

Titulació	Tipus	Curs
2500898 Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació	OB	3

## Professor/a de contacte

Nom: Gary Junkin

Correu electrònic: gary.junkin@uab.cat

## Idiomes dels grups

Podeu consultar aquesta informació al [final](#) del document.

## Prerequisits

Conceptes bàsics de semiconductors, de camps electromagnètics i de sistemes de telecomunicació. Els coneixements i habilitats que l'estudiant hauria d'haver assolit prèviament per a poder seguir l'assignatura de forma adequada són: conèixer i utilitzar els fonaments i principis de càlcul d'una o més variables; Utilitzar i resoldre equacions diferencials i equacions diferencials en derivades parcials; Capacitat per analitzar funcions de variable complexa; Capacitat per comprendre i utilitzar l'anàlisi vectorial i numèrica; Capacitat per resoldre sistemes lineals i invariants i les funcions i transformades relacionades; Comprendre i utilitzar els principis de la probabilitat, els conceptes de variable aleatòria i la seva aplicació a les telecomunicacions; Capacitat per comprendre i dominar el concepte d'oscil·lació i les lleis generals de les ones electromagnètiques; Conèixer de forma teòrica i pràctica els conceptes d'electricitat i magnetisme, així com la capacitat per analitzar els camps electromagnètics; Conèixer i utilitzar els conceptes de propagació guiada i no guiada en el domini del temps i de la freqüència; Conèixer el principi físic dels semiconductors.

## Objectius

1. Adquirir nivell avançat de coneixement dels principals blocs que constitueixen un enllaç de comunicacions òptiques, els components que l'integren (fibres òptiques, emissors de llum, fotodetectors i altres dispositius fotònics), i els principis bàsics de la transmissió digital de senyals òptics.
2. Habilitats: capacitat de càlcul dels paràmetres més importants en el context d'enllaços òptics digitals, utilitzar un programari de simulació de sistemes i dispositius òptics d'altres prestacions (VPI TransmissionMaker), resoldre problemes i redactar treballs, treballar en grups petits de dos persones.
3. Competències: Disposar dels fonaments matemàtics i físics necessaris per interpretar, seleccionar, valorar, i eventualment proposar, conceptes, teories, usos i desenvolupaments tecnològics relacionats amb les comunicacions òptiques i la seva aplicació. Capacitat per analitzar dispositius fotònics, i la seva utilització en telecomunicacions òptiques.

## Competències

- Actitud personal
- Analitzar components i especificacions per a sistemes de comunicacions guiades i no guiades per mitjans electromagnètics, de radiofreqüència o òptics.

- Aplicar la legislació necessària durant el desenvolupament de la professió d'enginyer tècnic de telecomunicació i utilitzar les especificacions, els reglaments i les normes de compliment obligatori.
- Aprendre nous mètodes i tecnologies a partir dels coneixements bàsics i dels tecnològics, i tenir versatilitat per adaptar-se a noves situacions.
- Comunicació
- Hàbits de pensament.
- Hàbits de treball personal
- Seleccionar i concebre circuits, subsistemes i sistemes de comunicacions guiades i no guiades per mitjans electromagnètics, de radiofreqüència o òptics, per complir unes especificacions determinades.
- Treball en equip

## Resultats d'aprenentatge

1. Analitzar components i especificacions de sistemes de comunicacions òptiques.
2. Aplicar la normativa i la regulació nacionals i internacionals en l'àmbit de les comunicacions òptiques.
3. Aplicar les tècniques en què es basen, en l'àmbit de les comunicacions òptiques i des del punt de vista dels sistemes de transmissió, les xarxes, els serveis i les aplicacions.
4. Avaluar els avantatges i els inconvenients de diferents alternatives tecnològiques de desplegament o implementació de sistemes de comunicacions òptics.
5. Comunicar eficientment, oralment i per escrit, coneixements, resultats i habilitats, tant en entorns professionals com davant de públics no experts.
6. Desenvolupar el pensament científic.
7. Desenvolupar el pensament sistèmic.
8. Desenvolupar la curiositat i la creativitat.
9. Fer un ús eficient de les TIC en la comunicació i la transmissió d'idees i resultats.
10. Gestionar el temps i els recursos disponibles.
11. Prendre decisions pròpies.
12. Prevenir i solucionar problemes.
13. Seleccionar equips i sistemes de transmissió per mitjans òptics.
14. Treballar cooperativament.
15. Utilitzar aplicacions informàtiques per donar suport al desenvolupament i l'explotació de xarxes, serveis i aplicacions basades en comunicacions òptiques.

