

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

93001024 - Laboratorio De Sistemas Electrónicos

### PLAN DE ESTUDIOS

09AZ - Master Universitario En Ingenieria De Sistemas Electronicos

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	93001024 - Laboratorio de Sistemas Electrónicos
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09AZ - Master Universitario en Ingenieria de Sistemas Electronicos
Centro responsable de la titulación	09 - E.T.S. De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2025-26

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Pedro Jose Malagon Marzo	B-113	pedro.malagon.marzo@upm.es	X - 13:00 - 14:00 Se recomienda concertar cita con el profesor para este u otro horario
Fernando Fernandez Martinez (Coordinador/a)	B-109	fernando.fernandezm@upm.es	M - 15:00 - 16:00 Se recomienda concertar cita con el profesor para este u otro horario

Manuel Gil Martin	B-111	manuel.gilmartin@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor.
-------------------	-------	-------------------------	--

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Sistemas Empotrados

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Entorno GNU/Linux
- Programación en Python
- Sistemas operativos de tiempo real
- Programación en C

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE04 - Capacidad para diseñar un dispositivo, sistema, aplicación o servicio que cumpla unas especificaciones dadas, empleando un enfoque sistémico y multidisciplinar e integrando los módulos y herramientas avanzadas disponibles en el campo de la Ingeniería Electrónica.

CE05 - Capacidad para seleccionar, especificar, proyectar, documentar o poner a punto sistemas electrónicos para proporcionar o explotar servicios o infraestructuras en áreas de aplicación de interés.

CG02 - Liderazgo de equipos: realizar trabajos en equipo (como los de algunas de las actividades de evaluación de las asignaturas), integrarse en un grupo participando activamente en sus reuniones, colaborando con iniciativa propia en trabajos o proyectos de I+D +i; interaccionar con efectividad con los miembros del equipo de trabajo multidisciplinar

CG08 - Aplicar metodologías, procedimientos, herramientas y normas del estado del arte para la creación de nuevos componentes tecnológicos; construir nuevas hipótesis y modelos, evaluarlos y aplicarlos a la resolución de problemas.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA39 - Capacidad de analizar y diseñar sistemas empotrados distribuidos

RA100 - Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en áreas emergentes de su especialidad.

RA11 - Conocimiento de metodologías de desarrollo y gestión de proyectos.

RA19 - Comprender las implicaciones del diseño conjunto con elementos hardware y software

RA9 - Conocimientos de trabajo en equipo, iniciativa, liderazgo

RA61 - Desarrollo de un driver o controlador en Linux para el control de un dispositivo externo

RA59 - Arquitectura de un sistema utilizando múltiples sistemas empotrados

RA63 - Capacidad de diseño y desarrollo orientado a cliente

RA60 - Capacidad de control de un dispositivo a través de un bus de conexión: I2C, UART, SPI, USB

RA62 - Planificación de la actividad y gestión del alcance de un proyecto

RA43 - Conocimiento de métodos de recogida de información mediante sensores inteligentes

## 5. Descripción de la asignatura y temario

### 5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo básico de la asignatura es que el alumnado adquiera los conocimientos y habilidades que le permitan afrontar el diseño e implementación de sistemas electrónicos para entornos inteligentes. Para ello, la asignatura adopta necesariamente un enfoque sistémico y multidisciplinar que no sólo presta atención a la electrónica de estos sistemas sino que también aborda otras competencias técnicas y metodológicas básicas tales como: programación de aplicaciones en sistemas empotrados, metodologías de desarrollo guiado por pruebas, protocolos de comunicación para el intercambio de información entre dispositivos, métodos de procesado de señal y reconocimiento de patrones, y técnicas de interacción y metodologías de diseño centrado en usuario. De igual modo, la asignatura permite al alumno aplicar de manera integrada los conocimientos y destrezas básicas adquiridas en asignaturas previas, en especial, los desarrollados en la asignatura "Sistemas Empotrados".

La asignatura se basa en la metodología PBL (Problems Based Learning), metodología de naturaleza eminentemente práctica que consiste en enfrentar al alumno a escenarios o casos de uso reales con el fin de comprender mejor la problemática asociada al diseño e implementación de los sistemas electrónicos inteligentes y de adquirir las competencias técnicas y metodológicas básicas para ello.

