



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
NombreCompleto	Microprocesadores
Código	DEA-GITT-323
Título	<a href="#">Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación y Grado en ADE [Tercer Curso] Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación [Tercer Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0
Carácter	Obligatoria (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Responsable	José Daniel Muñoz Frías

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	José Daniel Muñoz Frías
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-219]
Correo electrónico	daniel@icai.comillas.edu
Teléfono	2417
<b>Profesores de laboratorio</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Francisco María Martín Martínez
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Despacho	Santa Cruz de Marcenado 26
Correo electrónico	Francisco.Martin@iit.comillas.edu
Teléfono	6151
<b>Profesor</b>	
Nombre	Miguel Ángel Espinosa Bustillo
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	mepinosa@icai.comillas.edu

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA



## Contextualización de la asignatura

### Aportación al perfil profesional de la titulación

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.

### Prerrequisitos

Conocimientos de programación en C y de electrónica digital.

## Competencias - Objetivos

### Competencias

#### GENERALES

<b>CG06</b>	Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
<b>CG09</b>	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.

#### ESPECÍFICAS

<b>CETM05</b>	Capacidad de seguir el progreso tecnológico de transmisión, conmutación y proceso para mejorar las redes y servicios telemáticos.
<b>CRT09</b>	Capacidad de análisis y diseño de circuitos combinacionales y secuenciales, síncronos y asíncronos, y de utilización de microprocesadores y circuitos integrados.

### Resultados de Aprendizaje

<b>RA1</b>	Entender documentos técnicos tipo datasheet.
<b>RA2</b>	Aprender a hacer sistemas reales de complejidad media que funcionen: con hardware, software y comunicaciones.
<b>RA3</b>	Aprender a depurar un sistema hardware sencillo.
<b>RA4</b>	Aprender a depurar software sencillo



<b>RA5</b>	Aprender a plantear y resolver problemas complicados basados en microprocesador
<b>RA6</b>	Buscar, seleccionar, comprender y analizar información útil para el desarrollo de un proyecto usando fuentes bibliográficas, Internet, etc.
<b>RA7</b>	Diseñar e Implementar un sistema digital sencillo basado en microprocesador que interactúa con el entorno y que tiene comunicaciones.
<b>RA8</b>	Conocer la organización de un microprocesador.
<b>RA9</b>	Conocer cómo se programa un micro, tanto en C como en ensamblador, e implementar programas en él.
<b>RA10</b>	Aprender a manejar la gestión del tiempo de un micro.
<b>RA11</b>	Saber utilizar interrupciones en la gestión de periféricos dentro de un microcontrolador.
<b>RA12</b>	Ser capaz de realizar comunicaciones serie sencillas.
<b>RA13</b>	Entender y saber aplicar el concepto de driver software.
<b>RA14</b>	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.
<b>RA15</b>	Ser capaz de seguir el progreso tecnológico de las aplicaciones telemáticas basadas en microprocesador.

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### Bloque 1: Teoría

##### Tema 1: Introducción a los microcontroladores

- Introducción.
- El *hardware* del microcontrolador.
- El *software* del microcontrolador.

##### Tema 2: Lenguaje C para programación en bajo nivel.

- Tipos de datos enteros.
- Conversiones de tipos.
- Manipulación de bits.
- Acceso a registros de configuración del microcontrolador.



- Uniones.
- Extensiones del lenguaje.

### Tema 3: Puertos de entrada y salida digital

- Introducción.
- *Hardware* y registros de control.
- Ejemplo.

### Tema 4: Temporizadores.

- El *hardware* de los temporizadores.
- Uso de los temporizadores.
- Mapeo de pines a periféricos.

### Tema 5: Arquitectura del MIPS32®

- Introducción.
- Arquitectura del procesador.
- El acceso a memoria.
- El modelo de programador de la CPU.

### Tema 6: Soporte de interrupciones en la familia PIC32MX

- Introducción.
- Excepciones.
- Interrupciones.
- Escritura de rutinas de atención a interrupción.
- Datos compartidos.

### Tema 7: Comunicación serie asíncrona

- Introducción.
- Transmisión serie asíncrona.
- La UART del PIC32MX.
- Cola o *buffer* circular.

### Tema 8: Buses I2C y SPI

- Introducción.
- El bus I<sup>2</sup>C.
- Ejemplo de mensaje por el bus I<sup>2</sup>C.
- El Bus SPI.

### Tema 9: Conversor Analógico Digital

- Introducción.



- El convertor analógico digital del PIC32.

## Tema 10: Modulación por ancho de pulso (PWM)

- Introducción.
- La unidad *output compare* del PIC32.
- El PWM en el PIC32.
- Ejemplo: control de un servo de modelismo.

## Tema 11: Organización de un sistema digital basado en microprocesador

- Introducción.
- Arquitectura *hardware* de un sistema basado en microprocesador.
- Arquitectura *software* de un sistema basado en microprocesador.
- Ejemplo.

