

Asignatura: ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA SEÑAL

Créditos: 5 ECTS

Objetivos:

Introducir los conceptos fundamentales y adquirir la terminología básica de la adquisición y procesado de información, los sistemas de medida y la instrumentación electrónica. A través de la descripción del proceso de medida el alumno debe ser capaz de entender el funcionamiento básico de un conversor A/D, asimilar la problemática específica del procesado de la señal y adquirir habilidades en el manejo de las herramientas útiles en el procesado de información, así como en el manejo de instrumentación electrónica y diseño de filtros analógicos o digitales. Adicionalmente, se busca que el alumno adquiera competencia en la correcta utilización de software científico.

Contenidos:

- Introducción a la adquisición de señales
- Adquisición y procesado de la señal
- Filtros analógicos
- Sistemas lineales e invariantes.
- Muestreo y reconstrucción
- Identificación de sistemas
- Fast Fourier Transform y convolución
- Filtros digitales

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

Clases magistrales complementadas con clases de problemas, sesiones de prácticas y desarrollo de un miniproyecto.

Criterios y procedimientos de evaluación:

- Examen final de la asignatura: 25%
- Evaluación de las prácticas: 25%
- Evaluación de los problemas: 25%
- Evaluación de los trabajos: 25%
- También es objeto de evaluación la claridad en las exposiciones, el rigor, la pulcritud, la capacidad de trabajo.

Bibliografía:

- R. Pallás, *Adquisición y distribución de señales*. Barcelona: Marcombo-Boixareu, 1993.
- A.V. Oppenheim, A.S. Willsky, I.T. Young, *Señales y sistemas*. Prentice- Hall, 1998.
- A.V. Oppenheim, R. Schaffer, *Discrete-time signal processing*, Prentice-Hall, 1989.
- S. Haykin, V.V. Barry, *Señales y sistemas*. México: Limusa, 2001.
- Ambardar, *Procesamiento de señales analógicas y digitales*. Thomson, 2002.

Asignatura: APROVECHAMIENTO DE LA ENERGIA SOLAR

Créditos: 5 ECTS

Objetivos:

En general, proporcionar al estudiante una visión de las tecnologías de aprovechamiento térmico y eléctrico de la energía solar, tanto las disponibles actualmente como las futuras, y sus posibilidades en el conjunto del sistema energético mundial. Específicamente:

- Conocer en detalle los recursos de energía solar disponibles.
- Adquirir las herramientas para cuantificar la energía de cualquier sistema solar.

- Entender los principios de funcionamiento y los parámetros de especificación de las diferentes tecnologías de plafón solar térmico.
- Conocer los diferentes tipos de sistema solar térmico.
- Entender las bases de funcionamiento de las diferentes tecnologías de plafón fotovoltaico.
- Conocer los diferentes tipos de central fotovoltaica.
- Adquirir un buen conocimiento de los aspectos económicos de la producción de energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos.

Contenidos:

1. Radiación solar. Composición espectral. Efectos atmosféricos sobre la radiación solar. Radiación solar sobre la tierra. Espectro AM1,5.
2. Calculo de la energía.
3. Sistemas de baja, media y alta temperatura. El colector solar plano. Colector solar de vacío. Colectores con concentración.
4. El sistema solar térmico. Centrales termoeléctricas.
5. Principios de la conversión fotovoltaica: células de unión p-n, células p-i-n y células orgánicas. Tecnología de fabricación de paneles fotovoltaicos: silicio cristalino, silicio en capa fina y paneles orgánicos.
6. El sistema fotovoltaico. Sistemas fotovoltaicos conectados a la red y sistemas aislados.
7. Situación del mercado fotovoltaico: producción y costes. Tarifas.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

Teoría: Exposición de la materia mediante presentaciones Power-Point de dos horas semanales. La asimilación de los contenidos de la teoría requiere 53 h de estudio.

Trabajos (tipo problema/proyecto/informe): El encargo de los trabajos por parte del profesor y su presentación por parte de los alumnos se hará a través de la red (dosieres electrónicos). Los trabajos individuales, tipo proyecto, tratarán las mismas temáticas para todos los alumnos pero serán diferentes para cada alumno. Los informes tienen un contenido más general que los trabajos, incluyen aspectos que son opinables, se realizan en equipo y habrán de estar consensuados por los miembros del equipo.

Criterios y procedimientos de evaluación:

La evaluación es continuada, la nota final se calcula a partir de la nota de los trabajos individuales (40 %), la nota de los trabajos en equipo (20 %) y la nota del examen (40 %).

Bibliografía:

- *Solar Engineering of Thermal Processes*, J.A.Duffie, W.A.Beckman, Wiley, 2006.
- *Applied Photovoltaics*, S.R.Wenham, M.A.Green, M.E.Watt, R.Corkish, Earthscan Publications, 2007.
- *The Physics of Solar Cells*, J.Nelson, Imperial College Press, 2003.
- *Amorphous and Microcrystalline Silicon Solar Cells: Modeling, Materials and Device Technology*, R.E.I.Schropp, M.Zeman, Springer, 1998.
- *Thin-Film Solar Cells: Next Generation Photovoltaics and Its Applications* Y.Hamakawa, Springer, 2006.

Asignatura: CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Créditos: 5 ECTS

Objetivos:

- Dar una visión general de la concepción y uso de los circuitos eléctricos y electrónicos más presentes en el laboratorio, en los sistemas productivos y en la electrónica de consumo.

- Dotar al alumno de las herramientas básicas de la concepción y diseño de éstos, así como la capacidad para aplicar y entender los bloques constructivos.
- Introducir los principales dispositivos electrónicos de estado sólido y, especialmente, las aplicaciones de éstos. Dotar al alumno de capacidad en el procesado analógico (filtrado).
- Proveer al alumno de autosuficiencia para trabajar en equipos heterogéneos compuestos por profesionales diversos como ingenieros electrónicos o industriales.

Contenidos:

1. Fundamentos

- 1.1 ¿Qué es la electrónica?
- 1.2 Magnitudes básicas i secundarias
- 1.3 Fuentes de tensión y corriente; dependientes y independientes
- 1.4 Señales analógicas y digitales

2. Circuitos eléctricos

- 2.1 Circuitos resistivo
- 2.2 Circuitos capacitivos
- 2.3 Circuitos inductivos y transformadores
- 2.4 Análisis CA en estado estable
- 2.5 Análisis de potencia en estado estable

3. Circuitos electrónicos

- 3.1 Diodos
- 3.2 Transistores de unión bipolar (BJT)
- 3.3 Transistores de efecto campo (MOSFET)
- 3.4 Señales, transferencia y respuesta
- 3.5 Procesado analógico de la señal con amplificadores operacionales.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

- Los bloques temáticos se desarrollarán como clase magistral.
- Se propondrá una evaluación continua basada en cuestiones cortas tras cada bloque.
- En cada bloque se seleccionaran una o dos aplicaciones prácticas para el desarrollo de contenidos.

Criterios y procedimientos de evaluación:

Se evaluará:

- Prácticas – 30%
- Evaluación continua – 10%
- Examen final – 60%

Bibliografía:

- Circuitos y Señales. R. E. Thomas, A. J. Rosa. Ed. Reverté, 1992.
- Circuits i Dispositius Electrònics. Ll. Prat Viñas, ed. Edicions UPC, 1998.
- Circuits Elèctrics. O. Boix Aragonès, J. Rull Duran. Edicions UPC, 1998.
- Fundamentals of Semiconductor Fabrication. G. S. May, S. M. Sze. Wiley.
- Física de los Dispositivos Electrónicos. G. López Rubio, J.M. García Cabellos, UPS, 1993.
- Circuitos Microelectrónicos. A.S. Sedra, K.C. Smith. Oxford University Press.
- Circuitos y sistemas lineales. Curso de laboratorio. E. Bertran, G. Montoro. Edicions UPC, 2000.

Asignatura: CIRCUITOS ELECTRÓNICOS PARA MICROSISTEMAS

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos:

- Obtener una visión general sobre el estado del arte actual en el desarrollo de sistemas micromecanizados inteligentes.
- Proporcionar información detallada acerca del desarrollo de la electrónica necesaria para interactuar con sensores y actuadores en el ámbito de los MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems).
- Usar entornos industriales de desarrollo de circuitos para MEMS.

Contenidos:

El curso cubre aspectos básicos como las características de las señales provenientes de sensores, su acondicionamiento, los circuitos básicos de interfaz para sensores y actuadores, etc. No obstante, el curso también focaliza en aspectos más avanzados como el desarrollo de interfaces inteligentes, la alimentación de sistemas autónomos y, el desarrollo de sistemas de bajo consumo. Siendo un curso enfocado hacia el desarrollo de electrónica, se presenta una aproximación sistemática para la realización de sistemas sensores inteligentes basándose en herramientas, entornos y metodologías actuales.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

Se combinarán las clases teóricas con sesiones de carácter práctico y sesiones prácticas a nivel de demostración. Las sesiones de demostración se presentarán al alumno con antelación para fomentar su participación en la discusión. Las clases teóricas se combinarán con sesiones de problemas a resolver en equipo. Para ello todas las clases se realizarán en el aula multimedia de la facultad en que puede combinarse la clase teórica con experiencias de diseño microelectrónico en estaciones de trabajo SUN y los entornos de desarrollo de CADENCE y SYNOPSIS.

