

22-23

MÁSTER UNIVERSITARIO EN
INGENIERÍA INFORMÁTICA

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



SISTEMAS EMPOTRADOS (MÁSTER EN INGENIERÍA INFORMÁTICA)

CÓDIGO 3110621-

UNED

22-23

SISTEMAS EMPOTRADOS (MÁSTER EN
INGENIERÍA INFORMÁTICA)

CÓDIGO 3110621-

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA
ASIGNATURA

EQUIPO DOCENTE

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

CONTENIDOS

METODOLOGÍA

SISTEMA DE EVALUACIÓN

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Nombre de la asignatura	SISTEMAS EMPOTRADOS (MÁSTER EN INGENIERÍA INFORMÁTICA)
Código	3110621-
Curso académico	2022/2023
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	6
Horas	150.0
Periodo	SEMESTRE 2
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Los sistemas empotrados o embebidos (SSEE) son una solución actual para sistemas de control en tiempo real y para el procesamiento intensivo de señales. En esta asignatura el alumno aprenderá técnicas, hardware y software, asociadas a los sistemas empotrados y se analizarán las diferentes estrategias comerciales. Esto permitirá al alumno comparar y seleccionar el dispositivo más adecuado para afrontar problemas de control o procesamiento, cumpliendo requisitos particulares como: coste, consumo, tiempo real, cómputo intensivo, etc.

La asignatura se encuentra enfocada al aprendizaje de técnicas y metodologías de programación de sistemas empotrados. Esto se plasmará en el uso de herramientas de programación y depuración sobre microcontroladores. También se muestra una visión del hardware con el que se construyen los sistemas empotrados permitiendo así una formación integral en todo el proceso de concepción y diseño del sistema.

Los sistemas empotrados son una herramienta fundamental para todo ingeniero informático. Esta asignatura proporciona los conocimientos necesarios para poder elegir el hardware más apropiado para resolver el problema de control, instrumentación, procesamiento de señal o robótica al que nos enfrentemos. Por tanto esta asignatura facilitará el desarrollo práctico de las teorías que se imparten en otras asignaturas propias de los grados y másteres en informática, como son:

- Visión por computador
- Sensores y actuadores
- Robótica industrial
- Robots autónomos
- Automatización industrial
- Domótica
- Redes de comunicación
- Telefonía móvil

Dentro del plan de estudios del Máster en Ingeniería Informática de la UNED, esta asignatura es obligatoria, con una extensión de 6 ECTS y se encuentra ubicada en el módulo de “Tecnologías Informáticas” que se imparte en el segundo semestre.

Las competencias de esta asignatura se pueden consultar en la guía del Máster.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Se asume que los alumnos que cursen esta asignatura tienen conocimientos previos similares a los que se imparten en las asignaturas de grado de la UNED relacionadas con la electrónica digital, la programación a bajo y alto nivel, la arquitectura de computadores, los periféricos e interfaces, y que han realizado al menos un trabajo de fin de grado en informática.

Además es necesario dominar el inglés técnico (leer y escribir) para manejar con facilidad las fuentes bibliográficas

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos
Correo Electrónico
Teléfono
Facultad
Departamento

DAVID MORENO SALINAS (Coordinador de asignatura)
dmoreno@dia.uned.es

Nombre y Apellidos
Correo Electrónico
Teléfono
Facultad
Departamento

JOSE SANCHEZ MORENO
jsanchez@dia.uned.es

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Los dos profesores que forman parte del equipo docente de la asignatura tienen amplia experiencia docente, actúan de forma coordinada y comparten responsabilidades. La tutorización se hará mediante el curso virtual y los foros creados para ello. Se hará un seguimiento de los trabajos prácticos y pruebas de evaluación entregados por los alumnos. El alumno podrá ponerse en contacto directo con el equipo docente en los despachos, teléfonos y correos electrónicos siguientes:

Moreno Salinas, David; dmoreno@dia.uned.es

Martes de 10:00 a 14:00 horas.

Tfno: 913987942

Despacho 6.14

ETSI Informática. UNED

C/ Juan del Rosal 16

28040 Madrid

Sánchez Moreno, José; jsanchez@dia.uned.es

Martes de 10:00 a 14:00 horas.

