



## Grado en Ingeniería Electrónica Industrial, Doble Grado en Ingeniería Electrónica Industrial e Ingeniería Mecánica

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

Informática Industrial II

**Denominación en inglés:**

Industrial Applications of Computing Science II

**Código:**

606610220, 609017228

**Carácter:**

Obligatorio

**Horas:**

	Totales	Presenciales	No presenciales
Trabajo estimado:	150	60	90

**Créditos:****Grupos reducidos**

Grupos grandes	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
4.14	0	1.86	0	0

**Departamentos:****Áreas de Conocimiento:**

Ingeniería Electrónica, de Sistemas Informáticos y Automática	Ingeniería de Sistemas y Automática
Ingeniería Electrónica, de Sistemas Informáticos y Automática	Tecnología Electrónica

**Curso:**

3º - Tercero

**Cuatrimestre:**

Segundo cuatrimestre

### DATOS DE LOS PROFESORES

**Nombre:**

\*Sánchez Raya, Manuel

**E-Mail:**

msraya@uhu.es

**Teléfono:**

959217661

**Despacho:**

ETP257

\*Profesor coordinador de la asignatura

Consultar los horarios de la asignatura

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### 1. Descripción de contenidos

#### 1.1. Breve descripción (en castellano):

Programación avanzada de periféricos conectados a un microcontrolador. Introducción a los Sistemas en Tiempo Real. Sistemas Industriales basados en Unix. Técnicas de programación. Programación de aplicaciones TCP-IP.

#### 1.2. Breve descripción (en inglés):

Industrial computer systems. Open Systems. Real-Time Systems. Advanced programming techniques. Industrial communications applications. TCP/IP Application Programming.

### 2. Situación de la asignatura

#### 2.1. Contexto dentro de la titulación:

Esta asignatura ubicada en el segundo cuatrimestre de tercer curso de la titulación. Esta asignatura supone una continuación de Informática Industrial I, en la que se apoya. La asignatura aborda temas avanzados de programación de sistemas empotrados y de sistemas abiertos en entornos industriales.

#### 2.2. Recomendaciones:

Resulta aconsejable disponer de conocimientos adquiridos en asignaturas cursadas anteriormente. Entre estas asignaturas podemos citar las siguientes.

- Fundamentos de Informática (Primer curso, 2º C).
- Sistemas Digitales I (Segundo curso, 1º C).
- Sistemas Digitales II (Segundo curso, 2º C).
- Informática Industrial I (Tercer curso, 1º C).

Aunque puede ser de utilidad, la materia estudiada en esta asignatura no se considera imprescindible para el estudio de ninguna asignatura posterior de la titulación.

### 3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):

Los objetivos a cubrir por la asignatura pueden resumirse en los siguientes:

- Conocimiento aplicado de informática industrial y comunicaciones.
- Conocer que se entiende por sistema empotrado, cuáles son sus principales características y sus áreas de aplicación.
- Conocer las diferentes herramientas existentes en el mercado para el desarrollo de sistemas empotrados y cuáles son las prestaciones de cada una.
- Proporcionar los conceptos fundamentales, tanto desde el punto de vista del Hardware como del Software, para la implementación de sistemas empotrados.
- Conocer los elementos más comunes que proporcionan señales de entrada a los sistemas empotrados y la forma de conectarlos a éstos.
- Conocer los elementos de salida más usuales sobre los que los sistemas empotrados deben actuar y la forma de controlarlos.
- Conseguir un cierto nivel de dominio de la arquitectura, programación y herramientas de desarrollo de una familia de microcontroladores en particular (AVR), con objeto de que el alumno pueda asentar en las clases de prácticas los conocimientos adquiridos en las clases de teoría y sea capaz de diseñar y poner a punto sistemas de complejidad media-baja.
- Conocer los elementos constitutivos de un sistema empotrado basado en sistema Linux.
- Ser capaz de poner en marcha un sistema empotrado basado en software libre y realizar su programación básica.

### 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

#### 4.1. Competencias específicas:

#### 4.2. Competencias básicas, generales o transversales:

- **CB2:** Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de, su área de estudio
- **CB4:** Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
- **G04:** Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- **G05:** Capacidad para trabajar en equipo
- **G07:** Capacidad de análisis y síntesis
- **CT2:** Desarrollo de una actitud crítica en relación con la capacidad de análisis y síntesis.
- **CT4:** Capacidad de utilizar las Competencias Informáticas e Informacionales (CI2) en la práctica profesional.

