



**POLITÉCNICA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA UNIVERSITARIA DE INFORMÁTICA  
Campus Sur, Ctra. de Valencia km. 7  
28031 Madrid

# GRADUADO EN INGENIERÍA DE COMPUTADORES – Guía de Aprendizaje

## Información al estudiante

### DATOS DESCRIPTIVOS

<b>ASIGNATURA:</b>	Sistemas con Microcontroladores y Microprocesadores
<b>Nombre en inglés:</b>	Systems with Microcontrollers and Microprocessors (Embedded Systems)
<b>MATERIA:</b>	Estructura, Arquitectura y Organización de Computadores
<b>CARÁCTER:</b>	Optativa de la Ingeniería de Computadores
<b>TITULACIÓN:</b>	Graduado en Ingeniería de Computadores
<b>CURSO/SEMESTRE:</b>	4º
<b>ESPECIALIDAD:</b>	Perfil de Ingeniería de Sistemas Mecatrónicos

<b>CURSO ACADÉMICO</b>	<b>2010 – 2011</b>		
<b>PERIODO IMPARTICIÓN:</b>	<b>Septiembre – Enero</b>	<b>Febrero -- Junio</b>	
	<b>X</b>		
<b>IDIOMA IMPARTICIÓN:</b>	<b>Sólo Castellano</b>	<b>Sólo Ingles</b>	<b>Ambos</b>
	<b>X</b>		

### CONOCIMIENTOS PREVIOS REQUERIDOS PARA PODER SEGUIR CON NORMALIDAD LA ASIGNATURA

<b>ASIGNATURAS SUPERADAS:</b>	Es muy recomendable haber superado las asignaturas Estructura de Computadores y Arquitectura de Computadores. Tiene también interés haber superado Sistemas de Control.
<b>OTROS RESULTADOS DE</b>	

**APRENDIZAJE  
NECESARIOS**

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Informática Aplicada	
<b>PROFESORADO</b>		
<b>NOMBRE Y APELLIDOS</b> (C = Coordinador)	<b>DESPACHO</b>	<b>Correo electrónico</b>
Norberto Cañas de Paz		norberto@eui.upm.es

**OBJETIVOS DE APRENDIZAJE**

<b>COMPETENCIAS Y NIVEL ASIGNADAS A LA ASIGNATURA</b>		
<b>CÓDIGO</b>	<b>COMPETENCIA</b>	<b>NIVEL</b>
<b>GENERALES UPM</b>		
G1	Comunicación oral y escrita	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 1
G2	Creatividad	<input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
G3	Liderazgo de equipos	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
G4	Organización y planificación	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
G5	Respeto por el medioambiente	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
G6	Uso de lengua inglesa	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 1
G7	Uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
<b>GENERALES DEL TITULO</b>		
G8	Trabajo en equipo	<input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
G9	Aprendizaje autónomo	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
G10	Capacidad de análisis y síntesis	<input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
G11	Iniciativa y capacidad emprendedora	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
G12	Motivación por la calidad y mejora continua	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 1
G13	Razonamiento crítico	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
G14	Resolución de problemas	<input checked="" type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
G15	Toma de decisiones	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1

COMPETENCIAS Y NIVEL ASIGNADAS A LA ASIGNATURA		
CÓDIGO	COMPETENCIA	NIVEL
G16	Trabajo en un contexto internacional	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
COMPETENCIAS COMUNES A LA RAMA DE INFORMÁTICA ASIGNADAS A LA ASIGNATURA		
I1	Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantarse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra, cálculo diferencial e integral i métodos numéricos; estadística y optimización	<input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I2	Capacidad para comprender y dominar los fundamentos físicos y tecnológicos de la informática: electromagnetismo, ondas, teoría de circuitos, electrónica y fotónica y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería	<input checked="" type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I3	Capacidad para comprender y dominar los conceptos básicos de matemática discreta, lógica, algorítmica y complejidad computacional, y su aplicación para el tratamiento automático de la información por medio de sistemas computacionales y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I4	Conocimiento de los fundamentos del uso y programación de los computadores, los sistemas operativos, las bases de datos y, en general, los programas informáticos con aplicación en ingeniería	<input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I5	Conocimiento de la estructura, funcionamiento e interconexión de los sistemas informáticos, así como los fundamentos de su programación	<input checked="" type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I6	Conocimiento adecuado del concepto de empresa y su marco institucional y jurídico, así como los aspectos básicos de organización y gestión de empresa	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I7	Capacidad para diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente	<input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I8	Capacidad para planificar, concebir, desplegar y dirigir proyectos, servicios y sistemas informáticos en todos los ámbitos, liderando su puesta en marcha y su mejora continua y valorando su impacto económico y social	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I9	Capacidad para comprender la importancia de la negociación, los hábitos de trabajo efectivos, el liderazgo y las habilidades de comunicación en todos los entornos de desarrollo de software	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1

