

## **Máster en Ingeniería de Sistemas e Informática**

### **62636 - Diseño de sistemas empotrados**

**Guía docente para el curso 2011 - 2012**

**Curso: 1, Semestre: 1, Créditos: 4.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **José Luis Briz Velasco** [briz@unizar.es](mailto:briz@unizar.es)
- **Jesús Javier Resano Ezcaray** [jresano@unizar.es](mailto:jresano@unizar.es)
- **Juan Segarra Flor** [jsegarra@unizar.es](mailto:jsegarra@unizar.es)

#### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

##### **José Luis Briz Velasco**

Responsable de los contenidos introductorios, procesadores y sistemas en chip, arquitecturas y sistemas operativos de los sistemas empotrados, conceptos de seguridad, fiabilidad, tolerancia a fallos y ahorro de energía y relaciones con empresas colaboradoras.

[briz@unizar.es](mailto:briz@unizar.es)

Centro Politécnico Superior, edif. Ada Byron, despacho 0.20

##### **Juan Segarra Flor**

Responsable de la coordinación con la asignatura de Tiempo Real, de los contenidos relacionados con Tiempo Real/WCET, y de las prácticas sobre ARM

[jsegarra@unizar.es](mailto:jsegarra@unizar.es)

Centro Politécnico Superior, edif. Ada Byron, despacho 0.16

##### **Javier Resano Ezcaray**

Responsable de la parte de hardware programable, lenguajes de descripción del hardware

[jresano@unizar.es](mailto:jresano@unizar.es)

Centro Politécnico Superior, edif. Ada Byron, despacho 0.20

#### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

Consultar en el sitio Moodle de la asignatura

---

# Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

**1:**

Sabe explicar los aspectos fundamentales de las arquitecturas de microprocesadores, interfaces y hardware programable más extendidas en sistemas empotrados

**2:**

Sabe explicar la arquitectura de los sistemas operativos más utilizados en sistemas empotrados y tiempo real, y sabe utilizar los servicios de al menos uno de ellos.

**3:**

Sabe manejar un entorno de desarrollo para sistemas empotrados.

**4:**

Sabe analizar y seleccionar arquitecturas y plataformas hardware / software adecuadas para aplicaciones de sistemas empotrados, atendiendo a compromisos entre el coste, el rendimiento, la eficiencia energética, la seguridad o calidad de servicio.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura consta de 4 créditos ECTS ó 100 horas de trabajo del alumno, y pertenece al bloque de Arquitectura de Computadores. Dentro de este bloque, la asignatura está enfocada al estudio de arquitecturas, procesadores, hardware programable y sistemas operativos para sistemas empotrados. Muchos sistemas empotrados están sujetos a restricciones de Tiempo Real. Esta problemática específica se aborda en otra asignatura del Máster (Sistemas Tiempo Real. Conceptos y Técnicas Avanzadas). Ambas asignaturas son autocontenidoas, pero necesariamente se complementan, y se ha prestado gran atención a que los contenidos y desarrollo de ambas están coordinados.

---

## Contexto y competencias

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### **La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

El objetivo fundamental de la asignatura es que el alumno conozca, comprenda, y sea capaz de diseñar sistemas empotrados. Para ello se pone en contexto la materia introduciendo las aplicaciones, arquitecturas hardware / software, requisitos y estándares relacionados con estos sistemas. Esta visión teórica amplia se concreta en el estudio de unas arquitecturas y sistemas determinados sobre las que se realizan unas prácticas básicas. Las plataformas hardware elegidas son arquitecturas tipo ARM y plataformas FPGA. En cuanto a arquitectura de sistema, muchos empotrados carecen de sistema operativo (SO) como tal, pero su introducción es creciente. Por ello nos centramos en Linux / Linux RT, que marca la pauta que siguen muchos otros SOs para empotrados. Existe la posibilidad de extender las prácticas mediante trabajos dirigidos sobre plataformas cedidas por empresas colaboradoras instaladas en la región.

#### **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

El diseño de sistemas empotrados implica muchos aspectos cubiertos en el Grado en Ingeniería Informática (técnicas de diseño, problemas de concurrencia y tiempo real, conceptos de sistemas operativos y arquitectura de computadores). La asignatura en el Master ofrece una visión general de la materia para profundizar rápidamente en las ventajas e

inconvenientes de un SO y de procesadores de propósito general en el diseño de empotrados (una tendencia en alza), y en el problema del WCET en este tipo de procesadores (que incorporan jerarquías de memoria cada vez más complejas)

## **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Diseñar sistemas empotrados, así como desarrollar y optimizar el software de dichos sistemas.
- 2:** Diseñar e implementar software de sistema y de comunicaciones.
- 3:** Analizar, evaluar y seleccionar las plataformas hardware y software más adecuadas
- 4:** Comprender, aplicar y gestionar la garantía y seguridad de un sistema empotrado.

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Los sistemas empotrados son los sistemas informáticos más extendidos a todos los niveles. Existen en el entorno aragonés un buen número de empresas cuya actividad principal gira en torno al diseño, programación y soporte de estos sistemas, en la muchos casos con un importante componente de innovación. La mayoría de estas empresas cuenta en su plantilla con profesionales formados en el CPS, exisitiendo una importante y contrastada relación empresa - universidad a través de proyectos de fin de carrera y trabajos de fin de máster de dirección / tutoría compartida, proyectos OTRI etc.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

- 1:** Prueba global que constará de tres partes:
  - a) Breve exposición de un artículo que definan el estado del arte en alguno de los temas involucrados en la materia. Con esta actividad se evalúan los Resultados de Aprendizaje nº 1, y el primer aspecto del nº 2. Ponderación: 30%
  - b) Presentación de los resultados de una práctica realizada durante el curso, guiada por alguno de los profesores. En ella se aprenderá a utilizar un entorno de desarrollo basado en ARM (tipo Embest University Suite 2,) ó en FPGAs (tipo Virtex Spartan). Con esta actividad se evalúan los Resultados de Aprendizaje nº 2 (segundo aspecto) y nº 3. Ponderación: 30%
  - c) Presentación de un trabajo práctico realizado durante el curso, dirigido por alguno de los profesores del curso, basado en la programación y puesta en marcha de un arquitectura sencilla de propósito específico sujeta a criterios de eficiencia, tiempo de ejecución y ocupación de memoria. Los recursos fundamentales serán los entornos de desarrollo y su documentación disponibles en el laboratorio, existiendo la posibilidad de utilizar entornos de empresas colaboradoras. Con esta actividad se evalúa el Resultado de Aprendizaje nº 4. Ponderación: 40%

---

## **Actividades y recursos**

---

## Presentación metodológica general

### El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

La asignatura tiene una orientación fundamentalmente práctica. Las clases magistrales y la lectura de artículos tienen como objetivo ofrecer en tiempo razonable una visión organizada de contenidos. Las prácticas dirigidas permiten familiarizarse con procedimientos y problemas habituales en un tiempo relativamente corto. Los trabajos voluntarios o extendidos abren la posibilidad de contactar con problemas y entornos reales y más complejos y pueden enlazar con la realización de Trabajos de Fin de Máster.

## Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

### El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

**1:** Introducción a los sistemas empotrados

**2:** Desarrollo de sistemas empotrados con sistema operativo

- Situaciones y tendencias actuales
- Gestión de excepciones y modelos de expulsión
- Mecanismos de sincronización
- Monitorización de eventos en el núcleo y medición de latencias

**3:** Arquitecturas actuales para sistemas empotrados

- Microprocesadores y tendencias
- ARM

**4:** Tiempo Real

- Tiempo, ejecutivos cíclicos, prioridades fijas o WCET
- Seguridad, fiabilidad y tolerancia a fallos.
- Calidad de Servicio.
- Ahorro de energía

**5:** Prácticas

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Teoría: Miércoles de 10 a 12 Seminario 23

Planificación de sesiones y laboratorios: consultar sitio Moodle de la asignatura

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada