

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Complementos de Ingeniería de Computadores	Complementos de Sistemas Electrónicos	4º	8º	6	Optativa
PROFESORES <sup>(1)</sup>			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pedro García Fernández</li> </ul>			Dpto. de Electrónica y Tecnología de Computadores, Despacho nº 4, Facultad de Ciencias. Correo electrónico: pfernand@itec.ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>		
			<a href="http://electronica.ugr.es">electronica.ugr.es</a>		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Ingeniería Informática					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
No es necesario que los alumnos tengan aprobadas asignaturas, materias o módulos previos como requisito indispensable para cursar este módulo. No obstante, se recomienda tener cursadas las materias de formación básica y de rama; en particular la materia de Fundamentos Físicos y Tecnológicos.					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
Tecnología de fabricación de circuitos integrados: obtención de obleas, tecnología planar del silicio, secuencia de					

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (<http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/>!)

procesos CMOS, tecnologías especiales y emergentes (BiCMOS, SOI), fabricación de memorias. Metodologías de diseño y herramientas de descripción de circuitos integrados: diseño fullcustom, reglas de diseño físico, extracción de elementos parásitos, diseño semi-custom. Tecnología de fabricación de circuitos impresos: sustratos, conductores, soldadura. Reglas de diseño de circuitos impresos: compatibilidad electromagnética, alimentación. Herramientas de diseño de circuitos impresos: flujos de diseño, rutado.

#### COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

##### COMPETENCIAS GENERALES DEL TÍTULO:

- E4. Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.
- E6. Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes.
- E8. Conocimiento de las materias básicas y tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- E9. Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.

##### COMPETENCIAS BÁSICAS:

- CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

##### COMPETENCIAS TRANSVERSALES:

- T2. Capacidad para tomar decisiones basadas en criterios objetivos (datos experimentales, científicos o de simulación disponibles) así como capacidad de argumentar y justificar lógicamente dichas decisiones, sabiendo aceptar otros puntos de vista.

#### OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

##### OBJETIVOS FORMATIVOS PARTICULARES:

- Conocer y comprender los procesos y conceptos fundamentales para la fabricación de un circuito impreso.
- Comprender y aplicar las reglas de diseño de un circuito impreso.
- Comprender y aplicar los conceptos básicos de alimentación para el diseño de un circuito impreso y su influencia en las reglas de diseño físico.
- Conocer la secuencia de procesos implicados en la fabricación de un circuito integrado CMOS.
- Comprender y aplicar los conceptos básicos de compatibilidad electromagnética para el diseño de un circuito impreso y su influencia en las reglas de diseño físico.
- Conocer y emplear las diferentes herramientas de los flujos de diseño de circuitos impresos, con especial atención a las herramientas de rutado automático.

#### TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA



#### TEMARIO TEÓRICO:

- Tema 1. Introducción al diseño de circuitos impresos. Conceptos generales.
- Tema 2. Proceso de fabricación de placas de circuito impreso.
- Tema 3. Consideraciones y reglas de diseño.
- Tema 4. Diseño Eléctrico. Edición de esquemas. Simulación.
- Tema 5. Librerías. Edición de componentes.
- Tema 6. Creación de la placa de circuito impreso.
- Tema 7. Construcción y verificación de un prototipo electrónico.
- Tema 8. Exportación. Modelo 3D en PCB.
- Tema 9. Introducción a los circuitos integrados y tecnologías de fabricación.

#### TEMARIO PRÁCTICO:

- Seminarios.  
Seminario 1: Herramientas para el diseño de circuitos impresos.
- Prácticas:
  1. Diseño de PCB en entorno CAD/CAE/CAM.
  2. Diseño y fabricación de prototipos electrónicos.
  3. Pruebas funcionales y ajustes en prototipos electrónicos.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- R.S. Khandpur , “Printed Circuit Boards - Design, Fabrication, and Assembly” , Ed. McGraw-Hill.
- J.M. Rabaey, “Digital Integrated Circuits, a design perspective”, Prentice Hall.

##### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- X J.R. Lajara Vizcaíno, J.V. Llario Sanjuán, J. Pelegrí Sebastía , “Diseño de circuitos impresos con EAGLE” , Marcombo.
- J. Varteresian, “Fabricating Printed Circuit Boards”, Newnes
- N.H.E. Weste, D. Harris, “CMOS VLSI Design, A circuits and systems perspective”, Pearson, Addison-Wesley
- Y.P. Tsividis, “Operation and modeling of the MOS transistor”, Oxford University Press.

#### ENLACES RECOMENDADOS

- Página web asociada al libro J.M. Rabaey, “Digital Integrated Circuits, a design perspective”:  
[bwrcs.eecs.berkeley.edu/Classes/IcBook/](http://bwrcs.eecs.berkeley.edu/Classes/IcBook/)
- Ltspice software: [www.linear.com/ltspice](http://www.linear.com/ltspice)
- Eagle: [www.autodesk.com/products/eagle/overview](http://www.autodesk.com/products/eagle/overview)
- Applet fabricación inversor CMOS: [jas.eng.buffalo.edu/education/fab/invFab/index.html](http://jas.eng.buffalo.edu/education/fab/invFab/index.html)

#### METODOLOGÍA DOCENTE

1. Lección magistral (Clases teóricas-expositivas)



Descripción: Presentación en el aula de los conceptos propios de la materia haciendo uso de metodología expositiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales. Evaluación continua y examen de las capacidades adquiridas.

Propósito: Transmitir los contenidos de la materia motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formarle una mentalidad crítica.

Contenido en ECTS: 30 horas presenciales (1.2 ECTS)

Competencias: E6, CB1

## 2. Actividades prácticas (Clases prácticas)

Descripción: Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe actuar a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos.

