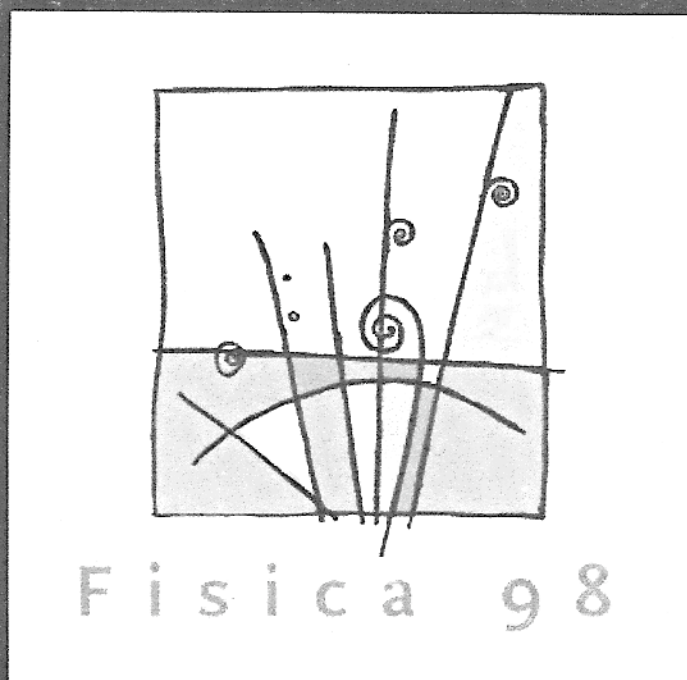


FÍSICA 98

11.ª Conferência Nacional de Física

8.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física



7 a 10 de Setembro de 1998

FORUM DA MAIA

Sociedade Portuguesa de Física

Delegação Regional Norte

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUBSTRATO DE VIDRIO DE PLACAS FOTOGRAFICAS UTILIZADAS EN HOLOGRAFÍA

C. Neipp y A. Beléndez

*Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal. Universidad de Alicante
Apartado 99. E-03080 Alicante (España)*

I. Pascual

*Departamento Interuniversitario de Óptica. Universidad de Alicante
Apartado 99. E-03080 Alicante (España)*

En la obtención de las propiedades de una red de difracción holográfica de volumen, como los rendimientos intrínsecos de los haces difractado y transmitido, el coeficiente de absorción o la modulación de índice en el caso de redes de fase, es necesario tener información no sólo sobre las características del material de registro (índice de refracción y espesor), sino también del substrato sobre el que viene depositado este material. Si el material de registro holográfico es una emulsión fotográfica, el substrato normalmente suele ser una lámina planoparalela de vidrio. Cuando se mide en aire el rendimiento en difracción o la transmitancia del orden cero es necesario corregir estos valores para tener en cuenta las pérdidas de intensidad que tienen lugar en las distintas superficies de separación de los componentes que forman la placa holográfica: aire-emulsión, emulsión-vidrio y vidrio-aire. Esta corrección se lleva a cabo haciendo uso de las fórmulas de Fresnel, para lo cual es necesario conocer el estado de polarización del haz de luz monocromático utilizado en la reconstrucción así como los índices de refracción de la emulsión y del soporte de vidrio. Para una medida más exacta y sobre todo para obtener el valor de la intensidad de luz absorbida por la emulsión, también es necesario evaluar la absorción del substrato de vidrio. En esta comunicación se muestra un método sencillo para evaluar las características del substrato de vidrio de emulsiones fotográficas a partir de los datos de reflectancia y transmitancia de láminas de vidrio.

La determinación del índice de refracción se lleva a cabo a partir de los valores medidos de la reflectancia R . El dispositivo experimental está formado por una peana giratoria con una sensibilidad de 0.001° , controlada por ordenador, sobre la cual se sitúa la lámina planoparalela de vidrio. Esta lámina se ilumina con un haz de luz colimado proveniente de un láser de He-Ne polarizado perpendicularmente al plano de incidencia. Mediante el dispositivo de rotación motorizado se varía el ángulo de incidencia, θ , y con ayuda de un medidor de potencia óptica se determina la reflectancia R para cada valor de θ . Para simplificar la ecuación de R y hacerla operativa no debe existir luz reflejada por la segunda superficie (reflexión vidrio-aire) que interfiera con la luz reflejada por la primera superficie de la lámina (reflexión aire-vidrio). Para ello es necesario que no exista luz reflejada en la segunda superficie. Una forma sencilla, de fácil aplicación y con resultados óptimos para evitar esta luz reflejada consiste en colocar una cinta negra de PVC en la segunda cara de la lámina [1]. Esta cinta evita que exista luz reflejada y hace que toda la luz sea transmitida y absorbida. Utilizando la ecuación de Fresnel para la reflectancia R para luz polarizada perpendicularmente al plano de incidencia [2] reordenando es posible obtener una ecuación de la forma:

$$\frac{1 - \sqrt{R}}{1 + \sqrt{R}} - 1 = (n^2 - 1) \frac{1}{\cos^2 \theta} \quad (1)$$

Ajustando por mínimos cuadrados los resultados experimentales de $\{[(1+R^{1/2})/(1-R^{1/2})] - 1\}$ frente a $1/\cos^2\theta$, se puede obtener el valor de n .

Para comprobar el procedimiento se utilizó el soporte de vidrio de una placa fotográfica BB-640. La Figura 1 muestra los resultados experimentales obtenidos tanto para la lámina de vidrio sin cinta negra de PVC como con cinta. Puede comprobarse como el método utilizado para evitar que exista luz reflejada en la segunda superficie da buenos resultados. En esta figura la línea continua corresponde a la curva teórica que se obtiene aplicando la ecuación de Fresnel correspondiente para un índice de refracción de la lámina $n = 1.527 \pm 0.003$, cuyo valor se obtuvo del ajuste de los datos experimentales.

Para evaluar la absorción debida al substrato de vidrio se considera un dispositivo experimental idéntico al utilizado en la determinación del índice de refracción, pero ahora lo que se mide es la transmitancia, T , en función del ángulo de incidencia θ . En este caso la transmitancia es la correspondiente a una lámina de vidrio en la que existen interferencias múltiples producidas en las dos caras de la lámina [3], es decir, en las superficies de separación aire-vidrio y vidrio-aire, considerando que la lámina tiene un coeficiente de absorción no nulo. La transmitancia T es una función oscilante cuyos valores están contenidos en una banda entre un valor máximo, T_M y otro mínimo T_m . Ajustando mediante mínimos cuadrados el valor medio $T_{med} = (T_M + T_m)/2$ de esta banda a los datos experimentales, y puesto que estos últimos tienen un comportamiento oscilante respecto al valor medio, es posible obtener un valor aceptable para el producto αd , donde α es coeficiente de absorción del vidrio y d su espesor. En la Figura 2 se muestran los resultados experimentales obtenidos para la transmitancia también de la lámina de vidrio soporte de la emulsión BB-640. La línea continua de la Figura 2 corresponde a la curva teórica de T_{med} que se obtiene tomando el valor $\alpha d = 0.027$ calculado previamente del ajuste de los datos experimentales.

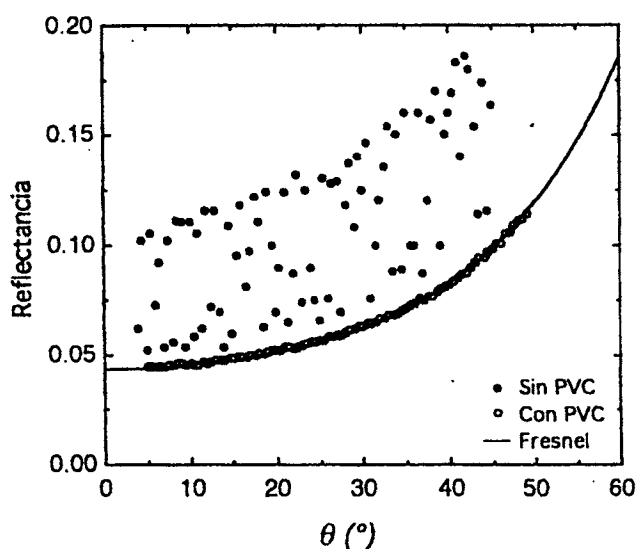


Figura 1

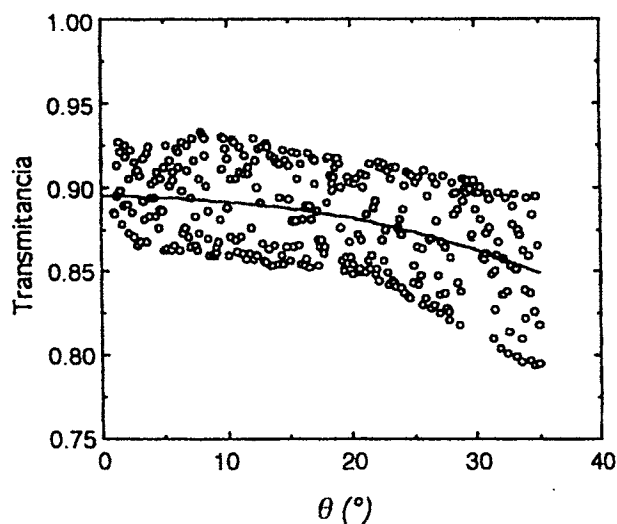


Figura 2

Referencias

- [1] O. D. D. Soares, *American Journal of Physics*, Vol. 48, 409-410 (1980).
- [2] M. Born y E. Wolf, *Principles of Optics* (Pergamon Press, Oxford, 1987), pp. 40-41.
- [3] B. E. A. Saleh y M. C. Teich, *Fundamental of Photonics* (John Wiley & Sons, Inc., New York, 1991), pp. 70-72.