



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Microprocesadores
Código	DEA-GITI-431
Título	<a href="#">Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales por la Universidad Pontificia Comillas</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales [Cuarto Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	9,0 ECTS
Carácter	Optativa (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Responsable	Alvaro Sanchez Miralles

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Álvaro Sánchez Miralles
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Despacho	Santa Cruz de Marcenado 26 [D-301]
Correo electrónico	Alvaro.Sanchez@iit.comillas.edu
Teléfono	6112
<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

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura
<b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>
<p>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 un sistema informático industrial. Para ello la asignatura describe la arquitectura, a nivel del modelo de programador (en concreto del dsPIC33FJ32MC202) y el manejo de alguno de los periféricos del mismo, para ser capaz de interactuar con el exterior. Se creará un sistema informático industrial simple con programación C++, que interactuará con el sistema digital. Además,</p>



la asignatura utiliza ejemplos de aplicación motivadores, como son las aplicaciones a la domótica y robótica, llegando a montar en el laboratorio prototipos próximos a la realidad: cabezas robóticas, sistema de alarma para un coche, sistemas de automatización y vigilancia, etc.

## Prerrequisitos

Previous knowledge about C programming and digital electronics.

## Competencias - Objetivos

### Competencias

#### GENERALES

<b>CG01</b>	Capacidad para el desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Industrial.
<b>CG03</b>	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
<b>CG04</b>	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

#### ESPECÍFICAS

<b>CEN03</b>	Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica digital y microprocesadores.
<b>CEN10</b>	Conocimiento aplicado de informática industrial y comunicaciones.
<b>CRI05</b>	Conocimientos de los fundamentos de la electrónica.

### Resultados de Aprendizaje

<b>RA1</b>	Entender documentos técnicos tipo datasheet.
<b>RA2</b>	Aprender a hacer sistemas reales de complejidad media incluyendo: hardware, software y comunicaciones.
<b>RA3</b>	Aprender a depurar un sistema hardware sencillo
<b>RA4</b>	Aprender a depurar software complejo.
<b>RA5</b>	Aprender a plantear y resolver problemas complicados.
<b>RA6</b>	Diseñar e Implementar un sistema digital sencillo basado en microprocesador que interactúa con el entorno y que se comunica con un sistema informático industrial de complejidad media diseñado con el paradigma de programación orientada a objetos.
<b>RA7</b>	Conocer la organización de un microprocesador.
<b>RA8</b>	Conocer cómo se programa un micro, tanto en C como en ensamblador, e implementar programas en él.
<b>RA9</b>	Aprender a manejar la gestión del tiempo de un micro.



RA10	Saber utilizar interrupciones en la gestión de periféricos dentro de un microcontrolador
RA11	Ser capaz de realizar comunicaciones serie sencillas
RA12	Ser capaz de utilizar un convertidor A/D
RA13	Entender y saber aplicar el concepto de driver software.
RA14	Conocer el concepto y la aplicación de la programación orientada a objetos en C++ aplicada a los sistemas informáticos industriales.
RA15	Conocer qué es un objeto, una clase y los miembros y atributos que tiene y aplicarlos al diseño e implementación de sistemas informáticos industriales que interactúan con microcontroladores.
RA16	Saber aplicar el concepto de sobrecarga de operadores y el concepto de constructores y destructores de un objeto
RA17	Analizar problemas nuevos, clasificarlos, elegir los sensores y sistemas electrónicos relacionados con ellos, con el objetivo de solucionar problemas de medida de magnitudes y de actuación sobre el entorno.

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### Conocimientos teóricos

**Tema 1:** Descripción general de un microprocesador.

- Motivación
- Conceptos básicos de organización
- Periféricos habituales

**Tema 2:** Puertos paralelo

- Entrada y salida de un micro usando puertos

**Tema 3:** Programación en C para microprocesadores

- Programación de bajo nivel usando C
- Operadores especiales
- Mascaras

**Tema 4:** Timers

- Periféricos en general
- Concepto de Timer

**Tema 5:** Interrupciones



- Diferencia entre polling e interrupción
- Cómo atender interrupciones

**Tema 6:** Arquitectura de un microprocesador

- Programación de bajo nivel usando C

**Tema 7:** Mapa de memoria

- Estructuración y acceso de la memoria de un micro

**Tema 8:** Programación en ensamblador

- Instrucciones básicas.
- Modos de direccionamiento.
- Codificación de instrucciones.
- Soporte para llamadas a funciones.

**Tema 9:** Programación orientada a objetos en C++ para sistemas informáticos industriales

- Conceptos generales, paradigma.
- Clases y objetos.
- Funciones miembro y sobrecarga de operadores.

**Tema 10:** STL: Standard Template Library.

**Tema 11:** Herencia y polimorfismo en sistemas informáticos industriales.

**Tema 12:** Integración de sistemas informáticos industriales con microcontroladores

- Comunicaciones serie.

