



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Sistemas  
de Telecomunicación

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**595010047 - Diseño de Sistemas Empotrados con Raspberry Pi**

### PLAN DE ESTUDIOS

59EC - Grado En Ingeniería Electronica De Comunicaciones

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - 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.....	11

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	595010047 - Diseño de Sistemas Empotrados con 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>	Castellano
<b>Titulación</b>	59EC - Grado En Ingeniería Electronica De Comunicaciones
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - Escuela Tecnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Francisco Javier Jimenez Martinez (Coordinador/a)	A4202	franciscojavier.jimenez@upm.es	X - 09:30 - 10:30 Las tutorias son con cita previa

\* 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

- Programacion li
- Sistemas Operativos
- Sistemas Basados En Microprocesador
- Programacion I

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

- Conocimientos básicos de redes de ordenadores

## 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

RA376 - Conocer las características hardware básicas de un sistema electrónico embebido como la RaspBerry PI basado en un System On Chip.

RA377 - Identificar la funcionalidad de cada uno de los interfaces digitales y analógicos que incluye la RaspBerry-PI.

RA378 - Instalar un sistema operativo Linux y aplicaciones software en la RaspBerry Pi.

RA379 - Conocer los elementos integrantes de una distribución de Linux para un sistema empotrado.

RA380 - Configurar y construir una distribución del sistema operativo Linux utilizando la herramienta Buildroot para la plataforma RaspBerry-PI.

RA384 - Presentar y defender en público propuestas técnicas para resolver problemas.

RA383 - Documentar el desarrollo de una aplicación con RaspBerry-PI y presentarla en público.

RA381 - Conectar un circuito electrónico básico en uno de los interfaces digitales de la RaspBerry PI.

RA382 - Desarrollar una aplicación software básica utilizando los interfaces de la RaspBerry PI.

RA385 - Redactar documentos técnicos presentando los pasos seguidos y las conclusiones obtenidas en la realización de una aplicación.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Diseño de Aplicaciones con la RaspBerry-PI es una asignatura de sexto semestre, optativa para la titulación de Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones. Con esta asignatura se quiere introducir a los alumnos en la utilización de sistemas electrónicos empotrados en el desarrollo de aplicaciones reales. Durante el desarrollo de la asignatura se pretende que el alumno aprenda a desarrollar e integrar su propia distribución de Linux en un sistema empotrado de muy bajo coste como la raspBerry-PI. En el curso se desarrollan laboratorios donde se pretende potenciar las competencias prácticas de desarrollo e integración de aplicaciones así como la presentación de resultados de forma oral y escrita

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Descripción de la arquitectura y los recursos hardware de la RaspBerry-PI
2. Instalación de un sistema operativo Linux en RPI. Instalación de Raspbian y comprobación de su funcionamiento. Tutorial básico de Linux
  - 2.1. Preparación de una máquina virtual con Ubuntu para desarrollar aplicaciones con Linux empotrado
3. Descripción de Aplicaciones software para la RaspBerry PI
4. Puesta en común. Presentación en clase por parte de los alumnos de la puesta en marcha de la RPI. Actividad de evaluación
5. Creación de una distribución a medida de Linux utilizando Buildroot
  - 5.1. Aspectos y conceptos esenciales para crear una distribución de Linux empotrado
  - 5.2. Puesta en marcha usando Buildroot
  - 5.3. Puesta en común. Presentación en clase por parte de los alumnos de la puesta en marcha de Buildroot en la RPI. Evaluación
6. Desarrollo de aplicaciones software en C para RPI utilizando Eclipse
7. Desarrollo de aplicaciones para RPI
  - 7.1. Conexión de un sensor
  - 7.2. Uso del SPI o I2C y manejo del sensor. Utilización del interfaz SPI en Linux. Desarrollo de una aplicación en C
  - 7.3. Conexión de una pantalla táctil

7.4. Puesta en común. Presentación en clase por parte de los alumnos de la puesta en marcha de la aplicación. Evaluación

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<p><b>Presentación de la asignatura.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Descripción de la arquitectura y los recursos hardware de la RaspBerry-PI (RPI)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2		<p><b>Instalación de una máquina virtua</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
3		<p><b>Instalación de una máquina virtua</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Descripción de aplicaciones software en la RPI</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
4		<p><b>Puesta en común y presentaciones de conclusiones</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
5	<p><b>Presentación del uso de la herramienta Buildroot</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
6	<p><b>Presentación del uso de la herramienta Buildroot</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Creación de una distribución a medida de Linux utilizando Buildroot</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
7		<p><b>Creación de una distribución a medida de Linux utilizando Buildroot</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		



8		<b>Creación de una distribución a medida de Linux utilizando Builroot</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Presentación en publico</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Duración: 03:00
9	<b>Desarrollo de aplicaciones software para RPI utilizando Eclipse</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10		<b>Desarrollo de aplicaciones software para RPI utilizando Eclipse</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11		<b>Desarrollo de aplicaciones software para RPI utilizando Eclipse</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12		<b>Desarrollo de aplicaciones software para RPI utilizando Eclipse</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13		<b>Desarrollo de aplicaciones software para RPI utilizando Eclipse</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14		<b>Desarrollo de aplicaciones software para RPI utilizando Eclipse</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15				<b>Presentación en publico</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Duración: 03:00
16				
17				<b>Realización de un diseño durante los días previos a la fechas del examen. Además se realizará un examen oral y escrito. Es condición necesaria que el diseño cumpla los requerimientos exigidos en el enunciado del mismo.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	Presentación en publico	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	03:00	35%	5 / 10	CE EC01 CE EC03 CG 02 CG 04 CG 03
15	Presentación en publico	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	03:00	65%	5 / 10	CE EC03 CE EC04 CE EC05 CE EC07 CE EC08 CG 02 CG 03

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Realización de un diseño durante los días previos a la fechas del examen. Además se realizará un examen oral y escrito. Es condición necesaria que el diseño cumpla los requerimientos exigidos en el enunciado del mismo.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE EC01 CE EC03 CE EC04 CE EC05 CE EC07 CE EC08 CG 02 CG 04 CG 03

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Realización de un diseño durante los días previos a la fechas del examen. Además se realizará un examen oral y escrito. Es condición necesaria que el diseño cumpla los requerimientos exigidos en el enunciado del mismo.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE EC01 CE EC04 CE EC03 CE EC05 CE EC07 CE EC08 CG 02 CG 04 CG 03

## 7.2. Criterios de evaluación

La siguiente lista presenta los indicadores de evaluación que se utilizarán tanto en la evaluación continua como en la evaluación final. Los criterios para la evaluación extraordinaria son los mismos. En este último caso se planteará a los estudiantes el diseño de una aplicación con la Raspberry-Pi que deberán desarrollar en el laboratorio durante el tiempo que se estipule. El formato del examen final y el de la convocatoria extraordinaria será el mismo. En un periodo de 3 horas el estudiante debe generar la distribución de Linux que se le especifique y desarrollar una aplicación en lenguaje C que adquiera datos de un sensor I2C o SPI interactuando con una pantalla táctil.

Indicadores de evaluación.

El alumno identifica los bloques hardware esencial incluido en la tarjeta RaspberryPI.

El alumno identifica las características del chip BCM2835 o equivalente

El alumno identifica las funciones de los distintos interfaces hardware disponibles en la RaspBerry-PI

El alumno es capaz de instalar una máquina virtual utilizando una herramienta con todos los paquetes software necesarios

El alumno es capaz de buscar, descargar e instala una distribución de Linux para la RaspBerry-PI poniéndola en funcionamiento y ejecutando las aplicaciones básicas.

El alumno identifica los bloques funcionales necesarios para construir una distribución de Linux usando Buildroot

El alumno identifica las herramientas necesarias para utilizar Buildroot

El alumno identifica los bloques funcionales necesarios para construir una distribución de Linux usando Buildroot

El alumno conoce la funcionalidad del cargador de arranque uboot

El alumno conoce la funcionalidad del kernel de Linux

El alumno sabe cuál es la utilidad de un sistema de ficheros

El alumno caracteriza la utilidad de Busybox para utilizar Linux empotrado

El alumno configura el sistema operativo Ubuntu para poder desarrollar aplicaciones con Buildroot

El alumno conoce los parámetros completos de configuración de Buildroot

El alumno arranca la distribución de Linux en la RaspBerry-PI

El alumno configura los distintos elementos de la distribución para adaptarla a sus requisitos concretos

El alumno depura y corrige todos los errores asociados a la puesta en marcha de la distribución

El alumno identifica y entiende las características de un sensor electrónico con un interfaz digital

El alumno conecta el sensor al conector de expansión de la RPI El alumno conecta una pantalla táctil a la RPI

El alumno especifica, codifica y depura una aplicación en C para utilizar el sensor.

El alumno codifica y depura una aplicación básica para utilizar la pantalla táctil

El alumno desarrolla una aplicación completa utilizando varios recursos hardware de la RPI

El alumno depura e integra la aplicación para alcanzar los requisitos propuestos

El alumno es capaz de presentar en público como se debe poner en marcha una RaspBerry-PI y explicar cómo se ejecutan las aplicaciones básicas.

El alumno presenta y defiende la puesta en marcha del Linux en la RPI El alumno presenta y defiende el sistema completo desarrollado

El alumno conoce los parámetros completos de configuración de Buildroot

El alumno redacta un documento describiendo la aplicación completa

El alumno es capaz de trabajar en grupo desarrollando un proyecto común

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Tarjeta Raspberry Pi	Equipamiento	Tarjeta de desarrollo de aplicaciones raspberry-Pi
Ordenador personal	Equipamiento	Ordenador personal con windows y una maquina virtual ubuntu
Moodle	Recursos web	Moodle UPM con el soporte de la asignatura
Fundación raspberry	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>
Tutorial Unix	Recursos web	<a href="http://www.ee.surrey.ac.uk/Teaching/Unix">http://www.ee.surrey.ac.uk/Teaching/Unix</a>
Buildroot	Recursos web	<a href="http://buildroot.uclibc.org/">http://buildroot.uclibc.org/</a>