

Comunicacions òptiques

Codi: 102691
Crèdits: 9

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500898 Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació	OB	3	2

Professor de contacte

Nom: Gary Junkin

Correu electrònic: Gary.Junkin@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: espanyol (spa)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: No

Grup íntegre en espanyol: Sí

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 o tres 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 esglaó, resposta de modulació, ample de banda. Ressonador Fabry-Perot. Reflectors Bragg. Làser de semiconductor. Tipus i propietats. Equacions de ritme, corrent llindar, resposta esglaó, resposta de modulació, dependència ample de banda amb corrent. Paràmetres de modelatge amb equacions de ritme, temps de vida portadors i fotons, coeficient de pèrdues, 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 foscó. 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.

Metodologia

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).

Activitats formatives

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

Avaluació

• Avaluació OPTCOM 2016-17

60% Examen, 30% treball de laboratori, 10% problemes (avaluació contínua).

Treball de laboratori de 6 mòduls (de 3 hores) en grups petits de dos persones.

Els indicadors que s'usaran per a qualificar l'aprenentatge assolit: interpretació, selecció, valoració, i ús de conceptes, teories, desenvolupaments tecnològics relacionats amb les comunicacions òptiques.

El calendari d'avaluació: avaluació contínua de pràctiques de laboratori cada dues setmanes, **dos exàmens parcials; EP1 (90 minuts), EP2 (90 minuts), setmanes 8 i 15 (aprox.) i dos exàmens finals; (EF1 90 minuts) i EF2 (90 minuts).**

La prova d'examen consta de **quatre parts**; la primera part EP1 és un examen parcial de **90 minuts** que consisteix en contestar 12 qüestions test i un problema. Els exàmens test resten quan l'opció marcada és errònia. La segona part EP2 és un examen parcial de **90 minuts** que consisteix en contestar 12 qüestions test i un

problema. La tercera prova consta de l'examen final EF1 corresponent a la recuperació del examen parcial EP1. La quarta prova consta de l'examen final EF2 corresponent a la recuperació del examen parcial EP2. Si la nota del primer parcial EP1 és inferior a 5 s'ha de fer la primera part de l'examen final EF1. Si la nota del segon parcial EP2 és inferior a 5 s'ha de fer la segona part de l'examen final EF2. La millor nota de EP1 o EF1 (50%) se suma a les millors dues notes de EP2, EF2 (50%). Per aprovar és necessari que l'avaluació de cadascuna de les parts superi la nota mínima de quatre punts i que l'avaluació total tingui una nota igual o superior a 5. L'avaluació total **basa en la nota d'examen (60%) i la nota de pràctiques + problemes (40%)**.

En cas de no superar l'assignatura, la nota numèrica de l'expedient serà el valor menor entre 4,5 i la mitjana ponderada de les notes."

Havent aprovat en dos cursos seguits les pràctiques, no serà obligatori l'assistència en mes pràctiques. No obstant això, sempre s'aconsella tornar a fer les pràctiques. Per als alumnes repetidors, l'avaluació total es basa en la nota d'examen (60%) i la nota mitjana de pràctiques (30%) + problemes (10%).

Es posarà a l'estudiant la una nota final de "No Avaluable" únicament en el cas que no hi hagi avaluació de l'alumne.

"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-la amb un zero i no es podrà recuperar en el mateix curs acadèmic. Si aquesta activitat té una nota mínima associada, aleshores l'assignatura quedarà suspesa."

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Examen	60	6	0,24	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13
Módulo de trabajo en el laboratorio y memorias correspondientes	40	4	0,16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15

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.