

NOMBRE DE LA ASIGNATURA O UNIDAD DE APRENDIZAJE

## LUZ POLARIZADA

CICLO

**ELECTIVA**

CLAVE DE LA ASIGNATURA

**EOF01**

### OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DE LA ASIGNATURA

Al finalizar el curso, el estudiante conocerá y manejará las distintas representaciones matemáticas de la luz polarizada en la formulación clásica de la polarización, así como los principios en los que se basan las técnicas polarimétricas más modernas. El estudiante será capaz de identificar y resolver los problemas relacionados con la respuesta lineal asociada a sistemas isótropos y anisótropos, sin importar si presentan diatenuación, retardación o despolarización de la luz con que interaccionan.

### TEMAS Y SUBTEMAS

- |   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Naturaleza vectorial de la luz.</b>   | Sesión 1  |
| 1.1 Introducción.   |           |
| 1.2 La ecuación de onda electromagnética.   |           |
| 1.3 Carácter transversal de la luz. Luz polarizada. Coherencia espacial y temporal.                         |           |
| 1.4 Radiación dipolar eléctrica.  | Sesión 2  |
| 1.5 Mecanismos naturales que generan luz polarizada (dicroísmo, birrefringencia, reflexión, esparcimiento). |           |
| 1.6 Sensibilidad natural a la luz polarizada (seres polarotáticos, cruz de Malta).                          | Sesión 3  |
| <b>2. Estados polarizados espacialmente homogéneos (polarización convencional).</b>                         | Sesión 4  |
| 2.1 Introducción.   |           |
| 2.2 El campo eléctrico instantáneo y la elipse de polarización.   |           |
| 2.3 Estados degenerados de la elipse de polarización (lineales y circulares).                               |           |
| 2.4 Parámetros de la elipse de polarización.  |           |
| <b>3. Representación matemática de la luz.</b>  | Sesión 5  |
| 3.1 Introducción.   |           |
| 3.2 Luz total- o parcialmente polarizada, luz no-polarizada. Grado de polarización lineal.                  |           |
| 3.2.1 Representación trigonométrica.  |           |
| 3.2.2 Vectores de Jones.  | Sesión 6  |
| 3.2.3 Esfera de Poincaré.   |           |
| 3.2.4 Representación compleja.  |           |
| 3.3 Luz parcialmente polarizada.  | Sesión 7. |
| 3.3.1 Vectores de Stokes.   |           |
| 3.3.2 Matriz de coherencia.   |           |
| <b>4. Respuesta de medios ópticos isótropos y anisótropos.</b>  | Sesión 8  |
| 4.1 Introducción (homogeneidad, inhomogeneidad, isotropía y anisotropía).                                   |           |
| 4.2 Ley de Snell y coeficientes de Fresnel (rompimiento de simetría por interfase).                         |           |
| 4.2.1 Ángulo de Brewster y ángulo crítico.  |           |
| 4.3 Medios anisótropos (uniaxiales y biaxiales).  | Sesión 9  |
| 4.4 Anisotropía inducida por agentes externos.  |           |
| 4.4.1 Aplicación de esfuerzos mecánicos.  |           |
| 4.4.1.1 Efectos piezo-óptico o fotoelástico.  |           |
| 4.4.1.2 Efecto piezo-acústico.  |           |
| 4.4.2 Aplicación de campos eléctricos (efectos electro-ópticos).  | Sesión 10 |
| 4.4.2.1 Efecto electro-óptico lineal (efecto Pockels).  |           |
| 4.4.2.2 Efecto electro-óptico cuadrático (efecto Kerr).   | Sesión 11 |
| 4.4.3 Efectos magneto-ópticos.  |           |
| 4.5 Respuesta lineal.   | Sesión 12 |
| 4.5.1 Medios no-despolarizantes.  |           |
| 4.5.1.1 Matrices de Jones de polarizadores lineales, retardadores y rotadores.                              |           |
| 4.5.2 Medios despolarizantes.   | Sesión 13 |
| 4.5.2.1 Matrices de Mueller de polarizadores lineales, retardadores y rotadores.                            |           |
| 4.5.3 Matrices de Mueller-Jones. Teorema de Gil-Bernabeu.   | Sesión 14 |
| 4.6 Interpretación general de la simetría y formas de la matriz de Mueller.                                 |           |
| 4.7 Generador de estados de polarización.   |           |
| 4.8 Analizador de estados de polarización.  |           |
| <b>5. Análisis de las propiedades polarimétricas de las matrices de Mueller.</b>                            | Sesión 15 |
| 5.1 Introducción.   |           |
| 5.2 Grado de polarización.  |           |
| 5.3 Parámetros de diatenuación y polarización.  |           |