La asignatura está organizada en 4 bloques o áreas temáticas fundamentales. Cada bloque profundiza en su propio conjunto de competencias específicas, apoyándose para ello en diversos prototipos de plataforma HW y/o SW relacionados con ciertas tecnologías o aplicaciones de los sistemas electrónicos, en general, y de los sistemas empotrados, en particular, en el ámbito de los entornos inteligentes. Estos prototipos tratan de poner de relieve los principales problemas a los que tienen que hacer frente los diseñadores de tales sistemas e igualmente tratan de hacer partícipe al alumno del desarrollo e implementación de las posibles soluciones para solventarlos. Los prototipos utilizan como plataformas principales Raspberry Pi y ESP32, siguiendo el trabajo desarrollado en la asignatura Sistemas Empotrados. Eventual y adicionalmente, podrán utilizarse cualesquiera otros microcontroladores que sean necesarios para la implementación de ciertos módulos externos (e.g. ARM, ESP8266, PIC, AVR, ...).

En cada uno de los bloques el alumno debe completar en equipo (i.e. por parejas) la realización de diferentes prácticas en el laboratorio supervisadas por uno de los profesores de la asignatura. Estas prácticas, en ocasiones, requieren de varias sesiones de laboratorio para su realización. Con carácter general, cada práctica contará con una primera parte en la que el profesor responsable de la misma realizará una introducción magistral a los contenidos y objetivos de la misma, introduciendo los conocimientos teóricos necesarios, relacionándolos con los conocimientos adquiridos en las asignaturas previas, describiendo el material de apoyo disponible, y explicando brevemente las tareas a realizar. Esta primera parte debe servir para proporcionar al alumno los conocimientos y habilidades técnicas suficientes para abordar la segunda parte.

En dicha segunda parte, el alumno debe trabajar sobre los prototipos y/o plataformas HW/SW facilitadas ampliando y mejorando su funcionalidad y características básicas haciendo uso para ello de un guión que contiene las indicaciones y propuestas oportunas sobre cómo hacerlo. En este sentido, el alumno debe ser consciente de que el desarrollo de la asignatura y, por extensión, de las prácticas en las que se apoya, requiere de trabajo por su parte fuera del horario presencial, en el que podrá asistir al laboratorio en su horario de apertura.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Tema 0. Introducción a la asignatura y a las herramientas que se van a utilizar
2. Tema 1. Comunicaciones entre dispositivos (sockets, MQTT, herramientas para la monitorización y visualización de métricas, etc.)
3. Tema 2. Embedded AI (reconocimiento de actividades o gestos basado en sensores iniciales, visión artificial, detección de anomalías, reconocimiento de palabras clave, etc.)
4. Tema 3. Test-driven development (desarrollo guiado por pruebas, técnicas de test unitario y de integración, integración continua, gestión de repositorios y trabajo colaborativo, etc.)
5. Tema 4. Programación multiplataforma (estrategias para la modularización y portabilidad, gestión de dependencias y configuración).

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Introducción a la asignatura  Duración: 00:30  LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Puesta a punto de herramientas: <b>repositorio, trello, slack, framework de test unitario</b>  Duración: 01:00  PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>Tema 1. Comunicaciones entre dispositivos.</b>  Duración: 01:30  PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
2		<b>Tema 1. Comunicaciones entre dispositivos.</b>  Duración: 03:00  PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3		<b>Tema 1. Comunicaciones entre dispositivos.</b>  Duración: 03:00  PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4		<b>Tema 2. Embedded AI.</b>  Duración: 03:00  PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5		<b>Tema 2. Embedded AI.</b>  Duración: 03:00  PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6				
7		<b>Examen en laboratorio sobre Temas 1 y 2.</b>  Duración: 03:00  PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Examen en laboratorio sobre Temas 1 y 2.</b>  EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00  <b>Entrega y evaluación de informes de las prácticas de los Temas 1 y 2.</b>  TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00