## 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

### 5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones de Resolución de Problemas.
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática.
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación.

### 5.2. Metodologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Evaluaciones y Exámenes.

### 5.3. Desarrollo y justificación:

## Parte Teórica

En las 38,4 horas destinadas a clases de teoría se impartirán a la totalidad del grupo clases magistrales, donde se expondrán los conceptos teóricos fundamentales que el alumno debe adquirir y se intercalarán los ejemplos y problemas que se estime necesario.

Para impartir los conceptos teóricos el profesor usará transparencias principalmente, de las cuales se aportará a los alumnos una copia con la suficiente antelación para que puedan tomar notas sobre las mismas. Por el contrario, para la resolución de ejemplos y problemas el profesor hará uso de la pizarra, con objeto de que los alumnos puedan seguir su desarrollo con mayor facilidad.

El esquema de exposición a seguir en este tipo de clases será el siguiente:

- Presentación del tema, situándolo en su contexto y relacionándolo con los restantes temas de la asignatura.
- Desarrollo de los diferentes apartados que definen dicho tema, motivando la comprensión del alumno con el uso de cuestiones cortas y ejemplos.
- Íntesis de lo expuesto, así como conclusiones y formulación de críticas.
- Relación de la bibliografía relativa a lo expuesto, así como de aquella que puede ser usada por los alumnos que estén interesados en profundizar en el tema.

## Prácticas de laboratorio

Las 18,6 horas de clases prácticas se desarrollarán en el laboratorio, donde cada alumno dispondrá tanto de un ordenador, como de las herramientas de desarrollo y tarjetas de aplicación necesarias.

Los grupos de prácticas tendrán un máximo de 20 alumnos, que podrán trabajar en parejas o de forma individual.

Para estas sesiones se plantearán un conjunto de cuestiones sobre diseño de sistemas empotrados que ayuden a asimilar los conceptos estudiados en las clases de teoría. Las cuestiones correspondientes a cada una de las prácticas se facilitarán a los alumnos con la suficiente antelación, con objeto de que puedan trabajar en su resolución antes de asistir a las clases. Los alumnos deberán presentar al profesor el correcto funcionamiento de la solución obtenida para las diferentes prácticas, así como entregar una memoria escrita para cada una de ellas y responder adecuadamente a las preguntas que éste les formule acerca de las mismas.

Para la realización de las prácticas de la asignatura, donde se aplicarán los conocimientos adquiridos en las clases de teoría, se hará uso de microcontroladores comerciales pertenecientes a la familia AVR de Atmel: ATMEGA328P y el empleo de sistemas Linux empotrados con microcontroladores ARM: Raspberry Pi. Con objeto de que los alumnos adquieran los conocimientos básicos para el empleo de estos microcontroladores, el profesor impartirá dos grupos de seminarios a lo largo del cuatrimestre.

Un grupo de seminarios irá encaminado a estudiar la arquitectura y los recursos principales de dichos microcontroladores, y estará compuesto al menos por los 5 seminarios siguientes, todos ellos de una hora de duración:

- El puerto serie del AVR.
- El convertidor A/D y memoria EEPROM.
- Programación de la Shell
- Programación de procesos
- Programación TCP/IP
- Programación cliente/servidor

El grado de asimilación por parte de los alumnos de los contenidos expuestos en estos seminarios será evaluado mediante un conjunto de cuestiones incluidas en el examen de teoría. El enfoque en las sesiones de prácticas estará encaminado al empleo de las librerías y técnicas de programación fundamentalmente para conseguir los objetivos marcados. No se abordarán los detalles no relacionados con estos objetivos.

El otro grupo de seminarios irá encaminado a iniciar a los alumnos en el uso de las herramientas de desarrollo que se deberán emplear para la realización de las prácticas y constará de los dos siguientes:

- Introducción al sistema en tiempo real FreeRTOS: manejo de la librería de programación.
- Introducción al desarrollo de sistemas empotrados en Linux (1 hora): manejo de ficheros.
- Introducción la programación en Linux (1 hora): gnu y make.

Debido a la gran importancia de los conceptos proporcionados en estas sesiones para la posterior realización de las prácticas, la asistencia a las mismas será tenida en cuenta.

En el laboratorio de prácticas, los alumnos dispondrán de 30 minutos con el profesor para plantear sus dudas con respecto a la forma en que deben realizar las memorias de las prácticas.