Criterios y procedimientos de evaluación:

Evaluación basada en el aprendizaje en las sesiones prácticas y en su participación en las sesiones de resolución de problemas en equipo.

Bibliografía:

- R.J. Baker, H.W. Li, D.E. Boyce, *CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation*, IEEE Press, 1997.
- R.J. Baker, *Mixed Signal Circuit Design*, IEEE press, 2003.
- J.M. Rabaey, *Digital Integrated Circuits: A Design Perspective*, Prentice Hall, 1995.
- R. Rajsuman, *System-on-a-Chip: Design and Test*, Artech House, 2000.

Asignatura: CONTROL DE CALIDAD

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos: Formación en las técnicas de control de calidad con especial aplicación al sector industrial y dirigidas a la mejora continua y al entorno de la calidad total, complementándose con estudios de comparación entre tratamientos y diseño de experimentos

Contenidos:

- Tratamiento de datos
- Análisis de incertidumbres
- Distribuciones discretas de probabilidad
- Distribuciones continuas de probabilidad
- Contraste de hipótesis
- Control de procesos por variables
- Control de procesos por atributos
- Planes de muestreo
- Normas para planes de muestreo

- Correlación
- Comparación entre tratamientos. Análisis de varianza
- Diseño de experimentos. Diseños factoriales. Métodos de Taguchi
- Diseño de productos robustos

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

Se combinan las clases magistrales con clases prácticas de las diferentes técnicas de control de calidad aplicadas a distintos casos reales

Criterios y procedimientos de evaluación:

Prueba final (50 %) junto a evaluación continuada a lo largo del curso (50 %)

Bibliografía:

- Juran. Manual de Calidad. McGraw Hill
- Duncan. Control de Calidad y Estadística Industrial. Alfaomega
- Apuntes de Control de Calidad
- Dale H. Besterfield. Control de Calidad. Prentice Hall

Asignatura: CONTROL DE SISTEMAS

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos:

- Adquirir una visión genérica del significado de un sistema real y su modelización en función del grado de conocimiento de detalle del mismo.
- Distinguir entre el modelo teórico analítico de un sistema y el modelo experimental producto de una identificación entrada-salida.
- Definir un sistema de regulación desde un punto de vista clásico considerando variable continua. Diseño de un regulador por métodos tradicionales.
- Definir un sistema de regulación desde un punto de vista clásico considerando variable discreta. Diseño de un regulador por métodos tradicionales.
- Definir un sistema de regulación desde un punto de vista moderno. Análisis de sistemas en el espacio de estado y técnicas de diseño por realimentación de estados.

Contenidos:

1. Modelización de sistemas
 - 1.1. Modelización
 - 1.2. Identificación
2. Control clásico
 - 2.1. Control en variable continua
 - 2.2. Control en variable discreta
3. Control moderno

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

- Clases magistrales presenciales para profundizar en la documentación disponible para el alumno en el dossier electrónico de la asignatura.
- Desarrollo de prácticas de laboratorio complementarias.
- Desarrollo de ejercicios y trabajos de profundización opcionales.

Criterios y procedimientos de evaluación:

- Resolución de ejercicios propuestos en clase y desarrollo de trabajos opcionales de profundización (10%)
- Desarrollo de prácticas de laboratorio (20%)
- Examen final (70%)

Bibliografía:

- Benjamin C. Kuo; "Sistemas de Control Automático"; Prentice Hall.
- Katsuhiko Ogata; "Ingeniería de Control Moderna"; Prentice Hall.

Asignatura: DISEÑO DE SISTEMAS OPTICOS

Créditos: 2.5 ECTS

Objetivos: La formación del alumno en la caracterización y diseño de sistemas ópticos formadores de imagen.

Contenidos: Teoría de la formación de imagen. Métodos de cálculo asociados. Diseño de sistemas ópticos (básico). Diseño de sistemas ópticos (instrumentos).

Metodología de enseñanza y aprendizaje: Se entregan al alumno apuntes detallados de teoría, programas de cálculo y diversos ejercicios propuestos. Las clases teóricas se dedican básicamente a resolver las dudas que surjan en el estudio y resolución de ejercicios.

Criterios y procedimientos de evaluación: En función del interés y la disponibilidad del alumno, la evaluación podrá dar más o menos peso a los dos elementos siguientes: un examen escrito y/o la resolución de problemas y ejercicios prácticos.

Bibliografía:

- F Mahajan, V.N., Aberration Theory made simple, SPIE Optical Engineering Press, Vol TT6, 1991.
- Wyant, J.C., Applied Optics and Optical Engineering, Vol XI, Academic Press, 1992.
- Smith, W.J., Modern Optical Engineering 3rd Ed., SPIE Press, Mcgraw Hill, 2000.

Asignatura: DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos:

- Conocimiento de los modelos físicos de simulación de dispositivos electrónicos básicos.
- Conocer las propiedades eléctricas y ópticas fundamentales de los materiales semiconductores, las ecuaciones fundamentales que explican los mecanismos de conducción, los modelos básicos de descripción de las características eléctricas de los dispositivos y las aplicaciones usuales de los dispositivos básicos.
- Trabajar las relaciones existentes entre las ecuaciones básicas de estadística de portadores, densidad de estados y concentración de portadores y la resolución de la ecuación de continuidad utilizando las simplificaciones idóneas a cada condición de contorno.
- Utilizar los modelos de simulación PC1D y PSPICE.
- Obtención de los parámetros a introducir en estos modelos.

Contenidos:

- Introducción a los procesos tecnológicos. Crecimiento cristalino. Epitaxia. Difusión. Oxidación. Implantación iónica. Grabado.
- El electrón en el sólido. Bandas de energía. Masa efectiva. Densidad de estados. Estadística de portadores. Nivel de Fermi. Ecuación de continuidad.
- Modelización de diodos. Unión PN. Características. Modelo estático. Modelo de pequeña señal. Efectos de segundo orden. Diodo Schottky. Modelización de diodos con SPICE. Obtención de parámetros.

- Modelización del transistor bipolar. Introducción. Modelo de Ebers-Moll. Modelo de Gummel-Poon. Efectos de segundo orden. Modelo de pequeña señal. Modelización con SPICE. Obtención de parámetros.
- Modelización de transistores MOSFET. Introducción. Modelo estático. Modelo de pequeña señal. Diferente niveles de Modelización con SPICE. Obtención de parámetros.
- Modelización DE RUIDO Y DISTORSIÓN. Tipo de ruido. Modelización del ruido con SPICE. Distorsión. Modelización de la distorsión con SPICE.
- Modelización de transistores JFET y MESFET. Modelización de JFETs. Modelización de MESFETs. Implementación de dichos modelos en el SPICE.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

Se combinarán las clases teóricas con sesiones de carácter práctico y sesiones prácticas a nivel de demostración. Las sesiones de demostración se presentarán al alumno con antelación para fomentar su participación en la discusión. Las clases teóricas se combinarán con sesiones de problemas a resolver en equipo. Para ello todas las clases se realizarán en el aula multimedia de la facultad en que puede combinarse la clase teórica con experiencias de diseño microelectrónico en estaciones de trabajo SUN y los entornos de desarrollo de CADENCE y SYNOPSIS.

Criterios y procedimientos de evaluación:

Evaluación en base al aprendizaje en las sesiones prácticas y a su participación en las sesiones de resolución de problemas en equipo.

- Resolución de ejercicios propuestos en clase y desarrollo de trabajos opcionales de profundización (10%)
- Desarrollo de prácticas de laboratorio (20%)
- Examen final de síntesis (70%)

Bibliografía:

- R.J. Baker, H.W. Li, D.E. Boyce, *CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation*, IEEE Press, 1997.
- R.J. Baker, *Mixed Signal Circuit Design*, IEEE press, 2003.
- J.M. Rabaey, *Digital Integrated Circuits: A Design Perspective*, Prentice Hall, 1995.
- R. Rajsuman, *System-on-a-Chip: Design and Test*, Artech House, 2000.

Asignatura: DISPOSITIVOS Y SISTEMAS OPTOELECTRÓNICOS

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos:

- Conocimiento de los modelos físicos de simulación de dispositivos optoelectrónicos básicos.
- Conocimiento del funcionamiento y aplicaciones de los dispositivos fotónicos

Contenidos:

- Dispositivos fotónicos emisores de luz. Principios básicos del funcionamiento de las fuentes ópticas semiconductoras.
- Diodos LEDs.
- Emisión estimulada. Inversión de población. Láser semiconductor. Corriente umbral. Estructuras láser: FP, DFB y VCSEL. Encapsulado de diodos láser.
- Aplicaciones del láser.
- Detectores de radiación óptica. Absorción en semiconductores. Figuras de mérito. Fotoconductores.
- Fotodetector de unión (PN y PIN).
- Célula solar.

- Fotodetectores de avalancha (APD). Relación señal-ruido.
- Detectores de infrarrojo: detectores semiconductores y detectores térmicos. Medida de la temperatura.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

Se combinarán las clases teóricas con sesiones de carácter práctico y sesiones prácticas a nivel de demostración. Las sesiones de demostración se presentarán al alumno con antelación para fomentar su participación en la discusión. Las clases teóricas se combinarán con sesiones de problemas a resolver en equipo. Para ello todas las clases se realizarán en el aula multimedia de la facultad en que puede combinarse la clase teórica con experiencias de diseño microelectrónico en estaciones de trabajo SUN y los entornos de desarrollo de CADENCE y SYNOPSIS.

