



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Sist. de  
Telecom.

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**595040047 - Embedded Systems Design With Raspberry Pi**

### PLAN DE ESTUDIOS

59TL - Grado En Ingeniería Telemática

### 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.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	595040047 - Embedded Systems Design With Raspberry Pi
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Inglés/Castellano
<b>Titulación</b>	59TL - Grado en Ingeniería Telemática
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - E.T.S. De Ingeniería Y Sist. De Telecom.
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Mariano Ruiz Gonzalez (Coordinador/a)	A4206	mariano.ruiz@upm.es	L - 08:30 - 10:30

\* 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

El plan de estudios Grado en Ingeniería Telemática no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Basic knowledge in Operating Systems use, better if Linux
- Basic computer networks knowledge
- Basic Programming in C/C++
- Basic skills in electronics

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE EC01 - Capacidad de construir, explotar y gestionar sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas electrónicos.

CE EC03 - Capacidad de realizar la especificación, implementación, documentación y puesta a punto de equipos y sistemas, electrónicos, de instrumentación y de control, considerando tanto los aspectos técnicos como las normativas reguladoras correspondientes.

CE EC04 - Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

CE EC05 - Capacidad de diseñar circuitos de electrónica analógica y digital, de conversión analógico-digital y digital-analógica, de radiofrecuencia, de alimentación y conversión de energía eléctrica para aplicaciones de telecomunicación y computación.

CE EC07 - Capacidad para diseñar dispositivos de interfaz, captura de datos y almacenamiento, y terminales para servicios y sistemas de telecomunicación.

CE EC08 - Capacidad para especificar y utilizar instrumentación electrónica y sistemas de medida.

CG 02 - Capacidad de búsqueda y selección de información, de razonamiento crítico y de elaboración y defensa de argumentos dentro del área.

CG 03 - Capacidad para expresarse correctamente de forma oral y escrita y transmitir información mediante documentos y exposiciones en público.

CG 04 - Capacidad de abstracción, de análisis y de síntesis y de resolución de problemas.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA1434 - Documentar el desarrollo de una aplicación con RaspBerry-PI y presentarla en público

RA1435 - Instalar un sistema operativo Linux y aplicaciones software en la RaspBerry Pi

RA1433 - Presentar y defender en público propuestas técnicas para resolver problemas

RA1437 - Conocer las características hardware básicas de un sistema electrónico embebido como la RaspBerry PI basado en un System On Chip.

RA1432 - Desarrollar una aplicación software básica utilizando los interfaces de la RaspBerry PI.

RA1429 - Identificar la funcionalidad de cada uno de los interfaces digitales y analógicos que incluye la RaspBerry-PI

RA1430 - Conocer los elementos integrantes de una distribución de Linux para un sistema empujado

RA1431 - Redactar documentos técnicos presentando los pasos seguidos y las conclusiones obtenidas en la realización de una aplicación.

RA1428 - Conectar un circuito electrónico básico en uno de los interfaces digitales de la RaspBerry PI

RA1436 - Configurar y construir una distribución del sistema operativo Linux utilizando la herramienta Buildroot para la plataforma RaspBerry-PI

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Embedded Systems Design with Raspberry Pi is a spring-semester elective course for different degrees. This course introduces the students to using embedded electronic systems for practical application development. During the course, students will learn to develop and embed their own Linux-based operating system in a very low-cost embedded system like the Raspberry Pi. The course is organized as laboratory assignments introduced by theory lessons. The laboratory assignments are designed to emphasize application development and integration skills, as well as the presentation of results in an oral and written manner.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Introduction to Raspberry Pi: Architecture and hardware resources
2. Raspberry Pi Linux Application development
  - 2.1. Raspberry Pi Operating System installation
  - 2.2. Linux basic use tutorial
  - 2.3. (Optional) Install and configure Ubuntu Virtual Machine
  - 2.4. Connecting sensors and actuators to Raspberry Pi
  - 2.5. C application development for Raspberry Pi
3. Generation of custom embedded Linux systems
  - 3.1. Embedded Linux System Fundamentals
  - 3.2. Embedded Linux System generation tools: Buildroot
4. Embedded Linux Application development
  - 4.1. Environment configuration for remote connection, development, deployment, testing, and debug
5. Advanced Application development using Raspberry Pi and Embedded Linux

