

XXIV REUNIÓN BIENAL DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA

JACA 1.993
27-SEPTIEMBRE 1-OCTUBRE

RESÚMENES DE
COMUNICACIONES

TOMO II

EDITORES:

Rafael Núñez-Lagos Roglá
J. Alberto Carrión Sanjuan
Santiago Rodríguez Vallejo
Alberto Virto Medina

Depósito Legal: M. 24.885-1993

I. S. B. N.: 84-7834-212-5

Editorial CIEMAT

Imprime: Artes Gráficas Gala, S. L.

Miguel Yuste, 36 - 28037 Madrid

ANALISIS ESTADISTICO DEL DIAGRAMA DE DIFRACCION EN ELEMENTOS OPTICOS HOLOGRAFICOS

A. Beléndez

Depto. de Ingeniería de Sistemas y Comunicaciones. Universidad de Alicante. Apdo. 99. 03080 Alicante

L. Carretero, R. Fuentes y A. Fimia

Laboratorio de Optica. Depto. Interuniversitario de Optica. Universidad de Alicante

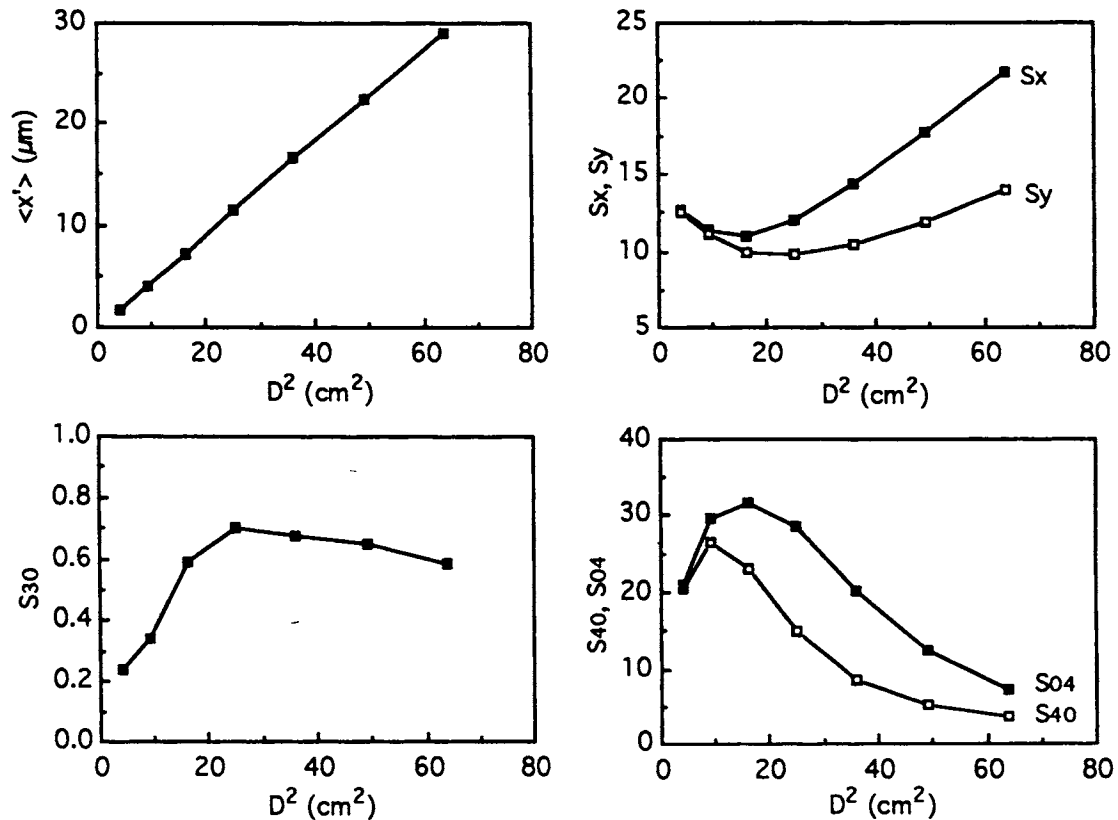
El análisis de las características de la imagen difraccional de un punto es un criterio muy utilizado para el estudio de la calidad y tolerancias de un sistema óptico y puede aplicarse también al caso de los elementos ópticos holográficos. Si el estudio de esta distribución de intensidad se lleva a cabo en un plano determinado se obtiene la denominada figura de difracción, mientras que si dicha distribución de intensidad se analiza en un eje, el resultado es la irradiancia axial.