COMPETENCIAS Y NIVEL ASIGNADAS A LA ASIGNATURA		
CÓDIGO	COMPETENCIA	NIVEL
I10	Capacidad para elaborar el pliego de condiciones técnicas de una instalación informática que cumpla los estándares y normativas vigentes	<input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I11	Conocimiento, administración y mantenimiento sistemas, servicios y aplicaciones informáticas	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I12	Conocimiento y aplicación de los procedimientos algorítmicos básicos de las tecnologías informáticas para diseñar soluciones a problemas, analizando la idoneidad y complejidad de los algoritmos propuestos	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I13	Conocimiento, diseño y utilización de forma eficiente los tipos y estructuras de datos más adecuados a la resolución de un problema	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I14	Capacidad para analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I15	Capacidad de conocer, comprender y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman	<input checked="" type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I16	Conocimiento de las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Operativos y diseñar e implementar aplicaciones basadas en sus servicios	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I17	Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Distribuidos, las Redes de Computadores e Internet y diseñar e implementar aplicaciones basadas en ellas	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I18	Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidades y estructura de las bases de datos, que permitan su adecuado uso, y el diseño y el análisis e implementación de aplicaciones basadas en ellos	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I19	Conocimiento y aplicación de las herramientas necesarias para el almacenamiento, procesamiento y acceso a los Sistemas de información, incluidos los basados en Web	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I20	Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de la programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I21	Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de los sistemas inteligentes y su aplicación práctica	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1

<b>COMPETENCIAS Y NIVEL ASIGNADAS A LA ASIGNATURA</b>		
<b>CÓDIGO</b>	<b>COMPETENCIA</b>	<b>NIVEL</b>
I22	Conocimiento y aplicación de los principios, metodologías y ciclos de vida de la ingeniería de software	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I23	Capacidad para diseñar y evaluar interfaces persona computador que garanticen la accesibilidad y usabilidad a los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
I24	Conocimiento de la normativa y la regulación de la informática en los ámbitos nacional, europeo e internacional	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
<b>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DE INGENIERÍA DE COMPUTADORES ASIGNADAS A LA ASIGNATURA</b>		
E1	Capacidad de diseñar y construir sistemas digitales, incluyendo computadores, sistemas basados en microprocesador y sistemas de comunicaciones	<input checked="" type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
E2	Capacidad de desarrollar procesadores específicos y sistemas empotrados, así como desarrollar y optimizar el software de dichos sistemas	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
E3	Capacidad de analizar y evaluar arquitecturas de computadores, incluyendo plataformas paralelas y distribuidas, así como desarrollar y optimizar software de para las mismas	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
E4	Capacidad de diseñar e implementar software de sistema y de comunicaciones	<input checked="" type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
E5	Capacidad de analizar, evaluar y seleccionar las plataformas hardware y software más adecuadas para el soporte de aplicaciones empotradas y de tiempo real	<input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
E6	Capacidad para comprender, aplicar y gestionar la garantía y seguridad de los sistemas informáticos	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
E7	Capacidad para analizar, evaluar, seleccionar y configurar plataformas hardware para el desarrollo y ejecución de aplicaciones y servicios informáticos	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
E8	Capacidad para diseñar, desplegar, administrar y gestionar redes de computadores	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
<b>CÓDIGO</b>	<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</b>	
<b>RA1</b>	El alumno conoce y comprende las características generales de los sistemas informáticos embarcados.	
<b>RA2</b>	El alumno conoce y comprende los fundamentos teóricos, técnicos y de programación de los dispositivos habitualmente integrados en los microcontroladores.	