## Continguts

### Continguts

(T:teoria, S: problemes o seminaris, PS:preparació de problemes o seminaris, L:laboratoris, PP:preparació pràctiques, E:estudi, AA:altres activitats; totes aquestes activitats es demanen especificades en hores.)

#### 1. Fibres òptiques

T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
9	3	3	6	9	6		36

Introducció general. Conceptes bàsics d'Òptica. Guiat de radiacions òptiques. Fibres monomode i multimode. Fibres de salt d'índex i d'índex gradual. Propietats òptiques de les fibres. Pèrdues, scattering de Rayleigh, Mie, Brillouin i Raman. Dispersió cromàtica, dispersió modal. Característiques de transmissió. Fibres especials: dispersió nul·la, dispersió desplaçada, dispersió aplanada. Paràmetres de modelatge.

## 2. Emissors òptics

T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
9	3	3	6	9	6		36

Bases de l'emissió de llum. Emissió de llum en semiconductors. Estructura de doble heterounió. LED. Equació de ritme. Característiques: ample de línia espectral, resposta esglaió, resposta de modulació, ample de banda. Ressonador Fabry-Perot. Reflectors Bragg. Làser de semiconductor. Tipus i propietats. Equacions de ritme, corrent llindar, resposta esglaió, resposta de modulació, dependència ample de banda amb corrent. Paràmetres de modelatge amb equacions de ritme, temps de vida portadors i fotons, coeficient de amortiment, factor de confinament.

## 3. Receptors òptics

T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
9	3	3	6	9	6		36

Detecció de llum en unions p-n. Díodes PIN i APD. Circuit equivalent, amplificador transimpedància. Responsivitat, corrent de foscor. Soroll tèrmic, soroll shot, factor allau. Conseqüències de la conversió potència òptica a corrent elèctric: soroll de batut (beat noise) S-ASE i ASE-ASE. Ample de banda en dispositius actuals. Paràmetres de modelatge: densitat espectral de soroll, M, k.

## 4. Amplificadors òptics

T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
9	3	3	6	9	6		36

Importància en sistemes WDM. Amplificadors òptics de semiconductor, sistema de dos nivells, bombatge elèctric. Nocions de les equacions de ritme. Guany petit senyal, potència de saturació, dependència soroll amb guany. Soroll ASE, dependència amb guany. Fibres amplificadores, sistema de tres nivells, bombatge fotònic, amplificadors de fibra dopada EDFA, amplificadors de fibra RAMAN amb gran amplada de banda. Paràmetres de modelatge.

## 5. Enllaços digitals de comunicacions òptiques

9

T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
9	3	3	6	6			36

Transmissió de senyals digitals, IIDD modulació d'intensitat, detecció directa. Paràmetre Q, BER. Soroll tèrmic, "shot". Influència soroll ASE: soroll de batut, S-ASE, ASE-ASE. Interferència entre símbols (ISI), dispersió. Components passius: Aïllant, modulador MZ, filtres òptics. Balanç de potència i de temps. Resposta impulsional de l'enllaç.