## Bloque 2: Laboratorio

- Práctica 1: Introducción al sistema de desarrollo.
- Práctica 2. Entrada y salida en C.
- Práctica 3: Temporizadores.
- Práctica 4: Funciones en ensamblador.
- Práctica 5: Interrupciones.
- Práctica 6. Comunicaciones serie.
- Práctica 7. Comunicaciones serie II.
- Práctica 8. Proyecto final.

## 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.



## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES		
Clase magistral y presentaciones generales	Resolución en clase de problemas prácticos	Prácticas de laboratorio, preparación y trabajo posterior
15,00	15,00	30,00
HORAS NO PRESENCIALES		
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos por parte del alumno	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos por parte del alumno	Análisis de documentos
30,00	80,00	10,00
<b>CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)</b>		

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
Realización de exámenes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprensión de conceptos.</li><li>• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li><li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li><li>• Presentación y comunicación escrita.</li></ul>	45.5 %
Realización de pruebas cortas.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprensión de conceptos.</li><li>• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li><li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li><li>• Presentación y comunicación escrita.</li></ul>	4.5 %
Prácticas de laboratorio.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realización del trabajo previo.</li><li>• Funcionamiento de la práctica.</li><li>• Claridad del código en C.</li><li>• Claridad de las exposiciones.</li><li>• Capacidad de trabajo en grupo.</li><li>• Presentación y comunicación escrita.</li></ul>	20 %



Proyecto final de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de trabajo en grupo.</li><li>• Realización del trabajo previo.</li><li>• Funcionamiento del programa a desarrollar.</li></ul>	15 %
Examen de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"><li>• Claridad del código.</li><li>• Comprensión de conceptos.</li><li>• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li><li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li><li>• Presentación y comunicación escrita.</li></ul>	15 %

## Calificaciones

### Convocatoria ordinaria

A lo largo del curso se obtiene una nota, denominada Nota Parcial, que se obtiene a partir de evaluaciones individuales de cada alumno y viene dada por la fórmula:

$$\text{Nota Parcial} = 0,35 * \text{Inter} + 0,15 * \text{Pruebas} + 0,5 \text{ Examen lab}$$

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

$$\text{Nota} = 0,2 * \text{Prácticas} + 0,3 \text{ Nota Parcial} + 0,5 * \text{Proy si Proy} \geq 5$$

$$\text{Nota} = \text{Proy si Proy} < 5$$

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

$$\text{Nota} = 0,5 \text{ Teoría} + 0,5 \text{ Laboratorio si Teoría} \geq 5 \text{ y Laboratorio} \geq 5$$

$$\text{Nota} = \text{Min}(\text{Teoría}, \text{Laboratorio}) \text{ si Teoría} < 5 \text{ o Laboratorio} < 5.$$

siendo:

$$\text{Teoría} = 0,21 \text{ Inter} + 0,09 \text{ Pruebas} + 0,7 \text{ Examen Final}$$

$$\text{Laboratorio} = 0,4 \text{ Practicas} + 0,3 \text{ Proy} + 0,3 \text{ Examen lab}$$

### Convocatoria extraordinaria

En convocatoria extraordinaria la nota de la asignatura es la nota del examen extraordinario, que podrá



incluir evaluación práctica en el laboratorio.

## **Normas de asistencia**

La asistencia a clase es obligatoria. Si un alumno tiene más de un 15 % de faltas a las sesiones de teoría o alguna falta a las sesiones de laboratorio, no podrá examinarse ni en la convocatoria ordinaria ni en la extraordinaria (art. 92 Reglamento General de la Universidad).

## **BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS**

### **Bibliografía Básica**

- José Daniel Muñoz Frías. Sistemas Empotrados. Una introducción basada en el microcontrolador PIC32MX230F064D. (2018)

### **Bibliografía Complementaria**

- Microchip Inc. PIC32 Family Reference Manual.
- Microchip Inc. PIC32MX1XX/2XX family datasheet.

**CRONOGRAMA orientativo Microprocesadores. 3º GITT Curso 2018/2019**

<b>PROGRAMA DE TEORIA</b>	7-1	14-1	21-1	28-1	4-2	11-2	18-2	25-2	4-3	11-3	18-3	25-3	1-4	8-4	15-4	22-4
Tema 1. Introducción a los microcontroladores	■															
Tema 2. Lenguaje C para programación en bajo nivel		■	■													
Tema 3. Puertos de entrada y salida digital				■												
Tema 4. Temporizadores					■											
Tema 5. Arquitectura del MIPS32®						■	■									
Tema 6. Soporte de interrupciones en la familia PIC32MX									■	■						
Tema 7. Comunicación serie asíncrona										■	■					
Tema 8. Buses I2C y SPI												■	■			
Tema 9. Conversor Analógico Digital														■		
Tema 10. Modulación por ancho de pulso (PWM)															■	
Tema 11. Organización de un sistema digital basado en microprocesador																■

Nota. El cronograma se da por semanas de clase. Cada semana se identifica por la fecha del lunes de dicha semana

Fechas clave

En amarillo	Controles de clase
En Naranja	Intercuatrimestrales
En Rojo	Vacaciones semana santa