

# Guia docent

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

Última modificació: 22/04/2021

**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:** 2021      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Ramon Herrero

**Altres:** Josep Trull, Ramon Herrero, Juanjo Fernandez, Carme Hervada, Jordi Sellarès, Maria Carme Torrent

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

#### Transversals:

1. APRENTATGE 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 presencials d'exposició dels continguts.
- Sessions presencials de treball pràctic.
- Treball autònom d'estudi i realització d'exercicis.
- Preparació i realització d'activitats avaluable en grup.

A les sessions d'exposició dels continguts el professor introduirà les bases teòriques de la matèria, conceptes, mètodes i resultats il·lustrant-los amb exemples convenients per facilitar-ne la seva comprensió.

Els estudiants, de forma autònoma hauran d'estudiar per tal d'assimilar els conceptes i resoldre els exercicis proposats.

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Conèixer les aplicacions actuals de l'òptica a l'enginyeria.

Iniciar l'estudiant en el coneixement de les propietats bàsiques de la llum i la seva utilitat en els diferents camps que abraça l'enginyeria. Conèixer les tecnologies que se'n deriven.

Familiaritzar l'estudiant amb l'ús de conceptes propis de l'òptica i la fotònica per utilitzar-los com a eina en la resolució de problemes senzills.

Familiaritzar l'estudiant amb les fonts, receptors, instruments i tècniques de mesura de llum actuals així com amb els diferents canals per a la propagació de llum i altres ones electromagnètiques.

Iniciar l'estudiant en les comunicacions òptiques i el processat òptic de la informació.

Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura:

ESP\_Comprensió i domini dels conceptes bàsics de l'òptica i la fotònica i la seva aplicació a les diferents vessants de l'enginyeria actual.

GEN\_Capacitat per comprendre i resoldre problemes relacionats amb la fotònica i l'òptica aplicada.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

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

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Contingut 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 i canvis de medi
- 1.4. Propagació en medis no homogenis
- 1.5. Aplicacions. Telemetria làser.

#### Activitats vinculades:

Classes d'explicació teòrica  
Classes de problemes  
Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut

#### Dedicació: 14h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 8h

## Contingut 2: Òptica geomètrica i instruments òptics

### Descripció:

- 2.1. Sistemes òptics i formació d'imatges
- 2.2. Diòptris, lents i miralls
- 2.3. Instrumentació òptica: Càmera fotogràfica, telescopi, microscopi, microscopi confocal, perfilòmetre confocal, microscopi electrònic, altres
- 2.4. Prismes
- 2.5. Aplicacions a l'enginyeria.
  - 2.5.1. Correladors òptics i reconeixement d'imatges.
  - 2.5.2. Espectroscòpia

### Activitats vinculades:

Classes d'explicació teòrica  
Classes de problemes  
Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut

### Dedicació: 14h

Grup gran/Teoria: 4h  
Grup mitjà/Pràctiques: 2h  
Aprentatge autònom: 8h

## Contingut 3: Interferències

### Descripció:

- 3.1. Interferències d'ones electromagnètiques
- 3.2. Interferòmetres de divisió de front d'ona i divisió d'amplitud
  - 3.2.1. Aplicacions. Mesura precisa de distàncies. Perfilòmetre làser, sensors interferomètrics, altres
- 3.3. Òptica de multicapes
  - 3.3.1. Aplicacions. Recobriments i filtres òptics

### Activitats vinculades:

Classes d'explicació teòrica  
Classes de problemes  
Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut

### Dedicació: 13h 30m

Grup gran/Teoria: 4h  
Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m  
Aprentatge autònom: 8h

#### Contingut 4: Difracció

**Descripció:**

- 4.1. Fenòmens de difracció. Límits de resolució òptica
- 4.2. Xarxes de difracció.
- 4.3. Espectroscòpia amb xarxes de difracció
- 4.4. Aplicacions de la difracció
  - 4.4.1. Mesura micromètrica de partícules
- 3.3.2. Mesura de rugositat. Microscòpia interferomètrica
- 4.5. Difracció de raig X. Anàlisi de cristalls. Difracció Bragg
- 4.6. Holografia i aplicacions de la holografia
  - 4.6.1. Tipus d'hologrames
  - 4.6.2. Emmagatzematge hologràfic de dades
  - 4.6.3. Interferometria hologràfica

**Activitats vinculades:**

- Classes d'explicació teòrica
- Classes de problemes
- Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut

**Dedicació:** 12h 30m

- Grup gran/Teoria: 3h
- Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m
- Aprenentatge autònom: 8h

#### Contingut 5: Polaritzadors i medis anisòtrops

**Descripció:**

- 5.1. Polarització
- 5.2. Dicroïsmes, birrefringència i activitat òptica
- 5.3. Aplicacions
  - 5.3.1. Làmines de retard.
  - 5.3.2. Polarimetria. Fotoelasticitat.
  - 5.3.3. Microscòpia de contrast de fase
- 5.4. Òptica cristal·lina i aplicacions.
  - 5.4.1. Moduladors òptics. Electro-òptics, acusto-òptics, magneto-òptics

**Activitats vinculades:**

- Classes d'explicació teòrica
- Classes de problemes
- Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut

**Dedicació:** 13h

- Grup gran/Teoria: 3h
- Grup mitjà/Pràctiques: 2h
- Aprenentatge autònom: 8h

### Contingut 6: Fonts convencionals de llum

**Descripció:**

- 6.1. Radiació del cos negre. Sol.
- 6.2. Làmpades d'incandescència i de descàrrega
- 6.3. Tub fluorescent.
- 6.4. Diode emissor de llum (LED)
- 6.5. Altres fonts: Radiació de sincrotró, ...

