



## Grado en Ingeniería Electrónica y Automática 29840 - Microelectrónica

Guía docente para el curso 2013 - 2014

Curso: 4, Semestre: 1, Créditos: 6.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- Denis Navarro Tabernero denis@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se requieren conocimientos de **Electrónica Digital** y de **Sistemas Electrónicos Programables**.

El estudio y trabajo continuado, desde el primer día del curso, son fundamentales para superar con el máximo aprovechamiento la asignatura.

Es importante resolver cuanto antes las dudas que puedan surgir, para lo cual el estudiante cuenta con la asesoría del profesor, tanto durante las clases como en las horas de tutoría destinadas a ello. Pueden realizarse consultas puntuales a través de correo electrónico.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

El calendario detallado de las diversas actividades a desarrollar se establecerá una vez que la Universidad y el Centro hayan aprobado el calendario académico (el cual podrá ser consultado en la web del centro).

A título orientativo:

- Cada semana hay programadas 3h de clases en aula.
  - Cada dos semanas el estudiante realizará una práctica de laboratorio.
  - Las fechas de los exámenes y pruebas de convocatoria oficial las fijará la dirección del Centro.
- 

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Diseña circuitos electrónicos digitales con circuitos integrados, mediante lenguajes de descripción de hardware

- 2:** Sabe seleccionar una FPGA en base a su arquitectura, estructura interna y características
- 3:** Es capaz de analizar, diseñar, simular y validar experimentalmente circuitos digitales (combinacionales, secuenciales) utilizando FPGAs
- 4:** Conoce la metodología de diseño de sistemas digitales en FPGAs utilizando VHDL, es capaz de identificar los bloques básicos elementales necesarios para construir un sistema digital, y realizar descripciones comportamentales y sintetizables de los mismos en VHDL
- 5:** Conoce la problemática asociada al test de circuitos integrados y es capaz de diseñar en VHDL bancos de pruebas (test-bench) para los sistemas digitales diseñados
- 6:** Tiene experiencia en el trabajo con herramientas CAD de diseño digital con FPGA: captura de diseño, implementación en la FPGA, aplicación de restricciones, análisis temporal
- 7:** Es capaz de validar experimentalmente en el laboratorio el sistema diseñado en una placa de desarrollo comercial

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Microelectrónica es una asignatura **optativa**, dentro de la materia de Sistemas Electrónicos, de **6 créditos ECTS** que equivalen a **150h totales de trabajo**, correspondientes a 60 horas presenciales (clases de teoría, problemas, laboratorio...) y 90 no presenciales (resolución de ejercicios, estudio...).

Esta asignatura **puede considerarse la continuación de la Electrónica Digital de 2º curso**. Trata sobre la implementación moderna de sistemas digitales utilizando Dispositivos Lógicos Programables (PLD, FPGA) y Circuitos Integrados de Aplicación Específica (ASIC). Se trata de una asignatura muy orientada a la práctica profesional, en la que el peso fundamental de su calificación final vendrá dado por el trabajo práctico del estudiante en el laboratorio.

## Bibliografía y Recursos

### Bibliografía y Recursos

#### 1. Transparencias (apuntes) de la asignatura.

Disponibles en <http://moodle.unizar.es>.

#### 2. Enunciados de problemas y guiones de prácticas.

Disponibles en <http://moodle.unizar.es>.

#### 3. Textos de referencia:

- J.I. Artigas, L.A. Barragán, C. Orrite, I. Urriza, "Electrónica Digital. Aplicaciones y problemas con VHDL", Prentice-Hall, 2002.
- Peter J. Ashenden, Jim Lewis, "VHDL-2008: just the new stuff", [Morgan Kaufmann](#), 2008
- "Synthesis and Simulation Design Guide", disponible en [www.xilinx.com](http://www.xilinx.com)

#### 4. Software de referencia:

ISE WebPack <http://www.xilinx.com/support/download/index.htm>

---

## Contexto y competencias

---

## Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

El objetivo de la asignatura es formar al alumno en los fundamentos de la microelectrónica y sus herramientas de trabajo desde un punto de vista profesional. No solo se estudian las bases para **implementar de forma eficiente con FPGAs sistemas digitales de cierta complejidad**, sino que se pretende conseguir **capacidad de análisis y de diseño**.

### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura optativa se encuentra dentro de la materia de **Sistemas Electrónicos** de la titulación. Como es sabido, en la ingeniería electrónica pueden considerarse grandes ramas, como la analógica y la digital. **Esta asignatura es la más avanzada de tipo digital del grado**; con los conocimientos que se impartirán el alumno será capaz de diseñar sistemas electrónicos digitales reales y profesionales. Para cursarla se requieren sólidos conocimientos de “Fundamentos de Electrónica” (2º) y “Electrónica Digital” (2º). De hecho, **esta asignatura puede considerarse la continuación natural de Electrónica Digital**.

### Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

#### 1: Competencias específicas

- 1.- Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica analógica
- 2.- Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica digital y microprocesadores
- 3.- Capacidad para diseñar sistemas electrónicos analógicos, digitales y de potencia

#### 2: Competencias genéricas

- 1.- Capacidad para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de Ingeniería
- 2.- Capacidad para combinar los conocimientos básicos y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional
- 3.- Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico
- 4.- Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma

### Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Durante muchos años, las aplicaciones de la electrónica digital se limitaron a los sistemas informáticos. Hoy día, la tecnología digital tiene aplicación en un amplio rango de áreas además de la informática, como **la televisión, los sistemas de comunicaciones, de radar, instrumentación médica, control de procesos industriales y electrónica de consumo**.

Esta asignatura enseña a **diseñar sistemas electrónicos digitales de cierta complejidad**, abarcando desde el uso avanzado de un lenguaje de descripción de hardware, hasta su implementación en aplicaciones reales, a través de montajes en el laboratorio y el uso de herramientas profesionales de diseño asistido por ordenador.

---

## Evaluación

---

## Actividades de evaluación

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1: Prácticas de Laboratorio (70 %)**

Se valorarán las prácticas de laboratorio y los posibles trabajos asociados. Se calificarán mediante observación del trabajo de los estudiantes en el laboratorio y mediante análisis del trabajo preparatorio previo y de los informes de prácticas elaborados por los estudiantes.

Calificación de 0 a 10 puntos, supondrá el 70 % de la calificación global del estudiante.

**2: Examen escrito (30 %)**

Se realizará un examen escrito individual compuesto por varias cuestiones teórico-prácticas tipo test o de respuesta corta, a realizar en las convocatorias oficiales. En el examen se podrán consultar los materiales del curso.

Calificación de 0 a 10 puntos, supondrá el 30% de la calificación global del estudiante.

**3: PRUEBA GLOBAL (CONVOCATORIAS OFICIALES)**

En las dos convocatorias oficiales se realizará la evaluación global del estudiante. En ambas fechas se realizarán las siguientes pruebas:

- Examen teórico-práctico: calificación CT de 0 a 10 puntos (30 %). Se valorará la corrección de las respuestas, los desarrollos, diseños y resultados numéricos.

- Examen de laboratorio: calificación CL de 0 a 10 puntos (70 %). De este examen estarán eximidos los estudiantes que hayan obtenido una calificación de prácticas durante el curso mayor o igual que 4 puntos. El examen consistirá en la implementación de circuitos digitales similares a los desarrollados durante el curso en las sesiones de prácticas de laboratorio. Se valorará la metodología de diseño, el funcionamiento del circuito y el manejo del instrumental y de las herramientas software del laboratorio.

La calificación global de prácticas CL será la máxima de la calificación de prácticas durante el curso y la calificación del examen de laboratorio.

### **CALIFICACIÓN GLOBAL DE LA ASIGNATURA**

Si el estudiante ha obtenido una calificación CL mayor o igual que 4 puntos, la calificación global de la asignatura será  $(0.7 \times CL + 0.3 \times CT)$ . En otro caso, la calificación global será:  $\min(4, (0.7 \times CL + 0.3 \times CT))$ . La asignatura se supera con una calificación global de 5 puntos sobre 10.

---

## Actividades y recursos

---

### **Presentación metodológica general**

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

El proceso de enseñanza se desarrollará en tres niveles principales: clases de teoría, problemas y laboratorio, con creciente nivel de participación del estudiante.

- En las clases de teoría se expondrán las bases teóricas de los sistemas microelectrónicos, ilustrándose con numerosos

ejemplos.

