



Guia docent

320031 - FOAE - Fotònica. Òptica Aplicada a l'Enginyeria

Última modificació: 02/04/2024

Unitat responsable: Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa
Unitat que imparteix: 748 - FIS - Departament de Física.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES AUDIOVISUALS (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN ENGINYERIA DE TECNOLOGIA I DISSENY TÈXTIL (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN ENGINYERIA ELÈCTRICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA INDUSTRIAL I AUTOMÀTICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN ENGINYERIA DE DISSENY INDUSTRIAL I DESENVOLUPAMENT DEL PRODUCTE (Pla 2010). (Assignatura optativa).

Curs: 2024 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: Ramon Herrero

Altres: Ramon Herrero

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Transversals:

1. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.
2. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.
3. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.
4. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com un membre més, o realitzant tasques de direcció amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.
5. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

- Sessions teòriques i exercicis d'aplicació
- Sessions de laboratori
- Treballs en grup de temes específics i presentacions
- Estudi autònom.

A les sessions teòriques s'introduiran les bases de la matèria, conceptes, mètodes i resultats il·lustrant-los amb exemples convenients per facilitar-ne la seva comprensió.

Al laboratori s'observen les propietats de la llum i les seves aplicacions

Els temes dels treballs en grup o individuals s'escullen segons l'interès de cada estudiant



OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

-La fotònica és la ciència i la tecnologia dels fotons i ones electromagnètiques des dels raigs gamma fins a les ones de radio, inclosos els raigs X, els UV, la llum visible i infraroja.

-La fotònica sustenta les tecnologies de la vida diària, des de les telecomunicacions (fibres òptiques, Internet) fins a la tecnologia d'il·luminació (bombetes, LED, làser) passant per l'electrònica de consum (telèfons intel·ligents, ordinadors portàtils, escàners de codis de barres, reproductors de CD, DVD, controls remots) fins a la salut (cirurgia ocular, microscòpia, tomografia, instrumental mèdic) a la indústria (tall, soldadura i mecanitzat amb làser) a defensa i seguretat (càmera infraroja, teledetecció) a entreteniment (holografia, espectacles làser) a explorar l'univers, etc.... El segle XXI dependrà tant de la fotònica com el segle XX de l'electrònica.

-Els objectius de l'assignatura són per una banda conèixer les propietats bàsiques de la llum i la seva aplicació a les diferents branques de l'enginyeria i per altra banda conèixer les tecnologies fotòniques actuals.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup mitjà	15,0	10.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup petit	15,0	10.00
Hores grup gran	30,0	20.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

1: Naturalesa i propagació de la llum

Descripció:

- 1.1. Ones electromagnètiques.
- 1.2. Generació de radiació i espectre electromagnètic
- 1.3. Propagació en materials dielèctrics, reflexió i refracció
- 1.4. Propagació en medis no homogenis
- 1.5. Aplicacions: Telemetria làser, detecció d'objectes, alineament, lectors de dades, perfilòmetres, detectors de posició, velocitat i rotació

Activitats vinculades:

Teoria
Exercicis d'aplicació
Pràctiques de laboratori: propagació en medis i inhomogenis

Dedicació: 24h 30m

Grup gran/Teoria: 5h
Grup mitjà/Pràctiques: 2h 30m
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 15h

2: Òptica geomètrica i instruments òptics

Descripció:

- 2.1. Sistemes òptics i formació d'imatges
- 2.2. Instrumentació òptica: Càmera fotogràfica, telescopi, microscopi, microscopi confocal, ...
- 2.3. Prismes i espectroscòpia

Activitats vinculades:

Teoria
Exercicis d'aplicació
Pràctiques de laboratori: Instrumentació òptica

Dedicació: 24h 30m

Grup gran/Teoria: 5h
Grup mitjà/Pràctiques: 2h 30m
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 15h

3: Interferències i difracció

Descripció:

- 3.1. Interferències d'ones electromagnètiques
- 3.2. Aplicacions: Interferòmetres, mesura precisa de distàncies, sensors interferomètrics, filtres òptics, ...
- 3.3. Difracció de Fraunhofer i límits de resolució en imatges òptiques
- 3.4. Aplicacions: Xarxes de difracció i espectroscòpia, mesura micromètrica, microscòpia interferomètrica, difracció de raig X i anàlisi de cristalls, ...
- 3.5. Difracció de Fresnel i holografia
- 3.6. Aplicacions: Emmagatzematge hologràfic, interferometria hologràfica, correlació òptica i reconeixement d'imatges

