



Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería de Telecomunicación

UPCT



GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA:

# SISTEMAS DIGITALES BASADOS EN MICROPROCESADORES (MICROPROCESSOR-BASED DIGITAL SYSTEMS)

Titulación/es: Grado en Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación



## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Sistemas Digitales Basados en Microprocesadores (Microprocessor-based Digital Systems)				
<b>Materia*</b>	Sistemas Digitales basados en Microprocesadores				
<b>Módulo*</b>	Común a la rama de telecomunicaciones				
<b>Código</b>	504102006 (GIST)				
<b>Titulación</b>	Grado en Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación (GIST)				
<b>Plan de estudios</b>	2010				
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación				
<b>Tipo</b>	Común a la rama de telecomunicaciones				
<b>Periodo lectivo</b>	Cuatrimestral	<b>Cuatrimestre</b>	C2	<b>Curso</b>	2º
<b>Idioma</b>	Español				
<b>ECTS</b>	6	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	180

\* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos:*

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>



## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	Javier Toledo Moreo		
<b>Departamento</b>	Electrónica, Tecnología de Computadores y Proyectos		
<b>Área de conocimiento</b>	Arquitectura y Tecnología de Computadores		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho 13, 2ª Planta ETSIT		
<b>Teléfono</b>	968326513	<b>Fax</b>	968326400
<b>Correo electrónico</b>	javier.toledo@upct.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://wsdetcp.upct.es/Personal/JToledo/home.htm">http://wsdetcp.upct.es/Personal/JToledo/home.htm</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	<a href="http://www.detcp.upct.es/tutorias/tutorias.htm">www.detcp.upct.es/tutorias/tutorias.htm</a>		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho 13, 2ª Planta ETSIT		

<b>Titulación</b>	Ingeniero en Automática y Electrónica Industrial
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Colaborador
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	2000
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	3
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Sistemas embebidos de procesamiento digital
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	1
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	



<b>Profesor</b>	Rafael Toledo Moreo		
<b>Departamento</b>	Electrónica, Tecnología de Computadores y Proyectos		
<b>Área de conocimiento</b>	Arquitectura y Tecnología de Computadores		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho 8, 2ª Planta ETSIT		
<b>Teléfono</b>	968325948	<b>Fax</b>	968326400
<b>Correo electrónico</b>	rafael.toledo@upct.es		
<b>URL / WEB</b>			
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	<a href="http://www.detcp.upct.es/tutorias/tutorias.htm">www.detcp.upct.es/tutorias/tutorias.htm</a>		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho 8, 2ª Planta ETSIT		

<b>Titulación</b>	Ingeniero en Automática y Electrónica Industrial. Doctor en Informática por la Universidad de Murcia
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	2005
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	3
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Electrónica para el espacio, Sistemas de Navegación
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	2
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	



<b>Profesor</b>	Alfonso Aniorte Carbonell		
<b>Departamento</b>	Electrónica, Tecnología de Computadores y Proyectos		
<b>Área de conocimiento</b>	Arquitectura y Tecnología de Computadores		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho A2, 2ª planta ETSIT		
<b>Teléfono</b>		<b>Fax</b>	968326400
<b>Correo electrónico</b>	alfonso.aniorte@upct.es		
<b>URL / WEB</b>			
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	<a href="http://www.detcp.upct.es/tutorias/tutorias.htm">www.detcp.upct.es/tutorias/tutorias.htm</a>		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho A2, 2ª planta ETSIT		

<b>Titulación</b>	Ingeniero Industrial, esp. Electrónica y Automática.
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Asociado
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	2002
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	



### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

Se trata de una asignatura de gran carga práctica que introduce a los estudiantes en el diseño de sistemas digitales basados en microprocesadores a diferente nivel, familiarizándolos con la programación de microcontroladores e introduciéndolos en el diseño de sistemas digitales sobre hardware reconfigurable.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura contribuye a desarrollar las competencias relacionadas con el diseño, configuración e implementación de sistemas digitales basados en microcontroladores y en hardware reconfigurable.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Está muy relacionada con las asignaturas Fundamentos de Computadoras y Fundamentos de Programación de primer curso, Circuitos y Funciones Electrónicas de segundo curso, y Arquitecturas hardware para telecomunicaciones de cuarto curso.

#### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No se contemplan.

#### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

De acuerdo con lo indicado en el apartado 3.3, se recomienda haber superado las asignaturas de primer curso "Fundamentos de Computadoras" y "Fundamentos de Programación". Es muy recomendable también cursar en paralelo la asignatura de segundo cuatrimestre de segundo curso "Circuitos y Funciones Electrónicas".

#### 3.6. Medidas especiales previstas

Tal como recoge el artículo 6 de la Normativa de Evaluación de la UPCT, el Vicerrectorado correspondiente podrá establecer adaptaciones especiales en la metodología y el desarrollo de enseñanzas para los estudiantes que padezcan algún tipo de discapacidad o alguna limitación, a efectos de posibilitarles la continuación de los estudios.

Los estudiantes que por algún tipo de incompatibilidad justificada no puedan asistir a las sesiones programadas de asistencia obligatoria deben comunicárselo al profesor responsable al comienzo de curso.



## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

**CB1.** Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

**CB2.** 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.

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

**CG3.** Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

**C9.** Capacidad de análisis y diseño de circuitos combinacionales y secuenciales, síncronos y asíncronos, y de utilización de microprocesadores y circuitos integrados.

**C10.** Conocimiento y aplicación de los fundamentos de lenguajes de descripción de dispositivos de hardware.

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

**TR4.** Utilizar con solvencia los recursos de información.

**TR5.** Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos.



#### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

Al terminar con éxito esta asignatura, los estudiantes serán capaces de:

1. Reconocer los bloques funcionales de un microprocesador y explicar el funcionamiento de las técnicas básicas de su gestión.
2. Describir la arquitectura y el funcionamiento de sistemas digitales basados en microprocesadores, así como identificar aplicaciones de los mismos.
3. Reconocer los diferentes tipos de microprocesadores existentes, recordar las particularidades de cada uno y saber interpretarlas para elegir el más adecuado para una determinada aplicación.
4. Justificar la necesidad de la conversión de analógico a digital y recordar las principales características de los convertidores A/D.
5. Explicar la arquitectura interna de un microcontrolador estándar. Diseñar sistemas digitales basados en microcontroladores y demostrar habilidades en el manejo de herramientas para su programación y simulación.
6. Explicar la arquitectura interna de los dispositivos FPGA y describir sus recursos de propósito general y específico.
7. Describir los principios básicos de los lenguajes de descripción hardware y recordar la descripción de componentes combinacionales y secuenciales básicos para el diseño de circuitos a nivel RTL.
8. Implementar sistemas digitales basados en hardware reconfigurable y demostrar habilidades en el manejo de herramientas para su diseño, simulación e implementación
9. Recordar la terminología propia del campo tanto en idioma español como en inglés.

\*\* Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:

[http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes\\_v02.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)



## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Microprocesadores y microcontroladores. Diseño de sistemas basados en microprocesador. Lenguajes de descripción hardware.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### **Bloque I. – Conceptos básicos de un microprocesador e introducción a los Sistemas Digitales basados en microprocesador**

- 1.1. Introducción a los sistemas digitales basados en microprocesadores
- 1.2. Conceptos básicos de entrada/salida de un computador
- 1.3. Conceptos básicos de interrupciones en un computador
- 1.4. Conceptos básicos de conversión de analógico a digital

#### **Bloque II. – Sistemas digitales basados en microcontrolador**

- 2.1. Arquitecturas de microcontroladores
- 2.2. Entrada/salida y periféricos
- 2.3. Interrupciones
- 2.4. Buses
- 2.5. Conversión Analógico/Digital
- 2.6. Aplicaciones

#### **Bloque III. – Sistemas digitales en hardware reconfigurable**

- 3.1. Arquitectura de los dispositivos FPGA
- 3.2. Sistemas digitales a nivel de transferencia de registro
- 3.3. Síntesis de sistemas digitales con VHDL
  - 3.3.1. Descripción de componentes combinacionales
  - 3.3.2. Descripción de componentes secuenciales
  - 3.3.3. Descripción de máquinas de estados finitos.



