

## 67236 - Control digital con FPGA de etapas de potencia

### Información del Plan Docente

<b>Año académico</b>	2018/19
<b>Asignatura</b>	67236 - Control digital con FPGA de etapas de potencia
<b>Centro académico</b>	110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura
<b>Titulación</b>	527 - Máster Universitario en Ingeniería Electrónica
<b>Créditos</b>	6.0
<b>Curso</b>	1
<b>Periodo de impartición</b>	Primer Semestre
<b>Clase de asignatura</b>	Optativa
<b>Módulo</b>	---

### 1. Información Básica

#### 1.1. Objetivos de la asignatura

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

En esta asignatura se pretende formar profesionales que conozcan las técnicas de control digital de etapas de potencia y que sean capaces de usarlas en aplicaciones reales. Para ello será necesario estudiar tres aspectos fundamentales: las técnicas de modulación y su implementación digital, para generar las señales de disparo de los dispositivos; la implementación en coma fija de reguladores lineales clásicos; y las técnicas de simulación en lazo cerrado de todo el sistema, incluyendo la parte digital y la analógica y de potencia, para verificar las prestaciones del control.

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

Esta asignatura es parte fundamental del bloque temático de la materia optativa "Electrónica para sistemas de potencia" del máster, ya que la tendencia actual para controlar sistemas de potencia es la utilización de técnicas digitales.

Para cursar esta asignatura se requieren conocimientos vistos principalmente en "Sistemas electrónicos avanzados". Además, esta asignatura está muy relacionada con la asignatura optativa "Modelado y control de sistemas electrónicos de potencia", en la que se obtienen los modelos para diseñar el control y se proponen controles analógicos, que pueden ser el punto de partida de su implementación digital. Los conocimientos proporcionados por esta asignatura permiten abordar la implementación digital en FPGA de distintos sistemas electrónicos que se estudian en otras asignaturas del máster.

#### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda haber cursado o estar cursando la asignatura obligatoria Sistemas Electrónicos Avanzados o tener conocimientos previos de diseño de circuitos digitales mediante metodologías y herramientas basadas en el uso del lenguaje VHDL.

Asimismo, se aconseja al alumno seguir la asignatura de forma presencial, asistiendo y participando activamente en las clases con el profesor, tanto teóricas como prácticas.

### 2.Competencias y resultados de aprendizaje

#### 2.1.Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para:

##### COMPETENCIAS BÁSICAS:

CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto dirigido o autónomo.

##### COMPETENCIAS GENERALES:

CG1. Capacidad para el modelado físico-matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en ámbitos relacionados con la Ingeniería Electrónica y campos multidisciplinares afines.

CG2. Capacidad para proyectar y diseñar productos, procesos e instalaciones en el ámbito de la Ingeniería Electrónica.

CG4. Capacidad para abordar con garantías la realización de una tesis doctoral en el ámbito de la Ingeniería Electrónica.

##### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:

CE2. Capacidad de concebir y desarrollar sistemas digitales avanzados basados en dispositivos programables, dispositivos lógicos configurables y circuitos integrados, con dominio de las herramientas de descripción de hardware.

CE4. Capacidad de especificar, caracterizar y diseñar componentes y sistemas electrónicos complejos en aplicaciones industriales y domésticas.

#### 2.2.Resultados de aprendizaje

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

- Aplica los conocimientos adquiridos para seleccionar una FPGA para un diseño dado en función de sus recursos

## 67236 - Control digital con FPGA de etapas de potencia

hardware.

- Diseña en VHDL moduladores digitales para las diferentes etapas de potencia.
- Diseña en VHDL reguladores lineales digitales utilizando aritmética en coma fija.
- Conoce las metodologías y herramientas basadas en el uso del lenguaje VHDL para implementar diseños digitales complejos en FPGA.
- Verifica funcionalmente el diseño mediante simulación en lazo cerrado del control digital y de la etapa de potencia.

### 2.3.Importancia de los resultados de aprendizaje

Los conocimientos, aptitudes y habilidades adquiridos a través de esta asignatura, junto con los del resto del Máster en Ingeniería Electrónica, deben permitir al estudiante desarrollar las competencias anteriormente expuestas, así como abordar con garantías la realización de una tesis doctoral en el ámbito de la aplicación de técnicas digitales para el control de etapas de potencia, o desempeñar adecuadamente una labor profesional en el mencionado ámbito.

## 3.Evaluación

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

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

#### Examen global con cuestiones teórico prácticas y problemas:

Se realizará a final del curso una prueba con cuestiones y problemas relativas tanto a los contenidos teóricos como a las prácticas realizadas. En el examen se podrán consultar los materiales del curso.

Esta actividad se calificará de 0 a 10 puntos y supondrá el **50%** de la calificación del estudiante en la asignatura.

