



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

| Datos de la asignatura |  |
|------------------------|--|
| Nombre completo        | Microprocesadores  |
| Código                 | DEA-GITI-431   |
| Título                 | <a href="#">Grado en Ingeniería de 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@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   |
| <b>Profesor</b>                  |  |
| Nombre                           | José María Bengochea Guevara                             |
| Departamento / Área              | Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones |
| Correo electrónico               | jmbengochea@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 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, 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.

### Prerequisitos

Conocimientos de programación en C y de electrónica digital

## 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.   |
| <b>RA10</b> | Saber utilizar interrupciones en la gestión de periféricos dentro de un microcontrolador  |
| <b>RA11</b> | Ser capaz de realizar comunicaciones serie sencillas  |
| <b>RA12</b> | Ser capaz de utilizar un convertidor A/D  |
| <b>RA13</b> | Entender y saber aplicar el concepto de driver software.  |
| <b>RA14</b> | Conocer el concepto y la aplicación de la programación orientada a objetos en C++ aplicada a los sistemas informáticos industriales.  |
| <b>RA15</b> | 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.  |
| <b>RA16</b> | Saber aplicar el concepto de sobrecarga de operadores y el concepto de constructores y destructores de un objeto  |
| <b>RA17</b> | 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.

**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

1. **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.
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 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

1. **Estudio de conceptos teóricos fuera del horario de clase por parte del alumno.**
2. **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.

3. **Resolución de problemas y ejercicios prácticos:** se corregirán en clase.
4. **Preparación de prácticas y análisis de resultados:** las prácticas requieren de un trabajo anterior y posterior a la misma que será corregido.
5. **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<br>Examen global de conocimientos al final del curso<br>Examen de laboratorio | Evaluación de la interpretación del enunciado y la capacidad de resolver de problemas reales.  | 60 % |
| Pruebas de seguimiento de conocimientos teóricos<br>Competencias demostradas en el desarrollo del proyecto                            | Se evalúan conceptos teóricos en las pruebas.<br>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 calculos previos, buena resolución de la practica 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:

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

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

### 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:

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

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

### 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



# COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

**GUÍA DOCENTE  
2019 - 2020**

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

Autor: Bjarne Stroustrup, Título: 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](https://servicios.upcomillas.es/sedeelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792)