<b>CÓDIGO</b>	<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</b>
<b>RA3</b>	El alumno está capacitado para configurar la arquitectura de procesadores y microcontroladores necesaria para un sistema embarcado, así como establecer el esquema de comunicaciones entre dichos componentes.
<b>RA4</b>	El alumno está capacitado para resolver problemas de acondicionamiento de señal básicos mediante la utilización de amplificadores operacionales y otros componentes discretos de uso habitual.
<b>RA5</b>	El alumno conoce las técnicas, de uso más frecuente, para el diseño y fabricación de sistemas con microcontroladores y microprocesadores.
<b>RA6</b>	El alumno está capacitado para llevar a cabo todas las etapas del ciclo de vida del sistema software de un sistema informático embarcado.
<b>RA7</b>	El alumno conoce los fundamentos de la compilación cruzada y es capaz de utilizar satisfactoriamente algunos entornos de desarrollo paradigmáticos para la programación de microprocesadores y microcontroladores.
<b>RA8</b>	El alumno conoce los aspectos más importantes de algunos estándares destacados relacionados con el desarrollo de sistemas de alta integridad.

## CONTENIDOS Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

<b>CONTENIDOS ESPECÍFICOS (TEMARIO)</b>	
<b>TEMA</b>	<b>APARTADOS</b>
<b>Tema 1.</b>	INTRODUCCIÓN.
	1.1 Definiciones de sistemas informáticos embarcados (SE).
	1.2 Ámbitos de aplicación de los SE.
	1.3 Grandes bloques de un SE.
<b>Tema 2.</b>	MICROCONTROLADORES. Consideraciones generales.
	2.1 Circuitos osciladores.
	2.2 Circuitos de inicialización (reset).
	2.3 Repaso de arquitecturas de unidades de proceso más destacadas.
	2.4 Características más destacadas de las memorias y sus tecnologías.
	2.5 Interrupciones.
	2.6 Modos de ahorro de energía.
	2.7 Limitaciones eléctricas habituales en microcontroladores y microprocesadores.
	2.8 Sistemas de alimentación.
<b>Tema 3.</b>	MICROCONTROLADORES. Periféricos habituales.
	3.1 Puertos de entrada salida.
	3.2 Temporizadores.
	3.3 Generadores de señales PWM.

<b>CONTENIDOS ESPECÍFICOS (TEMARIO)</b>	
<b>TEMA</b>	<b>APARTADOS</b>
	3.4 Convertidores analógicos digitales.
	3.5 Comparadores de tensión.
	3.6 Tensión de referencia.
	3.7 Interfaz de comunicaciones (SPI, USART, USB, I <sup>2</sup> C, CAN BUS, RF, Ethernet, infrarrojo, etc.)
<b>Tema 4.</b>	<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS RELACIONADOS CON SISTEMAS EMBARCADOS.</b>
	4.1 UML adaptado a SE.
	4.2 Estándares para el desarrollo de sistemas embarcados seguros (safety embedded systems).
<b>Tema 5.</b>	<b>MICRO NÚCLEOS Y SISTEMAS OPERATIVOS</b>
	5.1 Micro núcleos para procesadores en sistemas embarcados.
	5.2 Sistemas operativos para procesadores en sistemas embarcados.
<b>Tema 6.</b>	<b>ENTORNOS DE DESARROLLO.</b>
	6.1 Entornos de desarrollo para microcontroladores en SE.
	6.2 Entornos de desarrollo para microprocesadores en SE.
	6.3 Entornos de desarrollo de circuitos impresos.
<b>Tema 7.</b>	<b>ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL</b>
	7.1 Introducción a amplificadores operacionales.
	7.2 Acondicionamiento de señal analógico.
	7.3 Acondicionamiento de señal digital.