- En las clases de problemas se desarrollarán problemas y casos tipo con la participación de los estudiantes.
- Se desarrollarán prácticas de laboratorio en grupos reducidos, donde el estudiante montará y comprobará el funcionamiento de los circuitos.

## **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

### **1: TRABAJO PRESENCIAL: 2.4 ECTS (60 horas)**

#### **1) Clase presencial (tipo T1) (30 horas).**

Sesiones expositivas de contenidos teóricos y prácticos. Se presentaran los conceptos y fundamentos de los sistemas microelectrónicos , ilustrándolos con ejemplos reales. Se fomentará la participación del estudiante a través de preguntas y breves debates.

Los contenidos que se desarrollan son los siguientes:

#### **PROGRAMA DE LA ASIGNATURA**

- Descripción avanzada de sistemas digitales utilizando VHDL .
- Codificación en coma fija con VHDL.
- Arquitectura de las FPGAs
- Diseño avanzado con FPGAs
- Fabricación de los circuitos CMOS
- Introducción al diseño de circuitos integrados de aplicación específica (ASIC).
- Diseño de entornos de Test.

#### **2) Clases de problemas y resolución de casos (tipo T2) (15 horas).**

Se desarrollarán problemas y casos con la participación de los estudiantes, coordinados en todo momento con los contenidos teóricos. Se fomenta que el estudiante trabaje previamente los problemas.

#### **3) Prácticas de laboratorio (tipo T3) (15 horas).**

El estudiante montará y comprobará el funcionamiento de circuitos electrónicos digitales reales en el laboratorio:

- Se realizará una primera práctica para recordar el entorno de desarrollo de VHDL y el manejo básico de FPGAs (trabajados en Electrónica Digital de 2º curso).
- El resto de sesiones de laboratorio consistirán en el desarrollo paso a paso de un sistema digital complejo, como por ejemplo el control en bucle cerrado de algún sistema del tipo motor, fuente de alimentación, levitador magnético, etc...

### **2: TRABAJO NO PRESENCIAL: 3.6 ECTS (90 horas)**

#### **4) Estudio (tipo T7) (85 horas).**

Estudio personal del estudiante de la parte teórica y realización de problemas. Se fomentará el trabajo continuo del estudiante mediante la distribución homogénea a lo largo del semestre de las diversas actividades de aprendizaje. Se incluyen aquí las **tutorías**, como atención directa al estudiante, identificación

de problemas de aprendizaje, orientación en la asignatura, atención a ejercicios y trabajos...

### **5) Pruebas de evaluación (tipo T8) (5 horas).**

Además de la función calificadoradora, la evaluación también es una herramienta de aprendizaje con la que el alumno comprueba el grado de comprensión y asimilación alcanzado.

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

Las clases magistrales y de problemas y las sesiones de prácticas en el laboratorio se imparten según horario establecido por el centro.

Cada profesor informará de su horario de atención de tutoría.

## **Bibliografía y Recursos**

### **Bibliografía y Recursos**

#### **1. Transparencias (apuntes) de la asignatura.**

Disponibles en <http://moodle.unizar.es>.

#### **2. Enunciados de problemas y guiones de prácticas.**

Disponibles en <http://moodle.unizar.es>.

#### **3. Textos de referencia:**

- J.I. Artigas, L.A. Barragán, C. Orrite, I. Urriza, "Electrónica Digital. Aplicaciones y problemas con VHDL", Prentice-Hall, 2002.
- Peter J. Ashenden, Jim Lewis, "VHDL-2008: just the new stuff", [Morgan Kaufmann](#), 2008
- "Synthesis and Simulation Design Guide", disponible en [www.xilinx.com](http://www.xilinx.com)

#### **4. Software de referencia:**

ISE WebPack <http://www.xilinx.com/support/download/index.htm>

## **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**

- Ashenden, Peter J.. VHDL-2008: just the new stuff / Peter J. Ashenden, Jim Lewis Morgan Kaufmann, 2008
- Electrónica digital : aplicaciones y problemas con VHDL / José Ignacio Artigas Maestre, Luis Ángel Barragán Pérez, Carlos Orrite Uruñuela, Isidro Urriza Parroqué Madrid [etc.] : Prentice Hall, D. L. 2002