

**Proyecto/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 Ruth Pinacho Gómez		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 423000 E-MAIL: <a href="mailto:lmарques@ele.uva.es">lmарques@ele.uva.es</a> , <a href="mailto:rutpin@tel.uva.es">rutpin@tel.uva.es</a>		
<b>Departamento</b>	ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA		
<b>Fecha de revisión por el Comité de Título</b>	27 Junio 2022		

## 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 se da por hecho que los alumnos han adquirido los conocimientos impartidos en la asignatura “Circuitos Electrónicos Digitales” de la materia “Electrónica Digital” del primer cuatrimestre.

## 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 a una aplicación concreta.
- Utilizar hojas de especificaciones de componentes para extraer los datos más relevantes y poder comparar entre diferentes alternativas.

- Trabajar 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. Contenidos y/o bloques temáticos

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

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3

###### 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 dedicada 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 – UNIDADES DE PROCESO Y 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.

###### TEMA 2 – SISTEMAS ALGORÍTMICOS PROGRAMABLES

- 2.1.- Introducción: Sistemas digitales de proceso programables.
- 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.

Laboratorio – prácticas de Verilog**d. Métodos docentes**

---

Ver apartado 5.

**e. Plan de trabajo**

---

- Tema 1: semanas 1 a 3.
- Tema 2: semanas 4 a 8.

**f. Evaluación**

---

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Examen parcial escrito.
- Prueba práctica final sobre Verilog.
- Prueba escrita sobre la totalidad del contenido de la asignatura al final del cuatrimestre.

**g Material docente**

---

**g.1 Bibliografía básica**

---

- M. Morris Mano, C.R. Kime, *Fundamentos de Diseño Lógico y Computadoras*, 3ª edición. Prentice Hall, 2005 ([enlace](#)).
- M.D. Ciletti, *Modeling, Synthesis and Rapid Prototyping with the Verilog HDL*, Prentice Hall, 1999 ([enlace](#)).
- James M. Lee. *Verilog Quickstart*, 3rd edition ([enlace](#)).

**g.2 Bibliografía complementaria**

---

- T.L. Floyd, *Fundamentos de Sistemas Digitales*, Prentice Hall ([enlace](#)).
- E. Mandado, *Sistemas Electrónicos Digitales*, Marcombo ([enlace](#)).
- J.P. Hayes, *Introducción al Diseño Lógico Digital*, Addison-Wesley ([enlace](#)).
- R.J. Tocci, N. S. Widmer, G. L. Moss, *Sistemas Digitales: Principios y Aplicaciones*, 10ª edición Prentice Hall 2007 ([enlace](#)).
- H. Taub, *Circuitos Digitales y Microprocesadores*, McGraw-Hill ([enlace](#)).

**g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)**

---

Vídeos ilustrativos de los diferentes apartados de la teoría y sobre la resolución de algunos problemas. Estarán disponibles en el campus virtual.

**h. 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.

#### i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3 ECTS	Semanas 1 a 8

### 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 como 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.

#### c. Contenidos

##### 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.- Instrucciones de control de programa.
- 3.8.- Interrupciones.

##### TEMA 4 – ESTUDIO DEL PROCESADOR ARM7

- 4.1.- Introducción.
- 4.2.- Arquitectura.
- 4.3.- Juego de instrucciones.



4.4.- Modelo del programador.

## 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).

Laboratorio – Programación del ARM7

### d. Métodos docentes

---

Ver apartado 5.

### e. Plan de trabajo

---

- Tema 3: semanas 9 y 10.
- Tema 4: semanas 11 a 13.
- Tema 5: semanas 14 y 15.

### f. Evaluación

---

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Realización de una prueba práctica final sobre programación del ARM7.
- Prueba escrita sobre la totalidad del contenido de la asignatura al final del cuatrimestre.

### g Material docente

---

#### g.1 Bibliografía básica

---

- ARM datasheet ([enlace](#)).
- Proteus VSM (Virtual System Modelling) User Manual ([enlace](#)).

#### g.2 Bibliografía complementaria

---

- T. VanSickle. Programing microcontrollers in C. Elsevier Newnes, 2001 ([enlace](#)).

#### g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

---

Videos ilustrativos de los diferentes apartados de la teoría y sobre la resolución de algunos problemas. Estarán disponibles en el campus virtual.

### h. 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 de sistemas basados en microprocesador.

#### i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3 ECTS	Semanas 8 a 15

### 5. Métodos docentes y principios metodológicos

- Teoría: clase magistral participativa.
- Prácticas de aula: resolución de problemas por parte del profesor y los alumnos en clases de aula.
- Prácticas de laboratorio: utilización de herramientas CAD para el diseño de circuitos digitales avanzados (lenguaje Verilog) y para la programación del procesador ARM7.

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

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(1)</sup>	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	24	Estudio y trabajo autónomo individual	90
Clases de prácticas en aula	20		
Clases de laboratorio	14		
Examen parcial	2		
Total presencial	60	Total no presencial	90
TOTAL presencial + no presencial			150

- (1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

### 7. Sistema y características de la evaluación



INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Prácticas de laboratorio: Lenguaje Verilog.	20%	Se realizará un examen práctico individual, hacia la mitad de cuatrimestre.
Prácticas de laboratorio: Programación del ARM7	20%	Se realizará un examen práctico individual, en fecha fijada por la E.T.S.I.T.
Examen de teoría (Parcial y Final)	40%	Parcial hacia la mitad del cuatrimestre. Se evalúan los contenidos de los temas 1 y 2.
	(40%+) 20%	Examen final en fecha fijada por la ETSIT. Dividido en dos partes: - La primera, con un peso del 40%, para evaluar de nuevo los contenidos de los temas 1 y 2 a los alumnos que no superaron el parcial (calificación < 50%). - La segunda, con un peso del 20%, para evaluar los contenidos de los temas 3, 4 y 5 a todos los alumnos matriculados.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN
<p><b>Convocatoria ordinaria:</b> <u>Suma ponderada de Prácticas Verilog + Prácticas ARM + Examen parcial/Primera parte Examen final + Segunda parte Examen final</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para aprobar la asignatura es necesario obtener una calificación mínima del 50% en el examen de Verilog, del 50% en el de programación del ARM7, y del 50% entre el parcial y el examen final escrito.</li> <li>- Si hay uno o varios procedimientos no superados, la nota final será la media de esos procedimientos ponderada sobre 10.</li> <li>- Si se ha superado la prueba práctica de Verilog, la nota se guarda para la convocatoria extraordinaria.</li> <li>- Si se ha superado la prueba práctica de programación del ARM7, la nota se guarda para la convocatoria extraordinaria.</li> <li>- Si se ha obtenido al menos una calificación del 50% en la parte del examen de teoría correspondiente a los temas 1 y 2 (ya sea el parcial o la primera parte del examen final), se guarda para la convocatoria extraordinaria.</li> <li>- Si se ha obtenido al menos una calificación del 50% en la parte del examen de teoría correspondiente a los temas 3, 4 y 5, la nota en esa parte se guarda para la convocatoria extraordinaria.</li> </ul> <p><b>Convocatoria extraordinaria (*):</b> <u>Suma ponderada de Prácticas Verilog + Prácticas ARM + Examen final</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los alumnos que no superaron el examen de teoría en la convocatoria ordinaria realizarán un examen escrito de la (o las) partes suspensas. Su peso en la nota final es del 60%.</li> <li>- Los alumnos que tengan algún procedimiento de laboratorio suspenso, realizarán un examen de ese procedimiento práctico, con un peso en la nota final del 20%.</li> <li>- Al igual que en la convocatoria ordinaria, para aprobar es necesario obtener una calificación mínima del 50% en el examen de Verilog, del 50% en el de programación del ARM7, y del 50% en el examen de teoría. La nota final se calcula de la misma manera.</li> </ul>

(\*) Se entiende por convocatoria extraordinaria la segunda convocatoria.

## 8. Consideraciones finales