

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2019/2020

Identificación y características de la asignatura													
Código	401508	Créditos ECTS	6										
Denominación (español)	SISTEMAS EMBEBIDOS												
Denominación (inglés)	EMBEDDED SYSTEMS												
Titulaciones	Máster Universitario en Ingeniería Industrial												
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales												
Semestre	3º	Carácter	Optativo										
Módulo	OPTATIVIDAD												
Materia	MECATRÓNICA												
Profesor/es													
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web										
José Ignacio Suárez Marcelo	D.1.16	jmarcelo@unex.es	CVUEX										
Área de conocimiento	Ingeniería de Sistemas y Automática												
Departamento	Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática												
Profesor coordinador (si hay más de uno)													
Competencias* (ver tabla en http://bit.ly/competenciasMU11)													
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias EC y EFM (I)	Marcar con una "X"	Competencias ET (II)	Marcar con una "X"	Competencias EG (III)	Marcar con una "X"	Competencias EI (IV)	Marcar con una "X"
CB6	X	CG1	X	CT1	X	CEC1		CET1		CEG1		CEI1	
CB7	X	CG2	X	CT2	X	CEFM1		CET2		CEG2		CEI2	
CB8	X	CG3		CT3	X			CET3		CEG3		CEI3	
CB9	X	CG4	X	CT4	X			CET4		CEG4		CEI4	
CB10	X	CG5	X	CT5	X			CET5		CEG5		CEI5	
		CG6		CT6	X			CET6		CEG6		CEI6	
		CG7		CT7	X			CET7		CEG7		CEI7	
		CG8	X	CT8	X			CET8		CEG8			
		CG9	X	CT9	X								
				CT10	X								
				CT11	X								
				CT12	X								
				CT13	X								
CEC: Competencias específicas complementarias CET: Competencias específicas de tecnologías industriales													

*Los apartados relativos a competencias, breve descripción del contenido, actividades formativas, metodologías docentes, resultados de aprendizaje y sistemas de evaluación deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

CEG: Competencias específicas de gestión
 CEI: Competencias específicas de instalaciones, plantas y construcciones complementarias
 CEFM: Competencias específicas de fin de máster

Competencias EM1	Marcar con una "X"	Competencias EM2	Marcar con una "X"	Competencias EM3	Marcar con una "X"	Competencias EM4	Marcar con una "X"	Competencias EM5	Marcar con una "X"	Competencias EM6	Marcar con una "X"
CEM1.1		CEM2.1		CEM3.1		CEM4.1		CEM5.1		CEM6.1	
CEM1.2		CEM2.2		CEM3.2		CEM4.2		CEM5.2		CEM6.2	
CEM1.3		CEM2.3		CEM3.3		CEM4.3		CEM5.3		CEM6.3	
CEM1.4		CEM2.4		CEM3.4		CEM4.4		CEM5.4		CEM6.4	
CEM1.5		CEM2.5		CEM3.5		CEM4.5		CEM5.5	X	CEM6.5	
		CEM2.6		CEM3.6				CEM5.6	X	CEM6.6	
								CEM5.7			
								CEM5.8			

CEM1: Competencias de especialidad: tecnologías de producción
 CEM2: Competencias de especialidad: organización industrial
 CEM3: Competencias de especialidad: energías renovables y eficiencia energética
 CEM4: Competencias de especialidad: redes eléctricas inteligentes
 CEM5: Competencias de especialidad: mecatrónica
 CEM6: Competencias de especialidad: gestión integral de proyectos de innovación

Contenidos

Breve descripción del contenido*

Diseño y análisis de sistemas en tiempo real. Dispositivos micromecatrónicos de control. Interfaces y protocolos de comunicación de periféricos. Redes de comunicación en sistemas embebidos

Temario de la asignatura

TEORÍA

BLOQUE I: INTRODUCCIÓN: ARQUITECTURA DE UN SISTEMA EMPOTRADO (2 h)

- Tema I.1: Diseño de sistemas empotrados (2 h)

BLOQUE II: EL MICROCONTROLADOR COMO NÚCLEO DEL SISTEMA EMPOTRADO (16 h)

- Tema II.1: Conceptos básicos de microcontroladores (5 h).
- Tema II.2: Técnicas de Entrada/Salida (2 h).
- Tema II.3: Generación de tiempos (2 h)
- Tema II.4: Interfaces analógicos y digitales (3 h).
- Tema II.5: Interfaces de comunicaciones (2 h).

BLOQUE III: DISPOSITIVOS DE CONTROL Y SU CONEXIÓN AL MICROCONTROLADOR (7 h)

- Tema III.1: Dispositivos de entrada (3 h).
- Tema III.2: Dispositivos de salida (4 h).

BLOQUE IV: PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EN SISTEMAS EMPOTRADOS (5 h)

- Tema IV.1: Conceptos básicos de comunicaciones (1 h).
- Tema IV.2: Bus SPI (1 h).
- Tema IV.3: Bus I2C (1 h).
- Tema IV.4: Bus LIN (1 h).
- Tema IV.5: Bus CAN (1 h).

BLOQUE V: TIEMPO REAL EN SISTEMAS EMPOTRADOS (2 h)

- Tema V.1: Sistemas operativos en tiempo real (2 h).

PRÁCTICAS (Laboratorio)

Todas las actividades prácticas serán de laboratorio y estarán relacionadas fundamentalmente con los bloques II, III y IV del temario. Se realizarán las siguientes:

- Practica 1: Introducción y puesta en marcha del microcontrolador (2 h).
- Práctica 2: LEDs, pulsadores, rebotes (2 h).
- Practica 3: temporizadores (4 h).
- Practica 4: interrupciones (2 h).
- Practica 5: conversión A/D (2 h).
- Practica 6: generación de señales PWM (2 h).
- Practica 7: control micromotor DC (2 h).
- Practica 8: control micromotor PaP (4 h).
- Practica 9: comunicaciones asíncronas (4 h).
- Practica 10: comunicaciones síncronas (4 h).

Actividades formativas*

Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP
I.1	4	2						2
II.1	14	5		2				7
II.2	8	2		2				4
II.3	8	2		2				4
II.4	9	3		2				4
II.5	10	2		4				4
III.1	12	3		4				5
III.2	15	4		4				7
IV.1	4	1		2				1
IV.2	6	1		2				3
IV.3	6	1		2				3
IV.4	7	1		2				4
IV.5	7	1		2				4
V.1	4	2						2
Trabajo práctico	30							30
Evaluación **	6							6
TOTAL	150	30	0	30	0	0	0	90

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)

ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)

SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

** Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

Metodologías docentes*

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Clase magistral. Exposición de contenidos por parte del profesor.	X
2. Sesiones de trabajo utilizando metodología del caso.	
3. Sesiones de trabajo en el aula para la resolución de ejercicios.	
4. Desarrollo de prácticas en espacios con equipamiento especializado (laboratorios, aulas de informática, trabajo de campo).	X
5. Visitas técnicas a instalaciones.	
6. Desarrollo, redacción y análisis, individualmente o en grupo, de trabajos, memorias, ejercicios, problemas, y estudios de caso, sobre contenidos y técnicas, teóricos y prácticos, relacionados con la materia.	X
7. Pruebas, exámenes, defensas de trabajos, prácticas, etc. Pudiendo ser orales o escritas e individuales o en grupo.	X
8. Estudio del alumno. Preparación y análisis individual de textos, casos, problemas, etc.	X
9. Formación en TICs y desarrollo de habilidades comunicativas (orales, escritas, multimedia).	X
10. Aprendizaje fuera del aula, basado en la vinculación entre formación académica y experiencias empresariales o profesionales.	
11. Aprendizaje supervisado y tutelado por el profesor para, a través de la interacción individual entre alumno y tutor, detectar posibles problemas del proceso formativo, conocer los resultados del aprendizaje fuera del escenario del aula y programar los procesos de trabajo del alumno en actividades no presenciales como memorias, trabajo fin de master, preparación de la defensa del mismo, etc.	X

