

# SISTEMAS EMPOTRADOS

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Formación de Especialidad 3: Ingeniería de computadores	Sistemas de cómputo para aplicaciones específicas	4º	7	6	Obligatoria
<b>PROFESOR(ES)</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>		
Jesús González Peñalver  Más información: <a href="https://swad.ugr.es/?CrsCod=5635">https://swad.ugr.es/?CrsCod=5635</a> (Usuarios → Lista profesores)			Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores ETS Ingenierías Informática y de Telecomunicación C/ Periodista Daniel Saucedo s/n 18071 Granada (España) 2ª planta, despacho 26  Correo electrónico: <a href="mailto:jesusgonzalez@ugr.es">jesusgonzalez@ugr.es</a>  Más información: <a href="https://swad.ugr.es/?CrsCod=5635">https://swad.ugr.es/?CrsCod=5635</a> (Usuarios → Fichas profesores; Requiere iniciar sesión)		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>		
			Se puede consultar en la web de grados <a href="http://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado/*/41">http://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado/*/41</a> y en la plataforma docente <a href="https://swad.ugr.es/?CrsCod=5635">https://swad.ugr.es/?CrsCod=5635</a> en Usuarios->Horario de tutorías (requiere iniciar sesión)		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en Ingeniería Informática			Grado en Informática y Matemáticas		
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
Se recomienda la superación de los contenidos y adquisición de competencias de las materias de formación básica, de las asignaturas obligatorias de rama Estructura de Computadores, Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos, y de las asignaturas del módulo de Ingeniería de Computadores Desarrollo de Hardware Digital, Sistemas con Microprocesadores y Arquitectura de Sistemas.					



## BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Metodología y herramientas de trabajo para sistemas empotrados. Selección de la plataforma y el procesador. Software de sistema y configuración. Desarrollo de *drivers*. Sistemas seguros y críticos para aplicaciones empotradas. Sistemas multi-núcleo.

## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

### Competencias Específicas de la Asignatura

- **IC2.** Capacidad de desarrollar procesadores específicos y sistemas empotrados, así como desarrollar y optimizar el software de dichos sistemas.
- **IC5.** Capacidad de analizar, evaluar y seleccionar las plataformas hardware y software más adecuadas para el soporte de aplicaciones empotradas y de tiempo real.

### Competencias Específicas del Título

- **E1.** Capacidad para concebir, redactar, organizar, planificar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería en informática que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.
- **E2.** Capacidad para dirigir las actividades objeto de los proyectos del ámbito de la informática de acuerdo con los conocimientos adquiridos.
- **E3.** Capacidad para diseñar, desarrollar, evaluar y asegurar la accesibilidad, ergonomía, usabilidad y seguridad de los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, así como de la información que gestionan.
- **E4.** Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.
- **E6.** Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes.
- **E7.** Capacidad para conocer, comprender y aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática y manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- **E8.** Conocimiento de las materias básicas y tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- **E9.** Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.
- **E10.** Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos de informática.
- **E11.** Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico en Informática.

### Competencias Transversales

- **T1.** Capacidad de análisis y síntesis: Encontrar, analizar, criticar (razonamiento crítico), relacionar, estructurar y sintetizar información proveniente de diversas fuentes, así como integrar ideas y



conocimientos.

- **T2.** Capacidad de organización y planificación así como capacidad de gestión de la Información.
- **T3.** Capacidad de comunicación oral y escrita en el ámbito académico y profesional con especial énfasis, en la redacción de documentación técnica.
- **T4.** Capacidad para la resolución de problemas.
- **T5.** Capacidad para tomar decisiones basadas en criterios objetivos (datos experimentales, científicos o de simulación disponibles) así como capacidad de argumentar y justificar lógicamente dichas decisiones, sabiendo aceptar otros puntos de vista.
- **T6.** Capacidad para el uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional.
- **T7.** Capacidad de comunicación en lengua extranjera, particularmente en inglés.
- **T8.** Capacidad de trabajo en equipo.
- **T9.** Capacidad para el aprendizaje autónomo así como iniciativa y espíritu emprendedor
- **T10.** Motivación por la calidad y la mejora continua, actuando con rigor, responsabilidad y ética profesional.
- **T11.** Capacidad para adaptarse a las tecnologías y a los futuros entornos actualizando las competencias profesionales.
- **T12.** Capacidad para innovar y generar nuevas ideas.
- **T13.** Sensibilidad hacia temas medioambientales
- **T14.** Respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres
- **T15.** Capacidad para proyectar los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos para promover una sociedad basada en los valores de la libertad, la justicia, la igualdad y el pluralismo.