Criterios y procedimientos de evaluación:

Evaluación basada en el aprendizaje en las sesiones prácticas y en la participación en las sesiones de resolución de problemas en equipo.

- Resolución de ejercicios propuestos en clase y desarrollo de trabajos opcionales de profundización (10%)
- Desarrollo de prácticas de laboratorio (20%)
- Examen final (70%)

Bibliografía:

- R.J. Baker, H.W. Li, D.E. Boyce, *CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation*, IEEE Press, 1997.
- R.J. Baker, *Mixed Signal Circuit Design*, IEEE press, 2003.
- J.M. Rabaey, *Digital Integrated Circuits: A Design Perspective*, Prentice Hall, 1995.
- R. Rajsuman, *System-on-a-Chip: Design and Test*, Artech House, 2000.

Asignatura: ELECTROMAGNETISMO APLICADO

Créditos: 5 ECTS

Objetivos:

La asignatura tiene como objetivo la formación del alumno en algunas de las aplicaciones actuales del electromagnetismo. A partir de las leyes fundamentales del electromagnetismo, ya establecidas, y del conocimiento introductorio de la propagación libre en medios materiales, se consideran tres de las aplicaciones más importantes: la Propagación guiada del campo electromagnético (en especial las microondas), Movimiento de cargas en campos eléctricos y magnéticos y la Introducción a la Física de los plasmas.

Contenido:

1 Propagación del campo electromagnético. 2 Líneas de transmisión. 3 Guías conductoras. 4 Cavidades resonantes. 5 Guías dieléctricas. 6 Tecnología de ondas guiadas. 7 Cargas en campos eléctricos. 8 Cargas en campos magnéticos. 9 Campos eléctricos y magnéticos combinados. 10 Física de los plasmas. 11 Conducción y propagación plasmas. 12 Aplicaciones de los plasmas.

Trabajos de laboratorio (a escoger 4):

1. Propagación en líneas de transmisión. Hilos de Lecher. 2 Diagrama de impedancia de radiación de una antena. 3 Estudio de un *klystron reflex*. 4 Estudio de una cavidad resonante. 5 Línea de medida con microondas. Adaptación de una carga. 6 Medida de velocidades por efecto Doppler. 7 Propagación de impulsos en una guía coaxial. Guía dieléctrica. Velocidad de la luz. 8 Características de un plasma. Sonda de Langmuir. 9 Cargas en campos E y B. Simulación de trayectorias. Espectrometría de masas cuadrupolar. 10 Interferómetro de microondas. Medida de la densidad de un plasma. 11 Medida de la carga del electrón. Experimento de Millikan.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

Con el fin de dotar de una habilidad básica en el manejo de las ecuaciones de Maxwell en el caso de la propagación guiada, se muestra la resolución de la ecuación de propagación en diversos ejemplos de aplicación práctica (líneas de transmisión cavidades y guías). Se enseñan las ecuaciones básicas del movimiento de partículas cargadas en campos eléctricos y magnéticos y se revisan los ejemplos prácticos (focalización débil y fuerte, diseño de lentes electrostáticas y magnéticas y sistemas cuadrupolares). Finalmente se introduce al alumno en la física de plasmas de baja energía, con la descripción de los parámetros básicos y algunos ejemplos de plasmas de laboratorio. Los experimentos programados completan la formación del alumno y lo introducen en el manejo de instrumental específico para sistemas de propagación guiada y para plasmas de laboratorio.

Criterios y procedimientos de evaluación:

La evaluación se realizara de forma continuada de la siguiente manera:

1 Presentación personalizada de los temas a desarrollar tutelados propuestos por el profesor durante el curso a cada uno de los grupos de trabajo. 2 Evaluación del trabajo experimental desarrollado en las sesiones de laboratorio. 3 Evaluación de los ejercicios online propuestos a lo largo del curso. 4 Examen final escrito sobre los contenidos del programa de la asignatura.

Porcentajes de evaluación del nivel de conocimientos: 1 Presentaciones: 30%. 2 Laboratorio: 20%. 3 Ejercicios online: 20%. 4 Examen escrito: 30%

Los alumnos pueden acogerse a la realización de un único examen final escrito.

Bibliografía:

- Fundamentos de la teoría electromagnética, Reitz, Milford, Christy. Addison-Wesley Iberoam., 1996
- Campos electromagnéticos, Wangness, Limusa, México, 1989
- Basic electromagnetic theory, Paris, Hurt, McGraw-Hill, New York, 1969
- Campos y ondas, aplicaciones a comunicaciones electrónicas, Ramo, Whinnery, Van Duzer, Pirámide, 1994

Asignatura: FOTONICA

Créditos: 5 ECTS

Objetivos: La formación del alumno en temas avanzados de óptica: difracción, teoría de la coherencia, polarización, óptica de medios anisótropos y óptica no lineal. El enfoque es aplicado.

Contenidos: Teoría escalar de la difracción. Teoría de la coherencia óptica. Polarización. Óptica de medios anisótropos. Óptica no lineal.

Metodología de enseñanza y aprendizaje: Las clases de teoría se complementan con clases de problemas y ejercicios y con sesiones de prácticas de laboratorio. Se entrega al alumno: los apuntes de teoría, lista de problemas (incluyendo su resolución detallada) y guiones de las prácticas de laboratorio.

Criterios y procedimientos de evaluación: El examen escrito de toda la materia del curso, incluyendo prácticas, constituye la base de la evaluación final. Una parte de la nota del curso se relaciona con la participación activa del alumno en las sesiones de problemas y de prácticas.

Bibliografía:

- FOWLES, G.R. *Introduction to modern optics*. Dover, 1975.

- CABRERA, J.M., LÓPEZ, F.J., AGULLÓ, F. *Optica electromagnética. Vols I y II*. Addison-Wesley/Univ. Autónoma de Madrid, 1998.
- GOODMAN, J. W. *Introduction to Fourier Optics*. McGraw-Hill, 1968.
- SALEH, B.E.A.; TEICH, M.C. *Fundamentals of Photonics*, John Wiley & Sons, 1991.

Asignatura: GESTIÓN DE PROYECTOS

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos: Formación del alumno en la metodología y en la práctica de la concepción y gestión de proyectos industriales, a lo largo de las distintas fases de los mismos, así como en su implementación y seguimiento.

Contenidos:

- Teoría general de proyectos
- Legislación industrial: normalización, homologación, certificación y acreditación
- El ciclo del proyecto
- Fases de ingeniería
- Equipos e instrumentación
- Viabilidad técnica
- Viabilidad económica
- Presupuesto y pliego de condiciones
- Técnicas de planificación y control
- Plan de calidad del proyecto
- Estudios de impacto ambiental del proyecto
- Gestión de la producción
- Gestión de inventarios (stocks)
- El mantenimiento
- La calidad en el diseño
- Análisis de fallos y averías
- Sistemas de gestión: calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales

Metodología de enseñanza y aprendizaje: Clases magistrales combinadas con prácticas de grupo en forma de estudios y análisis de proyectos a escala de ingeniería funcional.

Criterios y procedimientos de evaluación: Mediante prueba a final de curso (50 %) junto con evaluación continuada (50 %).

Bibliografía:

- Shtub, A.; Bard, J.F. y Globerson, S. *Project Management: Engineering, Technology and Implementation* Prentice Hall. New York
- Morris, Peter, W.G. *The Management of projects*. Thomas Thelford. London
- Aguinaga Torrano, J. *Aspectos sistemáticos del proyecto en ingeniería*. ETSII Madrid.

Asignatura: HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA ASISTIDA POR ORDENADOR

Créditos: 5 ECTS

Objetivos:

- Conocer la formulación de los principales métodos numéricos para la simulación de sistemas físicos.
- Conocer el lenguaje de programación Java.

- Conocer como implementar métodos numéricos en Java.
- Saber analizar y programar un proyecto de simulación complejo.
- Conocer la metodología de trabajo propia de un paquete de simulación comercial.
- Adquirir la metodología de trabajo en grupo para desarrollar un programa.

Contenidos:

- Programación científica en Java
- Métodos numéricos en problemas de Física
- Análisis y programación de la simulación de un sistema físico
- Herramientas de CAE comerciales.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

- Presentación de aspectos teóricos por el profesor.
- Trabajo autónomo de los estudiantes bajo la supervisión del profesor.

Criterios y procedimientos de evaluación:

Durante el curso, se valorarán los ejercicios e informes derivados del trabajo del estudiante (30%). La evaluación final consistirá en la presentación de una memoria escrita sobre el proyecto de simulación que se haya desarrollado (40%). Además, el alumno hará una defensa oral de ese proyecto (30%). Alternativamente, el estudiante puede acogerse a la evaluación única notificándolo dentro de los primeros 15 días del curso. En ese caso el estudiante deberá superar un examen final.

Bibliografía:

- The Java Tutorial. Disponible en <http://java.sun.com/docs/books/tutorial/>
- W. Christian, Open Source Physics, Addison-Wesley, 2006.
- The Commons-Math: User Guide, Disponible en <http://jakarta.apache.org/commons/math/userguide/index.html>
- Lau H.T., A Numerical Library in Java for Scientists and Engineers, 2003.
- S. Liang, The Java Native Interface, Addison Wesley, 1999.
- M. Galassi et al. GNU Scientific library Reference Manual. Disponible en formato postscript en <http://www.gnu.org/software/gsl/#documentation>
- Hughes, Thomas J. R., The Finite element method linear static and dynamic finite element analysis, Prentice-Hall, 1987.
- B. Szabó, I. Babuska, Finite element analysis; Wiley, 1991.
- Oñate Ibáñez de Navarra, Eugenio, Cálculo de estructuras por el método de los elementos finitos: análisis elástico lineal, Barcelona: Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, 1992.

Asignatura: INGENIERÍA DE LOS FRENTE DE ONDA

Créditos: 2.5 ECTS

Objetivos:

El objetivo de la asignatura es dar a conocer al alumno los principios de funcionamiento de los moduladores espaciales de luz y los diferentes métodos de generación de hologramas digitales, así como algunas aplicaciones actuales.

El alumno aprenderá a poner a punto y caracterizar un modulador espacial de luz. Además, será capaz de diseñar hologramas por ordenador con diferentes métodos de codificación.

Contenidos:

Moduladores espaciales de luz: tipos, principios de funcionamiento y métodos de caracterización.

Holografía: introducción a la holografía óptica; holografía generada por ordenador: métodos de codificación.

Aplicaciones: posicionamiento y acondicionamiento de haces, óptica adaptativa, metrología óptica, interconexiones ópticas, pinzas ópticas holográficas.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

El temario del curso se dividirá en dos mitades: unas clases magistrales donde se explicará el contenido del mismo, y unas clases prácticas donde los alumnos aplicarán los conceptos de una forma experimental. Estas prácticas tendrán una parte de simulación por ordenador y otra de laboratorio. En la primera, diseñarán los hologramas por alguno de los métodos explicados en teoría, y en el laboratorio caracterizarán los moduladores en los que dichos hologramas se implementarán y reconstruirán. Esto constituirá la parte final del curso, en la que convergerán los diferentes elementos que compondrán el aprendizaje del alumno. Éste, además de la realización de todas las prácticas, deberá desarrollar una de ellas en mayor profundidad.

Criterios y procedimientos de evaluación:

La evaluación se dividirá en: evaluación continuada (realización de las prácticas), alrededor de un 20%; examen final de contenidos, alrededor de un 30%; trabajo práctico, alrededor de un 50%.

Bibliografía:

- Fundamentals of Photonics, B. E. A. Saleh and M. C. Teich, Wiley, New York (1991).
- Introduction to Fourier Optics, J. W. Goodman, McGraw-Hill, Singapore (1996).
- Spatial light modulator technology: materials, devices and applications, U. Efron, Marcel Dekker, New York (1995).
- Optics of liquid crystal displays, P. Yeh and C. Gu, J. Wiley & Sons, New York (1999).
- Basics of holography, P. Hariharan, Cambridge University Press, Cambridge (2002).
- Digital holography, U. Schnars, W. Jueptner, Springer-Verlag, Berlin (2005).

Asignatura: INSTRUMENTACIÓN FÍSICA

Créditos: 7,5 ECTS

Objetivos:

El perfil académico de la asignatura se enmarca en el ámbito de la Física Aplicada, por lo que se refiere a los contenidos, y en el de la Física Experimental, por lo que se refiere a las habilidades transversales y a parte de la metodología utilizada, con los siguientes objetivos:

- 1.- Mejorar los fundamentos y habilidades experimentales, muy en la línea del Master en Ingeniería Física, contribuyendo a configurar un modelo de físico/tecnólogo más cercano a las demandas del mundo laboral.
- 2.- Aprovechar la metodología experimental para sedimentar y mejorar conocimientos muy propios de las materias de Física.

Contenidos:

Teoría/problemas:

- Fundamentos de la medida
- Medida de magnitudes eléctricas
- Ruido e interferencias
- Transductores mecánicos
- Transductores ópticos
- Transductores térmicos
- Tecnología del vacío

Laboratorio:

- Transductores ópticos. Respuesta espectral y temporal.
- Transductores de fuerza y de presión.
- Medida de temperatura. Criogenia y pirometría.
- Detección síncrona. Eliminación de ruido en las medidas.
- Aplicación del amplificador síncrono a tareas de medida.
- Producción y medida del vacío.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

Teoría/problemas: Clases magistrales a lo largo de todo el semestre (Presencial) + Realización de oportunas experiencias de cátedra (Presencial) + Ejercicios de aplicación y experiencias distribuidas homogéneamente a lo largo del semestre (Presencial) + Estudio de los contenidos de la materia (No Presencial) + Resolución de casos prácticos propuestos por el profesor (No Presencial) + Tutorías de seguimiento del trabajo del estudiante. Identificación de posibles problemáticas de los alumnos en el estudio y en el seguimiento del curso.

Laboratorio: Para cada sesión/trabajo de laboratorio: Los alumnos preparan la sesión (No Presencial) + Sesión de laboratorio (Presencial) + Búsqueda de información, elaboración del informe (No Presencial) + Tutoría de corrección del informe (Presencial) + Sesiones de exposición común de los resultados y conclusiones (Presencial).

Criterios y procedimientos de evaluación:

Elaboración y exposición de un trabajo individual en formato de presentación (máximo 15% de la calificación final) + Entrega de ejercicios individuales a lo largo del curso (máximo 15% de la calificación final) + Examen final de los contenidos de la asignatura (mínimo 70% de la calificación final). En este examen, la teoría/problemas tiene un peso de 2/3 y el laboratorio un peso de 1/3.

Bibliografía:

- The measurement, instrumentation and sensors handbook, J.G.Webster, CRC Press, Boca Ratón, 1999
- Instrumentation reference book. Walt Boyes (ed.), Elsevier Science, Burlington, 2003
- Instrumentación electrónica. Miguel A. Pérez García et al., Thomson, Madrid, 2004.

Asignatura: INSTRUMENTACIÓN PARA LA TECNOLOGÍA BIOMÉDICA

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos:

El objetivo es proporcionar a los alumnos los conocimientos sobre la instrumentación aplicada a las tecnologías biomédicas. Se pretende que los alumnos conozcan los sistemas de instrumentación utilizados en las tecnologías biomédicas, haciendo un especial hincapié en la parte electrónica de los diferentes aparatos. Para comprender correctamente los instrumentos biomédicos es necesario estudiar los fenómenos físicos o químicos de los procesos que se quieren medir, los transductores biomédicos utilizados en cada aplicación y además se debe comentar la necesidad de realizar estas medidas. Desde el punto de vista práctico se pretende que los alumnos adquieran los conocimientos suficientes para diseñar, analizar e implementar sistemas de instrumentación biomédicos. En este sentido se deben considerar los parámetros que condicionan este tipo de instrumental: compatibilidad de los transductores con el paciente, interferencias electromagnéticas, etc.. Además se quiere introducir a los alumnos en técnicas de tratamiento de señal para analizar señales biomédicas.

Contenidos:

- Introducción a los fenómenos bioeléctricos.

- Sensores para biomedicina.
- Sistemas de condicionamiento y amplificación para la captación de señales bioeléctricas.
- Sistemas de medida cardiovasculares.
- Electrocardiogramas, medida de la presión, flujo sanguíneo, sistemas de control de la actividad cardiaca.
- Sistemas de medida del aparato respiratorio.
- Análisis de interferencias y condiciones de seguridad.
- Sistemas electroópticos

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

Clase magistral para los temas de teoría. Realización de casos prácticos y demostraciones online del funcionamiento de elementos de instrumentación biomédica. Planteamiento y resolución de problemas tutorizada e interactiva.

Criterios y procedimientos de evaluación:

La evaluación de la asignatura constará de tres partes: Examen final, trabajo de búsqueda de información y prácticas de laboratorio. El peso de cada parte es 50%, 20% y 30% respectivamente.

Bibliografía:

- J.Moore, G.Zouridakis. Biomedical Technology and Devices. CRC-Press 2004.
- J.J.Carr, J.M.Brown. Introduction to Biomedical Equipment Technology. Prentice, 1992.
- J.G.Clark, J.G.Webster et al. Medical Instrumentation. 2nded. Houghton Mifflin. 1992.
- T.Togawa, T.Tamura, P.A.Öberg, Biomedical transducers and instruments. CRC Press. 1997.
- J.D.Bronzino. The Biomedical Engineering Handbook. vol.I. 2nded. CRC-Press. 2000.
- J. Enderle, S. Blanchard, J. Bronzino. Introduction to Biomedical Engineering. Academic. 1999.
- J. M. Ferrero Corral, J. M. Ferrero y de Loma-Osorio. J. Saiz Rodríguez, A. Arnau Vives. Bioelectrónica: Señales bioeléctricas. Publicaciones UPV. 1994.
- Tuan Vo-Dinh. Biomedical Photonics Handbook. CRC-Press. 2003.

Asignatura: LABORATORIO AVANZADO DE INGENIERÍA FÍSICA

Créditos: 5 ECTS

Objetivos:

El objetivo principal de la asignatura es proporcionar a los alumnos una formación específica siguiendo la metodología de la investigación. Los proyectos de cada grupo requerirán la experimentación adelantada en diversos ámbitos de la física, con el fin de conseguir una formación suficientemente amplia y de manera integrada.

