

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2020/2021

Identificación y características de la asignatura			
Código	400808	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Iniciación a la Investigación en Microelectrónica		
Denominación (inglés)	Introduction to Research in Microelectronics		
Titulaciones	Máster Universitario en Investigación en Ingeniería y Arquitectura		
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales		
Semestre	1	Carácter	Optativo
Módulo	Específico		
Materia	Especialidad en Ingenierías Industriales		
Profesor/es			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Jose Luis Ausín Sánchez	D1.8	jlausin@unex.es	http://campusvirtual.unex.es
Juan Manuel Carrillo Calleja	D1.6	jmcarcal@unex.es	
Área de conocimiento	Tecnología Electrónica		
Departamento	Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática		
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Jose Luis Ausín Sánchez		
Competencias* (ver tabla en http://bit.ly/competenciasMUIIyA)			
COMPETENCIAS BÁSICAS			
CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.			
CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.			
CB8. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.			
CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.			
CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.			
COMPETENCIAS GENERALES			

* Los apartados relativos a competencias, breve descripción del contenido, actividades formativas, metodologías docentes, resultados de aprendizaje y sistemas de evaluación deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

CG1. Manejo de herramientas (bibliográficas, informáticas, de laboratorio,...) para desarrollar con garantías su investigación en el seno de un grupo de investigación de la Rama de Ingeniería y Arquitectura.
CG2. Comprensión de la bibliografía científica en algún campo de estudio de la Rama de Ingeniería y Arquitectura.
CG3. Redacción de trabajos científicos en algún campo de estudio de la Rama de Ingeniería y Arquitectura.
CG6. Conocimiento de las líneas de investigación en áreas de fuerte implantación en la Rama de Ingeniería y Arquitectura y capacidad de interacción investigadora con las mismas.
COMPETENCIAS TRANSVERSALES
CT1. Dominio de las TIC.
CT2. Fomentar el uso de una lengua extranjera.
CT3. Proporcionar conocimientos y metodologías de enseñanza-aprendizaje a diferentes niveles; recopilar y analizar información existente.
CT4. Capacidad de razonamiento crítico, análisis y síntesis.
CT5. Capacidad de gestión eficaz y eficiente con espíritu emprendedor, iniciativa, creatividad, organización, planificación, control, toma de decisiones y negociación.
CT6. Conocimiento de los principios y métodos de la investigación científica y técnica.
CT7. Capacidad de resolución de problemas, demostrando principios de originalidad y autodirección.
CT8. Capacidad de aprendizaje autónomo y preocupación por el saber y la formación permanente.
CT9. Capacidad de trabajo en equipo.
CT10. Preocupación permanente por la calidad y el medio ambiente, la prevención de riesgos laborales y la responsabilidad social y corporativa.
CT11. Capacidad para comunicar sus conclusiones (y los conocimientos y razones últimas que las sustentan) a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
CE24. Dominio avanzado de conceptos de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática que, partiendo de la formación recibida en un grado con amplios contenidos de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática, le sitúen en disposición de realizar aportaciones originales en, al menos, una de las siguientes áreas: microelectrónica, inteligencia artificial, sistemas eléctricos de potencia y técnicas avanzadas en automática.
CE25. Capacidad de redacción, interpretación científica y comunicación oral a públicos especializados de documentos de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática – artículos de revistas especializadas, tesis doctorales, libros o partes de libros de especialización, etc.- de una complejidad de nivel de posgrado en al menos una de las áreas relacionadas en la competencia CE1 (*).
CE26. Conocimiento de las principales revistas científicas multidisciplinares de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática, así como especializadas en algunas de las áreas citadas en la competencia CE1 (*), de los niveles estándar de los artículos habitualmente publicados en ellas y de algunos grupos de investigación y congresos nacionales o extranjeros más relacionados con las líneas de investigación que se desarrollan en la UEx en ese área.
CE27. Capacidad de resolución de casos prácticos de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática de un nivel de complejidad de segundo ciclo relacionados fundamentalmente con su área de estudio.