## Activitats formatives i Metodologia

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de Problemes	18	0,72	1, 3, 4, 6, 7, 13, 15
Classes de Teoria	39	1,56	1, 3, 4, 6, 7, 13
Pràctiques en Laboratori	18	0,72	1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
Tipus: Supervisades			
Tutorias	18	0,72	12
Tipus: Autònomes			
Cerca de documentació	9	0,36	2, 4, 13, 15
Estudi	50	2	1, 3, 4, 6, 7, 10, 13
Lectura de llibres, articles i casos	9	0,36	3
Preparació de les sessions de laboratori i realització de la memòria	36	1,44	3, 5, 15
Resolució de problemes i preparació de casos	18	0,72	6, 7, 10

Classes de teoria (objectius 1 i 3) i problemes, ambdues presencials i vinculades cronològicament amb 8 mòduls pràctics de laboratori. Aprenentatge basat en problemes (APB): estudis previs de qüestions individuals per a cada alumne en cada mòdul (objectiu 2).

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

## Avaluació

### Activitats d'avaluació continuada

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Exàmens	67%	6	0,24	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13
Módulo de trabajo en el laboratorio y memorias correspondientes	33%	4	0,16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15

## Avaluació OPTCOM

a) Procés i activitats d'avaluació programades, amb la indicació del valor assignat a l'avaluació contínua i en les proves finals.

- Examen 67% (EX). La prova constarà de tres exàmens parcials obligatoris (OB) i dos exàmens de recuperació opcionals (OP) aplicables únicament a les primeres dues parts, EP1 i EP2. Cada examen parcial durarà 60 minuts i consistirà en contestar 12 qüestions tipus test (quatre opcions que resten 1/3 de la nota en casos erronis).

1. La primera prova EP1 cobreix el primer 37,5% del curs (OB).

2. La segona prova EP2 cobreix el següent 37,5% del curs (OB).

3. La tercera prova EP3 cobreix l'últim 25% del curs (OB).

4. L'examen de recuperació consistirà en dues parts (EF1 + EF2), cadascuna d'una hora de durada, corresponents amb EP1 i EP2. Quan la nota a EP1 és inferior a 5, l'examen EF1 és obligatori. Quan la nota de EP2 és inferior a 5, l'examen EF2 és obligatori.

- Treball de laboratori LAB de sis mòduls (de 3 hores) en grups de dues persones, avaluació contínua (30%). La prova LAB és obligatòria.

- Sis mòduls de problemes PROB: treball individual, avaluació contínua (3%). La prova PROB és obligatòria.

Els indicadors que es faran servir per qualificar l'aprenentatge aconseguit: interpretació, selecció, valoració, i ús de conceptes, teories, desenvolupaments tecnològics relacionats amb les comunicacions òptiques.

La nota final d'examen EX serà el màxim valor de  $(0.375*EP1+0.375*EP2+0.25*EP3)$  o  $(0.375*EF1+0.375*EF2+0.25*EP3)$ . Per aprovar cal que EX superi la nota mínima de 5 punts i que la nota de les parts  $[\max(EF1, EP1); \max(EF2, EP2)]$  supera 4 punts. L'avaluació global  $NF = 0.67 * EX + 0.30 * LAB + 0.03 * PROB$ , es basa en la nota d'examen EX (67%), la nota de pràctiques LAB (30%), i la nota de problemes PROB (3%). En el cas que la nota de teoria EX sigui inferior a 4 punts sobre 10, però la nota global NF superi els 5 punts, es donarà una nota de 4,5 punts.

b) Programació d'activitats d'avaluació.

El calendari d'avaluació:

- Avaluació contínua de Pràctiques de Laboratori, cada dues setmanes.

- Avaluació contínua de problemes, cada dues setmanes (PROB).

- EP1 (60 minuts), aproximadament setmana 6-7.

- EP2 (60 minuts), aproximadament setmana 11-13.

- EP3 (60 minuts), aproximadament setmana 16-18 (horari exàmens Escola).