Tfno: 913987146

Despacho 5.11

ETSI Informática. UNED

C/ Juan del Rosal 16
28040 Madrid

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

Competencias Básicas:

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales:

G1 - Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería informática.

G2 - Capacidad para la dirección de obras e instalaciones de sistemas informáticos, cumpliendo la normativa vigente y asegurando la calidad del servicio.

G4 - Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería en Informática.

G8 - Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y de resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar estos conocimientos.

Competencias Transversales:

CT1 - Capacidad para emprender y liderar proyectos innovadores en entornos científicos, tecnológicos y multidisciplinares.

CT2 - Capacidad para tomar decisiones y formular juicios basados en criterios objetivos (datos experimentales, científicos o de simulación disponibles).

Competencias Específicas:

TI8 - Capacidad de diseñar y desarrollar sistemas, aplicaciones y servicios informáticos en sistemas empotrados y ubicuos.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Capacidad de seleccionar el microcontrolador, microprocesador, DSP (Digital Signal Processor), SOC (System On Chip) que mejor se adapte a una determinada aplicación.
- Analizar e interpretar las prestaciones e información proporcionada por los diferentes fabricantes de semiconductores.
- Conocer las técnicas de conversión analógica-digital y viceversa.
- Capacidad para diseñar un esquema basado en un microcontrolador que forme parte de un sistema más amplio.
- Capacidad de acondicionar las señales necesarias para interactuar con los diferentes tipos de sensores y actuadores que se pueden conectar a un sistema empotrado.
- Conocer y distinguir los diferentes estándares de comunicaciones en sistemas distribuidos por cable e inalámbricas.

CONTENIDOS

Tema 1: Introducción a los sistemas empotrados

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Sistemas complejos y microprocesadores.
- 1.3 El proceso de diseño de un sistema empotrado.

Tema 2: Familias de microprocesadores

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Arquitectura del microprocesador ARM.
- 2.3 Arquitectura de la familia de microcontroladores PIC16F.
- 2.4 Arquitectura del DSP TIC55x.
- 2.5 Arquitectura del DSP de altas prestaciones TIC64x.

Tema 3: Estructura de una CPU

- 3.1 Introducción.
- 3.2 Técnicas de entrada/salida.
- 3.3 Modo supervisión, excepciones y traps.
- 3.4 Coprocesadores.
- 3.5 Sistema de memoria.
- 3.6 Rendimiento de una CPU.
- 3.7 Consumo de una CPU.

Tema 4: Plataformas de desarrollo

- 4.1 Introducción
- 4.2 Principios básicos de las plataformas de desarrollo.
- 4.3 El bus de la CPU.
- 4.4 Sistemas y dispositivos de memoria.
- 4.5 Diseño de sistemas con plataformas de desarrollo.
- 4.6 Análisis del rendimiento de una plataforma de desarrollo.

Tema 5: Análisis y diseño de sistemas empotrados

- 5.1 Introducción.
- 5.2 Componentes para la programación de sistemas empotrados.
- 5.3 Modelos de programas.
- 5.4 Ensamblado, enlazado y carga de un programa.
- 5.5 Técnicas de compilación.
- 5.6 Análisis del rendimiento a nivel de programa.
- 5.7 Optimización del rendimiento del software.
- 5.8 Análisis y optimización del consumo energético a nivel de programa.
- 5.9 Análisis y optimización del tamaño de un programa.
- 5.10 Prueba y validación de programas.

Tema 6: Sistemas operativos en tiempo real

- 6.1 Introducción.
- 6.2 Concurrencia de procesos y de tareas.
- 6.3 Sistemas multifrecuencia.
- 6.4 Sistemas operativos en tiempo real con preferencias.
- 6.5 Planificación basada en prioridades.
- 6.6 Mecanismos de comunicación entre procesos.
- 6.7 Evaluación del rendimiento de un sistema operativo.
- 6.8 Estrategias de optimización del consumo energético a nivel de proceso.

Tema 7: Técnicas de diseño de sistemas empotrados

- 7.1 Introducción.
- 7.2 Metodologías de diseño.
- 7.3 Análisis de requisitos.
- 7.4 Especificaciones.

