



**XXVIII
REUNIÓN
BIENAL DE LA
REAL SOCIEDAD
ESPAÑOLA DE FÍSICA**

**Y 11º ENCUENTRO IBÉRICO PARA
LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA**

SEVILLA, 24 al 27 de Septiembre de 2001

**RESÚMENES DE LAS
COMUNICACIONES**

Volumen I

Editores: V. Franco, A. Conde, R. Márquez
Depto. Física de la Materia Condensada
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Edita: Real Sociedad Española de Física

ISBN: 84-932150-0-7 (Obra completa)

84-932150-1-5 (Volumen I)

Depósito Legal: 3.566.901 (Obra completa)

3.567.001 (Volumen I)

Estudio y caracterización de redes holográficas mixtas fase-amplitud registradas en emulsiones fotográficas blanqueadas

C. Neipp¹, I. Pascual² y A. Beléndez¹

¹Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal. Universidad de Alicante. Apartado 99. 03080 Alicante

²Departamento Interuniversitario de Óptica. Universidad de Alicante. Apartado 99. 03080 Alicante

Son distintas las teorías que han tratado el fenómeno de propagación de la luz en el interior de un holograma¹. La Teoría de Ondas Acopladas de Kogelnik² posee la ventaja con respecto a otras teorías en que en base a hipótesis sencillas y fácilmente comprensibles predice con bastante exactitud un gran número de situaciones reales. Además permite la obtención de soluciones analíticas, lo que a su vez posibilita la observación directa de las características del rendimiento en difracción en función de distintos parámetros. La teoría de Kogelnik se puede aplicar a hologramas de volumen. Un holograma se puede considerar de volumen si el espesor del medio de registro es del mismo orden que el espaciado entre las franjas de interferencia almacenadas en el holograma. La distinción entre hologramas de volumen y hologramas delgados se puede realizar atendiendo a un factor adimensional, Q , definido a través de la relación:

$$Q = \frac{2\pi\lambda d}{n\Lambda^2}$$

donde λ es la longitud de onda en aire, d es el espesor del holograma, n su índice de refracción y Λ es el período de las franjas de interferencia almacenadas en el medio de registro. Cuando $Q < 1$ el holograma se considera delgado, mientras que cuando $Q > 10$ el holograma es de volumen. La Teoría de Ondas Acopladas de Kogelnik proporciona buenos resultados cuando $Q > 10$, aunque también para $1 < Q < 10$.

La hipótesis más importante de la teoría de Kogelnik consiste en suponer que sólo dos órdenes se propagan en el interior del holograma, el orden 0 (transmitido) y el orden +1 (difractado). En esas condiciones el campo eléctrico en el interior del holograma resulta de la superposición de los campos eléctricos de los dos órdenes que se propagan en el mismo. Resolviendo la ecuación de Helmholtz se obtienen dos ecuaciones acopladas³. La solución de estas dos ecuaciones proporciona información acerca de la amplitud de la onda difractada, S , (orden +1) y de la onda transmitida, R , (orden 0). El rendimiento en difracción, η , definido como la intensidad del haz difractado entre la intensidad del haz incidente se puede calcular mediante la ecuación:

$$\eta = \frac{|c_s|}{c_r} SS^*$$

donde c_s y c_r son los factores de oblicuidad, mientras que el rendimiento en transmisión, τ , intensidad del haz transmitido entre intensidad del haz incidente, se obtiene a través de:

$$\tau = RR^*$$

Los hologramas pueden ser de amplitud o de fase, según modifique la amplitud o la fase de una onda que incidiera sobre el mismo⁴. Para estos casos, se pueden obtener expresiones analíticas sencillas de los rendimientos en difracción y transmisión. Sin

