

ASIGNATURA DE METROLOGÍA ÓPTICA I

PROPÓSITO DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA	El estudiante aprenderá distintos métodos de medición usando técnicas ópticas, comprenderá las limitaciones y los errores asociados a cada modo de medición. Será capaz, en cada área de aplicación de la medida, de usar técnicas ópticas de medición, dirigiéndose hacia abajo desde el área grande y mediano tamaño a las mediciones sub-micrométricas. Podrá describir la medición de objetos de gran tamaño en la escala de los edificios, la medición de los productos manufacturados duraderos como motores de aviones y aparatos, y la medición de características finas en la micra y escalas nano-métricas.				
CUATRIMESTRE	CUARTO				
TOTAL DE HORAS	PRESENCIALES	NO PRESENCIALES	HORAS POR SEMANA	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. Óptica Gaussiana.	10	0	15	5	25	5
II. Interferencia y difracción.	10	0	15	5	25	5
III. Método de Moiré y Speckle.	10	0	15	5	25	5
TOTALES	30	0	45	15	75	15

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	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 la medición de muy alta precisión de parámetros físicos usando las ondas de luz como escala.

UNIDADES DE COMPETENCIA	CAPACIDADES	CRITERIOS DE DESEMPEÑO
Resolver problemas de formación de imágenes usando dispositivos ópticos, tales como: lentes y espejos. Determinar los tipos de aberraciones ópticas que se producen en los sistemas ópticos, así como su posible corrección	Calcular parámetros ópticos a partir de la Ecuación de las lentes y espejos. Describir el proceso de formación de imágenes utilizando lentes o espejos, así como un sistema que combina lentes.	Caracteriza materiales a través del cálculo de: <ul style="list-style-type: none"> - Índice de refracción - Características de dispersión - Longitud de onda. Describe el proceso de formación de imágenes de los sistemas ópticos anteriores a través de software especializado
	Definir y diferenciar los tipos de aberraciones monocromáticas tales como: <ul style="list-style-type: none"> - Esférica, - Coma, - Astigmatismo, - Curvatura de campo, Distorsión.	Determina y analiza la corrección de la aberración cromática usando software óptico especializado mediante el diseño de: <ul style="list-style-type: none"> - Un doblete acromático Un triplete acromático
Programará, simulará y experimentará con fenómenos relacionados con la interferencia y difracción en entornos de desarrollo computacional especializado.	Definir y diferenciar los diferentes tipos de fuentes de iluminación, así como los detectores Medir con un alto grado de precisión parámetros físicos a partir de la interferencia Speckle y/o Moiré.	Determinar y analizar las franjas interferométricas usando software óptico especializado mediante el diseño de <ul style="list-style-type: none"> - Interferometría de Moteado - Efecto Moiré

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

UNIDADES DE APRENDIZAJE

UNIDAD DE APRENDIZAJE	I. Óptica Gaussiana.							
PROPÓSITO ESPERADO	El alumno será capaz de resolver problemas de formación de imágenes usando diferentes dispositivos ópticos. Además, determinará las aberraciones de un sistema y las podrá corregir.							
HORAS TOTALES	P	NP	HORAS DEL SABER	P	NP	HORAS DEL SABER HACER	P	NP
	25	5		10	0		15	5

TEMAS	SABER DIMENSIÓN CONCEPTUAL	SABER HACER DIMENSIÓN ACTUACIONAL	SER DIMENSIÓN SOCIOAFECTIVA
Modelo geométrico de la luz	<p>Establecer y describir las Leyes de la Reflexión y Refracción de la luz.</p> <p>Describir el Principio de Fermat y su aplicación para deducir las leyes de la óptica geométrica.</p>	<p>Calcular la velocidad de la luz en función del medio.</p> <p>Medir el índice de refracción haciendo uso de la ley de Snell.</p> <p>Calcular el ángulo de transmisión y desviación de un rayo a través de diferentes medios.</p> <p>Caracterizar materiales a través del cálculo del índice de refracción, características de dispersión y longitud de onda.</p> <p>Utilizar el principio de Fermat para deducir las leyes de la óptica geométrica.</p>	<p>Analítico</p> <p>Proactivo</p> <p>Autónomo</p> <p>Responsable</p> <p>Ordenado</p> <p>Observador</p> <p>Disciplinado</p>
Lentes delgadas	<p>Establecer la Ecuación de las lentes y Fórmula de Newton para calcular parámetros ópticos.</p> <p>Describir la imagen resultante de un sistema que combina lentes.</p> <p>Explicar los conceptos de Diafragma, pupila de entrada y de salida, Abertura relativa y número f.</p>	<p>Calcular parámetros ópticos como la distancia imagen, distancia objeto, amplificación de la imagen y distancia focal utilizando la ecuación de las lentes delgadas de Gauss y fórmula de Newton.</p> <p>Determinar la posición de las pupilas de entrada y salida de un sistema óptico.</p> <p>Calcular la apertura relativa y número f.</p>	<p>Analítico</p> <p>Proactivo</p> <p>Autónomo</p> <p>Responsable</p> <p>Ordenado</p> <p>Observador</p> <p>Disciplinado</p>

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

	Describir el proceso de formación de Imágenes utilizando lentes delgadas.	Obtener gráficamente la solución de problemas de formación de imágenes utilizando lentes delgadas.	
Teoría geométrica de las aberraciones.	Explicar y definir la Aberración de la Onda y la aberración del rayo. Definir las aberraciones de Seidel de un sistema óptico.	Comprender los conceptos de aberración de la Onda y aberración del rayo. Determinar las aberraciones de Seidel que se encuentran presentes en un sistema óptico.	Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	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	
Programas en software especializado que modelen los fenómenos ópticos estudiados.	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.

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

UNIDAD DE APRENDIZAJE	II. Interferencia y difracción.							
PROPÓSITO ESPERADO	El alumno comprenderá los conceptos matemáticos de las ondas planas, esféricas y cilíndricas. Además, realizará experimentos en los que intervienen la interferencia y difracción.							
HORAS TOTALES	P	NP	HORAS DEL SABER	P	NP	HORAS DEL SABER HACER	P	NP
	25	5		10	0		15	5

TEMAS	SABER DIMENSIÓN CONCEPTUAL	SABER HACER DIMENSIÓN ACTUACIONAL	SER DIMENSIÓN SOCIOAFECTIVA
Matemática del Movimiento Ondulatorio.	<p>Definir los conceptos de Ondas Unidimensionales, Ondas Armónicas, Fase y velocidad de fase.</p> <p>Explicar el concepto de Principio de Superposición.</p> <p>Describir la representación compleja de una onda</p> <p>Definir matemáticamente Onda plana, Onda esférica y Onda cilíndrica.</p> <p>Explicar y describir el modelo ondulatorio de la luz.</p>	<p>Calcular la propagación y rapidez de las ondas a través de un medio.</p> <p>Calcular la superposición de ondas sinusoidales de la misma frecuencia y fase. Graficar la representación compleja de una onda.</p> <p>Comprender los conceptos matemáticos de las ondas planas, ondas esféricas y ondas cilíndricas.</p> <p>Comprender el Modelo ondulatorio de la luz.</p>	<p>Analítico</p> <p>Proactivo</p> <p>Autónomo</p> <p>Responsable</p> <p>Ordenado</p> <p>Observador</p> <p>Disciplinado</p>
Interferencia.	<p>Explicar la diferencia entre la interferencia constructiva e interferencia destructiva.</p> <p>Describir las condiciones para la interferencia.</p> <p>Explicar las Leyes de Fresnel-Arago.</p> <p>Explicar el experimento de Young, Interferómetro de división de amplitud,</p>	<p>Reconocer y diferenciar los tipos de interferencia (Constructiva y destructiva).</p> <p>Comprender las condiciones en las que se produce interferencia y las leyes de Fresnel - Arago.</p> <p>Modelar el interferómetro de Young.</p>	<p>Analítico</p> <p>Proactivo</p> <p>Autónomo</p> <p>Responsable</p> <p>Ordenado</p> <p>Observador</p> <p>Disciplinado</p>

