



Grado en Física 26941 - Micro y nano sistemas

Guía docente para el curso 2012 - 2013

Curso: 3, Semestre: 2, Créditos: 5.0

Información básica

Profesores

- **Concepción Aldea Chagoyen** caldea@unizar.es
- **Belén Teresa Calvo López** becalvo@unizar.es
- **Santiago Celma Pueyo** scelma@unizar.es
- **María de Rodanas Valero Bernal** mrvalero@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se recomienda haber cursado las asignaturas del módulo de Física Clásica y la asignatura Técnicas Físicas I.

Actividades y fechas clave de la asignatura

Las clases de teoría y de problemas se imparten a lo largo del segundo semestre del tercer curso del Grado en Física. Sesiones de evaluación: Las sesiones de evaluación mediante una prueba escrita global son las que el Decanato de la Facultad de Ciencias determina y publica cada año en su página web.

Las clases de teoría y de problemas se imparten a lo largo del segundo semestre del tercer curso del Grado en Física.

Sesiones de evaluación: Las sesiones de evaluación mediante una prueba escrita global son las que el Decanato de la Facultad de Ciencias determina y publica cada año en su página web.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

1:
Es capaz de describir el proceso de fabricación de un micro-dispositivo tipo.

2:

Es capaz de modelar analíticamente un microsistema electro-mecánico mediante el uso de aproximaciones.

- 3:** Es capaz de manejar un simulador para la modelización y simulación de un MEMS/NEMS.
- 4:** Es capaz de simular microcircuitos electrónicos simples en tecnologías nanométricas.
- 5:** Es capaz de caracterizar experimentalmente un MEMS comercial.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura persigue introducir al alumno en las técnicas de diseño de micro y nano sistemas físicos. Se pretende que el alumno obtenga un conocimiento básico, pero suficiente, de todas las fases existentes en el proceso de diseño y fabricación de los sistemas integrados. El alumno debe comprender también los fundamentos de los principales microsistemas electro-mecánicos y conocer sus aplicaciones.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

El objetivo de esta asignatura es que el alumno adquiera las competencias básicas en técnicas de análisis, diseño y simulación de micro y nano sistemas físicos, así como que conozca los procesos de fabricación y las aplicaciones más importantes de estos dispositivos. Especial énfasis se hará en los sistemas electrónicos y mecánicos por ser la base de los smart sensors con innumerables aplicaciones.

La micro y nano tecnología aplicada a la sensórica es de una indudable actualidad e interés económico. Un ejemplo: el acelerómetro de los sistemas airbag (o de los mandos de la Wii). El físico experimental debe conocer no sólo el principio físico y funcionamiento de este tipo de sensores, sino el proceso de diseño y fabricación de los mismos. La asignatura, aunque se limita al ámbito de la física, puede ser de indudable interés en otras muchas disciplinas experimentales.

El objetivo de esta asignatura es que el alumno adquiera las competencias básicas en técnicas de análisis, diseño y simulación de micro y nano sistemas físicos, así como que conozca los procesos de fabricación y las aplicaciones más importantes de estos dispositivos. Especial énfasis se hará en los sistemas electrónicos y mecánicos por ser la base de los smart sensors con innumerables aplicaciones.

La micro y nano tecnología aplicada a la sensórica es de una indudable actualidad e interés económico. Un ejemplo: el acelerómetro de los sistemas airbag (o de los mandos de la Wii). El físico experimental debe conocer no sólo el principio físico y funcionamiento de este tipo de sensores, sino el proceso de diseño y fabricación de los mismos. La asignatura, aunque se limita al ámbito de la física, puede ser de indudable interés en otras muchas disciplinas experimentales.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura se enmarca en el módulo de optativas específicas, el cual supone un total de 35 ECTS a cursar por el alumno, repartidos en 7 asignaturas de 5 ECTS. En particular esta materia está diseñada para ser impartida en tercer curso del grado, durante el primer o segundo semestre indistintamente.

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1:** Describir las técnicas y procesos tecnológicos de micro y nano fabricación.

