



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Informaticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**103000609 - Sistemas empotrados y ubicuos**

### PLAN DE ESTUDIOS

10AN - Master Universitario en Ingenieria Informatica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017-18 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos .....	1
2. Profesorado .....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje .....	2
4. Descripción de la asignatura y temario .....	3
5. Cronograma .....	6
6. Actividades y criterios de evaluación .....	8
7. Recursos didácticos .....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1 Datos de la asignatura

<b>Nombre de la Asignatura</b>	103000609 - Sistemas empotrados y ubicuos
<b>Nº de Créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	10AN - Master Universitario en Ingeniería Informática
<b>Centro en el que se imparte</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informaticos
<b>Curso Académico</b>	2017-18

## 2. Profesorado

---

### 2.1 Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías*
Juan Rafael Zamorano Flores (Coordinador/a)	4202	juanrafael.zamorano@upm.es	L - 10:00 - 11:00 L - 15:00 - 17:00 M - 15:00 - 17:00 V - 11:00 - 12:00
Fernando Perez Costoya	4201	fernando.perez@upm.es	L - 11:30 - 12:30 X - 11:00 - 13:00 J - 11:30 - 13:30

Fco Javier Rosales Garcia	4204	francisco.rosales@upm.es	M - 10:30 - 13:30 X - 17:00 - 20:00
Jose Luis Pedraza Dominguez	4105	joseluis.pedraza@upm.es	M - 11:00 - 13:00 X - 17:00 - 19:00 J - 11:00 - 13:00

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

### 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 3.1 Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

CE11 - Capacidad de diseñar y desarrollar sistemas, aplicaciones y servicios informáticos en sistemas empotrados y ubicuos.

CE16 - Habilidad para hacer conexiones entre los deseos y necesidades del consumidor o cliente y lo que la tecnología puede ofrecer

CE17 - Capacidad para decidir entre adquirir, desarrollar o aplicar tecnología a lo largo de la amplia gama de categorías de procesos, productos y servicios de una empresa o institución

CE18 - Capacidad para comprender el mercado, sus hábitos y necesidades de productos o servicios tecnológicos

CE19 - Capacidad para desarrollar e implantar una solución informática en un entorno empresarial

CE4 - Capacidad para modelar, diseñar, definir la arquitectura, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener aplicaciones, redes, sistemas, servicios y contenidos informáticos.

### 3.2 Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

RA89 - Analizar el comportamiento temporal de un sistema de tiempo real.

RA86 - Realizar el diseño arquitectónico de aplicaciones empotradas teniendo en cuenta requisitos no funcionales.

RA88 - Seleccionar una plataforma hardware que cumpla los requisitos para un sistema dado.

RA90 - Realizar la parametrización y adaptación de un sistema operativo para alcanzar objetivos específicos: algoritmos de planificación de procesador y de otros recursos, tanto a nivel local como distribuido

RA87 - Seleccionar un sistema operativo que cumpla los requisitos no funcionales para un sistema dado.

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1 Descripción de la asignatura

Un sistema empotrado es un sistema informático que se encuentra físicamente incluido en un sistema de ingeniería más amplio al que supervisa o controla. Los sistemas empotrados se encuentran en multitud de aplicaciones, desde la electrónica de consumo hasta el control de complejos procesos industriales.

Están presentes en prácticamente todos los aspectos de nuestra sociedad como, teléfonos móviles, automóviles, control de tráfico, ingenios espaciales, procesos automáticos de fabricación, producción de energía, aeronaves, etc. Además, el auge de los sistemas empotrados está en constante aumento, ya que cada vez más máquinas se fabrican incluyendo un número mayor de sistemas controlados por computador. Un ejemplo cercano es la industria del automóvil, ya que un turismo actual de gama media incluye alrededor de dos docenas de estos automatismos (ABS, airbag, etc.).

