

## SISTEMAS CONCURRENTES Y DISTRIBUIDOS

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Formación específica de Rama	Sistemas Operativos, Sistemas Distribuidos y Redes	2º	3º	6	Optativa
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS		
<p><b>Grupos de Teoría</b></p> <p>Grupo A: Carlos Ureña Almagro                      Grupo B: José Miguel Mantas Ruiz                      Grupo C: Juan Antonio Holgado Terriza                      Grupo D: Pedro Villar Castro</p> <p><b>Grupos de Prácticas</b></p> <p>A1: Carlos Ureña Almagro                      A2: Carlos Ureña Almagro                      A3: Ana M<sup>a</sup> Sánchez López</p> <p>B1: Pedro Villar Castro                      B2: José Miguel Mantas Ruiz.                      B3: Ana M<sup>a</sup> Sánchez López</p> <p>C1: Pedro Villar Castro                      C2: Sandra Rodríguez Valenzuela                      C3: Sandra Rodríguez Valenzuela</p> <p>D1: Pedro Villar Castro                      D2: M<sup>a</sup> del Mar Abad Grau</p>			<p>E.T.S. de Ingeniería en Informática y Telecomunicaciones. Planta 3<sup>a</sup>                      C./ Periodista Daniel Saucedo Aranda s/n. 18071 – Granada. Universidad de Granada</p> <p>M<sup>a</sup> del Mar Abad Grau: Desp. 25  <a href="mailto:mabad@ugr.es">mabad@ugr.es</a>. Tf: 958241000 (ext. 20466)                      Juan Antonio Holgado Terriza: Desp. 13  <a href="mailto:jholgado@ugr.es">jholgado@ugr.es</a>. Tfno: 958240570                      José M. Mantas Ruiz: Desp. 20  <a href="mailto:jmmantas@ugr.es">jmmantas@ugr.es</a>. Tfno: 958243176                      Ana M<sup>a</sup> Sánchez López: Desp. 26  <a href="mailto:amlopez@ugr.es">amlopez@ugr.es</a>. Tfno: 958240579                      Carlos Ureña Almagro: Desp. 34  <a href="mailto:curena@ugr.es">curena@ugr.es</a>. Tfno: 958240577                      Pedro Villar Castro: Desp. 18  <a href="mailto:pvillarc@ugr.es">pvillarc@ugr.es</a>. Tfno: 958240637                      Sandra Rodríguez Valenzuela:                      Centro de Investigación en TIC. Desp. D1-5  <a href="mailto:sandra@ugr.es">sandra@ugr.es</a>.</p>		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
			Los horarios de tutorías del profesorado pueden consultarse en la web de grado: <a href="http://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado/*/">http://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado/*/</a> 24		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE					
Grado en Ingeniería Informática					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES					
Los alumnos no tendrán que tener asignaturas, materias o módulos aprobados como requisito indispensable para cursar el módulo. No obstante se recomienda la superación de los contenidos y adquisición de competencias de las materias de formación básica.					



## BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Exclusión mutua, sincronización y comunicación entre procesos. Propiedades de seguridad y vivacidad. Algoritmos para modelos basados en memoria compartida y paso de mensajes. Semáforos y monitores. Bibliotecas de programación concurrente y distribuida. Técnicas para el diseño de aplicaciones de tiempo-real.

## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

### Competencias Específicas de la Asignatura

**R6.** Conocimiento y aplicación de los procedimientos algorítmicos básicos de las tecnologías informáticas para diseñar soluciones a problemas, analizando la idoneidad y complejidad de los algoritmos propuestos.

**R8.** Capacidad para analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados.

**R11.** Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Distribuidos, las Redes de Computadores e Internet y diseñar e implementar aplicaciones basadas en ellas.

**R14.** Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de la programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real.

### Competencias Específicas del Título

**E1.** Capacidad para concebir, redactar, organizar, planificar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería en informática que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.

**E2.** Capacidad para dirigir las actividades objeto de los proyectos del ámbito de la informática de acuerdo con los conocimientos adquiridos.

**E3.** 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.

**E4.** Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.

**E5.** Capacidad para concebir, desarrollar y mantener sistemas, servicios y aplicaciones informáticas empleando los métodos de la ingeniería del software como instrumento para el aseguramiento de su calidad

**E6.** Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes.

**E7.** Capacidad para conocer, comprender y aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática y manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

**E8.** 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.

**E9.** Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.

**E10.** Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos de informática.

**E11.** Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico en Informática.

**E12.** Conocimiento y aplicación de elementos básicos de economía y de gestión de recursos humanos, organización y planificación de proyectos, así como la legislación, regulación y normalización en el ámbito de los proyectos informáticos, de acuerdo con los conocimientos adquiridos.



