

Guia docent

2301116 - SEMPHO - Fotònica de Semiconductors: Aplicacions i Tecnologies

Última modificació: 21/06/2024

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona
Unitat que imparteix: 710 - EEL - Departament d'Enginyeria Electrònica.
Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN FOTÒNICA (Pla 2013). (Assignatura optativa).
Curs: 2024 **Crèdits ECTS:** 3.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JOSE ANTONIO LAZARO VILLA
Altres: Segon quadrimestre:
ALEXANDRA BERMEJO BROTO - 11
JOSE ANTONIO LAZARO VILLA - 11

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixements bàsics d'enginyeria o ciències

METODOLOGIES DOCENTS

Aprenentatge mitjançant:
- Disseny pràctic i tecnologies de laboratori
- Classes.
- Treball en grup.
- Treball individual.
- Pràctiques de laboratori.
- Presentacions orals.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

La fotònica de semiconductors és un camp emocionant que combina la tecnologia de semiconductors amb l'estudi de la llum. Se centra en la interacció entre la llum i els semiconductors, donant lloc a diverses aplicacions interessants com: Comunicació de dades d'alta velocitat que permet la transmissió de dades a altes velocitats a llargues distàncies utilitzant fibres òptiques; Dispositius compactes i integrats que condueixen a dispositius més petits, livians i eficients per a telecomunicacions, detecció, imatges i diagnòstics biomèdics; Tecnologies quàntiques, on la fotònica semiconductora exerceix un paper en les tecnologies quàntiques emergents, inclosa la comunicació quàntica i la computació quàntica; Eficiència energètica, amb menor consum d'energia en circuits fotònics i fonts de llum basades en semiconductors que estalvien energia.

Estarà cobert per fotònica semiconductora pràctica:

- Aplicacions,
 - Tecnologies de sala neta i fabricació,
 - Disseny i mesurament en laboratori de dispositius fotònics semiconductors.
- després de sessions introductòries teòriques.

HORES TOTS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	51,0	68.00
Hores grup petit	12,0	16.00
Hores grup gran	12,0	16.00

Dedicació total: 75 h

CONTINGUTS

Introducció a l' assignatura i les tecnologies

Descripció:

- Presentació del tema.
 - Introducció a les Tecnologies Fotòniques de Semiconductors:
 - 1) Les principals aplicacions i limitacions de la fotònica de silici.
 - 2) Fotònica composta i híbrida.
 - 3) Introducció a l'eina de disseny de fotònica de semiconductors que s'utilitzarà per al procés de disseny al llarg del curs: ANSYS Lumerical®.
- (Es prestarà especial atenció a la integració de dispositius fotònics passius basats en Si i materials derivats)

Dedicació: 12h 30m

Grup gran/Teoria: 4h

Aprenentatge autònom: 8h 30m

Introducció a les aplicacions

Descripció:

- Exemples d'aplicacions de la Fotònica de Semiconductors a:
Comunicació, detecció, eficiència energètica, robòtica, tecnologies quàntiques, ciències de la vida i atenció mèdica i ordinador quàntica fotònica (QPU).
- Seminari(s) de grups de recerca de primer nivell presentaran aplicacions de darrera generació i projectes de recerca relacionats.

Dedicació: 12h 30m

Grup gran/Teoria: 4h

Aprenentatge autònom: 8h 30m

Tècniques de fabricació de semiconductors

Descripció:

- 1) Introducció a la Física dels Semiconductors.
- 2) Principis de funcionament i estructura dels dispositius semiconductors actius i passius
- 3) Tècniques de fabricació de sales netes:
 - Obtenció del substrat semiconductor
 - Tècniques de deposició
 - Oxidació tèrmica de c-Si
 - Fotolitografia
 - Difusió i implantacions
 - De l'oblia a l'aparell

Activitats vinculades:

- Visita a la Sala Blanca de la UPC i tècniques i demostracions de fabricació.

Dedicació: 18h 45m

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 12h 45m

Disseny de dispositius fotònics semiconductors

Descripció:

- L'objectiu és fer un cicle de disseny complet, de manera que els principals conceptes, tècniques i processos utilitzats, a nivell introductori. L'objectiu serà el disseny d'un ressonador d'anell com a element bàsic compacte que proporcioni una selectivitat de longitud d'ona precisa, un alt factor Q , mida compacta, sintonització, baix consum d'energia, versatilitat, facilitat d'integració i alta sensibilitat.
- Es facilitarà el model teòric mínim exigint als alumnes que no tinguin coneixements previs d'aquest tipus d'aparells.
- Al llarg del curs es desenvoluparan 4 etapes de disseny: a) disseny inicial per a la funcionalitat bàsica; b) optimització de paràmetres (bàsics) per complir amb els paràmetres clau de rendiment; c) anàlisi dels errors de fabricació aleatoris i el seu impacte esperat en el disseny final; d) disseny de la disposició del ressonador d'anell dissenyat en fotònica de silici i materials derivats.
- Els estudiants desenvoluparan el seu propi disseny, utilitzant llicències acadèmiques del programari de simulació i disseny de maquetació que s'executa als servidors de càlcul en línia de la UPC.
- Les sessions de disseny es complementaran amb seminaris d'experts en fabricació de dispositius fotònics semiconductors explicant els passos clau, com els kits de disseny de processos (PDK) de VLC Photonics (Grup Hitachi) i - Centro Nacional de Microelectrónica (CSIC, Barcelona).

Activitats vinculades:

- Disseny amb software comercial d'un dispositiu fotònic semiconductor.
- Procés de disseny automàtic.

Dedicació: 18h 45m

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 12h 45m

Laboratori de fabricació en Sala Blanca i caracterització de dispositius fotònics

Descripció:

- Fabricació d'estructures fotòniques simples en Sala Blanca.
- Caracterització d'estructures fotòniques simples.
- Els estudiants aprendran les tècniques bàsiques de caracterització de dispositius fotònics semiconductors (dispositiu concret a caracteritzar es decidirà a l'inici del curs, en funció de la disponibilitat de possibles dispositius dissenyats prèviament).

Activitats vinculades:

- Fabricació d'estructures fotòniques amb solucions col·loïdals en la Sala Blanca
- Realització de mesures en laboratori de dispositius semiconductors.
- Caracterització de dispositius òptics nanoestructurats.

Dedicació: 12h 30m

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 8h 30m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La nota final de l'assignatura s'obtindrà de la nota d'avaluació continuada (treball proposat pel professor al llarg del curs i pràctiques de laboratori) i de l'examen final, d'acord amb els següents criteris:

Pràctiques de laboratori: 10%

Projecte Final: 40%

Examen final 50%

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Sze, S.M.; Lee, M.K. Semiconductor devices: physics and technology. 3rd ed.; int. stud. version. Singapore: Wiley, 2013. ISBN 9788126556755.
- Chrostowski, Lukas. Silicon photonics design. 1. Cambridge: Cambridge University Press,, 2015. ISBN 9781107085459.

Complementària:

- Nirmal, D.; Ajayan, J.; Fay, P.J. (eds.). Semiconductor devices and technologies for future ultra low power electronics [en línia]. First edition. Boca Raton, Florida ; London ; New York: CRC Press, 2022 [Consulta: 07/07/2023]. Disponible a: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781003200987>. ISBN 9781003200987.

RECURSOS

Altres recursos:

S'oferirà material tutorial sobre temes bàsics sobre els continguts de l'assignatura a aquells estudiants que ho puguin sol·licitar o necessitar.