



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería de  
Sistemas Informáticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**613000039 - Sistemas empotrados**

### PLAN DE ESTUDIOS

61AC - Master Universitario En Software De Sistemas Distribuidos Y Empotrados

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - 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.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	7
7. Recursos didácticos.....	9
8. Otra información.....	10

BORRADOR

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	613000039 - Sistemas empotrados
<b>No de créditos</b>	6 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>	61AC - Master universitario en software de sistemas distribuidos y empotrados
<b>Centro responsable de la titulación</b>	61 - Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos
<b>Curso académico</b>	2018-19

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
M. Elvira Martínez De Icaya Gomez (Coordinador/a)	4408	elvira.mgomez@upm.es	Sin horario. Saldrán publicadas en el tablón de la asignatura
Norberto Cañas De Paz	4410	norberto.canas@upm.es	Sin horario. Saldrán publicadas en el tablón de la asignatura

\* 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

CE3 - Capacidad para modelar, diseñar, definir la arquitectura, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener aplicaciones, redes, sistemas y servicios en el ámbito de los Sistemas Distribuidos y Empotrados

CG15 - Respeto al medio ambiente

CG2 - Liderazgo de equipos.

CG8 - Trabajo en equipo

### 3.2. Resultados del aprendizaje

RA90 - Ejercer una influencia en su entorno con el propósito de alcanzar los objetivos deseados

RA83 - Diseña soluciones apropiadas utilizando métodos de la ingeniería que integran aspectos sociales, legales y/o ambientales de forma equilibrada, compatible y coherente con la ética profesional.

RA49 - El alumno adquiere los conocimientos necesarios sobre las diferentes arquitecturas habituales en Soft Computing de aplicación en sistemas empotrados.

RA44 - El alumno adquiere la capacidad de plantear e intervenir en cualquiera de las etapas del ciclo de vida del software de un sistema empotrado

RA45 - El alumno entiende las ventajas e inconvenientes del acondicionamiento de señal digital y el acondicionamiento de señal analógico

RA82 - Dirige grupos, asegurando la integración y alto rendimiento de todos sus miembros.

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

Un sistema empotrado es un sistema informático (hardware más software), de propósito específico, integrado en un sistema más amplio. Habitualmente, los sistemas empotrados monitorizan y/o controlan los sistemas en los que están integrados. El alumno obtendrá los conocimientos suficientes tanto para seleccionar como para desarrollar el hardware y el software de un sistema empotrado.

### 4.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a los sistemas empotrados
  - 1.1. Objetivos de la asignatura
  - 1.2. ¿Qué es un sistema empotrado?
  - 1.3. Hardware en sistemas empotrados
  - 1.4. Software en sistemas empotrados
  - 1.5. Bloques temáticos
  - 1.6. Actividades formativas
  - 1.7. Bibliografía de referencia
2. Microcontroladores
  - 2.1. Introducción
  - 2.2. Sistemas empotrados. Balance hardware-software
  - 2.3. Definición de microcontrolador
  - 2.4. Mercado de los microcontroladores
  - 2.5. Sistemas empotrados con microcontroladores. Detalles para prototipos
  - 2.6. Periféricos habituales
3. Eficiencia energética
4. Procesadores digitales de señal
  - 4.1. Introducción
  - 4.2. Características especiales

- 4.3. Ejemplo práctico
- 4.4. Filtrado analógico
- 4.5. Fundamentos del procesado digital de señal
- 4.6. Filtrado digital
- 5. Lógica reconfigurable
  - 5.1. Presentación
  - 5.2. VHDL orientado a la síntesis
  - 5.3. Plataformas de prototipado rápido
  - 5.4. Diseño, desarrollo, verificación y validación de un miniproyecto
- 6. Micro núcleos para procesadores
  - 6.1. Introducción
  - 6.2. Arquitectura de Sistemas Operativos
  - 6.3. ¿Núcleo? (¿Kernel?). ¿Qué hace?. ¿Qué tiene?
  - 6.4. Micro núcleos en sistemas empotrados

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>Lección: Introducción</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Lección: Microcontroladores</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas con Microcontroladores</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
2	<b>Lección: Procesadores digitales de señal</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas con Microcontroladores</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	<b>Lección: Procesadores digitales de señal</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Lección: Eficiencia energética</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas con procesadores digitales de señal</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Evaluación prácticas con microcontroladores (RA82)(RA90)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 02:00
4	<b>Lección: Procesadores digitales de señal</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Lección: Lógica reconfigurable</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas con procesadores digitales de señal</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Examen sobre microcontroladores y procesadores digitales de señal (RA44)(RA42)</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00  <b>Examen de prácticas sobre microcontroladores y procesadores digitales de señal (RA82)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 02:00
5	<b>Lección: Lógica reconfigurable</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas con lógica reconfigurable</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Examen sobre lógica reconfigurable (RA44)(RA42)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00  <b>Trabajo sobre eficiencia energética</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 02:00
6	<b>Lección: Micro núcleos para procesadores</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas con lógica reconfigurable</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>Prácticas con micro núcleos para procesadores</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Examen prácticas con lógica reconfigurable (RA82)(RA90)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 02:00

		Laboratorio	
7	<b>Exposiciones orales sobre tema elegido por alumno</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Examen prácticas de micro núcleos para procesadores (RA82)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 02:00  <b>Evaluación exposiciones orales (RA90)</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Duración: 02:00
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			<b>Trabajos sobre eficiencia energética (RA83)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00  <b>Examen de prácticas final (RA82)(RA90)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00  <b>Examen teórico de prueba final (RA42)(RA44)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00

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.



