



## Guía docente de la asignatura

<b>Asignatura</b>	SISTEMAS ELECTRÓNICOS BASADOS EN MICROPROCESADOR		
<b>Materia</b>	ELECTRÓNICA DIGITAL		
<b>Módulo</b>	MATERIAS BÁSICAS DE TELECOMUNICACIONES		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE TELECOMUNICACIÓN GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Plan</b>	460 (I.T.T.) 512 (I.T.E.T.)	<b>Código</b>	45018 (I.T.T.) 46616 (I.T.E.T.)
<b>Periodo de impartición</b>	2º CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OBLIGATORIA
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	2º
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	Luis Alberto Marqués Cuesta Héctor García García Ruth Pinacho Gómez		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 423000 E-MAIL: <a href="mailto:lmarques@ele.uva.es">lmarques@ele.uva.es</a> , <a href="mailto:hecgar@ele.uva.es">hecgar@ele.uva.es</a> , <a href="mailto:rutpin@tel.uva.es">rutpin@tel.uva.es</a>		
<b>Horario de tutorías</b>	Ver tutorías del grado de Tecnologías Específicas en: <a href="http://www.uva.es/export/sites/uva/2.docencia/2.01.grados/2.01.02.ofertaformativagrados/2.01.02.01.alfabetica/Grado-en-Ingenieria-de-Tecnologias-Especificas-de-Telecomunicacion/">http://www.uva.es/export/sites/uva/2.docencia/2.01.grados/2.01.02.ofertaformativagrados/2.01.02.01.alfabetica/Grado-en-Ingenieria-de-Tecnologias-Especificas-de-Telecomunicacion/</a> Ver tutorías del grado de Tecnologías de Telecomunicación en: <a href="http://www.uva.es/export/sites/uva/2.docencia/2.01.grados/2.01.02.ofertaformativagrados/2.01.02.01.alfabetica/Grado-en-Ingenieria-de-Tecnologias-de-Telecomunicacion/">http://www.uva.es/export/sites/uva/2.docencia/2.01.grados/2.01.02.ofertaformativagrados/2.01.02.01.alfabetica/Grado-en-Ingenieria-de-Tecnologias-de-Telecomunicacion/</a>		
<b>Departamento</b>	ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

La asignatura de “Sistemas Electrónicos Basados en Microprocesador” se encuentra dentro del bloque de materias básicas de telecomunicaciones, concretamente, es la segunda y última asignatura que se imparte dentro de la materia de “Electrónica Digital”. Está planteada como una continuación de la asignatura de “Circuitos Electrónicos Digitales” o, lo que es lo mismo, como una electrónica digital avanzada. En ella se combinan los bloques digitales estudiados en la asignatura de “Circuitos Electrónicos Digitales” para diseñar sistemas digitales más complejos como son máquinas algorítmicas programables básicas a nivel de registro, es decir CPUs.

El diseño y comprensión de estos sistemas básicos será el pilar donde se asiente el estudio de los microprocesadores en todas sus variantes (microprocesadores, microcontroladores, DSP's). Esto permitirá obtener al alumno una visión profunda de su funcionamiento.

Y como las CPUs están presentes en cualquier sistema electrónico de tratamiento de información, en una segunda parte de la asignatura se describirá someramente su conexión e interrelación con el resto de los componentes electrónicos existentes dentro de un microprocesador, los denominados genéricamente, periféricos. Para ello se describirá un microcontrolador concreto, lo que dará al alumno una visión de conjunto que será posteriormente ampliada en cursos superiores en función de la aplicación específica del sistema completo.

### 1.2 Relación con otras materias

En el grado de tecnologías específicas de Telecomunicación (mención en Telemática), la asignatura de “Interconexión de sistemas digitales” viene a ampliar el último bloque tratado en esta asignatura (bloque dedicado a la entrada/salida y conexiones del microprocesador con el exterior) ya que trata sobre los protocolos e interfaces para la conexión entre subsistemas. Dentro de este mismo grado, la asignatura de “Instrumentación Electrónica en Sistemas Telemáticos” también está relacionada ya que, a través de convertidores analógico/digitales y digital/analógicos, en algunos casos incluidos dentro del chip del microprocesador, ponemos en comunicación los sistemas de adquisición de datos y actuadores con los sistemas que procesan la información, que son, básicamente microprocesadores.

