FICHA IDENTIFICATIVA

Datos de la Asignatura

Código	43308
Nombre	Fibras ópticas: guiado y dispositivos
Ciclo	Máster
Créditos ECTS	6.0
Curso académico	2024 - 2025

Titulación(es)

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

Materias

Titulación	Materia	Carácter
2150 - Máster Universitario en Física Avanzada	7 - Guías ópticas y cristales fotónicos	Optativa

Coordinación

Nombre	Departamento
CRUZ MUÑOZ, JOSE LUIS	175 - Física Aplicada y Electromagnetismo
DIEZ CREMADES, ANTONIO	175 - Física Aplicada y Electromagnetismo

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.

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 (RD 1393/2007) // RESULTADOS DEL APRENDIZAJE (RD 822/2021)

2150 - Máster Universitario en Física Avanzada

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

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

- 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.
- Analizar una situación compleja extrayendo cuales son las cantidades físicas relevantes y ser capaz de reducirla a un modelo parametrizado.
- Saber modelizar matemáticamente los problemas físicos sencillos nuevos, conectados con problemas conocidos. Ser capaz de expresar en términos matemáticos nuevas ideas.
- Comprender las técnicas de fabricación y caracterización de componentes de fibra óptica y sus aplicaciones.
- 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.
- Ser capaz de diseñar sistemas ópticos y dispositivos fotónicos para aplicaciones específicas de procesamiento de señales.
- Conocer los avances recientes en materiales, dispositivos y tecnologías emergentes de interés para la fotónica.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RD 1393/2007) // SIN CONTENIDO (RD 822/2021)

Al finalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje el estudiante habrá aprendido:

1. Comprender las técnicas de fabricación y caracterización de componentes de fibra óptica y sus aplicaciones.
2. 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.
3. Ser capaz de diseñar sistemas ópticos y dispositivos fotónicos para aplicaciones específicas de procesamiento de señales.
4. Conocer los avances recientes en materiales, dispositivos y tecnologías emergentes de interés para la fotónica.

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 una fibra óptica.
Demostración 1: Guiado de luz por una fibra óptica

2. Guías 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.
Demostración 2: Guía dieléctrica plana y WGMs en resonadores dieléctricos

3. Fibras ópticas.

3.1.- El espectro de modos de una fibra de salto de índice.
3.2.- Aproximación LP.
3.3.- Características del modo fundamental.
3.4.- Modos de la cubierta.
3.5.- Tipos de fibras ópticas.
Demostración 3: Fibras ópticas microestructuradas

4. Efectos no lineales en fibras ópticas

4.1.- Elásticos: SPM, XPM, FWM/MI.
4.2.- Inelasticos: Dispersión Raman, Dispersión Brillouin.
Demostración 4: Efectos no lineales en fibras ópticas

5. Dispositivos de modos acoplados.

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

Demostración 5: Fabricación de redes de Bragg.
Demostración 6: Interacción acusto-óptica en fibras ópticas.
Demostración 7: Sensores de magnitudes físicas.

6. Amplificadores de fibra óptica

6.1. Amplificadores de fibras dopadas con tierras raras.
6.2. Amplificación de pulsos.
6.3. Amplificadores de efecte Raman.
6.4 Láseres de fibra óptica. Láseres de emisión pulsada.

8. Práctica de laboratorio

Montaje y caracterización de un láser de fibra óptica.

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	33,00	100
Prácticas en laboratorio	6,00	100
Otras actividades	4,00	100
Seminarios	3,00	100
Preparación de actividades de evaluación	35,00	0
Preparación de clases de teoría	34,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	5,00	0
Resolución de casos prácticos	30,00	0
TOTAL	**150,00**	

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:

- Exámenes escritos sobre las clases de teoría, basados en los resultados del aprendizaje y en los objetivos específicos de la asignatura (40 %).

- Evaluación continua del estudiante en las clases de teoría en la que se considerará la asistencia participativa, realización de ejercicios en el aula, presentación de problemas planteados (45 %).

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

REFERENCIAS

Básicas

- 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.