Otro ejemplo cotidiano son los electrodomésticos de nueva generación, que incluyen sistemas empotrados para su control y temporización. Hoy día son tantas las aplicaciones de estos sistemas que son mucho más numerosos que los sistemas informáticos "convencionales" o de propósito general. La tendencia es que estos computadores estarán en "todas partes" dando lugar a lo que se llama computación ubicua, pervasiva ("impregnada") computing o inteligencia ambiental.

## 4.2 Temario de la asignatura

1. Introducción y conceptos básicos
  - 1.1. Visión general
  - 1.2. Características principales
  - 1.3. Arquitectura genérica de un sistema empotrado
  - 1.4. Ejemplos de dominios de aplicación
2. Diseño de sistemas empotrados
  - 2.1. Herramientas
  - 2.2. Lenguajes de programación
  - 2.3. Sistemas operativos y núcleos de ejecución
  - 2.4. Desarrollo cruzado
  - 2.5. Clases prácticas
3. Desarrollo de manejadores de dispositivos
  - 3.1. Estructura general de un manejador
  - 3.2. Interfaces de programación dentro del núcleo
  - 3.3. Uso de memoria y de entrada/salida
  - 3.4. Clases prácticas
4. Sistemas operativos para sistemas empotrados
  - 4.1. Sistemas operativos empotrados
  - 4.2. Sistemas operativos de tiempo real
  - 4.3. Hipervisores empotrados
  - 4.4. Clases prácticas
5. Hardware para sistemas empotrados
  - 5.1. Procesadores
  - 5.2. Computadores modulares
  - 5.3. Redes industriales
  - 5.4. Tecnología de almacenamiento
  - 5.5. Codiseño Hw/Sw

## 6. Sistemas de tiempo real

### 6.1. Introducción

### 6.2. Características

### 6.3. Planificación y acceso a recursos compartidos

### 6.4. Casos de estudio

## 7. Sistemas ubicuos

### 7.1. Introducción

### 7.2. Computación ubicua

### 7.3. Descubrimiento e interacción

### 7.4. Computación "context-aware"

### 7.5. Adaptación

### 7.6. Aspectos de seguridad

### 7.7. Estudio de casos

### 7.8. Clases prácticas

## 5. Cronograma

### 5.1 Cronograma de la asignatura\*

Semana	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>Explicación contenidos del Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>Explicación contenidos del Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Explicación contenidos del Tema 2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p><b>Explicación contenidos del Tema 2</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
4	<p><b>Clases prácticas del Tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Explicación contenidos del Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
5	<p><b>Explicación contenidos tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Explicación contenidos tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
6	<p><b>Clases prácticas del Tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Explicación contenidos del Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
7	<p><b>Explicación contenidos del Tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			



8	<p><b>Explicación contenidos del Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen EscritoEvaluación continua Duración: 02:00</p>
9	<p><b>Explicación contenidos del Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Explicación contenidos del Tema 4</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p><b>Explicación contenidos del Tema 5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p><b>Clases prácticas del Tema 5</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Explicación contenidos del Tema 5</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p><b>Explicación contenidos del Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p><b>Explicación contenidos del Tema 6</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Explicación contenidos Tema 7</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
14	<p><b>Explicación contenidos del Tema 7</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clases prácticas del Tema 6</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
15	<p><b>Explicación contenidos del Tema 7</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
16	<p><b>Explicación contenidos del Tema 7</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p><b>Desarrollo y presentación de un proyecto</b> PG: Técnica del tipo Presentación en GrupoEvaluación continua y sólo prueba final Duración: 01:00</p>
17				<p><b>Segundo examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen EscritoEvaluación continua Duración: 02:00</p> <p><b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen EscritoEvaluación sólo prueba final Duración: 03:00</p>

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

## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1 Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1 Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	0 / 10	CE11 CE16 CE17 CE18 CE19 CE4
16	Desarrollo y presentación de un proyecto	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	01:00	50%	4 / 10	CE11 CE16 CE17 CE18 CE19 CE4
17	Segundo examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	0 / 10	CE11 CE16 CE17 CE18 CE19 CE4

#### 6.1.2 Evaluación sólo prueba final

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Desarrollo y presentación de un proyecto	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	01:00	50%	4 / 10	CE11 CE16 CE17 CE18 CE19 CE4
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	03:00	50%	4 / 10	CE11 CE16 CE18 CE19 CE4

### 6.1.3 Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 6.2 Criterios de Evaluación

La calificación de esta asignatura consta incluye la parte teórica, tres prácticas de laboratorio y un proyecto.

