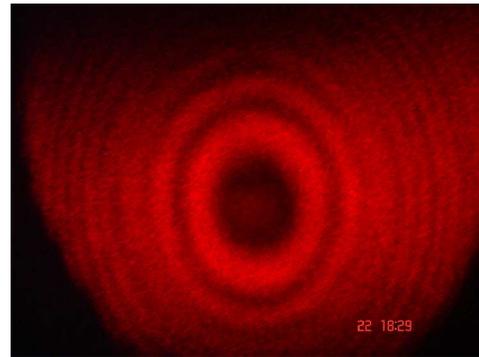
Las vibraciones durante la exposición de la película son universalmente consideradas como el principal problema a tener en cuenta al momento de hacer el montaje. Basta que la película se desplace fracciones de micrómetro para que la imagen se pierda. Por esta razón se elaboró una plataforma de trabajo aislada de los movimientos del piso como se observa en las figuras. Sobre una cama de espuma se colocó una bandeja con unos 40kg de arena, conocido método de los aficionados a la holografía.



La espuma es buen aislante de las vibraciones de baja frecuencia mientras que la arena bloquea bastante bien las vibraciones de alta frecuencia. Para comprobar la eficacia de estos amortiguadores, se montó un interferómetro de Michelson (forrado en plástico para evitar daños por causa de granos de arena). Se observó el patrón de interferencia notando la ausencia de variaciones aún al golpearse el piso. En todo caso, sí hay cambios en el patrón si se crean corrientes de aire sobre el interferómetro, por lo que es conveniente no

estar presente en el cuarto al momento de exponer las películas holográficas.

Para hacer esto posible, se elaboró un dispositivo obturador a distancia que consiste en una varilla que cuelga verticalmente hasta pasar justo al lado de la boca del láser. Un cilindro hueco de caucho con diámetro interno similar al de la varilla está encarrilado en ésta. Suspendido por una cuerda de manera que bloquee el haz del láser a menos que se hale la cuerda. Esta cuerda se extiende por unos diez metros para minimizar efectos de estar presentes en la zona en que se toma el holograma.



5. Pruebas Hologramas de Reflexión

El tipo de holograma más sencillo en cuanto al montaje necesario es el llamado de reflexión. Consiste simplemente en hacer incidir un haz laser disperso con lente divergente a través de una película holográfica para iluminar un objeto inmediatamente detrás de esta. La luz incidente del láser cumple el papel de haz de referencia, mientras



que aquella que rebota en el objeto y vuelve a la película lleva la información de la imagen a holografíar. La película registra el patrón de interferencia de ambos haces. Otra ventaja del holograma reflectivo es que puede verse utilizando luz ordinaria.

El primer día dedicado a exposiciones se hicieron cuatro pruebas de a distintos tiempos dentro del orden de magnitud indicado en la bibliografía: decenas de segundos. Desafortunadamente, en ninguna de ellas se vio imagen, apreciándose en todas ellas una mancha amarilla sin capa difractiva justo en el lugar que incidía el haz láser. La hipótesis más fuerte sobre lo sucedido es que se trata de una película significativamente más sensible que la que pensaba adquirirse y la zona amarilla es película sobreexpuesta.

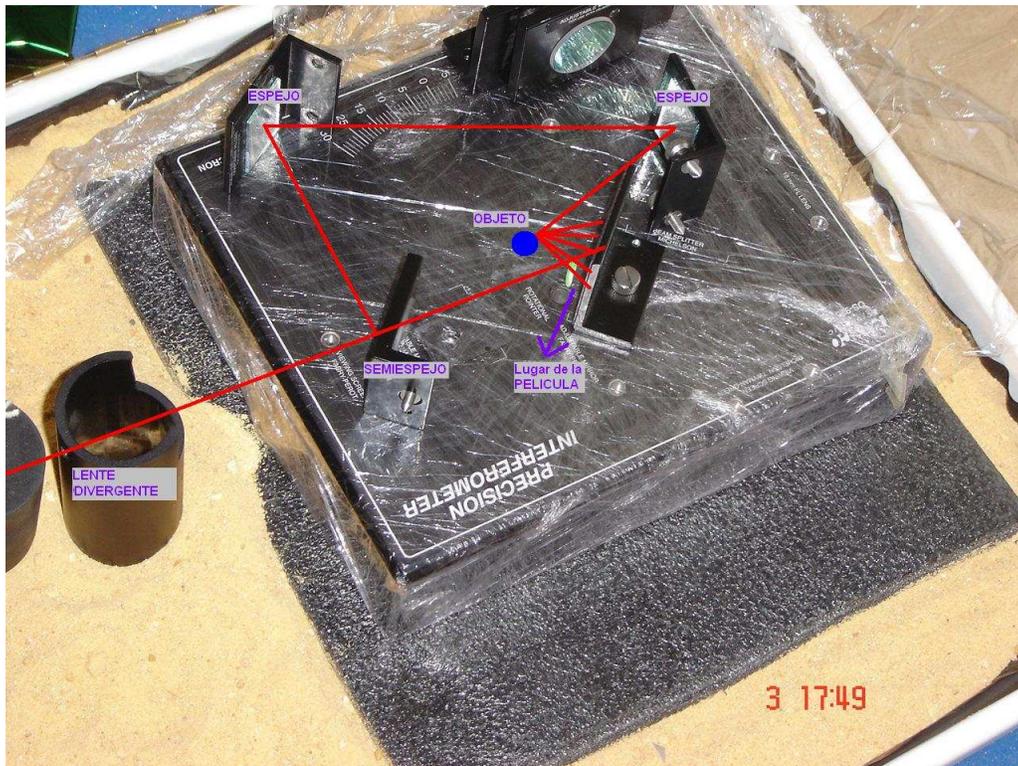
El segundo día de pruebas se expusieron dos películas adicionales con igual resultado. Se decidió no intentar por el momento más los hologramas de reflexión pues aún si estuvieran correctamente expuestos, su observación requeriría bastante destreza pues sólo apreciar la capa difractiva lleva trabajo, dificultando la determinación del éxito del experimento. Sin embargo, se continuó en todos los intentos utilizando tiempo de alrededor de 5 segundos.

6. Hologramas de Refracción



Este es tipo más conocido de hologramas, y como pudimos constatar, el más confiable. Su principal desventaja es que debe observarse utilizando una fuente de luz láser, preferiblemente de igual longitud de onda al haz con que se realizó la exposición. Además requiere de un montaje significativamente más elaborado que el reflectivo.

En este caso, luego de pasar el haz láser por el lente divergente, debe dividirse en dos partes con ayuda de un semiespejo. Uno de los haces incide directamente en la película (haz de referencia) mientras que el otro debe iluminar primero el objeto a holografear para luego incidir sobre la película del mismo lado que el haz de referencia. Para lograr esto es imprescindible el uso de múltiples espejos, que introducen posibilidades adicionales de error. Nuevamente, la película captura el patrón de interferencia de los dos haces, pero esta vez incidentes desde un mismo lado.



Desde el primer intento, con un dado, se obtuvieron resultados positivos. Las imágenes producidas se aprecian sin problema al incidir luz láser en ángulos de incidencia cercanos al del haz de referencia original. Pudo constatarse un problema de calidad debido a la forma y color de los objetos. Figuras de ángulos bien definidos y alto contraste son fácilmente discernibles, mientras que aquellas figuras de suave curvatura y color uniforme registran con forma casi indistinguible.

Se corroboró adicionalmente el problema que venía presentándose con los hologramas de reflexión debido a la sobreexposición. Precisamente en aquellos lugares de la película donde incidía fuertemente el haz de referencia no se observa el holograma. Es en lugares donde incidía con menor potencia, en la periferia, que registró bien la película.

7. Oportunidades Abiertas

Una vez corroborado que la película y el montaje funcionan, se abren múltiples oportunidades de trabajo en holografía para desarrollar en los próximos meses. El único

problema actual tiene que ver con la sensibilidad de la película, que obliga a desviar el haz de referencia para evitar sobreexposición, pero por una parte, las películas actuales se agotarán y las nuevas tendrán un comportamiento más estandarizado, y por otra en todo caso se puede afinar los correctivos que se están dando a ese problema.

Una de las posibilidades más interesantes es el uso de láseres menos costosos tipo “pointer”, y de diversos colores. Otro paso obligado es la fabricación de hologramas de mayor tamaño, y retomar los de tipo reflexión. También hay espacio para implementar métodos para que objetos que registran mal puedan ser holografiados.

8. Referencias

Información sobre como hacer hologramas es muy abundante en Internet, pero los montajes son básicamente los mismos. Una buena fuente es la página del proveedor Integraf: <http://www.holokits.com>.