

## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

<b>Datos de la asignatura</b>	
Nombre	Microprocesadores
Código	DEA-GITT-323
Titulación	Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación
Curso	3º
Cuatrimestre	2º
Créditos ECTS	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Departamento	Electrónica, Automática y Comunicaciones
Área	Sistemas Digitales
Universidad	Universidad Pontificia Comillas
Horario	
Profesores	José Daniel Muñoz Frías
Descriptor	

<b>Datos del profesorado</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	José Daniel Muñoz Frías
Departamento	Electrónica, Automática y Comunicaciones
Área	
Despacho	D-219
e-mail	<a href="mailto:daniel@comillas.edu">daniel@comillas.edu</a>
Horario de Tutorías	Plena disponibilidad previa petición por correo-e
<b>Profesores de laboratorio</b>	
Nombre	José Daniel Muñoz Frías
Nombre	Fermín Zabalegui Sanz
Nombre	Miguel Ángel Espinosa Bustillo

## Competencias - Objetivos

### Competencias Genéricas del título-curso

CG06. Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

CG09. Capacidad de trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

### Competencias Específicas

CRT9. Capacidad de análisis y diseño de circuitos combinacionales y secuenciales, síncronos y asíncronos, y de utilización de microprocesadores y circuitos integrados.

CETM5. Capacidad de seguir el progreso tecnológico de transmisión, conmutación y proceso para mejorar las redes y servicios telemáticos.

### Resultados del aprendizaje

1. Entender documentos técnicos tipo datasheet.
2. Aprender a hacer sistemas reales de complejidad media que funcionen: con hardware, software y comunicaciones.
3. Aprender a depurar un sistema hardware sencillo.
4. Aprender a depurar software sencillo.
5. Aprender a plantear y resolver problemas complicados basados en microprocesador.
6. Buscar, seleccionar, comprender y analizar información útil para el desarrollo de un proyecto usando fuentes bibliográficas, Internet, etc.
7. Diseñar e Implementar un sistema digital sencillo basado en microprocesador que interactúa con el entorno y que tiene comunicaciones.
8. Conocer la organización de un microprocesador.
9. Conocer cómo se programa un micro, tanto en C como en ensamblador, e implementar programas en él.
10. Aprender a manejar la gestión del tiempo de un micro.
11. Saber utilizar interrupciones en la gestión de periféricos dentro de un microcontrolador.
12. Ser capaz de realizar comunicaciones serie sencillas.
13. Entender y saber aplicar el concepto de driver software.
14. Analizar problemas nuevos, clasificarlos, elegir los sensores y sistemas electrónicos relacionados con ellos, con el objetivo de solucionar problemas de medida de magnitudes, de comunicaciones y de actuación sobre el entorno.
15. Ser capaz de seguir el progreso tecnológico de las aplicaciones telemáticas basadas en microprocesador.

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

<b>Contextualización de la asignatura</b>
<b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>
La asignatura se centra en el estudio de los microprocesadores y herramientas de desarrollo necesarias, para la elaboración de sistemas digitales de control en el ámbito de las telecomunicaciones. Para ello la asignatura describe la arquitectura, a nivel del modelo de programador (en concreto del PIC32) y en el manejo de alguno de los periféricos del mismo, para ser capaz de interactuar con el exterior. Además la asignatura utiliza ejemplos de aplicación motivadores, como lo son las aplicaciones a la domótica y robótica, llegando a montar en el laboratorio prototipos lo más próximos a la realidad: cabezas robóticas, sistema de alarma para un coche, sistemas de automatización y vigilancia, etc.
<b>Prerrequisitos</b>
Conocimientos de programación en C y de electrónica digital

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

<b>Contenidos – Bloques Temáticos</b>
<b>BLOQUE 1: Conocimientos teóricos</b>
<b>Tema 1: Descripción general de un microprocesador.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivación</li> <li>• Conceptos básicos de organización</li> <li>• Periféricos habituales</li> </ul>
<b>Tema 2: Puertos paralelo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrada y salida de un micro usando puertos</li> </ul>
<b>Tema 3: Programación en C para microprocesadores</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programación de bajo nivel usando C</li> <li>• Operadores especiales</li> <li>• Mascaras</li> </ul>
<b>Tema 4: Timers</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Periféricos en general</li> <li>• Concepto de Timer</li> </ul>
<b>Tema 5: Arquitectura de un microprocesador</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programación de bajo nivel usando C</li> </ul>
<b>Tema 6: Mapa de memoria</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructuración y acceso de la memoria de un micro</li> </ul>
<b>Tema 7: Programación en ensamblador</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrucciones básicas.</li> <li>• Modos de direccionamiento.</li> <li>• Codificación de instrucciones.</li> <li>• Soporte para llamadas a funciones.</li> </ul>