7.5 Análisis del sistema y diseño de la arquitectura.

7.6 Técnicas de garantía de calidad.

Tema 8: Redes y multiprocesadores en sistema empotrados

8.1 Introducción.

8.2 ¿Por qué son necesarias las redes y los multiprocesadores?

8.3 Categorías de los multiprocesadores.

8.4. Sistemas empotrados distribuidos.

8.5. Sistemas multiprocesador en un único chip y multiprocesadores de memoria compartida.

METODOLOGÍA

La asignatura se impartirá conforme a la metodología no presencial que caracteriza a la UNED, en la cual prima el autoaprendizaje del alumno, pero asistido por el profesor y articulado a través de diversos sistemas de comunicación docente-discente. Dentro de estos sistemas, cabe destacar que el Máster en Ingeniería Informática se imparte con apoyo en una plataforma virtual interactiva de la UNED donde el alumno encuentra tanto materiales didácticos básicos como materiales didácticos complementarios, informaciones, noticias, ejercicios y también permite la evaluación correspondiente a las diferentes materias.

La metodología prevista para esta asignatura incluye: el estudio de los contenidos teóricos del texto base recomendado, la lectura de documentos para completar algunos puntos del temario, el trabajo autónomo o en equipo con las actividades de evaluación continua, el trabajo autónomo para la realización obligatoria de los trabajos prácticos basadas en el uso de los simuladores, y la realización de la prueba de evaluación presencial.

Los contenidos teóricos de la asignatura "Sistemas Empotrados" se organizan en ocho temas:

- Tema 1: Introducción a los sistemas empotrados.
- Tema 2: Familias de microprocesadores.
- Tema 3: Estructura de una CPU.
- Tema 4: Plataformas de desarrollo.
- Tema 5: Análisis y diseño de programas para sistemas empotrados.
- Tema 6: Sistemas operativos en tiempo real.
- Tema 7: Técnicas de diseño de sistemas empotrados.
- Tema 8: Redes y multiprocesadores en sistemas empotrados.

y se corresponden, casi en su totalidad, con los contenidos del texto base recomendado, y que se indica a continuación:

"Computers as Components, 3rd edition"

Marilyn Wolf

Morgan Kaufmann, 2012

Print ISBN-13: 978-0-12-388436-7

Web ISBN-13: 978-0-12-388442-8

El texto se encuentra disponible de forma gratuita en la colección Safari de la biblioteca de la UNED accesible a través de su sección de recursos electrónicos. También está disponible en el curso virtual dentro de la carpeta “Documentos públicos” en formato PDF.

El plan de trabajo sugerido por el equipo docente consta de los siguientes puntos:

- La lectura y comprensión del material teórico.
- Realización de actividades de evaluación a distancia.
- Realización de un trabajo práctico de programación con un simulador de un microcontrolador (de carácter obligatorio y cuya no entrega supone el suspenso directo de la asignatura).
- Realización de una prueba presencial.

Los enunciados de las actividades de evaluación a distancia y del trabajo práctico con simuladores se publican en el curso virtual al comienzo del cuatrimestre.

PLAN DE TRABAJO ALTERNATIVO

Dado que se trata de una asignatura con un fuerte componente práctico, experimental y creativo, existe la opción, de forma voluntaria y siempre con la autorización del equipo docente, de reemplazar la realización de las actividades de evaluación continua y la práctica de programación con el simulador por un trabajo práctico con un sistema de desarrollo real (por ejemplo, Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone, etc.) El trabajo podrá realizarse de forma individual o en equipos de dos miembros. La prueba presencial no queda excluida de su realización.

Este trabajo práctico debe consistir en diseñar y programar un pequeño sistema empotrado mediante un kit de desarrollo (tarjeta, sensores, actuadores, componentes) que deberá ser adquirido de forma particular por el alumno o equipo.

El alumno o equipo será el responsable de proponer al equipo docente el prototipo a realizar mediante un documento en el que se deberá detallar el plan de actividades y los recursos software y hardware a utilizar. El equipo docente dará el visto bueno o no, y las correspondientes orientaciones para su realización o aprobación.