**Evaluación de la parte teórica mediante sólo examen final:** Se realizará un examen final en la fecha fijada en el Plan Docente dentro del periodo de exámenes, que será publicada por Jefatura de Estudios. El examen final consistirá en una serie de preguntas cortas, y una parte de problemas. Para su realización no se permitirá ningún tipo de documentación. La nota de este examen será la **nota de teoría**.

### Evaluación de la parte teórica por parciales:

Se realizará un examen parcial de la primera parte de la asignatura en la semana 8. Se realizará un examen parcial de la segunda parte de la asignatura en la fecha fijada en el Plan Docente dentro del periodo de exámenes, que será publicada por Jefatura de Estudios. Adicionalmente se dará la oportunidad de examinarse de nuevo de la primera parte de la asignatura a todos los alumnos que lo consideren necesario o conveniente para superar la parte teórica. Para ello se realizará un nuevo examen parcial de la primera parte al finalizar el correspondiente a la segunda parte. En estos casos, la nota que prevalecerá para la primera parte de la asignatura será la de este examen parcial. Los exámenes parciales consistirán en una serie de preguntas cortas, y una parte de problemas. Para su realización no se permitirá ningún tipo de documentación. La media aritmética de ambos exámenes parciales será la **nota de teoría**.

### Evaluación de las prácticas de laboratorio:

La evaluación de cada una de las prácticas se realizará teniendo en cuenta la asistencia y la memoria que han de entregar los alumnos. La nota de estas prácticas constituye el **20% de la nota de prácticas**. Con los siguientes pesos: 6.7% la práctica de sistemas empotrados, 6.7% la de programación de dispositivos y 6.7% la de computación ubicua.

### Evaluación del proyecto:

Se realizará a partir de los resultados obtenidos por el alumno que se reflejarán en una memoria que han de entregar los alumnos. La nota del proyecto constituye el **80% de la nota de prácticas**.

### Cálculo de la Nota final:

La **nota final** de la asignatura se calcula según la siguiente fórmula, siempre y cuando la **nota de teoría y la nota del prácticas sean mayores o iguales a 4** puntos sobre 10:

$$\text{nota final} = 0,5 * \text{nota de teoría} + 0,5 * \text{nota de prácticas}$$

Para aprobar la asignatura será necesario que la nota final sea mayor o igual a 5 puntos sobre 10. Las fechas de publicación de notas y revisión se notificarán en el enunciado del correspondiente examen. La revisión de exámenes se realizará mediante solicitud previa (según se indica en la página web de la asignatura), en las fechas que se determinen.

## 7. Recursos didácticos

### 7.1 Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Jonathan Corbet, Alessandro Rubini, and Greg Kroah-Hartman? Linux Device Drivers? O'Reilly, 2005 Third Edition	Bibliografía	
Alan Burns and Andy Wellings. Real-Time Systems and Programming Languages. Addison-Wesley, 2009. Fourth Edition	Bibliografía	
Distributed Systems: Concepts and Design, G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, Addison-Wesley, 2005. Fourth Edition,	Bibliografía	
John Barnes, High Integrity Software: The SPARK Approach to Safety and Security. Addison Wesley, 2003.	Bibliografía	
A. S. Berger, 2001, Embedded Systems Design: An Introduction to Processes, Tools and Techniques, Lawrence, KA: CMP Books.	Bibliografía	

<a href="http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/S EUM">http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/S EUM</a>	Recursos web	Página web de la asignatura
Laboratorio de sistemas empotrados	Equipamiento	
Aula informática.	Equipamiento	Aula informática para clases prácticas