Contenidos:

Los alumnos agrupados en grupos de 2-3, realizarán en el laboratorio a lo largo del semestre un trabajo continuo para la consecución de un objetivo concreto (proyecto) dentro del ámbito de la Ingeniería Física.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

Se seguirá una metodología de la investigación como procedimiento más idóneo para el aprendizaje.

El desarrollo de las sesiones docentes se estructura en las siguientes partes:

- Explicación teórica de alguna de las técnicas a emplear.

- Puesta en común de los resultados obtenidos por los diferentes grupos en la sesión anterior. Resolución de dudas.
- Diseño de la continuación del trabajo.
- Realización de la parte experimental diseñada.

Criterios y procedimientos de evaluación:

Se realizará una evaluación continua del trabajo del alumnado en el laboratorio y de la presentación de resultados parciales durante el curso. Se evaluará el grado de madurez que haya alcanzado a partir de la memoria del trabajo realizado, de su defensa oral, y de una prueba escrita.

Bibliografía:

- *Laminas delgadas y recubrimientos: preparación, propiedades y aplicaciones*, Albella, Jose M. (Ed.) Consejo Superior De Investigaciones Científicas. Madrid (2005).
- Bibliografía específica: consultar dossier.

Asignatura: LÁSER Y APLICACIONES

Créditos: 5 ECTS

Objetivos:

- Conocer los fundamentos de la radiación láser y sus propiedades. Conocer los distintos tipos de láser y su instrumentación. Conocer los mecanismos y efectos de la interacción de la radiación láser con la materia. Conocer las principales aplicaciones industriales y científicas de los láseres.
- Adquirir la habilidad necesaria para interpretar especificaciones técnicas referidas a los láseres. Información para las fuentes disponibles en materia de láser. Capacidad de implementación de una herramienta láser en una aplicación concreta.

Contenidos:

- Teoría básica del láser.
- Propiedades de la radiación láser.
- Bombeo óptico i cavidades resonantes.
- Características del haz y tipos de láser.
- Instrumentación del láser.
- Interacción de la radiación láser con la materia.
- Procesado de materiales con láser.
- Láseres en biomedicina.
- Otras aplicaciones de los láseres
- Seguridad en el manejo de láseres.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

- Clases magistrales a lo largo de todo el semestre (presencial).
- Clases prácticas y experiencias (presencial).
- Estudio de los contenidos de la materia a lo largo del semestre (no presencial).
- Realización de ejercicios y simulaciones propuestos por el profesor (no presencial).
- Realización de dos problemas/trabajos de investigación de información, uno por cada bloque temático (no presencial).
- Visita a una o dos industrias relacionadas con tecnologías del láser.

Criterios y procedimientos de evaluación:

a) Evaluación continuada:

- Prueba escrita sobre los trabajos prácticos/experiencias (20% de la nota final).
- Evaluación de los dos problemas/trabajos de investigación de información (20% + 20% de la nota final).

- Prueba final escrita sobre la totalidad de l'asignatura (40% de la nota final).
- b) Evaluación única: Los alumnos pueden acogerse a la realización de un único examen final escrito, previa presentación de una solicitud al inicio del curso.

Bibliografía:

- Hawkes, J. Latimer, I., "Lasers. Theory and Practice", Prentice Hall (1995)
- Saleh, B.E.A., Teich, M.C., "Fundamentals of Photonics", John Wiley, N.Y. (1991)
- Silfvast, W. T., "Laser fundamentals", Cambridge Press, Cambridge (1996)
- Vilaseca, R., Garriga, M., "Els làsers", Revista de Física, 2, 4-18, (1997).
- Wilson, J., Hawkes, J.B.F., "Lasers, principles and applications", Prentice Hall (1987)
- Charschan, S., "Guide to laser materials processing", CRC Press, Boca Raton, FL, (1993)
- Migliore, L., "Laser materials processing", colección: Manufacturing engineering and materials processing, vol. 46, New York (1996)
- Ready, J. F., "Industrial applications of lasers, Acad. Press (1997).
- Steen, W. M., "Laser material processing", Springer-Verlag, London (1991)

Asignatura: MATERIALES PARA LA INGENIERÍA FÍSICA

Créditos: 5 ECTS

Objetivos:

El perfil académico de la asignatura se enmarca en el ámbito de la Física Aplicada, por lo que se refiere a los contenidos, y en el de la Física Experimental, por lo que se refiere a las habilidades transversales y a parte de la metodología utilizada, con los siguientes objetivos:

- Proporcionar una visión general y ordenada del amplio espectro (en estructura y naturaleza) de los materiales disponibles en la actualidad.
- Aumentar el conocimiento científico que el alumno tiene de los materiales, correlacionando su estructura a nivel microscópico con las propiedades que muestran macroscópicamente y con su aprovechamiento tecnológico.
- Presentar aquellos materiales que, al combinar diferentes propiedades físicas, muestran comportamientos con especial interés tecnológico.
- Aprovechar el estudio de los materiales para a incrementar y mejorar conocimientos propios de las materias de Física.

Contenidos:

- Estructura de la materia sólida
- Clases de materiales
- Propiedades físicas de los materiales
- Materiales funcionales

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

Clases magistrales a lo largo de todo el semestre (Presencial) + Realización de oportunas experiencias de cátedra (Presencial) + Ejercicios de aplicación y experiencias distribuidas homogéneamente a lo largo del semestre (Presencial) + Estudio de los contenidos de la materia (No Presencial) + Resolución de casos prácticos propuestos por el profesor (No Presencial) + Tutorías de seguimiento del trabajo del estudiante. Identificación de posibles problemáticas de los alumnos en el estudio y en el seguimiento del curso.

Criterios y procedimientos de evaluación:

- Elaboración y exposición de un trabajo individual en formato de presentación (máximo 15% de la calificación final)
- Entrega de ejercicios individuales a lo largo del curso (máximo 15% de la calificación final)
- Examen final de los contenidos de la asignatura (mínimo 70% de la calificación final)

Bibliografía:

- William D. Callister Jr., Materials science and engineering
- Robert Newnham, Properties of materials
- H. B. Callen, Termodinàmica

Asignatura: MODELIZACIÓN DE SISTEMA FÍSICOS

Créditos: 5 ECTS

Objetivos: Capacidad para la modelización numérica y la simulación de sistemas físicos dinámicos conocida la física o el comportamiento empírico del sistema

Contenidos:

- Introducción a la modelización numérica
- Sistemas dinámicos lineales y no-lineales
- Sistemas mecánicos, térmicos y fluidicos
- Discretización de ecuaciones en derivadas parciales
- Redes equivalentes de Kirchhoff
- Identificación de Sistemas

Metodología de enseñanza y aprendizaje: Clases magistrales y prácticas de ordenador.

Criterios y procedimientos de evaluación: Prácticas de ordenador y evaluación de un miniproyecto

Bibliografía:

- R.L. Woods, K.L. Lawrence, “*Modeling and Simulation of Dynamic Systems*”, Prentice-Hall, New Jersey, 1997.
- L. Ljung, T. Glad, ‘*Modeling of Dynamic Systems*’, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1994.
- N. Gershenfeld, “*The Nature of Mathematical Modelling*”, Cambridge University Press, 2003.
- S.D. Senturia, “*Microsystem Design*”, Kluwer Academic Pub., Boston, 2001.
- J.A. Pelesko, “*Modeling MEMS and NEMS*”, Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, 2003.

Asignatura: ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos:

El objetivo principal es introducir al alumno en la administración y dirección de empresas, de forma que, mediante el desarrollo de los temas propuestos, pueda dar respuesta a cuestiones sobre la génesis, límites, desarrollo y funcionamiento de la empresa, además de comprender la configuración y gestión de las diferentes áreas funcionales con el estudio del sistema productivo, comercial, financiero y de recursos humanos.

Contenidos:

- La empresa y el empresario
- La empresa y su entorno
- La dimensión empresarial
- Localización de la empresa
- La estructura orgánica de la empresa
- La actividad financiera de la empresa
- Inversiones empresariales
- Fuentes de financiación

- La actividad comercial
- Planificación y control de la producción
- Los recursos humanos en la empresa
- Toma de decisiones

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

La asignatura constará de clases teóricas y clases prácticas. La utilización de los “dossiers” será habitual durante el curso, en los que se colgarán ejercicios, avisos, calendarios de clases y prácticas o materiales necesarios. Además se usarán programas informáticos de cálculo de préstamos y de análisis de viabilidad. Las prácticas serán realizadas en horas de clase en grupo y también de manera individual en horarios no lectivos por los alumnos.

Criterios y procedimientos de evaluación:

Es posible superar la asignatura por dos vías, a libre elección del estudiante:

Opción A) Evaluación continuada + Examen final

Opción B) Examen final único

Evaluación continuada: En algunas clases a lo largo del semestre se propondrán una serie de entregas de actividades que los estudiantes podrán entregar al profesor en los plazos fijados. Como consecuencia de la valoración de todas estas actividades, el estudiante podrá obtener una nota final de evaluación continuada.

Bibliografía:

- Aguer Hortal (2004), Administración y dirección de empresas, Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid
- Guitart Tarrés, L; Nuñez Carballosa, A. (2006), Problemas de economía de empresa, Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, Barcelona
- Perez Huerta, M; Maestre Miranda, F (1997), Manual de préstamos, Deusto, Bilbao
- Porret Gelabert (2005), Dirección de los recursos humanos en las organizaciones, Ediciones gráficas Rey, Barcelona
- Cuervo Garcia, J.A. et al; (1993), Introducción a la administración de empresas, Civitas, Madrid

Asignatura: PROCESADO DE CERÁMICAS ELECTRÓNICAS Y ESTRUCTURALES

Créditos: 2.5 ECTS

Objetivos:

Conocimiento científico general de las cerámicas y sus aplicaciones, en especial las aplicaciones electrónicas y estructurales. Conocimiento de las tecnologías asociadas a los procesos con cerámicas y las aplicaciones descritas.

Contenidos:

1. Introducción a las cerámicas
2. Tecnología cerámica
3. Fundamentos en cerámicas electrónicas
4. Aplicaciones de cerámicas electrónicas
5. Aplicaciones estructurales

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

- Los bloques temáticos 1, 2 y 3, que son la base del conocimiento formal de la asignatura, se realizarán como clase magistral.
- Los bloques temáticos 4 y 5, que corresponden a aplicaciones, se trabajarán como proyectos que deben realizar los alumnos. Su organización dependerá del número de alumnos y podrá incluir, si se estima pertinente, componente práctica o experimentación.

Criterios y procedimientos de evaluación:

Se evaluará:

- Proyecto de aplicaciones cerámicas – 40%
- Cuestionario de cada tema (via Web) – 10%
- Examen final – 50%

El proyecto contendrá diversas partes (estudio previo, planificación, resultados) en función del número de alumnos y las temáticas escogidas.

Bibliografía:

- Juan Morales Güeto, *Tecnología de los materiales cerámicos*, Díaz de Santos, 2005
- Larry L. Hench, Jon K. West, *Principles of Electronic Ceramics, Solutions Manual and Supplementary Problems*, Wiley, 1990
- James S. Reed, *Principles of Ceramics Processing, 2nd ed.*, Wiley, 1995
- Toshko G. Nenov, Stefcho P. Yordanov, *Ceramic Sensors: Technology and Applications*, Technomic, 1996.

Asignatura: SENSORES Y ACTUADORES PARA MICROSISTEMAS

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos:

- Adquirir una visión genérica del significado de un microsistema y su estructura
- Conocer los diferentes tipos de microsensores y microactuadores más comunes
- Conocer las diferentes tecnologías utilizadas para la fabricación de microsistemas
- Ver diferentes ejemplos de microsistemas, comerciales y de investigación.

Contenidos:

- Microsistemas: Introducción y estructura. Aplicaciones
- Microactuadores
- Microsensores
- Tecnologías de microsistemas
- Ejemplos de microsistemas

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

- Clases magistrales presenciales.
- Desarrollo de trabajos de profundización

Criterios y procedimientos de evaluación:

- Presentación de los trabajos de profundización (50%) y examen final (50%)

Bibliografía:

- P: Rai-Choudhury (Editor): *MEMS and MOEMS Technology and Applications*, SPIE Press Monograph Vol. PM85, 2000
- S.M. Sze (Ed): *Semiconductor Sensors*, Wiley 1994
- W. Göpel: “*Sensors: A comprehensive Survey*”, VCH
- S. Fatikow, U. Rembold. “*Microsystem Technology and Microrobotics*”. Springer (Verlag Berlin Heidelberg). 1997

Asignatura: SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN PARA MICROSISTEMAS AUTÓNOMOS

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos:

Conocimiento tecnológico de los sistemas de alimentación y almacenamiento de energía, con especial énfasis en los microsistemas.

Contenidos:

- Necesidades y limitaciones energéticas de los microsistemas.
- Microgeneradores.
- Microreactores químicos y bioquímicos.
- Micropilas de combustible.
- Microbaterías.
- Sistemas electromecánicos y/o electromagnéticos para la producción de energía.
- Sistemas ópticos para la producción de energía.
- Sistemas de acumulación y almacenamiento de energía.
- Materiales y técnicas de minimización de consumo energético.
- Comunicaciones en microsistemas y consumo energético.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

Los bloques temáticos se desarrollarán como clase magistral. Los alumnos elegirán una aplicación y se trabajará como proyecto. Su organización dependerá del número de alumnos y podrá incluir, si se estima pertinente, componente práctica o experimentación.

Criterios y procedimientos de evaluación:

Se evaluará:

- Proyecto de aplicaciones cerámicas – 40%
- Discusión de artículos y documentación técnica – 10%
- Examen final – 50%

El proyecto contendrá diversas partes (estudio previo, planificación, resultados) en función del número de alumnos y las temáticas escogidas.

Bibliografía:

- G.G.McGuire: Semiconductor Materials and Process Technology Handbook, Noyes, 1998.
- P.Rai-Choudhury (ed.): MEMS and MOEMS Technology and Applications, SPIE Press Monograph Vol PM85, 2000.
- Proceedings congresos: MEMS, Transducers,...

Asignatura: TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN DE CAPAS FINAS

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos: La asignatura tiene como objetivo la formación del alumno en las técnicas de caracterización de los materiales en capa fina. Estudia las propiedades físicas más específicas de las capas finas, básicamente propiedades superficiales, y describe las técnicas disponibles para su caracterización, así como la instrumentación moderna aplicable. El estudiante recibe clases teóricas y clases de laboratorio que le han de proporcionar un nivel de conocimientos y criterio suficientes para estudiar, aplicar y/o investigar los materiales en capa fina.

Contenidos:

Caracterización óptica

1 Parámetros ópticos de los materiales, Ecuaciones de Maxwell. Propagación de ondas planas. Reflexión y refracción de una onda plana en la superficie de separación entre dos medios. Parámetros ópticos de estructuras en capa delgada. Teoría de la dispersión.

2 Espectrofotometría de transmisión y de reflexión. Aplicación a la caracterización de capas finas.

3 Espectroscopia infrarrojo por transformada de Fourier

- 4 Elipsometría. Aplicación de la elipsometría al cálculo de la función dieléctrica efectiva.
 - 5 Espectrometría de deflexión fototérmica. Resolución de la ecuación del calor.
 - 6 Laboratorio: Depósito de una capa de óxido de titanio por pulverización catódica. Caracterización óptica.
- Caracterización estructural y mecánica.
- 1 Características estructurales de los materiales en capa fina. Cristalinidad. Morfología
 - 2 Técnicas de caracterización de la morfología superficial. Rugosímetros y perfilómetros
 - 3 Técnicas de caracterización de la textura, el brillo y el color.
 - 4 Técnicas de caracterización mecánica. Medida de la dureza en las capas finas.
 - 5 Técnicas de caracterización mecánica. Medida de las tensiones y la adhesión.
 - 6 Laboratorio: Caracterización de la rugosidad y la dureza de una capa fina depositada por pulverización catódica.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

Con el fin de dotar de una habilidad básica en la utilización de equipos de caracterización de láminas delgadas se muestran las diferencias y características entre las distintas técnicas disponibles para determinar cada propiedad de las láminas: propiedades ópticas, estructurales, mecánicas, etc. Se enseña a interpretar los espectros, imágenes y dependencias obtenidas con las distintas técnicas de medida y observación para determinar las propiedades correspondientes. También se enseña como extraer la información cuantitativa de las distintas técnicas de caracterización. Se valora la idoneidad de la utilización de las distintas técnicas de caracterización para la resolución de un problema específico en términos de esfuerzo humano y económico, o de los resultados esperados. Definimos también las estrategias de caracterización y la complementariedad entre las distintas técnicas.

Criterios y procedimientos de evaluación:

La evaluación se realizara de forma continuada de la siguiente manera:

- Presentación personalizada de los temas a desarrollar tutelados propuestos por el profesor durante el curso a cada uno de los grupos de trabajo.
- Evaluación del trabajo experimental desarrollado en las sesiones de laboratorio.
- Evaluación de los ejercicios *online* propuestos a lo largo del curso.
- Examen final escrito sobre los contenidos del programa de la asignatura.

Porcentajes de evaluación del nivel de conocimientos:

- Presentaciones 30%, Laboratorio 20%, Ejercicios online 20%, Examen escrito 30%
- Los alumnos pueden acogerse a la realización de un único examen final escrito.

Bibliografía:

- F.Abelés, Optics of Thin Films, A.C.S.Nanhill ed., Advanced Optical Techniques, North Holland, Amsterdam, 1967.
- R.M.A.Azzam, N.M.Bashara, *Ellipsometry and Polarized Light*, North Holland, NY, 1979.
- P.R.Griffiths, J.A.deHaseth, *Fourier Transform Infrared Spectrometry*, Wiley, NY, 1987.
- O.S.Heavens, *Thin Film Physics*, Methuen, London, 1970.
- W.B.Jackson, N.M.Amer, A.C.Boccaro and D.Fournier, *Photothermal Deflection Spectroscopy and Detection*, Applied Optics, **20**(1981)1333.
- R.Kingslake ed., *Applied Optics and Optical Engineering*, Vol. V, part II, *Optical Instruments*, Academic Press, NY and London, 1969.
- W.D.Callister, *Fundamentals of Materials Science and Engineering. An integrated Approach*, Wiley, New York, 2005 (2a ed.).
- W.C. Oliver, G.M Pharr, *An improved technique for determining hardness and elastic modulus*, J. Mater. Res., 7 (6) (1992) 1564-1583
- K. Holmberg, A. Matthews, *Coatings tribology*, D. Dowson ed., Elsevier Science (1994)
- M. Ohring, *The materials science of thin films*, Academic Press, San Diego (1992)

Asignatura: TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN ELÉCTRICA Y ELECTRO-ÓPTICA

Créditos: 2.5 ETCS

Objetivos:

El propósito de la asignatura es proporcionar al alumno una formación adecuada en los ámbitos de la instrumentación y técnicas experimentales dedicadas a la caracterización eléctrica y electro-óptica. Para ello se incide de forma especial en la instrumentación utilizada en cada técnica realizando también una descripción detallada de la instrumentación empleada.

Contenidos:

- Propiedades ópticas y electro-ópticas de materiales
- Espectroscopias de absorción óptica en el infrarrojo y visible
- Dispositivos electrónicos: diodos y transistores bipolares y MOS. Tecnología CMOS
- Foto y electroluminiscencia, generación y recombinación, defectos, band-gap
- Mecanismos de inyección y conducción en semiconductores y aislantes
- Medidas de resistividad, de capacidad, densidad de portadores, trampas
- Resistencias de contacto y serie. Barreras de potencial y tensión umbral
- Espectroscopia Raman y aplicaciones
- Medidas de defectos, capacidad, corriente, transitorios con la temperatura
- Movilidad y tiempos de vida de portadores
- Diodos emisores de luz, materiales. Tecnología y caracterización
- Medidas de propiedades ópticas no lineales
- Práctica de foto y electroluminiscencia
- Práctica de Raman
- Práctica con el analizador paramétrico de semiconductores

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

Se realizará una introducción a los conceptos básicos en los que se basan las técnicas de caracterización eléctricas y electro-ópticas, así como una descripción detallada de la instrumentación empleada. Las clases se desarrollarán en un contexto teórico-práctico suficientemente flexible para asegurar la participación de los alumnos. Se dedicarán varias sesiones a prácticas de laboratorio en las instalaciones de la Universidad, proporcionando contacto con varias de las técnicas descritas para alcanzar una mejor comprensión de las mismas.

Criterios y procedimientos de evaluación:

- Asistencia mínima: 80 % de las clases.
- Evaluación: Examen final incluyendo cuestiones relacionadas con conceptos esenciales y problemas relacionados (60%). Presentación escrita y oral de uno de los temas expuestos en la asignatura (40%).

Bibliografía:

- D. K. Schroder: "Semiconductor material and device characterization", Wiley, 2006
- S. M. Sze: "Physics of semiconductor devices", 2nd edition, Wiley, 1981
- S. M. Sze: "Modern semiconductor device physics", Wiley, 1998
- D. Dragoman: "Optical characterization of solids", Springer, 2002

Asignatura: TÉCNICAS DE MICROSCOPIA

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos:

- Conocer los fundamentos de las microscopias electrónicas y de sonda próxima y la instrumentación relacionada.
- Valorar adecuadamente los límites de resolución espacial y de dispersión en energía en el contexto global de las técnicas de caracterización.
- Conocer los diferentes métodos de preparación de muestras para valorar la aplicabilidad en función de la problemática específica y los posibles riesgos de modificación de las muestras.
- Conocer el panorama más actual sobre la aplicación de las herramientas de microscopía para la caracterización morfológica y analítica.
- Conocer los foros internacionales de más prestigio para la difusión de los avances en microscopía.
- Conocer las instalaciones del entorno cercano y grandes centros internacionales
- Dominar las competencias transversales.

Contenidos:

- Introducción a la microscopía electrónica
- Microscopía electrónica de barrido
- Microscopía electrónica de transmisión
- Microscopía electrónica analítica
- Microscopías de sonda próxima
- Microscopías ópticas

Metodología Docente:

- Clases de teoría magistrales
- Estudio autónomo de la teoría
- Sesiones de laboratorio (8 sesiones)
- Resolución de ejercicios específicos y de laboratorio
- Resolución de ejercicios en clase presencial
- Lectura de trabajos científicos
- Discusión de trabajos científicos
- Trabajo de equipo
- Cuestionarios parciales

Actividades presenciales 42 h, Actividades no presenciales 27 h

Evaluación:

- Evaluación continuada formativa a lo largo del curso basada en:
- Participación del estudiante en las clases tanto en referencia a la asistencia como a la intervención en las actividades de discusión propuestas.
- Resolución y presentación de los problemas y del trabajo en equipo.
- Cuestionario parcial
- Se complementará en caso necesario con una evaluación acreditativa basada en:
- Examen final.

Bibliografía:

- Physical Principles of Electron Microscopy : An Introduction to TEM, SEM, and AEM, Ray F. Egerton, Kluwer Academic-Plenum Publishers (2005)
- Handbook of Microscopy for Nanotechnology, N. Yao, Nan and Z. Wang, Zhong L., Kluwer Academic-Plenum Publishers (2005)
- Transmission Electron Microscopy, M D.B. Williams, C.B. Carter, Plenum Press, New York, (1996)
- Scanning electron microscopy and X-Ray microanalysis, J.I. Glodstein, D. Newbury, D. Joy, C. Lyman, P. Echlin, E. Lifshin, L. Sawyer, and J. Michael, 3ªEd. Kluwer Academic-Plenum Publishers (2003)

- Scanning Probe Microscopes: Applications in Science and Technology, K. S. Birdi, CRC Press, (2003).

Asignatura: TÉCNICAS DE PROCESADO DE IMÁGENES

Créditos: 2.5 ECTS

Objetivos:

- Conocer los métodos básicos del procesado de imágenes
 - Métodos dirigidos a mejorar la visualización de la imagen,
 - métodos que se aplican en el espacio directo o en el de Fourier.
- Saber aplicar estos métodos en el contexto adecuado para afrontar problemas reales.
- Saber implementar el código de los algoritmos analizados en el lenguaje MatLab.
- Conocer la bibliografía básica para desarrollar algoritmos más avanzados.
- Ser autónomo en el trabajo. Solucionar por si mismo las dificultades de tipo algorítmico o de programación.

Contenidos:

- Análisis de Fourier de imágenes.
- Digitalización y visualización de imágenes.
- Filtrado de imágenes.
- Restauración de imágenes.
- Prácticas:
 - MatLab-Octave. Instrucciones de utilización i ejemplos de carácter general.
 - Visualización de imágenes. Operaciones con tablas.
 - Procesado de Fourier digital. Importancia relativa de la amplitud y de la fase.
 - Filtrado de imágenes en el espacio real. Filtros lineales y no lineales.
 - Filtrado de imágenes en el espacio de Fourier. Restauración de imágenes.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

- Presentación de aspectos teóricos por el profesor.
- Trabajo autónomo de los estudiantes bajo la supervisión del profesor.

Criterios y procedimientos de evaluación:

- Presentación de una memoria escrita. El trabajo será individual y se basará en la programación y aplicación de diferentes algoritmos de procesado de imágenes. La temática del trabajo será propuesta por el profesor de acuerdo con los intereses del alumno. Este trabajo tendrá un peso del 75% de la nota final.
- La asistencia a todas las prácticas será obligatoria. Se deberá presentar un informe en la sesión siguiente. La no presentación de este informe en el momento adecuado comportará calificación 'cero'. El peso de los informes de prácticas corresponde a un 25% de la nota total.

Bibliografía:

- Carnicer A., Juvells I., Vallmitjana S., Bosch S., *Processament òptic i digital d'imatges* Text-guia n 231. Universitat de Barcelona, 2001.
- González R.C., Woods, R.E., *Digital Image Processing*. Addison-Wesley, 1993.
- González R.C., Woods R.E., Eddins S.L., *Digital Image Processing Using Matlab*, Addison-Wesley, 2004.
- Brigham E.O., *The Fast Fourier Transform*. Prentice-Hall, 1974.
- Domingo, A., *Tratamiento digital de imágenes*, Anaya Multimedia, 1994.
- Amuasi, H., Octave Tutorial : <http://www.aims.ac.za/resources/tutorials/octave/>

Asignatura: TÉCNICAS DE DIFRACTOMETRIA

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos: Adquirir los conocimientos y competencias básicas de difracción de rayos X por materiales policristalinos, y monocristalinos en capa delgada.

Contenidos:

- Nociones básicas de cristalografía
- Nociones básicas de difracción
- Métodos experimentales
- Análisis del perfil de difracción
- Medida de intensidades
- Preparación de muestras policristalinas
- Análisis cualitativo de fases
- Obtención y ajuste de parámetros de red
- Ajuste de parámetros atómicos de posición y ocupación
- Análisis cuantitativo
- Análisis de texturas
- Caracterización de capas delgadas monocristalinas

Metodología de enseñanza y aprendizaje: Sesiones de dos horas presenciales, con intervalos de teoría y ejercicios prácticos dirigidos por el profesor. Práctica con los equipos de difracción.

Criterios y procedimientos de evaluación: Se propone la resolución de ejercicios y problemas, especialmente relacionados con los temas de investigación de los alumnos.