#### Asistencia y evaluación de las prácticas:

Se evaluará el trabajo realizado en las sesiones de laboratorio pues se considera que el aprendizaje de esta materia está asociado a la experimentación práctica. Además de la asistencia (que es obligatoria) se evaluarán los siguientes aspectos relativos a la realización de las prácticas:

- Preparación previa de la práctica.
- Manejo de las herramientas de diseño electrónico.
- La autonomía de los estudiantes en el laboratorio.
- El funcionamiento del diseño en la FPGA.
- La participación de cada uno de los integrantes del grupo en cada trabajo.

Esta actividad se calificará de 0 a 10 puntos y supondrá el **30%** de calificación del estudiante en la asignatura.

#### Valoración de los trabajos realizados en relación a las prácticas:

Se requerirá la elaboración de un informe al finalizar cada práctica. Este informe constará de un resumen de la práctica y

## 67236 - Control digital con FPGA de etapas de potencia

las respuestas a las cuestiones planteadas en el enunciado de la práctica. Se apreciará especialmente el grado de cumplimiento de la práctica y de las cuestiones planteadas.

Esta actividad se calificará de 0 a 10 puntos y supondrá el **20%** de la calificación del estudiante en la asignatura.

### Calificación global:

La asignatura se evaluará en la modalidad de **evaluación global** mediante las actividades anteriormente expuestas.

La asignatura se supera con una calificación global mayor o igual que 5 puntos sobre 10.

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

### 4.1. 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 participación del estudiante.

- En las clases de teoría se expondrán las bases teóricas del diseño digital con FPGA para aplicaciones de potencia.
- 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

**Las actividades de aprendizaje previstas en esta asignatura son las siguientes:**

#### 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 controladores digitales en FPGAs utilizando el lenguaje de descripción de hardware VHDL. 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

## 67236 - Control digital con FPGA de etapas de potencia

### **Prácticas de laboratorio** (18 horas **aproximadamente**)

Las prácticas están estructuradas en 6 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.

### **Trabajos docentes** (35 horas **aproximadamente**)

En esta actividad se realizarán los trabajos relacionados con el tema 2 y las prácticas. Los trabajos se realizarán en grupos de dos personas.

### **Tutela de trabajos** (5 horas aproximadamente)

Tutela personalizada profesor-estudiante para los trabajos docentes.

### **Estudio** (60 horas **aproximadamente**)

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

### **Pruebas de evaluación** (2 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:**

\* T0: Presentación e introducción a la asignatura.

\* T1: Diseño con FPGA para etapas de potencia.

\* T2: Operaciones aritméticas en VHDL

## 67236 - Control digital con FPGA de etapas de potencia

- \* T3: Simulación en VHDL de etapas de potencia.
- \* T4: Moduladores. Generación digital de señales de disparo.
- \* T5: Implementación de reguladores digitales en VHDL.

### Programa de las sesiones de prácticas

- \* P1: Lectura de un sensor de temperatura de 1 hilo.
- \* P2: Control de conversor A/D. Simulación + Montaje.
- \* P3: Modelado en VHDL de un convertidor Buck. Simulación.
- \* P4: Modulador sigma-delta. Simulación + Montaje.
- \* P5: Control digital de un convertidor Buck I. Simulación.
- \* P6: Control digital de un convertidor Buck II. Simulación + Montaje.

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

#### 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 (horarios disponibles en su página web). El resto de actividades se planificará en función del número de alumnos y se dará a conocer con la suficiente antelación.

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 página *web* del centro).

A título orientativo:

- **Período de clases:** primer cuatrimestre (Otoño).
- **Clases de teoría y problemas-casos:** cada semana hay programadas clases de teoría y/o problemas-casos en el aula.
- **Sesiones prácticas de laboratorio:** el estudiante realizará sesiones prácticas de laboratorio y entregará trabajos asociados a las mismas.
- **Entrega de trabajos:** se informará adecuadamente en clase de las fechas y condiciones de entrega.
- **Examen:** habrá un examen de 1ª convocatoria y otro de 2ª convocatoria en las fechas concretas que indique el centro.

### 4.5. Bibliografía y recursos recomendados

## 67236 - Control digital con FPGA de etapas de potencia

Materiales bibliográficos recomendados se encuentran en la página web de la biblioteca.

### **Materiales docentes básicos:**

\* Disponibles en <http://moodle2.unizar.es>

\* Transparencias **de la asignatura**: son considerados los apuntes de la asignatura.

\* **Enunciados de problemas y guiones de prácticas.**

\* **Materiales docentes complementarios**: conjunto de materiales de utilidad para la asignatura: manuales de la placa de FPGA, hojas de características de componentes, etc.