

**XXV REUNIÓN BIENAL  
REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA  
DE FÍSICA**

**Santiago de Compostela**

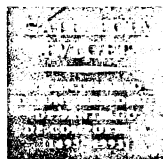
**18 - 23 septiembre 1995**

**RESÚMENES  
DE LAS  
COMUNICACIONES**

**EDITORES**

**Ramón Bravo Quintas**

**Josefa Salgado Carballo**



**UNIVERSIDADE DE  
SANTIAGO DE COMPOSTELA**

## LIMITES DEBIDOS A LAS NO LINEALIDADES DEL MATERIAL DE REGISTRO EN LA RECONSTRUCCION HOLOGRAFICA DE MICROESTRUCTURAS BINARIAS

I. Bányász<sup>1</sup>, A. Beléndez<sup>2</sup>, A. Fimia<sup>3</sup> y L. Carretero<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institute of Isotopes, Budapest, POB 77, H-1525 Hungría

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería de Sistemas y Comunicaciones  
Universidad de Alicante, Apdo. 99, 03080 Alicante

<sup>3</sup> Laboratorio de Óptica, Departamento Interuniversitario de Óptica  
Universidad de Alicante, Apdo. 99, 03080 Alicante

Las características no lineales de los materiales de registro holográficos pueden influir sustancialmente en la imagen reconstruida, especialmente en elementos ópticos holográficos. La mayoría de los trabajos sobre el registro holográfico no lineal se ha basado en el uso de curvas de transmitancia ( $t$ ) de amplitud frente a la curva de exposición ( $E$ ) del material de registro. Sin embargo, la curva  $t$ - $E$  sólo se puede aplicar a hologramas de absorción planos. En lugar de la curva  $t$ - $E$ , recientemente se han utilizado las curvas  $\sigma(E_0, V)$  del material para la evaluación de los efectos del registro no-lineal en la imagen holográfica reconstruida, donde  $\sigma$  es la raíz cuadrada del rendimiento en difracción de un holograma registrado con ondas planas a una exposición promedio  $E_0$  y con una visibilidad  $V$ . Este método se ha aplicado recientemente para predecir el efecto de los diferentes reveladores en la calidad de la imagen holográfica reconstruida [1].

Se observó [2] que se puede ajustar la siguiente función analítica a las curvas experimentales de  $\sigma(E_0, V)$ :

$$\sigma(E_0, V) = f(E_0) [1 - \exp(-V)] \exp\{-[V - V_0(E_0)]^2/w^2(E_0)\}$$

donde  $E_0$  es la exposición promedio,  $V$  es la visibilidad de las franjas de interferencia y  $f(E_0)$ ,  $V_0(E_0)$  y  $w(E_0)$  son parámetros definidos en la referencia [2].

Para investigar los efectos del registro no lineal del holograma se ha utilizado como objeto de prueba un test de Ronchi de cinco elementos. Usando el método descrito en la referencia [2] se calcularon las imágenes de tales objetos de prueba con diferentes anchuras de línea correspondientes a hologramas registrados con varias geometrías y medios de registro. La longitud del holograma unidimensional era de 84  $\mu\text{m}$ . El objeto estaba centrado en la normal del holograma. La distancia entre el objeto y el centro del holograma era de 32 mm, lo que hacía que la apertura numérica del holograma fuera 0.795. Tanto la longitud de onda de registro como la de reconstrucción era 632.8 nm.

Para analizar la calidad de la imagen reconstruida del test de Ronchi se hizo uso de las siguientes cantidades: Contraste de la imagen, intensidad o brillo total y fluctuación de la imagen reconstruida. Aunque estas tres cantidades no se pueden optimizar simultáneamente, es posible obtener una buena calidad de imagen minimizando la fluctuación de la imagen reconstruida. Por otra parte, los valores óptimos de estos parámetros dependen en gran medida del procesado del holograma.

El contraste de la imagen,  $C$ , se define mediante la ecuación:

$$C = \frac{I_{tr}}{I_{op}}$$

donde  $I_{tr}$  es la integral de la intensidad reconstruida sobre las líneas transparentes del objeto e  $I_{op}$  sobre las opacas.

La fluctuación  $\Delta$  de la imagen reconstruida se obtiene haciendo uso de la expresión:

$$\Delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_i - I_{av})^2}{n-1}}$$

donde  $I_i$  es la intensidad reconstruida sobre la línea  $i$ -ésima transparente del objeto,  $n$  es el número de líneas transparentes del objeto e  $I_{av}$  es el valor promedio de los valores de  $I_i$ .

El estudio teórico se comparó con los resultados experimentales medidos con un scanner fotoeléctrico microscópico en una serie de experimentos anteriores, comprobándose que existe un ajuste muy bueno entre ambos resultados pudiéndose atribuir las discrepancias entre los mismos a los errores de fase producidos por las irregularidades del sustrato de vidrio.

En resumen, se ha propuesto un método que permite evaluar las imágenes reconstruidas de hologramas registrados en medios no lineales incorporando las características holográficas no lineales del material de registro en un modelo holográfico. Este estudio muestra que es posible optimizar los parámetros del registro holográfico (exposición promedio y relación de haces) de objetos de microlíneas no difusas. Esperamos que este método pueda usarse con éxito en el diseño y copia de elementos ópticos holográficos así como ampliarlo al caso de hologramas de fase en los que las no linealidades juegan un papel importante.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] I. Bányász, A. Fimia, A. Beléndez y L. Carretero, *Opt. Commun.*, 111, 225 (1994).
- [2] I. Bányász, *Opt. Lett.*, 18, 658 (1993).