Es, obviamente en el grado de tecnologías específicas de Telecomunicación (mención en Sistemas Electrónicos) donde se encuentra el mayor número de asignaturas relacionadas con la presente. En él, existen dos asignaturas: “Diseño de Circuitos y Sistemas Digitales” y “Diseño de Circuitos y Sistemas Mixtos” dedicadas a la descripción a nivel de transistor y el layout de los circuitos básicos digitales. En estas asignaturas se utilizarán los lenguajes de descripción de hardware, introducidos en la presente asignatura para sintetizar diseños puramente digitales y mixtos. Por otro lado, en la asignatura de Ingeniería de Sistemas Electrónicos se ampliarán cuestiones de consumo, simulación, diseño y fabricación de circuito impreso adelantadas en el segundo bloque de esta asignatura. También está altamente relacionada con la asignatura de “Microcontroladores y Procesadores de Señal Digital” donde se describen con mayor detalle microcontroladores y DSP's concretos así como sus aplicaciones. Por último, esta misma temática también es



abordada en la asignatura de “Diseño de circuitos digitales para las comunicaciones” del 2º cuatrimestre del 3º curso del grado de tecnologías específicas de Telecomunicación (mención en Sistemas de Telecomunicación)

### 1.3 Prerrequisitos

---

No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura., aunque sí recomendaciones lógicas que el alumno debería tener en cuenta. Puesto que se trata de una electrónica digital avanzada enfocada en el estudio de máquinas algorítmicas programables es recomendable haber cursado con anterioridad la asignatura “Circuitos Electrónicos Digitales” de la materia “Electrónica Digital”





## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- GB1. Capacidad de razonamiento, análisis y síntesis.
- GB3. Capacidad de toma de decisiones en la resolución de problemas básicos de ingeniería de telecomunicación, así como identificación y formulación de los mismos.
- GB5. Conocimiento de materias básicas, científicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías.
- GC1. Capacidad de organización, planificación y gestión del tiempo.
- GC2. Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.
- GC3. Capacidad para trabajar en cualquier contexto, individual o en grupo, de aprendizaje o profesional, local o internacional, desde el respeto a los derechos fundamentales, de igualdad de sexo, raza o religión y los principios de accesibilidad universal, así como la cultura de paz.

### 2.2 Específicas

- T9. Capacidad de análisis y diseño de circuitos combinacionales y secuenciales, síncronos y asíncronos, y de utilización de microprocesadores y circuitos integrados.
- T10. Conocimiento y aplicación de los fundamentos de lenguajes de descripción de dispositivos de hardware.



### 3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Explicar los conceptos fundamentales relacionados con la estructura y el funcionamiento de sistemas electrónicos basados en microprocesador
- Analizar y diseñar (sintetizar) máquinas algorítmicas programables sencillas así como sus instrucciones a nivel de registro.
- Describir las diferencias entre las distintas arquitecturas de microprocesadores y su evolución hasta la actualidad.
- Explicar las distintas maneras de intercomunicación entre los sistemas de entrada/salida y las unidades centrales de proceso. Concretarlo en casos particulares.
- Elegir entre los diferentes tipos de microprocesadores aquellos que se adecuan una aplicación concreta
- Utilizar hojas de especificaciones de componentes para extraer los datos más relevantes y poder comparar entre diferentes alternativas.
- Trabajar en grupo utilizando las herramientas CAD para el diseño de bloques digitales para el diseño y la comprobación de los sistemas diseñados.
- Organizar, planificar y gestionar el tiempo de laboratorio
- Comunicar, tanto por escrito como oralmente el procedimiento utilizado en el laboratorio y los posibles problemas surgidos.



#### 4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	26	Estudio y trabajo autónomo individual	60
Clases prácticas	10	Estudio y trabajo autónomo grupal	30
Laboratorios	20		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios	0		
Otras actividades	4		
<b>Total presencial</b>	<b>60</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>90</b>





## 5. Bloques temáticos

### Bloque 1: La Unidad Central de Proceso (CPU)

Carga de trabajo en créditos ECTS: 

#### a. Contextualización y justificación

Esta asignatura consta de dos bloques. El primero entronca con la asignatura de "Circuitos Electrónicos Digitales" y en él se describe la estructura y funcionamiento de sistemas de procesamiento programables a nivel de registro. Comienza con el diseño de controladores de rutas de datos, que no son más que autómatas síncronos más complejos que los abordados en la asignatura anterior dedicados a la secuenciación de las instrucciones que se ejecutan en una unidad operativa dedica al cálculo intensivo. A partir de este punto se aborda el diseño de la ruta de datos y los controladores correspondientes de dos máquinas muy sencillas pero ilustrativas de las dos arquitecturas clásicas.

#### b. Objetivos de aprendizaje

- Analizar y diseñar máquinas algorítmicas sencillas de propósito específico
- Analizar y diseñar sistemas programables tanto su estructura como su conjunto de instrucciones
- Ser capaz de seleccionar entre varios procesadores, aquel que más se ajusta a nuestros propósitos atendiendo a su capacidad de memoria, velocidad y juego de instrucciones.
- Utilizar lenguajes de descripción de hardware (HDL) para el diseño de sistemas digitales.

