

# SISTEMAS EN TIEMPO REAL (I. INFORMÁTICA)

Curso 2012/2013

(Código: 71013058)

## 1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

Esta asignatura tiene como objetivos el mostrar las características y requisitos propios de los *sistemas de tiempo real*, y tratar aspectos relativos al diseño y programación de este tipo de sistemas.

Hay muchas interpretaciones sobre los sistemas de tiempo real, pero todas tienen en común la noción de *tiempo de respuesta* (tiempo que precisa el sistema para generar la salida a partir de una entrada asociada). Un sistema de tiempo real debe producir una salida, como respuesta a una entrada, en un tiempo específico. La importancia del tiempo de respuesta se debe a que la entrada corresponde a un cambio en el mundo físico y la salida tiene que estar relacionada con ese mismo cambio. En un sistema de tiempo real, además del correcto funcionamiento lógico del programa, hay que tener en cuenta el tiempo necesario para llegar a los resultados.

Cuando los recursos son limitados y existen varios procesos que los comparten, es necesario planificar la utilización de estos recursos de tal forma que se verifiquen los requisitos temporales de cada proceso. Otras características de los sistemas de tiempo real son:

- 1) Pueden encontrarse distribuidos geográficamente.
- 2) Pueden contener componentes software muy grandes y complejos.
- 3) Deben interactuar con entidades concurrentes del mundo real.
- 4) Pueden contener elementos de proceso que estén sujetos a restricciones de coste, tamaño y peso.

En la mayoría de los sistemas de tiempo real hay un requisito estricto de alta fiabilidad y seguridad. Niveles altos de fiabilidad requieren un hardware y un software tolerantes a fallos ante pérdidas de funcionalidad o ante tiempos límites incumplidos. La combinación de requisitos temporales, recursos limitados, entidades de entorno concurrentes y requisitos de alta fiabilidad, junto con procesos distribuidos, plantean nuevos problemas a la Ingeniería de Sistemas.

Dada la naturaleza multidisciplinar de esta asignatura, es conveniente tener conocimientos generales sobre: Programación, Sistemas Operativos, Ingeniería del Software, Programación Concurrente y Sistemas Distribuidos.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

La asignatura de Sistemas de Tiempo Real corresponde al grado de Ingeniería de Informática, impartándose en el tercer curso de la misma, desarrollándose las siguientes competencias, entre otras:

Competencias generales: Competencias de gestión de la calidad y la innovación, y competencias en el uso de las herramientas y recursos de la Sociedad del Conocimiento.

Competencias específicas: Diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar, aplicaciones y sistemas informáticos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a los principios éticos y a la legislación y normativa vigente; Administrar y mantener aplicaciones, sistemas informáticos; Programar aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados; Analizar, diseñar y construir sistemas y aplicaciones que requieran técnicas de programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real.



### 3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Dada la naturaleza multidisciplinar de esta asignatura, es conveniente tener conocimientos generales sobre: Programación, Sistemas Operativos, Ingeniería del Software, Programación Concurrente y Sistemas Distribuidos.

### 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Entre los resultados del aprendizaje que se conseguirían con esta materia están:

- Conocer las características y funciones de un sistema de tiempo real
- Conocer los principios básicos del diseño de sistemas de tiempo real y las principales etapas para el diseño e implementación de dichos sistemas.
- Capacidad para realizar la programación de un sistema de tiempo real. Conocer los lenguajes de programación para sistemas de tiempo real diferenciando entre las características que ayudan en la descomposición de procesos y las que facilitan la programación de componentes bien definidos.
- Conocer la producción de componentes software fiables, dedicando especial atención a la tolerancia a fallos. Así como las técnicas de recuperación de errores hacia delante y hacia atrás, y el uso de la funcionalidad de manejo de excepciones.
- Conocer los aspectos básicos de la programación concurrente, la comunicación y sincronización en sistemas de tiempo real, la forma de conseguir cooperación entre procesos fiables, el control fiable de recursos y la asignación de recursos entre procesos competitivos
- Conocer los requisitos temporales y de las funcionalidades del lenguaje y estrategias de implementación que se utilizan para satisfacerlos. Abordar los problemas de la planificación para tiempo real.
- Conocer aspectos de los sistemas distribuidos cuando se utilizan en aplicaciones en tiempo real. En concreto aspectos de soporte del lenguaje, fiabilidad en presencia de fallo del procesador o de la comunicación, algoritmos para control distribuido y planificación distribuida.
- Conocer las formas en que las funcionalidades de bajo nivel pueden ser incorporadas con éxito en los lenguajes de alto nivel.
- Conocer el papel del entorno de ejecución en la obtención de implementaciones eficientes predecibles en tiempo real.