## Competencias Transversales o Generales

- T1.** Capacidad de análisis y síntesis: Encontrar, analizar, criticar (razonamiento crítico), relacionar, estructurar y sintetizar información proveniente de diversas fuentes, así como integrar ideas y conocimientos.
- T2.** Capacidad de organización y planificación así como capacidad de gestión de la Información
- T3.** Capacidad de comunicación oral y escrita en el ámbito académico y profesional con especial énfasis, en la redacción de documentación técnica
- T4.** Capacidad para la resolución de problemas
- T5.** Capacidad para tomar decisiones basadas en criterios objetivos (datos experimentales, científicos o de simulación disponibles) así como capacidad de argumentar y justificar lógicamente dichas decisiones, sabiendo aceptar otros puntos de vista
- T6.** Capacidad para el uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional.
- T7.** Capacidad de comunicación en lengua extranjera, particularmente en inglés.
- T8.** Capacidad de trabajo en equipo.
- T9.** Capacidad para el aprendizaje autónomo así como iniciativa y espíritu emprendedor
- T10.** Motivación por la calidad y la mejora continua, actuando con rigor, responsabilidad y ética profesional.
- T11.** Capacidad para adaptarse a las tecnologías y a los futuros entornos actualizando las competencias profesionales.
- T12.** Capacidad para innovar y generar nuevas ideas.
- T13.** Sensibilidad hacia temas medioambientales
- T14.** Respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres
- T15.** Capacidad para proyectar los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos para promover una sociedad basada en los valores de la libertad, la justicia, la igualdad y el pluralismo.

## OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Comprender la importancia de la programación concurrente en las aplicaciones de hoy en día.
- Identificar las principales características de los distintos tipos de sistemas concurrentes que existen.
- Conocer y entender los problemas que plantea el desarrollo de programas concurrentes y que no aparecen en la programación secuencial.
- Entender los conceptos de sincronización y exclusión mutua entre procesos.



- Identificar las propiedades de seguridad y vivacidad que un sistema concurrente debe cumplir y ser capaz de razonar si dichas propiedades se cumplen.
- Conocer los principales modelos de programación concurrente, paralela y distribuida.
- Adquirir experiencia y conocimiento en los mecanismos de sincronización y comunicación que se utilizan en la actualidad para desarrollar programas concurrentes tanto para sistemas de memoria compartida como para sistemas distribuidos.
- Entender el funcionamiento de semáforos y monitores como mecanismos de sincronización para memoria compartida y comprender cómo se pueden resolver problemas de programación concurrente usando monitores.
- Ser capaz de desarrollar algoritmos para sistemas basados en memoria compartida y para sistemas distribuidos que resuelvan problemas modelo en programación concurrente.
- Conocer y ser capaz de usar bibliotecas y plataformas estandarizadas para la implementación de programas concurrentes basados en memoria compartida y para sistemas distribuidos.
- Conocer las técnicas más destacadas para el diseño de sistemas de tiempo real.

#### TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

##### **Tema 1. Introducción a la Programación Concurrente**

- 1.1. Conceptos básicos y motivación.
- 1.2. Modelo abstracto de la Programación Concurrente. Consideraciones sobre el hardware.
- 1.3. Exclusión mutua y sincronización.
- 1.4. Propiedades de sistemas concurrentes.
- 1.5. Verificación de programas concurrentes.
- 1.6. Resolución de ejercicios.

##### **Tema 2. Algoritmos y mecanismos de sincronización basados en memoria compartida**

- 2.1. Introducción a la sincronización en sistemas con memoria compartida



- 2.2. Algoritmos básicos de exclusión mutua en sistemas con memoria compartida.
- 2.3. Soluciones hardware para la exclusión mutua. Cerrojos.
- 2.4. Semáforos. Estructura y operaciones.
- 2.5. Monitores como mecanismo de alto nivel. Definición y características. Semántica de las señales de los monitores. Implementación de monitores. Verificación de monitores.
- 2.6. Resolución de ejercicios.