8		<b>Tema 3. Test-driven development.</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9		<b>Tema 3. Test-driven development.</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10		<b>Tema 3. Test-driven development.</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11		<b>Tema 4. Programación multiplataforma.</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12		<b>Tema 4. Programación multiplataforma.</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13				
14		<b>Examen en laboratorio sobre Temas 3 y 4.</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega y evaluación de informes de las prácticas de los Temas 3 y 4.</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00  <b>Examen en laboratorio sobre Temas 3 y 4.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00
15				
16				
17				<b>Entrega y evaluación de informes de las prácticas de los Temas 1, 2, 3 y 4.</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Global Presencial Duración: 00:00  <b>Examen en laboratorio sobre Temas 1, 2, 3 y 4.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Global Presencial Duración: 03:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	Examen en laboratorio sobre Temas 1 y 2.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:00	20%	4 / 10	CE05 CE04 CG08
7	Entrega y evaluación de informes de las prácticas de los Temas 1 y 2.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	30%	4 / 10	CG08 CE05 CE04
14	Entrega y evaluación de informes de las prácticas de los Temas 3 y 4.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	30%	4 / 10	CG08 CE05 CG02 CE04
14	Examen en laboratorio sobre Temas 3 y 4.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:00	20%	4 / 10	CE05 CE04 CG08

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Entrega y evaluación de informes de las prácticas de los Temas 1, 2, 3 y 4.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	60%	4 / 10	CG08 CE05 CG02 CE04
17	Examen en laboratorio sobre Temas 1, 2, 3 y 4.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	40%	4 / 10	CG08 CE05 CE04

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Entrega y evaluación de informes de las prácticas de los Temas 1, 2, 3 y 4.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	40%	4 / 10	CG02 CE04 CG08 CE05
Examen en laboratorio sobre todos los Temas 1, 2, 3 y 4	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	60%	4 / 10	CG08 CE05 CE04

## 7.2. Criterios de evaluación

### Sobre la publicación de soluciones de exámenes

De acuerdo con el Artículo 19.9 del Reglamento de Evaluación, y dado el **enfoque práctico y personalizado de las pruebas de evaluación** en esta asignatura, no se prevé la publicación de soluciones tipo. Las pruebas prácticas realizadas en laboratorio se diseñan de forma que cada estudiante debe abordar retos personalizados, adaptados a condiciones específicas asignadas individualmente (por ejemplo, configuración de dispositivos, canales de comunicación o parámetros de conexión particulares), lo que hace inviable establecer una única solución válida aplicable de forma general.

En su lugar, durante la revisión individual de cada prueba, el profesorado proporcionará retroalimentación específica y orientaciones personalizadas que permitan al estudiante comprender y mejorar sus desarrollos. Esta medida garantiza una evaluación equitativa, fomenta la integridad académica y evita la difusión de soluciones que no reflejan la diversidad de los ejercicios propuestos.

### Evaluación progresiva / global

La **evaluación progresiva** se encuentra formada por las pruebas / actividades que se muestran en la tabla siguiente (nombre prueba, tipo prueba, contenido evaluado y peso sobre nota final) según un orden cronológico:

PT1) Prácticas del Tema 1	Prácticas en parejas	Tema 1	15%
PT2) Prácticas del Tema 2	Prácticas en parejas	Tema 2	15%
EX1) Examen en laboratorio sobre los Temas 1 y 2	Examen individual en el laboratorio	Temas 1 y 2	20%
PT3) Prácticas del Tema 3	Prácticas en parejas	Tema 3	15%

PT4) Prácticas del Tema 4	Prácticas en parejas	Tema 4	15%
EX2) Examen en laboratorio sobre los Temas 3 y 4	Examen individual en el laboratorio	Temas 3 y 4	20%

La nota final se calculará a partir de la calificación obtenida en cada una de las pruebas, aplicando los siguientes criterios:

- La calificación de las prácticas (PT1-PT4) se obtendrá a partir de los informes entregados.
- La calificación de las pruebas de evaluación individuales en el laboratorio (EX1 y EX2) se obtendrá a partir de la comprobación de requisitos funcionales sobre los desarrollos realizados.

Criterios para superar la asignatura en la **modalidad progresiva** o mediante **evaluación global**:

1. Se debe haber alcanzado una calificación mínima de 5 puntos en la nota final.
2. Se debe obtener al menos, 4 puntos sobre 10, en la calificación obtenida en cada uno de los dos exámenes de evaluación (EX1 y EX2).
3. Se deben entregar todos los informes requeridos por las prácticas (PT1-PT4), con una nota mínima de 4 puntos sobre 10 en la calificación ponderada de las mismas.

