

**ASIGNATURA DE HOLOGRAFÍA AVANZADA**

<b>PROPÓSITO DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</b>	Al finalizar el curso, el alumno será capaz de entender el fenómeno de difracción para diferentes tipos de aperturas. Elaborará programas por computadora que prueben los fenómenos de difracción e implementará sistemas ópticos para el análisis frecuencial de señales bidimensionales.				
<b>CUATRIMESTRE</b>	CUARTO				
<b>TOTAL DE HORAS</b>	PRESENCIALES	NO PRESENCIALES	<b>HORAS POR SEMANA</b>	PRESENCIALES	NO PRESENCIALES
	75	15		5	1

UNIDADES DE APRENDIZAJE	HORAS DEL SABER		HORAS DEL SABER HACER		HORAS TOTALES	
	P	NP	P	NP	P	NP
I. Holografía digital.	10	0	15	5	25	5
II. Holografía generada por computadora.	10	0	15	5	25	5
III. Aplicaciones de holografía .	10	0	15	5	25	5
<b>TOTALES</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>15</b>	<b>75</b>	<b>15</b>

<b>ELABORÓ:</b>	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	<b>REVISÓ:</b>	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Enero 2022

## COMPETENCIA A LA QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

De acuerdo con la metodología de diseño curricular de la DGUTyP, las competencias se desagregan en dos niveles de desempeño: Unidades de Competencias y Capacidades.

La presente asignatura contribuye al logro de la competencia y los niveles de desagregación descritos a continuación:

**COMPETENCIA:** Plantear, diseñar y modelar problemas relacionados con los fundamentos de la holografía y conocer las aplicaciones de las técnicas holográficas.

UNIDADES DE COMPETENCIA	CAPACIDADES	CRITERIOS DE DESEMPEÑO
Implementar métodos ópticos, como es la Holografía digital, para estudiar el comportamiento interno de diferentes objetos y reconstruir hologramas grabados por medio de la aproximación de Fresnel para su estudio y caracterización.	Obtener un holograma por reflexión y por transmisión, evaluando las características de la información capturada de un objeto, y ocupar la técnica como herramienta de diagnóstico y para realizar experimentos en física de plasma.	Realizar el grabado de hologramas mediante técnicas de transmisión y reflexión e implementar técnicas para calcular la fase del objeto en movimiento, como es la Holografía por desplazamiento de fase y el método de la transformada de Fourier.
	Diseñar sistemas ópticos para obtener imágenes grabadas mediante Holografía Digital de desplazamiento de fase y la Holografía Interferométrica Digital de Doble Exposición.	Elabora una descripción por escrito de un arreglo experimental para realizar Holografía de tiempo promediado basado en diferentes técnicas de grabado.
	Reconstrucción de hologramas, mapas de fase y campos de desplazamientos de las vibraciones de la MT, para el diseño de sistemas que permitan medir las propiedades de objetos.	Obtener el mapa de fase para diferentes patrones característicos que indiquen el estado fisiológico y hacer reconstrucción numérica de muestras de objetos o muestra biológica.

<b>ELABORÓ:</b>	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	<b>REVISÓ:</b>	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Enero 2022

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

<b>UNIDAD DE APRENDIZAJE</b>	I. Holografía digital.							
<b>PROPÓSITO ESPERADO</b>	El alumno programará técnicas de reconstrucción de información a partir de filtros holográficos al considerar las condiciones físicas con las que fueron grabados.							
<b>HORAS TOTALES</b>	<b>P</b>	<b>NP</b>	<b>HORAS DEL SABER</b>	<b>P</b>	<b>NP</b>	<b>HORAS DEL SABER HACER</b>	<b>P</b>	<b>NP</b>
	25	5		10	0		15	5

<b>TEMAS</b>	<b>SABER DIMENSIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>SABER HACER DIMENSIÓN ACTUACIONAL</b>	<b>SER DIMENSIÓN SOCIOAFECTIVA</b>
Holografía digital convencional	<p>Estudiar los casos clásicos de la literatura de holografía digital:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Señal muestreada y transformada discreta de Fourier</li> <li>- Grabado y limitaciones del sensor de imagen</li> <li>- Cálculos digitales de difracción escalar</li> </ul> <p>Comparar los casos teóricos con casos prácticos del grabado de hologramas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grabación óptica de hologramas digitales</li> </ul>	<p>Comprender las limitantes físicas del grabado de un holograma, así como las condiciones para realizar la reconstrucción óptica y digital de los patrones de interferencia.</p> <p>Asimismo, demostrar experimentalmente los sistemas ópticos de grabado</p>	<p>Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado</p>
Técnicas especiales de holografía digital	<p>Explicar las técnicas digitales de difracción como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Método del espectro angular</li> <li>- Validación del método del espectro angular</li> <li>- Método de la difracción de Fresnel</li> <li>- Holografía digital de desplazamiento de fase</li> <li>- Holografía digital de baja coherencia</li> <li>- Wavelets como método numérico de reconstrucción</li> </ul>	<p>Entender el principio de reconstrucción digital y las condiciones para que este se lleve a cabo.</p> <p>Comprender la ambigüedad de la reconstrucción digital como las imágenes gemelas y el orden cero de difracción, así como el fenómeno de envolvimiento de la fase</p>	<p>Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado</p>