En caso de optar por este plan de trabajo y ser aceptada la propuesta de trabajo práctico obligatorio, la evaluación de los conocimientos adquiridos en la asignatura se realizará:

- Mediante la presentación del trabajo práctico (60% de la nota final)
- Mediante la prueba de evaluación presencial (40% de la nota final)

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	5
Duración del examen	120 (minutos)
Material permitido en el examen	

Se permite cualquier material impreso o manuscrito.

Criterios de evaluación

La prueba presencial es de carácter obligatorio para todos los estudiantes de la asignatura. Tal y como su nombre indica es presencial, es decir, hay que desplazarse a un Centro Asociado de la UNED para la realización de la prueba en el día y hora que se indique en el calendario de Pruebas Presenciales.

Esta prueba consistirá en varios ejercicios de desarrollo de los contenidos del texto recomendado. Dado que se trata de una asignatura de Máster, la prueba presencial no debe prepararse como en un examen tradicional de una asignatura de Grado, es decir, trabajando y estudiando concienzudamente y al detalle todo el material teórico. En esta prueba presencial se pretende saber si el estudiante ha asimilado los suficientes conceptos generalistas sobre sistemas empotrados para poder saber cómo afrontar el desarrollo de todo o parte de un sistema.

% del examen sobre la nota final	40
Nota del examen para aprobar sin PEC	
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	4
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	0

Comentarios y observaciones

En caso de no presentarse a la prueba presencial en una de las dos semanas de la convocatoria de junio, las calificaciones de las actividades de evaluación continua y de las prácticas de programación, o del trabajo práctico, se guardarán únicamente hasta la convocatoria de septiembre.

En principio, y salvo casos muy excepcionales que deberá valorar el equipo docente, no se guardan las calificaciones de ninguna prueba, práctica, actividad o trabajo para los cursos siguientes.

CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad	No
Descripción	

Prácticas de programación mediante un simulador de un microcontrolador

Criterios de evaluación

Trabajo de carácter obligatorio e individual. La no realización de estas prácticas conlleva el suspenso inmediato de la asignatura, con independencia de las calificaciones obtenidas en las otras actividades evaluables (salvo si se opta por el plan de trabajo alternativo, en cuyo caso no es necesario realizarlas).

Los criterios de evaluación serán:

Originalidad del trabajo (si se detecta copia serán calificadas con un 0).

Contenido y desarrollo (si responde al trabajo solicitado).

Verificación simulada (se debe proponer un código fuente, su explicación y su verificación mediante simulación).

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final 40%

Fecha aproximada de entrega 13 de junio de 2022 (convocatoria ordinaria) / 10 de septiembre de 2022 (convocatoria extraordinaria)

Comentarios y observaciones

En estas prácticas de programación se recurrirá a trabajar con el software de simulación de los microcontroladores de la familia Microchip, por ser gratuito y existir mucha información sobre este tipo de microcontroladores. La práctica constará de varios ejercicios de complejidad incremental que permitirán aprender a utilizar los recursos hardware del microcontrolador en lenguaje ensamblador. Finalmente, se deberá completar la actividad mediante la programación en el microcontrolador de un controlador PID discreto.

El enunciado del trabajo se publicará en el curso virtual al comienzo del cuatrimestre. También estará disponible todo el software necesario para la programación y simulación del microcontrolador.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si, PEC no presencial

Descripción

Actividades de evaluación continua

Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación serán:

Originalidad del trabajo (si se detecta copia serán calificadas con un 0).

Contenido y desarrollo (si responde al trabajo solicitado).

Ponderación de la PEC en la nota final 20%

Fecha aproximada de entrega 13 de junio de 2022 (convocatoria ordinaria) / 10 de septiembre de 2022 (convocatoria extraordinaria)

Comentarios y observaciones

Estas pruebas consistirán en un conjunto de actividades a realizar de forma individual o en equipo, cuyos enunciados estarán disponibles en el curso virtual con fecha límite de entrega. Estos trabajos serán evaluados por el equipo docente de la asignatura. Podrán consistir en pruebas de tipo test o preguntas abiertas asociadas a temas concretos del texto base, o actividades de diseño de los componentes de un sistemas empotrado orientado a un fin determinado (por ejemplo, domótica, espacio, automóviles, vestuario, deporte, salud, etc.)