Activitats vinculades:

Teoria
Exercicis d'aplicació
Pràctiques de laboratori: Interferometria i mesures per difracció

Dedicació: 24h 30m

Grup gran/Teoria: 5h
Grup mitjà/Pràctiques: 2h 30m
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 15h

4: Polaritzadors i medis anisòtrops

Descripció:

- 4.1. Polarització, dicroïsmes, birrefringència i activitat òptica,
- 4.2. Aplicacions: Làmines de retard, polarimetria, fotoelasticitat, microscòpia de contrast de fase, òptica cristal·lina, ...
- 4.3. Moduladors òptics. Electro-òptics, acusto-òptics, magneto-òptics

Activitats vinculades:

Teoria
Exercicis d'aplicació
Pràctiques de laboratori: Polarimetria, birrefringència i dicroïsmes

Dedicació: 24h 30m

Grup gran/Teoria: 5h
Grup mitjà/Pràctiques: 2h 30m
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 15h

5: Làsers i fonts de llum

Descripció:

5.1. Emissors de llum.

5.2. Emissió espontània: Radiació del cos negre, làmpades d'incandescència i de descàrrega, fluorescents, diodes LED, radiació sincrotró, ...

5.3. Emissió estimulada: El làser. Principis de funcionament, bombeig, cavitat òptica, característiques de la llum làser

5.4. Tipus de làsers: Làsers d'estat sòlid, de gas, de gasos moleculars, d'excimer, químics, de colorant, làsers de semiconductor (EELs, VCSELs), ...

Activitats vinculades:

Teoria

Exercicis d'aplicació

Pràctiques de laboratori: Espectrometria

Dedicació: 13h 15m

Grup gran/Teoria: 2h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 1h 15m

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 7h 30m

6: Tecnologia làser

Descripció:

6.1. Aplicacions industrials del làser: Perforat, tall, soldadura, polit i marcatge.

6.2. Dades: Lectura, escriptura, transmissió

6.3. Mesures (distàncies, perfils, ...) i imatges amb làser (LIDAR)

6.4. Caracterització de materials: espectroscòpia làser, fotoquímica, separació isotòpica, ...

6.5. Aplicacions mèdiques: Cirurgia, fototeràpia, odontologia, tractament del càncer, ...

6.6. Altres aplicacions: Telemetria, litografia, fusió nuclear

Activitats vinculades:

Teoria

Dedicació: 11h 15m

Grup gran/Teoria: 2h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 1h 15m

Aprenentatge autònom: 7h 30m

7: Fotodetectors i imatge

Descripció:

- 7.1. Fotodetectors tèrmics
- 7.2. Fotodetectors de semiconductors: Fotoconductors, fotodiodes, fotodiodes d'avalantxa, fototransistors, ...
- 7.3. Altres fotodetectors: Fotomultiplicadors (visió nocturna), fotoquímics (pel·lícula fotogràfica), cel·lules fotoelèctriques i cel·lules fotovoltàiques (cel·lules solars).
- 7.4. Matrius de detectors. Càmeres CCD i CMOS.
- 7.5. Detecció d'imatges: Microscopia (òptica, de fluorescència, a dos fotons, electrònica, OCT, ...). Microscopia de super resolució (NORM, STED, SIM, ...)
- 7.6. Radiometria, fotometria i colorimetria

Activitats vinculades:

Teoria
Pràctiques de laboratori
Treball específic

Dedicació: 13h 45m

Grup gran/Teoria: 2h 30m
Grup mitjà/Pràctiques: 1h 15m
Grup petit/Laboratori: 2h 30m
Aprenentatge autònom: 7h 30m

8: Guies d'ona, fibres òptiques i metamaterials òptics

Descripció:

- 8.1. Guies d'ona i fibres òptiques
- 8.2. Transport d'informació i d'imatges
- 8.3. Metamaterials òptics: Imatges perfectes, invisibilitat, ...