CE29. Adquisición de herramientas informáticas especializadas de utilidad en la investigación en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática y su divulgación: Matlab&Simulink® y toolboxes, de adquisición de datos e instrumentación Labview, para simulación de circuitos analógicos, digitales y de modo mixto PSpice, software de programación de bus HPIB, software de programación de redes neuronales, sistemas borrosos y algoritmos genéticos, software para simulación de circuitos de capacidades conmutadas SWICAP y CAPZ, software de diseño de circuitos integrados front-to-end CADENCE.
CE31. Completar la formación en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática obtenida en el grado.
Contenidos
Breve descripción del contenido*
<p>El transistor MOS; Proceso de fabricación CMOS; Bloques básicos; Amplificadores operacionales; Circuitos de capacidades conmutadas; Bloques básicos para el procesamiento de señal</p> <p>Generalidades sobre diseño microelectrónico (Bloque 1: Temas 1-2): Se pretende que el alumno revise el modo de operación y modelado del transistor MOS, su proceso de fabricación y generación de máscaras así como de los dispositivos pasivos más utilizados en el diseño de circuitos integrados CMOS.</p> <p>Diseño de Amplificadores CMOS (Bloque 2: Temas 3-4): En este bloque el alumno se familiarizará con la metodología a seguir en el diseño de amplificadores operacionales. Para ello se describirán y analizarán los bloques fundamentales necesarios para su implementación.</p> <p>Circuitos discretos en el tiempo (Bloque 3: Temas 5-6): Se pretende que el alumno conozca una de las técnicas de diseño microelectrónico más utilizadas para el procesamiento de señal.</p>
Temario de la asignatura
<p>Denominación del tema 0: Presentación de la asignatura (virtual) Contenidos del tema 0:</p> <ul style="list-style-type: none"> 0.1 Organización de la asignatura 0.2 Sistema de Evaluación de la asignatura 0.3 Material necesario para su desarrollo
<p>Denominación del tema 1: El transistor MOS (4 h) Contenidos del tema 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.1 Estructura física y modos de operación 1.2 Características de transferencia de un dispositivo MOS 1.3 Modelo de pequeña señal <p>Prácticas en sala de ordenador:</p> <ul style="list-style-type: none"> O1 Diseño de una etapa de ganancia con transistor MOS
<p>Denominación del tema 2: Proceso de fabricación CMOS (3 h) Contenidos del tema 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.1 Procesos de fabricación VLSI 2.2 Fabricación de dispositivos 2.3 Generación de máscaras de Circuitos Integrados <p>Prácticas en sala de ordenador:</p> <ul style="list-style-type: none"> O2 Edición geométrica de máscaras de un circuito integrado CMOS
<p>Denominación del tema 3: Bloques básicos (4 h) Contenidos del tema 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Espejos de corriente 3.2 Etapas amplificadoras simples

3.2 El par diferencial Prácticas en sala de ordenador: O3 Simulación de espejos de corriente								
Denominación del tema 4: Amplificadores operacionales (3 h) Contenidos del tema 4: 4.1 Amplificador de transconductancia 4.2 Amplificadores de dos etapas Prácticas en sala de ordenador: O4 Diseño de un amplificador operacional de transconductancia								
Denominación del tema 5: Circuitos de condensador conmutado (3 h) Contenidos del tema 5: 5.1 Señales discretas en el tiempo 5.2 Principio de operación de los circuitos de condensador conmutado 5.3 Análisis de los circuitos de condensador conmutado Prácticas en sala de ordenador: O5 Análisis de estructuras discretas en el tiempo								
Denominación del tema 6: Bloques para procesamiento de señal (4 h) Contenidos del tema 6: 6.1 Integradores y amplificadores discretos en el tiempo 6.2 Efectos no ideales 6.3 Secciones de filtrado Prácticas en sala de ordenador: O6 Diseño de un filtro de primer orden								
Actividades formativas*								
Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP
0	2							2
1	20	2			2			16
2	21	1			2		0,5	17,5
3	28	2			2			24
4	29,5	2			1		0,5	26
5	21	2			1			18
6	28,5	2			2		0,5	24
Evaluación **	0							
TOTAL	150	11			10		1,5	127,5
GG: Grupo Grande (100 estudiantes). PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes). LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes). ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes). SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes). TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS). EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.								
Metodologías docentes*								
De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:								
Metodologías docentes							Se indican con una "X" las utilizadas	

** Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

1. Clases expositivas y discusión de contenidos teóricos	X
2. Desarrollo de problemas	X
3. Prácticas de laboratorio y plantas piloto	
4. Prácticas de campo	
5. Prácticas en aula de informática	X
6. Seguimiento y discusión de trabajos	X
7. Desarrollo de seminarios	
8. Visitas guiadas	
9. Realización de exámenes	X
10. Aprendizaje autónomo e independiente: el estudiante profundiza en el estudio de las materias	X

La actividad formativa presencial de **Grupo Grande** se desarrollará en el aula asignada por el Centro utilizando el material didáctico que estará disponible con anterioridad en el espacio reservado para la asignatura en el Campus Virtual de la UEx. Los desarrollos de aquellos contenidos que, o bien sean novedosos para el alumno, o bien pudieran tener alguna dificultad, se explicarán con toda clase de detalles en la pizarra.

