

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

Unitat responsable:	205 - ESEIAAT - Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa
Unitat que imparteix:	748 - FIS - Departament de Física
Curs:	2019
Titulació:	GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES AUDIOVISUALS (Pla 2009). (Unitat docent Optativa) GRAU EN ENGINYERIA DE DISSENY INDUSTRIAL I DESENVOLUPAMENT DEL PRODUCTE (Pla 2010). (Unitat docent Optativa) GRAU EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA INDUSTRIAL I AUTOMÀTICA (Pla 2009). (Unitat docent Optativa) GRAU EN ENGINYERIA DE TECNOLOGIA I DISSENY TÈXTIL (Pla 2009). (Unitat docent Optativa) GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2009). (Unitat docent Optativa) GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (Pla 2009). (Unitat docent Optativa) GRAU EN ENGINYERIA ELÈCTRICA (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)
Crèdits ECTS:	6
Idiomes docència:	Anglès

### 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 avaluables 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.

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

### Objectius d'aprenentatge 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 totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 150h	Hores grup gran:	30h	20.00%
	Hores grup mitjà:	15h	10.00%
	Hores grup petit:	15h	10.00%
	Hores activitats dirigides:	0h	0.00%
	Hores aprenentatge autònom:	90h	60.00%

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

### Continguts

<p>Contingut 1: Naturalesa i propagació de la llum</p>	<p>Dedicació: 14h</p> <p>Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1. Ones electromagnètiques.</li> <li>1.2. Generació de radiació i espectre electromagnètic</li> <li>1.3. Propagació en materials dielèctrics i canvis de medi</li> <li>1.4. Propagació en medis no homogenis</li> <li>1.5. Aplicacions. Telemetria làser.</li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Classes d'explicació teòrica</li> <li>Classes de problemes</li> <li>Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut</li> </ul>	
<p>Contingut 2: Òptica geomètrica i instruments òptics</p>	<p>Dedicació: 14h</p> <p>Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1. Sistemes òptics i formació d'imatges</li> <li>2.2. Diòptris, lents i miralls</li> <li>2.3. Instrumentació òptica: Càmera fotogràfica, telescopi, microscopi, microscopi confocal, perfilòmetre confocal, microscopi electrònic, altres</li> <li>2.4. Primes</li> <li>2.5. Aplicacions a l'enginyeria.             <ul style="list-style-type: none"> <li>2.5.1. Correladors òptics i reconeixement d'imatges.</li> <li>2.5.2. Espectroscòpia</li> </ul> </li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Classes d'explicació teòrica</li> <li>Classes de problemes</li> <li>Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut</li> </ul>	

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

<p>Contingut 3: Interferències</p>	<p>Dedicació: 13h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m Aprentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Interferències d'ones electromagnètiques</li> <li>3.2. Interferòmetres de divisió de front d'ona i divisió d'amplitud             <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1. Aplicacions. Mesura precisa de distàncies. Perfilòmetre làser, sensors interferomètrics, altres</li> </ul> </li> <li>3.3. Òptica de multicapes             <ul style="list-style-type: none"> <li>3.3.1. Aplicacions. Recobriments i filtres òptics</li> </ul> </li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Classes d'explicació teòrica</li> <li>Classes de problemes</li> <li>Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut</li> </ul>	
<p>Contingut 4: Difracció</p>	<p>Dedicació: 12h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m Aprentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1. Fenòmens de difracció. Límits de resolució òptica</li> <li>4.2. Xarxes de difracció.</li> <li>4.3. Espectroscòpia amb xarxes de difracció</li> <li>4.4. Aplicacions de la difracció             <ul style="list-style-type: none"> <li>4.4.1. Mesura micromètrica de partícules</li> <li>3.3.2. Mesura de rugositat. Microscòpia interferomètrica</li> </ul> </li> <li>4.5. Difracció de raig X. Anàlisi de cristalls. Difracció Bragg</li> <li>4.6. Holografia i aplicacions de la holografia             <ul style="list-style-type: none"> <li>4.6.1. Tipus d'hologrames</li> <li>4.6.2. Emmagatzematge hologràfic de dades</li> <li>4.6.3. Interferometria hologràfica</li> </ul> </li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Classes d'explicació teòrica</li> <li>Classes de problemes</li> <li>Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut</li> </ul>	

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

<p>Contingut 5: Polaritzadors i medis anisòtrops</p>	<p>Dedicació: 13h</p> <p>Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Polarització</li> <li>5.2. Dicroïsmes, birrefringència i activitat òptica</li> <li>5.3. Aplicacions             <ul style="list-style-type: none"> <li>5.3.1. Làmines de retard.</li> <li>5.3.2. Polarimetria. Fotoelasticitat.</li> <li>5.3.3. Microscòpia de contrast de fase</li> </ul> </li> <li>5.4. Òptica cristal·lina i aplicacions.             <ul style="list-style-type: none"> <li>5.4.1. Moduladors òptics. Electro-òptics, acusto-òptics, magneto-òptics</li> </ul> </li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Classes d'explicació teòrica</li> <li>Classes de problemes</li> <li>Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut</li> </ul>	
<p>Contingut 6: Fonts convencionals de llum</p>	<p>Dedicació: 5h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 1h Grup mitjà/Pràctiques: 0h 30m Aprentatge autònom: 4h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1. Radiació del cos negre. Sol.</li> <li>6.2. Làmpades d'incandescència i de descàrrega</li> <li>6.3. Tub fluorescent.</li> <li>6.4. Diode emissor de llum (LED)</li> <li>6.5. Altres fonts: Radiació de sincrotró, ...</li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Classes d'explicació teòrica</li> <li>Classes de problemes</li> <li>Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut</li> </ul>	