Activitats vinculades:

Teoria
Treball específic

Dedicació: 13h 45m

Grup gran/Teoria: 2h 30m
Grup mitjà/Pràctiques: 1h 15m
Grup petit/Laboratori: 2h 30m
Aprenentatge autònom: 7h 30m

ACTIVITATS

1: Teoria

Descripció:

1.- Naturalesa i propagació de la llum:

- 1.1. Ones electromagnètiques.
- 1.2. Generació de radiació i espectre electromagnètic
- 1.3. Propagació en materials dielèctrics, reflexió i refracció
- 1.4. Propagació en medis no homogenis
- 1.5. Aplicacions: Telemetria làser, detecció d'objectes, alineament, lectors de dades, perfilòmetres, detectors de posició, velocitat i rotació

2.- Òptica geomètrica i instruments òptics

- 2.1. Sistemes òptics i formació d'imatges
- 2.2. Instrumentació òptica: Càmera fotogràfica, telescopi, microscopi, microscopi confocal, ...
- 2.3. Prismes i espectroscòpia

3.- Interferències i difracció:

- 3.1. Interferències d'ones electromagnètiques
- 3.2. Aplicacions: Interferòmetres, mesura precisa de distàncies, sensors interferomètrics, filtres òptics, ...
- 3.3. Difracció de Fraunhofer i límits de resolució en imatges òptiques
- 3.4. Aplicacions: Xarxes de difracció i espectroscòpia, mesura micromètrica, microscòpia interferomètrica, difracció de raig X i anàlisi de cristalls, ...
- 3.5. Difracció de Fresnel i holografia
- 3.6. Aplicacions: Emmagatzematge hologràfic, interferometria hologràfica, correlació òptica i reconeixement d'imatges

4.- Polaritzadors i medis anisòtrops

- 4.1. Polarització, dicroïsmes, birrefringència i activitat òptica,
- 4.2. Aplicacions: Làmines de retard, polarimetria, fotoelasticitat, microscòpia de contrast de fase, òptica cristal·lina, ...
- 4.3. Moduladors òptics. Electro-òptics, acusto-òptics, magneto-òptics

5.- Làsers i fonts de llum:

- 5.1. Emissors de llum.
- 5.2. Emissió espontània: Radiació del cos negre, làmpades d'incandescència i de descàrrega, fluorescents, diodes LED, radiació sincrotró, ...
- 5.3. Emissió estimulada: El làser. Principis de funcionament, bombeig, cavitat òptica, característiques de la llum làser
- 5.4. Tipus de làsers: Làsers d'estat sòlid, de gas, de gasos moleculars, d'excimer, químics, de colorant, làsers de semiconductor (EELs, VCSELs), ...

6.- Tecnologia làser

- 6.1. Aplicacions industrials del làser: Perforat, tall, soldadura, polit i marcatge.
- 6.2. Dades: Lectura, escriptura, transmissió
- 6.3. Mesures (distàncies, perfils, ...) i imatges amb làser (LIDAR)
- 6.4. Caracterització de materials: espectroscòpia làser, fotoquímica, separació isotòpica, ...
- 6.5. Aplicacions mèdiques: Cirurgia, fototeràpia, odontologia, tractament del càncer, ...
- 6.6. Altres aplicacions: Telemetria, litografia, fusió nuclear

7.- Fotodetectors i imatge

- 7.1. Fotodetectors tèrmics
- 7.2. Fotodetectors de semiconductors: Fotoconductors, fotodiodes, fotodiodes d'avalantxa, fototransistors, ...
- 7.3. Altres fotodetectors: Fotomultiplicadors (visió nocturna), fotoquímics (pel·lícula fotogràfica), cel·lules fotoelèctriques i cel·lules fotovoltaïques (cel·lules solars).
- 7.4. Matrius de detectors. Càmeres CCD i CMOS.
- 7.5. Detecció d'imatges: Microscopia (òptica, de fluorescència, a dos fotons, electrònica, OCT, ...). Microscopia de super resolució (NORM, STED, SIM, ...)
- 7.6. Radiometria, fotometria i colorimetria

8.- Guies d'ona, fibres òptiques i metamaterials òptics

- 8.1. Guies d'ona i fibres òptiques



- 8.2. Transport d'informació i d'imatges
- 8.3. Metamaterials òptics: Imatges perfectes, invisibilitat, ...

Dedicació: 30h
Grup gran/Teoria: 30h

2: Problemes d'aplicació

Descripció:
Exercicis d'aplicació dels diferents temes.

Dedicació: 15h
Grup mitjà/Pràctiques: 15h

3: LABORATORI

Descripció:
Les pràctiques seran dedicades a aplicar els coneixements assolits a les classes de teoria i problemes. Pràctiques de caràcter conceptual però també quantitatiu, mesures i tractament dels resultats.
Les pràctiques inclouen els següents temes: Propagació de llum, construcció de sistemes òptics, polarització i birefringència, interferències, difracció, espectrometria, làser.
Les sessions de laboratori són de dues hores i es fan en equips de dues o més persones. El format de les pràctiques és rotatori, de manera que cada equip farà una pràctica diferent. Explicacions i ajuda del professor durant la pràctica. Cada grup entrega d'un informe de pràctiques.

