

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Formación de Especialidad 3: Ingeniería de computadores	Sistemas de cómputo para aplicaciones específicas	4º	7	6	Optativa
<b>PROFESOR(ES)<sup>1</sup></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<sup>1</sup></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 y Sistemas con Microprocesadores.					

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente.



## 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 muti-núcleo.

## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

### Competencias Generales del Título

- **E4.** Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas .
- **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.
- **T2.** 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

### Competencias Básicas

- **CB5.** Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

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

### Objetivos formativos particulares

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

### Objetivos formativos de carácter general (Competencias según BOE de 4 de Agosto de 2009)

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



## 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
- Tema 4.** Excepciones e interrupciones
- Tema 5.** Entrada/salida

### TEMARIO PRÁCTICO:

- Práctica 1.** Configuración e instalación de las herramientas de desarrollo
- Práctica 2.** Conexión y gestión remota de la plataforma
- Práctica 3.** Introducción al ensamblador
- Práctica 4.** Introducción al enlazador y el resto de las binutils
- Práctica 5.** Arranque e inicialización del entorno de ejecución
- Práctica 6.** Gestión de excepciones e interrupciones
- Práctica 7.** El controlador de interrupciones
- Práctica 8.** Gestión de los pines de entrada/salida
- Práctica 9.** Desarrollo de un driver L0 para las UART
- Práctica 10.** Desarrollo de un driver L1 para las UART
- Práctica 11.** Desarrollo de un driver L2 para las UART

### SEMINARIOS:

- Seminario 1:** El mercado de trabajo de los sistemas empuotrados
- Seminario 2:** Presentación de los proyectos finales de la asignatura

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- L. Edwards. *Embedded Systems Design on a Shoestring*. Newnes, 2003.
- 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. Ganssle. *The Firmware Handbook*, Newnes, 2004.
- C. Walls. *Embedded Software. The Works*. Newness, 2006.
- Q. Li, G. Yao. *Real-Time Concepts for Embedded Systems*, CMP Books, 2003.
- W. Hohl. *ARM Assembly Language. Fundamentals and Techniques*. CRC Press, 2009.
- A. N. Sloss, D. Symes y C. Wright. *ARM System Developer's Guide. Designing and Optimizing System*



*Software*. Morgan Kaufmann, 2004.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- A. S. Berger. *Embedded System Design. An introduction to Processes, Tools, & Techniques*. CMP Books, 2002.
- S. Heath. *Embedded System Design*. Newnes, 2ª edición, 2003.
- P. Marwedel. *Embedded System Design*. Springer, 2006.
- W. Wolf. *Computers as Components: Principles of Embedded Computing System Design*, 2nd ed. Morgan Kaufmann, 2008.
- F. Vahid y T. Givargis. *Embedded System Design*. John Wiley & Sons, 2002.
- 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.
- I. Lee, J. Y-T. Leung, S. H. Son. *Handbook of Real-Time and Embedded Systems*. Chapman & Hall/CRC, 2008.
- K. E. Curtis. *Embedded Multitasking*, Newnes, 2006.

#### ENLACES RECOMENDADOS

- ARM. ARM Processors. <http://www.arm.com/products/processors/>
- Free Software Foundation. Herramientas de desarrollo con licencia GNU
  - Binutils: <http://directory.fsf.org/wiki/Binutils>
  - GCC: <http://directory.fsf.org/wiki/GCC>
  - Gdb: <http://directory.fsf.org/wiki/Gdb>
- Red Hat, Inc. The Newlib Homepage. <http://sourceware.org/newlib/>
- OpenOCD. Open On-Chip Debugger. <http://openocd.sourceforge.net/>
- EDN.com <http://www.edn.com/>
- Embedded.com <http://www.embedded.com/>
- Embedded Insights. Embedded Processing Directory Index. <http://www.embeddedinsights.com/directory.php>
- Tool Interface Standard (TIS) Comitee. Executable and Linking Format (ELF) Specification, version 1.2, 1995. <http://refspecs.linuxbase.org/elf/elf.pdf>
- Rob Savoye. *Embed With GNU. Porting The GNU Tools To Embedded Systems*. Cygnus Support, 1995. <http://www.gnuarm.com/pdf/portng.pdf>
- D. Saks. *Mapping memory*. Embedded.com, 2004. <http://www.embedded.com/electronics-blogs/programming-pointers/4025002/Mapping-memory/>
- S. Chamberlain, R. Pesch, Red Hat Support y J. Johnston. Red Hat Newlib C Library: Full Configuration. <http://sourceware.org/newlib/libc.html>
- B. Gatliff. *Porting and Using Newlib in Embedded Systems*. <http://neptune.billgatliff.com/newlib.html>



## METODOLOGÍA DOCENTE

- Lección magistral (Clases teóricas-expositivas) (grupo grande)
  - Contenido en ECTS: 30 horas presenciales (1.2 ECTS).
  - Competencias: E4, E11, CB5.
- Actividades prácticas (Clases prácticas de laboratorio) (grupo pequeño)
  - Contenido en ECTS: 15 horas presenciales (0.6 ECTS).
  - Competencias: CB5, T2.
- Seminarios (grupo pequeño)
  - Contenido en ECTS: 10 horas presenciales (0.4 ECTS).
  - Competencias: E11, CB5, T2.
- Actividades no presenciales individuales (Estudio y trabajo autónomo)
  - Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS).
  - Competencias: E4, E11, CB5, T2.
- Actividades no presenciales grupales (Estudio y trabajo en grupo)
  - Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS).
  - Competencias: E4, E11, CB5, T2.
- Tutorías académicas (grupo pequeño)
  - Contenido en ECTS: 5 horas presenciales, grupales e individuales (0.2 ECTS).
  - Competencias: E4, E11, CB5, T2.

## 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
- 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	40%	3,0
	Revisión de otros proyectos	20%	
Prácticas	Realización y defensa de las prácticas	40%	2,0
<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	60%	3,0
Examen escrito de prácticas	40%	2,0
<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 registrará 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

Definición de grupo grande y grupo pequeño:

- Los grupos grandes son grupos de 45 a 60 estudiantes.
- Los grupos pequeños son grupos de 15 a 20 estudiantes.

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>