<b>Tema 8: Interrupciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferencia entre polling e interrupción</li> <li>• Cómo atender interrupciones</li> </ul>
<b>Tema 9: Comunicaciones serie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de la UART de un microprocesador</li> </ul>
<b>Tema 10: Drivers</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepto y utilidad</li> <li>• Ejemplos de drivers</li> </ul>
<b>Tema 11: Organización de un sistema digital</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspectos de diseño de un sistema</li> <li>• Componentes básicos de un sistema digital</li> </ul>
<b>Tema 12: Visión general y progreso tecnológico de las aplicaciones telemáticas basadas en microprocesador.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas reales de aplicación de un microprocesador</li> </ul>

<b>BLOQUE 2: Conocimientos prácticos</b>
<b>Práctica 1: Herramientas de desarrollo</b>
<b>Práctica 2: Entrada y salida</b>
<b>Práctica 3: Timers</b>
<b>Práctica 4: Funciones en ensamblador</b>
<b>Práctica 5: Interrupciones y comunicaciones</b>
<b>Práctica 6: Diseño de un sistema digital</b>
<b>Práctica 7: Otros periféricos</b>
<b>Práctica 8: Proyecto</b>

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

La asignatura se ha planteado para atender a los nuevos paradigmas de aprendizaje y para incrementar la motivación del alumno para despertar un interés por el aprendizaje. A grandes rasgos, en las clases de teoría, el protagonismo del profesor es muy reducido, a cambio de una participación mayor del alumno en las mismas y, en el laboratorio, los alumnos se organizan en grupos y realizan prácticas de entrenamiento en el manejo de sistemas digitales y al final de la asignatura cada grupo deberá desarrollar un sistema digital que integre los conocimientos adquiridos. Desde este punto de vista, se entregará al alumno un documento (tipo libro), que le servirá de base de estudio, y de guía en la asignatura para poder aprender y aprobar. El documento contiene información de la estructuración de la asignatura, se explican conceptos sencillos, se plantean ejercicios, problemas y cuestiones, se ofrecen algunas soluciones y deja claro al alumno la sincronización entre el laboratorio y la teoría. El profesor explicará de forma puntual los conceptos básicos e importantes que cada tema requiera.

### Metodología Presencial: Actividades

- 1. Lección expositiva:** El profesor explica, bien en la pizarra o bien con medios audiovisuales, conceptos básicos e importantes de la asignatura. A continuación, para determinar el grado de aprendizaje del alumno, se le propone responder a un cuestionario con preguntas de concepto y a veces ejercicios breves. Este cuestionario se entrega, se evalúa y sirve al profesor para obtener una realimentación del aprendizaje del alumno.
- 2. Resolución en clase de problemas propuestos:** Se entrega al alumno un problema para que lo intente resolver. Después de intentarlo se junta con otros alumnos (de 2 a 4 alumnos) para exponer y defender su solución. Cada grupo decide cuál cree que es la solución correcta. Finalmente el problema es resuelto por representantes de grupos en la pizarra, bajo la supervisión del profesor.
- 3. Análisis de documento en clase:** se entrega un pequeño documento para leer a cada alumno. Se plantean preguntas (de 3 a 5 preguntas) al alumno, que le hacen detectar y reflexionar sobre los conceptos más importantes del documento. Cada alumno intenta responder a las preguntas. Una vez terminada la lectura, los alumnos se agrupan en equipos pequeños (primero de 2 en 2 y luego de 4 en 4), para intentar resolver entre sí las dudas que tienen y terminar de entender y analizar el documento. Finalmente el profesor, resuelve las dudas necesarias.
- 4. Olimpiada del conocimiento:** Los alumnos hacen grupos de 5 personas y compiten entre grupos. Las pruebas son: velocidad de razonamiento, capacidad de detección de errores y de entender soluciones, resolución de problemas. El premio es un incremento en la nota (si se ha aprobado la asignatura) del 10% para el grupo ganador, 8% para el segundo y así sucesivamente. Estas pruebas sólo se realizan en caso de que haya tiempo en la asignatura.