## 6. Temario desarrollado:

### Tema 0: Repaso Interrupciones y Temporizadores.

- Interrupciones en la familia AVR.
  - Tipos de interrupciones.
  - Definición de rutinas de servicio de interrupción en C para AVR.
- Temporizadores/contadores internos.
  - Temporizadores y contadores en la familia AVR.

### Unidad didáctica I: Diseño y Programación Avanzada de Sistemas Empotrados.

#### Tema 1: Entrada/salida serie.

- Comunicación serie asíncrona.
  - Introducción.
  - La comunicación serie en los AVR.
  - Formateo y conversión a la salida.
  - Gestión del puerto serie por interrupciones.
- Interfaces Serie entre dispositivos.
  - Bus I2C.
  - Bus SPI.
  - Expansión empleando registros de desplazamiento.

#### Tema 2: Convertidores A/D y D/A.

- Convertidores A/D.
  - Introducción.
  - Convertidor A/D interno del PIC
  - Convertidores A/D externos - MCP3425.
- Conversión D/A.
  - Conversión D/A mediante PWM.
  - Conversión D/A externa. AD5722.
  - Potenciómetros digitales.
  - Multiplexores analógicos.

#### Tema 3: Sistemas en Tiempo Real.

- Introducción a la multitarea y los sistemas de Tiempo Real.
  - Las ideas básicas. Como implementar la multitarea y el tiempo real.
  - Multitarea - tareas, prioridades y plazos.
  - ¿Qué es "tiempo real"?
- Como conseguir multitarea mediante simple programación secuencial.
  - Evaluación del "bucle principal".
  - Tareas disparadas por tiempo y disparadas por eventos.
  - Empleo de las interrupciones para la fijación de prioridades, la estructura primer plano / trasfondo.
  - Introducción de un "tick de reloj" para sincronizar la actividad del programa.
  - Un "sistema operativo" de propósito general.
  - Los límites de la programación secuencial para hacer multitarea.
- El sistema operativo de tiempo real (RTOS).
- La planificación y el planificador.
  - Planificación cíclica.
  - Planificación Round Robin y cambio de contexto.
  - Estados de las Tareas.
  - Planificación pre-emptiva con prioridades.
  - Planificación Cooperativa.
  - El papel de las interrupciones en la planificación.
- El desarrollo de las tareas.
  - La definición de las tareas.
  - Escritura de las tareas y establecimiento de prioridades.
- La protección de los Datos y recursos - el semáforo.
- Introducción a FreeRTOS.
- Ejemplos en FreeRTOS.

### Unidad didáctica II: Diseño y Programación de sistemas empuotrados en Linux.

## **Tema 4: Introducción a los sistemas empotrados en Linux.**

- Introducción.
- Descripción del sistema de desarrollo.
- Manejo básico del shell de Unix.
  - Introducción.
  - Manejo de directorios.
  - Manejo de archivos.
- Acceso a dispositivos.
- Visualización de ficheros.
- Búsqueda avanzada en ficheros.
  - Caracteres especiales
  - Expresiones regulares.
- Compresión de archivos.
- Redirecciones y tuberías.
  - Redirecciones
  - Tuberías
  - Bifurcaciones.
  - Redirección de E/S estándar.
- Ejecución de programas.
  - Kill, nice y nohup.
  - Time y top
  - sleep
- Comandos para trabajo en red.
  - Protocolos Internet.
  - DNS.
  - Telnet y ftp.

## **Tema 5: Programación BASH y C.**

- Programación de Scripts de Shell.
  - Introducción.
  - Hola Mundo.
  - Variables y operaciones.
  - Sentencias de control de programa.
  - Funciones y librerías
  - Señales
- Compilado de programas en Linux.
- Programación con las librerías estándar de manejo de ficheros.

## **Tema 6: Programación de procesos y comunicación.**

- Introducción.
- Estudio de los procesos.
  - Identificador de proceso.
  - Listado de procesos.
  - Matar un proceso.
- Creación de procesos.
  - system
  - fork y exec.
  - Planificación de procesos.
- Señales.
- Terminación de procesos.
  - Wait.
  - Procesos zombi.
- Comunicación entre procesos.
- Tuberías.
  - Creación de tuberías.
  - Comunicación entre proceso padre e hijo.
  - Redireccionado de E/S estándar.
  - Popen y pclose.
- Sockets.
  - Concepto de socket.
  - Llamadas al sistema.
  - Servidores.
  - Sockets locales.
  - Sockets de dominio internet.
  - Socketpair.

