



Entrega 3 (Examen Parcial): Instrumentación Óptica

Preguntas de soporte conceptual

1. Explique, en sus propias palabras, la Función de Respuesta al Impulso en el contexto de un sistema óptico lineal formador de imágenes.
 2. Explique, en sus propias palabras, la Función de Transferencia en el contexto de un sistema óptico lineal formador de imágenes.
 3. Explique, en sus propias palabras, qué identifica a un sistema óptico formador de imágenes como lineal invariante al desplazamiento. Explique qué propiedades especiales caracterizan a estos sistemas.
- 1, 2 y 3. Considere una persona con presbicia sin astigmatismo cuyo punto cercano está a 125 cm y su punto lejano en el infinito. Si se quiere corregir la visión cercana de esta persona (llevar su punto cercano a 25 cm) usando lentes que se ubiquen a 1.5 cm del ojo, ¿qué poder refractivo se necesita? ¿a qué distancia quedaría el punto lejano de esta persona cuando use estas lentes?

Actividades

- I. La **Figura 1** ilustra el sistema óptico de formación de imagen de un microscopio compuesto moderno operando con iluminación coherente. Asuma que el sistema es configurado con una iluminación plana de $\lambda = 533$ nm de incidencia normal a la muestra, un objetivo de microscopio PLAN 10x/0.25 con lente de tubo de 200 mm, y un sensor digital de referencia [Alvium 1800 U-811m](#) (fabricante: *Allied Vision, GmbH*).

Análisis conceptual:

- a) Considerando únicamente el sensor, ¿cuál es la máxima frecuencia espacial que podría registrar en dirección horizontal? ¿cuál es la máxima frecuencia espacial que podría registrar en dirección vertical?
- b) Si se cambiara el sensor por su equivalente a color, [Alvium 1800 U-811c](#), ¿cambiarían sus respuestas anteriores? Justifique su respuesta.
- c) Considerando únicamente el sistema formador de imágenes, ¿cuál es la máxima frecuencia espacial que podría procesar el microscopio operando en el límite de difracción?
- d) Determine la distancia focal efectiva del objetivo de microscopio empleado y el campo de visión (FoV) del sistema.

Práctica: Simule numéricamente un microscopio óptico con la configuración establecida, considerando iluminación coherente. Use su simulación y un test estándar de su elección para determinar la capacidad de resolución del microscopio y compárela con el límite teórico establecido por el criterio de Abbe.

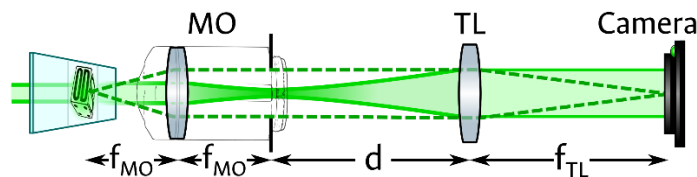


Figura 1. Esquemático óptico de formación de imagen de un microscopio óptico compuesto con iluminación coherente.



Entrega 3 (Examen Parcial): Instrumentación Óptica

- II. La holografía es una técnica interferométrica que permite registrar frentes de onda complejos y posteriormente reconstruir tanto su amplitud como su fase. Entre las múltiples arquitecturas existentes para realizar registros holográficos, las técnicas “off-axis”, o “fuera de eje”, son especialmente atractivas para el análisis de procesos dinámicos ya que permiten la eliminación del orden cero y la imagen gemela a partir de un único registro (<https://doi.org/10.1364/AO.39.004070>).

Las técnicas off-axis generalmente emplean en el proceso de registro dos ondas planas coherentes de igual amplitud con un ángulo relativo entre ellas: una de ellas viaja sin perturbación hasta el plano del sensor (onda referencia), mientras que la otra interactúa con el objeto y se propaga hasta el plano de detección cargando la información de este (onda objeto). El patrón de interferencia producido por la superposición de estas ondas codifica la distribución espacial de la información compleja del objeto (<https://youtu.be/on9L1EAnWC4?t=586>).

Análisis conceptual:

- Empleando las herramientas abordadas en el curso, proponga y justifique una estrategia que permita determinar el ángulo entre los vectores de propagación de las ondas objeto y referencia en el plano de detección a partir del holograma.

Práctica: El holograma adjunto fue registrado en un sensor digital de referencia [DMM 37UX250-ML](#) (fabricante: The Imaging Source, LLC), ubicado a una distancia d del objeto, usando iluminación plana de un láser [Helio-Neón Lumentum de 5 mW](#), como se ilustra en la **Figura 2**.

