

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2025/2026

Identificación y características de la asignatura					
Código	501285				
Denominación (español)	Sistemas en Tiempo Real				
Denominación (inglés)	Real Time Systems				
Titulaciones	Grado en Ingeniería Informática en Ingeniería de Computadores				
Centro	Escuela Politécnica				
Módulo	Tecnología Específica en Ingeniería de Computadores				
Materia	Sistemas Empotrados				
Carácter	Obligatoria	ECTS	6	Semestre	7
Profesorado					
Nombre		Despacho		Correo-e	
José María Granado Criado		Dirección TC2		granado@unex.es	
Área de conocimiento	Arquitectura y Tecnología de los Computadores				
Departamento	Tecnología de los Computadores y las Comunicaciones				
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)					
Competencias / Resultados de aprendizaje					
1. Competencias básicas					
<ul style="list-style-type: none"> • CB1. Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio. • 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. • CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética. • CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado. • CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía. 					
2. Competencias generales					
<ul style="list-style-type: none"> • CG03. Capacidad para diseñar, desarrollar, evaluar y asegurar la accesibilidad, ergonomía, usabilidad y seguridad de los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, así como de la información que gestionan. • CG04. Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 del anexo II de la resolución antes mencionada para la tecnología específica de Ingeniería de Computadores. 					

- CG06. Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 del anexo II de la resolución antes mencionada para la tecnología específica de Ingeniería de Computadores.
- CG08. Conocimiento de las materias básicas y tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

3. Competencias transversales

- CT01. Capacidad de organización y planificación.
- CT12. Actuar con responsabilidad y ética profesional.

4. Competencias específicas

- CIC05. Capacidad de analizar, evaluar y seleccionar las plataformas hardware y software más adecuadas para el soporte de aplicaciones empotradas y de tiempo real.

Contenidos

Descripción general del contenido:

Ámbito de los sistemas de tiempo real. Perfiles POSIX de tiempo real. Planificación de tiempo real. Programación de sistemas empotrados con Linux.

Temario

Denominación del tema 0: Presentación de la asignatura a los estudiantes.

Denominación del tema 1: Introducción a los sistemas de tiempo real

Contenidos del tema 1:

- 1.1. Definición de un sistema de tiempo real.
- 1.2. Características de los sistemas de tiempo real.
- 1.3. Tiempo compartido y tiempo real.
- 1.4. Planificación.

Denominación del tema 2: Concurrencia en POSIX/C

Contenidos del tema 2:

- 2.1. Procesos y hebras.
- 2.2. ¿Qué es POSIX?
- 2.3. Gestión de hebras.
- 2.4. Sincronización de hebras.
- 2.5. Señales y hebras.

Denominación del tema 3: Tiempo real en POSIX/C

Contenidos del tema 3:

- 3.1. Relojes.
- 3.2. Retardos.
- 3.3. Temporizadores.

Denominación del tema 4: Concurrencia en Ada

Contenidos del tema 4:

- 4.1. Sintaxis básica.

- 4.2. Paquetes.
- 4.3. Tareas.
- 4.4. Objetos protegidos.
- 4.5. Paso de mensajes.

Denominación del tema 5: Tiempo Real en Ada

Contenidos del tema 5:

- 5.1. Reloj calendario.
- 5.2. Reloj de tiempo real.
- 5.3. Retardos.
- 5.4. Programación de plazos.

Denominación del tema 6: Planificación

Contenidos del tema 6:

- 6.1. Introducción.
- 6.2. Planificabilidad.
- 6.3. Programación con prioridades fijas.
- 6.3. Comunicación y bloqueo.
- 6.4. Protocolos de techo de prioridad.
- 6.6. Programación con prioridades dinámicas.

Denominación del tema 7: Tolerancia a fallos

Contenidos del tema 7:

- 7.1. Necesidad de la tolerancia a fallos.
- 7.2. Definiciones.
- 7.3. Prevención y tolerancia a fallos.
- 7.4. Redundancia.
- 7.5. Detección de errores.
- 7.6. Evaluación y confinamiento de daños.
- 7.7. Recuperación de errores.