La asignatura se desarrollará siguiendo las siguientes actividades:

- **Grupo Grande:**
 - Clases de orientación teórica: serán clases teóricas apoyadas con transparencias y multitud de casos de ejemplo que sirvan para clarificar y fijar los conceptos generales de la asignatura. Se intentará involucrar al alumno de tal forma que se le haga pensar y cuestionar con actitud crítica los conceptos teóricos que debe ir asimilando.
 - Clases de orientación práctica: periódicamente se dedicará una clase para ayudar a los alumnos a la realización del trabajo práctico. En ella se les darán orientaciones de tipo práctico que les ayuden a la realización del diseño electrónico.
- **Laboratorio:** clases de carácter totalmente práctico manejando herramientas informáticas para el aprendizaje y desarrollo de sistemas embebidos basados en microcontroladores. El aprendizaje será continuo y de menor a mayor dificultad. Se estudiarán conceptos prácticos complementarios a los vistos en las clases teóricas.
- **Trabajo práctico:** siguiendo la metodología de **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)**, los alumnos deberán realizar un trabajo en grupo de diseño de un sistema embebido, donde apliquen todos los conocimientos de las clases teóricas y prácticas. Deberán realizar una "defensa/demostración práctica" haciendo ver que la solución propuesta funciona según las bases dictadas al inicio del trabajo. También deberán entregar un informe que resuma las soluciones adoptadas y la descripción del desarrollo del trabajo.

Resultados de aprendizaje*

- Ser capaz de seleccionar la arquitectura basada en microcontrolador más apropiada en función de los requerimientos del sistema mecatrónico embebido.
- Ser capaz de seleccionar, configurar y usar herramientas de desarrollo y depuración para sistemas embebidos.
- Ser capaz de seleccionar, configurar y usar sistemas operativos embebidos.
- Ser capaz de seleccionar, configurar y usar protocolos y redes de comunicaciones en aplicaciones embebidas.
- Ser capaz de desarrollar firmware y controladores de periféricos en aplicaciones embebidas.
- Ser capaz de optimizar prestaciones y consumo de energía en sistemas embebidos.
- Ser capaz de realizar análisis de fiabilidad y tolerancia a fallos de un sistema embebido.

Sistemas de evaluación*

Criterios de evaluación

CR1: Comprender y saber aplicar conceptos básicos de sistemas embebidos: fundamentos sobre microcontroladores, arquitectura, programación, interfaces, periféricos, etc. (relacionado con las competencias CB[6 a 10], CG[1,2,4,8], CEM5[5 y 6]).

CR2: Capacidad para desarrollar, entender y llevar a cabo proyectos de diseño de control de sistemas embebidos empleando las herramientas hardware y software, así como hojas de características de los fabricantes (relacionado con las competencias CB[6 a 10], CG[2,4,5,8 y 9], CT[1,2,4,5,6,7,8,10,12,13], CEM5[5 y 6]).

CR3: Capacidad para planificar y distribuir el trabajo en el desarrollo de proyectos en equipo, presentando resultados y transmitiendo conocimientos (relacionado con las competencias CB[6 a 10], CT[1,2,3,6,8,9,11,12,13]).

Actividades de evaluación

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

	Rango establecido	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global
1. Exámenes (examen final y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios).	0%–100% ⁽¹⁾ 0%–80% ⁽²⁾	-	-	50 %
2. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo.	0%–80%	50%	50%	50 %
3. Asistencia y aprovechamiento, en las clases, prácticas y otras actividades presenciales.	0%–20%	20%	20%	-
4. Presentación y defensa de trabajos y memorias propuestos.	0% ⁽¹⁾ 0%–30% ⁽²⁾	30%	30%	-

⁽¹⁾ Asignaturas del módulo *Tecnologías Complementarias*.

⁽²⁾ Resto de asignaturas.

