

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Complementos de Ingeniería de Computadores	Complementos de Sistemas Electrónicos	4º	8º	6	Optativa
<b>PROFESORES<sup>(1)</sup></b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS</b> (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, 2ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho nº 4 pedrogarcia@ugr.es Tfno: 958245179		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS<sup>(1)</sup></b>		
			sl.ugr.es/pedrogarcia		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en Ingeniería Informática					
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>					
Tecnología de fabricación de circuitos integrados: obtención de obleas, tecnología planar del silicio, secuencia de					

1

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/ngc7121/>!)

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

**El título de Graduado/a en Ingeniería Informática de la Universidad de Granada ha obtenido, con fecha 5 de junio de 2019, el sello Euro-Inf, otorgado por ANECA en colaboración con el Consejo General de Colegios Profesionales de Ingeniería en Informática (CCII) y con el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingeniería Técnica en Informática (CONCITI). Esta acreditación garantiza el cumplimiento de criterios y estándares reconocidos por los empleadores españoles y del resto de Europa, de acuerdo con los principios de calidad, relevancia, transparencia, reconocimiento y movilidad contemplados en el Espacio Europeo de Educación Superior.**

### 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 y construcción de Prototipos Electrónicos.
- Tema 2. Proceso de fabricación de placas de circuito impreso.
- Tema 3. Consideraciones básicas y reglas de diseño en PCB.
- Tema 4. Diseño Eléctrico. Edición de Esquemas. Simulación.
- Tema 5. Librerías. Edición de componentes.
- Tema 6. Compatibilidad electromagnética. Técnicas de diseño.
- Tema 7. Proceso de soldadura en PCB
- Tema 8. Exportación.
- Tema 9. Modelo 3D en PCB.
- Tema 10. Introducción a los circuitos integrados y tecnologías de fabricación.

### TEMARIO PRÁCTICO:

Seminario.

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:

- José R. Garaja, Diseño de circuitos impresos con EAGLE, Marcombo, 2014.
- Joan Pere López Veraguas, Compatibilidad electromagnética. Barcelona : Marcombo, 2006.
- R.S. Khandpur , “Printed Circuit Boards - Design, Fabrication, and Assembly” , Ed. McGraw-Hill.
- J.M. Rabaey, “Digital Integrated Circuits, a design perspective”, Prentice Hall.
- Printed circuit board design techniques for EMC compliance : a handbook for designers. Montrose, Mark I. New York, NY : IEEE Press, 2000
- C. Robertson. PCB Designer’s Reference. Prentice Hall, 2003
- C. Coombs, Printed Circuits Handbook, McGraw-Hill Professional, 6 edition, 2007

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- V. Shukla, Signal Integrity for PCB Designers, Reference Designer, 2009
- Ángel Bueno, Desarrollo y construcción de prototipos electrónicos, 2005
- Jon Varteresian, Fabricating Printed Circuit Boards, Newnes, 2002
- Mark Madou, Fundamentals of Microfabrication, , CRC Press, ISBN: 0-8493-9451-1
- Elaine Rhodes, Developing Printed Circuit Assemblies: From Specifications to Mass Production, 2008
- D. Brooks, Signal Integrity Issues and Printed Circuit Board Design, Prentice Hall, 2003
- B. Archambeault, J. Dreuiawniak, PCB Design for Real-World EMI Control, Springer, 2002
- N.H.E. Weste, D. Harris, “CMOS VLSI Design, A circuits and systems perspective”, Pearson, Addison-Wesley

- Y.P. Tsvividis, "Operation and modeling of the MOS transistor", Oxford University Press, 2008
- D. Brooks, Signal Integrity Issues and Printed Circuit Board Design, Prentice Hall, 2003
- B. Archambeault, J. Dreuiawniak, PCB Design for Real-World EMI Control, Springer, 2002

### ENLACES RECOMENDADOS

- Página web asociada al libro J.M. Rabaey, "Digital Integrated Circuits, a design perspective": [bwracs.eecs.berkeley.edu/Classes/IcBook/](http://bwracs.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)
- Biblioteca de la Universidad de Granada: <http://biblioteca.ugr.es>

### 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

Metodologías empleadas: Lección magistral, resolución de problemas, resolución de casos prácticos, exposición de trabajos tutelados.

#### 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

Metodologías empleadas: Resolución de problemas, resolución de casos prácticos, desarrollo de proyectos, prácticas de laboratorio, aula de informática.

#### 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

Metodologías empleadas: Resolución de casos prácticos, aula de informática

#### 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

Metodologías empleadas: Tutorías académicas.

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

### **CONVOCATORIA ORDINARIA**

En el sistema de evaluación continua, la evaluación del alumnado se realizará según se indica:

- Para la parte teórica se realizarán pruebas finales o parciales, sesiones de evaluación continua y entregas de ejercicios sobre el desarrollo y los resultados de las actividades propuestas. La ponderación de este bloque es del 60%.
- 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. La ponderación de este bloque es del 30%.
- En su caso, la parte de trabajo autónomo y los seminarios se evaluarán teniendo en cuenta la asistencia a los seminarios, los problemas propuestos que hayan sido resueltos y entregados por los alumnos, en su caso, las entrevistas efectuadas durante el curso y la presentación oral de los trabajos desarrollados. La ponderación de estos es el 10%.