<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y MÉTODOS DE ENSEÑANZAS EMPLEADOS</b>	
<b>CLASES DE TEORÍA</b>	Los temas teóricos del 1 al 6 respetan una exposición general de carácter magistral a la que sigue un refinamiento y pormenorización por medio de aprendizaje cooperativo (utilizando en este último caso la técnica Jigsaw). El tema 7 se imparte en la última etapa del cuatrimestre utilizando exposición magistral.
<b>CLASES PROBLEMAS</b>	Se realizarán clases de problemas en relación con los temas 2, 3 y 7. Las destrezas instrumentales del resto de los temas se trabajan en las sesiones prácticas.
<b>PRÁCTICAS</b>	La asignatura, en un porcentaje importante, sigue el planteamiento de aprendizaje dirigido por proyectos. Las prácticas, por tanto, están orientadas a la realización de un proyecto completo de sistema informático embarcado. Dicho proyecto comienza en la construcción de los circuitos que constituyen el hardware de ejecución hasta la última etapa del desarrollo software.
<b>TRABAJO</b>	El trabajo autónomo de los alumnos responde fundamentalmente a las asignaciones de documentación y estudio que se establezcan en cada grupo

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y MÉTODOS DE ENSEÑANZAS EMPLEADOS**

<b>AUTÓNOMOS</b>	de trabajo de prácticas, para alcanzar el conocimiento que permita realizar correctamente el proyecto encomendado. En menor medida, el alumno tendrá que trabajar alrededor de los aspectos teóricos impartidos en las lecciones magistrales de introducción de cada tema.
<b>TRABAJOS EN GRUPOS</b>	Los alumnos se organizan en grupos que tendrán que afrontar el desarrollo del proyecto de sistema embarcado asignado para el curso.
<b>TUTORÍAS</b>	Las tutorías se organizan para atender de manera privada a los alumnos, cuando realizan actividades de documentación y estudio individual, así como para auxiliar a los grupos en la resolución de problemas de organización, orientación y toma de decisiones.

**RECURSOS DIDÁCTICOS**

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	(1997): PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual. Microchip Technology Inc.
	(2009): HI-TECH C® for PIC10/12/16 User's Guide. Microchip Technology Inc.
	(2007): MPLAB® C30 C COMPILER USER'S GUIDE. Microchip Technology Inc.
	(2007): 16-BIT LANGUAGE TOOLS LIBRARIES. Microchip Technology Inc.
	(2006): dsPIC30F Family Reference Manual. Microchip Technology Inc.
	Yaghmour, K. (2003): Building Embedded Linux Systems. O'Really.
	(2008): OMG System Modeling Language (OMG SysML™). OMG.
	Thomas, R.; Rosa, A. (2001): The Analysis and Design of Linear Circuits. John Wiley and Sons.
	Dorf, R. (2000): The Electric Engineering Hand Book. CRC Press.
Francco, S. (1998): Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits. McGraw-Hill.	
<b>RECURSOS WEB</b>	<a href="http://www.dia.eui.upm.es/Asignatu.htm">http://www.dia.eui.upm.es/Asignatu.htm</a>
<b>EQUIPAMIENTO</b>	Laboratorio de fabricación de circuitos impresos de doble cara.
	Laboratorio de electrónica con osciloscopios, polímetros, fuentes de alimentación y dispositivos generadores de señal.
	Laboratorio de informática con entornos de desarrollo cruzado para microcontroladores y microprocesadores.
	Laboratorio con flexibilidad mobiliaria para facilitar el trabajo individual y en grupo.
	Entorno de desarrollo en ensamblador y C para microcontroladores.
	Entorno de desarrollo en ADA para microprocesadores.
	Herramientas CAD para diseño de circuitos impresos.
	Editores de UML.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN DE LA ASIGNATURA

EVALUACIÓN		
REF	INDICADOR DE LOGRO	Relacionado con RA
<b>T1</b>	<p>IL1_1. El alumno conoce las características más destacadas de un sistema embarcado.</p> <p>IL1_2. El alumno es capaz de distinguir perfectamente un sistema embarcado entre otros que no lo son.</p> <p>IL1_3. El alumno es capaz de reconocer y proponer sistemas embarcados en distintos ámbitos aplicación.</p> <p>IL1_4. El alumno es capaz de describir y justificar los grandes bloques que constituyen un sistema embarcado.</p>	<b>RA1</b>

EVALUACIÓN		
REF	INDICADOR DE LOGRO	Relacionado con RA
T2	<p>IL2_1. El alumno conoce las alternativas más habituales de generación de la señal de reloj y sabe interpretar correctamente las recomendaciones de los fabricantes de microcontroladores y microprocesadores al respecto.</p> <p>IL2_2. El alumno conoce y comprende las alternativas más habituales de diseño de circuitos de inicialización (reset) para microcontroladores y microprocesadores y sabe seleccionar y dimensionar los componentes necesarios para las mismas, así como interpretar correctamente las recomendaciones de los fabricantes al respecto.</p> <p>IL2_3. El alumno conoce las ventajas e inconvenientes que tienen las arquitecturas de computadores Harvard y von Neumann.</p> <p>IL2_4. El alumno conoce las diferencias en cuanto a volatilidad, operaciones posibles, velocidad y coste de fabricación, de las distintas tecnologías de memorias disponibles.</p> <p>IL2_5. El alumno entiende las diferencias entre los siguientes sistemas de gestión de interrupciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas sin interrupciones.</li> <li>• Sistemas con una única interrupción posible.</li> <li>• Sistemas con múltiples fuentes de interrupción y gestor de prioridades.</li> <li>• Sistemas con múltiples fuentes de interrupción y sistema de excepciones.</li> </ul> <p>IL2_6. El alumno conoce y comprende las alternativas más habituales de ahorro de energía en sistemas embarcados.</p> <p>IL2_7. El alumno sabe interpretar y utilizar correctamente la información suministrada por los fabricantes relacionada con el rango de tensiones posibles para señales digitales y analógicas, así como corrientes límite de entrada o salida.</p> <p>IL2_8. El alumno conoce las alternativas de alimentación más habituales para el hardware de sistemas embarcados.</p>	RA2

<b>EVALUACIÓN</b>		
<b>REF</b>	<b>INDICADOR DE LOGRO</b>	<b>Relacionado con RA</b>
<b>T3</b>	<p>IL3_1. El alumno entiende la configuración interna habitual de un puerto de entrada salida y sabe utilizar satisfactoriamente las diferentes formas de operar que suministran.</p> <p>IL3_2. El alumno entiende la configuración interna habitual de los temporizadores (Timers) y sabe utilizar satisfactoriamente las diferentes formas de operar que suministran.</p> <p>IL3_3. El alumno entiende la configuración interna habitual de los generadores de señales PWM y sabe utilizar satisfactoriamente las diferentes formas de operar que suministran.</p> <p>IL3_4. El alumno entiende la configuración interna habitual de los convertidores analógico-digitales y sabe utilizar satisfactoriamente las diferentes formas de operar que suministran.</p> <p>IL3_5. El alumno entiende la configuración interna habitual de los comparadores de tensión y sabe utilizar satisfactoriamente las diferentes formas de operar que suministran.</p> <p>IL3_6. El alumno entiende la configuración interna habitual de los dispositivos generadores de tensión de referencia y sabe utilizar satisfactoriamente las diferentes formas de operar que suministran.</p> <p>IL3_7. El alumno conoce las ventajas e inconvenientes más destacados de las distintas estrategias de comunicación habitualmente disponibles en sistemas embarcados así como debe ser capaz de configurarlas y utilizarlas satisfactoriamente.</p>	<b>RA2 y RA3</b>
<b>T4</b>	<p>IL4_1. El alumno es capaz de utilizar UML (OMG) satisfactoriamente en las etapas de especificación y diseño de sistemas embarcados, tanto para los subcomponentes software como hardware.</p> <p>IL4_2. El alumno conoce las obligaciones más importantes a respetar, planteadas en algunos estándares relacionados con el desarrollo de sistemas embarcados seguros (ej. IEC61508 y EN50128).</p>	<b>RA5, RA6 y RA8</b>
<b>T5</b>	<p>IL5_1. El alumno conoce las ventajas e inconvenientes de utilizar monitores, micro-núcleos y sistemas operativos en un sistema embarcado.</p> <p>IL5_2. El alumno conoce las características más destacadas de algunos micro-núcleos y sistemas operativos paradigmáticos en el ámbito de los sistemas embarcados (ej. ORK, Marte_OS, RT_Linux).</p>	<b>RA5, RA6 y RA7</b>

