



## Guía docente de la asignatura

<b>Asignatura</b>	SISTEMAS EMPOTRADOS		
<b>Materia</b>	COMPLEMENTOS DE INGENIERÍA DE COMPUTADORES		
<b>Módulo</b>	(vacío)		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA (463)		
<b>Plan</b>	463	<b>Código</b>	45223
<b>Periodo de impartición</b>	2º CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OPTATIVA
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	4º
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	DIEGO RAFAEL LLANOS FERRARIS		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5623 E-MAIL: <a href="mailto:diego@infor.uva.es">diego@infor.uva.es</a>		
<b>Horario de tutorías</b>	Véase <a href="http://www.uva.es">www.uva.es</a> → Centros → Campus de Valladolid → Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática → Tutorías		
<b>Departamento</b>	INFORMÁTICA (ATC, LSI, CCIA)		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

Parte de la materia “Complementos de Ingeniería de Computadores”, compuesta además por las asignaturas Arquitecturas de Computación Avanzadas”, “Computación Paralela”, “Rendimiento y Evaluación de Computadoras”, “Hardware Empotrado”, y “Diseño de Sistemas Digitales”. Se trata de ofrecer al alumno una visión unificada del software de sistema asociado a los sistemas empotrados y de tiempo real.

### 1.2 Relación con otras materias

Presenta relación con la asignatura “Hardware Empotrado”, que estudia los componentes hardware de los sistemas cuya programación es objeto de estudio en esta asignatura, y con “Administración de Sistemas Operativos”, que estudia el proceso de inicio del sistema haciendo uso del citado software.

### 1.3 Prerrequisitos

Se presupone que el alumno conoce el lenguaje C, lenguaje básico en la programación de sistemas empotrados, y que tiene conocimientos generales sobre el funcionamiento y arquitectura de los sistemas operativos.



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

Código	Descripción
G03	Capacidad de análisis y de síntesis
G05	Comunicación oral y escrita en la lengua propia.
G08	Habilidades de gestión de la información
G10	Toma de decisiones
G12	Trabajo en equipo
G16	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
G18	Capacidad de aprender
G19	Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
G20	Capacidad de generar nuevas ideas.
G21	Habilidad para trabajar de forma autónoma

### 2.2 Específicas

Código	Descripción
IC5	Capacidad de analizar, evaluar y seleccionar las plataformas hardware y software más adecuados para el soporte de aplicaciones empotradas y de tiempo real.

## 3. Objetivos

Código	Descripción
IC5.1	Comprender los principios de diseño, estructura y aplicaciones de los sistemas empotrados.
IC5.2	Construir porciones personalizadas del núcleo de un sistema operativo para su ejecución en un sistema empotrado, cubriendo las fases de compilación, desarrollo, depuración e inicialización.
IC5.3	Saber manejar diversos sistemas de ficheros en entornos de sistemas empotrados.
IC5.4	Saber configurar y manejar los sistemas gestores de arranque en entornos de sistemas empotrados.
IC5.5	Conocer los principios y técnicas básicas de gestión de los problemas de tiempo real en Sistemas Empotrados.



#### 4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	22	Estudio y trabajo autónomo individual	45
Clases prácticas de aula (A)	0	Estudio y trabajo autónomo grupal	45
Laboratorios (L)	24		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	6		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación	8		
Total presencial	60	Total no presencial	90





## 5. Bloques temáticos

### Bloque 1: Sistemas Empotrados y de Tiempo Real

Carga de trabajo en créditos ECTS: 

#### a. Contextualización y justificación

Este bloque comprende la totalidad de la asignatura “Sistemas Empotrados y de Tiempo Real”. La fuerte interdependencia de los temas tratados convierte en artificial cualquier subdivisión en bloques temáticos.

