



**POLITÉCNICA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA**  
Campus de Montegancedo  
Boadilla del Monte. 28660 Madrid

# Sistemas empotrados y ubicuos

## **Guía de Aprendizaje - Información al estudiante**

### 1. Datos Descriptivos

<b>Asignatura</b>	Sistemas empotrados y ubicuos
<b>Materia</b>	
<b>Departamento responsable</b>	Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos
<b>Créditos ECTS</b>	4.5
<b>Carácter</b>	Obligatorio
<b>Titulación</b>	Máster Universitario en Ingeniería Informática
<b>Curso</b>	1º
<b>Especialidad</b>	No aplica

<b>Curso académico</b>	2014-2015
<b>Semestre en que se imparte</b>	1º (septiembre a enero)
<b>Semestre principal</b>	
<b>Idioma en que se imparte</b>	Castellano
<b>Página Web</b>	<a href="http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/SEUM">www.datsi.fi.upm.es/docencia/SEUM</a>



## 2. Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
Juan Zamorano Flores (Coord.)	4202	<a href="mailto:jzamora@fi.upm.es">jzamora@fi.upm.es</a>
Fernando Pérez Costoya	4201	<a href="mailto:fperez@fi.upm.es">fperez@fi.upm.es</a>
Francisco Rosales García	4204	<a href="mailto:frosal@fi.upm.es">frosal@fi.upm.es</a>
José Luis Pedraza Domínguez	4105	<a href="mailto:pedraza@fi.upm.es">pedraza@fi.upm.es</a>

## 3. Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

<b>Asignaturas superadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>
<b>Otros resultados de aprendizaje necesarios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>



## 4. Objetivos de Aprendizaje

<b>COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN</b>		
<b>Código</b>	<b>Competencia</b>	<b>Nivel</b>
CEM4	Capacidad para modelar, diseñar, definir la arquitectura, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener aplicaciones, redes, sistemas, servicios y contenidos informáticos.	3
CEM11	Capacidad de diseñar y desarrollar aplicaciones y servicios informáticos en sistemas empotrados y ubicuos.	3
CEM16	Habilidad para hacer conexiones entre los deseos y necesidades del consumidor o cliente y lo que la tecnología puede ofrecer.	3
CEM17	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).	2
CEM18	Capacidad para comprender el mercado, sus hábitos y necesidades de productos o servicios tecnológicos.	2
CEM19	Capacidad para desarrollar e implantar una solución informática en un entorno empresarial.	2

**LEYENDA:**

- Nivel de adquisición 1: Conocimiento
- Nivel de adquisición 2: Comprensión
- Nivel de adquisición 3: Aplicación
- Nivel de adquisición 4: Síntesis



<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</b>			
<b>Código</b>	<b>Resultado de aprendizaje</b>	<b>Competencias asociadas</b>	<b>Nivel de adquisición</b>
RA1	Realizar el diseño arquitectónico de aplicaciones empotradas teniendo en cuenta requisitos no funcionales.	CEM4-11-16	3
RA2	Seleccionar un sistema operativo que cumpla los requisitos no funcionales para un sistema dado.	CEM4-16-17-18-19	3
RA3	Seleccionar una plataforma hardware que cumpla los requisitos para un sistema dado.	CEM4-16-17-18-19	3
RA4	Analizar al comportamiento temporal de un sistema de tiempo real.	CEM4-11	2
RA5	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.	CEM4-16-17-18-19	2



## 5. Sistema de evaluación de la asignatura

INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relaciona-do con RA
I1	Conocer los problemas específicos de los sistemas empotrados y ubicuos, así como las características que los diferencian de otros sistemas informáticos.	RA1
I2	Conocer los métodos que se utilizan para desarrollar sistemas empotrados.	RA1
I3	Conocer algunos lenguajes de programación y sistemas operativos adecuadas para la realización de sistemas empotrados.	RA2
I4	Evaluar la idoneidad de un sistema operativo para una determinada aplicación empotrada	RA5
I5	Conocer las diferentes alternativas para configurar un computador empotrado.	RA3
I6	Conocer los mecanismos para la programación de sistemas que ofrecen los sistemas operativos empotrados.	RA2
I7	Analizar el comportamiento temporal de una aplicación de tiempo real.	RA4
I8	Representar el comportamiento de aplicaciones empotradas.	RA5
I9	Conocer la organización y arquitectura de sistemas empotrados.	RA1
I10	Utilizar los servicios de tiempo que ofrecen los sistemas operativos y lenguajes de programación.	RA4