#### c. Contenidos

##### TEMA 1 – UNIDAD DE CONTROL

- 1.1.- Introducción: Máquinas de estado algorítmico
- 1.2.- Unidad de procesamiento de datos (Ruta de datos).
- 1.3.- Controladores. Implementación de un controlador.
- 1.4.- Control cableado.
- 1.5.- Control microprogramado – palabra de control.
- 1.6.- Respuesta condicional de controladores.

Práctica laboratorio 1 – Introducción Verilog – Diseño estructural

##### TEMA 2 – SISTEMAS ALGORÍTMICOS PROGRAMABLES

- 2.1.- Introducción: Sistemas digitales de proceso.
- 2.2.- Arquitectura de un ordenador sencillo.
- 2.3.- Unidad Aritmético-Lógica y Desplazador.
- 2.4.- Control cableado de ciclo sencillo – Arquitectura Harvard.
- 2.5.- Ruta de datos y control en canalización (pipeline).
- 2.6.- Control microprogramado de ciclos múltiples – Arquitectura Von-Neumann.

Práctica laboratorio 2 – Diseño RTL y simulación de una ALU

Práctica laboratorio 3 – Diseño algorítmico - Ruta de datos

Práctica laboratorio 4 – Diseño algorítmico de la CPU completa



### TEMA 3 – ARQUITECTURA DEL CONJUNTO DE INSTRUCCIONES

- 3.1.- Conceptos de arquitectura de computación.
- 3.2.- Direccionamiento de operandos.
- 3.3.- Modos de direccionamiento.
- 3.4.- Arquitecturas de conjunto de instrucciones.
- 3.5.- Instrucciones de transferencia de datos.
- 3.6.- Instrucciones de manipulación de datos.
- 3.7.- Aritmética de punto flotante.
- 3.8.- Instrucciones de control de programa.
- 3.9.- Interrupciones.

#### d. Métodos docentes

---

- Clase magistral participativa
- Resolución de problemas por parte del profesor y los alumnos en clases de aula
- Utilización de herramientas CAD (lenguaje Verilog) para el diseño de CPUs

#### e. Plan de trabajo

---

Véase el Anexo I.

#### f. Evaluación

---

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- 2 pruebas escritas parciales
- Realización de las prácticas de laboratorio – 1 prueba práctica final
- Prueba escrita sobre la totalidad del contenido de la asignatura al final del cuatrimestre.

#### g. Bibliografía básica

---

- M. Morris Mano, C.R. Kime, *Fundamentos de Diseño Lógico y Computadoras*, 3ª edición. Prentice Hall, 2005.
- M.D: Ciletti, *Modeling, Synthesis and Rapid Prototyping with the Verilog HDL*, Prentice Hall, 1999
- Proteus VSM (Virtual System Modelling) User Manual
- Isis (Intelligent Schematic Input System) User Manual
- James M. Lee. *Verilog Quickstart*, 3<sup>rd</sup> edition

#### h. Bibliografía complementaria

---

- T.L. Floyd, *Fundamentos de Sistemas Digitales*, Prentice Hall.
- E. Mandado, *Sistemas Electrónicos Digitales*, Marcombo.
- J.P. Hayes, *Introducción al Diseño Lógico Digital*, Addison-Wesley.
- R.J. Tocci, N. S. Widmer, G. L. Moss, *Sistemas Digitales: Principios y Aplicaciones*, 10ª edición Prentice Hall 2007



- H. Taub, *Circuitos Digitales y Microprocesadores*, McGraw-Hill

### **i. Recursos necesarios**

---

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Se utilizarán transparencias en las clases magistrales
- Documentación de apoyo para la realización de problemas de aula y prácticas de laboratorio
- Aula con PCs y las herramientas de software (Notepad, iverilog, gtkwave) para el diseño y simulación de bloques digitales





## Bloque 2: Sistemas de Entrada/Salida – Periféricos - Familias de Microprocesadores

Carga de trabajo en créditos ECTS:

### a. Contextualización y justificación

Para fijar conceptos sobre el conjunto de instrucciones así la conexión de la CPU con los periféricos y con el exterior se ha decidido concretarlos en un microcontrolador comercial. De este modo el alumno tendrá también una serie de nociones sobre las comunicaciones de entrada/salida y de las aplicaciones típicas de los sistemas descritos en el bloque 1.