#### b. Objetivos de aprendizaje

Código	Descripción
IC5.1	Comprender los principios de diseño, estructura y aplicaciones de los sistemas empotrados.
IC5.2	Construir porciones personalizadas del núcleo de un sistema operativo para su ejecución en un sistema empotrado, cubriendo las fases de compilación, desarrollo, depuración e inicialización.
IC5.3	Saber manejar diversos sistemas de ficheros en entornos de sistemas empotrados.
IC5.4	Saber configurar y manejar los sistemas gestores de arranque en entornos de sistemas empotrados.
IC5.5	Conocer los principios y técnicas básicas de gestión de los problemas de tiempo real en Sistemas Empotrados.

#### c. Contenidos

##### TEMA 1: Instalación de una distribución Linux para PC

- 1.1 Introducción
- 1.2 El entorno de máquinas virtuales
- 1.3 Instalación de una distribución Slackware Linux
- 1.4 Configuración de la instalación, reinicio y comprobaciones finales.

##### TEMA 2: Instalación de una distribución Linux en un sistema empotrado

- 2.1: Instalación del software para Raspberry Pi
- 2.2. Primer arranque de Raspberry Pi

##### TEMA 3: Compilación e instalación del kernel Linux



- 3.1: El kernel Linux y sus módulos.
- 3.2. Obtención y despliegado de los fuentes del kernel.
- 3.3 Compilación del kernel Linux.
- 3.4 Instalación del kernel Linux.
- 3.5 Configuración del gestor de arranque para utilizar el nuevo kernel.
- 3.6 Desarrollo de versiones optimizadas del nuevo kernel.

**TEMA 4: Compilación cruzada del kernel para Raspberry Pi**

- 4.1 Obtención del código del compilador cruzado.
- 4.2. Obtención del código fuente del kernel.
- 4.3 Compilación cruzada del kernel
- 4.4 Instalación del nuevo kernel, de sus módulos y del firmware.

**TEMA 5: Construcción de un sistema de ficheros.**

- 5.1. Etapas del desarrollo de un sistema de ficheros.
- 5.2 Preparación del espacio físico.
- 5.3 Copia de archivos del sistema.
- 5.4 Creación de la estructura de directorios.
- 5.5 Copia de programas (comandos y aplicaciones)
- 5.6 Copia de librerías dinámicas necesarias.
- 5.7 El sistema de ficheros "proc".
- 5.8 Uso de chroot para las pruebas.

**TEMA 6: El proceso de arranque.**

- 6.1. Copia del kernel y los módulos.





6.2 Ajuste de ficheros de configuración.

6.3 Purgado de scripts de arranque.

6.4 Instalación del gestor de arranque.

6.5 Primer arranque del nuevo sistema y revisión de ejecutables necesarios.

#### **TEMA 7: Reducción de espacio en disco.**

7.1 Problemas de la situación de partida.

7.2 Solución 1: El comando strip.

7.3 Solución 2: uso de BusyBox.

7.4 Solución 3: Creación de un sistema de ficheros completo con Buildroot.

7.5 Creación de una nueva imagen de arranque para el sistema Buildroot.

#### **TEMA 8: Compilación cruzada de una distribución Linux**

8.1 Configuración de Buildroot para compilación cruzada.

8.2 Compilación cruzada del sistema de ficheros.

8.3 Instalación del sistema de ficheros en la Raspberry Pi.

#### **d. Métodos docentes**

---

- Clase magistral participativa
- Estudio de casos en aula y en laboratorio
- Resolución de problemas
- Desarrollo de proyectos

#### **e. Plan de trabajo**

---

Además de conocer los fundamentos en los que se basa la asignatura, se propondrán ocho trabajos de carácter práctico, para reforzar los conocimientos adquiridos. Las fechas de entrega de los citados trabajos se corresponderán con las semanas dos, tres, cinco, ocho, diez, doce, catorce y dieciséis.