**POLITÉCNICA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA**  
Campus de Montegancedo  
Boadilla del Monte. 28660 Madrid

<b>EVALUACION SUMATIVA</b>			
<b>Breve descripción de las actividades evaluables</b>	<b>Momento</b>	<b>Lugar</b>	<b>Peso en la calif.</b>
Clases prácticas sobre sistemas empotrados.	Semana 7	Aula informática	5.00%
Clases prácticas sobre programación de sistemas.	Semana 9	Aula informática	2.50%
Trabajo sobre computación ubicua.	Semana 14	Aula	2.50%
Entrega del proyecto.	Semana 17	Web	40.00%
Realización de un examen de ejercicios que abarcarán todo el temario de la asignatura	Semana 17	Aula	50.00%
			<b>Total: 100%</b>



## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

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 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: 5% la práctica de programación de sistema, 10% la de sistemas empotrados y 5% 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**.



## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

### 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 de 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.



## 6. Contenidos y Actividades de Aprendizaje

<b>CONTENIDOS ESPECÍFICOS</b>		
<b>Bloque / Tema / Capítulo</b>	<b>Apartado</b>	<b>Indicadores Relacionados</b>
<b>Tema 1: Introducción y conceptos básicos</b>	1.1 Historia y visión general	
	1.2 Características principales	
	1.3 Arquitectura genérica de un sistema empotrado	
	1.4 Ejemplos de dominios de aplicación	
<b>Tema 2: Diseño de sistemas empotrados</b>	2.1 Herramientas	
	2.2 Lenguajes de programación	
	2.3 Sistemas operativos y núcleos de ejecución	
	2.4 Desarrollo cruzado	
	2.5 Clases prácticas	
<b>Tema 3: Sistemas operativos para sistemas empotrados</b>	3.1 Sistemas operativos empotrados	
	3.2 Sistemas operativos de tiempo real	
	3.3 Hipervisores empotrados	
	3.4 Clases prácticas	
<b>Tema 4: Hardware para sistemas empotrados</b>	4.1 Procesadores	
	4.2 Computadores modulares	
	4.3 Redes industriales	
	4.4 Tecnología de almacenamiento	
	4.5 Codiseño Hw/Sw	



<b>Tema 5: Desarrollo de manejadores de dispositivos</b>	5.1 Estructura general de un manejador	
	5.2 Interfaces de programación dentro del núcleo	
	5.3 Uso de memoria y de entrada/salida	
	5.4 Clases prácticas	
<b>Tema 6: Sistemas de tiempo real</b>	6.1 Introducción	
	6.2 Características	
	6.3 Planificación y acceso a recursos compartidos	
	6.4 Casos de estudio	
<b>Tema 7: Sistemas ubicuos</b>	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	



## 7. Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS</b>	
<b>CLASES DE TEORIA</b>	Este método se utiliza para exponer los contenidos básicos de la asignatura. Para ello se utilizarán, además de la exposición oral, otros recursos didácticos (audiovisuales, documentos, etc)
<b>CLASES PRÁCTICAS</b>	Este método se utiliza como complemento de las clases de teoría para aplicar lo aprendido en dichas clases a situaciones prácticas que se plantean. y con el objetivo de afianzar conocimientos.
<b>PRÁCTICAS</b>	Se utiliza este método para realizar trabajos prácticos en laboratorio dirigidos por el profesor.
<b>TRABAJOS AUTONOMOS</b>	Se utiliza para que el alumno trabaje y profundice, de forma individual en los contenidos de la asignatura.
<b>TRABAJOS EN GRUPO</b>	Se utiliza este método para que el alumno trabaje en grupo en la resolución de un proyecto de mayor entidad que las prácticas de laboratorio.
<b>TUTORÍAS</b>	Se utiliza este método para resolver dudas puntuales a un alumno de forma personalizada.