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? Si,no presencial

Descripción

Trabajo práctico con sistema de desarrollo real

Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación serán:

Originalidad del trabajo (si se detecta copia serán calificadas con un 0).

Contenido y desarrollo.

Ponderación en la nota final

60%

Fecha aproximada de entrega

13 de junio de 2022 (convocatoria ordinaria) /
10 de septiembre de 2022 (convocatoria
extraordinaria)

Comentarios y observaciones

La forma alternativa de evaluación es la realización de un trabajo práctico junto con la prueba presencial. Es una alternativa voluntaria que evita la realización de las actividades de evaluación continua y de las prácticas con simuladores, pero no evita en ningún caso el tener que realizar la prueba presencial. Sin embargo, para poder optar por esta forma de evaluación, el equipo docente deberá dar su visto bueno, previa evaluación del plan de trabajo propuesto por el alumno o equipo de trabajo (máximo 2 estudiantes).

La propuesta deberá ser enviada por correo electrónico a los profesores de la asignatura. Utilizando el mismo canal de comunicación, se responderá con la aceptación directa, la aceptación condicionada a la inclusión de mejoras, o la denegación.

Como trabajo práctico se tendrá que realizar el diseño y desarrollo de un pequeño sistema empotrado orientado a un fin concreto. Todos los materiales necesarios para construir y programar el sistema empotrado deberán ser proporcionados por el alumno o equipo de trabajo.

Como fuente de ideas se recomienda la consulta de la revistas

IEEE Embedded System Letters

IEEE Pervasive Computing

ambas accesibles a través de la biblioteca de la UNED. Además, en el curso virtual hay una carpeta en la que se encuentra una recopilación de artículos sobre diferentes tipos de sistemas empotrados con el objetivo de proporcionar ideas para el trabajo.

En la colección Safari de la UNED, están disponibles muchos textos sobre diferentes tarjetas de desarrollo. A modo de ejemplo, una selección de textos que pueden ser interesantes para la realización del trabajo práctico son:

“Learn Electronics with Arduino”, Don Wilcher, Apress, 2012 (Print ISBN-10: 1-4302-4266-3, Print ISBN-13: 978-1-4302-4266-6)

“Pro Arduino”, Rick Anderson; Dan Cervo, Apress, 2013 (Print ISBN-10: 1-4302-3939-5, Print ISBN-13: 978-1-4302-3939-0)

“Beginning Arduino, 2nd edition”, Michael McRoberts, Apress, 2013 (Print ISBN-10: 1-4302-5016-X, Print ISBN-13: 978-1-4302-5016-6)

“Arduino Workshop”, John Boxall, No Starch Press, 2013 (Print ISBN-13: 978-1-59327-448-1)

“Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry”, Jeremy Blum, John Wiley & Sons, 2013 (Print ISBN: 978-1-118-54936-0, Web ISBN: 1-118549-36-8)

“Beginning Sensor Networks with Arduino and Raspberry Pi”, Charles Bell, Apress, 2013 (Print ISBN-10: 1-4302-5824-1, Print ISBN-13: 978-1-4302-5824-7)

“Raspberry Pi Home Automation with Arduino”, Andrew K. Dennis; Packt Publishing, 2013 (Print ISBN-13: 978-1-84969-586-2, Web ISBN-13: 978-1-84969-587-9)

“BeagleBone Home Automation”, Juha Lumme, Packt Publishing, 2013 (Print ISBN-13: 978-1-78328-573-0, Web ISBN-13: 978-1-78328-574-7)

“Programming the BeagleBone”, Yogesh Chavan, Packt Publishing, 2016, (Print ISBN-13: 978-1-78439-001-3, Web ISBN-13: 978-1-78439-903-0)

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

Si se opta por el plan de trabajo estándar:

Nota final = 0.4 * Nota de la prueba presencial + 0.2* Nota de la actividades de evaluación continua + 0.4* Nota de la práctica de simulación

Si se opta por el plan de trabajo alternativo:

Nota final = 0.4 * Nota de la prueba presencial + 0.6 * Nota del trabajo práctico