### 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

#### Sesiones 1-9. Programación de microcontroladores PIC:

- Proyecto: Implementación de un sistema digital basado en microcontroladores PIC.

Para guiar el proceso de aprendizaje se propondrán prácticas dedicadas a:

- Práctica 0: familiarización con el juego de instrucciones y el entorno de programación y simulación.
- Práctica 1: Entrada/salida.
- Práctica 2: Temporizadores y contadores.
- Práctica 3: Interrupciones.
- Práctica 4: Comunicación serie.
- Práctica 5: Conversión A/D.

#### Sesiones 10-15. Programación en lenguaje VHDL

- Proyecto: Implementación en FPGA de un sistema digital diseñado a nivel RTL en lenguaje VHDL.

Para guiar el proceso de aprendizaje se propondrán prácticas dedicadas a:

- Práctica 0: familiarización con el entorno de diseño y simulación.
- Práctica 1: Diseño de circuitos digitales de nivel básico.

### Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.



## 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

### **Part I. – Fundamentals of microprocessors and introduction to microprocessor-based digital systems**

- 1.1. Introduction to microprocessor-based digital systems
- 1.2. Fundamentals of Input/output
- 1.3. Fundamentals of Interrupts
- 1.4. Fundamentals of Analog to Digital Conversion

### **Part II. – Microcontroller-based digital systems**

- 2.1. Microcontroller architecture
- 2.2. Input/output and peripherals
- 2.3. Interrupts
- 2.4. Buses
- 2.5. Analog to Digital Conversion
- 2.6. Applications

### **Part III. – Digital systems in reconfigurable hardware**

- 3.1. FPGA architecture
- 3.2. Digital systems at Register Transfer Level
- 3.3. Synthesis with VHDL
  - 3.3.1. Description of combinational components
  - 3.3.2. Description of sequential components
  - 3.3.3. Description of Finite State Machines

### **Laboratory**

- Labs 1-9: Programming PIC microcontrollers  
Labs 10-15: Programming VHDL



## 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los objetivos de las diferentes unidades didácticas son los siguientes:

Unidad didáctica I Conceptos básicos de un microprocesador e introducción a los Sistemas Digitales basados en microprocesador

- Introducir el concepto de Entrada/Salida y describir el funcionamiento de las técnicas básicas de su gestión en un computador.
- Introducir el concepto de interrupción y describir las técnicas básicas de su gestión en un computador.
- Justificar la necesidad de la conversión de analógico a digital y describir las principales características de los convertidores A/D.
- Presentar los diferentes tipos de microprocesadores existentes y discutir las particularidades de cada uno para identificar el más adecuado para una determinada aplicación.
- Presentar la arquitectura y describir el funcionamiento de los sistemas digitales basados en microprocesador. Identificar los campos de aplicación.
- Analizar el funcionamiento de buses, memorias e interfaces de comunicaciones en el contexto de los sistemas basados en microprocesadores

Unidad didáctica II: Sistemas digitales basados en microcontrolador

- Describir la arquitectura interna de un microcontrolador estándar.
- Programar aplicaciones en lenguaje ensamblador utilizando los recursos y periféricos básicos
- Manejar herramientas de diseño de sistemas digitales basados en microcontroladores, incluyendo la programación y la simulación.
- Asimilar la metodología de desarrollo de sistemas basados en microcontroladores.

Unidad didáctica III: Sistemas digitales en hardware reconfigurable

- Introducir la arquitectura interna de los dispositivos FPGA y sus recursos de propósito general y específico. Valorar el principio básico de su funcionamiento.
- Presentar el flujo de diseño con dispositivos de hardware reconfigurable y los niveles de descripción de diseño.
- Estudiar los principios básicos de los lenguajes de descripción hardware y la descripción en lenguaje VHDL de componentes combinacionales y secuenciales básicos para la descripción de circuitos a nivel RTL.
- Asimilar la metodología de desarrollo de sistemas basados en hardware reconfigurable, incluyendo los aspectos hardware y software del sistema.