<b>ELABORÓ:</b>	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	<b>REVISÓ:</b>	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Enero 2022

PROCESO DE EVALUACIÓN		TÉCNICAS SUGERIDAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	ESPACIO DE FORMACIÓN			MATERIALES Y EQUIPOS
EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	INSTRUMENTO EVALUACIÓN		AU LA	TAL LER	OT RO	
<p>Elabora un portafolio de evidencia que contenga:</p> <p>Base de hologramas capturados de manera digital y condiciones con las que fueron grabados</p> <p>Programas de recuperación de la fase basados en:</p> <p>La integral de dirección de Fresnel</p> <p>El método del análisis espectral</p> <p>Algún método no clásico</p>	<p>Reportes de prácticas de laboratorio.</p> <p>Ejercicios prácticos.</p> <p>Proyecto.</p>	<p>Solución de problemas</p> <p>Modelado de fenómenos ópticos usando software especializado.</p> <p>Exposición</p> <p>Tareas de investigación</p> <p>Prácticas de laboratorio</p>	X	X		<p>Material y equipo de laboratorio.</p> <p>Pizarrón.</p> <p>Plumón.</p> <p>Material impreso.</p> <p>Software especializado.</p> <p>Computadora.</p> <p>Internet.</p>

<b>ELABORÓ:</b>	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	<b>REVISÓ:</b>	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Enero 2022

<b>UNIDAD DE APRENDIZAJE</b>	II. Holografía generada por computadora.							
<b>PROPÓSITO ESPERADO</b>	El alumno programará técnicas de reconstrucción y grabado de imágenes mediante interferogramas generados por computadora.							
<b>HORAS TOTALES</b>	<b>P</b>	<b>NP</b>	<b>HORAS DEL SABER</b>	<b>P</b>	<b>NP</b>	<b>HORAS DEL SABER HACER</b>	<b>P</b>	<b>NP</b>
	25	5		10	0		15	5

<b>TEMAS</b>	<b>SABER DIMENSIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>SABER HACER DIMENSIÓN ACTUACIONAL</b>	<b>SER DIMENSIÓN SOCIOAFECTIVA</b>
Objetos tridimensionales	Principio de la holografía generada por computadora  Proceso general de la holografía generada  Arquitecturas para el despliegue de CGH	Comprender el principio de la generación digital de hologramas, así como las diferentes aplicaciones clásicas de estos.	Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado
Interferogramas generados por computadora	Holograma de la fase de desvío Principio Simulación  Holograma kinoform Principio Simulación	Estudiar los tipos clásicos de hologramas generados por computadora y aprender a simularlos	Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado
Mascaras holográficas	Estudiar los hologramas programables de máscara binaria Principio Despliegue en tiempo real SLM	Estudiar un método avanzado de holografía generada por computadora y su aplicación tecnológica.	Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado

<b>ELABORÓ:</b>	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	<b>REVISÓ:</b>	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Enero 2022

PROCESO DE EVALUACIÓN		TÉCNICAS SUGERIDAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	ESPACIO DE FORMACIÓN			MATERIALES Y EQUIPOS
EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	INSTRUMENTO EVALUACIÓN		AU LA	TAL LER	OT RO	
Elabora un portafolio de evidencia que contenga:  Un algoritmo que simule el fenómeno difracción para la mancha de dos aperturas Base de hologramas generados de manera digital	Reportes de prácticas de laboratorio. Ejercicios prácticos. Proyecto.	Solución de problemas Modelado de fenómenos ópticos usando software especializado. Exposición Tareas de investigación Prácticas de laboratorio	X	X		Material y equipo de laboratorio. Pizarrón. Plumón. Material impreso. Software especializado. Computadora. Internet.