Este criterio se aplica exactamente igual tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria. Si el alumno ha realizado alguna entrega en la convocatoria ordinaria con valoración positiva, puede optar en la convocatoria extraordinaria por conservar la calificación otorgada sin necesidad de realizar una nueva entrega o bien realizar una entrega nueva para ser evaluado según las pautas establecidas en el sistema de evaluación.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Este curso sigue el siguiente texto:

- "Computers as Components, 3rd edition", Marilyn Wolf; Morgan Kaufmann, 2012 (Print ISBN-13: 978-0-12-388436-7, Web ISBN-13: 978-0-12-388442-8)

El texto se encuentra disponible de forma gratuita en la colección O'Reilly for Higher Education (New Safari) que la biblioteca de la UNED tiene accesible a través de su sección de recursos electrónicos

<https://buscador.biblioteca.uned.es>

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Gran parte de las ideas desarrolladas en el presente curso también pueden encontrarse en los siguientes textos:

- "Software Engineering for Embedded Systems", Robert Oshana, Newnes, 2013 (ISBN: 978-1-2415-9419).
- "Making Embedded Systems", E. White; O'Reilly Media, Inc., 2011 (ISBN-13: 978-1-4493-0214-6) SBN: 9780124159419

Textos más centrados en aspectos prácticos de la construcción de un sistema embebido utilizando un microprocesador o microcontrolador determinado son :

- "Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers, 2º edition", Tim Wilmshurst, Newnes, 2009 (ISBN: 978-0-08-096184-2).
- "Interfacing PIC Microcontrollers, 2º edition", Martin P. Bates, Newnes, 2013 (Print ISBN-13: 978-0-08-099363-8, Web ISBN-13: 978-0-08-099372-0).
- "PIC Microcontrollers, 3rd Edition", Martin P. Bates, Newnes (ISBN-13: 978-0-08-096911-4).

Y una selección de textos sobre Arduino que pueden ser interesantes para la realización del trabajo práctico son:

- "Learn Electronics with Arduino", Eric Hagan, Jody Culkin, Maker Media, Inc, 2017 (ISBN: 9781680453744)
- "Learn Electronics with Arduino", Don Wilcher, Apress, 2012 (Print ISBN-10: 1-4302-4266-3, Print ISBN-13: 978-1-4302-4266-6).
- "Pro Arduino", Rick Anderson; Dan Cervo, Apress, 2013 (Print ISBN-10: 1-4302-3939-5, Print ISBN-13: 978-1-4302-3939-0).
- "Beginning Arduino, 2º edition", Michael McRoberts, Apress, 2013 (Print ISBN-10: 1-4302-5016-X, Print ISBN-13: 978-1-4302-5016-6).
- "Arduino Workshop", John Boxall, No Starch Press, 2013 (Print ISBN-13: 978-1-59327-448-1).
- "Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry, 2º edition", Jeremy Blum, John Wiley & Sons, 2019 (Print ISBN: 978-1-1194-05375).
- "Beginning Sensor Networks with Arduino and Raspberry Pi", Charles Bell, Apress, 2013 (Print ISBN-10: 1-4302-5824-1, Print ISBN-13: 978-1-4302-5824-7).
- "Raspberry Pi 3 Home Automation Projects", Shantanu Bhadoria, Ruben Oliva Ramos, Packt Publishing, 2017 (ISBN: 978-1-783-283873).

Todos estos textos y muchos más relacionados con los contenidos de esta asignatura se pueden localizar en las colecciones de libros electrónicos O'Reilly for Higher Education (New Safari), Springer y Elsevier accesibles a través de la biblioteca de la UNED.

Además de la información que proporcionan todas estas referencias, en el curso virtual se colocará un conjunto de transparencias a modo de resumen del contenido del curso y explicando algún tema de interés adicional para el seguimiento de la asignatura.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Se dispone de un curso virtual donde se proporciona información y material para poder realizar los trabajos y pruebas de evaluación continua de la asignatura.

Además, la UNED dispone de una extensa colección de libros electrónicos sobre diseño, desarrollo, programación y validación de Sistemas Empotrados que se encuentra a disposición de todos los alumnos matriculados en el Máster a través de la web de la biblioteca.

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el

sexo del titular que los desempeñe.