#### **f. Evaluación**

---

- Evaluación continua
- Exámenes orales/escritos



- Supuestos prácticos

### **g. Bibliografía básica**

---

- Pro Linux Embedded Systems, Gene Sally, Ed. Apress, ISBN 978-1-4302-7227-4
- Linux for Embedded and Real-time Applications, Doug Abbott, 2º ed, Ed. Newnes, ISBN 978-0-7506-7932-9

### **h. Bibliografía complementaria**

---

- Fundamentos de Informática y Programación en C, Diego R. Llanos Ferraris, primera edición, editorial Paraninfo, 2010, ISBN 978-84-9732-792-3.

### **i. Recursos necesarios**

---







## 6. Temporalización (por bloques temáticos)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Sistemas empotrados y de tiempo real	6 ECTS	Semanas 1 a 15

## 7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Evaluación de informes de prácticas (7)	65%	Siete informes de práctica a entregar en semanas concretas (ver cronograma de actividades).
Evaluaciones intermedias de carácter teórico y de tipo test (8)	35%	Ocho breves evaluaciones de teoría en semanas concretas (ver cronograma de actividades)

### Notas importantes:

- Sólo los alumnos que no hayan obtenido un 5 de nota media ponderada durante el curso (siguiendo los criterios de la tabla anterior) deberán presentarse al examen final de la asignatura, tanto en su convocatoria ordinaria como extraordinaria.
- La calificación obtenida en los exámenes finales constituirá el 100% de la nota del alumno, no computándose en este caso los porcentajes de la tabla anterior.
- Se considerarán como “no presentados” a los alumnos que, no habiendo aprobado la asignatura a través de sus evaluaciones intermedias, no se presenten al examen final de la asignatura.

## 8. Anexo: Métodos docentes

Actividad	Metodología
<b>Clase de teoría</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clase magistral participativa</li> <li>Estudio de casos en aula</li> <li>Resolución de problemas</li> </ul>
<b>Clase práctica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clase magistral participativa</li> <li>Realización de un proyecto guiado por el profesor, que encargará y guiará el trabajo que se realizará en grupos (2/3 alumnos), siguiendo un enfoque colaborativo.</li> </ul>



<b>Seminarios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Talleres de aprendizaje</li></ul>
<b>Tutoría</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Evaluación de los contenidos teóricos y de los proyectos</li></ul>

**9. Anexo: Cronograma de actividades previstas**

Semana	Fecha inicio semana	Contenidos	Actividades previstas	Entrega de trabajos	Horas presenciales	Horas no presenciales
1	10 feb	Tema 1	Teoría, problemas y prácticas	No	4	6
2	17 feb	Tema 1	Teoría, problemas y prácticas	Informe de laboratorio 1; evaluación test	4	6
3	24 feb	Tema 2	Teoría, problemas y prácticas	evaluación test	4	6
4	3 mar	Tema 3	Teoría, problemas y prácticas	No	4	6
5	10 mar	Tema 3	Teoría, problemas y prácticas	Informe de laboratorio 3; evaluación test	4	6
6	17 mar	Tema 4	Teoría, problemas y prácticas	No	4	6
7	24 mar	Tema 4	Teoría, problemas y prácticas. Evaluación parcial 1	Informe Laboratorio 4; evaluación test	4	6
8	31 mar	Tema 5	Teoría, problemas y prácticas	No	4	6
9	7 abr	Tema 5	Teoría, problemas y prácticas	Informe de laboratorio 5;	4	6



				evaluación test		
10	21 abr	Tema 6	Teoría, problemas y prácticas	No	4	6
11	28 abr	Tema 6	Teoría, problemas y prácticas	Informe de laboratorio 6; evaluación test	4	6
12	5 may	Tema 7	Teoría, problemas y prácticas.	No	4	6
13	12 may	Tema 7	Teoría, problemas y prácticas	Informe de laboratorio 7; evaluación test	4	6
14	19 may	Tema 8	Teoría, problemas y prácticas	No	4	6
15	26 may	Tema 8	Teoría, problemas y prácticas.	Informe Laboratorio 8; evaluación test	4	6