La calificación global corresponderá por tanto 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, una parte práctica y, en su caso, una parte relacionada con el trabajo autónomo de los alumnos, los seminarios impartidos y el aprendizaje basado en proyectos.

### **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA**

La evaluación extraordinaria constará de una prueba que incluirá contenidos relativos al temario teórico y al práctico.

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/>!. 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.
- El 30% de la calificación final se basará en la evaluación de las prácticas mediante un examen.
- Este examen se realizará de forma individualizada y coincidirá con la convocatoria ordinaria o extraordinaria de la asignatura, según corresponda.

### ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

#### ATENCIÓN TUTORIAL

##### HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

<http://sl.ugr.es/pedrogarcia>

##### HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Plataforma: la señalada en la asignatura en PRADO. Se ajustará al horario establecido y previa cita con el profesor

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

Lección magistral

- Las clases se impartirán de forma virtual, en modalidad síncrona y/o asíncrona, utilizando la plataforma PRADO y pudiéndose utilizar la plataforma google meet. Se facilitarán contenidos digitales interactivos para la parte teórica que se pondrán a disposición de los alumnos a través de la plataforma Prado. Asimismo, se contempla la posibilidad de realizar tutorías individuales o colectivas mediante videoconferencia o en el aula a la que acudirán de forma alterna la mitad de los alumnos matriculados (siempre y cuando la capacidad del aula permita el cumplimiento de las recomendaciones sanitarias).

Resolución de problemas

- Las clases se impartirán de forma virtual, en modalidad síncrona y/o asíncrona, utilizando la plataforma PRADO y/o google meet. Se pondrán a disposición de los alumnos a través de la plataforma Prado los materiales relativos a la resolución de problemas.

#### Prácticas de laboratorio

- Las prácticas se realizarán de forma virtual, de forma síncrona y/o asíncrona utilizando la plataforma PRADO y en su caso google meet. Asimismo, si la capacidad del aula asignada es suficiente para cumplir con las medidas de seguridad e higiene, se prevé la realización de algunas prácticas de forma presencial.
- Apoyo mediante la plataforma Prado para poner a disposición de los alumnos contenidos digitales interactivos a modo de tutorial de las prácticas a realizar.

#### Realización de trabajos/Informes de prácticas

- Se realizarán de forma virtual, en modalidad síncrona y/o asíncrona, utilizando la plataforma PRADO y/o google meet

### **MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN** (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

#### **Convocatoria Ordinaria**

En este escenario se potenciará la evaluación continua para la cual se aplicarán los porcentajes de evaluación que se especifican a continuación:

- Para la parte teórica se realizarán pruebas finales o parciales, sesiones de evaluación continua y entregas de ejercicios sobre el desarrollo y los resultados de las actividades propuestas. La ponderación de este bloque es del 60%. Se realizará preferentemente de forma presencial. En caso de no poder realizarlo de este modo, se hará de forma virtual usando la Plataforma PRADO.
- 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. La ponderación de este bloque es del 30%. El informe se entregará a través de la Plataforma PRADO.
- En su caso, la parte de trabajo autónomo se evaluarán mediante las entregas realizadas a través de PRADO. La ponderación de esta parte es del 10%.

#### **Convocatoria Extraordinaria**

La evaluación extraordinaria constará de una prueba que incluirá contenidos relativos al temario teórico y al práctico. Dicha prueba se realizará preferentemente de manera presencial. Si no fuera posible, se recurrirá a los cuestionarios disponibles en la plataforma PRADO.

#### **Evaluación Única Final**

Tanto como en la Convocatoria Ordinaria como la Extraordinaria, se realizará mediante un examen en el que se tendrá en cuenta:

- 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.
- El 30% de la calificación final se basará en la evaluación de las prácticas mediante un examen. Este examen se realizará de forma individualizada y coincidirá con la convocatoria ordinaria o extraordinaria de la asignatura, según corresponda. Dicha prueba se realizará preferentemente de manera presencial. Si no fuera

posible, se recurrirá a los cuestionarios disponibles en la Plataforma Prado.

## ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

### ATENCIÓN TUTORIAL

#### HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

<http://sl.ugr.es/pedrogarcia>

#### HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Plataforma: la señalada en la asignatura en PRADO. Se ajustará al horario establecido y previa cita con el profesor

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Son las contempladas en el Escenario A, pero las actividades presenciales que se prevén en el mismo se sustituirán por sesiones virtuales síncronas y/o asíncronas

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

#### Convocatoria Ordinaria

- Análoga a lo contemplado en el Escenario A

#### Convocatoria Extraordinaria

- Análoga a lo contemplado en el Escenario A

#### Evaluación Única Final

- Análoga a lo contemplado en el Escenario A

### INFORMACIÓN ADICIONAL (Si procede)

