

Guía docente de la asignatura

**Diseño y Fabricación de Circuitos Integrados**Fecha última actualización: 21/06/2021  
Fecha de aprobación: 21/06/2021

<b>Grado</b>	Grado en Ingeniería Electrónica Industrial	<b>Rama</b>	Ingeniería y Arquitectura				
<b>Módulo</b>	Complementos Obligatorios	<b>Materia</b>	Diseño y Fabricación de Circuitos Integrados				
<b>Curso</b>	3º	<b>Semestre</b>	2º	<b>Créditos</b>	6	<b>Tipo</b>	Obligatoria

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

Tener cursado el Módulo de Formación Básica, la materia Fundamentos de Electrónica y las asignaturas:

- Ciencia y Tecnología de los Materiales
- Electrónica Analógica
- Electrónica Digital

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)**

- Procesos de fabricación de dispositivo electrónicos y circuitos integrados.
- Dispositivos electrónicos e interconexiones en circuitos integrados.
- Alternativas de diseño de circuitos integrados digitales.
- Técnicas de diseño de circuitos integrados analógicos.
- Diseño de circuitos integrados de potencia.

**COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA****COMPETENCIAS GENERALES**

- CG00 - Hablar bien en público

**COMPETENCIAS ESPECÍFICAS**

- CE22 - Conocimiento de los niveles de abstracción en el de diseño de circuitos integrados.
- CE23 - Conocimiento de los elementos constituyentes de un circuito integrado (dispositivos e interconexiones).



- CE24 - Conocimiento básico de las distintas alternativas de diseño de circuitos integrados.
- CE25 - Comprensión de las técnicas de diseño de circuitos integrados analógicos.
- CE26 - Conocimiento del diseño de circuitos integrados de potencia.
- CE27 - Conocimiento básico de los procesos de fabricación de circuitos integrados.
- CE85 - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- CE86 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
- CE90 - Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.
- CE92 - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.
- CE99 - Capacidad para diseñar sistemas electrónicos analógicos, digitales y de potencia

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Capacidad para el uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional
- CT02 - Capacidad para innovar y generar nuevas ideas. Creatividad.
- CT03 - Respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Capacidad para diseñar sistemas electrónicos analógicos, digitales y de potencia.
- Conocimiento de los niveles de abstracción en el de diseño de circuitos integrados.
- Conocimiento de los elementos constituyentes de un circuito integrado (dispositivos e interconexiones).
- Conocimiento básico de las distintas alternativas de diseño de circuitos integrados.
- Comprensión de las técnicas de diseño de circuitos integrados digitales.
- Conocimiento básico de los procesos de fabricación de circuitos integrados.

### PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

#### TEÓRICO

- Tema 1. Introducción a los circuitos integrados
  - 1.1 Circuitos integrados: ventajas e inconvenientes
  - 1.2 Proceso de diseño de un circuito integrado. Niveles de abstracción
- Tema 2. Fabricación y encapsulado de circuitos integrados CMOS
  - 2.1 Revisión de la tecnología CMOS
  - 2.2 Principales procesos involucrados en la fabricación de circuitos integrados
  - 2.3 Simulación del proceso de fabricación
  - 2.4 Secuencia de fabricación de un circuito integrado CMOS
  - 2.5 Fabricación de componentes pasivos
  - 2.6 Encapsulado y montaje de circuitos integrados
- Tema 3. Circuitos integrados de aplicación específica: metodologías de diseño
  - 3.1 Circuitos custom y semi-custom: máscaras, reglas de diseño y simulación con SPICE
  - 3.2 Circuitos parcialmente prefabricados (gate-array y sea-of-gates)



- 3.3 Circuitos parcialmente prediseñados, celdas estándar y macroceldas
- 3.4 Circuitos totalmente prefabricados: circuitos programables
- Tema 4. Análisis y diseño de circuitos integrados
  - 4.1 Familias lógicas integradas: lógica combinatorial
  - 4.2 Familias lógicas integradas: elementos de memoria
  - 4.3 Temporización de sistemas digitales
  - 4.4 Elementos de diseño analógico
- Tema 5. Diseño de sistemas digitales con VHDL
  - 5.1 Introducción a VHDL
  - 5.2 Niveles de abstracción y dominios de descripción
  - 5.3 Elementos del lenguaje VHDL y tipos de datos
  - 5.4 Descripción y diseño de circuitos digitales con VHDL
  - 5.5 Simulación con VHDL

## PRÁCTICO

### Seminarios/Talleres

- Sentaurus Process
- Diseño full-custom
- Quartus II y VHDL
- Resolución de problemas

### Prácticas de Laboratorio

- Práctica 1. Simulación de procesos de fabricación CMOS
- Práctica 2. Ejercicios de diseño full-custom de layouts
- Práctica 3. Diseño y simulación de sistemas digitales con VHDL

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- May, Sze, "Fundamentals of Semiconductor fabrication", John Wiley & Son, 2004
- Campbell, "Fabrication Engineering at the Micro- and Nanoscale", Oxford University Press, 2013
- Nuevas tecnologías en los dispositivos electrónicos, Proyecto Innovación Docente UGR, <http://hdl.handle.net/10481/16041>
- Rabaey, Chandrakasan, Nikolic, "Circuitos integrados digitales: una perspectiva de diseño", Pearson, 2004
- Baker, "CMOS Circuit Design, Layout and Simulation" 3rd Edition, IEEE Press / John Wiley & Son, 2011
- Kaeslin, "Digital Integrated Circuit Design". Cambridge University Press, 2008
- Chu, "RTL hardware design using VHDL", Wiley, 2006

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA



## ENLACES RECOMENDADOS

- <http://www.synopsys.com/>
- <http://www.mentor.com/>
- <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/programmable.html>