- 2: Conocer las técnicas y principios de transducción del dominio mecánico al eléctrico.
- 3: Comprender las propiedades electromecánicas de los elementos transductores y el efecto que produce el escalado dimensional.
- 4: Describir el proceso de fabricación de micro componentes y circuitos electrónicos en tecnología nano-CMOS.
- 5: Comprender el funcionamiento y limitaciones de los microcircuitos electrónicos con tecnologías nanométricas.
- 6: Conocer el mercado y aplicaciones de los MEMS/NEMS.
- 7: Manejar las herramientas de modelado y simulación en el diseño de micro y nano sistemas físicos. Simuladores físicos y funcionales.

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Las competencias adquiridas en esta asignatura capacitan al alumno para comprender el funcionamiento de los micro- y nano- sistemas físicos más frecuentemente utilizados. La asignatura introduce al alumno en los conocimientos necesarios para llevar a cabo el análisis, modelado y diseño de tales sistemas. El carácter interdisciplinar de esta materia resulta evidente si se atiende a las disciplinas involucradas: óptica, mecánica, electrónica, etc. La transversalidad de sus contenidos hace de la asignatura especialmente relevante para cualquier estudiante del grado en Física independientemente del itinerario curricular elegido.

Evaluación

Actividades de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

- 1:
Actividad 1 (50%)
Actividad 1 (50%)
Realización de una prueba teórico-práctica en fecha preestablecida por el profesorado. Con esta parte se pueden conseguir hasta 5 puntos, siendo necesario obtener un mínimo de 2.5.
- 2:
Actividad 2 (20%)
Actividad 2 (20%)
Resolución de ejercicios derivados de las clases teóricas, su entrega en las fechas marcadas y la posible presentación en clase. Los ejercicios no entregados en plazo se calificarán con 0 puntos. Con esta parte se pueden conseguir hasta 2 puntos, siendo necesario obtener un mínimo de 1.
- 3:
Actividad 3 (30%)
Actividad 3 (30%)
Resolución del cuestionario correspondiente a cada sesión práctica y su entrega en las fechas marcadas. Los cuestionarios no entregados en plazo se calificarán con 0 puntos. Con esta parte se pueden conseguir hasta 3 puntos. Siendo necesario obtener un mínimo de 1.5.

Superación de la asignatura mediante una prueba global única

El alumno que no haya superado la asignatura con las anteriores actividades propuestas o que desee subir la nota podrá optar por el desarrollo de trabajos compensatorios de naturaleza y dedicación equivalentes o por la realización de una prueba teórico-práctica, en fecha establecida por el calendario oficial de exámenes.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Las metodologías de enseñanza-aprendizaje que se plantean para conseguir los objetivos planteados y adquirir las competencias son las siguientes:

- Clases de teoría: 30 horas de clase magistral participativa y 30 horas de trabajo personal.
- Clases de problemas: 10 horas de resolución de problemas en clase y 25 horas de trabajo personal.
- Clases de laboratorio: 10 horas de desarrollo experimental en el laboratorio y 20 horas de trabajo personal. Entre las actividades relativas al trabajo personal se incluyen: 5 horas de resolución de cuestiones previas y 15 horas de elaboración de informes.

Para la estimación de la dedicación en horas se ha considerado la equivalencia de 25 horas/ECTS.

Las metodologías de enseñanza-aprendizaje que se plantean para conseguir los objetivos planteados y adquirir las competencias son las siguientes:

- Clases de teoría: 30 horas de clase magistral participativa y 30 horas de trabajo personal.
- Clases de problemas: 10 horas de resolución de problemas en clase y 25 horas de trabajo personal.
- Clases de laboratorio: 10 horas de desarrollo experimental en el laboratorio y 20 horas de trabajo personal. Entre las actividades relativas al trabajo personal se incluyen: 5 horas de resolución de cuestiones previas y 15 horas de elaboración de informes.

Para la estimación de la dedicación en horas se ha considerado la equivalencia de 25 horas/ECTS.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1:

Temas que se desarrollarán en las clases de teoría y seminarios:

Tema 1. Tecnologías y procesos de fabricación.

Tema 2. Fundamentos físicos de micro y nano sistemas electro-mecánicos (MEMS y NEMS).