## 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
3	Evaluación prácticas con microcontroladores (RA82)(RA90)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	15%	5 / 10	CG2 CE3 CG8
4	Examen sobre microcontroladores y procesadores digitales de señal (RA44)(RA42)	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	10%	5 / 10	CE3
4	Examen de prácticas sobre microcontroladores y procesadores digitales de señal (RA82)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	15%	5 / 10	CG8
5	Examen sobre lógica reconfigurable (RA44)(RA42)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	10%	5 / 10	CE3
5	Trabajo sobre eficiencia energética	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	5%	5 / 10	CG15
6	Examen prácticas con lógica reconfigurable (RA82)(RA90)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	15%	5 / 10	CG2 CG8
7	Examen prácticas de micro núcleos para procesadores (RA82)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	15%	5 / 10	CG8
7	Evaluación exposiciones orales (RA90)	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	15%	5 / 10	CG2

#### 6.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Trabajos sobre eficiencia energética (RA83)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	5%	5 / 10	CG15
17	Examen de prácticas final (RA82)(RA90)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	60%	5 / 10	CG2 CG8
17	Examen teórico de prueba final (RA42)(RA44)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	5 / 10	CE3

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 6.2. Criterios de evaluación

Este máster ha sido concebido para ser cursado fundamentalmente durante los fines de semana, de esta forma pueden acceder a él estudiantes que estén trabajando. Todas las asignaturas son obligatorias por lo que el número de semanas se limita a 6/7 por asignatura.

Por defecto el alumno se examina con la modalidad de evaluación continua, el alumno aprobará si, aplicando la ponderación descrita en el epígrafe de Actividades de Evaluación, alcanza una nota igual o mayor que 5.0, todas las actividades se puntúan sobre 10 .

En caso de no poder asistir de manera regular a las clases, tanto teóricas como prácticas, se plantea la modalidad de sólo prueba final en la última semana de clase, en ese caso, el examen de las prácticas de todos los temas tiene un peso del 60 % y el de teoría del 35% , el trabajo sobre eficiencia energética pesa también el 5%, todos los ejercicios se puntúan sobre 10 y se aprueba con una nota mayor o igual a 5.0 en el cómputo total.

La modalidad de prueba final debe ser pedida por el alumno antes del **1 de noviembre**.

## 7. Recursos didácticos

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Documentación	Recursos web	Todos los contenidos de la asignatura son accesibles vía moodle de la UPM
Equipamiento	Equipamiento	Laboratorio de desarrollo de sistemas empotrados con componentes hardware y programas de libre distribución necesarios para el desarrollo de las prácticas.
Bibliografía recomendada	Bibliografía	La bibliografía recomendada está accesible en la biblioteca del departamento y/o del centro.   Algunas de las referencias se encuentran en el apartado de "otra información reseñable" 

## 8. Otra información

---

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

Los sistemas empotrados constituyen los sistemas informáticos más numerosos y las expectativas de crecimiento siguen aumentando. Los sistemas empotrados aparecen en los ámbitos en los que es necesario realizar actividades de monitorización y/o control de forma automática (control de todo tipo de vehículos, maquinaria, robótica industrial, robótica de servicios, domótica, dispositivos de monitorización hospitalarios, electrodomésticos de línea blanca, control de tráfico, sistemas de producción de energía, etc.) El desarrollo de sistemas empotrados exige un tipo de profesional con buenos conocimientos en relación con el segmento hardware y desarrollo de sistemas software de bajo nivel. La asignatura Sistemas Empotrados prepara al alumno para desenvolverse con suficiente soltura en el desarrollo de este tipo de sistemas.

#### Bibliografía más reseñable:

Blackledge, J. (2006): Digital Signal Processing. Second edition. Horwood Publishing. (free and open access). Koch, D. (2013): Partial Reconfiguration of FPGAs: Architectures, Tools, and Applications. Springer. Hassan, H. (2010): Low-Power Design of Nanometer FPGAs: Architecture and EDA. Morgan Kaufman. Taylor, H.R. (2010): Data Acquisition for Sensor Systems. Springer. Di Paolo Emilio, M. (2013): Data Acquisition Systems: From Fundamentals to Applied Design. Springer-Verlag. Ning, H. (2013): Unit and Ubiquitous Internet of Things. CRC Press.

#### **Forma de evaluar las competencias transversales de la asignatura:**

CG15 (Respeto al medio ambiente). Se evalúa mediante la entrega por parte del alumno de un resumen razonado y crítico sobre un artículo de actualidad que trata del consumo de recursos en un sistema empotrado. El alumno puede escoger entre un máximo de 10 lecturas propuestas.

CG8 (Trabajo en equipo). Todas las prácticas planteadas se realizan en grupo de forma que en la presentación de las mismas se evalúa esta competencia siguiendo una rúbrica para evaluar el trabajo colaborativo.

CG2 (Liderazgo). En los exámenes de prácticas indicados en el epígrafe de Actividades de Evaluación se evalúa a los líderes del grupo que se nombran para la realización de los trabajos prácticos siendo distintos alumnos cada vez. La nota se propone siguiendo una rúbrica de liderazgo orientado a tareas.