



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería de
Sistemas Informáticos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

613000114 - Sistemas Empotrados

PLAN DE ESTUDIOS

61AG - Master Universitario En Software De Sistemas Distribuidos Y Empotrados

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

| | |
|--|----|
| 1. Datos descriptivos..... | 1 |
| 2. Profesorado..... | 1 |
| 3. Competencias y resultados de aprendizaje..... | 2 |
| 4. Descripción de la asignatura y temario..... | 3 |
| 5. Cronograma..... | 5 |
| 6. Actividades y criterios de evaluación..... | 7 |
| 7. Recursos didácticos..... | 9 |
| 8. Otra información..... | 10 |

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

| | |
|--|---|
| Nombre de la asignatura | 613000114 - Sistemas Empotrados |
| No de créditos | 6 ECTS |
| Carácter | Obligatoria |
| Curso | Primer curso |
| Semestre | Primer semestre |
| Período de impartición | Septiembre-Enero |
| Idioma de impartición | Castellano |
| Titulación | 61AG - Master Universitario en Software de Sistemas Distribuidos y Empotrados |
| Centro responsable de la titulación | 61 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieria De Sistemas Informaticos |
| Curso académico | 2021-22 |

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

| Nombre | Despacho | Correo electrónico | Horario de tutorías * |
|--|-----------------|---------------------------|--|
| Norberto Cañas De Paz (Coordinador/a) | 4410 | norberto.canas@upm.es | Sin horario. Saldrán publicadas al comenzar el curso. |
| Marina Perez Jimenez | 4408 | marina.perez@upm.es | Sin horario. Saldrán publicadas al comenzar el curso. |

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

CE01 - Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios del software de Sistemas Distribuidos y Empotrados en contextos multidisciplinares.

CG02 - Liderazgo de equipos.

CG08 - Trabajo en equipo.

CG15 - Respeto al medio ambiente

3.2. Resultados del aprendizaje

RA58 - Dirige grupos, asegurando la integración y alto rendimiento de todos sus miembros.

RA53 - Ejercer una influencia en su entorno con el propósito de alcanzar los objetivos deseados

RA56 - El alumno adquiere la capacidad de plantear e intervenir en cualquiera de las etapas del ciclo de vida del software de un sistema empotrado.

RA57 - El alumno entiende las ventajas e inconvenientes del acondicionamiento de señal digital y el acondicionamiento de señal analógico

RA54 - Diseña soluciones apropiadas utilizando métodos de la ingeniería que integran aspectos sociales, legales y/o ambientales de forma equilibrada, compatible y coherente con la ética profesional.

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

Un sistema empotrado es un sistema informático (hardware más software), de propósito específico, integrado en un sistema más amplio. Habitualmente, los sistemas empotrados monitorizan y/o controlan los sistemas en los que están integrados. El alumno obtendrá los conocimientos suficientes tanto para seleccionar como para desarrollar el hardware y el software de un sistema empotrado.

4.2. Temario de la asignatura

1. Presentación de la asignatura
 - 1.1. Objetivos de la asignatura
 - 1.2. Conocimientos generales de partida
 - 1.3. Bloques temáticos y plan de prácticas
 - 1.4. Bibliografía de referencia
 - 1.5. Sistema de evaluación
2. Introducción a los sistemas empotrados
 - 2.1. ¿Qué es un sistema empotrado? (repaso rápido)
 - 2.2. Hardware en sistemas empotrados (repaso rápido)
 - 2.3. Software en sistemas empotrados (repaso rápido)
 - 2.4. Planteamientos metodológicos para el desarrollo de sistemas empotrados
 - 2.5. Estándares relacionados con el desarrollo de sistemas empotrados
3. Microcontroladores
 - 3.1. Introducción
 - 3.2. Definición de microcontrolador (repaso)
 - 3.3. Mercado de los microcontroladores
 - 3.4. Consideraciones de diseño de sistemas empotrados utilizando microcontroladores
 - 3.5. Periféricos habituales
4. Procesadores digitales de señal