### **Tema 3. Sistemas basados en paso de mensajes**

- 3.1. Mecanismos básicos en sistemas basados en paso de mensajes.
- 3.2. Modelos y lenguajes de programación distribuida.
- 3.3. Bibliotecas de paso de mensajes y patrones de interacción.
- 3.4. Mecanismos de alto nivel en sistemas distribuidos. RPC y RMI.
- 3.5. Resolución de ejercicios.

### **Tema 4. Introducción a los sistemas de tiempo real**

- 4.1. Concepto de sistema de tiempo real. Medidas de tiempo y modelo de tareas.
- 4.2. Planificación de tareas periódicas con asignación de prioridades.
- 4.3. Modelos generales y específicos de tareas.
- 4.4. Resolución de ejercicios.

## **TEMARIO DE PRÁCTICAS**

**Práctica 1:** Resolución de problemas de sincronización con semáforos.

**Práctica 2:** Programación de monitores con hebras.

**Práctica 3:** Programación de aplicaciones distribuidas.

**Práctica 4:** Programación de tareas periódicas con prioridades.

## **SEMINARIOS**

**Seminario práctico 1:** Introducción a la programación multihebra usando semáforos.

**Seminario práctico 2:** Introducción a la programación multihebra con monitores.

**Seminario práctico 3:** Introducción al uso de una interfaz de paso de mensajes.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:**

- G. R. Andrews. *Foundations of Multithreaded, Parallel, and Distributed Programming*. Addison Wesley, 2000.
- M. Ben-Ari. *Principles of Concurrent and Distributed Programming*. Prentice Hall, 2nd edition. 2006.
- J. T. Palma, C. Garrido, F. Sánchez, A. Quesada. *Programación Concurrente*. Thomson-Paraninfo. 2003.
- G. R. Andrews. *Concurrent Programming: Principles and Practice*, Benjamin/Cummings, 1991.
- F. Almeida, D. Gimenez, J. M. Mantas, A.M. Vidal. *Introducción a la Programación Paralela*. Paraninfo Cengage Learning, 2008.



- V. Kumar, A. Grama, A. Gupta, G. Karypis. *Introduction to Parallel Computing*. Benjamin/Cummings Publishing Company, 2003.
- N. Santoro. *Design and analysis of distributed algorithms*. Wiley Series on parallel and distributed computing. 2007.
- A. Burns, A. Wellings. *Sistemas de Tiempo Real y Lenguajes de Programación (3ª Edición)*. Addison Wesley, 2003.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- N. Gehani, A.D. McGettrick. *Concurrent Programming*. International Computer Science Series. Addison-Wesley. 1988.
- Cameron Hughes, Tracey Hughes. *Professional Multicore Programming: Design and Implementation for C++ Developers*. Wrox Programmer to Programmer. 2008.
- C. Breshears. *The Art of Concurrency: A Thread Monkey's Guide to Writing Parallel Applications*. O'Reilly Media. 2009.
- N.A. Lynch. *Distributed Algorithms*. Morgan Kaufmann. 1996.

#### ENLACES RECOMENDADOS

Tanto en la página web de la asignatura (accesible desde [lsi.ugr.es/scd](http://lsi.ugr.es/scd)) como en la plataforma Tutor (<http://tutor2.ugr.es>) se encontrarán los enlaces recomendados para la asignatura.

#### METODOLOGÍA DOCENTE

##### 1 Lección magistral (Clases teóricas-expositivas) (grupo grande)

Descripción: Presentación en el aula de los conceptos propios de la materia haciendo uso de metodología positiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales. Evaluación y examen de las capacidades adquiridas.

Propósito: Transmitir los contenidos de la materia motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formarle una mentalidad crítica

Contenido en ECTS: 30 horas presenciales (1.2 ECTS)

Competencias: E1, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E12, T1, T3, T4, T5, T6, T10, T11, R6, R8, R11, R14

##### 2 Actividades prácticas (Clases prácticas de laboratorio) (grupo pequeño)

Descripción: Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe actuar a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos.

Propósito: Desarrollo en el alumnado de las habilidades instrumentales de la materia.

Contenido en ECTS: 15 horas presenciales (0.6 ECTS)



Competencias: E1, E3, E4, E5, E7, E8, E9, E10, E11, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T8, T10, T11, T12, T13, T14, T15, R6, R8, R11, R14

### 3. Seminarios (grupo pequeño)

Descripción: Modalidad organizativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje donde tratar en profundidad una temática relacionada con la materia. Incorpora actividades basadas en la indagación, e debate, la reflexión y el intercambio.

Propósito: Desarrollo en el alumnado de las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.

Contenido en ECTS: 10 horas presenciales (0.4 ECTS)

Competencias: E1, E4, E11, T1, T3, T4, T5, T6, T8, T10, T11, T12, T14, T15, R6, R8, R11, R14

### 4. Actividades no presenciales individuales (Estudio y trabajo autónomo)

Descripción: 1) Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma individual se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia, 2) Estudio individualizado de los contenidos de la materia 3) Actividades evaluativas (informes, exámenes, ...).

Propósito: Favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.

Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS)

Competencias: E1, E4, E7, E9, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T9, T10, T11, T12, T14, T15, R6, R8, R11, R14

### 5. Actividades no presenciales grupales (Estudio y trabajo en grupo)

Descripción: Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma grupal se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando a los estudiantes avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia.

Propósito: Favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS)

Competencias: E1, E2, E4, E5, E9, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T10, T11, T12, T14, T15, R6, R8, R11, R14

### 6. Tutorías académicas (grupo pequeño)

Descripción: manera de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basa en la interacción directa entre el estudiante y el profesor.

Propósito: 1) Orientan el trabajo autónomo y grupal del alumnado, 2) profundizar en distintos aspectos de la materia y 3) orientar la formación académica integral del estudiante.

Contenido en ECTS: 5 horas presenciales, grupales e individuales (0.2 ECTS)

Competencias: E1, E4, E7, T2, T3, T4, T5, T10, T11, T12, T14, R6, R8, R11, R14

## EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Se utilizarán alguna o algunas de las siguientes técnicas de evaluación:

- Para la parte teórica se realizarán exámenes finales o parciales, sesiones de evaluación y entregas de ejercicios sobre el desarrollo y los resultados de las actividades propuestas.
- Para la parte práctica se realizarán prácticas de laboratorio, resolución de problemas y desarrollo de proyectos (individuales o en grupo), y se valorarán las entregas de los informes/memorias realizados por los alumnos, o en su caso las entrevistas personales con los alumnos y las sesiones de evaluación.
- En el caso de la evaluación continua, los seminarios se evaluarán teniendo en cuenta la asistencia, los problemas propuestos que hayan sido resueltos y entregados por los alumnos, en su caso, las entrevistas efectuadas durante el curso y la presentación oral de los trabajos desarrollados.

Dentro de la modalidad de evaluación continua, se podrá establecer un mínimo de asistencia a clases teóricas o prácticas o a las sesiones de evaluación. Dicha información se proporcionará al principio del curso.



Para los estudiantes que se acojan a la evaluación única final, esta modalidad de evaluación estará formada por todas aquellas pruebas que el profesor estime oportunas, de forma que se pueda acreditar que el estudiante ha adquirido la totalidad de las competencias generales y específicas descritas en el apartado correspondiente de esta Guía Docente.

La calificación global corresponderá por tanto a la puntuación ponderada de los diferentes aspectos y actividades que integran el sistema de evaluación. Por tanto, el resultado de la evaluación será una calificación numérica obtenida mediante la suma ponderada de las calificaciones correspondientes a una parte teórica, una parte práctica y, en el caso de la evaluación continua, una parte relacionada con el trabajo autónomo de los alumnos, los seminarios impartidos y el aprendizaje basado en proyectos. La adaptación del sistema de evaluación general propuesto a las características de esta asignatura, con indicación explícita del peso de la evaluación de cada actividad formativa, se ajustará a lo indicado en la siguiente tabla:

Actividades Formativas	Ponderación
Parte Teórica	45% - 50%
Parte Práctica	45% - 50%
Otros (seminarios, ...)	Hasta un 10%

Para aprobar la asignatura es necesario tener una calificación numérica superior o igual a 5 (sobre 10). No obstante, además del requisito anterior, se establece como requisito adicional para superar la asignatura que tanto la calificación correspondiente a la parte teórica como la correspondiente a la parte práctica sean mayores o iguales a 4 (sobre 10).

Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la Normativa de evaluación y calificación de los estudiantes vigente en la Universidad de Granada, que puede consultarse en: <http://secretariageneral.ugr.es/bougr/pages/bougr71/ncg712/>

El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el art. 5 del R. D 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en el territorio nacional.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

Definición de grupo grande y grupo pequeño:

Los grupos grandes son grupos de 45 a 60 estudiantes.

Los grupos pequeños son grupos de 15 a 20 estudiantes.

