

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Laboratorio de sistemas electrónicos

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Segundo semestre

BORRADOR

## Datos Descriptivos

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Laboratorio de sistemas electronicos
<b>Titulación</b>	09AN - Master Universitario en Ingenieria de Sistemas Electronicos
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Semestre/s de impartición</b>	Segundo semestre
<b>Módulos</b>	Optativas sistemas electronicos
<b>Materias</b>	Optativas sistemas electronicos
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	93000711
<b>Nombre en inglés</b>	Electronic system laboratory

## Datos Generales

<b>Créditos</b>	3	<b>Curso</b>	1
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Master Universitario en Ingenieria de Sistemas Electronicos no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Ingenieria de Sistemas Electronicos no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

### Asignaturas Previas Recomendadas

Sistemas empotrados

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Sistemas operativos de tiempo real

Entorno GNU/Linux

Programación en Python

Programación en C

**BORRADOR**

## Competencias

---

CE5.1 - 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

CG8 - 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

CO6 - Diseñar, construir y validar prototipos funcionales de sistemas electrónicos empotrados de control, de comunicaciones... pasando por todas las fases del proceso dentro de un esquema de trabajo en equipo

## Resultados de Aprendizaje

---

RA78 - Arquitectura de un sistema utilizando múltiples sistemas empotrados

RA81 - Control de un dispositivo a través de un bus de conexión: I2C, UART, SPI, ?

RA82 - Desarrollo de un driver o controlador en Linux para el control de un dispositivo externo

RA83 - Utilización de un API para comunicar con un dispositivo utilizando lenguaje de alto nivel C o python

RA79 - Planificación de la actividad y gestión del alcance de un proyecto

RA80 - Desarrollo de sistemas utilizando sistemas empotrados en sus diferentes opciones

RA77 - Desarrollo de un trabajo en equipo orientado al cliente

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Malagon Marzo, Pedro Jose (Coordinador/a)	B113	pedro.malagon.marzo@upm.es	
Fernandez Martinez, Fernando	B-109	fernando.fernandezm@upm.es	

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

BORRADOR

## Descripción de la Asignatura

---

La asignatura tiene por objetivo dar una visión práctica de la problemática asociada al análisis, diseño e implementación en sistemas, dispositivos o aplicaciones para entornos inteligentes, así como una visión crítica en la resolución de problemas de ingeniería con un enfoque sistémico y multidisciplinar. Está basada en la metodología PBL (Project Based Learning): el alumno debe desarrollar un proyecto realista relacionado con sistemas electrónicos y sistemas empotrados. Esta asignatura continúa la formación comenzada en Sistemas Empotrados, poniendo en práctica parte de los conceptos adquiridos en esta asignatura.

Se aplican los principios de PBL en dos posibles acepciones: "Project Based Learning" y "Problems Based Learning". En primer lugar se adquieren las competencias técnicas básicas para poder realizar tareas típicas en aplicaciones basadas en sistemas electrónicos. En segundo lugar, se profundiza en esas competencias mediante el desarrollo de un proyecto en equipo relacionado con las tecnologías o aplicaciones de sistemas electrónicos y sistemas empotrados en el que se trata de poner de relieve los problemas con que se enfrentan los diseñadores de sistemas electrónicos antes de explicar las soluciones que se han desarrollado para solventarlos. De esta manera, el alumno, que se ha encontrado con el problema y lo ha sufrido en primera persona, sigue mejor y con una mayor motivación la explicación del profesor. La asistencia a clase es obligatoria y la asignatura es principalmente práctica, complementada con algunas clases magistrales fijas y otras bajo demanda, en función de la evolución del grupo. El proyecto utiliza como plataforma principal la Raspberry Pi, siguiendo el trabajo desarrollado en la asignatura Sistemas Empotrados. Adicionalmente se utilizarán otros microcontroladores para implementar módulos externos (ARM, ESP8266, PIC, AVR, ...).

La asignatura se divide en dos partes: prácticas aisladas y proyecto conjunto.

En la primera parte, los alumnos, en parejas, tendrán que realizar 7 prácticas planteadas por los profesores de la asignatura. Esta primera parte sirve para proporcionar al alumno un conocimiento técnico suficiente para realizar proyectos más complejos y poder estimar y planificar las tareas asociadas.