#### **OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)**

- Analizar sistemas empuotrados. Identificar las características que diferencian a los sistemas de cómputo empuotrados de los de propósito general.
- Seleccionar la plataforma más apropiada en función de los requerimientos del sistema empuotrado.
- Seleccionar, configurar y usar herramientas de desarrollo y depuración de un sistema empuotrado.
- Desarrollo de firmware para aplicaciones empuotradas.
- Desarrollar controladores para los periféricos del sistema empuotrado con distintos niveles de abstracción.
- Optimizar el código empuotrado para la arquitectura del sistema, haciendo énfasis en maximizar las prestaciones y minimizar el consumo de energía.
- Caracterizar un sistema operativo empuotrado. Selección, configuración y uso.
- Entender y manejar niveles de fiabilidad y tolerancia a fallos de un sistema empuotrado. Aplicar técnicas de diseño y herramientas de prevención de los mismos.
- Identificar las certificaciones existentes para sistemas empuotrados seguros.
- Identificar y argumentar la necesidad de usar varios procesadores o núcleos en un sistema empuotrado.

#### **TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA**

TEMARIO TEÓRICO:

**Tema 1. Introducción a los sistemas empuotrados**

**Tema 2. Procesador y mapa de memoria**

**Tema 3. Cargador de arranque**



**ugr** | Universidad  
de Granada

**INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR**  
<http://grados.ugr.es>

Tema 4. Excepciones e interrupciones

Tema 5. Entrada/salida

Tema 6. Optimización de código

TEMARIO PRÁCTICO:

**BLOQUE 0 (Seminario):** El mercado de trabajo de los sistemas empuotrados

**BLOQUE 1 (Seminario y práctica):** Introducción a la *toolchain* de GNU

**BLOQUE 2 (Seminario y práctica):** Introducción a los procesadores ARM

**BLOQUE 3 (Seminario y práctica):** Desarrollo de un cargador de arranque

**BLOQUE 4 (Seminario y práctica):** Desarrollo de drivers con diferentes niveles de abstracción

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- W. Wolf. *Computers as Components: Principles of Embedded Computing System Design*, 2nd ed. Morgan Kaufmann, 2008.
- J. Ganssle. *The Art of Designing Embedded Systems*, 2nd ed. Newnes, 2008.
- I. Lee, J. Y-T. Leung, S. H. Son. *Handbook of Real-Time and Embedded Systems*. Champman & Hall/CRC, 2008.
- J. Ganssle. *The Firmware Handbook*, Newnes, 2004.
- Q. Li, G. Yao. *Real-Time Concepts for Embedded Systems*, CMP Books, 2003.
- K. E. Curtis. *Embedded Multitasking*, Newnes, 2006.
- K. Yaghmour, J. Masters, G. Ben-Yossef, P. Gerum. *Building Embedded Linux Systems*, 2nd ed. O'Really, 2008.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- M. Barr, A. Massa. *Programming Embedded Systems: With C and GNU Development Tools*, 2nd ed. O'Reilly, 2006.
- M. Barr. *Embedded C Coding Standard*. Netrino Institute, 2008.
- J. J. Labrosse, et al. *Embedded Software: Know it All*. Newnes, 2007.
- J. Ganssle, et al. *Embedded Hardware: Know it All*. Newnes, 2007.
- J. Ganssle (ed.). *Embedded Systems: World Class Designs*. Newnes, 2007.
- M. Samek. *Practical UML statecharts in C/C++ : Event-driven Programming for Embedded Systems*, 2nd ed. Newnes, 2008.
- C. Hallinan. *Debugging Embedded Linux*. Pearson Education, 2007.
- D. Abbott. *Embedded Linux Development Using Eclipse*. Newnes, 2009.