Bibliografía:

- Azaroff, L.V. and Buerger, M.J. The powder method. Mc Graw-Hill. New York.(1958)
- Bermúdez Polonio, J. Métodos de difracción de rayos x. Ed. Pirámide, Madrid.(1981)
- Bish, D.L. and Post, J.E. (editors).Modern Powder Diffraction. Review in Mineralogy, vol 20. Mineralogical Society of America. Washington.(1989)
- Cuevas, M.A. (editor) Problemes de Cristal-lografia. Edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona.(2001)
- Cullity, B.D. Elements of x-ray diffraction. Addison-Wesley Publishing Company.(1987)
- Galí, S. Tècniques difractomètriques. Dept. Cristal-lografia, Univ. de Barcelona (2004)
- International Tables for Crystallography, Volume A Editor: The International Union of Crystallography. Reidel Publishing Company, Dordrecht. The Netherlands. (1983)
- Van Meersche, M. Et Fenneau-Dupont, J. Introduction à la Cristallographie et à la Chimie Structurale. Ed. Oyez. Bruxelles.(1976)

Asignatura: TECNOLOGÍA DE CAPAS FINAS

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos:

Conocer los aspectos básicos de la tecnología de capas finas con especial atención a las técnicas de preparación mediante procesos de depósito de tipo físico y de tipo químico, en fase vapor y en disolución.

Contenidos:

- Introducción a las capas finas
- Evaporación en vacío

- Epitaxia por haces moleculares
- Procesos en el crecimiento de una capa
- Pulverización catódica
- Depósito iónico
- Arco catódico y ablación por láser
- Depósito químico en fase vapor
- Depósito con plasmas
- Depósito químico en disolución
- Otras técnicas de preparación

Metodología:

Presentación de los temas con proyección de transparencias y entrega de copias a los alumnos. Elaboración por los alumnos de síntesis de los temas y discusión con el profesor. Visitas a los laboratorios de investigación del departamento para la detallada explicación de los equipos correspondientes a las distintas técnicas y sus aplicaciones.

Evaluación:

Presentación a lo largo del curso de los trabajos de síntesis y una prueba objetiva escrita sobre los contenidos del programa al finalizar el curso.

Bibliografía:

- J.M.Albella (ed.), "Láminas delgadas y recubrimientos. Preparación, propiedades y aplicaciones", CSIC, Madrid, 2003.
- M. Ohring, "The materials science of thin films", Academic, Boston, 1992.
- D. Smith, "Thin film deposition. Principles and practice", McGraw-Hill, New York, 1995.
- R. Bunshah, "Handbook of deposition technologies for films and coatings", Noyes, Park Ridge, 1994.

Asignatura: TECNOLOGÍA DE MICROSISTEMAS Y NANOTECNOLOGÍA I

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos:

Introducción a los procesos tecnológicos básicos utilizados en las tecnologías de microsistemas y las nanotecnologías partiendo de los procesos desarrollados fundamentalmente en la tecnología de circuitos integrados de Si. En el curso se plantea también una profundización en procesos específicos para el desarrollo de microsensores y microactuadores avanzados, como son los procesos electroquímicos y los basados en la utilización de haces iónicos. Asimismo, se pretende profundizar en los procesos fundamentales en nanotecnología, incluyendo tanto los procesos de síntesis y fabricación de sistemas nanoestructurados (basados en distribuciones de nanopartículas de dimensiones y composición controladas) como las técnicas de procesado de estructuras con resolución nanométrica (nanolitografías, FIB).

Contenidos:

- Procesos tecnológicos básicos en tecnologías de circuitos integrados
- Tecnologías de micromecanizado: micromecanizado de superficie y de volumen
- Tecnologías de microsistemas de Si
- Procesos electroquímicos en tecnología de microsistemas
- Procesos con haces iónicos en tecnología de microsistemas
- Tecnologías de síntesis de sistemas nanoestructurados: Procesos químicos y físicos
- Nanotecnologías: técnicas de nanolitografía
- Procesos con haces iónicos en nanotecnologías: FIB

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

La metodología del curso se basará en la realización de

- clases teóricas,
- sesiones prácticas (I): desarrollo y presentación de trabajos,
- sesiones prácticas (II): diseño y desarrollo de procesos básicos,
- visitas a centros tecnológicos.

Criterios y procedimientos de evaluación:

Se realiza una evaluación continuada basada en la realización de problemas y ejercicios propuestos durante el curso. Esta evaluación se complementa con la evaluación de un trabajo de curso, que será expuesto por cada alumno, y una evaluación final por medio de un examen escrito sobre los conocimientos adquiridos.

Bibliografía:

- G.G. McGuire: Semiconductor Materials and Process Technology Handbook, Noyes, 1998
- P.Rai-Choudhury (Ed.): MEMS and MOEMS Technology and Applications, SPIE Press Monograph Vol. PM85, 2000
- S.M. Sze (Ed.): VLSI Technology, McGraw-Hill, 1988
- S.M. Sze (Ed.): Semiconductor Sensors, Wiley 1994
- *Proceedings* de congresos: Eurosensors, MicroMechanics Europe, ...

Asignatura: TECNOLOGÍA DE PLASMAS

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos:

Introducir a los alumnos en el concepto del estado plasma y de los diferentes tipos de plasma que se presentan en la naturaleza y en los procesos tecnológicos, haciendo especial hincapié en la aplicación de los procesos basados en plasmas para el procesamiento de materiales.

Contenidos:

- Introducción al estado plasma
- Conceptos fundamentales
- Distribución de energía de los electrones.
- Ruptura dieléctrica. Formación de las descargas
- Descargas luminiscentes
- Caracterización óptica del plasma
- Caracterización eléctrica del plasma
- Aplicaciones.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

- Clases
- Ejercicios
- Experimentación con plasmas en el laboratorio.
- Redacción de informes.

Criterios y procedimientos de evaluación:

- Evaluación continua.
- Ejercicios de cálculo de los parámetros del plasma de interés científico/técnico para el procesamiento de materiales.

Bibliografía:

- Handbook of Plasma Processing Technology, editado por S.M. Rosnagel, J.J. Cuomo, W.D. Westwood, Noyes Publications, Park Ridge, 1990.
- Advanced Plasma Technology, Riccardo d'Agostino, Pietro Favia, Yoshinobu Kawai, Hideo Ikegami, Noriyoshi Sato, Farzaneh Arefi-Khonsari (Eds.), Wiley, 2007.

- Plasma sources for thin film deposition and etching, Maurice H. Francombe and John L. Vossen (eds.), Academic Press, San Diego, 1994.
- Plasma physics and engineering, Alexander Fridman, Lawrence A. Kennedy, Taylor & Francis, New York, 2004.

Asignatura: TÉCNOLOGÍA DE VACÍO Y CRIOGENIA

Créditos: 2,5 ECTS

Objetivos:

La asignatura tiene como objetivo la formación del alumno en la física básica del vacío y en los aspectos aplicados y prácticos de la tecnología del vacío y de la criogenia. El programa incluye la descripción detallada de los equipos y la instrumentación asociada a las técnicas de vacío y criogenia, tanto en sus aplicaciones de laboratorio como en sus aplicaciones industriales primarias. Contiene también unas clases de laboratorio en las que el alumno practica la instrumentación del vacío y criogenia y los aspectos de su medida. El estudiante recibe clases teóricas y clases de laboratorio que le han de proporcionar un nivel de conocimientos y criterio suficientes para aplicar estas técnicas en los equipos y sistemas experimentales propios de un laboratorio de investigación así como también en las instalaciones industriales que utilicen el vacío medio y alto y criogenia técnica.

Contenidos:

- Introducción a la física del vacío.
- Introducción a la tecnología del vacío.
- Producción del vacío, bombas.
- Instrumentación para la medida del vacío.
- Tecnología del alto vacío y del ultra-alto vacío.
- Seguridad en el uso de los sistemas de vacío.
- Máquinas criogénicas, liquefacción de gases.
- Manejo y transporte de líquidos criogénicos.
- Criostatos de baja y ultra-baja temperatura.
- Procesos industriales a temperaturas criogénicas.
- Laboratorio:
 - Detección de fugas en vacío.
 - Análisis de gases residuales.
 - Medida de temperaturas criogénicas, sensores de temperatura.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

El curso se desarrolla en clases magistrales, apoyadas con presentaciones audiovisuales. El curso está ampliamente documentado con material audiovisual publicado en los dosieres electrónicos, donde los alumnos reciben también los ejercicios *online* que se les formulan. El laboratorio está equipado con la instrumentación de vacío y criogenia y con ella los alumnos realizan los trabajos de aprendizaje práctico.

Criterios y procedimientos de evaluación:

La evaluación se realiza de forma continuada de la siguiente manera:

- Evaluación continuada de los ejercicios *online* propuestos a lo largo del curso.
- Evaluación del trabajo experimental desarrollado en las sesiones de laboratorio.
- Examen final escrito sobre los contenidos del programa de la asignatura.

Porcentajes de evaluación del nivel de conocimientos:

- Ejercicios online 30%, Laboratorio 30%, Examen escrito 40%.

Los alumnos pueden acogerse a la realización de un único examen final escrito.

Bibliografía:

- D. Hoffman, B. Singh, J.H. Thomas, *Handbook of Vacuum Science and Technology*, Academic, 1998.
- J.F. O'Hanlon, *A User's Guide to Vacuum Technology*, Wiley, 2003.

- N.S. Harris, *Modern Vacuum Practice*, McGraw-Hill, 2005.
- G.K. White, P.J. Meeson, *Experimental techniques in low-temperature physics*, Clarendon, 2002.