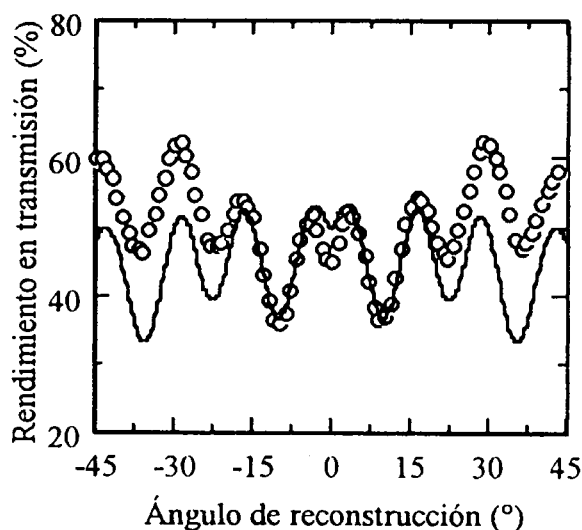


Figura 1. Rendimiento en transmisión y ajuste teórico suponiendo que se trata de una red pura de fase.

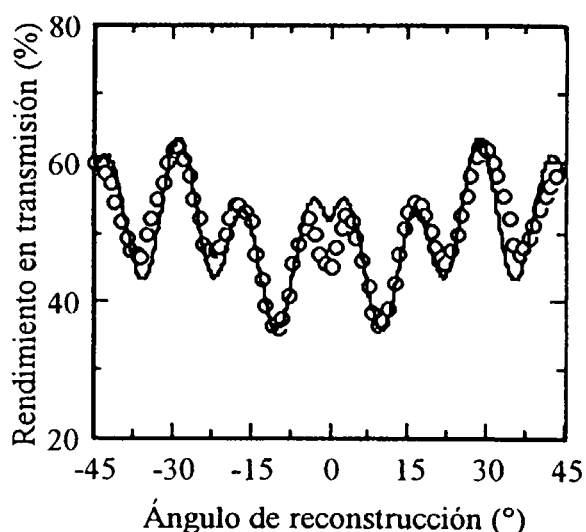


Figura 2. Rendimiento en transmisión y ajuste teórico suponiendo que se trata de una red mixta fase-amplitud.

embargo, en muchas situaciones los hologramas deben considerarse mixtos, es decir, de fase-amplitud.

Una forma de determinar el tipo de holograma que se ha almacenado: de fase, absorción o mixto, es analizando la respuesta del rendimiento en transmisión en función del ángulo de reconstrucción. En las Figuras 1 y 2 se ha representado el rendimiento en transmisión en función del ángulo para redes holográficas por transmisión de 1200 líneas/mm registradas en la emulsión BB-640 blanqueada sin etapa de fijado⁵. La línea continua de la Figura 1 corresponde al ajuste teórico realizado suponiendo que la red es pura de fase, mientras que en la Figura 2 la línea continua corresponde al ajuste teórico realizado suponiendo que la red es mixta fase-amplitud. Se pueden observar las diferencias que presentan ambos ajustes, confirmándose que se ha almacenado una red holográfica mixta en la emulsión fotográfica. Este hecho es interesante, ya que hasta ahora el proceso de blanqueo se ha considerado un método que conlleva a la obtención de hologramas puros de fase; sin embargo, como se ha podido comprobar mediante este método también se pueden almacenar hologramas mixtos fase-amplitud. En el caso analizado la modulación del coeficiente de absorción creada es debida a los productos de oxidación del revelador que se ligan a la gelatina induciendo una red de absorción de baja modulación.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por la CICYT (MAT2000-1361-C04-04).

Referencias

- ¹ N. Kamiya, *Appl. Opt.*, **37**, 5843-5853 (1998).
- ² H. Kogelnik, *Bell Systems Technology Journal*, **48**, 2909-2947 (1969).
- ³ R. R. A. Syms, "Practical Volume Holography" (Clarendon Press, Oxford, 1990).
- ⁴ A. Beléndez, I. Pascual y A. Fimia, *Revista Española de Física*, **5** (3), 40-46 (1991).
- ⁵ C. Neipp, *J. Modern Opt.*, **47**, 1671-1679 (2000).