## **7. Bibliografía**

### **7.1. Bibliografía básica:**

- "Make: AVR Programming: Learning to Write Software for Hardware".  
Autor: Elliot Williams,  
Editorial: Maker Media, Inc  
Año: 2014
- Building Embedded Linux Systems.  
Autor: Karim Yaghmour, Jon Masters, Gilad Ben-Yossef, Philippe Gerum.  
Editorial: O'Reilly Media  
Año: 2008.

## 7.2. Bibliografía complementaria:

- Embedded C  
Autor: Michael J. Pont.  
Editorial: Adison-Wesley.  
Año: 2002.
- Embedded Systems Design.  
Autor: Heath, S.  
Editorial: Newmes.  
Año: 2003.
- Programming embedded systems.  
Autor: Barr, M.  
Editorial: O'Reilly.  
Año: 1998.
- Embedded Linux Primer: A Practical Real-World Approach.  
Autor: Christopher Hallinan.  
Editorial: Prentice Hall  
Año: 2006.
- Debugging Embedded Linux.  
Autor: Christopher Hallinan.  
Editorial: Prentice Hall  
Año: 2007.
- Embedded Linux: Hardware, Software, and Interfacing.  
Autor: Craig Hollabaugh.  
Editorial: Addison-Wesley Professional  
Año: 2002.
- Essential Linux Device Drivers.  
Autor: Sreekrishnan Venkateswaran.  
Editorial: Prentice Hall  
Año: 2008.
- Embedded Linux System Design and Development.  
Autor: P. Raghavan, Amol Lad, Sriram Neelakandan.  
Editorial: Auerbach Publications  
Año: 2005.
- Linux for Embedded and Real-Time Applications (Embedded Technology).  
Autor: Doug Abbott.  
Editorial: Newnes  
Año: 2003.

## 8. Sistemas y criterios de evaluación.

### 8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Prácticas
- Seguimiento Individual del Estudiante

### 8.2. Criterios de evaluación y calificación:

Según la Normativa de Reglamento de Evaluación para Grado y Master de la Universidad de Huelva, el sistema de evaluación puede ser: Evaluación continua o Evaluación única final. Para acogerse a la evaluación única final, el/la alumno/a en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura ó en las dos semanas siguientes de su matriculación lo comunicará por escrito al profesor responsable de la asignatura.

### **Evaluación Continua.**

#### **Convocatoria I**

La nota final se calculará en base a la evaluación de la parte Teórica y de la parte Práctica mediante un examen que se realizará en la fecha establecida por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Siempre que la nota de la parte Teórica sea mayor o igual a 5 puntos sobre 10 y la nota de la parte práctica sea mayor o igual a 5 puntos sobre 10. Si no se cumple lo anterior la nota resultante para el expediente será la nota del examen Teórico. También se realizará un seguimiento del

aprendizaje de la asignatura mediante la realización de un test de preguntas al final de cada tema impartido que se usará para calcular la nota final.

Por tanto, es necesario aprobar Examen y Prácticas de forma independiente. La nota de la evaluación de Test se contabilizará con el total obtenido del examen y las prácticas solo si se han aprobado Teoría y Prácticas al mismo tiempo. Si se ha aprobado cada parte por separado la nota final se obtendrá según el siguiente criterio:

Nota final: 65% Ex. Escrito + 30% Prácticas + 5% Nota TEST.

#### Examen Teórico-Práctico escrito

El examen Teórico-Práctico consistirá en una prueba escrita compuesta por un conjunto de preguntas cortas de teoría y dos o tres problemas prácticos. La puntuación de esta prueba tendrá el 65% del total, repartida entre preguntas cortas y problemas prácticos. Es obligatoria la realización del examen.

Examen: máximo 6.5 puntos.

#### Evaluación Periódica de Adquisición de conocimientos

Se realizarán test periódicos para autoevaluación del alumno al final de cada tema, realizados de forma individual. La evaluación del test tendrá un valor máximo de 0.5 puntos. Se hará la media de los test realizados. Los test tienen carácter obligatorio, teniendo en cuenta que si se realizan menos de tres test, la nota se contabilizará como cero puntos.

TEST: máximo 0.5 puntos.

#### Evaluación de prácticas de laboratorio

La calificación de las prácticas de laboratorio supondrá un 30% de la nota final, obtenida mediante cuestiones formuladas a los alumnos de manera individual sobre las prácticas realizadas, y mediante la calificación de las memorias entregadas. Es obligatoria la asistencia a prácticas al menos al 80% de las sesiones. En el caso que el alumno no haya podido asistir al menos al 80% de las sesiones prácticas y habiendo entregado las memorias de prácticas con dos días de antelación a la fecha del examen, desee presentarse a la convocatoria de Junio, con el fin de evaluar al alumno en estos casos, este tendrá la posibilidad de realizar un examen escrito adicional sobre la parte práctica durante el transcurso del examen de esa convocatoria. En este examen deberá alcanzar la puntuación de al menos 5.0 puntos sobre 10 y se tendrá en cuenta esa nota para el cálculo de la nota final.