Descripción de las actividades de evaluación

Evaluación Continua

Actividad de evaluación 2 (AE2)

- **Entrega de la memoria del trabajo en grupo (CR[1,2y3])**
 - 50%, recuperable. **Calificación (C2)** de 0 a 10.
 - **Calificación AE2 = 0,5 x C2**

Actividad de evaluación 3 (AE3)

El aprovechamiento de la actividad se demuestra mediante:

- **Entrega de memoria justificativa de las prácticas y de los códigos fuente de programación (CR[1y3])**
 - 20%, no recuperable. **Calificación (C3)** de 0 a 10, ponderada por el **porcentaje de asistencia (PA)**. C3 se calculará como media de todas las memorias individuales entregadas. Cada memoria individual se calificará con 10 (APTO) o con 0 (NO APTO).
 - **Calificación AE3 = 0,2 x C3 x PA**

Ejemplo:

Nota media memorias (C3) = 7

Porcentaje de asistencia (PA) = 60%.

Calificación AE3 = 0,2 x 7 x 0,6 = 0,84

- El control de asistencia se realizará pasando una hoja de firmas en cada sesión de prácticas. La no asistencia, ya sea justificada o no, no podrá ser recuperada.

Actividad de evaluación 4 (AE4)

- **Defensa/demostración práctica del trabajo en grupo (CR[1,2y3])**
 - 30%, recuperable. **Calificación (C4)** de 0 a 10.
 - Al ser de carácter práctico, los alumnos tendrán hasta 3 intentos para demostrar su correcto funcionamiento (pudiendo corregir los defectos entre cada intento). En todo momento el profesor podrá hacer preguntas relacionadas dirigidas a uno o a todos los miembros del grupo.
 - **Calificación AE4 = 0,3 x C4**

Calificación final

- **CALIFICACIÓN FINAL = AE2 + AE3 + AE4**

Evaluación Global

Actividad de evaluación 1 (AE1)

- **Examen de contenidos teóricos y prácticos (CR[1y2])**
 - 50%. **Calificación (C1)** de 0 a 10. Se pide una nota mínima de 5. En caso de tener menos, se calificará C1 = 0.

Actividad de evaluación 2 (AE2)

- **Examen práctico con el equipamiento del laboratorio. (CR[3])**
 - 50%. **Calificación (C2)** de 0 a 10 (C2). Se pide una nota mínima de 5. En caso de tener menos, se calificará C2 = 0.

Calificación final

- **CALIFICACIÓN FINAL = (0,5 x C1) + (0,5 x C2)**

Bibliografía (básica y complementaria)

Bibliografía (básica):

- [1] J. M. Angulo e I. Angulo, “Microcontroladores PIC. Diseño Práctico de Aplicaciones (1ª parte)”, McGraw-Hill (2003).
- [2] J. M. Angulo, S. Romero e I. Angulo, “Microcontroladores PIC. Diseño Práctico de Aplicaciones (2ª parte)”, McGraw-Hill (2006).
- [3] T. Wilmshurst, “Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers”, Newnes (2007).
- [4] W. Bolton, “Mecatrónica. Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica”, Marcombo (2001).
- [5] E. A. Lee and S. A. Seshia, “Introduction to Embedded Systems - A Cyber-Physical Systems Approach”, Second Edition - MIT Press, <http://LeeSeshia.org>, 2017
- [6] C. Noviello, “Mastering STM32”, Release 0.22, <https://leanpub.com/mastering-stm32>, 2017

Bibliografía (complementaria):

- [7] D. G. Alciatore y M. B. Histan, “Introducción a la Mecatrónica y a los Sistemas de Medición”, McGraw-Hill (2008).
- [8] M. Tooley, “PC-Based Instrumentation and Control”, Newnes (2005).
- [9] J. M. Angulo, S. Romero e I. Angulo, “Microbótica”, Paraninfo (1999).
- [10] M. A. Pérez y otros, “Instrumentación Electrónica”, Thomson (2004).

Otros recursos y materiales docentes complementarios

- Apuntes de la asignatura tomados en clase.
- Transparencias y demás documentación facilitada en las clases, tanto teóricas como prácticas.
- www.microchip.com (web del fabricante de microcontroladores PIC).
- www.st.com (web del fabricante de microcontroladores STM32).