En la segunda parte, los alumnos, en equipos de 4-5 personas, tendrán que implementar una solución para un cliente como si fuesen una empresa de desarrollo. El cliente es uno de los profesores de la asignatura que, siguiendo una metodología de desarrollo ágil, planteará un problema complejo que necesita resolver utilizando sistemas electrónicos. Los alumnos tendrán que dividir el trabajo en tareas acotadas en el tiempo y comprometerse a una serie de hitos intermedios hasta completar el proyecto.

Para guiar a los alumnos en la realización del proyecto aparece la figura del Tutor, que es un profesor con amplia experiencia en los temas tratados, que propone tareas concretas y realiza labores de consultoría, para adquirir competencias de comunicación e integración en equipos de trabajo.

El proyecto se dividirá en tareas que se asignarán a los miembros del equipo en cada iteración (entre 1 y 2 semanas). El desarrollo de la asignatura requiere trabajo por parte del alumno fuera del horario presencial, en el que podrá asistir al laboratorio en su horario de apertura.

La realimentación sobre el desarrollo del proyecto y la forma de trabajo se realizará en las iteraciones. Los alumnos pueden solicitar tutoría para obtener mayor realimentación sobre detalles del desarrollo del proyecto, como estructuración de código o adecuación de determinados módulos.

## Temario

---

1. Introducción a la asignatura y a las herramientas que se van a utilizar

## 2. Prácticas de laboratorio

### 2.1. Prácticas con GNU/Linux: raspberry Pi

- 2.1.1. Comunicación: Sockets (cliente - servidor)
- 2.1.2. Procesado de imagen: OpenCV
- 2.1.3. Acceso a librerías: Control de drones
- 2.1.4. Gestión de módulos HW: drivers

### 2.2. Prácticas sin sistema operativo: STM32F411E Discovery

- 2.2.1. Entorno y periféricos básicos: Interrupciones, GPIO, Timer, PWM
- 2.2.2. Comunicaciones: I2C, UART, USB
- 2.2.3. Sistemas de tiempo real: FreeRTOS

## 3. Proyecto en equipo

- 3.1. Diseño arquitectural para un sistema que resuelva el problema planteado por el cliente
- 3.2. Distribución del trabajo en tareas, estimación de tiempo y planificación
- 3.3. Presentación de los hitos conseguidos

**BORRADOR**

## Cronograma

**Horas totales:** 39 horas y 45 minutos

**Horas presenciales:** 39 horas y 45 minutos (51%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<b>Introducción a la asignatura</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 2		<b>Práctica 1: Comunicaciones en GNU/Linux: Sockets</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 3		<b>Práctica 2: procesado de imagen con OpenCV</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de la práctica 1</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 4		<b>Práctica 3: acceso a librerías (control de dron)</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de la práctica 2</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 5		<b>Práctica 4: gestión de módulos hardware en GNU/Linux: drivers</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de la práctica 3</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 6		<b>Práctica 5: programación de ARM con máquina desnuda</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de la práctica 4</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 7		<b>Práctica 6: comunicaciones en sistemas empotrados</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de la práctica 5</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 8		<b>Práctica 7: sistemas de tiempo real: FreeRTOS</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de la práctica 6</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 9	<b>Presentación de metodología de trabajo y herramienta</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Iteración 1 del proyecto de trabajo en equipo</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega de la práctica 7</b> Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial



Semana 10		<p><b>Iteración 1 del proyecto de trabajo en equipo</b></p> <p>Duración: 02:45</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
Semana 11		<p><b>Iteración 2 del proyecto de trabajo en equipo</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Presentación del hito</b></p> <p>Duración: 00:45</p> <p>PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Evaluación: profesorado + valoración compañeros del equipo de trabajo</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 12		<p><b>Iteración 2 del proyecto de trabajo en equipo</b></p> <p>Duración: 02:45</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
Semana 13		<p><b>Iteración 3 del proyecto de trabajo en equipo</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Presentación del hito</b></p> <p>Duración: 00:45</p> <p>PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Evaluación: profesorado + valoración compañeros del equipo de trabajo</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 14		<p><b>Iteración 3 del proyecto de trabajo en equipo</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Presentación del hito</b></p> <p>Duración: 00:45</p> <p>PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Evaluación: profesorado + valoración compañeros del equipo de trabajo</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 15				
Semana 16				

