Guía docente
320031 - FOAE - Fotónica. Óptica Aplicada a la Ingeniería

Última modificación: 02/04/2024

Unidad responsable: Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa
Unidad que imparte: 748 - FIS - Departamento de Física.

Titulación:
GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS AUDIOVISUALES (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA Y DISEÑO TEXTIL (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).
GRADO EN INGENIERÍA DE DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO (Plan 2010). (Asignatura optativa).

Curso: 2024 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Ramon Herrero

Otros: Ramon Herrero

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Transversales:
1. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.
2. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA: Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.
3. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, que será preferentemente inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados en cada enseñanza.
4. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.
5. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de la especialidad y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

- Sesiones teóricas y ejercicios de aplicación
- Sesiones de laboratorio
- Trabajos en grupo de temas específicos y presentaciones
- Estudio autónomo.

En las sesiones teóricas el profesor introducirá las bases de la materia, conceptos, métodos y resultados ilustrando con ejemplos convenientes para facilitar su comprensión.
En el laboratorio se observan las propiedades de la luz y sus aplicaciones
Los temas de los trabajos en grupo o individuales se eligen según el interés de cada estudiante

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

-La fotónica es la ciencia y la tecnología de los fotones y ondas electromagnéticas desde los rayos gamma hasta las ondas de radio, incluidos los rayos X, los UV, la luz visible e infrarroja.
-La fotónica sustenta las tecnologías de la vida diaria, desde las telecomunicaciones (fibras ópticas, Internet) hasta la tecnología de iluminación (bombillas, LED, láser) pasando por la electrónica de consumo (teléfonos inteligentes, ordenadores portátiles, escáneres de códigos de barras, reproductores de CD, DVD, controles remotos) hasta la salud (cirugía ocular, microscopía, tomografía, instrumental médico) en la industria (corte, soldadura y mecanizado con láser) a defensa y seguridad (cámara infrarroja, teledetección) a entretenimiento (holografía, espectáculos láser) a explorar el universo, etc.... El siglo XXI dependerá tanto de la fotónica como del siglo XX de la electrónica.
-Los objetivos de la asignatura son por un lado conocer las propiedades básicas de la luz y su aplicación en las diferentes ramas de la ingeniería y por otro lado conocer las tecnologías fotónicas actuales.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00
Horas grupo pequeño	15,0	10.00
Horas grupo grande	30,0	20.00
Horas grupo mediano	15,0	10.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

1: Naturaleza y propagación de la luz

Descripción:
1.1. Ondas electromagnéticas.
1.2. Generación de radiación y espectro electromagnético
1.3. Propagación en materiales dieléctricos, reflexión y transmisión
1.4. Propagación en medios no homogéneos
1.5: Aplicaciones: Telemetría láser, detección de objetos, alineamiento, lectores de datos, perfilómetros, detectores de posición, velocidad y rotación

Actividades vinculadas:
Teoría
Ejercicios de aplicación
Prácticas de laboratorio: propagación en medios i inhomogeneos

Dedicación: 24h 30m
Grupo grande/Teoría: 5h
Grupo mediano/Prácticas: 2h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 15h

2: Òptica geomètrica i instruments òptics

Descripción:
2.1. Sistemas ópticos y formación de imágenes
2.2. Instrumentación óptica: Cámara fotográfica, telescopio, microscopio, microscopio confocal, ...
2.3. Prismas y espectroscopia

Actividades vinculadas:
Teoría
Ejercicios de aplicación
Prácticas de laboratorio: Instrumentación òptica

Dedicación: 24h 30m
Grupo grande/Teoría: 5h
Grupo mediano/Prácticas: 2h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 15h