**5. Prácticas de laboratorio:** En cada laboratorio pueden ir hasta un máximo de 16 alumnos. Los alumnos se dividen en grupos de 2 personas para llevar a cabo los objetivos de la asignatura. Los alumnos irán realizando prácticas de entrenamiento en el manejo de sistemas digitales y al final de la asignatura cada grupo deberá desarrollar un sistema digital que integre los conocimientos adquiridos. Para ello, el alumno utiliza una tarjeta basada en el microcontrolador PIC32. Al final del curso el alumno desarrollará un sistema digital basado en el PIC32 que interactúe con el entorno y que soporte comunicaciones. También se proporciona al alumno sensores y actuadores para que los puedan conectar a su sistema.

#### Metodología No presencial: Actividades

- 1. Análisis de documento fuera de clase:** se entrega un documento para que el alumno lo lea en su casa y con fecha tope de lectura. Este tipo de documentos suelen ser más extensos que los que se leen en clase y con conceptos o bien sencillos o bien que previamente se los habían explicado. Una vez cumplida la fecha tope de lectura, se entrega en clase un cuestionario que contiene preguntas de concepto y a veces breves ejercicios sobre el documento leído. Este cuestionario se devuelve respondido al profesor, que lo evalúa y además le sirve para obtener una realimentación del aprendizaje del alumno.
- 2. Resolución de problemas y ejercicios prácticos:** que se corregirán en clase.
- 3. Preparación de prácticas y análisis de resultados:** las prácticas requieren de un trabajo anterior y posterior a la misma que será corregido.

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Fecha de realización	Denominación
Examen intersemestral de conocimientos	Mitad del semestre	Inter
Pruebas de seguimiento de conocimientos teóricos	Segunda y quinta semana	Pruebas
Olimpiada del conocimiento	Duodécima semana	Olimp
Examen global de conocimientos	Final de curso	Global
Competencia en las prácticas	Semanalmente	Prácticas
Competencia en el proyecto final	Semanalmente	Proy
Examen de laboratorio	Mitad del semestre	Examen lab

### Calificaciones.

#### Calificaciones

A lo largo de la asignatura se obtiene una nota, denominada Nota Parcial, que se obtiene a partir de evaluaciones individuales de cada alumno y consiste en:

$$\text{Nota Parcial} = 0.35 * \text{Inter} + 0.15 * \text{Pruebas} + 0.5 \text{ Examen lab}$$

Si la Nota Parcial es mayor o igual que 7.5 entonces la calificación del alumno es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Nota} &= 0.2 * \text{Prácticas} + 0.3 \text{ Nota Parcial} + 0.5 * \text{Proy} && \text{si } \text{Proy} \geq 5 \\ \text{Nota} &= \text{Proy} && \text{si } \text{Proy} < 5 \end{aligned}$$

Si la Nota Parcial es menor que 7.5 entonces la calificación del alumno es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Nota} &= 0.5 \text{ Teoría} + 0.5 \text{ Laboratorio} && \text{si } \text{Teoría} \geq 5 \text{ y } \text{Laboratorio} \geq 5 \\ \text{Nota} &= \text{Min}(\text{Teoría}, \text{Laboratorio}) && \text{si } \text{Teoría} < 5 \text{ o } \text{Laboratorio} < 5. \end{aligned}$$

siendo:

$$\text{Teoría} = 0.21 \text{ Inter} + 0.09 \text{ Pruebas} + 0.7 \text{ Global}$$

$$\text{Laboratorio} = 0.4 \text{ Practicas} + 0.3 \text{ Proy} + 0.3 \text{ Examen lab}$$

En convocatoria extraordinaria la nota de la asignatura es la nota del examen extraordinario, que podrá incluir evaluación práctica en el laboratorio.

La asistencia al laboratorio es obligatoria y no se puede faltar a ninguna clase. La asistencia a las clases de teoría debe ser superior al 85%. En caso de falta



de asistencia se suspende la asignatura en convocatoria ordinaria y extraordinaria.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA<sup>1</sup>

CRONOGRAMA ORIENTATIVO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Clases teóricas</b>															
Descripción general de un micro	█														
Puertos paralelo		█													
Programación en C para micros			█												
Timers				█											
Arquitectura de un micro					█										
Mapa de memoria						█									
Ensamblador							█								
Interrupciones								█							
Comunicaciones serie									█						
Drivers										█					
Organización de un sistema digital											█				
Aplicaciones reales												█			
Olimpiada del conocimiento													█		
<b>PROGRAMA DE LABORATORIO</b>															
Herramientas de desarrollo		█													
Entrada y salida en C			█												
Timers				█											
Funciones en ensamblador					█										
Interrupciones y comunicaciones serie						█									
Examen									█						
Diseño de un sistema digital											█				
Otros periféricos												█			
Proyecto					Le									er	
<b>Fechas clave teoría</b>															
Fin de lectura capítulo de C															
Fin de lectura capítulo ensamblador															
Olimpiada del conocimiento															
<b>Fechas clave laboratorio</b>															
Entrega de especificaciones del proyecto por e-mail al profesor de laboratorio															
Examen de laboratorio															
Entrega de diseño digital por e-mail al profesor de laboratorio															
Entrega de propuesta de resolución del proyecto por e-mail al profesor de laboratorio															
Entrega de proyecto en clase de laboratorio															

<sup>1</sup> En la ficha resumen se encuentra una planificación detallada de la asignatura. Esta planificación tiene un carácter orientativo y las fechas podrán irse adaptando de forma dinámica a medida que avance el curso.

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- Apuntes de la asignatura en Moodle.

### Bibliografía Complementaria

- Autor: Microchip Inc. PIC32 Family Reference Manual.

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO			
HORAS PRESENCIALES			
Lección magistral	Resolución de problemas	Prácticas laboratorio	Evaluación
20	10	22	8
HORAS NO PRESENCIALES			
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos	Realización de trabajos colaborativos	Estudio
20	40	20	40
<b>CRÉDITOS ECTS:</b>			<b>6 (180 horas)</b>

## FICHA RESUMEN

En las páginas siguientes se muestra una planificación orientativa de la asignatura.

Sesión	Contenido	Tem.	Prioridad	Comp.y R. Aprendizaje	Actividad		Dedicación (h)		
					Actividades Formativas Presenciales	Actividades Formativas no Presenciales	Entrega	Presenc.	No pres.
1	Presentación de la asignatura.				Lección expositiva y participativa. Dinámica de grupo			2	0
1	Descripción general de un microprocesador	1		CGT3, RA12	Lección expositiva. Clase participativa	Lectura y estudio de los contenidos impartidos.		1	2
2	Puertos paralelo	2		CGT3, RA13	Lección expositiva. Clase participativa. Ejercicios conceptuales. Dinámica de grupo	Lectura y estudio de los contenidos impartidos. Resolución de cuestiones de comprensión		1	3
	Practica 1: Herramientas de desarrollo	P1		RA7, RA10	Práctica de laboratorio. Puesta en práctica de conocimientos adquiridos. Práctica de habilidades de depuración	Preparación de la práctica		2	1
3	Programación en C para micros	3		CGT3, RA14		Lectura del capítulo de C y resolución de cuestiones de comprensión. Tema preparado por el profesor para fácil comprensibilidad		0	10
3	Prueba corta de programación en C	3			Autoevaluación		Examen	0,5	
5	Práctica 2: Entrada y salida	P2		CGT5, RA7, RA10, RA14	Práctica de laboratorio. Puesta en práctica de conocimientos adquiridos. Práctica de habilidades de depuración	Preparación de la práctica		2	2
4	Timers	4		CGT3, RA14, RA16	Lección expositiva. Clase participativa. Ejercicios conceptuales. Dinámica de grupo	Lectura y estudio de los contenidos impartidos. Resolución de cuestiones de comprensión y ejercicios		2	4
	Práctica 3: Timers	P3		CGT5, CGT6, RA7, RA10, RA14, RA16	Práctica de laboratorio. Puesta en práctica de conocimientos adquiridos. Creatividad. Práctica de habilidades de depuración	Preparación de la práctica	Cálculos previos	2	3
	Organización de un micro	5		CGT3, RA12, RA15	Lección expositiva. Clase participativa. Ejercicios conceptuales. Dinámica de grupo	Lectura y estudio de los contenidos impartidos. Resolución de cuestiones de comprensión. Ejercicios propuestos		2	4

6	Mapa de memoria de un micro	6		CGT3, RA12, RA15	Lección expositiva. Clase participativa.	Lectura y estudio de los contenidos impartidos. Resolución de cuestiones de comprensión. Ejercicios propuestos		1	2
7	Ensamblador	7		CGT3, RA4, RA12, RA15	Lección expositiva. Clase participativa. Ejercicios conceptuales para autoaprendizaje. Dinámica de grupo	Lectura del capítulo de libro, hacer cuestiones de comprensión y ejercicios. Tema preparado por el profesor para fácil comprensibilidad		1	10
	Prueba corta de programación en ensamblador	5,6,7			Autoevaluación		Examen	0,5	0
	Práctica 4: Funciones en ensamblador	P4		CGT5, CGT6, RA7, RA4, RA10, RA12, RA15, RA16	Práctica de laboratorio. Puesta en práctica de conocimientos adquiridos. Práctica de habilidades de depuración	Preparación de la práctica	Cálculos previos	4	5
8	Interrupciones	8		CGT3, CGT4, RA17	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas. Dinámica de grupo	Lectura y estudio de los contenidos impartidos. Ejercicios y problemas propuestos.		2	8
	EXAMEN parcial	1 a 8					Examen	2	0
9	Comunicaciones serie	9		CGT3, CGT4, RA18	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas. Dinámica de grupo	Lectura y estudio de los contenidos impartidos. Ejercicios propuestos		2	6
	Práctica 5: Interrupciones y comunicaciones	P5		CGT5, RA7, RA10, RA14, RA16, RA17, RA18	Práctica de laboratorio. Puesta en práctica de conocimientos adquiridos. Resolución de problemas. Creatividad. Práctica de habilidades de depuración software	Preparación de la práctica	Cálculos previos	4	4
	Entrega de especificaciones del proyecto	P8		CGT9, CRT9, RA2, RA3, RA1		Capacidad analítica	Especificaciones		3
	EXAMEN laboratorio	P1 a P5					Examen	2	4
10	Drivers	10		CGT3, CGT4, RA8, RA9, RA20	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas. Dinámica de grupo	Lectura y estudio de los contenidos impartidos. Ejercicios propuestos		1,5	2
11	Organización de un sistema digital	11		CGT3, RA11	Lección expositiva.			2	2
	Entrega de la propuesta del proyecto	P8		CGT9, CRT9, CGT4, CGT6, RA1, RA5, RA8, RA9		Capacidad de creación	Propuesta	0	6

	Practica 6: Diseño de un sistema digital	P6		CGT6, CGT7, CGT9, CRT9, RA8, RA1, RA10, RA5, RA9, RA11	Práctica de laboratorio. Puesta en práctica de conocimientos adquiridos. Creatividad. Práctica de habilidades de depuración hardware	Preparación de la práctica	Sistema digital básico	2	10
12	Aplicaciones reales con microprocesador	13		CGT4, RA8, RA17, RA11	Resolución de problemas. Dinámica de grupo	Resolución de problemas		8	7
	Práctica 7: Otros periféricos	P7		CGT6, CGT9, CRT9, RA7, RA8, RA4, RA1, RA10, RA5, RA8, RA9	Práctica de laboratorio. Puesta en práctica de conocimientos adquiridos. Creatividad. Práctica de habilidades de depuración software	Preparación de la práctica	Cálculos previos	2	4
	Práctica 8: Proyecto	P8		CGT5, CGT6, CGT7, CGT9, CRT9, RA7, RA8, RA4, RA1, RA10, RA5, RA8, RA9, RA11	Desarrollo de un proyecto. Integración de conocimientos adquiridos. Resolución de problemas y creatividad.	Desarrollo de un proyecto. Integración de conocimientos adquiridos. Resolución de problemas y creatividad.		6	12
14	Olimpiada del conocimiento	1 a 13		CGT9, CGT4, RA2, RA3, RA1	Competición	Preparación de preguntas	Preguntas de la olimpiada	2	3
15	Entrega de proyecto y demostración	P8		CGT9, RA1	Demostración		Sistema digital completo	2	0