

**FITXA IDENTIFICATIVA****DADES DE L'ASSIGNATURA**

**Codi:** 43308  
**Nom:** Fibres òptiques: guiat i dispositius  
**Cicle:** Màster Universitari Oficial  
**Crèdits ECTS:** 6  
**Curs acadèmic:** 2025-26

**TITULACIONS**

Titulació	Centre	Curs	Període
2150 - Màster Universitari en Física Avançada	Facultat de Física	1	Primer quadrimestre

**MATÈRIES**

Titulació	Matèria	Caràcter
2150 - Màster Universitari en Física Avançada	Guies òptiques i cristalls fotònics	OPTATIVA

**COORDINACIÓ**

CRUZ MUÑOZ JOSE LUIS

DIEZ CREMADES ANTONIO

**RESUM**

En aquesta assignatura es pretén donar una visió general sobre les guies d'ona i dispositius fotònics que operen en el rang de freqüències corresponent a l'espectre òptic (visible i infraroig pròxim). Es tracten els fonaments electromagnètics que confereixen les propietats a aquests dispositius, i qüestions pràctiques, incloent els processos de fabricació i les diferents aplicacions.

Una vegada revisada la teoria general dels sistemes guiadors d'ones electromagnètiques, s'estudien les característiques generals de les maneres guiades en guies òptiques. Analitzarem les propietats d'una sèrie de guies fotòniques amb simetria plana i cilíndrica. En concret, estudiarem les maneres guiades per làmines primes metàl·liques, la qual cosa ens permetrà introduir i estudiar un tipus d'ona electromagnètica amb propietats molt particulars: els plasmons superficials. A continuació, com a pas previ a l'estudi detallat de les fibres òptiques, i com a introducció a les guies òptiques integrades, s'estudia la guia plana dielèctrica, matemàticament més senzilla de tractar, i amb moltes propietats qualitativament comunes amb les fibres òptiques. Basant-nos en els resultats de l'estudi sobre la làmina dielèctrica, es fa una introducció als resonadors dielèctrics.



L'anàlisi electromagnètica de les fibres òptiques permet conèixer els fonaments que les doten de les seues propietats més característiques, i que han donat peu a les diferents aplicacions tecnològiques d'aquestes. A més dels aspectes purament matemàtics, es discuteixen altres qüestions d'indole pràctic, com pot ser els diferents tipus de fibres òptiques comercials i fibres en fase de desenvolupament, i els camps d'aplicació més rellevants.

La segona part de l'assignatura se centra en l'estudi dels components fotònics més rellevants fabricats amb fibra òptica. En les aplicacions pràctiques que involucren fibres òptiques, generalment són necessaris altres components addicionals per a realitzar diferents funcions sobre la llum (filtrat, multiplexació, modulació, etc...). En la mesura que siga possible, resulta convenient implementar aquestes funcions en el domini òptic i, preferentment, amb dispositius de fibra òptica. Aquesta estratègia permet simplificar els sistemes de fibra òptica i fer-los més robustos. Per això, en les últimes dècades s'ha realitzat un esforç important en el desenvolupament de components de fibra òptica. Una família de dispositius de fibra òptica d'interés està formada per aquells el funcionament dels quals es fonamenta en l'acoblament entre maneres guiades per la fibra òptica. En aquest curs s'estudien dispositius basats en estructures periòdiques, de diferent naturalesa, i dispositius basats en l'acoblament per interacció amb el camp evanescent. Finalment, s'aborda l'estudi de sistemes de fibra òptica que inclouen fibres òptiques actives, és a dir, fibres òptiques que emeten llum. Es tracten els amplificadors de llum de fibra òptica, fonamentals en els sistemes de comunicacions actuals, i els làsers de fibra òptica, la rellevància tecnològica de la qual i àmbit d'aplicacions és cada vegada més ampli.

## CONEXEMENTS PREVIS

### RELACIÓ AMB ALTRES ASSIGNATURES DE LA MATEIXA TITULACIÓ

No s'ha especificat restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

### ALTRES TIPUS DE REQUISITS

## COMPETÈNCIES / RESULTATS D' APRENTATGE

-

Analitzar una situació complexa extraient quals són les quantitats físiques rellevants i ser capaç de reduir-la a un model parametrizat.

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.

Comprender d'una forma sistemàtica el camp d'estudi de la Física i el domini de les habilitats i mètodes d'investigació relacionats amb el dit camp.

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.

Posseir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i / o aplicació d'idees, sovint en un context de recerca.

Que els estudiants posseïsquen les habilitats d'aprenentatge que els permeten continuar estudiant d'una forma que haurà de ser en gran manera autodirigida o autònoma.

Saber modelizar matemàticament els problemes físics senzills nous, connectats amb problemes coneguts. Ser capaç d'expressar en termes matemàtics noves idees.

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.

## DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

### 1. Introducció a les fibres òptiques

- 1.1.- Per què guia una fibra òptica?
- 1.2.- De quin material estan fetes?
- 1.3.- Fabricació de les fibres òptiques.

### 2. Guies òptiques planes.

- 2.1.- Introducció.
- 2.2.- Modes guiades per una làmina metàl·lica. Plasmons superficials.
- 2.3.- Làmina dielèctrica plana.
- 2.4.- Làmina dielèctrica corbada.
- 2.5.- Microresonadors òptics dielèctrics.
- 2.6.- Aplicacions de les guies integrades.

### 3. Fibres òptiques.

- 3.1.- L'espectre de modes guiats per una fibra òptica de salt d'índex.
- 3.2.- Aproximació LP.



- 3.3.- Característiques del mode fonamental.
- 3.4.- Modes de la coberta.
- 3.5.- Tipus de fibres òptiques.

## 4. Efectes no lineals en fibres òptiques

- 4.1.- Elàstics: SPM, XPM, FWM/MI.
- 4.2.- Inelastics: Dispersió Raman, Dispersió Brillouin.

## 5. Dispositius de modes acoblats.

- 5.1.- Acoblament en estructures periòdiques: Filtres de Bragg, xarxes de període llarg.
- 5.2.- Acoblament entre guies d'ones: acobladors i multiplexors en longitud d'ona.
- 5.3.- Interacció entre ones electromagnètiques i ones acústiques.

## 6. Amplificadors i làsers de fibra òptica

- 6.1. Amplificadors de fibres dopades amb terres rares.
- 6.2. Amplificació de polsos.
- 6.3. Amplificadors d'efecte Raman.
- 6.4. Làsers de fibra òptica. Làsers polsats.

## VOLUM DE TREBALL (HORES)

### ACTIVITATS PRESENCIALS

Activitat	Hores
Teoria	33,00
Seminari	3,00
Laboratori	6,00
Altres activitats	4,00
<b>Total hores</b>	<b>46,00</b>

### ACTIVITATS NO PRESENCIALS

Activitat	Hores
Assistència a altres activitats	0,00
Elaboració de treballs individuals o en grup	0,00
Estudi i treball autònom	0,00
Preparació de classes	39,00



Preparació d'activitats d'avaluació	35,00
Resolució de casos pràctics	30,00
<b>Total hores</b>	<b>104,00</b>

## METODOLOGIA DOCENT

- Classes teòriques lliçó magistral participativa.
- Resolució de problemes.
- Pràctiques de laboratori.
- Seminaris.
- Visita a instal·lacions científiques.
- Debat o discussió dirigida.

## AVALUACIÓ

L'avaluació de l'assignatura està basada en:

1) Un examen escrit sobre els continguts de les classes de teoria (40%). En aquest examen s'avaluarà la comprensió dels aspectes conceptuals mitjançant preguntes teòriques i mitjançant qüestions conceptuals, així com la capacitat per a la resolució de problemes i de discussió dels resultats obtinguts.

2) Avaluació contínua (45%). Es considerarà la realització d'exercicis per part de l'estudiant, la presentació de problemes plantejats o qualsevol altre mètode que suposi coneixement de la progressió acadèmica de l'estudiant.

3) Avaluació de les activitats de laboratori (15%).

No es podrà aprovar l'assignatura sense la realització de l'examen escrit.

Aquest sistema d'avaluació s'aplicarà tant a la primera com a la segona convocatòria.

## BIBLIOGRAFIA

- 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.