EVALUACIÓN		
REF	INDICADOR DE LOGRO	Relacionado con RA
<b>T6</b>	<p>IL6_1. El alumno conoce las características más importantes de un entorno de desarrollo software para microcontroladores y microprocesadores. En relación con ello, debe ser capaz de efectuar satisfactoriamente las siguientes actividades.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programación cruzada.</li> <li>• Grabación o carga del código ejecutable.</li> <li>• Simulación del código ejecutable.</li> <li>• Depuración cruzada.</li> </ul> <p>IL6_2. El alumno es capaz de utilizar satisfactoriamente algún entorno de desarrollo de circuitos impresos, realizando correctamente las etapas de diseño lógico y diseño físico.</p> <p>IL6_3. El alumno conoce y es capaz de realizar, las etapas imprescindibles del proceso de fabricación de prototipos de circuitos impresos en laboratorios de doble cara.</p>	<b>RA5, RA6 y RA7</b>
<b>T7</b>	<p>IL7_1. El alumno conoce el comportamiento de un amplificador operacional.</p> <p>IL7_2. El alumno conoce y es capaz de utilizar las siguientes configuraciones para amplificadores operacionales en problemas sencillos de acondicionamiento de señal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amplificador inversor.</li> <li>• Amplificador no inversor.</li> <li>• Sumador.</li> <li>• Restador.</li> <li>• Diferenciador.</li> <li>• Integrador.</li> <li>• Configuraciones básicas de filtro activo paso bajo, paso alto y paso banda.</li> </ul> <p>IL7_3. El alumno conoce algunas configuraciones electrónicas destacadas para poder realizar tanto conversiones analógico-digitales como digitales-analógicas.</p>	<b>RA4</b>

EVALUACIÓN SUMATIVA			
BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE SE EVALÚAN	MOMENTO	LUGAR	PESO EN LA CALIFICACIÓN
Test y ejercicios de desarrollo.	Ver cronograma	Aula /Biblioteca	25%
Correcto desarrollo del circuito con microcontrolador.	Ver cronograma	Laboratorio .	10%

Correcta verificación del circuito con microcontrolador.	Ver cronograma	Laboratorio	15%
Ensayos básicos con periféricos del sistema.	Ver cronograma	Laboratorio	15%
Correcta documentación de las distintas etapas de desarrollo del proyecto.	Ver cronograma	Despacho	20%
Correcto funcionamiento del sistema desarrollado.	Ver cronograma	Laboratorio	15%

### **DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTIVIDADES QUE SE EVALÚAN Y DE LOS CRITERIOS DE CALIFICACIÓN**

Evaluación del conocimiento teórico adquirido por medio de test y problemas de desarrollo. Se califica positivamente los ejercicios y preguntas bien contestados según el peso proporcional que tengan en cada prueba realizada.

Desarrollo de un circuito con un microcontrolador. Se evalúa positivamente el planteamiento correcto del diseño lógico, del diseño físico y sobre todo, la correcta realización de las actividades de verificación antes y durante la fabricación.

Comprobación del funcionamiento del circuito construido con un microcontrolador. Se evalúa positivamente el desarrollo de un conjunto reducido de pruebas que permita comprobar aspectos generales del correcto funcionamiento, del circuito con microcontrolador.