## 6. Metodología docente

### 6.1. Metodología docente\*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Se empleará la clase magistral participativa y la exposición de transparencias como método principal de transmisión de los conocimientos y de adquisición de las competencias y capacidades.	Presencial:	15
		No presencial:	20
Resolución de ejercicios y casos prácticos	El profesor resolverá, con la participación de los alumnos, ejercicios y problemas prácticos.	Presencial:	12
		No presencial:	30
Prácticas de laboratorio	El profesor presentará el trabajo a realizar. Posteriormente los alumnos realizarán la práctica, mientras el profesor resuelve las dudas planteadas.	Presencial:	30
		No presencial:	66
Asistencia de conferencias, seminarios, visitas guiadas		Presencial:	2
		No presencial:	0
Presentación de trabajos ante el profesor	El profesor propondrá trabajos específicos relacionados con la asignatura.	Presencial:	1
		No presencial:	0
Realización de pruebas de evaluación	Prueba de evaluación escrita.	Presencial:	4
			<b>180</b>

### 6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Actividades formativas (6.1)	Resultados del aprendizaje (4.5)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Clase de teoría (incluye asistencia a seminarios)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Resolución de ejercicios y casos prácticos		X	X	X	X	X	X	X	X
Prácticas de laboratorio				X	X		X	X	X
Presentación de trabajos ante el profesor					X			X	



## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Examen de teoría	X		Examen de cuestiones para evaluar los conocimientos de teoría	25%	1-9
Examen de programación	X		Examen para evaluar los conocimientos de programación de microcontroladores y en lenguaje VHDL	67,5%	4,5,7,8,9
Realización de proyectos	X	X	Verificación de su funcionamiento en laboratorio, según un proceso de evaluación continua.	7,5%	4,5,7,8,9

#### Comentarios adicionales:

La metodología evalúa la adquisición de competencias y el logro de los resultados de aprendizaje esperados en cada uno de los tres bloques de la asignatura: conocimientos de teoría (25% de la calificación global de la asignatura), programación de microcontroladores (45% de la calificación global) y programación en lenguaje VHDL (30% de la calificación global).

La calificación de cada parte de programación estará formada por la calificación de un examen (90%) y por la de los proyectos correspondientes (10%). La evaluación de los proyectos se realizará de forma continua durante el periodo dedicado al bloque correspondiente, cuya fecha de finalización será anunciada al comienzo del mismo. El examen de programación constará de dos partes: una dedicada a la programación del microcontrolador (60% de la nota de este examen) y otra a la programación en VHDL (40% de la nota de este examen).

Para aprobar la asignatura es necesario alcanzar una puntuación mínima del 50% en cada uno de los tres bloques de la asignatura.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

### 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)



## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

- Transparencias de clase
- PIC16F87X Datasheet, Microchip Inc.
- PIC-micro Mid-Range MCU Family Reference Manual, Microchip Inc.
- Síntesis de Sistemas Digitales con VHDL, J. Garrigos, J. Toledo, J. Alvarez.

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

- Logic and Computer Design Fundamentals, M. Morris
- Organización y Arquitectura de Computadores, W. Stallings
- Fundamentos de Computadoras, P. de Miguel
- Microcontroladores PIC, J.M. Angulo
- Microcontroladores. Fundamentos y Aplicaciones con PIC. F. Valdés
- Digital Design: Principles and Practices, J. Wakerly.
- Diseño de Sistemas Digitales y Microprocesadores, J. Hayes.
- FPGAs: instant Access, C. Maxfield
- FPGA prototyping by VHDL examples, P. Chu

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

- Aula virtual de la asignatura accesible para todos los alumnos matriculados a través de la siguiente dirección web: <https://aulavirtual.upct.es>
- [www.microchip.com](http://www.microchip.com)
- [www.xilinx.com](http://www.xilinx.com)