- Determine el valor del ángulo de interferencia existente entre las dos ondas que dieron lugar al holograma suministrado.
- Recupere la distribución de amplitud del objeto y empléela para estimar la capacidad de resolución del sistema.

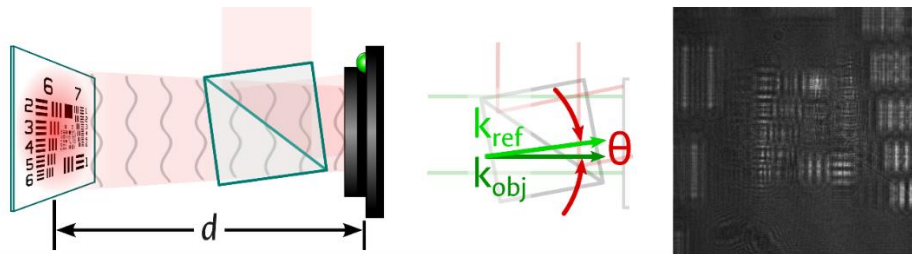


Figura 2. Esquemático óptico simplificado del sistema experimental empleado para el registro del holograma suministrado.



Entrega 3 (Examen Parcial): Instrumentación Óptica

Entregables

- **Desarrollo en físico** de las preguntas de soporte teórico y las componentes de análisis conceptual de las actividades.
- **Informe escrito en PDF** con los desarrollos solicitados.
- **Repositorio** con los desarrollos digitales implementados y **control de cambios** del proceso.
- **Formulario en Classroom** para **registro de contribuciones** individuales.

Metodología

- El examen se desarrollará en dos etapas. Una primera etapa presencial en horario de clase para generar el entregable de desarrollo en físico, y una segunda etapa para desarrollar las componentes prácticas.
- **Equipos:** La primera etapa (desarrollo conceptual) se desarrollará individualmente. La segunda etapa (desarrollo práctico) se desarrollará en parejas, en los mismos equipos de las entregas anteriores.
- **Informe de la componente práctica:** Debe presentarse un informe escrito en PDF, en inglés o español, mediante el enlace destinado para tal fin en Classroom. Este informe debe contener todos los desarrollos necesarios para dar solución a lo solicitado.
- **Por brevedad, esta entrega no requiere de introducción ni contexto teórico adicional.**
- A diferencia de las entregas anteriores, no hay un formato establecido para el informe. Pueden entregarse escaneos de cálculos manuscritos, siempre que estos sean suficientemente claros, legibles, y cuenten con toda la información necesaria para demostrar el cumplimiento de lo solicitado.
- Si desean incluirse videos o animaciones complementarias, pueden añadirse como adjuntos en la entrega siempre que hayan sido apropiadamente referenciados en el documento.
- **Información suplementaria:** El código de las simulaciones computacionales debe estar públicamente disponible en un repositorio remoto (GitHub, BitBucket, ...) cuyo enlace deberá ser enviado junto al informe escrito. En el repositorio debe poder constatar el desarrollo; para ello, se recomienda realizar commits de los avances (incluso si son locales en su momento), y mantener actualizado el control de cambios.
- **Contribuciones individuales:** En la entrega, cada integrante del equipo deberá especificar sus contribuciones específicas, y las de sus compañeros, a la solución y el informe escrito. En este espacio el equipo puede decidir indicar si alguno de los integrantes no contribuyó al desarrollo de la entrega; en este caso, ese integrante tendrá una calificación asignada de 0.0.
- **Plazo máximo de entrega:**
 - **Desarrollo conceptual en físico:** Lunes 10 de febrero, 10:00 (GMT-5)
 - **Informe de desarrollo práctico:** Domingo 16 de febrero, 23:59 (GMT-5)
- **Penalizaciones:**
 - A partir de la hora límite de entrega, se calificará sobre $C_{max}(t) = 1 + 4(1.1^{-t}) : t \in \mathbb{R}_{>0}$, siendo t el número de horas transcurridas desde el tiempo límite establecido.
 - Si el documento excede el límite de extensión establecido, se penalizará la calificación de manera proporcional a juicio del docente.
 - Si el escrito tiene errores significativos de escritura que impidan su interpretación, se penalizará la calificación de manera proporcional a juicio del docente.
 - El incumplimiento de los acuerdos de integridad académica acarreará sanciones proporcionales a la gravedad de la infracción. Estos incumplimientos incluyen la no-referenciación de producción intelectual ajena, plagiar o favorecer el plagio de producción no-propia, y las demás conductas descritas en el artículo 27 del acuerdo 044 de 2009 del Consejo Superior Universitario.