### 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

#### TEMA 1: INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE TIEMPO REAL

Definición de sistemas de Tiempo Real  
Ejemplos  
Características  
Ciclos de desarrollo de sistemas de tiempo real  
Lenguajes de programación para sistemas de tiempo real

#### TEMA 2: FIABILIDAD Y TOLERANCIA A FALLOS

Fiabilidad, fallos y defectos  
Modos de fallo  
Prevención de fallos y tolerancia a fallos  
Programación de N-versiones  
La estrategia de bloques de recuperación en la tolerancia a fallos software  
Comparación entre la programación de N-versiones y los bloques de recuperación  
Redundancia dinámica y excepciones  
Medida y predicción de la fiabilidad del software  
Seguridad, fiabilidad y confiabilidad

#### TERMA 3: EXCEPCIONES Y MANEJO DE EXCEPCIONES



Manejo de excepciones en los lenguajes de tiempo real primitivos  
Manejo de excepciones moderno  
Bloques de recuperación y excepciones

#### TEMA 4: PROGRAMACIÓN CONCURRENTE

Noción de proceso y tarea/hilo  
Ejecución concurrente  
Representación de tareas  
Multiprocesador y sistemas distribuidos  
Ejemplo sistema empujado sencillo

#### TEMA 5: SINCRONIZACIÓN Y COMUNICACIÓN BASADA EN VARIABLES COMPARTIDAS

Exclusión mutua y condición de sincronización  
Espera ocupada  
Suspende y reanuda  
Semáforos  
Regiones críticas condicionales  
Monitores  
Objetos protegidos  
Métodos sincronizados

#### TEMA 6: COMUNICACIÓN Y SINCRONIZACIÓN BASADA EN MENSAJES

Sincronización de procesos  
Nombrado de procesos y estructura de mensajes  
Espera selectiva  
Sistemas distribuidos

#### TEMA 7: ACCIONES ATÓMICAS, TAREAS CONCURRENTE Y FIABILIDAD

Acciones atómicas  
Acciones atómicas recuperables  
Notificación asíncrona

#### TEMA 8: CONTROL DE RECURSOS

Control de recursos y acciones atómicas  
Gestión de recursos  
Potencia expresiva y facilidad de uso  
Funcionalidad de reencolado  
Nombrado asimétrico y seguridad  
Utilización de los recursos  
Interbloqueo

#### TEMA 9: CAPACIDADES DE TIEMPO REAL

La noción de tiempo  
Acceso a un reloj  
Retardo de una tarea  
Programación de tiempos límites  
Especificación de requisitos de temporización  
Ámbitos temporales

#### TEMA 10: PLANIFICACIÓN

Modelo de proceso simple  
El enfoque de ejecución cíclico



Planificación basada en tareas  
Planificación de prioridad fija  
Planificación de primero el tiempo límite más temprano  
Test de planificabilidad basada en la utilización  
Tiempo de ejecución en el peor caso  
Procesos esporádicos y aperiódicos  
Sistemas de procesos con  $D < T$   
Interacciones y bloqueos entre procesos  
Protocolos de acotación de la prioridad  
Un modelo de proceso extensible  
Sistemas dinámicos y análisis en línea  
Programación de sistemas basados en prioridad

#### TEMA 11: PROGRAMACIÓN DE BAJO NIVEL

Mecanismos hardware de entrada/salida  
Requisitos del lenguaje  
Planificación de controladores de dispositivos  
Gestión de memoria

## 6. EQUIPO DOCENTE

- [JOAQUIN ARANDA ALMANSA](#)
- [LUIS DE LA TORRE CUBILLO](#)

## 7. METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La metodología utilizada es la propia del Espacio Europeo de Enseñanza Superior adaptada a la naturaleza de la UNED, con el apoyo tutorial mediante los sistemas telemáticos y presenciales implementados para tal fin.

