

FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre	Sistemas Electrónicos Digitales
Código	DEA-IND-443
Titulación	Grado en Ingeniería en Electromecánica
Curso	4
Cuatrimestre	1
Créditos ECTS	7.5 ECTS
Carácter	Obligatoria de especialidad
Departamento	Electrónica, Automática y Comunicaciones
Área	Sistemas Digitales
Universidad	Universidad Pontificia Comillas
Horario	
Profesores	Álvaro Sánchez Miralles
Descriptor	

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Álvaro Sánchez Miralles
Departamento	Electrónica, Automática y Comunicaciones
Área	
Despacho	D-IIT
e-mail	alvaro@comillas.edu
Horario de Tutorías	Plena disponibilidad previa petición por correo-e
Profesor de laboratorio	
Nombre	Francisco Martín Martínez

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 la ingeniería industrial. Para ello la asignatura describe la arquitectura, a nivel del modelo de programador (en concreto del dsPIC33FJ32MC202) 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 Genéricas del título-curso
CG3. Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
CG4. 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.

Competencias Específicas
CEN3. Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica digital y microprocesadores.
CEN6. Capacidad para diseñar sistemas electrónicos analógicos, digitales y de potencia.

Resultados del aprendizaje	
RA1	Aprender a trabajar en equipo
RA2	Saber enunciar un problema
RA3	Desarrollar la capacidad de análisis
RA4	Entender documentos técnicos tipo datasheet
RA5	Aprender a hacer sistemas reales que funcionen
RA6	Aprender a depurar un sistema hardware
RA7	Aprender a depurar software
RA8	Aprender a plantear y resolver problemas complicados
RA9	Conocer las técnicas para descomponer un problema en partes
RA10	Aprender a ser sistemático
RA11	Conocer la integración de un micro con un sistema digital
RA12	Conocer la organización de un micro
RA13	Saber interactuar con el entorno usando un micro
RA14	Conocer cómo se programa un micro en C
RA15	Conocer cómo se programa un micro en ensamblador
RA16	Aprender a manejar la gestión del tiempo de un micro
RA17	Saber utilizar interrupciones
RA18	Ser capaz de realizar comunicaciones serie sencillas
RA19	Ser capaz de utilizar un convertidor A/D
RA20	Entender y saber aplicar el concepto de driver

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos	
BLOQUE 1: 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: Arquitectura de un microprocesador	
•	Programación de bajo nivel usando C
Tema 6: Mapa de memoria	
•	Estructuración y acceso de la memoria de un micro
Tema 7: Programación en ensamblador	
•	Instrucciones básicas.
•	Modos de direccionamiento.
•	Codificación de instrucciones.
•	Soporte para llamadas a funciones.
Tema 8: Interrupciones	
•	Diferencia entre polling e interrupción
•	Cómo atender interrupciones
Tema 9: Convertidor A/D	
•	Manejo del periférico convertidor para la conversión de señales analógicas
Tema 10: Comunicaciones serie	
•	Manejo de la UART de un microprocesador
Tema 11: Drivers	
•	Concepto y utilidad
•	Ejemplos de drivers
Tema 12: Organización de un sistema digital	
•	Aspectos de diseño de un sistema
•	Componentes básicos de un sistema digital
Tema 13: Aplicaciones reales con un microprocesador	
•	Problemas reales de aplicación de un microprocesador
BLOQUE 2: Conocimientos prácticos	
Práctica 1: Herramientas de desarrollo	
Práctica 2: Entrada y salida	

Práctica 3: Timers
Práctica 4: Funciones en ensamblador
Práctica 5: Interrupciones, convertidor AD y comunicaciones
Práctica 6: Diseño de un sistema digital
Práctica 7: Proyecto

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 dsPIC33FJ32MC202. Al final del curso el alumno desarrollará un sistema digital basado en el dsPIC33FJ32MC202 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			
Lección magistral	Resolución de problemas	Prácticas laboratorio	Evaluación
25	10	32	8
HORAS NO PRESENCIALES			
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos	Realización de trabajos colaborativos	Estudio
25	40	40	45
CRÉDITOS ECTS:			7.5 (225 horas)

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:

$$\begin{aligned} \text{Teoría} &= 0.21 \text{ Inter} + 0.09 \text{ Pruebas} + 0.7 \text{ Global} \\ \text{Laboratorio} &= 0.4 \text{ Practicas} + 0.3 \text{ Proy} + 0.3 \text{ Examen lab} \end{aligned}$$

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.

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- Autor: Sánchez Miralles A., Título: Libro de texto de Sistemas Electrónicos Digitales. Año: 2013

Bibliografía Complementaria

- Autor: Microchip Inc. dsPIC33F Family Reference Manual

FICHA RESUMEN

Ver páginas siguientes.

Sesión	Contenido	Tem.	Prioridad	Actividad			Dedicación (h)		
				Comp.y R. Aprendizaje	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.		2	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		2	4
	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	0
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				Autoevaluación		Examen	1	
	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	4
3	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		3	6

	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	4
4	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		1	4
5	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	3
6	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		2	10
	Prueba corta de programación en ensamblador				Autoevaluación		Examen	1	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	8
7	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
7	EXAMEN parcial						Examen	2	0

8	Convertidor A/D	9		CGT3, RA19	Lección expositiva	Lectura y estudio de los contenidos impartidos. Ejercicios y problemas propuestos		2	6
9	Comunicaciones serie	10		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, convertidor AD 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	6	6
	Entrega de especificaciones del proyecto			CGT9, CRT9, RA2, RA3, RA1		Capacidad analítica	Especificaciones		4
	EXAMEN laboratorio						Examen	3	4
9	Drivers	11		CGT3, CGT4, RA8, RA9, RA20	Lección expositiva. Clase participativa. Resolución de problemas. Dinámica de grupo	Lectura y estudio de los contenidos impartidos. Ejercicios propuestos		2	3
10	Organización de un sistema digital	12		CGT3, RA11	Lección expositiva.			3	4
	Entrega de la propuesta del proyecto			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	3	10
11	Aplicaciones reales con microprocesador	13		CGT4, RA8, RA17, RA11	Resolución de problemas. Dinámica de grupo	Resolución de problemas		8	10

	Práctica 8: Proyecto	P7		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.		12	24	
13	Olimpiada del conocimiento			CGT9, CGT4, RA2, RA3, RA1	Competición	Preparación de preguntas	Preguntas de la olimpiada	3	4	
15	Entrega de proyecto y demostración			CGT9, RA1	Demostración		Sistema digital completo	2	0	
Total									75	150
Horas									225	
ECTS									7,50	