Ensayos básicos con periféricos del sistema. Se evalúa positivamente el correcto funcionamiento de un conjunto reducido de programas de prueba destinados a realizar operaciones básicas con periféricos del sistema embarcado a desarrollar (ej. controlador de velocidad, brújula, ultrasonidos, infrarrojos, etc.).

Correcta documentación de las distintas etapas de desarrollo software. Para cada etapa de desarrollo del sistema software embarcado, el profesor tutor identificará que aspectos de calidad mínimos deben observarse en la documentación a presentar, los cuales serán utilizados como criterios de valoración.

Correcto funcionamiento del sistema desarrollado. Se valorará positivamente el cumplimiento de las expectativas planteadas en los requisitos en relación con el comportamiento del sistema.

### **DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE SE EVALÚAN Y DE LOS CRITERIOS DE CALIFICACIÓN CON EVALUACIÓN MEDIANTE SOLO PRUEBA FINAL**

Se realizará una prueba, posiblemente dividida en varias sesiones, para evaluar los conocimientos teóricos del alumno. Se evaluará positivamente las pruebas bien planteadas y bien realizadas.

Se realizará una prueba, posiblemente dividida en varias sesiones, en las que el alumno deberá construir un sistema de complejidad equivalente al proyecto realizado durante el curso. Se valorará positivamente el correcto planteamiento de las diferentes etapas de desarrollo así como el correcto funcionamiento del sistema final.

## CRONOGRAMA DE TRABAJO DE LA ASIGNATURA

SEMANA	Actividades Aula	Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades Evaluación	Otros
<b>1</b>	<p>Búsqueda y puesta en común de definiciones de sistema embarcado.</p> <p>Recopilación de ámbitos de intervención de sistemas embarcados.</p> <p>Propuesta y discusión de componentes generales de los sistemas embarcados.</p>	<p>Explicación del proyecto del curso relacionado con un robot móvil autónomo.</p> <p>Aprendizaje de herramienta CAD de diseño de circuitos impresos.</p> <p>Características generales y presentación de Edwin, Kicad, Schem y PCB (6.3).</p>	<p>Repaso UML &gt;= 2.0 (diagramas de casos de uso, clase, secuencia, actividades y estados)</p>	<p>Elección de proyecto dentro del marco de disponible.</p> <p>Asignación de roles y responsabilidades para la actividad de diseño hardware.</p>	<p>Test corto de evaluación sobre los contenidos teóricos abordados.</p>	
<b>2</b>	<p>Se plantea con exposición magistral los apartados 2.1, 2.2, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8.</p> <p>Se plantea con aprendizaje colaborativo el repaso y ampliación de los puntos 2.3 y 2.4.</p>	<p>Breve introducción de la gama media de microcontroladores microchip.</p> <p>Explicación general de de los entornos de desarrollo para microcontroladores y presentación de los entornos MPLAB y</p>	<p>Estudio de los temas abordados en las clases de teoría.</p>	<p>Preparación de la lista de comprobación detallada del circuito con microcontrolador a construir para el proyecto asignado.</p> <p>Preparación de la documentación</p>		

<b>SEMANA</b>	<b>Actividades Aula</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Trabajo Individual</b>	<b>Trabajo en Grupo</b>	<b>Actividades Evaluación</b>	<b>Otros</b>
		Piklab (6.1)		para abordar el diseño lógico del circuito del proyecto.		
<b>3</b>	Desarrollo de los puntos 3.1, 3.2 y 3.3 por medio de aprendizaje colaborativo. Ensayos básicos de programación de los dispositivos estudiados.	Diseño lógico y diseño físico del circuito con microcontrolador a construir para el proyecto asignado.	Estudio de los temas abordados en las clases de teoría.	Asignación de roles y responsabilidades para el desarrollo software del proyecto asignado.		
<b>4</b>	Desarrollo de los puntos 3.4, 3.5 y 3.6 por medio de aprendizaje colaborativo.	Construcción del circuito con microcontrolador diseñado en la sesión anterior. Verificación eléctrica del circuito.	Estudio de los temas abordados en las clases de teoría.	Preparación de programas de prueba básicos para comprobar el correcto comportamiento de puertos de E/S, timers y generadores PWM.		
<b>5</b>	Exposición magistral del punto 3.7	Verificación del comportamiento del microcontrolador por medio de programas de prueba.	Estudio de los temas abordados en las clases de teoría.	Preparación de programa de prueba con USART.	Evaluación de la correcta realización de los programas de prueba.	
<b>6</b>	Exposición magistral del	Comprobación del	Estudio de los	Preparación		