El estudio de la figura difraccional de un sistema óptico se realiza mediante el uso de la teoría de la difracción y la aplicación de la integral de Fresnel-Kirchhoff. En ausencia de aberraciones, y si la pupila de salida es circular, se obtiene la conocida "mancha de Airy", mientras que conforme aumentan las aberraciones del sistema dicha mancha se va deformando en función del tipo y el valor de dichas aberraciones. Aunque el estudio difraccional de los elementos ópticos holográficos puede llevarse a cabo de forma similar a los elementos ópticos convencionales, hemos comprobado que dicha figura difraccional presenta algunas diferencias, fundamentalmente por tratarse de elementos fuera de eje. Por otra parte, el cálculo de la integral de difracción normalmente sólo se puede abordar mediante cálculo numérico haciendo uso de algoritmos optimizados que permiten obtener un resultado aceptable en un tiempo de cálculo razonable.

Una vez calculada la figura de difracción para un elemento óptico holográfico caracterizado por las geometrías y longitudes de onda de registro y reconstrucción, el diámetro de sus pupila de salida (supuesta circular) y la posición del plano donde se desea calcular dicha figura de difracción, es posible llevar a cabo un estudio estadístico de dicha figura difraccional. Este estudio lo realizamos calculando una serie de momentos de dicha distribución de intensidades. Los momentos que analizamos son de dos tipos: los momentos respecto al origen y los momentos centrales, y estos últimos tanto con dimensiones como adimensionales. Consideramos que la figura de difracción está completamente caracterizada estadísticamente cuando se conocen las medias ($\langle x \rangle$, $\langle y \rangle$), las desviaciones cuadráticas medias (S_x , S_y), los sesgos (S_{30} , S_{03}) y las curtosis (S_{40} , S_{04}) de dicha distribución. En particular, los momentos adimensionales de sesgo y curtosis nos proporcionan información de la forma de la figura de difracción. Si el sesgo es distinto de cero quiere decir que dicha figura no es simétrica, y esta asimetría es debida a la presencia de coma. Asimismo, la curtosis nos da información del grado de apuntamiento de la distribución.

Como ejemplo numérico consideramos una lente holográfica cuyo haz de referencia es colimado y forma un ángulo de 30° con el eje de la lente, mientras que el haz objeto converge a una distancia de 40 cm sobre dicho eje. Consideramos que las longitudes de onda de registro y reconstrucción son iguales y de valor 633 nm y reconstruimos la lente con un haz colimado que forma un ángulo de 31° con el eje de la lente. Debido a esta diferencia angular aparecerán aberraciones. Para estos valores numéricos analizamos la figura de difracción en función del diámetro D de la lente: conforme aumenta D también aumentan las aberraciones. La figura difraccional se ha

calculado mediante un método de integración similar al propuesto por Chung y Hopkins [1, 2] tomando 600 divisiones en el plano del hologramas y 10201 puntos en un cuadrado del plano imagen de 0.2 mm de lado y centrado en el punto gaussiano. En la figura siguiente se han representado las variaciones de los distintos momentos estadísticos en función del cuadrado del diámetro, D^2 . Para este ejemplo se cumple que $\langle y' \rangle = 0$ y $S_{03} = 0$.



Además hemos comprobado que el análisis de los momentos estadísticos también se puede aplicar al estudio de los distintos métodos de integración que se utilizan para calcular la integral de difracción [2]. Hemos aplicado dicho estudio a tres tipos de integración numérica basados en la división de la pupila de salida del elemento óptico holográfico en regiones de igual área y el problema que se plantea es la elección del número de divisiones en el plano del holograma. Hasta el momento dicha elección se realizaba comparando las intensidades máximas que se obtenían cuando se incrementaba el número de divisiones, de manera que cuando la curva de intensidad frente al número de divisiones se hacía plana se obtenía el mínimo valor de divisiones necesario para calcular una buena figura de difracción. Analizando la intensidad máxima y la razón de Strehl frente al número de divisiones, hemos comprobado que aunque el valor de estas intensidades permanezca constante a partir de un número de divisiones, existe una gran diferencia entre las correspondientes figuras de difracción. A partir de este estudio hemos encontrado que una forma más adecuada para la elección del número de divisiones así como del mejor método de integración a utilizar debe llevarse a cabo comparando los distintos momentos estadísticos en función del número de divisiones y el tipo de integración numérica considerado.

REFERENCIAS

- [1] C. S. Chung y H. H. Hopkins, *J. Modern Opt.*, **35**, 1485-1511 (1988).
- [2] L. Carretero, A. Fimia y A. Beléndez, *J. Modern Opt.* (enviado).