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

	<p>Franjas de igual inclinación, franjas de igual espesor, Anillos de Newton.</p> <p>Describir y explicar el interferómetro de Michelson</p> <p>Explicar la interferencia de haces múltiples.</p>	<p>Obtener franjas de interferencia a través de la implementación del Interferómetro de división de amplitud, franjas de igual inclinación, franjas de igual espesor y anillos de Newton.</p> <p>Modelar el interferómetro de Michelson.</p> <p>Realizar en el laboratorio la implementación del interferómetro de haces múltiples.</p>	
Difracción	<p>Explicar el Principio de Huygens.</p> <p>Describir la difracción de Fraunhofer.</p> <p>Explicar y describir la difracción por una rendija, doble rendija, difracción por Múltiples rendijas, abertura rectangular. Abertura circular.</p> <p>Describir qué es la resolución de sistemas formadores de imágenes.</p> <p>Definir los conceptos de red de difracción. Difracción de Fresnel. Abertura circular, placa zonal de Fresnel, Integrales de Fresnel. Abertura rectangular. Espiral de Cornu. Difracción de Fresnel por una rendija.</p> <p>Explicar el Principio de Babinet.</p>	<p>Comprender el Principio de Huygens en el análisis de problemas de propagación de ondas.</p> <p>Comprender y demostrar la difracción de Fraunhofer o de campo lejano.</p> <p>Comprender los conceptos asociados a la difracción o desviación de las ondas a través de la abertura de una rendija.</p> <p>Demostrar la difracción que se produce al pasar la luz a través de una rendija, doble rendija y muchas rejillas, así como de aberturas rectangulares y circulares.</p> <p>Comprender y demostrar la difracción de Fresnel o de campo cercano.</p> <p>Demostrar la difracción de Fresnel que se produce al pasar la luz a través de aberturas rectangulares y circulares, así como a través de una rendija.</p> <p>Comprender el Principio de Babinet de la difracción relativa.</p>	<p>Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado</p>

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	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	
Programas en software especializado que modelen los fenómenos ópticos estudiados.	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.

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

UNIDAD DE APRENDIZAJE	III. Método de Moiré y Speckle.							
PROPÓSITO ESPERADO	El alumno comprenderá los conceptos matemáticos sobre la interferencia y sobre las fuentes de luz y detectores. Implementará experimentos relacionados con interferometría Speckle y efecto Moiré.							
HORAS TOTALES	P	NP	HORAS DEL SABER	P	NP	HORAS DEL SABER HACER	P	NP
	25	5		10	0		15	5

TEMAS	SABER DIMENSIÓN CONCEPTUAL	SABER HACER DIMENSIÓN ACTUACIONAL	SER DIMENSIÓN SOCIOAFECTIVA
Introducción al fenómeno Speckle	Explicar la fotografía Speckle, interferometría Speckle Comprender la interferometría de patrón moteado digital. Describir el análisis de franjas	Demostrar experimentalmente el fenómeno Speckle Realizar en el laboratorio la implementación del interferómetro para trabajar con el patrón de interferencia de moteado de manera digital. Medir superficies por la técnica de moteado	Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado
Método de Moiré	Explicar el método de Moiré In-Plane y Out-Plane Comprender la reflexión de Moiré Describir la Difracción de rejillas, interferencia de Moiré y sus aplicaciones	Demostrar experimentalmente el efecto de Moiré Realizar en el laboratorio la implementación de un arreglo para demostrar la reflexión de Moiré.	Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado
Fuentes de Luz y detectores	Comprender los fundamentos de una superficie negra Lambertiana Definir las fuentes coherentes e incoherentes Explicar el funcionamiento de los detectores fotoeléctricos y cámaras CCD	Demostrar experimentalmente la coherencia e incoherencia de un haz Realizar en el laboratorio la implementación de un arreglo interferométrico y utilizar cámaras CCD para la partura de los interferogramas	Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	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	
Programas en software especializado que modelen los fenómenos ópticos estudiados.	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.

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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTOR	AÑO	TÍTULO DEL DOCUMENTO	LUGAR DE PUBLICACIÓN	EDITORIAL	ISBN
<i>Hecht, Eugene.</i>	2000	<i>Óptica (3ra Edición).</i>	<i>Madrid</i>	<i>Addisson Wesley Iberoamericana.</i>	84-7829-025-7
<i>Born, Max., Wolf, Emil.</i>	1987	<i>Principles of Optics (6th Edition).</i>	<i>Reino Unido</i>	<i>Cambridge University Press.</i>	0-08-026482-4
<i>Toru Yoshizawa</i>	2015	<i>Handbook of Optical Metrology Principles and Applications</i>	<i>Estados Unidos</i>	<i>CRC Press</i>	978-1-4665-7361-1
<i>J. Smith, Warren</i>	2007	<i>Modern Optical Engineering (4th Edition).</i>	<i>Estados Unidos</i>	<i>McGraw-Hill</i>	978-007-14-7687-4
<i>Amidror, Isaac</i>	2009	<i>The theory of the Moiré Phenomen</i>	<i>Suiza</i>	<i>Springer</i>	978-1-84882-181-1
<i>Guillermo H. Kaufmann</i>	2011	<i>Advances in Speckle Metrology and Related Techniques</i>	<i>Alemania</i>	<i>WILEY-VCH</i>	978-3-527-40957-0

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