- Exàmens de recuperació (EF1 60 minuts, EF2 60 minuts), aproximadament setmana 16-18 (horari exàmens Escola).

c) Procés de recuperació. Les proves EP1 i EP2 (50,25% de l'avaluació global) poden ser recuperades en els exàmens corresponents (EF1, EF2). La cinquena prova consta de l'examen parcial EP3 (16,75% evaluació global) no és recuperable. D'acord amb la coordinació de l'Grau i la direcció de l'Escola d'Enginyeria les següents activitats no es podran recuperar: Pràctiques (1-6, 5% cadascun), mòduls PROB (1-6, 0,5% cadascun).

d) Procediment de revisió de les qualificacions. Per a cada activitat d'avaluació, s'indicarà un lloc, data i hora de revisió en la qual l'estudiant podrà revisar l'activitat amb el professor. En aquest context, es podran fer reclamacions sobre la nota de l'activitat, que seranavaluades pel professorat responsable de l'assignatura. Si l'estudiant no es presenta en aquesta revisió, no es revisarà posteriorment aquesta activitat.

e) Qualificacions especials: No Avaluable: Un estudiant es considerarà no avaluable (NA) si no s'ha presentat a cap de les activitats. Matrícules d'honor: Atorgar una qualificació de matrícula d'honor es decisió del professorat responsable de l'assignatura. La normativa de la UAB indica que les MH només es podran concedir a estudiants que hagin obtingut una qualificació final igual o superior a 9.00. Es pot atorgar fins a un 5% de MH del total d'estudiants matriculats.

f) Irregularitats per part de l'estudiant, còpia i plagi. Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, i d'acord amb la normativa acadèmica vigent, es qualificaran amb un zero les irregularitats comeses per l'estudiant que puguin conduir a una variació de la qualificació d'un acte d'avaluació. Per tant, plagiar, copiar o deixar copiar una pràctica o qualsevol altra activitat d'avaluació implicarà suspendre amb un zero i no es podrà recuperar en el mateix curs acadèmic. Si aquesta activitat té una nota mínima associada, llavors l'assignatura quedarà suspesa.

g) Avaluació dels estudiants repetidors.

En línia amb l'[article 117 de la Normativa Acadèmica de la UAB](#), a partir de la segona matrícula (concretament, per a alumnes que NO estan en la seva primera matrícula i que han superat les dues proves LAB i PROB amb una nota de 5), l'avaluació de l'assignatura o mòdul consistirà en una prova de síntesi, que permeti l'avaluació dels resultats d'aprenentatge previstos en la guia docent de l'assignatura. En aquest cas, la qualificació de l'assignatura correspondrà a la qualificació de la prova de síntesi. Per prova de síntesi s'utilitzaran els exàmens  $(0.375*EP1+0.375*EP2+0.25*EP3)$  o  $(0.375*EF1+0.375*EF2+0.25*EP3)$ . No obstant això, els alumnes que no han superat les dues proves LAB i PROB amb una nota de 5, en cada cas, estan obligats a repetir les proves LAB i / o PROB no superades.

## Bibliografia

### Bibliografia bàsica

1. Fundamentos De Comunicaciones Ópticas, José Capmany, Francisco Javier Fraile-Peláez; Javier Martí; (Síntesis), 2ª Edición (ISBN84-7738-599-8)
2. Problemas de Comunicaciones Ópticas, José Capmany, Daniel Pastor, Beatriz Ortega, Salvador Sales, 2003 (ISBN: 84-9705-381-8)

### Bibliografia complementària

1. Sistemas Y Redes Opticas De Comunicaciones; Martin Pereda, Jose A., Pearson Educacion, 1ª Edición, Madrid, 2004, ISBN: 8420540080
2. Optical fiber communication systems ; Leonid Kazovsky, Sergio Benedetto, Alan Willner, Artech House, 1996 , ISBN: 0-89006-756-2
3. Optical Fiber Communications: Principles and Practice. J.M. Senior, Prentice-Hall International. Series in Optoelectronics. Londres, 1993. Segunda Edición.

## Programari

VPI Transmission Maker

Excel

## Llista d'idiomes

Nom	Grup	Idioma	Semestre	Torn
(PAUL) Pràctiques d'aula	331	Anglès	segon quadrimestre	matí-mixt
(PAUL) Pràctiques d'aula	332	Anglès	segon quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	331	Anglès	segon quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	332	Anglès	segon quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	333	Anglès	segon quadrimestre	matí-mixt
(TE) Teoria	330	Anglès	segon quadrimestre	matí-mixt

PROVISION