**Tema 13:** Drivers

- Concepto y utilidad
- Ejemplos de drivers

**Tema 14:** Convertidor A/D

- Manejo del periférico convertidor para la conversión de señales analógicas

**Tema 15:** Organización de un sistema digital

- Aspectos de diseño de un sistema
- Componentes básicos de un sistema digital

**Tema 16:** Aplicaciones reales con un microprocesador

- Problemas reales de aplicación de un microprocesador a un entorno con sistemas informáticos industriales.

## Conocimientos prácticos

Las prácticas están orientadas a desarrollar un proyecto, donde el trabajo en equipo, la organización, la creatividad y la iniciativa cobran especial importancia.

**Práctica 1:** Herramientas de desarrollo.



# COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

GUÍA DOCENTE

2024 - 2025

**Práctica 2:** Entrada y salida.

**Práctica 3:** Timers: gestión con interrupciones y polling.

**Práctica 4:** Funciones en ensamblador.

**Práctica 5:** Clases y objetos.

**Práctica 6:** Herencia y polimorfismo. Aplicación a un sistema informático industrial.

**Práctica 7:** Comunicaciones entre microcontrolador y sistema informático industrial.

**Práctica 8:** Control del entorno: drivers y convertidor A/D.

**Práctica 9:** Diseño de un sistema digital comunicado con un sistema informático industrial.

**Práctica 10:** Proyecto.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

#### Metodología Presencial: Actividades

- Clase magistral:** 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.
- 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.
- 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.



- 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.
- 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 dsPIC33FJ32MC202. Al final del curso el alumno desarrollará un sistema digital basado en el dsPIC33FJ32MC202 que interactúe con un sistema industrial y que soporte comunicaciones. También se proporciona al alumno sensores y actuadores para que los puedan conectar a su sistema.

## Metodología No presencial: Actividades

- Estudio de conceptos teóricos fuera del horario de clase por parte del alumno.**
- 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.
- Resolución de problemas y ejercicios prácticos:** se corregirán en clase.
- Preparación de prácticas y análisis de resultados:** las prácticas requieren de un trabajo anterior y posterior a la misma que será corregido.
- Desarrollo del proyecto final.**

## 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
26.00	19.00	30.00	15.00
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
88.00	38.00	30.00	24.00
<b>CRÉDITOS ECTS: 9,0 (270,00 horas)</b>			

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
Examen intersemestral de conocimientos a mitad de curso	Evaluación de la interpretación del enunciado y la capacidad de resolver de problemas reales.	60
Examen global de conocimientos al final del curso		
Examen de laboratorio		



Pruebas de seguimiento de conocimientos teóricos Competencias demostradas en el desarrollo del proyecto	Se evalúan conceptos teóricos en las pruebas. En el proyecto se evalúan las competencias en el desarrollo del proyecto (entregas, actitud en clase), y se comprueba que el proyecto funciona.	20
Competencia en las prácticas	Hacer cálculos previos, buena resolución de la práctica y terminar a tiempo.	20

## Calificaciones

### Convocatoria ordinaria

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:

$$\text{Nota Parcial} = 0.333 * \text{Inter} + 0.1667 * \text{Pruebas} + 0.5 \text{ Examen lab}$$

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

$$\text{Nota} = 0.2 * \text{Prácticas} + 0.3 \text{ Nota Parcial} + 0.5 * \text{Proy} \quad \text{si } \text{Proy} \geq 5$$

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

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

$$\text{Nota} = 0.5 \text{ Teoría} + 0.5 \text{ Laboratorio} \quad \text{si } \text{Teoría} \geq 5 \text{ y } \text{Laboratorio} \geq 5$$

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

siendo:

$$\text{Teoría} = 0.2 \text{ Inter} + 0.1 \text{ Pruebas} + 0.7 \text{ Global}$$

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

### Convocatoria extraordinaria

$$\text{Nota} = 0.5 \text{ Teoría} + 0.5 \text{ Laboratorio} \quad \text{si } \text{Teoría} \geq 5 \text{ y } \text{Laboratorio} \geq 5$$

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

siendo:

$$\text{Teoría} = 0.1 \text{ Inter} + 0.1 \text{ Pruebas} + 0.8 \text{ Global}$$

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

### 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:

- 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.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Desarrollo de tarjeta base y herramientas desarrollo	primera semana	
Entrada y salida en C	segunda semana	tercera semana
Timers: gestión con interrupciones y polling	tercera semana	cuarta semana
Funciones en ensamblador	cuarta semana	quinta semana
Clases y objetos	quinta semana	séptima semana
Herencia y polimorfismo	séptima semana	octava semana
Comunicaciones entre micro y sistemas informático industrial	octava semana	novena semana
Control del entorno: drivers y convertidor AD	novena semana	decima semana
Diseño de un sistema digital comunicado con un sistema informático industrial.	decima semana	undecima semana
Proyecto final	undecima semana	semana 15

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

Autor: Sánchez Miralles A., Título: Libro de texto de Microprocesadores. Año: 2018



# COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

GUÍA DOCENTE

2024 - 2025

Autor: Bjarne Stroustrup, Titulo: The C++ Programming Language.

## Bibliografía Complementaria

Autor: Microchip Inc. dsPIC33F Family Reference Manual

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>