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 EXPOSICIONES EN CLASE POR PARTE DEL PROFESOR. Podrán ser de tres tipos: 1) Lección magistral: Se presentarán en el aula los conceptos teóricos fundamentales y se desarrollarán los contenidos propuestos. Se procurará transmitir estos contenidos motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y tratando de formarle una mentalidad crítica 2) Clases de problemas: Resolución de problemas o supuestos prácticos por parte del profesor, con el fin de ilustrar la aplicación de los contenidos teóricos y describir la metodología de trabajo práctico de la materia. 3) Seminarios: Se ampliará y profundizará en algunos aspectos concretos relacionados con la materia. Se tratará de que sean participativos, motivando al alumno a la reflexión y al debate.
- MD02 PRÁCTICAS REALIZADAS BAJO SUPERVISIÓN DEL PROFESOR. Pueden ser individuales o en grupo: 1) En aula/aula de ordenadores: supuestos susceptibles de ser resueltos de modo analítico o numérico. Se pretende que el alumno adquiera la destreza y competencias necesarias para la aplicación de conocimientos teóricos o normas técnicas relacionadas con la materia. 2) De laboratorio/laboratorio virtual: supuestos reales relacionados con la materia, principalmente en el laboratorio aunque, en algunos casos, se podrá utilizar software de simulación a modo de laboratorio virtual. El objetivo es desarrollar las habilidades instrumentales y las competencias de tipo práctico, enfrentándose ahora a la complejidad de los sistemas reales. 3) De campo: se podrán realizar visitas en grupo a empresas relacionadas, con el fin de desarrollar la capacidad de contextualizar los conocimientos adquiridos y su implantación en una factoría, teniendo en cuenta los valores e intereses de la actividad empresarial.
- MD03 TRABAJOS REALIZADOS DE FORMA NO PRESENCIAL: Podrán ser realizados individualmente o en grupo. Los alumnos presentarán en público los resultados de algunos de estos trabajos, desarrollando las habilidades y destrezas propias de la materia, además de las competencias transversales relacionadas con la presentación pública de resultados y el debate posterior, así como la puesta en común de conclusiones en los trabajos no presenciales desarrollados en grupo. Las exposiciones podrán ser: 1) De problemas o casos prácticos resueltos en casa 2) De trabajos dirigidos
- MD04 TUTORÍAS ACADÉMICAS: podrán ser personalizadas o en grupo. En ellas el profesor podrá supervisar el desarrollo del trabajo no presencial, y reorientar a los alumnos en aquellos aspectos en los que detecte la necesidad o conveniencia, aconsejar sobre bibliografía, y realizar un seguimiento más individualizado, en su caso, del trabajo personal del alumno.
- MD05 EXÁMENES. Se incluye también esta actividad, que formará parte del procedimiento de evaluación, como parte de la metodología.

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN 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 60% y la parte práctica el 40%.
- Para la parte teórica se realizará un trabajo sobre los contenidos de los temas 1 y 2, cuya ponderación sobre la calificación final será un 10%. Posteriormente, se realizará un examen parcial sobre los contenidos de los temas 3 y 4, cuya ponderación sobre la calificación final será un 10%. Finalmente, se realizará un examen final sobre todos los contenidos teóricos y de resolución de problemas de la asignatura, cuya ponderación sobre la calificación final será un 40%.
- Para la parte práctica se realizarán prácticas de laboratorio y desarrollo de proyectos (individuales o en grupo), y se valorarán las entregas de los informes/memorias realizados por los estudiantes, o en su caso las entrevistas personales con los estudiantes y las sesiones de evaluación. De este modo, las entregas correspondientes a las Prácticas 1 y 2 contribuirán con un 10%, cada una, sobre la calificación global de la asignatura, mientras que la ponderación de las entregas correspondientes a la Práctica 3 será del 15% de la calificación global de la asignatura. Se realizará además un cuestionario relativo a los contenidos de las diferentes prácticas junto con el examen final de la parte teórica anteriormente citado. La calificación de este cuestionario contribuirá a un 5% a la calificación global de la asignatura.
- Aquellos estudiantes que hayan obtenido calificación en ítems anteriormente descritos cuya ponderación en conjunto supere el 50% de la calificación global de la asignatura verán reflejada la calificación resultante de dichos ítems en la calificación final de la Convocatoria Ordinaria, independientemente de que hayan o no realizado u obtenido calificación en el resto de componentes de la evaluación continua.

### EVALUACIÓN 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 60% 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 40% de la calificación final se basará en la evaluación de las prácticas mediante un examen. Dicho examen se realizará de forma escrita e individualizada y coincidirá con la convocatoria extraordinaria de la asignatura.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

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. En tal caso, se tendrán en cuenta los siguientes apartados:

- El 60% 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 40% de la calificación final se basará en la evaluación de las prácticas mediante un examen. Dicho examen se realizará de forma escrita e individualizada y coincidirá con la convocatoria ordinaria de la asignatura.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

### RÉGIMEN DE ASISTENCIA

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 a todas las sesiones prácticas de laboratorio, admitiéndose excepcionalmente la no asistencia a una única sesión de cada práctica. En el caso de producirse la suspensión de la actividad presencial (escenario B), se eliminará cualquier requisito de asistencia durante el periodo de suspensión de la actividad.

### 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 (<http://prado.ugr.es/>), accesible directamente para esta asignatura a través de <http://senna.ugr.es/dfci>. Igualmente, el resto de recursos de la asignatura que no puedan albergarse en esta plataforma estarán disponibles a través de Google Drive y accesibles únicamente para usuarios @go.ugr.es.

### EVALUACIÓN

Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la normativa sobre planificación docente y organización de exámenes vigente en la Universidad de Granada, y 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.

