

**14129 - INTEGRACIÓN DE SISTEMAS
ANALÓGICOS Y SENSORES**

ASIGNATURA: 14129 - INTEGRACIÓN DE SISTEMAS ANALÓGICOS Y SENSORES

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1101-Ingeniería en Electrónica (sólo 2º ciclo - 14158-DISEÑO DE CIRCUITOS INTEGRADOS ANALÓGIC - 00

CENTRO: Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

TITULACIÓN: Ingeniero de Telecomunicación

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

ÁREA: Tecnología Electrónica

PLAN: 13 - Año 200**ESPECIALIDAD:**

CURSO: Quinto curso **IMPARTIDA:** Segundo semestre **TIPO:** Optativa

CRÉDITOS: 4,5

TEÓRICOS: 3

PRÁCTICOS: 1,5

Información ECTS

Créditos ECTS: 3,6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales: 4,5

- Horas teóricas (HT): 0
- Horas prácticas (HP): 0
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 2,5
- Horas de evaluación: 2
- otros:

Horas no presenciales: 85,5

- trabajos tutorizados (HTT): 0
- actividad independiente (HAI): 85,5

Idioma en que se imparte: Español

Descriptor B.O.E.

Técnicas de layout analógico; herramientas para diseño de sistemas analógicos. Microingeniería. Sensores, transductores y acondicionadores de señal. Aplicaciones de los sensores. Sistemas electrónicos de inspiración biológica.

Temario

BLOQUE I: INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA

El primer bloque está compuesto de tres lecciones que conforman la introducción a la asignatura; y consta de las siguientes lecciones:

1. - Presentación del curso y criterios de evaluación. El trabajo de curso y su presentación. La participación en los foros semanales. Los cuestionarios temáticos.
2. - Introducción a la MST y a los MEMS.
 - 2.1. - Los límites de la tecnología de semiconductores.
 - 2.2. - Evolución del mercado tecnológico y tecnologías emergentes de acuerdo con el ITRS.

2.3. - La investigación y desarrollo en microcircuitos y microsistemas y sistemas micro-electromecánicos. Terminología.

2.4. - La investigación y desarrollo en nanotecnología. Aplicaciones. Terminología.

3. - Instrucciones para realizar el trabajo de curso y la presentación.

3.1. - Búsqueda de documentación científica con IEEE-Xplore. Determinación de la calidad de las publicaciones en revista mediante el JCR. Otras bases de datos.

3.2. - Estructura, formato y contenidos de un artículo científico.

3.3. - Formato de la presentación.

3.4. - Contenido del trabajo de curso. Trabajos de documentación frente a trabajos prácticos basados en simulación.

BLOQUE II: APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA DE MICROSISTEMAS (4 horas)

El segundo bloque está compuesto por cuatro lecciones que conforman la parte de aplicaciones de los sistemas MEMS. Este bloque consta de las siguientes lecciones:

4. - Aplicaciones en electrónica de consumo y telecomunicaciones.

4.1. - Aplicaciones de dispositivos MEMS en impresión por chorro de tinta, tecnologías para el almacenamiento masivo de datos, dispositivos DMDs para displays proyectores y cámaras digitales. Textiles y ropas inteligentes, wearable technology. Aplicaciones en aerodinámica.

4.2. - Aplicaciones en telecomunicaciones. Tecnologías de microsistemas para telefonía móvil, bloques y etapas RF y no-RF. Tecnologías para matrices conmutadoras de datos electroópticas.

4.3. - Redes de sensores inalámbricos, WINS.

5. - Aplicaciones en la industria automovilística.

5.1. - Dispositivos MEMS para seguridad activa, seguridad pasiva y comfort. Sistemas para control del motor basados en sensores MEMS. Iniciativas, dispositivos y sistemas para conducción automatizada.

6. - Aplicaciones en medicina y química.

6.1. - Dispositivos para microcirugía, telemanipulación y cirugía mínimamente invasiva, sistemas de medida y suministro exacto de sustancias. Implantes de retina e implantes cocleares.

6.2. - Aplicaciones en biotecnología. DNA-chips. Microsistemas para determinar secuencias de ADN/ARN e identificar proteínas. Análisis en el punto de atención médica.

6.3. - Aplicaciones en química. Preparación de muestras, colocado y filtrado. Tecnología para la síntesis de reacciones y mezclas, separación y filtrado. Distintos tipos de sensores para la detección de agentes químicos.

7. - Aplicaciones medioambientales.

7.1. - Microfábricas y micro-laboratorios químicos para una disminución del consumo energético. Nuevas fuentes de energía. Métodos eficientes para la reducción de residuos. Sensores para medir la calidad del aire, del agua, del suelo.

