FICHA IDENTIFICATIVA

DATOS DE LA ASIGNATURA

Código: 43308
Nombre: Fibras ópticas: guiado y dispositivos
Ciclo: Máster Universitario Oficial
Créditos ECTS: 6
Curso académico: 2026-27

TITULACIONES

Titulación	Centro	Curso	Periodo
2150 - Máster Universitario en Física Avanzada	Facultat de Física	1	Primer cuatrimestre

MATERIAS

Titulación	Materia	Carácter
2150 - Máster Universitario en Física Avanzada	Guías ópticas y cristales fotónicos	OPTATIVA

COORDINACIÓN

CRUZ MUÑOZ JOSE LUIS

DIEZ CREMADES ANTONIO

RESUMEN

En esta asignatura se pretende dar una visión general sobre las guías de onda y dispositivos fotónicos que operan en el rango de frecuencias correspondiente al espectro óptico (visible e infrarrojo cercano). Se tratan los fundamentos electromagnéticos que confieren las propiedades a estos dispositivos, y cuestiones prácticas, incluyendo los procesos de fabricación y las distintas aplicaciones.

Una vez revisada la teoría general de los sistemas guiadores de ondas electromagnéticas, se estudian las características generales de los modos guiados en guías ópticas. Analizaremos las propiedades de una serie de guías fotónicas con simetría plana y cilíndrica. En concreto, estudiaremos los modos guiados por láminas delgadas metálicas, lo que nos permitirá introducir y estudiar un tipo de onda electromagnética con propiedades muy particulares: los plasmones superficiales. A continuación, como paso previo al estudio detallado de las fibras ópticas, y como introducción a las guías ópticas integradas, se estudia la guía plana dieléctrica, matemáticamente más sencilla de tratar, y con muchas propiedades cualitativamente comunes con las fibras ópticas. Basándonos en los resultados del estudio sobre la lámina dieléctrica, se hace una introducción a los resonadores dieléctricos.

El análisis electromagnético de las fibras ópticas permite conocer los fundamentos que las dotan de sus

propiedades más características, y que han dado pie a las diferentes aplicaciones tecnológicas de las mismas. Además de los aspectos puramente matemáticos, se discuten otras cuestiones de índole práctico, como puede ser los distintos tipos de fibras ópticas comerciales y fibras en fase de desarrollo, y los campos de aplicación más relevantes.

La segunda parte de la asignatura se centra en el estudio de los componentes fotónicos más relevantes fabricados con fibra óptica. En las aplicaciones prácticas que involucran fibras ópticas, generalmente son necesarios otros componentes adicionales para realizar diferentes funciones sobre la luz (filtrado, multiplexación, modulación, etc…). En la medida de lo posible, resulta conveniente implementar estas funciones en el dominio óptico y, preferentemente, con dispositivos de fibra óptica. Esta estrategia permite simplificar los sistemas de fibra óptica y hacerlos más robustos. Por ello, en las últimas décadas se ha realizado un esfuerzo importante en el desarrollo de componentes de fibra óptica. Una familia de dispositivos de fibra óptica de interés está formada por aquellos cuyo funcionamiento se fundamenta en el acoplamiento entre modos guiados por la fibraóptica. En este curso se estudian dispositivos basados en estructuras periódicas, de diferente naturaleza, y dispositivos basados en el acoplamiento por interacción con el campo evanescente. Por último, se aborda el estudio de sistemas de fibra óptica que incluyen fibras ópticas activas, es decir, fibras ópticas que emiten luz. Se tratan los amplificadores de luz de fibra óptica, fundamentales en los sistemas de comunicaciones actuales, y los láseres de fibra óptica, cuya relevancia tecnológica y ámbito de aplicaciones es cada vez más amplio.

actuales, y los láseres de fibra óptica, cuya relevancia tecnológica y ámbito de aplicaciones es cada vez más amplio.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS DE LA MISMA TITULACIÓN

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

OTROS TIPOS DE REQUISITOS

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE

2150 - Máster Universitario en Física Avanzada

Analizar una situación compleja extrayendo cuales son las cantidades físicas relevantes y ser capaz de reducirla a un modelo parametrizado.

Comprender de una forma sistemática el campo de estudio de la Física y el dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo.

Comprender las bases teóricas de la propagación de la luz, tanto en el espacio libre, como en medios dieléctricos lineales y no lineales, así como en guías ópticas.

Comprender las técnicas de fabricación y caracterización de componentes de fibra óptica y sus aplicaciones.

Conocer los avances recientes en materiales, dispositivos y tecnologías emergentes de interés para la fotónica.