Denominación del tema 8: Excepciones

Contenidos del tema 8:

- 8.1. Introducción.
- 8.2. Manejo de excepciones en Ada.
- 8.3. Manejo de excepciones en C/C++

Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno/a por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	CH	L	O	S	TP	EP
0	0,5	1		0				0
1	8	1		2				5

2	18	4		4				9,5
3	16,5	3		4				9,5
4	14,5	3		4				7,5
5	14,5	3		4				7,5
6	30	7		8				15
7	11	3		0				8
8	13	3		2				8
Evaluación	24	2		2				20
TOTAL	150	30		30				90

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).

CH: Actividades de prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

L: Actividades de laboratorio o prácticas de campo (15 estudiantes)

O: Actividades en sala de ordenadores o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)

S: Actividades de seminario o de problemas en clase (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes⁶

Clases teórico-prácticas en el aula

Clases expositivas para el desarrollo de los contenidos fundamentales de la materia.

Actividades breves, individuales o en grupo que permitan aplicar los conceptos expuestos y resolver problemas, facilitando la participación activa de los estudiantes.

Sesiones de laboratorio

Actividades prácticas, sesiones de laboratorio guiadas, seminarios de resolución de problemas, etc. en grupos bajo la dirección de un profesor.

Se podrán incluir actividades previas y posteriores a las sesiones de laboratorio y seminario que ayuden a conseguir los objetivos propuestos. Se fomentarán especialmente las actividades encaminadas al desarrollo de proyectos, supuestos prácticos, informes, etc.

En tutorías programadas

Individuales o en grupos pequeños se realizará un seguimiento más individualizado del estudiante, con actividades de formación y orientación. Principalmente, se utilizarán para el seguimiento de los trabajos planteados, debate sobre alternativas y evaluación de los objetivos alcanzados.

Trabajo y estudio individual no presencial

Realización de actividades, trabajos y estudio por parte del estudiante, de manera autónoma, Las actividades que el estudiante desarrollará de manera no presencial estarán orientadas principalmente a la adquisición de conocimientos básicos en el ámbito de la Informática y al desarrollo de los proyectos y trabajos solicitados, bien individualmente o en grupo.

Resultados de aprendizaje

Tras superar la asignatura, el alumno

- Conocerá el ámbito de un sistema de tiempo real frente al de un sistema de tiempo compartido. Además, también conocerá los estándares propios de la programación de sistemas de tiempo real, así como las metodologías de diseño.
- Comprenderá cómo planificar un sistema con una especificación de requisitos temporal.
- Conocerá, mediante la exposición de casos prácticos, la complejidad de los sistemas en tiempo real y su importancia creciente en la tecnología, en particular en el ámbito aeroespacial.
- Entenderá la relación entre sistema de tiempo real y sistema empotrado, sabiendo programar sistemas de tiempo real sobre Linux en sistemas empotrados.

Sistemas de evaluación

Sistema de Evaluación Continua

Para superar la asignatura, el alumno deberá demostrar sus conocimientos sobre ella mediante pruebas teóricas y prácticas, tal y como se describe a continuación. Las calificaciones de las actividades no recuperables se mantendrán para todas las convocatorias, no pudiendo ser mejoradas en otras convocatorias.

La nota de teoría se compone de dos partes: una prueba teórica, que consiste en un examen sobre los conceptos teóricos/prácticos explicados en clase (80% de la nota de teoría), y una evaluación continua (no recuperable) a lo largo del curso (20% de la nota de teoría).

La nota de práctica se compone de dos partes: la realización de las prácticas propuestas durante el curso (80% de la nota de prácticas), así como de la asistencia a prácticas, que no será obligatoria para superar las prácticas pero que supondrá el 20% de la nota de estas (no recuperable). Con el fin de garantizar la adquisición de los contenidos desarrollados durante las prácticas, la nota de las entregas vendrá ponderada por el resultado obtenido en un examen tipo test que se realizará tras la entrega de cada práctica. Dicha ponderación será la siguiente:

- $7.5 \leq \text{NotaExamen} \rightarrow 100\%$ de la nota de las entregas.
- $6 \leq \text{NotaExamen} < 7.5 \rightarrow 80\%$ de la nota de las entregas.
- $4.5 \leq \text{NotaExamen} < 6 \rightarrow 50\%$ de la nota de las entregas.
- $\text{NotaExamen} < 4.5 \rightarrow$ Suspenso.

En caso de no obtener una calificación de, al menos, compensable en la nota final de prácticas (ver siguiente párrafo), será necesario realizar un examen práctico que cubra los contenidos realizados durante las sesiones prácticas.