BLOQUE III: LEYES PREDOMINANTES Y TECNOLOGÍAS PARA DISPOSITIVOS TRANSDUCTORES

El tercer bloque está compuesto por cuatro lecciones que conforman la parte de física y tecnologías para sistemas MEMS. Consta de las siguientes lecciones:

8. - Microfísica y Escalado. Notación de Trimmer.

8.1. - Las cuatro fuerzas de la naturaleza. La fuerza gravitacional, la electromagnética,

interacciones fuertes e interacciones débiles.

8.2. - Tipos de interacciones débiles. Interacciones entre carga y dipolo, dipolo y dipolo, carga y no-polar, dipolo y no-polar, y entre moléculas no-polares. Dipolos fijos o con momento angular constante.

8.3. - Tipos de interacciones fuertes. Enlaces covalentes y electrostáticos.

8.4. - Efectos del escalado. Fuerzas de adhesión, electrificación de contactos, micro/nano-fricciones, ruptura de la suposición de continuidad, la doble capa eléctrica.

8.5. - La notación de Trimmer y el escalado de las fuerzas. Fuerzas magnéticas, electrostáticas, gravitacional, tensión superficial, biológicas. Ejemplo de aplicación.

9. - Materiales y Microactuadores.

9.1. - Definiciones y medidas de prestaciones. Linealidad, precisión, resolución, repetitibilidad, sensibilidad, span, umbral, ruido, deriva, velocidad, rendimiento energético, curva de histéresis, curva de carga.

9.2. - Tecnologías básicas para microactuadores. Actuadores piezoeléctricos, electrostáticos, electromagnéticos, electro/magneto reológicos, ópticos, químicos, acústicos, etc...

9.3. - El microactuador piezoeléctrico. El efecto piezoeléctrico. Propiedades generales. Tipos de actuadores piezoeléctricos. Motores basados en actuadores piezoeléctricos. Aplicaciones.

9.4. - Microactuadores basados en materiales activos, materiales inteligentes, películas electromecánicas (EMFIs), aleaciones con memoria de forma (SMAs) y materiales con memoria de forma magnética (MSMs). Fases y transformaciones austenítica y martensítica. Aleaciones de Níquel-Titanio. Ventajas y desventajas. Superelasticidad. Polímeros activos. Productos y ejemplos de aplicación.

9.5. - Microactuadores y micromotores electrostáticos. Principio de funcionamiento. Microactuadores lineales. El micromotor de capacidad variable.

9.6. - Microactuadores y micromotores electromagnéticos.

9.7. - Otros microactuadores basados en efectos electro/magneto reológicos, electro/magneto restrictivo,

10. - Microsensores.

10.1. - Clasificación: Microsensores de presión, aceleración, magnéticos, térmicos, giroscopios, microsensores de flujo, de radiación, sensores químicos y biosensores. Aplicaciones. División del mercado.

10.2. - Microsensores de presión: piezorresistivos, capacitivos y resonantes.

10.3. - Acelerómetros capacitivos. Principio de funcionamiento. Tecnología y fabricación. Estructuras simétricas. Inclinómetros y acelerómetros multiaxiales. Respuesta en frecuencia. Calibración. Aplicaciones.

10.4. - Otros tipos de acelerómetros. Piezo-resistivos, ópticos, térmicos, resonantes, electromagnéticos, piezoeléctricos, basados en efecto túnel.

10.5. - Giroscopios. Principio de funcionamiento. Clasificación. Ejemplos.

10.6. - Sensores de flujo térmico. Anemómetros y sensores de flujo calorimétricos. Comparativa.

10.7. - Microsensores magnéticos basados en el efecto Hall y microsensores magneto-resistivos. Principio de funcionamiento. Características.

10.8. - Sensores químicos y biosensores. Detección por deformación mecánica. Detección por variación en la frecuencia de resonancia: Sensores SAW. Detección eléctrica. Detección óptica.

11. - Microfluídica.

11.1. - Rango de aplicaciones y principales beneficios.

11.2. - Teoría de mecánica de fluidos. Balance de masa y energía. Balance de fuerza/momento. Concepto de viscosidad. Ecuación de Navier-Stokes. Características del flujo laminar y del flujo turbulento. El coeficiente de Reynold. Los coeficientes de Weber y de Bond. Características comunes de los sistemas microfluídicos.

11.3. - Materiales y procesos de fabricación. Características de los distintos materiales.

Fabricación de microcanales enterrados. Microfiltros y micromezcladores. El filtro H. Microválvulas y microbombas.

11.4. - Fabricación de micromezcladores, microválvulas y microbombas mediante materiales activos. Disparadores. Tecnologías para microbombas con partes móviles y sin partes móviles. Dispensadores de fluidos, inyectores, nebulizadores. Aplicaciones.

