

Taller – Tres prácticas experimentales con Láser HeNe

Ing. Luis Diego Marín Naranjo M.Sc.
Laboratorio de Fotónica y Tecnología Láser
Escuela Ingeniería Eléctrica
Universidad de Costa Rica

Resumen: se presentan tres prácticas experimentales utilizando un dispositivo Láser de HeNe clase 2 o 3a y equipo de óptica de precisión para desarrollar primero un experimento sobre cálculo de divergencia, un experimento sobre convergencia y divergencia de haz y por último un experimento de interferencia del haz Láser.

Palabras clave: Láser, óptica, radiación óptica, luz, interferencia, coherencia

Experimento #1 – Cálculo de ángulo de divergencia de un haz Láser

Propósito

Se tiende a pensar que un haz Láser tiene los bordes paralelos. Cualquier desviación de este paralelismo hace que el haz diverja y se esparza su energía, lo que lo hace más débil con la distancia. Cada dispositivo Láser tiene una cantidad de divergencia especificada. Primero se medirá esta divergencia real.

Procedimiento

- A. Medir el diámetro del haz Láser a la salida del dispositivo manteniendo un papel con escala milimétrica o marcando sobre este. Anotar el diámetro aparente de la mancha brillante.
- B. A una distancia a intervalos de 2 metros en frente del dispositivo, medir el diámetro de nuevo usando el mismo papel y verificando la distancia con una cinta métrica electrónica. Repetir para varias mediciones hasta 10 metros o donde sea posible utilizando un espacio abierto cerca del suelo.
- C. El borde externo del haz es difuso y difícil de definir donde termina. Por convención se utilizan puntos de $1/e^2$ de potencia para los bordes del haz. En estos puntos un medidor de potencia óptica indica que el haz es solo 13,5 % de intenso que en la parte central.
- C. Hacer un gráfico del diámetro del haz vs. distancia y dibujar la línea de mejor ajuste que conecta los puntos.
- D. Calcular la divergencia del haz dividiendo el cambio del diámetro por la distancia desde el Láser. El cociente será el ángulo total de divergencia medido en radianes. Multiplicar por 1000 para obtener este en mrad.

Experimento #2 – Convergencia y divergencia de un haz Láser por medio de lentes

Propósito

Debido a que un haz Láser es muy angosto e intenso, puede ser usado con lentes reales para reproducir diagramas de óptica geométrica que aparecen en muchos libros de texto y modificar el frente de onda del haz. En este experimento se investigan características de lentes en varias combinaciones para formar un expansor de haz y analizar la divergencia o convergencia.

Procedimiento

A. Montar una lente divergente (-4 mm a -20 mm) en un soporte opto mecánico en frente del dispositivo Láser. Mantener un papel en frente de la lente y anotar el diámetro del haz con la distancia a intervalos de 1 cm alejándose de la lente. Grafique diámetro de haz vs. distancia y extrapole el grafico extendiendo la línea hasta que se alcance la coordenada donde el diámetro del haz es cero. Este es el punto de foco virtual de la lente divergente y la distancia entre el foco virtual y la lente es la longitud focal. Comparar con el valor nominal de la lente.

B. Montar una lente convergente (+80 mm) en frente de la lente divergente a unos 80 mm. Ajuste las posiciones de las lentes para obtener un haz colimado basándose en el método de un papel que verifica el diámetro del haz en diversos puntos.

C. Utilice la técnica de verificación de colimación de una placa de rebanado de haz para observar la interferencia de franjas en un haz divergente, un haz convergente y un haz colimado. Tome nota y deje el sistema colimado.

D. Utilice el haz colimado e incida sobre una lente positiva de prueba (+15 mm o mayor). Mantenga una hoja de papel en frente de la lente y anote los cambios de diámetro del haz al moverse lejos de la lente. Observe que el haz converge a un punto y luego diverge. Esta es la distancia de la longitud focal de esta lente de prueba.

Experimento #3 – Interferencia por múltiples reflexiones internas en vidrio.

Propósito

Cuando un haz Láser se transmite por una placa de vidrio plana, algo de la luz se transmite y algo se refleja internamente en el vidrio. Al ser emitida por el otro extremo de un porta objetos esta luz reflejada, a ciertos intervalos en la superficie ocurre interferencia entre los múltiples haces coherentes del haz. Se analizará la naturaleza de esta interferencia.

Procedimiento

A. Coloque el expansor de haz y trate de obtener una mancha colimada sobre una pantalla blanca mate a 1 metro de distancia. Coloque el portaobjetos en el haz a 90°. Ajuste lentamente la posición para producir patrones de interferencia en la pantalla como círculos brillantes y oscuros. Los círculos oscuros son causados por interferencia destructiva entre las ondas que se transmiten directamente por el vidrio y las que se reflejan internamente y luego se transmiten por el vidrio una o más $\lambda/2$ fuera de fase con el primer juego de ondas.

B. Patrones de interferencia muy llamativos se pueden obtener al colocar rotado el portaobjetos en el haz Láser, tal que esté casi paralelo al haz. Esto produce dos juegos de patrones de interferencia, uno que proviene de cada superficie de la placa de vidrio. Observe los dos patrones y encuentre diferencias y similitudes. Lentamente rote la placa de vidrio observando el desplazamiento de uno de los patrones y en las franjas de ambos patrones. Analice con base en la teoría de reflexión y de cambio de fase los cambios observados en las interfaces aire/vidrio.

Bibliografía recomendada

M. Young, Optics & Lasers, Springer, 2000.

Melles Griot, Practical application of Light, 2006

Metrologic, Experiments using a HeNe Laser, 1989.

T. Petruzzellis, Optoelectronics, fiber optics and Laser cookbook, 1997.