Con respecto a las actividades formativas de **Ordenador**, éstas se desarrollarán en el aula de informática asignada por el Centro, y consistirán en el análisis teórico, simulación mediante herramienta CAD y edición geométrica de máscaras de algunos de los circuitos estudiados en clases teóricas.

Resultados de aprendizaje*

- Conocer la situación actual y las tendencias de evolución de la microelectrónica.
- Conocer el proceso de fabricación de tecnologías CMOS y, a partir de él, extraer los principales compromisos de diseño de circuitos integrados basados en dichas tecnologías.
- Conocer y comprender el funcionamiento de los diferentes bloques fundamentales y avanzados que configuran la base del diseño microelectrónico y los aspectos que inciden en las prestaciones de los mismos.
- Familiarizarse con el procedimiento de diseño de distintos bloques analógicos y digitales, comprendiendo en dicho proceso el análisis, la simulación y la edición del layout de Circuitos Integrados de Aplicación Específica (ASIC).
- Desarrollar la capacidad de análisis tomando conciencia de las posibilidades, limitaciones y compromisos de toda índole que conlleva cualquier tipo de diseño.
- Sintetizar y valorar la información recibida elaborando informes o memorias de tal forma que el estudiante relacione los conocimientos y resultados teóricos adquiridos con los obtenidos mediante la realización de las prácticas.
- Aplicar los conocimientos asimilados al desarrollo de diseños reales, adquiriendo así experiencia práctica en la utilización de herramientas de diseño de circuitos microelectrónicos.

Sistemas de evaluación*

Criterios de evaluación

Se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos de la asignatura, atendiendo a los siguientes criterios:

CRI1.- Que el alumno domine el uso de las herramientas de CAD utilizadas en el desarrollo de la asignatura. Relacionado con las competencias CT1, CE29, CE31

CR12.- Que el alumno sepa resolver los problemas propuestos, aplicando los conocimientos adquiridos en la asignatura. Relacionado con las competencias CB6, CB7, CB10, CG1, CG2, CT3, CT4, CT6, CT7, CT10, CE27, CE31

CR13.- Que el alumno sepa comunicar y transmitir sus conocimientos con un lenguaje técnico apropiado dentro del campo de la microelectrónica. Relacionado con las competencias CB8, CB9, CG3, CG6, CT2, CT8, CT11, CE25, CE26

CR14.- Que el alumno haya adquirido destrezas relacionadas con la realización de un proyecto microelectrónico basado en un diseño real donde se incluyan el análisis, diseño, simulación y edición geométrica de las máscaras del *layout*. Relacionado con las competencias CB6, CB7, CG1, CG6, CT3, CT5, CT6, CT9, CE24, CE27, CE29, CE31

Actividades de evaluación

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes ponderaciones (en %):

	Rango establecido	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global
1. Evaluación continua	20%-45% ⁽¹⁾ 40% ⁽²⁾ 20%-80% ⁽³⁾ 15%-50% ⁽⁴⁾	45%	45%	25%
2. Asistencia con aprovechamiento de actividades presenciales	5% ⁽¹⁾ 20% ⁽²⁾ 0%-20% ⁽³⁾ 0%-25% ⁽⁴⁾	5%	5%	
3. Evaluación final de los conocimientos	50%-75% ⁽¹⁾ 40% ⁽²⁾ 20%-80% ⁽³⁾ 50%-75% ⁽⁴⁾	50%	50%	75%
4. Exposición y defensa del trabajo presentado y evaluación del documento del trabajo entregado	0%-100% ⁽⁵⁾			

(1) Para *Inic. a la inv. en expresión gráfica y proyectos*.

(2) Para *Inic. a la inv. en física aplicada, Inic. a la inv. tecnológica, Tecnologías de la comunicación y la documentación científica*.

(3) Para *Inic. a la inv. en matemática aplicada a la ingeniería, Métodos estadísticos avanzados*.

