



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Microprocesadores
Código	DEA-GITT-323
Título	<a href="#">Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación por la Universidad Pontificia Comillas</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación [Tercer Curso] Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecom. y Grado en Análisis de Negocios/Business Analytics [Tercer Curso] Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecom. y Grado en Análisis de Negocios/Business Analytics [Tercer Curso] Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación [Tercer Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0 ECTS
Carácter	Obligatoria (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Responsable	José Daniel Muñoz Frías
Horario de tutorías	Solicitar cita previa

Datos del profesorado	
<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	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	José María Bengochea Guevara
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	jmbengochea@icai.comillas.edu



## Profesor

Nombre	Miguel Ángel Espinosa Bustillo
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	mespinosa@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.

#### Prerequisitos

Conocimientos de programación en C y de electrónica digital.

### Competencias - Objetivos

#### Competencias

##### GENERALES

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.

##### ESPECÍFICAS

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

#### Resultados de Aprendizaje

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



RA4	Aprender a depurar software sencillo
RA5	Aprender a plantear y resolver problemas complicados basados en microprocesador
RA6	Buscar, seleccionar, comprender y analizar información útil para el desarrollo de un proyecto usando fuentes bibliográficas, Internet, etc.
RA7	Diseñar e Implementar un sistema digital sencillo basado en microprocesador que interactúa con el entorno y que tiene comunicaciones.
RA8	Conocer la organización de un microprocesador.
RA9	Conocer cómo se programa un micro, tanto en C como en ensamblador, e implementar programas en él.
RA10	Aprender a manejar la gestión del tiempo de un micro.
RA11	Saber utilizar interrupciones en la gestión de periféricos dentro de un microcontrolador.
RA12	Ser capaz de realizar comunicaciones serie sencillas.
RA13	Entender y saber aplicar el concepto de driver software.
RA14	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.
RA15	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.
- Programación modular.



## 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 conversor 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

#### Metodología Presencial: Actividades

**1. Lección expositiva.** El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema incidiendo en lo más importante y a continuación se explicarán una serie de problemas tipo, gracias a los cuales se aprenderá a identificar los elementos esenciales del planteamiento y la resolución de problemas del tema.

**2. Resolución en clase de problemas propuestos.** En estas sesiones se explicarán, corregirán y analizarán problemas previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno.

**3. Prácticas de laboratorio.** Se realizarán en grupos de dos personas y en ellas los alumnos irán realizando prácticas de entrenamiento en el manejo de sistemas digitales utilizando una tarjeta basada en el microcontrolador PIC32.

**4. Desarrollo de un proyecto.** 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 proporcionan al alumno sensores y actuadores para que los puedan conectar a su sistema.

#### Metodología No presencial: Actividades

**1. Estudio individual** y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas.



2. **Resolución de problemas prácticos**, algunos de los cuales que se corregirán en clase, de forma individual o grupal.

3. **Prácticas de laboratorio y diseño final**. El trabajo no presencial incluye la preparación previa de las prácticas y el diseño final. Además incluye la redacción de un informe final en el que se discutan los resultados y conclusiones obtenidos. Este trabajo se realizará de forma individual o grupal

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES			
Clase magistral y presentaciones generales	Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado	Prácticas de laboratorio	Prácticas de diseño y desarrollo de un proyecto
15.00	15.00	20.00	10.00
HORAS NO PRESENCIALES			
Estudio de conceptos teóricos fuera del horario de clase por parte del alumno	Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado	Prácticas de laboratorio	Prácticas de diseño y desarrollo de un proyecto
40.00	30.00	20.00	30.00
<b>CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)</b>			

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de exámenes intersemestral y final</li> <li>Examen de laboratorio</li> </ul>	<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> <li>Claridad del código fuente.</li> </ul>	60
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de pruebas cortas.</li> <li>Desarrollo del proyecto final.</li> </ul>	<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> <li>Capacidad de trabajo en grupo.</li> <li>Funcionamiento del programa a desarrollar</li> </ul>	20
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prácticas de laboratorio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización del trabajo previo.</li> <li>Funcionamiento de la práctica.</li> <li>Claridad del código fuente.</li> <li>Claridad de las exposiciones.</li> <li>Capacidad de trabajo en grupo.</li> </ul>	20



- Presentación y comunicación escrita.

## 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:

$$\text{Nota Parcial} = 0,45 \text{ Inter} + 0,15 \text{ Pruebas} + 0,4 \text{ Examen lab}$$

Si tanto la Nota Parcial como la nota del proyecto final del laboratorio son mayores o iguales que 7,5 entonces la calificación del alumno es la siguiente:

$$\text{Nota} = 0,2 \text{ Inter} + 0,05 \text{ Pruebas} + 0,15 \text{ Examen lab} + 0,2 \text{ Prácticas} + 0,4 \text{ Proy}$$

En caso contrario la calificación del alumno se obtiene de la siguiente manera:

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

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

siendo:

$$\text{Teoría} = 0,2 \text{ Inter} + 0,1 \text{ Pruebas} + 0,7 \text{ Examen Final}$$

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

### Convocatoria extraordinaria

La convocatoria extraordinaria se considera como una segunda oportunidad en caso de que el alumno haya suspendido alguna o las dos partes de la que se compone la asignatura.

Si el alumno ha suspendido la teoría realizará el examen teórico y se obtendrá la nueva nota de teoría según la fórmula:

$$\text{Teoría} = 0,1 \text{ Inter} + 0,1 \text{ Pruebas} + 0,8 \text{ Examen Extraordinario}$$

Si el alumno ha suspendido el laboratorio, realizará el examen de laboratorio y la nueva nota de laboratorio se obtendrá según la fórmula:

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

Siempre y cuando la nota del examen de laboratorio sea mayor que 4.

La nota final de la convocatoria extraordinaria se obtendrá de la misma forma que la de la ordinaria:

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

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

### Normas de asistencia

La asistencia a clase es obligatoria, según las Normas Académicas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Los requisitos de asistencia se aplicarán de forma independiente para las sesiones de teoría y de laboratorio:



# COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

**GUÍA DOCENTE**

**2022 - 2023**

- En el caso de las sesiones de teoría, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse a examen en la convocatoria ordinaria.
- En el caso de las sesiones de laboratorio, el incumplimiento de esta norma podrá impedir presentarse a examen en la convocatoria ordinaria y en la extraordinaria. En cualquier caso, las faltas no justificadas a sesiones de laboratorio serán penalizadas en la evaluación.

## 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.

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos que ha aceptado en su matrícula entrando en esta web y pulsando "descargar"

<https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792>

## CRONOGRAMA orientativo Microprocesadores. 3º GITT

<b>PROGRAMA DE TEORIA</b>	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S.S.	S14	S15
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 Gris	Festivos

<b>PROGRAMA DE LABORATORIO 3º B</b>	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S.S.	S14	S15
P1. Introducción al sistema de desarrollo																
P2. Entrada y salida en C																
P3. Temporizadores																
P4. Funciones en Ensamblador																
P5. Interrupciones																
P6. Comunicaciones Serie																
P7. Comuniaciones Serie II																
Examen Laboratorio																
P8. Proyecto final																

Fechas clave laboratorio

En Gris	Festivos
En Naranja	Intercuatrimestrales
Examen de laboratorio	Semana 11
Entrega de la propuesta de diseño final	Semana 11
Entrega del proyecto final	Semana 15
Entrega del informe del diseño final	Último día del periodo de exámenes