- 4.1. Introducción
- 4.2. Características especiales
- 4.3. Ejemplo práctico
- 4.4. Filtrado analógico
- 4.5. Fundamentos del procesado digital de señal
- 4.6. Filtrado digital
- 5. Micro núcleos para procesadores
 - 5.1. Introducción
 - 5.2. Arquitectura de Sistemas Operativos
 - 5.3. ¿Núcleo? (¿Kernel?). ¿Qué hace?. ¿Qué tiene?
 - 5.4. Micro núcleos en sistemas empotrados
- 6. Eficiencia energética
 - 6.1. Frecuencia de la señal de reloj
 - 6.2. Modos de bajo consumo
 - 6.3. Modelado básico del estado de carga de una batería
- 7. Lógica reconfigurable
 - 7.1. Breve introducción a las FPGAs como ejemplos principales de los dispositivos lógicos reconfigurables
 - 7.2. Estudio de los principales fabricantes de FPGAs
 - 7.3. Estudio de arquitecturas principales
 - 7.4. Entornos de desarrollo para FPGAs
 - 7.5. Sectores potenciales de aplicación actuales

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

| Sem | Actividad presencial en aula | Actividad presencial en laboratorio | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación |
|-----|------------------------------|--|--|--|
| 1 | | Presentación de la asignatura. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Introducción a los sistemas empotrados Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Consideraciones de diseño de sistemas empotrados Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Lección: Microcontroladores Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | |
| 2 | | Prácticas con Microcontroladores Duración: 05:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | Lección: Procesadores digitales de señal Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | |
| 3 | | Prácticas con procesadores digitales de señal Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Prácticas con micro núcleos para procesadores Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | Lección. Micro núcleos para procesadores. No presencial. Video Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas Lección: Eficiencia energética Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Evaluación prácticas con microcontroladores. Memoria. (RA56)(RA57) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 02:00 Examen prácticas de micro núcleos para procesadores (RA56) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 02:00 Evaluación competencias transversales liderazgo y trabajo en equipo (RA53, RA58). ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 03:00 |
| 4 | | Práctica. Eficiencia energética. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Lección. Lógica Reconfigurable. Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas | | Examen sobre microcontroladores y procesadores digitales de señal (RA56) ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 02:00 Trabajo sobre eficiencia energética (RA54) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial |

| | | | |
|----|--|--|---|
| | | | Duración: 02:00 |
| 5 | | Lección: Lógica reconfigurable Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Examen sobre lógica reconfigurable (RA56) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00 |
| 6 | | Prácticas con lógica reconfigurable Duración: 05:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | Trabajos sobre eficiencia energética (RA54) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 02:00 Examen de prácticas final (RA54)(RA56)(RA57) EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00 Examen teórico de prueba final (RA56) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00 |

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación continua

| Sem. | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|------|---|---|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 3 | Evaluación prácticas con microcontroladores. Memoria. (RA56)(RA57) | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | Presencial | 02:00 | 15% | / 10 | CE01 |
| 3 | Examen prácticas de micro núcleos para procesadores (RA56) | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | Presencial | 02:00 | 20% | / 10 | CE01 CG08 |
| 3 | Evaluación competencias transversales liderazgo y trabajo en equipo (RA53, RA58). | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 03:00 | 5% | / 10 | CG02 CG08 |
| 4 | Examen sobre microcontroladores y procesadores digitales de señal (RA56) | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 02:00 | 20% | / 10 | CE01 |
| 4 | Trabajo sobre eficiencia energética (RA54) | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | Presencial | 02:00 | 15% | / 10 | CG15 |
| 5 | Examen sobre lógica reconfigurable (RA56) | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 25% | / 10 | CE01 |