3: Interferencias i difracción

Descripción:
3.1. Interferencias de ondas electromagnéticas
3.2. Aplicaciones: Interferómetros, medida precisa de distancias, sensores interferométricos, filtros ópticos, ...
3.3. Difracción de Fraunhofer y límites de resolución en imágenes ópticas
3.4. Aplicaciones: Redes de difracción y espectroscopia, medida micrométrica, microscopía interferométrica, difracción de rayo X y análisis de cristales, ...
3.5. Difracción de Fresnel y holografía
3.6. Aplicaciones: Almacenamiento holográfico, interferometría holográfica, correlación óptica y reconocimiento de imágenes

Actividades vinculadas:
Teoría
Ejercicios de aplicación
Prácticas de laboratorio: Interferometria i medidas per difracción

Dedicación: 24h 30m
Grupo grande/Teoría: 5h
Grupo mediano/Prácticas: 2h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 15h

4: Polarizadores i medios anisótropos

Descripción:
4.1. Polarización, dicroismo, birrefringencia y actividad óptica,
4.2. Aplicaciones: Láminas de retraso, polarimetría, fotoelasticidad, microscopía de contraste de fase, óptica cristalina, ...
4.3. Moduladores ópticos. Electro-ópticos, acusto-ópticos, magneto-ópticos

Actividades vinculadas:
Teoría
Ejercicios de aplicación
Prácticas de laboratorio: Polarimetria, birrefringència i dicroismo

Dedicación: 24h 30m
Grupo grande/Teoría: 5h
Grupo mediano/Prácticas: 2h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 15h

5. Láseres y fuentes de luz

Descripción:
5.1. Emisores de luz.
5.2. Emisión espontánea: Radiación del cuerpo negro, lámparas de incandescencia y de descarga, fluorescentes, diodos LED, radiación sincrotrón, ...
5.3. Emisión estimulada: El láser. Principios de funcionamiento, bombeo, cavidad óptica, características de la luz láser
5.4. Tipo de láseres: Láseres de estado sólido, de gas, de gases moleculares, de excimero, químicos, de colorante, láseres de semiconductor (EELs, VCSELs), ...

Actividades vinculadas:
Teoría
Ejercicios de aplicación
Prácticas de laboratorio: Espectrometria

Dedicación: 13h 15m
Grupo grande/Teoría: 2h 30m
Grupo mediano/Prácticas: 1h 15m
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 7h 30m

6: Tecnología láser

Descripción:
6.1. Aplicaciones industriales del láser: Perforado, corte, soldadura, pulido y marcado.
6.2. Datos: Lectura, escritura, transmisión,
6.3. Medidas e imágenes con làser
6.4. Caracterización de materiales, espectroscopia láser, fotoquímica, separación isotópica, ...
6.5. Aplicaciones médicas: Cirugía, fototerapia, odontología, tratamiento del cáncer,...
6.6. Otras aplicaciones: Telemetría, litografía, fusión nuclear

Actividades vinculadas:
Teoría

Dedicación: 11h 15m
Grupo grande/Teoría: 2h 30m
Grupo mediano/Prácticas: 1h 15m
Aprendizaje autónomo: 7h 30m

7: Fotodetectors i imatge

Descripción:
7.1. Fotodetectores térmicos
7.2. Fotodetectores de semiconductores: Fotoconductores, fotodiodos, fotodiodos de avalancha, fototransistores, ...
7.3. Otros fotodetectos: Fotomultiplicadores (visión nocturna), fotoquímicos (película fotográfica), células fotoeléctricas y células fotovoltáicas (células solares).
7.4. Matrices de detectores. Cámaras CCD y CMOS.
7.5. Detección de imágenes: Microscopía (óptica, de fluorescencia, a dos fotones, electrónica, OCT, ...). Microscopía de super resolución (NORM, STED, SIM, ...)
7.6. Radiometría, fotometría y colorimetría

Actividades vinculadas:
Teoria
Practicas de laboratorio
Trabajo específico

Dedicación: 13h 45m
Grupo grande/Teoría: 2h 30m
Grupo mediano/Prácticas: 1h 15m
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m
Aprendizaje autónomo: 7h 30m

8: Guias de onda, fibras ópticas i metamateriales opticos

Descripción:
8.1. Guías de onda y fibras ópticas
8.2. Transporte de información y de imágenes
8.3. Metamateriales ópticos: Imagenes perfectas, invisibilidad, ...

