

## 29852 - Diseño digital y control con FPGA

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2022/23

**Asignatura:** 29852 - Diseño digital y control con FPGA

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 440 - Graduado en Ingeniería Electrónica y Automática

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 4

**Periodo de impartición:** Primer semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

En esta asignatura se pretende formar profesionales que conozcan las técnicas de diseño digital actuales y en particular las técnicas de implementación de controles digitales. No solo se estudian las bases para implementar de forma eficiente con FPGA sistemas digitales de cierta complejidad, sino que se pretende conseguir capacidad de análisis y de diseño.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.  
Meta 7.2 De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.  
Meta 7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.
- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras.  
Meta 9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

### 1.2. 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 adquiridos el estudiante será capaz de diseñar sistemas electrónicos digitales profesionales.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se requieren conocimientos de **Electrónica Digital** y de **Sistemas Electrónicos Programables**. De hecho, esta asignatura puede considerarse la continuación natural de Electrónica Digital.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

#### Competencias básicas:

- Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

- Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

#### **Competencias transversales:**

- Capacidad para combinar los conocimientos generalistas y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional.
- Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma.
- Capacidad de gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la Ingeniería.

#### **Competencias específicas:**

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

## **2.2. Resultados de aprendizaje**

- Sabe seleccionar una FPGA en base a su arquitectura, estructura interna y características.
- Es capaz de analizar, diseñar, simular y validar experimentalmente circuitos digitales utilizando FPGA.
- 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.
- Es capaz de diseñar en VHDL bancos de pruebas (test-bench) para los sistemas digitales diseñados.
- 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.
- Es capaz de validar experimentalmente en el laboratorio el sistema diseñado en una placa de desarrollo comercial.

## **2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje**

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.

# **3. Evaluación**

## **3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba**

La calificación de cada actividad será de 0 a 10 y se le asigna un peso para obtener la calificación global.

### **1) Prácticas de Laboratorio (50 %)**

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 50 % de la calificación global del estudiante.

### **2) Examen escrito (50 %)**

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

Calificación de 0 a 10 puntos, supondrá el 50% de la calificación global del estudiante.

### **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 (50 %). Se valorará la corrección de las respuestas, los desarrollos, diseños y resultados numéricos.

- Examen de laboratorio: calificación de 0 a 10 puntos (50 %). 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. Si el estudiante ha obtenido una calificación CL mayor o igual que 4 puntos, la calificación global de la asignatura será  $(0.5*CL + 0.5*CT)$ . En otro caso, la calificación global será:  $\min(4, (0.5*CL + 0.5*CT))$ . La asignatura se supera con una calificación global de 5 puntos sobre 10.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

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

- En las clases de teoría se expondrán las bases teóricas del diseño digital con FPGA.
- En las clases de problemas se desarrollarán problemas y diseños representativos con la participación de los estudiantes.
- Se realizarán prácticas de laboratorio en grupos reducidos en las que se realizarán diseños digitales en VHDL, se simularán y se probarán en una placa de desarrollo con FPGA.

### 4.2. Actividades de aprendizaje

#### Clase magistral (20 horas aproximadamente)

Sesiones expositivas y explicativas de contenidos, siempre acompañadas de ejemplos. Se presentarán los conceptos importantes y novedosos del diseño, simulación e implementación de circuitos digitales y de control en FPGA. Los materiales que se expondrán en las clases magistrales estarán a disposición de los alumnos a través del Anillo Digital Docente.

#### Resolución de problemas y casos (10 horas aproximadamente)

En esta actividad se resolverá un conjunto de problemas representativos. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial. Los materiales que se expondrán en las clases magistrales estarán a disposición de los alumnos a través del Anillo Digital Docente

#### Prácticas de laboratorio (30 horas aproximadamente)

Las prácticas están estructuradas en 10 sesiones de 3 horas cada una. Es necesario venir al laboratorio con el trabajo preparatorio previo realizado. Los enunciados de las prácticas estarán a disposición de los alumnos a en el Anillo Digital Docente.

#### Estudio (84 horas aproximadamente)

Esta actividad comprende tanto el estudio personal encaminado a lograr el seguimiento adecuado de la asignatura, la preparación de las prácticas, del examen y las tutorías.

#### Pruebas de evaluación (6 horas aproximadamente)

La actividad de evaluación comprende la realización del examen y la revisión de las calificaciones del examen y de los trabajos.

### 4.3. Programa

El programa por temas que se propone para alcanzar los resultados de aprendizaje previstos es el siguiente:

- Tema 1. Aspectos avanzados de VHDL
- Tema 2. Operaciones aritméticas en VHDL
- Tema 3. Implementación de sistemas LTI discretos en FPGA
- Tema 4. Diseño síncrono.
- Tema 5. Arquitectura FPGA.

El programa tentativo de las sesiones de prácticas consistirá en 8 sesiones de prácticas dirigidas, dónde se desarrollarán diseños digitales con FPGA y se trabajará con las opciones avanzadas que ofrecen las herramientas CAD. Algunos de los diseños a implementar son:

- Lectura de sensor de temperatura 1-wire
- Comunicación serie asíncrona
- Interfaz con convertor A/D serie
- Oscilador digital en cuadratura (2 sesiones)
- Control digital de un convertidor de potencia reductor tipo Buck (2 sesiones)
- Sistema empotrado con MicroBlaze.

Además, se dedicarán las 2 últimas sesiones de laboratorio para desarrollar un diseño libre que contenga algunos elementos de los trabajados a lo largo del curso, como por ejemplo IP cores, sistemas LTI, periféricos de la placa (VGA, ratón o teclado PS/2, puerto serie...).

#### **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

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

Hay programadas 2 horas semanales para clases magistrales y de problemas, y 10 sesiones de laboratorio de 3 horas cada una.