Objectius específics:
Observació i verificació al laboratori dels efectes òptics explicats a l'assignatura.
Mesura de les propietats de la llum (polarització, longitud d'ona, ...) i els seus efectes (propagació, interferències, difracció, ...).
Sistemes òptics de mesura (espectrometria, polarimetria, interferometria, microscopia, ...).
Coneixement dels dispositius òptics.

Material:
Guions de pràctiques

Lliurament:
Cada grup de treball lliura un informe de pràctiques.

Dedicació: 10h
Grup petit/Laboratori: 10h

4: Treball sobre un tema específic 1

Descripció:
Realització d'un treball sobre les aplicacions actuals de la fotònica en l'enginyeria i en les noves tecnologies en el camp de la fotònica. El treball servirà per aprofundir en un tema escollit per l'alumne (d'entre els proposats o per interès propi) relacionat amb el temari de l'assignatura. Es realitzarà en grups de 2 o 3 persones.
Presentació oral del treball i resposta de preguntes. Fer preguntes en les presentacions d'altres alumnes.

Material:
Material i bibliografia proporcionats pel professor

Lliurament:
Estudi d'un tema concret d'interès per a l'estudiant
Presentació oral del treball. Resposta de preguntes. Fer preguntes en les presentacions d'altres alumnes.

Dedicació: 2h 30m
Grup petit/Laboratori: 2h 30m



5: Treball sobre un tema específic 2

Descripció:

Realització d'un treball sobre les aplicacions actuals de la fotònica en l'enginyeria i en les noves tecnologies en el camp de la fotònica. El treball servirà per aprofundir en un tema escollit per l'alumne (d'entre els proposats o per interès propi) relacionat amb el temari de l'assignatura. Es realitzarà en grups de 2 o 3 persones.

Presentació oral del treball i resposta de preguntes. Fer preguntes en les presentacions d'altres alumnes.

Material:

Material i bibliografia proporcionats pel professor

Lliurament:

Estudi d'un tema concret d'interès per a l'estudiant

Presentació oral del treball. Resposta de preguntes. Fer preguntes en les presentacions d'altres alumnes.

Dedicació: 2h 30m

Grup petit/Laboratori: 2h 30m

Aprenentatge autònom

Dedicació: 90h

Aprenentatge autònom: 90h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Laboratori: 35%
- Exercicis d'aplicació: 25%
- 1er Treball en un tema específic: 20%
- 2on Treball en un tema específic: 20%

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Laboratori: Visualització i aplicació de les propietats de la llum. Treball en grup. Guió i explicacions del professor durant la pràctica. Cada equip entregarà un informe.

Treballs d'aprofundiment: Treballs en grups de 2 o 3 persones. Tema escollit pels alumnes (temes proposats pel professor o d'interès propi). Exposició oral.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Smith, F.G.; King, T.A. Optics and photonics: an introduction. Chichester: John Wiley & Sons, 2000. ISBN 0471489255.
- Saleh, B.E.A.; Teich, M.C. Fundamentals of photonics. New York: Wiley-Interscience, 1991. ISBN 0471839655.
- Hecht, Eugene. Óptica [en línia]. 5ª ed. Madrid: Pearson, cop. 2017 [Consulta: 11/05/2022]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=6557. ISBN 9788490354926.
- Pedrotti, Frank L.; Pedrotti, Leno M.; Pedrotti, Leno S. Introduction to optics. 3rd ed [re-issued]. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. ISBN 9781108428262.

Complementària:

- Smith, Warren J. Modern optical engineering: the design of optical systems. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2000. ISBN 0071363602.
- Lizuka, Keigo. Engineering optics. 3rd ed. New York: Springer, 2008. ISBN 9780387757230.
- Bachs, L.; Cuesta, J.; Nogués, C. Aplicaciones industriales del láser. Barcelona: Marcombo, 1988. ISBN 842670719X.
- Uiga, Endel. Optoelectronics. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1995. ISBN 0024221708.



- Dereniak, E.L.; Crowe, D.G. Optical radiation detectors. New York: Wiley, 1984. ISBN 0471897973.
- Pinson, L.J. Electro-optics. New York: Wiley, 1985. ISBN 0471881422.
- Judd, D.B.; Wyszecki, G. Color in business, science and industry. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1975. ISBN 0471452122.