Tema 3. Microcircuitos electrónicos.

Tema 4. Microsistemas y nanotecnología: sensores, procesadores y actuadores on-chip.

Tema 5. Aplicaciones de los micro y nano sistemas: smart sensors

Tema 6. Introducción a las herramientas software de diseño: compiladores de silicio y simuladores de MEMS y NEMS.

Prácticas de laboratorio:

Sesión 1: Introducción a un entorno de simulación.

Sesión 2: Modelado y simulación electrónica.

Sesión 3: Modelado y simulación física.

Sesión 4: Caracterización experimental de un MEMS comercial.

Temas que se desarrollarán en las clases de teoría y seminarios:

Tema 1. Tecnologías y procesos de fabricación.

Tema 2. Fundamentos físicos de micro y nano sistemas electro-mecánicos (MEMS y NEMS).

Tema 3. Microcircuitos electrónicos.

Tema 4. Microsistemas y nanotecnología: sensores, procesadores y actuadores on-chip.

Tema 5. Aplicaciones de los micro y nano sistemas: smart sensors.

Tema 6. Introducción a las herramientas software de diseño: compiladores de silicio y simuladores de MEMS y NEMS.

Prácticas de laboratorio:

Sesión 1: Introducción a un entorno de simulación.

Sesión 2: Modelado y simulación electrónica.

Sesión 3: Modelado y simulación física.

Sesión 4: Caracterización experimental de un MEMS comercial.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

La distribución, en función de los créditos, de las distintas actividades programadas es la siguiente:

Sesiones de teoría y problemas: 4 ECTS

Sesiones de laboratorio: 1 ECTS

La distribución de las diferentes actividades vendrá dada en función del calendario académico del curso correspondiente.

La distribución, en función de los créditos, de las distintas actividades programadas es la siguiente:

Sesiones de teoría y problemas: 4 ECTS

Sesiones de laboratorio: 1 ECTS

La distribución de las diferentes actividades vendrá dada en función del calendario académico del curso correspondiente.

Bibliografía

C. Saint, "IC Layout Basics: A Practical Guide"

C. Saint, "IC Mask Design: Essential Layout Techniques"

D. Clein, "CMOS IC Layout"

I. Brodie, "The Physics of Micro/Nano-Fabrication"

J. A. Pelesko, "Modeling MEMS and NEMS"

S. E. Lysheski, "Nano- and Micro-Electromechanical Systems"

S. P. Beeby, "MEMS Mechanical Sensors"

V. Kaajakar, "Practical MEMS"

V. K. Varadan, "RF MEMS and their Applications"

C. Saint, "IC Layout Basics: A Practical Guide"

C. Saint, "IC Mask Design: Essential Layout Techniques"

D. Clein, "CMOS IC Layout"

I. Brodie, "The Physics of Micro/Nano-Fabrication"

J. A. Pelesko, "Modeling MEMS and NEMS"

S. E. Lysheski, "Nano- and Micro-Electromechanical Systems"

S. P. Beeby, "MEMS Mechanical Sensors"

V. Kaajakari, "Practical MEMS"

V. K. Varadan, "RF MEMS and their Applications"

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Beeby, S.. MEMS Mechanical Sensors. Artech House, 2004
- Brodie, Ivor. The physics of micronano-fabrication. 2nd. ed. Springer, 2010
- Kaajakari, Ville. Practical MEMS. Small Gear Pub., 2009
- Klein, Dan. CMOS IC Layout : concepts, methodologies, and tools. Newnes, 1999
- Lyshevski, S.E.. Nano- and microelectromechanical systems : fundamentals of nano- and microengineering.. 2nd. ed. CRC Press, 2005
- Pelesko, John A.. Modeling MEMS and NEMS / John A. Pelesko, David H. Bernstein Boca Raton : Chapman & Hall/CRC, cop. 2003
- Saint, Christopher; Saint, Judy. IC Layout Basics: A Practical Guide. McGraw-Hill, 2001
- Saint, Christopher; Saint, Judy. IC Mask Design: Essential Layout Techniques. McGraw-Hill, 2002
- Varadan, V. K.. RF MEMS and their Applications. Wiley-Blackwell, 2002