Actividades vinculadas:
Teoria
Trabajo específica

Dedicación: 13h 45m
Grupo grande/Teoría: 2h 30m
Grupo mediano/Prácticas: 1h 15m
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m
Aprendizaje autónomo: 7h 30m

ACTIVIDADES

1: Teoria

Descripción:
1.- Naturaleza i propagació de la luz
1.1. Ondas electromagnéticas.
1.2. Generación de radiación y espectro electromagnético
1.3. Propagación en materiales dieléctricos, reflexión y transmisión
1.4. Propagación en medios no homogéneos
1.5: Aplicaciones: Telemetría láser, detección de objetos, alineamiento, lectores de datos, perfilómetros, detectores de posición, velocidad y rotación

2.- òptica geomètrica
2.1. Sistemas ópticos y formación de imágenes
2.2. Instrumentación óptica: Cámara fotográfica, telescopio, microscopio, microscopio confocal, ...
2.3. Prismas y espectroscòpia

3.- Interferencias i difracción
3.1. Interferencias de ondas electromagnéticas
3.2. Aplicaciones: Interferómetros, medida precisa de distancias, sensores interferométricos, filtros ópticos, ...
3.3. Difracción de Fraunhofer y límites de resolución en imágenes ópticas
3.4. Aplicaciones: Redes de difracción y espectroscopia, medida micrométrica, microscopía interferométrica, difracción de rayo X y análisis de cristales, ...
3.5. Difracción de Fresnel y holografía
3.6. Aplicaciones: Almacenamiento holográfico, interferometría holográfica, correlación óptica y reconocimiento de imágenes
4. Polaritzadores i medios anisotropos
4.1. Polarización, dicroismo, birrefringencia y actividad óptica,
4.2. Aplicaciones: Láminas de retraso, polarimetría, fotoelasticidad, microscopía de contraste de fase, óptica cristalina, ...
4.3. Moduladores ópticos. Electro-ópticos, acusto-ópticos, magneto-ópticos

5.- Làsers i fuents de luz
5.1. Emisores de luz.
5.2. Emisión espontánea: Radiación del cuerpo negro, lámparas de incandescencia y de descarga, fluorescentes, diodos LED, radiación sincrotrón, ...
5.3. Emisión estimulada: El láser. Principios de funcionamiento, bombeo, cavidad óptica, características de la luz láser
5.4. Tipo de láseres: Láseres de estado sólido, de gas, de gases moleculares, de excimero, químicos, de colorante, láseres de semiconductor (EELs, VCSELs), ...

6.- Tecnologia làser
6.1. Aplicaciones industriales del láser: Perforado, corte, soldadura, pulido y marcado.
6.2. Datos: Lectura, escritura, transmisión,
6.3. Medidas e imágenes con làser
6.4. Caracterización de materiales, espectroscopia láser, fotoquímica, separación isotópica, ...
6.5. Aplicaciones médicas: Cirugía, fototerapia, odontología, tratamiento del cáncer,...
6.6. Otras aplicaciones: Telemetría, litografía, fusión nuclear

7.- Fotodetectores y imagen
7.1. Fotodetectores térmicos
7.2. Fotodetectores de semiconductores: Fotoconductores, fotodiodos, fotodiodos de avalancha, fototransistores, ...
7.3. Otros fotodetectos: Fotomultiplicadores (visión nocturna), fotoquímicos (película fotográfica), células fotoeléctricas y células fotovoltáicas (células solares).
7.4. Matrices de detectores. Cámaras CCD y CMOS.
7.5. Detección de imágenes: Microscopía (óptica, de fluorescencia, a dos fotones, electrónica, OCT, ...). Microscopía de super resolución (NORM, STED, SIM, ...)
7.6. Radiometría, fotometría y colorimetria