Semana 17				<p><b>Presentación final del proyecto desarrollado</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Evaluación: profesorado + valoración compañeros del equipo de trabajo</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Presentación del trabajo individual</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p>
-----------	--	--	--	--

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Entrega de la práctica 1	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	6%		CG8, CE5.1
4	Entrega de la práctica 2	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	6%		CG8, CE5.1
5	Entrega de la práctica 3	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	6%		CG8, CE5.1
6	Entrega de la práctica 4	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	6%		CG8, CE5.1
7	Entrega de la práctica 5	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	6%		CG8, CE5.1
8	Entrega de la práctica 6	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	6%		CE5.1, CG8
9	Entrega de la práctica 7	00:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	6%		CG8, CE5.1
11	Presentación del hito	00:45	Evaluación continua	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Sí	5%		CO6
11	Evaluación: profesorado + valoración compañeros del equipo de trabajo	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Sí	6%		CO6, CE5.1
13	Presentación del hito	00:45	Evaluación continua	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Sí	5%		CO6
13	Evaluación: profesorado + valoración compañeros del equipo de trabajo	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Sí	6%		CO6, CE5.1
14	Presentación del hito	00:45	Evaluación continua	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Sí	5%		CO6
14	Evaluación: profesorado + valoración compañeros del equipo de trabajo	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Sí	6%		CO6, CE5.1
17	Presentación final del proyecto desarrollado	01:00	Evaluación continua	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Sí	10%		CO6
17	Evaluación: profesorado + valoración compañeros del equipo de trabajo	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Sí	15%		CO6, CE5.1
17	Presentación del trabajo individual	02:00	Evaluación sólo prueba final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Sí	100%	5 / 10	CO6, CG8, CE5.1

## Criterios de Evaluación

En el modo de evaluación continua la asignatura se divide en dos partes:

- Prácticas individuales o por parejas, orientadas, para el aprendizaje de conocimiento técnico y documentación para aprovechamiento del resto de compañeros
- Trabajo en equipo: desarrollo de un proyecto en grupo orientado a cliente, con presentación de resultados en hitos bisemanales

En el primer lugar, los criterios de evaluación se centran en la adquisición de la capacidad técnica, evaluando el grado de completitud de las prácticas, la calidad del trabajo desde el punto de vista técnico y la documentación generada para el reaprovechamiento

En el segundo lugar, la evaluación de cada hito y el hito final se divide en tres partes: presentación al cliente, valoración por parte de los compañeros del equipo y valoración por parte de los profesores

El cliente se centrará en la capacidad para resolver los problemas, la capacidad de presentar los resultados, la capacidad de organizarse, de dividir el trabajo en tareas y su planificación

Los compañeros se centrarán en el trabajo en equipo y la contribución de cada uno de ellos al resultado final

Los profesores valorarán las aplicación de técnicas y la creatividad de cada uno de los alumnos

Para la evaluación final, en caso de que se renuncie a la evaluación continua, se realizará un trabajo individual basado en sistemas empotrados en el que se tendrá que haber colaborado en algún proyecto abierto que haya en la comunidad, para demostrar la competencia de trabajo en equipo. Se presentará el trabajo el día del examen, con una demostración del funcionamiento del sistema.

La fecha límite para renunciar a la evaluación continua es el 27 de Marzo de 2017

**BORRADOR**

## Recursos Didácticos

---

Descripción	Tipo	Observaciones
Using de FreeRTOS Real Time Kernel, Richard Barry	Bibliografía	
The C programming Language. Brian W. Kernighan and Dennis M. Ritchie	Bibliografía	
Linux Device Drivers, 3rd Edition. Jonathan Corbet, Alessandro Rubini, and Greg Kroah-Hartman	Bibliografía	
Programming Python 4th Edition. Lutz, Mark	Bibliografía	

**BORRADOR**