<b>ELABORÓ:</b>	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	<b>REVISÓ:</b>	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Enero 2022

<b>UNIDAD DE APRENDIZAJE</b>	III. Aplicaciones de holografía .							
<b>PROPÓSITO ESPERADO</b>	El alumno resolverá problemas de holografía digital en diferentes áreas de desarrollo planteando la mejor solución según los casos planteados.							
<b>HORAS TOTALES</b>	<b>P</b>	<b>NP</b>	<b>HORAS DEL SABER</b>	<b>P</b>	<b>NP</b>	<b>HORAS DEL SABER HACER</b>	<b>P</b>	<b>NP</b>
	<b>25</b>	<b>5</b>		<b>10</b>	<b>0</b>		<b>15</b>	<b>5</b>

<b>TEMAS</b>	<b>SABER DIMENSIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>SABER HACER DIMENSIÓN ACTUACIONAL</b>	<b>SER DIMENSIÓN SOCIOAFECTIVA</b>
Interferometría óptica	Interferometría óptica Extracción de la fase Desenvolvimiento de la fase Medición de la fase Medios holográficos Medición óptica de contornos y deformaciones Contorneado de dos longitudes de onda Contorneado con dos iluminaciones Medición de deformaciones	Entender una de las aplicaciones actuales de la holografía. Implementar las arquitecturas estudiadas y demostrar la recuperación de información. Realizar el desenvolvimiento de la fase para medir superficies por medio de técnicas ópticas	Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado
Microscopía óptica	Introducción Microscopía holográfica digital basada en microscopio Arquitectura de transmisión y reflexión Microscopía holográfica digital basada en referencias esféricas Microscopía holográfica digital basada en Fourier	Entender una de las aplicaciones actuales de la holografía. Implementar las arquitecturas estudiadas y demostrar la recuperación de información. Realizar el desenvolvimiento de la fase para medir superficies por medio de técnicas ópticas	Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado
Tomografía de coherencia óptica	Introducción Escaneo holográfico Principio de la arquitectura de grabado Aplicaciones	Comprender el proceso de escaneo óptico y el análisis espectral de las muestras Realizar mediciones de absorción y reflexión Implementar arquitecturas de grabado holográfico no convencionales	Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado

<b>ELABORÓ:</b>	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	<b>REVISÓ:</b>	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Enero 2022

PROCESO DE EVALUACIÓN		TÉCNICAS SUGERIDAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	ESPACIO DE FORMACIÓN			MATERIALES Y EQUIPOS
EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	INSTRUMENTO EVALUACIÓN		AU LA	TAL LER	OT RO	
<p>Elabora un portafolio de evidencia que contenga:</p> <p>La recuperación de información proveniente de un patrón de interferencia, con condiciones de laboratorio</p> <p>Casos prácticos de diferentes objetos de naturaleza orgánica e inorgánica</p>	<p>Reportes de prácticas de laboratorio.</p> <p>Ejercicios prácticos.</p> <p>Proyecto.</p>	<p>Solución de problemas</p> <p>Modelado de fenómenos ópticos usando software especializado.</p> <p>Exposición</p> <p>Tareas de investigación</p> <p>Prácticas de laboratorio</p>	X	X		<p>Material y equipo de laboratorio.</p> <p>Pizarrón.</p> <p>Plumón.</p> <p>Material impreso.</p> <p>Software especializado.</p> <p>Computadora.</p> <p>Internet.</p>

<b>ELABORÓ:</b>	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	<b>REVISÓ:</b>	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Enero 2022

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTOR	AÑO	TÍTULO DEL DOCUMENTO	LUGAR DE PUBLICACIÓN	EDITORIAL	ISBN
<i>Li, J., &amp; Picart, P</i>	2012	<i>Digital holography.</i>	USA	<i>John Wiley &amp; Sons</i>	9781848213449
<i>Poon, T. C., &amp; Liu, J. P.</i>	2014	<i>Introduction to modern digital holography: with MATLAB</i>	Madrid	<i>Cambridge University Press</i>	9781107016705
<i>Caulfield, H. J</i>	2012	<i>Handbook of optical holography</i>	Ámsterdam	<i>Elsevier</i>	0-12-165350-1
<i>G. T. Nehmetallah, R. Aylo, L. Williams</i>	2015	<i>Analog and Digital Holography with MATLAB</i>	USA	<i>SPIE press book</i>	9781628416923
<i>Schnars, U., &amp; Jueptner, W.</i>	2005	<i>Digital holography: Digital hologram recording, numerical reconstruction, and related techniques</i>	USA	<i>Springer</i>	978-3-662-44693-5
<i>Poon, Ting-Chung</i>	2006	<i>Digital Holography and Three-Dimensional Display</i>	USA	<i>Springer</i>	978-0-387-31397-9

<b>ELABORÓ:</b>	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	<b>REVISÓ:</b>	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
<b>APROBÓ:</b>	DGUTyP	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Enero 2022