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Course presentation</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Introduction to Raspberry Pi: Architecture and hardware resources Raspberry Pi Operating System Installation</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>C application development for Raspberry Pi</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Raspberry Pi Operating System Installation</b> Duración: 00:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Connecting Sensors and actuators to Raspberry Pi</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p><b>C application development for Raspberry Pi</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
4	<p><b>Embedded Linux System Fundamentals</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tutorial: Build custom embedded Linux system for Raspberry Pi</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
5	<p><b>Embedded Linux System Fundamentals</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tutorial: Build custom embedded Linux system for Raspberry Pi</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			

6	<p><b>Embedded Linux System Generation</b>  <b>Tools: Buildroot</b>  Duración: 01:30  LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tutorial: Build custom embedded Linux system for Raspberry Pi</b>  Duración: 01:30  PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
7	<p><b>Environment configuration for remote connection, development, deployment and testing</b>  Duración: 01:00  LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tutorial: Environment configuration for remote connection, development, deployment and testing</b>  Duración: 02:00  PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
8	<p><b>Environment configuration for remote connection, development, deployment and testing</b>  Duración: 01:00  LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tutorial: Build custom embedded Linux system for Raspberry Pi</b>  Duración: 02:00  PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
9	<p><b>Advanced Application Development using Raspberry Pi and Embedded Linux</b>  Duración: 02:00  LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Advanced application development</b>  Duración: 01:00  PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
10	<p><b>Progressive Assessment</b>  Duración: 03:00  OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Generation of Custom Embedded Linux Systems</b>  EX: Técnica del tipo Examen Escrito  Evaluación Progresiva  Presencial  Duración: 01:00</p> <p><b>Presentation of the Project LAB2</b>  PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo  Evaluación Progresiva  Presencial  Duración: 02:00</p>

11	<b>Advanced application development</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio			
12	<b>Advanced application development</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio			
13	<b>Advanced Application development: Alumni presentations and questions by instructors Verification of the design</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación			<b>Advanced Application development: Alumni presentations and questions by instructors Verification of the design</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 03:00
14				
15				
16				
17				<b>Generation of Custom Embedded Linux Systems</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 01:00  <b>Advanced Application development: Alumni presentations and questions by instructors Verification of the design</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo 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
10	Generation of Custom Embedded Linux Systems	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	30%	4 / 10	CE EC01 CE EC03 CE EC04 CE EC05 CE EC07 CE EC08 CG 03 CG 04
10	Presentation of the Project LAB2	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	4 / 10	CG 02 CG 03
13	Advanced Application development: Alumni presentations and questions by instructors Verification of the design	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	03:00	60%	4 / 10	CE EC01 CE EC03 CE EC04 CE EC05 CE EC07 CE EC08 CG 02 CG 03 CG 04

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Generation of Custom Embedded Linux Systems	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	40%	4 / 10	CE EC01 CE EC03 CE EC04 CE EC05 CE EC07 CE EC08 CG 03 CG 04

17	Advanced Application development: Alumni presentations and questions by instructors Verification of the design	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	03:00	60%	4 / 10	CE EC01 CE EC03 CE EC04 CE EC05 CE EC07 CE EC08 CG 02 CG 03 CG 04
----	---	--	------------	-------	-----	--------	---

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Questions about the use of Buildroot for the development of Embedded Linux. Questions about the HW and SW tools used in the course	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	40%	4 / 10	CE EC01 CE EC03 CE EC04 CE EC05 CE EC07 CE EC08 CG 02 CG 03 CG 04
Development of an application using a pre-built Buildroot solution.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	60%	4 / 10	CE EC01 CE EC03 CE EC04 CE EC05 CE EC07 CE EC08 CG 02 CG 03 CG 04

## 7.2. Criterios de evaluación

The assessment of the subject is performed by the activities described in the above tables. The progressive assessment (continuous assessment table) comprises three different activities, each with a weight of 30%, 10%, and 60%, respectively. The student achieving a mark equal to or greater than 50% (5 points) will pass the course. All students can repeat the assessment activities to reach the 50% target or improve their marks by completing the activities scheduled for the final assessment (see Table 7.1.2). Students who failed the final assessment or those who did not attend any assessment activity can be re-evaluated to pass the course in the re-sit examination. The following list presents the evaluation indicators used for the assessment:

The student identifies the main hardware components of a Raspberry Pi.

The student identifies the main characteristics of a BCM2835 chip or equivalent.

The student identifies the functionalities of the different hardware interfaces available in the Raspberry Pi.

(Optional) The student is capable of installing and configuring a virtual machine with all the components required by software packages.

The student can search, download, install, and boot a commercial operating system for Raspberry Pi.

The student identifies the main functional blocks necessary for building an embedded Linux system.

The student identifies the tools necessary for using Buildroot.

The student identifies the main configuration parameters for building an embedded Linux system using Buildroot.

The student knows the purpose and functionality of a bootloader.

The student knows the purpose and functionality of the Linux kernel

The student understands the purpose and functionality of a file system.

The student understands the purpose and functionality of BusyBox within an embedded Linux system.

The student is capable of configuring the host system for building an embedded Linux system using Buildroot.

The student is capable of booting a custom-embedded Linux operating system with the Raspberry Pi.

The student is capable of modifying the Buildroot configuration parameters to suit their specific requirements.

The student can identify and correct errors arising from the startup of a custom-embedded Linux system.

The student identifies and understands the characteristics of electronic sensors and actuators with a digital interface.

The student is capable of connecting sensors and actuators to the proper Raspberry Pi interfaces.

The student is capable of configuring the host system for remote connection, development, deployment, testing, and debugging of applications for the Raspberry Pi.

The student is capable of designing, developing, and debugging a C application for the Raspberry Pi that utilizes sensors and actuators.

The student can design, develop, and debug an advanced application based on Raspberry Pi.

The students can present the characteristics and setup of the Raspberry Pi to their peers.

The student is capable of explaining how basic applications can be developed and executed on the Raspberry Pi.

The student is capable of presenting the configuration, development, deployment, and start-up cycle of a custom-

embedded Linux system for Raspberry Pi.

The student can prepare formal documentation detailing the steps followed and the decisions made to develop an embedded Linux System for Raspberry Pi.

The student is capable of preparing detailed documentation about the development and deployment of an IoT application using Raspberry Pi.

The student is capable of working in a team for joint project development.

The dates of the different course exams depend on the organization of the Semester Evaluation Plan coordinated by the SOA. They are published in the school's Annual Teaching Plan. Suppose there is any discrepancy between the information published in this guide and that published in the Annual Teaching Plan. In that case, the latter should be considered, as it reflects the most up-to-date information.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Raspberry Pi Board	Equipamiento	Raspberry development board
Host Computer	Equipamiento	Personal computer with Windows operating System. It will require the installation of an Ubuntu Virtual Machine
Moodle	Recursos web	UPM Course Moodle with the course support materials
Raspberry Pi Foundation	Recursos web	<a href="http://www.raspberrypi.org">http://www.raspberrypi.org</a>
VMWare	Recursos web	<a href="http://www.wmware.com">http://www.wmware.com</a>
Unix Tutorial	Recursos web	<a href="http://www.ee.surrey.ac.uk/Teaching/Unix">http://www.ee.surrey.ac.uk/Teaching/Unix</a>
Buidroot	Recursos web	<a href="http://buildroot.uclibc.org/">http://buildroot.uclibc.org/</a>

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

The subject is related to the SDG9 and SDG12 goals.

The deployment of embedded systems and the applications developed with them allow to undertake solutions that have a high impact on the improvement of the functioning of industrial environments, applications related to the environment and the improvement of the quality of life. The course will deal in detail with aspects of the deployment of embedded, minimising their energy consumption