(4) Para el resto de asignaturas

(5) *Trabajo fin de máster*.

Descripción de las actividades de evaluación

Los criterios citados anteriormente se evaluarán mediante las siguientes actividades:

AE1.- EVALUCIÓN CONTINUA

El alumno tendrá que realizar una serie de tareas por cada uno de los bloques temáticos, siendo la aportación de cada uno de ellos a la calificación final la siguiente:

- Bloque 1 (temas 1 y 2): 15%

- Bloque 2 (temas 3 y 4): 15%
- Bloque 3 (temas 5 y 6): 15%

Estas actividades están clasificadas como **NO RECUPERABLES** con un peso de un **45%** en la nota final del alumno. Los alumnos deberán entregar todas las tareas y superar cada una de ellas con una calificación mínima de 4 para que su aportación contribuya al cálculo de la nota final. Esta actividad no podrá ser realizada en la convocatoria extraordinaria, si bien la calificación del informe obtenida en la convocatoria ordinaria se sumará en la extraordinaria.

AE2.- ASISTENCIA A ACTIVIDADES PRESENCIALES

La asignatura es eminentemente práctica por lo que la asistencia a las clases, el aprovechamiento de las mismas y la actitud participativa del alumno serán tenidos en cuenta en la evaluación final. La participación del alumno está clasificada como **NO RECUPERABLE** con un peso de un **5%** en la nota final. Esta actividad no podrá ser realizada en la convocatoria extraordinaria, si bien la calificación del informe obtenida en la convocatoria ordinaria se sumará en la extraordinaria.

AE3.- DESARROLLO DE UN PROYECTO FINAL.

El alumno tendrá que entregar una memoria donde se describa el proyecto final realizado. En dicha memoria se deberán reflejar el diseño, la simulación, los resultados obtenidos y la documentación relativa al desarrollo de un proyecto microelectrónico real. Esta actividad está clasificada como **RECUPERABLE** siendo la única que el alumno podrá realizar en la convocatoria extraordinaria. El proyecto final estará dividido en tres partes correspondientes a cada uno de los bloques en los que se divide la asignatura. Esta actividad tendrá un peso de un **50%** en la nota final del alumno y deberá superar cada una de las partes al menos con una calificación de 4 para que su aportación contribuya al cálculo de la nota final.

La evaluación global tendrá lugar el día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes pruebas:

- Parte escrita: prueba escrita con cuestiones teórico/prácticas y/o problemas, con un peso del 75% en la calificación final.
- Parte de diseño: prueba en la que el estudiante deberá demostrar el manejo de las herramientas de simulación utilizadas en la asignatura, cuya aportación a la nota final es de un 25%.

Bibliografía (básica y complementaria)

Bibliografía básica

- B1- Circuitos microelectrónicos (6^a ed.), A.S. Sedra, K.C. Smith, Oxford Univ. Press, 2011.
- B2- Analog integrated circuit design (2nd ed.), T. C. Carusone, D. A. Johns, K. Martin, Wiley, 2012.

Bibliografía complementaria

- C1- CMOS Analog Circuit Design (2nd ed.), P. E. Allen, D. R. Holberg, Oxford Press, 2002.
- C2- Design of Analog CMOS Integrated Circuits, B. Razavi, McGraw-Hill, 2000.
- C3- CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, (2nd ed.), R. J. Baker, H. W. Li, and D. E. Boyce, IEEE Press, 1998.
- C4- Analog design for CMOS VLSI systems, F. Maloberti, Kluwer Academic Publishers, 2001.

- C5- H. Iwai, "CMOS downsizing toward sub-10 nm," *Solid-State Electronics*, vol. 48, pp. 497-503, 2004.
- C6- G. Palmisano, G. Palumbo, and S. Pennisi, "Design procedure for two-stage CMOS transconductance operational amplifiers: a tutorial," *Analog Integrated Circuits and Signal Processing*, vol. 27, pp. 179-189, 2001.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

Páginas web

- W1- *Campus Virtual UEx*. <http://campusvirtual.unex.es>
- W2- *Microelectronics Circuits Web Page*. <http://www.sedrasmith.org>
- W3- *Layout System for Individuals*. <http://www.lasihomesite.com/>
- W4- *OrCAD Resources and Tutorials*. <http://www.orcad.com/>
- W5- CMOSedu.com. <http://cmosedu.com>