6.1.2. Evaluación sólo prueba final

| Sem | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|---|--|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 3 | Evaluación competencias transversales liderazgo y trabajo en equipo (RA53, RA58). | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 03:00 | 5% | / 10 | CG02 CG08 |

| | | | | | | | |
|----|--|--|---------------|-------|-----|------|----------------------|
| 17 | Trabajos sobre eficiencia energética (RA54) | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 02:00 | 15% | / 10 | CG15 |
| 17 | Examen de prácticas final (RA54)(RA56)(RA57) | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 02:00 | 35% | / 10 | CG02 CG08 CE01 |
| 17 | Examen teórico de prueba final (RA56) | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 45% | / 10 | CE01 |

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

6.2. Criterios de evaluación

Este máster ha sido concebido para ser cursado fundamentalmente durante los fines de semana, de esta forma pueden acceder a él estudiantes que estén trabajando. Todas las asignaturas son obligatorias por lo que el número de semanas se limita a 6/7 por asignatura.

Por defecto el alumno se examina con la modalidad de evaluación continua, el alumno aprobará si, aplicando la ponderación descrita en el epígrafe de Actividades de Evaluación, alcanza una nota igual o mayor que 5.0, todas las actividades se puntúan sobre 10 .

En caso de no poder asistir de manera regular a las clases, tanto teóricas como prácticas, se plantea la modalidad de sólo prueba final en la última semana de clase. Todos los ejercicios se puntúan sobre 10 y se aprueba con una nota mayor o igual a 5.0 en el cómputo total.

La modalidad de prueba final debe ser solicitada por el alumno **al comenzar las clases de la asignatura.**

Las tutorías pueden ser presenciales o telemáticas, concertando la cita por medio de correo electrónico.

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre | Tipo | Observaciones |
|--------------------------|--------------|---|
| Documentación | Recursos web | Todos los contenidos de la asignatura son accesibles vía moodle de la UPM. Se subirán videos a moodle de las lecciones ya detalladas en el cronograma. |
| Equipamiento | Equipamiento | Laboratorio de desarrollo de sistemas empotrados con componentes hardware y programas de libre distribución necesarios para el desarrollo de las prácticas. |
| Bibliografía recomendada | Bibliografía | La bibliografía recomendada está accesible en la biblioteca del departamento y/o del centro. Algunas de las referencias se encuentran en el apartado de "otra información reseñable" |

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

Los sistemas empotrados constituyen los sistemas informáticos más numerosos y las expectativas de crecimiento siguen aumentando. Los sistemas empotrados aparecen en los ámbitos en los que es necesario realizar actividades de monitorización y/o control de forma automática (control de todo tipo de vehículos, maquinaria, robótica industrial, robótica de servicios, domótica, dispositivos de monitorización hospitalarios, electrodomésticos de línea blanca, control de tráfico, sistemas de producción de energía, etcétera). El desarrollo de sistemas empotrados exige un tipo de profesional con buenos conocimientos del segmento hardware y desarrollo de sistemas software de bajo nivel. La asignatura Sistemas Empotrados prepara al alumno para desenvolverse con suficiente soltura en el desarrollo de este tipo de sistemas.

Bibliografía más reseñable:

[Blackledge, J. \(2006\)](#): Digital Signal Processing. Second edition. Horwood Publishing. (free and open access). [Koch, D. \(2013\)](#): Partial Reconfiguration of FPGAs: Architectures, Tools, and Applications. Springer. [Hassan, H. \(2010\)](#): Low-Power Design of Nanometer FPGAs: Architecture and EDA. [Morgan Kaufman](#). [Taylor, H.R. \(2010\)](#): Data Acquisition for Sensor Systems. Springer. [Di Paolo Emilio, M. \(2013\)](#): Data Acquisition Systems: From Fundamentals to Applied Design. Springer-Verlag. [Ning, H. \(2013\)](#): Unit and Ubiquitous Internet of Things. CRC Press.

Forma de evaluar las competencias transversales de la asignatura:

CG15 (Respeto al medio ambiente). Se planteará un trabajo de laboratorio que permitirá valorar alternativas de alta influencia en el consumo de energía.

CG8 (Trabajo en equipo) y CG2 (Liderazgo). Se propone la lectura de unos documentos de referencia sobre los que se plantearán preguntas o un tema de desarrollo.