

MEDICIÓN DE LA DEFORMACIÓN DE UNA BARRA METALICA  
POR MEDIO DE LA HOLOGRAFÍA INTERFEROMÉTRICA

J.A.E.Calatroni, J.J.Lunazzi, H.J.Rabal, M.J.Garavaglia

Dpto. de Física, Fac. de Ciencias Exactas, Universidad  
Nacional de La Plata, C.C. 67 La Plata.

Una barra metálica sostenida por uno de sus extremos es sometida primeramente a la acción de su propio peso, y luego a la de una sobrecarga; en ambos casos se realiza una toma holográfica de modo que ambas tomas se superponen sobre una misma placa.

La reconstrucción de este holograma de doble exposición crea figuras de interferencia que corresponden a la diferencia entre ambas posiciones de la barra. Se logra de este modo medir con precisión interferométrica la deformación de una barra metálica cualquiera, aunque esta no haya sido preparada ópticamente como lo sería en el caso de una medición interferométrica común.

Este estudio se completó con el procedimiento que consiste en superponer la reconstrucción holográfica con la imagen directa de la barra. De este modo la interferencia es vista en el mismo instante que se produce, y este procedimiento simultáneo permite además observar los efectos de una variación continua de la deformación de la barra.



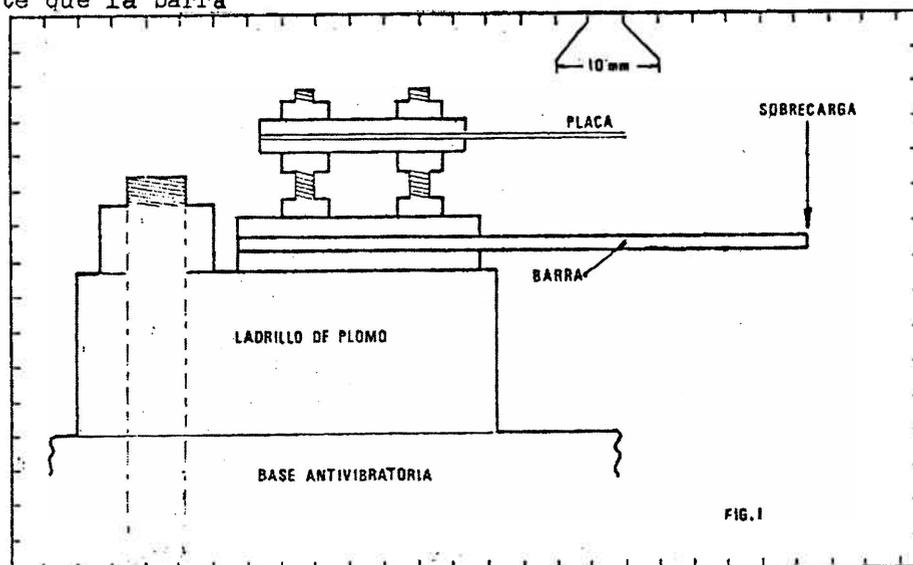
Con el objeto de aplicar las técnicas de la holografía interferométrica al estudio de la deformación de un modelo mecánico se utilizó una barra metálica de 193 x 21,5 x 4 mm<sup>3</sup> sometida a esfuerzos de flexión.

La deformación se realizó aplicando a un extremo de la misma una sobrecarga de 330 grs. El otro extremo fue amordazado en una morsa y se realizaron hologramas interferométricos por doble exposición en la zona de sujeción de la barra. Esta técnica requiere la superposición de dos tomas holográficas en una misma placa: una de ellas correspondiente al modelo sin sobrecarga y la otra al modelo deformado por la sobrecarga.

Es así como en el proceso de reconstrucción holográfica se obtienen dos imágenes muy similares pues la deformación es de unos pocos micrones; estas imágenes corresponden a frentes de onda coherentes porque han sido reconstruidos con el mismo haz de luz láser y es por esto que se produce interferencia entre ambas de manera tal que la imagen del objeto se ve cubierta con un sistema de franjas de interferencia característico de la deformación que ha tenido lugar.

De la observación de estos hologramas se concluyó inmediatamente que el soporte requería condiciones de mayor rigidez puesto que las franjas de interferencia se extendían sobre él, por lo que se diseñó el dispositivo dibujado en la fig. 1; este fue sujetado firmemente a una base de cemento que descansa sobre terreno firme a 3 m de profundidad (se trata de una base ubicada en un subsuelo y aislada en sus contornos del resto del edificio)

Fué necesario, para lograr condiciones extremas de estatismo, construir un portaplaca que pudiera sujetarse en el mismo soporte que la barra



Con el soporte indicado se obtuvieron hologramas como los esquematizados en las fig. 2 y 3; para ello se utilizó un láser de He-Ne de 2 mW (con esta potencia pudimos realizar hologramas de dimensiones no mayores que las indicadas en las figuras).

En estos hologramas la presencia de franjas oscuras de interferencia señala puntos cuyo desplazamiento, relativo al de la franja oscura adyacente, ha sido de aproximadamente media longitud de onda. El valor exacto de este desplazamiento depende en cada caso de la posición que tuvieron el láser, la barra, la placa (al realizar la toma) y además, el punto de observación en la reconstrucción, pero siempre es del orden de  $\lambda/2$ . En el holograma correspondiente a la fig. 2 la concentración de franjas aumentaba hacia la derecha, donde estaba centrada la sobrecarga, debido a que en esa región la deformación era mayor. Además, se observaron unas pocas franjas en la región amordazada lo que constituye una prueba de lo dificultoso que es aproximarse a condiciones de rigidez que impliquen desplazamientos menores que  $\lambda/2$  ( $0,3 \mu\text{m}$  para un láser de He-Ne) en sujetaciones como la empleada.

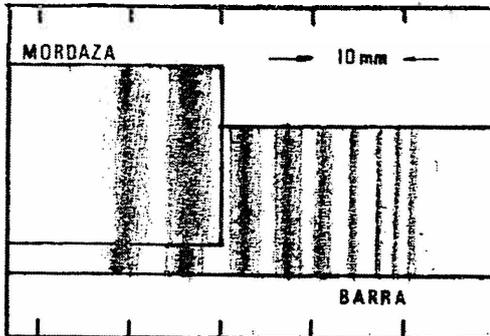


FIG. 2

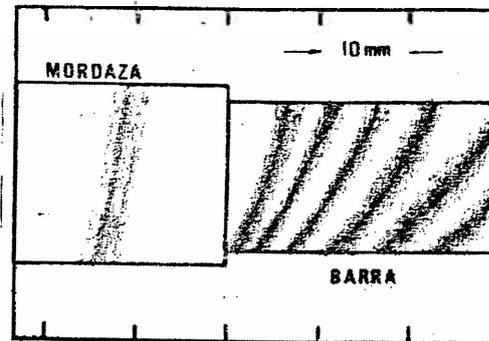


FIG. 3

El holograma de la figura 3 fué obtenido cuando la sobrecarga se aplicó levemente desplazada hacia el extremo inferior derecho de la barra y esto produjo la inclinación de las franjas.

A fin de poder hacer este estudio contando con la posibilidad de variar de manera continua la deformación de la barra empleamos la técnica denominada holointerferometría simultánea ("real-time"). Esto consistió en realizar una única toma de la barra sin sobrecarga, la que sirve como toma patrón. La placa es revelada en el lugar de la toma y al reconstruir el holograma se produce interferencia entre la imagen reconstruida por el holograma y la imagen directa de la barra.

Podemos entonces deformar al objeto y ver las franjas interferenciales en el mismo instante en que la deformación es producida; se observan algunas franjas de interferencia residuales que se deben a que el holograma patrón reconstruye una imagen levemente diferente a la del objeto, debido principalmente a efectos de encogimiento de la emulsión fotográfica durante el revelado y a variaciones térmicas; en nuestro caso, habiendo tomado las precauciones debidas, el número de franjas residuales fue pequeño frente al número de franjas útiles.

Los hologramas que se obtuvieron con estas técnicas fueron similares a los obtenidos por medio de la doble exposición. Naturalmente, tienen la ventaja de permitir observar diferentes deformaciones en la muestra con un único holograma; sin embargo son de realización dificultosa.

Concluimos así que las técnicas expuestas son de real importancia por cuanto permiten mediciones no destructivas con precisiones interferométricas de modelos cuyo tamaño está limitado por la potencia del láser empleado. Pensamos continuar estos estudios con el objeto de sistematizarlos a fin de emplearlos en experiencias que no sean exclusivamente las del laboratorio y puedan ser aplicadas a la tecnología.-