8.- Gujias de onda, fibas òpticas y metamateriales opticos:
8.1. Guías de onda y fibras ópticas
8.2. Transporte de información y de imágenes

8.3. Metamateriales ópticos: Imagenes perfectas, invisibilidad, ...

Dedicación: 30h
Grupo grande/Teoría: 30h

2:Problemas

Descripción:
Ejercicios de palicacion de los diferentes temeas

Dedicación: 15h
Grupo mediano/Prácticas: 15h

3: Laboratorio

Descripción:
Las prácticas serán dedicadas a aplicar los conocimientos adquiridos en las clases de teoría y problemas. Prácticas de carácter conceptual, pero también cuantitativo, medidas y tratamiento de los resultados.
Las prácticas incluyen los siguientes temas: Propagación de luz, construcción de sistemas ópticos, polarización y birrefringencia, interferencias, difracción, espectrometría, láser.
Las sesiones de laboratorio son de dos horas y se realizan en equipos de dos o más personas. El formato de las prácticas es rotatorio, de modo que cada equipo realizará una práctica diferente. Explicaciones y ayuda del profesor durante la práctica. Cada grupo entrega un informe de prácticas.

Objetivos específicos:
Observación y verificación en el laboratorio de los efectos ópticos explicados en la asignatura.
Medida de las propiedades de la luz (polarización, longitud de onda, ...) y sus efectos (propagación, interferencias, difracción, ...)
Sistemas ópticos de medida (espectrometría, polarimetría, interferometría, microscopía, ...).
Conocer los dispositivos ópticos.

Material:
Guiones de prácticas

Entregable:
Cada grupo de trabajo entrega un informe de prácticas.

Dedicación: 10h
Grupo pequeño/Laboratorio: 10h

4: Trabajo de un tema específico 1

Descripción:
Realización de un trabajo sobre las aplicaciones actuales de la fotónica en la ingeniería y en las nuevas tecnologías en el campo de la fotónica. El trabajo servirá para profundizar en un tema escogido por el alumno (de entre los propuestos o por interés propio) relacionado con el temario de la asignatura. Se realizará en grupos de 2 o 3 personas.
Presentación oral del trabajo y respuesta a preguntas. Hacer preguntas en las presentaciones de otros alumnos.

Material:
Material i bibliografía proporcionados por el profesor

Entregable:
Estudio de un tema concreto de interés para el estudiante
Presentación oral del trabajo. Respuesta de preguntas. Hacer preguntas en las presentaciones de otros alumnos.

Dedicación: 2h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m

5: Trabajo sobre un tema específico 2

Descripción:
Realización de un trabajo sobre las aplicaciones actuales de la fotónica en la ingeniería y en las nuevas tecnologías en el campo de la fotónica. El trabajo servirá para profundizar en un tema escogido por el alumno (de entre los propuestos o por interés propio) relacionado con el temario de la asignatura. Se realizará en grupos de 2 o 3 personas.
Presentación oral del trabajo y respuesta a preguntas. Hacer preguntas en las presentaciones de otros alumnos.

Material:
Material i bibliografia proporcionats pel professor

Entregable:
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.

Dedicación: 2h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m

aprendizaje autònomo

Dedicación: 90h
Aprendizaje autónomo: 90h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

- Laboratorio: 35%
- Ejercicios de aplicación: 25%
- 1er Trabajo de profundización: 20%
- 2º Trabajo de profundización: 20%

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Laboratorio: Visualización y aplicación de las propiedades de la luz. Trabajo en grupo. Guión y explicaciones del profesor durante la práctica. Cada equipo entregará un informe.
Trabajos de profundización: Trabajo en grupos de 2 o 3 personas. Tema escogido por los alumnos (temas propuestos por el profesor o de interés propio). Exposición oral.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- 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 línea]. 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.

Complementaria:
- 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.