El estudiante contará con diversos materiales que permitirán su trabajo autónomo: el texto recomendado como bibliografía básica y la Guía de Estudio de la Asignatura, que incluye orientaciones para la realización de las actividades prácticas. Asimismo, mediante la plataforma virtual de la UNED existirá un contacto continuo entre el profesor de la sede central, los profesores tutores de los Centros Asociados y los alumnos, así como una interrelación entre los propios estudiantes a través de los foros, importantísimo en la enseñanza no presencial.

El estudio de esta asignatura se realizará a través del texto básico al que se hace referencia en el apartado de Bibliografía básica. Se ha procurado facilitar el estudio de esta asignatura ajustando plenamente los temas al texto básico recomendado.

Las actividades formativas para el estudio de la asignatura son:

Trabajo con contenidos teóricos, lectura de orientaciones, desarrollo de actividades prácticas e intercambio de información con el equipo docente, tutor, resto de compañeros del curso, etc,

Trabajo autónomo, donde se incluye el estudio de los contenidos teóricos, la realización de trabajos prácticos propuestos, la realización de las pruebas presenciales.

Los medios necesarios para el aprendizaje son:

Bibliografía Básica. El estudio de esta asignatura se realizará a través del texto básico al que se hace referencia en el apartado de Bibliografía básica. Se ha procurado facilitar el estudio de esta asignatura ajustando plenamente los temas al texto básico recomendado.

Bibliografía complementaria. El alumno puede encontrar en ella información adicional para completar su formación.

Curso Virtual de la asignatura donde el alumno encontrará:



- Una guía de la asignatura en la que se hace una descripción detallada del plan de trabajo propuesto.
- Un calendario con la distribución temporal de los temas propuesta por el Equipo Docente y con las fechas de entrega de las actividades prácticas que el alumno tiene que realizar para su evaluación.
- Enunciado de las actividades prácticas propuestas y zona donde depositar los desarrollos hechos por el alumno.
- Los foros por medio de los cuales los profesores y/o tutores aclararán las dudas de carácter general y que se usarán también para comunicar todas aquellas novedades que surjan a lo largo del curso. Este será el principal medio de comunicación entre los distintos participantes de la asignatura.

## 8.EVALUACIÓN

La principal actividad de evaluación consiste en un examen presencial final escrito de dos horas de duración, en el que se deben contestar diferentes preguntas de tipo teórico y/o práctico. Este examen es obligatorio y se celebrará en todos los Centros Asociados, de manera coordinada, al final del semestre.

Este examen supondrá hasta un máximo del 90% de la calificación final, pudiendo obtenerse hasta un 10% adicional mediante la solución de unos ejercicios propuestos por el equipo docente o la realización de una práctica de carácter voluntario.

## 9.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9780321417459  
 Título: REAL-TIME SYSTEMS AND PROGRAMMING LANGUAGES (4)  
 Autor/es: Andrew J Wellings ; Burns, Alan ;  
 Editorial: ADDISON-WESLEY

Buscarlo en Editorial UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

### Comentarios y anexos:

Como alternativa a la cuarta edición del libro de Burns y Wellings recomendada como bibliografía básica, se puede utilizar la tercera edición en español (aunque esta edición está agotada en la editorial):

"Sistemas de Tiempo Real y Lenguajes de Programación". Alan Burns y Andy Wellings. 3ª edición, Addison Wesley. ISBN: 8488290583

La relación entre los temas del programa y los capítulos de estos dos libros es la siguiente:

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE TIEMPO REAL

Capítulo 1 de las dos versiones

TEMA 2: FIABILIDAD Y TOLERANCIA A FALLOS

Capítulo 2 de la 4ª y capítulo 5 de la 3ª

TERMA 3: EXCEPCIONES Y MANEJO DE EXCEPCIONES



Capítulo 3 de la 4ª y capítulo 6 de la 3ª

TEMA 4: PROGRAMACIÓN CONCURRENTES

Capítulo 4 de la 4ª y capítulo 7 de la 3ª

TEMA 5: SINCRONIZACIÓN Y COMUNICACIÓN BASADA EN VARIABLES COMPARTIDAS

Capítulo 5 de la 4ª y capítulo 8 de la 3ª

TEMA 6: COMUNICACIÓN Y SINCRONIZACIÓN BASADA EN MENSAJES

Capítulo 6 de la 4ª y capítulo 9 de la 3ª

TEMA 7: ACCIONES ATÓMICAS, TAREAS CONCURRENTES Y FIABILIDAD

Capítulo 7 de la 4ª y capítulo 10 de la 3ª

TEMA 8: CONTROL DE RECURSOS

Capítulo 8 de la 4ª y capítulo 11 de la 3ª

TEMA 9: CAPACIDADES DE TIEMPO REAL

Capítulo 9 de la 4ª y capítulo 12 de la 3ª

TEMA 10: PLANIFICACIÓN

Capítulos 10, 11 y 12 de la 4ª edición y capítulo 13 de la 3ª

TEMA 11: PROGRAMACIÓN DE BAJO NIVEL

Capítulo 14 de la 4ª y capítulo 15 de la 3ª

## 10. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9788492948475

Título: FUNDAMENTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS OPERATIVOS (2011)

Autor/es: Jose Manuel Díaz ; Joaquin Aranda ; Rocio Muñoz ; Dictino Chaos ;

Editorial: SANZ Y TORRES

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9789701054734

Título: INGENIERÍA DEL SOFTWARE. UN ENFOQUE PRÁCTICO (1ª)

Autor/es: Pressman, Roger S. ;

Editorial: MC GRAW HILL

Buscarlo en librería virtual UNED



Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

## 11. RECURSOS DE APOYO

Los alumnos dispondrán de los siguientes recursos de apoyo al estudio:

- Guía de la asignatura. Incluye el plan de trabajo y orientaciones para su desarrollo. Esta guía será accesible desde el curso virtual.
- Curso virtual. A través de esta plataforma los alumnos tienen la posibilidad de consultar información de la asignatura, realizar consultas al equipo docente y/o tutores a través de los foros correspondientes, consultar e intercambiar información con el resto de los compañeros.
- Tutorías. En el Centro Asociado al que pertenezca el estudiante, éste deberá consultar si existe la posibilidad de disponer de una tutoría presencial con un tutor que atienda presencialmente aclarando, orientando y resolviendo dudas.
- Biblioteca. El estudiante tendrá acceso tanto a las bibliotecas de los Centros Asociados como a la biblioteca de la Sede Central, en ellas podrá encontrar un entorno adecuado para el estudio, así como de distinta bibliografía que podrá serle de utilidad durante el proceso de aprendizaje.

## 12. TUTORIZACIÓN

Las consultas sobre los contenidos y funcionamiento de la asignatura se plantearán principalmente en los foros del curso virtual que serán atendidas tanto por el Equipo Docente como por los tutores de la asignatura.

Para contactar directamente con el equipo docente se utilizará preferentemente el correo electrónico, pudiéndose también realizar consultas telefónicas y entrevista personal en los horarios establecidos.

Datos equipo docente:

Joaquín Aranda Almansa  
jaranda@dia.uned.es  
Lunes de 15 a 19 horas  
913987148

José Luis Fernández Marrón  
jlmarron@dia.uned.es  
lunes de 15 a 19 horas  
913987152

Dirección postal:

Departamento de Informática y Automática  
ETS. Ingeniería Informática. UNED  
C/ Juan del Rosal 16  
28040-Madrid