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

<p>Contingut 7: Làser</p>	<p>Dedicació: 13h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m Aprentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1. Principis de funcionament. <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1.1. Medi amplificador</li> <li>7.1.2. Sistemes de bombeig</li> <li>7.1.3. cavitat òptica</li> </ul> </li> <li>7.2. Característiques de la llum làser</li> <li>7.3. Tipus de làsers <ul style="list-style-type: none"> <li>7.3.1. Làsers d'estat sòlid, de gas, de gasos moleculars, d'excimer, químics, de colorant,</li> <li>7.3.2. Làsers de semiconductor</li> </ul> </li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Classes d'explicació teòrica</li> <li>Classes de problemes</li> <li>Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut</li> </ul>	
<p>Contingut 8: Tecnologia làser</p>	<p>Dedicació: 9h</p> <p>Grup gran/Teoria: 2h Grup mitjà/Pràctiques: 1h Aprentatge autònom: 6h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>8.1. Aplicacions industrials del làser <ul style="list-style-type: none"> <li>8.1.1. Perforat i tall,</li> <li>8.1.2. soldadura,</li> <li>8.1.3. polit i marcatge</li> </ul> </li> <li>8.2. Caracterització de materials <ul style="list-style-type: none"> <li>8.2.1. Espectroscòpia làser</li> <li>8.2.2. Fotoquímica i separació isotòpica</li> </ul> </li> <li>8.3. Altres aplicacions del làser</li> <li>8.4. Telemetria, microfotolitografia, cirurgia mèdica, fusió nuclear</li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Classes d'explicació teòrica</li> <li>Classes de problemes</li> <li>Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut</li> </ul>	

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

<p>Contingut 9: Fotodetectors</p>	<p>Dedicació: 3h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 1h Grup mitjà/Pràctiques: 0h 30m Aprentatge autònom: 2h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>9.1. Tèrmics</li> <li>9.2. Semiconductors             <ul style="list-style-type: none"> <li>9.2.1. Fotodiodes, fotodiodes d'avalantxa.</li> <li>9.2.2. Matrius de detectors, CCD</li> </ul> </li> <li>9.3. Fotomultiplicadors</li> <li>9.4. Tècniques de detecció síncrona, Radar, Lidar</li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Classes d'explicació teòrica</li> <li>Classes de problemes</li> <li>Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut</li> </ul>	
<p>Contingut 10: Radiometria, fotometria i colorimetria</p>	<p>Dedicació: 3h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 1h Grup mitjà/Pràctiques: 0h 30m Aprentatge autònom: 2h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>10.1. Unitats de mesura</li> <li>10.2. Tècniques de mesura i calibrat</li> <li>10.3. Elements del color</li> </ul> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Classes d'explicació teòrica i problemes</li> <li>Classes de problemes</li> <li>Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut</li> </ul>	

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

Contingut 11: Optoelectrònica i fibres òptiques	Dedicació: 11h Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprentatge autònom: 6h
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Conceptes bàsics de guies d'ona</li><li>11.2. Fibres òptiques</li><li>11.3. Transport d'informació i d'imatges</li><li>11.4. Optoelectrònica</li><li>11.4.1. Fonts i detectors de semiconductor</li><li>11.5. Commutació i computació òptica</li><li>11.5.1. Fototransistors, multiplexadors i òptica integrada</li></ul> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Classes d'explicació teòrica</li><li>Classes de problemes</li><li>Pràctiques de laboratori on s'apliquen els coneixements d'aquest contingut</li></ul>	



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

### Planificació d'activitats

<b>ACTIVITAT 1: LABORATORI</b>	Dedicació: 15h Grup petit/Laboratori: 15h
<p><b>Descripció:</b>                  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.</p> <p><b>Material de suport:</b>                  Guions de pràctiques</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b>                  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.</p> <p><b>Objectius específics:</b>                  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</p>	
<b>ACTIVITAT 2: TREBALL D'APROFUNDIMENT</b>	Dedicació: 16h Aprenejatge autònom: 16h
<p><b>Descripció:</b>                  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.</p> <p><b>Material de suport:</b>                  Material i bibliografia proporcionats pel professor</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b>                  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.</p> <p><b>Objectius específics:</b>                  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</p>	

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

<b>ACTIVITAT 3: PROVA PARCIAL</b>	Dedicació: 3h Grup gran/Teoria: 3h
<p><b>Descripció:</b> 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</p> <p><b>Material de suport:</b> Enunciats de les qüestions i problemes</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b> 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.</p> <p><b>Objectius específics:</b> 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.</p>	
<b>ACTIVITAT 4: EXÀMEN FINAL</b>	Dedicació: 3h Grup gran/Teoria: 3h
<p><b>Descripció:</b> Resposta de qüestions i resolució de problemes</p> <p><b>Material de suport:</b> Enunciats de les qüestions i problemes</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b> 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.</p> <p><b>Objectius específics:</b> 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.</p>	

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

### Sistema de qualificació

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

### Normes de realització de les activitats

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. Òptica. 3<sup>a</sup> ed. Madrid: Addison-Wesley Iberoamericana, cop. 2000. 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.