## ENLACES RECOMENDADOS

EDN.com <http://www.edn.com/>

Free Electrons. Embedded Linux Experts <http://free-electrons.com/>

Linux for Devices <http://www.linuxfordevices.com/>

OpenEmbedded <http://wiki.openembedded.net/>

Embedded.com <http://www.embedded.com/>



## METODOLOGÍA DOCENTE

- Lección magistral (Clases teóricas-expositivas) (grupo grande)
  - Contenido en ECTS: 30 horas presenciales (1.2 ECTS).
  - Competencias: IC2, IC5, E4, E6, E8, T1, T13.
- Actividades prácticas (Clases prácticas de laboratorio) (grupo pequeño)
  - Contenido en ECTS: 15 horas presenciales (0.6 ECTS).
  - Competencias: IC2, IC5, E4, E6, T4, T8, T13.
- Seminarios (grupo pequeño)
  - Contenido en ECTS: 10 horas presenciales (0.4 ECTS).
  - Competencias: IC2, IC5, E4, E6, E8, T1, T3, T6, T13.
- Actividades no presenciales individuales (Estudio y trabajo autónomo)
  - Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS).
  - Competencias: IC2, IC5, E4, E6, T3, T9.
- Actividades no presenciales grupales (Estudio y trabajo en grupo)
  - Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS).
  - Competencias: IC2, IC5, E4, E6, T5, T8.
- Tutorías académicas (grupo pequeño)
  - Contenido en ECTS: 5 horas presenciales, grupales e individuales (0.2 ECTS).
  - Competencias: IC2, IC5, E4, E6, T1, T4, T5, T8, T9.

## EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

La calificación final que aparecerá en el Acta será un número comprendido entre 0 y 10 con una precisión de un dígito decimal. En función de la convocatoria (ordinaria o extraordinaria), y del tipo de evaluación escogida, la calificación se obtendrá como se detalla a continuación:

### Convocatoria ordinaria:

La metodología de evaluación por defecto según la normativa de la Universidad de Granada es la evaluación continua, que en el caso de esta asignatura se compone de las siguientes actividades:

- Teoría:
  - Realización de un proyecto en grupos de 2-3 alumnos que cubra contenidos relacionados con la asignatura.
  - Revisión individual de proyectos de otros grupos
  - Realización individual de trabajos cortos y concisos para profundizar en algunos contenidos de la asignatura
- Prácticas:
  - Realización y defensa de las prácticas de la asignatura
- Seminarios:
  - Presentación y debate de los proyectos de la asignatura



La siguiente tabla muestra la contribución de cada una de las actividades a la nota final de la asignatura y la nota mínima exigida, en su caso, para cada una de ellas:

Actividades Formativas		Ponderación	Mínimo
Teoría	Proyecto de la asignatura	20%	2,0
	Revisión de otros proyectos	10%	
	Resto de trabajos propuestos	10%	
Prácticas	Realización y defensa de las prácticas	50%	3
Seminarios	Presentación y debate de los proyectos	10%	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>5,0</b>

Además de la evaluación continua, para la convocatoria ordinaria el alumno puede optar por la evaluación de la asignatura mediante una única prueba final, que se celebrará el día indicado por el centro para tal efecto y constará de la siguientes pruebas:

- Examen escrito de teoría
- Examen escrito de prácticas

La siguiente tabla muestra la contribución de cada una de las pruebas de la evaluación única final a la nota final de la asignatura y la nota mínima exigida, en su caso, para cada una de ellas:

Pruebas de la evaluación única final	Ponderación	Mínimo
Examen escrito de teoría	50%	2,0
Examen escrito de prácticas	50%	3,0
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>5,0</b>

#### Convocatoria extraordinaria:

En las convocatorias extraordinarias se utilizará la evaluación única final, tal y como se ha descrito más arriba.

Todo lo relativo a la evaluación se registrá por la normativa sobre planificación docente y organización de exámenes vigente en la Universidad de Granada. El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el art. 5 del R. D 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en el territorio nacional.

#### RÉGIMEN DE ASISTENCIA

La asistencia a los seminarios de la asignatura es obligatoria.



## INFORMACIÓN ADICIONAL

Plataforma docente (material de la asignatura, organización de los grupos de prácticas, convocatorias de exámenes y entregas a los profesores): <https://swad.ugr.es/?CrsCod=5635>



*ugr* | Universidad  
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
<http://grados.ugr.es>