Para poder superar la asignatura es imprescindible haber obtenido una calificación de 5 en cada una de las partes de la asignatura (teoría y prácticas). En caso de obtener una calificación de entre 4.5 y 5 en alguna de estas partes, se considerará como compensable y permitirá realizar la media, debiéndose obtener una calificación final de 5 para superar la asignatura. Además, se guardarán tanto la nota de teoría como las de las entregas de prácticas para las siguientes convocatorias **DEL MISMO CURSO ACADÉMICO**, aunque es imprescindible que estas notas sean al menos de 5 (los compensables no se guardan).

Por tanto, la nota final de la asignatura se calculará según la siguiente fórmula:

$$\text{NotaFinal} = (0.5 \times \text{ET} + 0.1 \times \text{ECT}) + (0.4 \times \text{NE} + 0.1 \times \text{AP}),$$

donde:

ET: Nota del examen teórico.

ECT: Nota de la evaluación continua de teoría (no recuperable).

NE: Nota de entregas (ponderación de la media de las entregas realizadas o examen final de prácticas).

AP: Nota de la asistencia a las sesiones de prácticas (no recuperable).

Para aprobar, se deben cumplir las siguientes condiciones

$$0.4 \times \text{ET} + 0.1 \times \text{ECT} \geq 4.5$$

$$0.4 \times \text{NP} + 0.1 \times \text{AP} \geq 4.5$$

$$\text{NotaFinal} \geq 5$$

Si alguna de las notas no tuviera la calificación mínima para hacer media, la nota final en actas será el mínimo entre NotaFinal y 3.

La ponderación de las calificaciones de las actividades de evaluación, según lo establecido en la memoria del título, es la siguiente:

Prueba	%	Ítem de calificación
Pruebas objetivas (tipo test), semiobjetivas, de desarrollo escrito y resolución de problemas (fases de conocimiento, comprensión y aplicación). Muchos de estos instrumentos de evaluación se pueden aplicar	40	ET

tanto de forma presencial como no presencial, utilizando la plataforma virtual		
Pruebas de ejecución y supuestos prácticos (fases de análisis y síntesis).	40	NP
Evaluación de la memoria técnica y trabajo realizado en los proyectos, tutorías programadas (fase de evaluación).	20	ECT y AP

Sistema de Evaluación Global

En caso de que el alumno indique la renuncia a la evaluación continua, tal y como recoge la normativa de evaluación vigente, la evaluación se hará mediante una prueba final de certificación que supondrá el 100% de la nota de la asignatura. Dicha prueba final consistirá en un examen teórico-práctico que cubrirá todos los conceptos teóricos de la materia (50% de la nota final) así como de un examen de laboratorio (50% de la nota final) que cubrirá los contenidos prácticos realizados durante las sesiones de prácticas de la asignatura. Dicha prueba tendrá lugar el mismo día asignado para examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica.

Política respecto a copias

Cualquier ejercicio de evaluación (prácticas, exámenes, cuestionarios, ...) que se detecte como copiado, acarreará que todos los involucrados en la copia (tanto el que copia como el que se deja copiar) tengan una nota de 0 en dicho ejercicio. Además, implicará las siguientes repercusiones:

- Si se detecta que un alumno copia por primera vez, perderá la posibilidad de compensar notas, es decir, deberá obtener obligatoriamente un mínimo de 5, tanto en teoría como en prácticas, para poder hacer media.
- Si se detecta que un alumno copia una segunda vez, perderá toda posibilidad de evaluación continua, debiendo presentarse obligatoriamente a los exámenes finales de teoría y prácticas de forma análoga a los alumnos que opten por la evaluación global.

Bibliografía (básica y complementaria)

Bibliografía básica:

- POSIX User's Guide, ClearPath MCP 12.0, 2008.
- Ada Reference Manual, ISO/IEC 8652:2012(E).
- G.F. Coulouris, J. Dollimore & T. Kindberg. Distributed Systems: Concepts & Design. 4ª Edición. Addison Wesley. 2005.

Bibliografía Complementaria:

- A. Burns & A. Wellings. Sistemas de Tiempo Real y Lenguajes de Programación. 3ª Edición. Addison Wesley. 2003.
- H. Kopetz: Real-Time Systems. Design Principles for Distributed Embedded Applications. Kluwer. 1997.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

No se necesitan recursos y materiales docentes complementarios a los existentes en el laboratorio de prácticas.