5.4	Índice de despolarización.	
5.5	Métrica escalar Q(M).	
5.6	Descomposición matricial.	Sesión 16
5.6.1	Descomposición polar para sistemas no despolarizantes.	
5.6.2	Descomposición polar para medios despolarizantes.	Sesión 17
5.6.2.1	Descomposición de Cloude.	
5.6.2.2	Descomposición de Lu-Chipman.	
5.6.2.3	Descomposición de la forma normal.	Sesión 18
5.6.2.4	Descomposición simétrica.	
<b>6.</b>	<b>Luz polarizada con distribución espacial inhomogénea (polarización no-convencional).</b>	Sesión 19
6.1	Introducción.	
6.2	Haces cilíndricos vectoriales.	
6.3	Modos de polarización radial, acimutal y espiral (teoría + experimento).	Sesión 20
6.4	Vórtices de luz.	
<b>7.</b>	<b>Dispositivos polarizadores.</b>	Sesión 21
7.1	Introducción.	
7.2	Dispositivos basados en la birrefringencia.	
7.3	Dispositivos basados en la reflexión al ángulo crítico.	
<b>8.</b>	<b>Fundamentos de técnicas polarimétricas (teoría básica + laboratorio).</b>	Sesión 22
8.1	Introducción.	
8.2	Polarimetría mediante el Arreglo Polarimétrico Ideal (IPA/Elementos clásicos ideales).	
8.2.1	Determinación de vectores de Stokes y matrices de Mueller (Método general y método reducido).	
8.3	Polarimetría mediante analizador rotante/Descomposición de Fourier (Polarímetro Thorlabs).	Sesión 23
8.3.1	Determinación de vectores de Stokes y matrices de Mueller (configuración espacio abierto y/o all-fiber-SMF-28).	
8.4	Retardadores de fase variables de cristal líquido, LCR (Equipo Thorlabs).	Sesión 24
8.4.1	Determinación de vectores de Stokes y matrices de Mueller.	
8.5	Moduladores fotoelásticos, PEMs (Espectropolarímetro Hinds Instruments, Inc).	Sesión 25
8.5.1	Determinación de los vectores de Stokes.	
8.6	Fotopolarimetría. Determinación de vectores de Stokes y matrices de Mueller por imágenes.	Sesión 26
8.7	Moduladores espaciales de luz de cristal líquido sobre silicio, LCOS.	Sesión 27
8.8	Microelipsometría. Determinación del índice de refracción.	Sesión 28

#### ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

- i) **Frente a docente:** Se cubre un total de 28 sesiones de una hora y media a la semana con la participación activa del estudiante, a través de preguntas, aportación de ejemplos y desarrollos algebraicos en clase, mientras que en el laboratorio participará proponiendo mejoras a los arreglos experimentales inicialmente propuestos por el profesor y efectuando las prácticas señaladas.
- ii) **Independientes:** El estudiante realiza tareas diversas fuera del aula, como solución de problemas algebraicos y numéricos, lectura y análisis de artículos de investigación y referencias bibliográficas. En laboratorio, realizará las prácticas señaladas en los Capítulos 6 y 8. En la solución a problemas numéricos se utilizará MATLAB.

#### CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION Y ACREDITACION

El curso se evalúa de acuerdo al siguiente criterio: 2 exámenes parciales y 1 final, que representan el 60% de su calificación total, así como tareas de cada capítulo (solución de problemas y exposición de artículos de investigación) que representan un 10% y el porcentaje restante (30%) se completa con trabajo en laboratorio.

#### BIBLIOGRAFÍA

	TIPO	TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	L	Polarized Light, Second Edition	D. Goldstein	Marcel Dekker, Inc.	2003
2	L	Polarized Light and the Mueller Matrix Approach	José J. Gil and Razvigor Ossikovski	CRC Press	2016
3	L	Spectroscopic Ellipsometry Principles and Applications	Hiroyuki Fujiwara	John Wiley & Sons	2007
4	A	Vectorial Optical Fields, Fundamentals and Applications	Qiwen Zhan, Ed.	World Scientific	2014
5	L	Polarization and Polarizing Optical Devices, Ch. 9, R. Espinosa-Luna and Q. Zhan, Handbook of Optical Engineering, 2nd. Ed.	Edited by D. Malacara and B. J. Thompson	To be published by Taylor and Francis.	2017