<b>SEMANA</b>	<b>Actividades Aula</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Trabajo Individual</b>	<b>Trabajo en Grupo</b>	<b>Actividades Evaluación</b>	<b>Otros</b>
	punto 4.1	funcionamiento de comunicaciones con USART.  Modelo del dominio y casos de uso en UML	temas abordados en las clases de teoría.	programas de prueba I <sup>2</sup> C. Comunicación con controlador de velocidad y la brújula.		
<b>7</b>	Desarrollo del punto 4.2 por medio de aprendizaje colaborativo.	Comprobación de los programas de comunicación con el controlador de velocidad y la brújula.  Establecimiento de requisitos SW para el proyecto de sistema embarcado (UML).	Estudio de los temas abordados en las clases de teoría.	Revisión de los requisitos SW del sistema embarcado.	Ejercicios de desarrollo correspondiente a los 3 primeros temas.	
<b>8</b>	Seminario de programación en ADA. Exposición magistral.	Diseño de alto nivel del SW del proyecto de sistema embarcado.	Realización de los ejercicios de desarrollo planteados.  Estudio de los temas abordados en las clases de teoría.	Revisión del diseño SW del sistema embarcado.	Entrega de documento de requisitos.	
<b>9</b>	Desarrollo del punto 5.1 y 5.2 por medio de aprendizaje	Diseño detallado del SW del proyecto de	Estudio de los temas abordados en	Revisión del diseño SW del sistema embarcado.		

SEMANA	Actividades Aula	Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades Evaluación	Otros
	colaborativo.	sistema embarcado.	las clases de teoría.	Preparación del documento de diseño de alto nivel		
<b>10</b>	Entornos de desarrollo para microprocesadores. Presentación del entorno <i>isis</i> .	Diseño detallado del SW del proyecto de sistema embarcado.	Estudio de los temas abordados en las clases de teoría.	Revisión del diseño SW del sistema embarcado.	Entrega del documento de diseño de alto nivel.	
<b>11</b>	Seminario de repaso electrónica.	Programación y pruebas del proyecto de sistema embarcado.	Estudio de los temas abordados en las clases de teoría.	Preparación del documento de diseño SW del sistema embarcado.		
<b>12</b>	Exposición magistral del punto 7.1 y 7.2 (sin filtros activos). Ejercicios básicos.	Programación y pruebas del proyecto de sistema embarcado.	Estudio de los temas abordados en las clases de teoría.		Entrega del documento de diseño SW del sistema embarcado.	
<b>13</b>	Breve introducción de transformada de Laplace. Presentación de configuraciones básicas de filtros activos. Exposición magistral.	Programación y pruebas del proyecto de sistema embarcado.	Estudio de los temas abordados en las clases de teoría.	Preparación del informe de resultado de pruebas y recomendaciones de revisión.		
<b>14</b>	Problemas de acondicionamiento de señal.	Pruebas de campo del proyecto de sistema embarcado.	Estudio de los temas abordados en las clases de teoría.		Entrega del código y del documento de resultado de pruebas.	
<b>15</b>	Desarrollo del punto 7.3	Ejercicio de acondicionamiento de	Estudio de los temas abordados en		Ejercicios tipo test y problemas de desarrollo	

<b>SEMANA</b>	<b>Actividades Aula</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Trabajo Individual</b>	<b>Trabajo en Grupo</b>	<b>Actividades Evaluación</b>	<b>Otros</b>
		señal con componentes reales.	las clases de teoría.		correspondientes a los temas 4 al 7.	
<b>16</b>	Encuesta control de calidad	Recuperación.	Realización de los ejercicios de desarrollo planteados.			