## 8. Recursos didácticos

<b>RECURSOS DIDÁCTICOS</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	Jonathan Corbet, Alessandro Rubini, and Greg Kroah-Hartman" Linux Device Drivers" O'Reilly, 2005 Third Edition
	Alan Burns and Andy Wellings. Real-Time Systems and Programming Languages. Addison-Wesley, 2009. Fourth Edition
	Distributed Systems: Concepts and Design, G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, Addison-Wesley, 2005. Fourth Edition,
	John Barnes, High Integrity Software: The SPARK Approach to Safety and Security. Addison Wesley, 2003.
	A. S. Berger, 2001, Embedded Systems Design: An Introduction to Processes, Tools and Techniques, Lawrence, KA: CMP Books.
<b>RECURSOS WEB</b>	Página web de la asignatura ( <a href="http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/SEUM">http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/SEUM</a> )
<b>EQUIPAMIENTO</b>	Laboratorio de sistemas empotrados
	Aula informática.
	Sala de trabajo en grupo

## 9. Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 1 (5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación de la asignatura (1 hora)</li> <li>• Explicación contenidos del Tema 1 (2 horas)</li> </ul>	•	• Estudio (2 horas)	•	•	•
Semana 2 (6 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación contenidos del Tema 1 (2 horas)</li> <li>• Explicación contenidos del Tema 2 (1 horas)</li> </ul>	•	• Estudio (2 horas)	•	•	•
Semana 3 (6 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación contenidos del Tema 2 (3 horas)</li> </ul>	•	• Estudio (2 horas)	•	•	•
Semana 4 (7 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases prácticas del Tema 2 (2 horas)</li> <li>• Explicación contenidos del Tema 4 (1 hora)</li> </ul>	•	• Estudio (2 horas)	•	•	•
Semana 5 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación contenidos tema 4 (3 horas)</li> </ul>	•	• Estudio (2 horas)	• Realización del proyecto (3 horas)	•	•
Semana 6 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases prácticas del Tema 2 (2 horas)</li> <li>• Explicación contenidos del Tema 4 (1 hora)</li> </ul>	•	• Estudio (2 horas)	• Realización del proyecto (3 horas)	•	•
Semana 7 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación contenidos del Tema 4 (3 horas)</li> </ul>	• Primera práctica (1 horas)	• Estudio (2 horas)	• Realización del proyecto (3 horas)	•	•
Semana 8 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación contenidos del Tema 4 (3 horas)</li> </ul>	• Primera práctica (1 horas)	• Estudio (2 horas)	• Realización del proyecto (3 horas)	•	•
Semana 9 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación contenidos del Tema 5 (3 horas)</li> </ul>	• Primera práctica (1	• Estudio (2 horas)	• Realización del proyecto (2 horas)	•	•

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
		horas)				
Semana 10 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clases prácticas del Tema 5 (2 horas)</li> <li>Explicación contenidos del Tema 5 (1 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Primera práctica (1 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización del proyecto (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>
Semana 11 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación contenidos del Tema 6 (3 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Segunda práctica (1 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización del proyecto (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>
Semana 12 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación contenidos del Tema 6 (2 horas)</li> <li>Explicación contenidos del Tema 7 (1 hora)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Segunda práctica (1 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización del proyecto (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>
Semana 13 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación contenidos del Tema 7 (1 hora)</li> <li>Clases prácticas del Tema 5 (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Segunda práctica (1 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización del proyecto (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>
Semana 14 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación contenidos del Tema 7 (3 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tercera práctica (1 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización del proyecto (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>
Semana 15 (8 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación contenidos del Tema 6 (3 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tercera práctica (1 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización del proyecto (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>
Semana 16 (4.5 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio (3 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Examen (3.5 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>
Total: 121.5 horas	Total: 45 horas	Total: 9 horas	Total: 33 horas	Total: 26 horas	Total: 3.5 horas	Tutorías: 5 horas

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno.