

## 29844 - Sistemas de tiempo real

### Información del Plan Docente

Año académico	2017/18
Centro académico	110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Titulación	440 - Graduado en Ingeniería Electrónica y Automática
Créditos	6.0
Curso	4
Periodo de impartición	Primer Semestre
Clase de asignatura	Optativa
Módulo	---

### 1. Información Básica

#### 1.1. Introducción

Sistemas de Tiempo Real es una asignatura **optativa de 6 créditos ECTS**, que equivalen a **150h totales de trabajo**, correspondientes a 60 horas presenciales (clases de teoría, problemas, laboratorio...) y 90 no presenciales (resolución de ejercicios, estudio...).

Un sistema de tiempo real empotrado es un sistema informático (hardware + software) diseñado para realizar una *función específica* dentro de un sistema de ingeniería más general y que tiene requisitos temporales, esto es, es significativo el tiempo en el que se producen sus acciones. Esta definición engloba a todos los sistemas de control y automatización, desde un servo de un motor hasta el computador de vuelo de un avión.

En esta asignatura se abordan las técnicas de programación de sistemas empotrados de tiempo real que se utilizan en sistemas complejos que realizan actividades concurrentes. Ejemplos de estos sistemas son: robots móviles o aéreos, teléfonos inteligentes, electrodomésticos y electrónica de consumo avanzada, equipos para domótica y medicina, automoción y sector aeroespacial... **Esta asignatura puede considerarse como una continuación de la asignatura obligatoria Sistemas Electrónicos Programables.**

#### 1.2. Recomendaciones para cursar la asignatura

Para cursar esta asignatura, el estudiante debe saber programar (asignatura de Fundamentos de Informática) y debe tener conocimientos suficientes de Sistemas Electrónicos Programables.

El estudio y trabajo continuado, desde el primer día del curso, son fundamentales para superar con el máximo aprovechamiento la asignatura. En la asignatura se va a realizar trabajo en equipo. Todos los integrantes de un equipo deben conocer la totalidad del trabajo realizado aunque se especialicen en alguna parte de él.

Es importante resolver cuanto antes las dudas que puedan surgir, para lo cual el estudiante cuenta con la asesoría del profesor, tanto durante las clases como en las horas de tutoría destinadas a ello. Pueden realizarse consultas puntuales a través de correo electrónico.

Esta asignatura puede cursarse de forma coordinada con la asignatura optativa Robots Autónomos, realizando la matrícula en ambas asignaturas.

### 1.3.Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Sistemas de Tiempo Real es una continuación de la asignatura "Sistemas Electrónicos Programables" (3º) en la que se abordan sistemas de mayor complejidad y pertenece a la materia optativa "Automatización y Robótica". En ella se estudian técnicas de programación para integrar los aspectos de control y automatización (Sistemas Automáticos, Ingeniería de Control, Robótica y Automatización Industrial) en un sistema electrónico programable.

### 1.4.Actividades y fechas clave de la asignatura

El calendario detallado de las diversas actividades a desarrollar se establecerá una vez que la Universidad y el Centro hayan aprobado el calendario académico.

La relación y fecha de las diversas actividades, junto con todo tipo de información y documentación sobre la asignatura, se publicará en <http://moodle.unizar.es/>

A título orientativo:

- Cada semana hay programadas 3h de clases en aula.
- Habrá cinco sesiones de tres horas de laboratorio.
- Las fechas de los exámenes y pruebas de convocatoria oficial las fijará la dirección del Centro.