**Activitats vinculades:**

Classes d'explicació teòrica  
Classes de problemes  
Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut

**Dedicació:** 5h 30m

Grup gran/Teoria: 1h  
Grup mitjà/Pràctiques: 0h 30m  
Aprentatge autònom: 4h

### Contingut 7: Làser

**Descripció:**

- 7.1. Principis de funcionament.
  - 7.1.1. Medi amplificador
  - 7.1.2. Sistemes de bombeig
  - 7.1.3. cavitat òptica
- 7.2. Característiques de la llum làser
- 7.3. Tipus de làsers
  - 7.3.1. Làsers d'estat sòlid, de gas, de gasos moleculars, d'excimer, químics, de colorant,
  - 7.3.2. Làsers de semiconductor

**Activitats vinculades:**

Classes d'explicació teòrica  
Classes de problemes  
Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut

**Dedicació:** 13h 30m

Grup gran/Teoria: 4h  
Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m  
Aprentatge autònom: 8h

## Contingut 8: Tecnologia làser

### Descripció:

- 8.1. Aplicacions industrials del làser
  - 8.1.1. Perforat i tall,
  - 8.1.2. soldadura,
  - 8.1.3. polit i marcatge
- 8.2. Caracterització de materials
  - 8.2.1. Espectroscòpia làser
  - 8.2.2. Fotoquímica i separació isotòpica
- 8.3. Altres aplicacions del làser
- 8.4. Telemetria, microfotolitografia, cirurgia mèdica, fusió nuclear

### Activitats vinculades:

Classes d'explicació teòrica  
Classes de problemes  
Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut

### Dedicació: 9h

Grup gran/Teoria: 2h  
Grup mitjà/Pràctiques: 1h  
Aprenentatge autònom: 6h

## Contingut 9: Fotodetectors

### Descripció:

- 9.1. Tèrmics
- 9.2. Semiconductors
  - 9.2.1. Fotodiodes, fotodiodes d'avalantxa.
  - 9.2.2. Matrius de detectors, CCD
- 9.3. Fotomultiplicadors
- 9.4. Tècniques de detecció síncrona, Radar, Lidar

### Activitats vinculades:

Classes d'explicació teòrica  
Classes de problemes  
Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut

### Dedicació: 3h 30m

Grup gran/Teoria: 1h  
Grup mitjà/Pràctiques: 0h 30m  
Aprenentatge autònom: 2h



### Contingut 10: Radiometria, fotometria i colorimetria

**Descripció:**

- 10.1. Unitats de mesura
- 10.2. Tècniques de mesura i calibrat
- 10.3. Elements del color

**Activitats vinculades:**

- Classes d'explicació teòrica i problemes
- Classes de problemes
- Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut

**Dedicació:** 3h 30m

Grup gran/Teoria: 1h

Grup mitjà/Pràctiques: 0h 30m

Aprenentatge autònom: 2h

### Contingut 11: Optoelectrònica i fibres òptiques

**Descripció:**

- Conceptes bàsics de guies d'ona
- 11.2. Fibres òptiques
- 11.3. Transport d'informació i d'imatges
- 11.4. Optoelectrònica
  - 11.4.1. Fonts i detectors de semiconductor
- 11.5. Commutació i computació òptica
  - 11.5.1. Fototransistors, multiplexadors i òptica integrada

**Activitats vinculades:**

- Classes d'explicació teòrica
- Classes de problemes
- Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut

**Dedicació:** 11h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 6h



## ACTIVITATS

### ACTIVITAT 1: LABORATORI

**Descripció:**

Les pràctiques seran dedicades a aplicar els coneixements assolits a les classes de teoria i problemes. Pràctiques de caràcter conceptual i recollida de dades. Explicacions i ajuda del professor durant la pràctica.

Les pràctiques inclouen en els següents temes: Propagació de llum en medis anisòtrops, construcció de sistemes òptics, llum polaritzada i birefringència, interferències, difracció, espectrometria.

Pràctiques al laboratori estaran repartides en sessions quinzenals i els equips de treball en principi seran de dues persones. El format de les pràctiques és rotatori, de manera que cada equip farà una pràctica diferent.

**Objectius específics:**

Observació i verificació al laboratori dels continguts de l'assignatura

Familiaritzar-se amb els dispositius òptics més utilitzats i els efectes que aquests produeixen sobre la llum

Observació de les característiques pròpies de la llum en la seva propagació i interferència

Introducció a sistemes de caracterització de la llum

**Material:**

Guions de pràctiques

**Lliurament:**

Comprovació de l'assistència de l'alumne a cada sessió. Lliurament dels informes per part de l'alumne. La nota de les pràctiques de laboratori correspon a un 20% de la nota global de l'assignatura.

**Dedicació:** 15h

Grup petit/Laboratori: 15h

### ACTIVITAT 2: TREBALL D'APROFUNDIMENT

**Descripció:**

Realització d'un treball sobre les aplicacions actuals de l'òptica 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.

Exposició en públic del treball davant tota la classe i resposta de preguntes.

**Objectius específics:**

Aprofundiment sobre un tema que particularment interessi al propi alumne.

Satisfer les diferents ànsies de coneixement i aprofundiment de les diferents branques de l'assignatura que puguin tenir els alumnes que venen de diferents especialitats.

Incrementar les habilitats de l'alumne per presentar un treball en públic i respondre les qüestions que se li plantegin

**Material:**

Material i bibliografia proporcionats pel professor

**Lliurament:**

L'alumne ha de lliurar una redacció original sobre el tema escollit i la presentació pública del treball.

La nota del treball d'aprofundiment correspon al 20% de la nota global de l'assignatura.

**Dedicació:** 16h

Aprenentatge autònom: 16h





### ACTIVITAT 3: PROVA PARCIAL

**Descripció:**

Examen dels coneixements de l'alumne que contribuirà tant a l'avaluació continua de l'aprenentatge i a fer un seguiment de l'alumne com a la avaluació sumativa de l'assignatura. Resposta de qüestions i resolució de problemes

**Objectius específics:**

Seguiment de l'aprenentatge de l'alumne per part del professor i del propi alumne.

Qualificació de l'aprenentatge de l'alumne pel que fa a la part teòrica de l'assignatura i aplicació dels continguts a la resolució de problemes. Examinar als alumnes per verificar l'aprenentatge significatiu de cada un dels continguts de l'assignatura.

De manera més específica, els objectius són avaluar el coneixement, la comprensió, i la interpretació dels continguts teòrics, la capacitat d'analitzar i resoldre problemes concrets a partir de l'aplicació dels continguts estudiats, així com avaluar les habilitats de l'alumne en el reconeixement d'un problema concret i la resolució d'aquest.

**Material:**

Enunciats de les qüestions i problemes

**Lliurament:**

Resposta a les qüestions i resolució dels problemes par part de l'estudiant.

La nota de les proves d'avaluació correspon a un 20% de la nota global de l'assignatura.

**Dedicació:** 3h

Grup gran/Teoria: 3h

### ACTIVITAT 4: EXÀMEN FINAL

**Descripció:**

Resposta de qüestions i resolució de problemes

**Objectius específics:**

Examinar als alumnes per verificar l'aprenentatge significatiu de cada un dels continguts de l'assignatura.

De manera més específica, els objectius són avaluar el coneixement, la comprensió, i la interpretació dels continguts teòrics, la capacitat d'analitzar i resoldre problemes concrets a partir de l'aplicació dels continguts estudiats, així com avaluar les habilitats de l'alumne en el reconeixement d'un problema concret i la resolució d'aquest.

**Material:**

Enunciats de les qüestions i problemes

**Lliurament:**

Resposta a les qüestions i resolució dels problemes par part de l'estudiant.

La nota de les proves d'avaluació correspon a un 40% de la nota global de l'assignatura.

**Dedicació:** 3h

Grup gran/Teoria: 3h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Exàmens de l'assignatura: 60%
- Laboratori: 20%
- Treball d'aprofundiment: 20%

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

---

Laboratori: L'alumne ha de llegir el guió anteriorment a la realització de cada una de les pràctiques . Cada equip ha d'entregar un informe sobre la pràctica realitzada. Explicacions i ajuda del professor durant la pràctica.

Treball d'aprofundiment: El treball es realitzarà per grups de 2 o 3 persones i consistirà en una redacció original sobre un tema escollit per l'alumne entre els temes proposats pel professor o d'interès propi i relacionat amb el temari de l'assignatura. El format del treball consistirà en un índex, desenvolupament i una pàgina final de bibliografia. Poc després d'escollir el treball, cada equip haurà de presentar i discutir l'índex i la bibliografia amb al professor. Finalment els treballs seran exposats públicament a tota la classe. La durada de l'exposició serà de 15 minuts i anirà seguida de 5 minuts de preguntes.

Prova parcial: La prova parcial consistirà en qüestions i problemes dels temes donats fins al moment de fer la prova. Si el professor ho creu necessari els alumnes podran utilitzar un formulari.

Examen final: L'examen final consistirà en qüestions i problemes de tots els temes que componen l'assignatura. Si el professor ho creu necessari els alumnes podran utilitzar un formulari.

## 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]. 3ª ed. Madrid: Addison-Wesley Iberoamericana, cop. 2000 [Consulta: 11/11/2020]. Disponible a: [http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=6557](http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=6557). ISBN 9788478290253.
- Pedrotti, F.L.; Pedrotti, L.S. Introduction to optics. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1993. ISBN 0135015456.

### 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.