Prácticas: máximo 3 puntos.

En caso de que el alumno no pueda asistir a prácticas de manera justificada (ver normativa de exámenes de la Universidad) se le podría eximir de asistencia.

Cada una de las pruebas se entenderá superada si el/la alumno/a obtiene una calificación igual o superior a 5 puntos sobre 10. Dicha calificación será conservada si el/la alumno/a, lo desea, hasta la convocatoria II. Dicha decisión será comunicada al profesor responsable 10 días antes de la celebración del examen teoría/problemas de la convocatoria II. La superación de alguno de las pruebas será efectiva hasta la convocatoria ordinaria II.

## **Convocatoria II**

En la fecha establecida por la ETSI para la realización del examen de Teoría /problemas, el alumno realizará las pruebas pendientes de superar de forma similar a la convocatoria I.

En el caso que el alumno desee presentarse a la convocatoria de Septiembre sin haber superado la parte de las prácticas de la asignatura, con el fin de evaluar al alumno en estos casos, éste podrá realizar las prácticas por su cuenta, siguiendo el material de la asignatura y planteando las dudas que le surjan, mediante el software empleado en el curso. Deberá asimismo entregar una memoria completa de prácticas al menos dos semanas antes de la fecha del examen correspondiente. Se realizará un examen escrito de prácticas durante el transcurso del examen correspondiente. En este examen deberá alcanzar la puntuación de al menos 5.0 puntos sobre 10 y se tendrá en cuenta esa nota para el cálculo de la nota final.

## **Evaluación única final.**

Tanto para la convocatoria I y II, consistirá, en la realización en la fechas establecidas por la ETSI. De la realización del examen de Teoría/problemas cuyo peso será de 65% de la nota global. Una colección de test similares a los realizados durante el curso, cuya valoración tendrá un peso del 5% de la nota global. Y un examen en el aula de informática cuya valoración tendrá un peso del 30% de la nota global.

En la convocatoria III, solamente se realizará Evaluación Única Final.

Tanto en los exámenes como en las prácticas se valorará positivamente la claridad de los conceptos teóricos, la interpretación de los resultados, la brevedad y claridad en la exposición, la habilidad en la aplicación de los diversos métodos prácticos y la precisión en los cálculos.

## **Sistemas de Evaluación de la Adquisición de las Competencias:**

- Examen de teoría-problemas (CB2, CB4, G04, G07, CT2).
- Examen de prácticas (CB2, CB4, G04, G05, G07, CT2).
- Defensa de prácticas (CB2, CB4, G04, G05, G07, CT2, CT4).
- Seguimiento Individual del Estudiante (CB4, G04, G07, CT2).

Los alumnos que obtengan una calificación de sobresaliente 10 podrán solicitar la calificación de Matrícula de Honor. En el caso de que más de un alumno lo solicite se resolverá la situación en función de la nota obtenida en las diversas pruebas y si no es posible mediante prueba escrita.

**9. Organización docente semanal orientativa:**

	Semanas	Grupos Grandes	Grupos Reducidos Aula Estándar	Grupos Reducidos Aula de Informática	Grupos Reducidos Laboratorio	Grupos Reducidos prácticas de campo	Pruebas y/o actividades evaluables	Contenido desarrollado
#1	0	0	0	0	0			Presentación
#2	2.4	0	0	0	0			Tema 0
#3	3	0	0	0.6	0			Tema 1
#4	3	0	0	1.5	0			Tema 1
#5	3	0	0	1.5	0			Tema 2
#6	3	0	0	1.5	0			Tema 2
#7	3	0	0	1.5	0			Tema 3
#8	3	0	0	1.5	0			Tema 3
#9	3	0	0	1.5	0			Tema 4
#10	3	0	0	1.5	0			Tema 4
#11	3	0	0	1.5	0			Tema 5
#12	3	0	0	1.5	0			Tema 5
#13	3	0	0	1.5	0			Tema 6
#14	3	0	0	1.5	0			Tema 6
#15	3	0	0	1.5	0	Entrega de Trabajos/Prácticas		
	41.4	0	0	18.6	0			