11.5. - Detección. Detección basadas en sensores. Detección basada en métodos de separación.

12. - Microrrobótica y micromanipulación.

12.1. - Clasificación de micro-robots por funcionalidad, tamaño, movilidad, posibilidad de manipulación, autonomía, transmisión del control.

12.2. - Micromanipulación sin contacto, mediante energía óptica, eléctrica o magnética.

12.3. - Micromanipulación por contacto. Definiciones. Estructura del sistema.

12.4. - Aplicaciones en biotecnología. Clasificación de la biomicromanipulación. Aplicaciones basadas en la manipulación de una única célula. Aplicaciones de la microinyección por presión capilar.

12.5. - Aplicaciones en microcirugía. Control de movimiento del micromanipulador.

12.6. - Aplicaciones en microensamblado de microsystemas y microchips. Microensamblado serie, microensamblado paralelo determinista y microensamblado paralelo estocástico.

12.7. - Metas de la micromanipulación.

BLOQUE IV: INTRODUCCIÓN A LA NANOTECNOLOGÍA

Por último, el cuarto bloque está compuesto por una lección que conforma la parte de introducción y aplicaciones de la nanotecnología. Este bloque consta de la siguiente lección:

13. - Introducción a la nanotecnología

13.1. - Aplicaciones en medicina. Proyectos y desarrollos actuales en diagnóstico y terapia basados en nanomáquinas.

13.2. - Aplicaciones para la industria aeroespacial.

13.3. - Aplicaciones medioambientales. Fuentes de energía biocompatibles. Investigaciones y desarrollos actuales.

Requisitos Previos

Se recomienda al estudiante haber cursado la asignatura de 'Instrumentación Electrónica' y 'Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos' o 'Diseño Electrónico'.

La asignatura está orientada tanto a estudiantes especializados en microelectrónica, como aquellos otros interesados en la integración de sistemas.

Objetivos

Los objetivos didácticos de la asignatura se resumen en los siguientes puntos.

Objetivos conceptuales:

C01.- comprender la terminología relacionada con la tecnología MST

C02.- saber los fundamentos sobre microsystemas, microsensors, microactuadores, y la integración de microsystemas

C03.- entender los principios de funcionamiento de los dispositivos MEMS

C04.- conocer las aplicaciones de los sistemas MEMS en los sectores aeroespacial, biomedicina, bioingeniería, microrrobótica, micromecánica, telecomunicaciones, electrónica de consumo y medioambientales

C05.- comprender la problemática asociada a la miniaturización de dispositivos electrónicos y los

efectos del escalado sobre las fuerzas físicas

C06.- conocer los procesos de fabricación disponibles para la fabricación de microsistemas

C07.- comprender la metodología de elementos finitos, la importancia del mallado, y su refinamiento

C08.- conocer las aplicaciones actuales de la nanotecnología y la nanoelectrónica

C09.- reflexionar sobre la importancia de los sistemas de inspiración biológica en la nanotecnología y la nanoelectrónica

Objetivos procedimentales:

P01.- utilizar herramientas para resolver problemas físicos empleando el método de los elementos finitos

P02.- diseñar, implementar, y simular pequeños dispositivos MEMS usando herramientas CAD

P03.- reconocer las fuerzas predominantes en un microsistema

P04.- manejar las herramientas para la búsqueda de artículos y documentación científica

Objetivos actitudinales:

A01.- ser consciente de las aplicaciones potenciales de los sistemas MEMS, la nanoelectrónica y la nanotecnología

A02.- interesarse por nuevos dispositivos y nuevos campos de aplicación

A03.- valorar el esfuerzo en I+D que están realizando los distintos países en materia de nanotecnología

A04.- reflexionar sobre las oportunidades de futuro que ofrecen las tecnologías MST y NANO

A05.- preocuparse por el desarrollo de leyes que regulen el uso de la nanotecnología

A06.- estar sensibilizado ante los riesgos de un mal uso de estas nuevas tecnologías

Metodología

La disposición Transitoria Segunda del Reglamento de Planificación Académica de la 4 Criterios para la elaboración de Proyectos Docentes de asignaturas de la ULPGC establece que las asignaturas de los títulos no adaptados tendrán el primer año de su extinción una carga docente del 25% de las horas de docencia contempladas en el plan de estudios para la realización de actividades de docencia y evaluación, y de un 10% el segundo año.

Puesto que el curso 2015/2016 es el 2º año de extinción de la asignatura (3 créditos teóricos y 1,5 créditos prácticos), se impartirán 4,5 horas distribuidas como sigue:

a) 2 horas de tutoría presencial de la parte de teoría durante las cuales se resolverán dudas surgidas sobre el temario teórico.

b) 0,5 horas de tutoría presencial de la parte práctica durante las cuales se resolverán dudas surgidas sobre la parte de laboratorio de la asignatura.

c) 1 hora de evaluación para el examen de teoría, 1 hora de evaluación para el examen de prácticas.