Poseer la capacidad para el desarrollo de una aptitud crítica ante el aprendizaje que le lleve a plantearse nuevos problemas desde perspectivas no convencionales.

Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

Saber modelizar matemáticamente los problemas físicos sencillos nuevos, conectados con problemas conocidos. Ser capaz de expresar en términos matemáticos nuevas ideas.

Ser capaz de diseñar sistemas ópticos y dispositivos fotónicos para aplicaciones
específicas de procesamiento de señales.

Ser capaz de gestionar información de distintas fuentes bibliográficas especializadas utilizando principalmente bases de datos y publicaciones internacionales en lengua inglesa.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Introducción a las fibras ópticas

1.1.- ¿Por qué guía una fibra óptica?
1.2.- ¿De qué material están hechas?
1.3.- Fabricación de fibras ópticas.

2. Guías ópticas planas.

2.1.- Introducción.
2.2.- Modos guiados por una lámina metálica. Plasmones superficiales.
2.3.- Lámina dieléctrica plana.
2.4.- Lámina dieléctrica curvada.
2.5.- Microresonadores ópticos dieléctricos.
2.6.- Aplicaciones de las guías integradas.

3. Fibras ópticas.

3.1.- El espectro de modos guiados por una fibra óptica de salto de índice.
3.2.- Aproximación LP.
3.3.- Características del modo fundamental.

3.4.- Modos de la cubierta.
3.5.- Tipo de fibras ópticas.

4. Efectos no lineales en fibras ópticas

4.1.- Elásticos: SPM, XPM, FWM/MI.
4.2.- Inelasticos: Dispersión Raman, Dispersión Brillouin

5. Dispositivos de modos acoplados.

5.1.- Acoplamiento en estructuras periódicas: Filtros de Bragg, redes de período largo.
5.2.- Acoplamiento entre guías de ondas: acopladores y multiplexores en longitud de onda.
5.3.- Interacción entre ondas electromagnéticas y ondas acústicas.

6. Amplificadores de fibra óptica y láseres

6.1. Amplificadores de fibras dopadas con tierras raras.
6.2. Amplificación de pulsos.
6.3. Amplificadores de efecto Raman.
6.4. Láseres de fibra óptica. Láseres pulsados.

VOLUMEN DE TRABAJO (HORAS)

ACTIVIDADES PRESENCIALES

Actividad	Horas
Teoría	33,00
Seminario	3,00
Otras actividades	4,00
Laboratorio	6,00
Total horas	**46,00**

ACTIVIDADES NO PRESENCIALES

Actividad	Horas
Asistencia a otras actividades	0,00
Elaboración de trabajos individuales o en grupo	0,00
Estudio y trabajo autónomo	0,00
Preparación de clases	39,00
Preparación de actividades de evaluación	35,00
Resolución de casos prácticos	30,00
Total horas	**104,00**

METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases teóricas lección magistral participativa.

- Resolución de problemas.

- Prácticas de laboratorio.

- Seminarios.

- Visita a instalaciones científicas.

- Debate o discusión dirigida.

EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura está basada en:

1) Un examen escrito sobre los contenidos de las clases de teoría (40%). En dicho examen se evaluará la comprensión de los aspectos conceptuales mediante preguntas teóricas y mediante cuestiones conceptuales, así como la capacidad para la resolución de problemas y de discusión de los resultados obtenidos.

2) Evaluación continua (45%). Se considerará la realización de ejercicios por parte del estudiante, la presentación de problemas planteados o cualquier otro método que suponga conocimiento de la progresión académica del estudiante.

3) Evaluación de las actividades de laboratorio (15%).

No se podrá aprobar la asignatura sin la realización del examen escrito.

Este sistema de evaluación se aplicará tanto a la primera como a la segunda convocatoria.

BIBLIOGRAFÍA

- R.E. Collin. Field theory of guided waves. IEEE Press 1991.

- A.W. Snyder y J.D. Love. Optical waveguide theory. Chapman and Hall, 1983.

- G.H. Owyang. Foundations of Optical Waveguides. E. Arnold 1981.

- R. März, Integrated Optics. Design and Modelling. Artech House, 1995.
- G. P. Agrawal. Fiber-Optic Communication Systems. John Wiley & Sons, 2002.
- N. Kashima. Passive optical componentes for optical fiber transmission. Artech House 1995.
- H.A. Haus. Waves and fields in optoelectronics. Prentice-Hall 1984.
- Rare earth doped fiber lasers and amplifiers. Edited by M.J.F. Digonnet. Marcel Dekker 1993.
- R. Kashyap. Fibre Bragg grating. Academic Press 1999.