Aquellos estudiantes que habiendo obtenido una nota final igual o superior a 5 puntos no satisfagan los criterios 2) o 3), serán calificados con 4.5 puntos.

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación usará los mismos tipos de técnicas evaluativas tanto en la convocatoria ordinaria (progresiva o global) como en la extraordinaria.

Las **prácticas (PT1-PT4)** son recuperables tanto en la evaluación global como en la extraordinaria.

#### Reconocimiento de prácticas superadas y carácter liberatorio

Dado el enfoque práctico y aplicado de la asignatura, centrado en la realización de proyectos y prototipos en equipo, se establece que **los bloques correspondientes a la entrega y evaluación de informes de las prácticas de los Temas 1, 2, 3 y 4, tienen carácter liberatorio**. En consecuencia:

- Las calificaciones obtenidas en los **informes de prácticas** asociados a dichos bloques temáticos (Temas 1

a 4) podrán ser conservadas entre la convocatoria ordinaria y la extraordinaria del mismo curso académico, a solicitud del estudiante.

- Asimismo, los estudiantes que repitan la asignatura en cursos posteriores **podrán solicitar el reconocimiento de prácticas superadas en cursos anteriores**, siempre que se acredite que las actividades desarrolladas se corresponden con los mismos objetivos y contenidos del curso actual. En estos casos, el equipo docente evaluará la equivalencia y decidirá sobre su validez.
- Para acogerse a esta opción, el estudiante deberá presentar una petición expresa al coordinador de la asignatura dentro del período de docencia, incluyendo la documentación justificativa correspondiente (informes previos, repositorios, resultados de evaluación, etc.).

Este mecanismo tiene como objetivo fomentar la continuidad del aprendizaje, reconocer el esfuerzo realizado en el desarrollo de los proyectos, y permitir al estudiante centrar su dedicación en los bloques pendientes.

### Evaluación extraordinaria

Para superar la asignatura tanto en la modalidad de **evaluación extraordinaria** se deberán entregar todas las prácticas (PT1-PT4) y realizar un examen en laboratorio que cubrirá la totalidad de los temas abordados. En esta modalidad de evaluación se aplicarán los siguientes pesos y criterios:

PT1234) Prácticas de los Temas 1, 2, 3 y 4	Prácticas individuales o en parejas si fuese posible	Temas 1, 2, 3 y 4	40%
EXGE) Examen en laboratorio sobre todos los Temas 1, 2, 3 y 4	Examen individual en el laboratorio	Temas 1, 2, 3 y 4	60%

Criterios para superar la asignatura en la **modalidad extraordinaria**:

- Se debe haber alcanzado una calificación mínima de 5 puntos en la nota final.
- Se debe obtener al menos, 4 puntos sobre 10, en la calificación del exámen de laboratorio (EXGE).
- Se deben entregar todos los informes requeridos por las prácticas (PT1234).
- Se debe obtener al menos, 4 puntos sobre 10, en la calificación de las prácticas (PT1234).

Aquellos estudiantes que habiendo obtenido una nota final igual o superior a 5 puntos no satisfagan los criterios 2), 3) o 4), serán calificados con 4.5 puntos.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
The C programming Language. Brian W. Kernighan and Dennis M. Ritchie	Bibliografía	
Programming Python 4th Edition. Lutz, Mark	Bibliografía	
Test Driven Development for Embedded C. James W. Grenning	Bibliografía	

## 9. Otra información

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura permite al alumno aplicar de manera integrada los conocimientos y destrezas básicas adquiridas en las asignaturas previas de la materia (e.g. Sistemas Empotrados).

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 3: ofrecer soluciones que ayuden a la digitalización y mejora de la eficiencia de los sectores de la salud.
- Objetivo 7: ofrecer soluciones que ayuden a la digitalización y mejora de la eficiencia del consumo energético.
- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras, monitorización remota de procesos industriales.
  - Meta 9.5. Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores

industriales de todos los países.

- Meta 9.c. Aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones.