

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

Codi	43308
Nom	Fibres òptiques: guiat i dispositius
Cicle	Màster
Crèdits ECTS	6.0
Curs acadèmic	2023 - 2024

Titulació/titulacions

Titulació	Centre	Curs	Període
2150 - M.U. Física Avançada 12-V.2	Facultat de Física	1	Primer quadrimestre

Matèries

Titulació	Matèria	Caràcter
2150 - M.U. Física Avançada 12-V.2	7 - Guies òptiques i cristalls fotònics	Optativa

Coordinació

Nom	Departament
CRUZ MUÑOZ, JOSE LUIS	175 - Física Aplicada i Electromagnetisme
DIEZ CREMADES, ANTONIO	175 - Física Aplicada i Electromagnetisme

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 ressonadors 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'índole 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.

CONEIXEMENTS PREVIS

Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

Altres tipus de requisits

COMPETÈNCIES

2150 - M.U. Física Avançada 12-V.2

- 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.
- 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.
- Ser capaç de gestionar informació de distintes fonts bibliogràfiques especialitzades utilitzant principalment bases de dades i publicacions internacionals en llengua anglesa.



- Posseir la capacitat per al desenvolupament d'una aptitud crítica davant de l'aprenentatge que li porte a plantejar-se nous problemes des de perspectives no convencionals.
- Comprendre 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.
- Analitzar una situació complexa extraient quals són les quantitats físiques rellevants i ser capaç de reduir-la a un model parametritzat.
- Saber modelitzar matemàticament els problemes físics senzills nous, connectats amb problemes coneguts. Ser capaç d'expressar en termes matemàtics noves idees.
- Comprendre les tècniques de fabricació i caracterització de components de fibra òptica i les seues aplicacions.
- Comprendre les bases teòriques de la propagació de la llum, tant en l'espai lliure, com en mitjans dielèctrics lineals i no lineals, així com en guies òptiques.
- Ser capaç de dissenyar sistemes òptics i dispositius fotònics per a aplicacions específiques de processament de senyals.
- Conèixer els avanços recents en materials, dispositius i tecnologies emergents d'interés per a la fotonica.

RESULTATS DE L'APRENENTATGE

Al finalitzar el procés d'ensenyament-aprenentatge l'estudiant haurà après:

- 1- Comprendre les tècniques de fabricació i caracterització de components de fibra òptica i les seues aplicacions.
- 2- Comprendre les bases teòriques de la propagació de la llum, tant en l'espai lliure, com en mitjans dielèctrics lineals i no lineals, així com en guies òptiques.
- 3- Ser capaç de dissenyar sistemes òptics i dispositius fotonics per a aplicacions específiques de processament de senyals.
- 4- Conèixer els avanços recents en materials, dispositius i tecnologies emergents d'interès per a la fotonica.

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 d'una fibra òptica.

Demostració 1: Guiat de llum per una fibra òptica



2. Guies 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.
- Demostració 2: Guia dielèctrica plana i WGMs en resonadors dielèctrics

3. Fibres òptiques.

- 3.1.- L'espectre de maneres d'una fibra de salt d'índex.
 - 3.2.- Aproximació LP.
 - 3.3.- Característiques de la manera fonamental.
 - 3.4.- Modes de la coberta.
 - 3.5.- Tipus de fibres òptiques.
- Demostració 3: Fibres òptiques microestructurades

4. Efectes no lineals en fibres òptiques

- 4.1.- Elàstics: SPM, XPM, FWM/MI.
 - 4.2.- Inelàstics: Dispersió Raman, Dispersió Brillouin.
- Demostració 4: Efectes no lineals en fibres òptiques

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.

Demostració 5: Fabricació de xarxes de Bragg.

Demostració 6: Interacció acusto-òptica en fibres òptiques.

Demostració 7: Sensors de magnituds físiques.

6. Amplificadors 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.

**8. Pràctica de laboratori**

Montatge i caracterització d'un làser de fibra òptica.

VOLUM DE TREBALL

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	33,00	100
Pràctiques en laboratori	6,00	100
Altres activitats	4,00	100
Seminaris	3,00	100
Preparació d'activitats d'avaluació	35,00	0
Preparació de classes de teoria	20,00	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	5,00	0
Resolució de casos pràctics	30,00	0
TOTAL	136,00	

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:

- Exàmens escrits sobre les classes de teoria, basats en els resultats de l'aprenentatge i en els objectius específics de l'assignatura (40%).
- Avaluació contínua de l'estudiant en les classes de teoria en la qual es considerarà l'assistència participativa, realització d'exercicis a l'aula, presentació de problemes plantejats (45%).
- Avaluació de les activitats de laboratori (15%).



REFERÈNCIES

Bàsiques

- 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 components 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.