## 2.Resultados de aprendizaje

### 2.1.Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

**Conoce y aplica técnicas de desarrollo de sistemas tiempo real.** En particular:

1. Aplicaciones de tiempo real concurrentes
2. Núcleos de tiempo real
3. Análisis y planificación de aplicaciones basadas en tareas: *Deadline Monotonic*

**Tiene un conocimiento práctico de los anteriores aspectos del desarrollo de sistemas de tiempo real** . La asignatura tiene un gran componente práctico y se desarrollará una aplicación real sobre un procesador usando un núcleo y el lenguaje C

### 2.2.Importancia de los resultados de aprendizaje

La gran aplicabilidad de los Sistemas Empotrados en cualquier ámbito sectorial, así como el valor añadido que aportan los mismos a los productos que los contienen, hace que el desarrollo de estos sistemas sea un área estratégica preferente para muchas empresas que buscan precisamente este aumento de su competitividad. Así, los Sistemas Embebidos van a jugar un papel vital en nuestra sociedad y se supone revolucionarán los sectores de actividad, como son el sector médico, el de medios de transporte o el de automatización industrial, entre otros. Algunos ejemplos de Sistemas Empotrados son los integrados en automóviles, trenes o aviones, y controladores de procesos en sistemas de producción industrial.

El sector de los Sistemas Empotrados ha sido declarado de importancia estratégica para Europa por el valor añadido que

## 29844 - Sistemas de tiempo real

incorporan a los productos y se calcula que el mercado mundial de estos sistemas tendrá un valor en el mundo durante 2010 de 194 billones de euros. Actualmente ya representa el 14% de la inversión en I+D en Europa.

*(Extraído del estudio de prospectiva "Tendencias y aplicaciones de los Sistemas Embebidos en España", realizado por la Fundación OPTI).*

### 3.Objetivos y competencias

#### 3.1.Objetivos

El objetivo de la asignatura es formar al alumno en las técnicas de programación de sistemas empuotrados de tiempo real que se utilizan en sistemas complejos que realizan actividades concurrentes. Se estudia la forma de integrar las diferentes actividades de un sistema (control de cada actuador, misión, consola, comunicaciones...) de forma que se cumplan los requisitos tanto temporales como funcionales. El estudiante aprenderá a diseñar e implementar el sistema informático de control de los sistemas de tecnología avanzada actuales.

#### 3.2.Competencias

##### Competencias específicas

- 1.- Conocimiento aplicado de informática industrial y comunicaciones
- 2.- Capacidad para diseñar sistemas de control y automatización industrial

##### Competencias genéricas

- 1.- Capacidad para aplicar las tecnologías de la información y las comunicaciones en la Ingeniería
- 2.- Capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano
- 3.- Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma
- 4.- Capacidad para trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe
- 5.- Capacidad para aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo

### 4.Evaluación

#### 4.1.Tipo de pruebas, criterios de evaluación y niveles de exigencia

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

##### Proyecto (60%)

Los estudiantes se organizarán por grupos de dos personas. El proyecto consistirá en el desarrollo de un sistema

## 29844 - Sistemas de tiempo real

empotrado de tiempo real: un robot móvil. La parte mecánica, actuadores, sensores y electrónica no será objeto del proyecto salvo interconexiones o pequeños detalles de adaptación de señales. Sí será objeto del proyecto: modelado o identificación de los componentes, diseño e implementación de reguladores y servos, programación del microcontrolador, puesta a punto y verificación de requisitos.

El proyecto deberá ser defendido por los miembros del equipo con una presentación oral que incorpore una demostración del buen funcionamiento del dispositivo desarrollado. La calificación tendrá en cuenta el trabajo en grupo desarrollado y la aportación de cada miembro. Calificación de 0 a 10 puntos, suponiendo un 60% de la calificación global.

La defensa se realizará en el marco de las Pruebas Globales de las Convocatorias Oficiales.

### **Examen Final (40%)**

Compuesto por cuestiones teórico-prácticas y problemas, a realizar en las Convocatorias Oficiales.

Calificación de 0 a 10 puntos; supondrá el 40% de la calificación global del estudiante. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de 3.5 puntos. Se valorará la corrección de las respuestas, desarrollos, diseños y resultados

## **5. Metodología, actividades, programa y recursos**

### **5.1. Presentación metodológica general**

El proceso de enseñanza se desarrollará en tres niveles principales: clases de teoría, problemas y laboratorio, con creciente nivel de participación del estudiante.