### b. Objetivos de aprendizaje

- Explicar la problemática de las operaciones de entrada/salida: temporizaciones, protocolos.....
- Distinguir las características específicas de los distintos tipos de microprocesadores existentes en el mercado
- Manejar efectivamente herramientas de simulación y diseño de prototipos.
- Utilizar lenguajes del alto nivel (C) para la programación de microcontroladores en aplicaciones típicas.
- Enumerar las ventajas y desventajas de la utilización de estos lenguajes frente al ensamblador
- Describir diferentes fuentes de energía para alimentar los sistemas electrónicos digitales.
- Realizar cálculos del consumo de energía y optimizar el mismo.

### c. Contenidos

#### TEMA 4 – ESTUDIO DEL PROCESADOR ARM7

- 4.1.- Introducción
- 4.2.- Arquitectura
- 4.3.- Modelo del programador
- 4.4- Juego de instrucciones

Prácticas laboratorio 5 y 6 – Programación del ARM

#### TEMA 5 – ESTUDIO DEL MICROCONTROLADOR LPC2103

- 5.1.- Introducción
- 5.2.- Bloque de control del sistema.
- 5.3.– Bloques de entrada/salida de propósito general (GPIO)
- 5.4.– Controlador de Interrupciones Vectorizadas (VIC)
- 5.5.– Unidad de transmisión/recepción asíncrona (UART)
- 5.6.– Temporizadores

### d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa
- Simulación de circuitos que incluyen microprocesador y programación del mismo en ensamblador y C sobre entorno Proteus. Ejecución sobre prototipo



### e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

### f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Realización de las prácticas de laboratorio – Realización de una prueba práctica final
- Prueba escrita sobre la totalidad del contenido de la asignatura al final del cuatrimestre.

### g. Bibliografía básica

- ARM datasheet
- Proteus VSM (Virtual System Modelling) User Manual
- ISIS (Intelligent Schematic Input System) User Manual

### h. Bibliografía complementaria

- T. VanSickle. Programing microcontrollers in C. Elsevier Newnes, 2001

### i. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Se utilizarán transparencias en las clases magistrales
- Documentación de apoyo para la realización de prácticas de laboratorio.
- Aula con PCs y las herramientas de software para la programación y simulación del sistema basado en microprocesador.
- Prototipos con el microcontrolador LPC2103

## 6. Temporización (por bloques temáticos)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: La unidad central de Proceso (CPU) y sistemas de entrada/salida	3 ECTS	Semanas 1 a 7
Bloque 2: Sistemas de Entrada/Salida – Periféricos - Familias de Microprocesadores	3 ECTS	Semanas 8 a 15

## 7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Valoración de la destreza en el manejo de la herramienta CAD, la instrumentación de laboratorio y del conocimiento del lenguaje Verilog. Programación del microprocesador en ensamblador y en C	30%	Se valorará mediante observación sistemática en las propias sesiones de laboratorio. Se realizarán dos exámenes prácticos individuales al final de cada bloque. Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar en esta parte una calificación igual o



		superior al 50%.
Resolución de una prueba escrita parcial a lo largo de la asignatura	10%	
Examen final escrito	60%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar en esta parte una calificación igual o superior al 50%.

En convocatoria ordinaria se calificará a cualquier alumno que se presente a cualquiera de los tres procedimientos de la tabla, es decir, sólo obtendrán la calificación de No Presentado los alumnos que no asistan a ninguno de ellos.

Aquellos alumnos que en convocatoria ordinaria o extraordinaria no hayan alcanzado las calificaciones mínimas en el examen final escrito o en el laboratorio obtendrán como calificación final de la asignatura la obtenida en el recurso no superado ponderada sobre 10.

Aquellos alumnos que en convocatoria ordinaria no hayan alcanzado las calificaciones mínimas en el primer o tercer procedimiento podrán presentarse de nuevo, en la convocatoria extraordinaria, al procedimiento pendiente, mientras que se les mantendrá la calificación del otro.

La convocatoria extraordinaria consistirá en un examen individual de laboratorio en el que el alumno deberá demostrar su habilidad en la programación y utilización de las herramientas CAD de diseño más un examen escrito sobre los contenidos de la asignatura. La calificación final se compondrá de un 70% de la nota obtenida en el examen escrito y un 30% de la de laboratorio. Para superar la asignatura en convocatoria extraordinaria será necesario obtener un mínimo de 5 sobre 10 en cada uno de los procedimientos.

<b>INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO</b> Convocatoria EXTRAORDINARIA	<b>PESO EN LA NOTA FINAL</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Examen individual de laboratorio	30%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar en esta parte una calificación igual o superior al 50%
Examen final escrito	70%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar en esta parte una calificación igual o superior al 50%

En caso de alumnos que necesiten volver a cursar la asignatura, en ningún caso se conservará la calificación de ninguno de los procedimientos anteriores.

## 8. Consideraciones finales

- El Anexo I mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, se entregará al comienzo de la asignatura.