Propósito: Desarrollo en el alumnado de las habilidades instrumentales de la materia.

Contenido en ECTS: 15 horas presenciales (0.6 ECTS)

Competencias: E6, E9

## 3. Seminarios

Descripción: Modalidad organizativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje donde tratar en profundidad una temática relacionada con la materia. Incorpora actividades basadas en la indagación, el debate, la reflexión y el intercambio.

Propósito: Desarrollo en el alumnado de las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.

Contenido en ECTS: 10 horas presenciales (0.4 ECTS)

Competencias: E6, E9, CB1

## 4. Actividades no presenciales individuales (Estudio y trabajo autónomo)

Descripción: 1) Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma individual se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia, 2) Estudio individualizado de los contenidos de la materia 3) Actividades evaluativas (informes, exámenes, ...).

Propósito: Favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.

Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS)

Competencias: E6, E9, CB1

## 5. Actividades no presenciales grupales (Estudio y trabajo en grupo)

Descripción: Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma grupal se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando a los estudiantes avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia.

Propósito: Favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS)

Competencias: E6, E9, CB1

## 6. Tutorías académicas

Descripción: manera de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basa en la interacción directa entre el estudiante y el profesor.

Propósito: 1) Orientan el trabajo autónomo y grupal del alumnado, 2) profundizar en distintos aspectos de la materia y 3) orientar la formación académica-integral del estudiante.

Contenido en ECTS: 5 horas presenciales, grupales e individuales (0.2 ECTS)

Competencias: E6, E9, CB1



## EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

**CONVOCATORIA ORDINARIA.** Con objeto de evaluar la adquisición de los contenidos y competencias a desarrollar en la materia, se utilizará preferentemente un sistema de evaluación continua y diversificada, en el que se tendrán en cuenta los siguientes apartados:

- La calificación global corresponderá a la puntuación ponderada de los diferentes aspectos y actividades que integran el sistema de evaluación. Por tanto, el resultado de la evaluación será una calificación numérica obtenida mediante la suma ponderada de las calificaciones correspondientes a una parte teórica y otra práctica.
- La parte teórica representará el 40% y la parte práctica el 60%. Para aprobar la asignatura será necesario tener una calificación numérica superior o igual a 5 (sobre 10). No obstante, además del requisito anterior, se establece como requisito adicional para superar la asignatura que las calificaciones correspondientes todas las actividades propuestas sean mayores o iguales a 4 (sobre 10).
- Para la parte teórica se realizarán exámenes finales o parciales, sesiones de evaluación y entregas de ejercicios sobre el desarrollo y los resultados de las actividades propuestas.
- Para la parte práctica se realizarán prácticas de laboratorio, resolución de problemas y desarrollo de proyectos (individuales o en grupo), y se valorarán las entregas de los informes/memorias realizados por los alumnos, o en su caso las entrevistas personales con los alumnos y las sesiones de evaluación.

**CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA:** Los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. En esta convocatoria se tendrán en cuenta los siguientes apartados:

- El 70% de la calificación final se basará en la valoración obtenida mediante la realización de un examen final en el que se evaluarán los conocimientos y competencias adquiridas, tanto de los contenidos teóricos como de las habilidades para la resolución de problemas. Este examen se realizará de forma escrita e individualizada y coincidirá con la convocatoria extraordinaria de la asignatura.
- El 30% de la calificación final se basará en la evaluación de las prácticas mediante un examen.

En cualquier caso, los estudiantes que hubieran superado la parte práctica de la asignatura mediante evaluación continua podrán optar por realizar únicamente en esta Convocatoria Extraordinaria el examen final en el que se evaluarán los conocimientos y competencias adquiridas, tanto de los contenidos teóricos como de las habilidades para la resolución de problemas, y obtener su calificación final mediante la misma ponderación utilizada en la evaluación continua en la Convocatoria Ordinaria.

Adicionalmente y para todas las convocatorias:

- Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la normativa sobre planificación docente y organización de exámenes vigente en la Universidad de Granada.
- El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el art. 5 del R. D 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en el territorio nacional.

## DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

Según se contempla en la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada" aquellos estudiantes que, en los supuestos contemplados en dicha normativa, no puedan cumplir con el



método de evaluación continua, podrán solicitar mediante procedimiento electrónico al Director del Departamento, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de la asignatura, el acogerse a la evaluación única final (Aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión extraordinaria de 20 de mayo de 2013)” y que puede consultarse en

<http://secretariageneral.ugr.es/bougr/pages/bougr71/ncg712/1>. En tal caso, se tendrán en cuenta los siguientes apartados:

- El 70% de la calificación final se basará en la valoración obtenida mediante la realización de un examen final en el que se evaluarán los conocimientos y competencias adquiridas, tanto de los contenidos teóricos como de las habilidades para la resolución de problemas. Este examen se realizará de forma escrita e individualizada y coincidirá con la convocatoria ordinaria de la asignatura.
- El 30% de la calificación final se basará en la evaluación de las prácticas mediante un examen.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

##### REGIMEN DE ASISTENCIA

La asistencia a las clases teóricas no será obligatoria, aunque la participación activa en clase y la entrega de ejercicios planteados por el profesor se tendrá en cuenta dentro del sistema de evaluación continua de la asignatura. Además, para asegurar que la evaluación continua garantice la adquisición de los contenidos y competencias a desarrollar en la materia, será imprescindible que el estudiante asista al menos al 80% de las sesiones prácticas de laboratorio.

##### PLATAFORMA DE DOCENCIA

Se facilitará la comunicación electrónica entre el estudiante y el profesor a través de la plataforma web de apoyo a la docencia PRADO ([prado.ugr.es/](http://prado.ugr.es/)).