- En las clases de teoría se expondrán los conceptos teórico-prácticos de los sistemas de tiempo real, ilustrándose con ejemplos. Para estos ejemplos se utilizará un núcleo de sistema operativo de tiempo real y un microcontrolador concretos.

- En las clases de problemas se desarrollarán problemas y casos tipo con la participación de los estudiantes.

- Los estudiantes se organizarán por grupos de dos personas. Cada grupo desarrollará un proyecto diferente. Los proyectos se llevarán a cabo: (1) de forma no presencial mediante reuniones entre los integrantes del grupo y trabajo personal y (2) sesiones presenciales en el laboratorio dirigidas por el profesor.

### **5.2. Actividades de aprendizaje**

**TRABAJO PRESENCIAL: 2.4 ECTS (60 horas)**

#### **1) Clase presencial (tipo T1) (30 horas).**

Sesiones expositivas de contenidos teóricos y prácticos. Se presentarán los aspectos teórico-prácticos de los sistemas de tiempo real, ilustrándolos con ejemplos. Se fomentará la participación del estudiante a través de preguntas y breves

## 29844 - Sistemas de tiempo real

debates.

### 2) Clases de problemas y resolución de casos (tipo T2) (15 horas).

Se desarrollarán problemas y casos con la participación de los estudiantes, coordinados en todo momento con los contenidos teóricos. Se fomenta que el estudiante trabaje previamente los problemas.

### 3) Prácticas de laboratorio (tipo T3) (15 horas).

Se realizarán cinco sesiones de tres horas cada una en las que los grupos de trabajo desarrollarán el proyecto asignado tutorizados por el profesor.

### TRABAJO NO PRESENCIAL: 3.6 ECTS (90 horas)

### 4) Trabajos docentes (tipo T6) (40 horas).

Desarrollo no presencial del proyecto propuesto mediante reuniones de los integrantes de cada grupo y trabajo personal.

### 5) Estudio (tipo T7) (46 horas) .

Estudio personal del estudiante de la parte teórica y realización de problemas. Se incluyen aquí las **tutorías** , como atención directa al estudiante, identificación de problemas de aprendizaje, orientación en la asignatura, atención a ejercicios y trabajos...

### 6) Pruebas de evaluación (tipo T8) (4 horas) .

Además de la función calificadora, la evaluación también es una herramienta de aprendizaje con la que el alumno comprueba el grado de comprensión y asimilación alcanzado.

## 5.3.Programa

1. Introducción a los sistemas de tiempo real .
2. El microcontrolador F2812
3. Concurrencia en aplicaciones. Prioridades y tiempo.
4. Núcleos de tiempo real. Estructura, tareas y tiempo . SYS-BIOS.
5. Planificación *Deadline Monotonic* .
6. Recursos compartidos y comunicaciones entre tareas.
7. Protocolos de herencia y techo de prioridad.
8. Tareas aperiódicas .
9. Tolerancia a fallos

## 5.4.Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

## 29844 - Sistemas de tiempo real

Las clases magistrales y de problemas y las sesiones de prácticas en el laboratorio se imparten según horario establecido por el centro (horarios disponibles en su página web).

Cada profesor informará de su horario de atención de tutoría.

El resto de actividades se planificará en función del número de alumnos y se dará a conocer con la suficiente antelación. Podrá consultarse en <http://moodle.unizar.es>

### 5.5. Bibliografía y recursos recomendados

[BB: Bibliografía básica / BC: Bibliografía complementaria]

- BB Burns, Alan. Sistemas de tiempo real y lenguajes de programación / Alan Burns, Andy Wellings; traducción y revisión técnica, César Llamas...[et al.] . - 3ª ed. Madrid [etc.] : Addison-Wesley, D.L. 2002
- BB Labrosse, Jean J.. MicroC/OS-II : the Real-Time Kernel / Jean J. Labrosse . 2nd ed. San Francisco : CPM Books, cop. 2002

LISTADO DE URLs:

- Texas Instruments: Documentación técnica del TMS320C28x. [<http://www.ti.com>]