Las actividades de tutoría de la parte teórica se realizarán en el despacho D309 del pabellón A, mientras que las correspondientes a la parte práctica, se harán en el despacho D201 del pabellón A. El calendario para ambas actividades se publicará en el campus virtual de la asignatura.

Para la parte teórica, se publicará en el Campus Virtual la documentación de los diferentes temas de la asignatura impartidos en el curso 2013/14.

En cuanto a las prácticas, se publicarán en el Campus Virtual los enunciados de las prácticas realizadas en el curso 2013/14.

Además podrán utilizar el laboratorio en el horario libre para la realización de las prácticas

Criterios de Evaluación

El criterio de evaluación será la realización de un examen de teoría y uno de prácticas según las convocatorias oficiales.

Se evaluarán por separado la teoría y las prácticas, debiendo tener ambas aprobadas para superar la asignatura. El peso de cada parte respecto a la nota final es de 70% para la parte de teoría y 30% para la parte práctica.

La prueba práctica, se realizará de forma individual y consistirá en modificar distintos apartados de las prácticas realizadas en el último curso impartido (2013/2014).

El aprobado en una de las pruebas (teórica o práctica), se mantendrá hasta que el alumno supere la parte suspendida y por tanto apruebe la asignatura.

En caso de que no se haya superado alguna parte (teoría o prácticas) la calificación global en ningún caso superará el suspenso 4.0

Descripción de las Prácticas

Las prácticas de laboratorio se realizan en el laboratorio de Instrumentación Electrónica del Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática.

Los objetivos didácticos de las sesiones de prácticas son C07, P01, y P02.

Práctica 1.- Resolución de la ecuación de difusión del calor y de la ecuación de Poisson sobre estructuras bidimensionales utilizando el PDE toolbox de MATLAB.

Práctica 2.- Distribución del campo eléctrico y cálculo de la capacidad total en un microsensor capacitivo utilizando FEMLAB.

Práctica 3.- Resolución de múltiples ecuaciones físicas acopladas mediante FEMLAB: Estudio de la deformación mecánica en un microactuador por expansión térmica.

Práctica 4.- Simulación del flujo térmico en una microturbina.

Práctica 5.- Introducción al entorno de diseño y simulación CoventorWare.

Práctica 6.- Diseño y síntesis de un microactuador electrostático mediante CoventorWare Designer.

Práctica 7.- Análisis transitorio y respuesta en frecuencia del microactuador electrostático utilizando CoventorWare Analyzer.

Bibliografía

[1 Básico] Handbook of nanoscience, engineering, and technology /

edited by William A. Goddard, III ... [et al.].

CRC Press,, Boca Raton : (2003)

0849312000

[2 Básico] Micromachined transducers sourcebook /

Gregory T.A. Kovacs.

WCB,, Boston, Ma. : (1998)

0072907223

[3 Básico] Nano-and micro-electromechanical systems :fundamentals of nano- and microengineering /

Sergey Edward Lyshevski.

CRC Press,, Boca Raton, Fla. : (2004) - (2nd ed.)

0849328381

[4 Básico] Logic design of nanolCs /

Svetlana N. Yanushkevich, Vlad P. Shmerko, Sergey E. Lyshevski.

CRC Press,, Baco Raton [Fla.] : (2005)

0849327660

[5 Básico] Micromechatronics :modeling, analysis, and design with MATLAB /

Victor Giurgiutiu, Sergey Edward Lyshevski.

CRC Press,, Boca Raton, FL : (2003)

084931593X

Equipo Docente

MARÍA NIEVES HERNÁNDEZ GONZÁLEZ

Categoría: PROFESOR COLABORADOR

Departamento: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

Teléfono: 928451257 **Correo Electrónico:** nieves.hernandez@ulpgc.es

WEB Personal: <http://www.diea.ulpgc.es/users/nieves/index.html>

PEDRO HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

(COORDINADOR)

Categoría: PROFESOR COLABORADOR

Departamento: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

Teléfono: 928457326 **Correo Electrónico:** pedro.hdezfdz@ulpgc.es

WEB Personal: <http://www.diea.ulpgc.es/users/pedrohfd/index.html>

Resumen en Inglés

The main objective of this course is to give an overview of the current capabilities and the state-of-the-art in MEMS and microsystems technologies.

The following topics are discussed along the course:

- * Applications of MEMS in the industry,
- * Microfabrication technologies,
- * Microphysics, microfluidics, and the scaling effect,
- * Microsensors, microactuators and active materials,
- * Microrobotics and micromanipulation,
- * Nanotechnology and bioinspired systems.