

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|--|---|-------|---|----------|----------|
| Complementos de Ingeniería del Software | Complementos de Programación Paralela y Sistemas Operativos | 4º | 8º | 6 | Optativa |
| PROFESORES | | | DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.) | | |
| <ul style="list-style-type: none"> José Miguel Mantas Ruiz: Grupo Teoría y de Prácticas | | | E.T.S. de Ingeniería en Informática y Telecomunicaciones. Planta 3ª, Desp. 20. C./ Periodista Daniel Saucedo Aranda s/n. 18071 Granada. Universidad de Granada jmmantas@ugr.es. Tfno: 958243176 | | |
| COORDINADOR DE LA ASIGNATURA: José Miguel Mantas Ruiz | | | ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS | | |
| | | | http://lsi.ugr.es/lsi/jmmantas | | |
| GRADO EN EL QUE SE IMPARTE | | | OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR | | |
| Grado en Ingeniería Informática | | | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES | | | | | |
| Se recomienda tener cursadas las asignaturas básicas y obligatorias relativas a programación de ordenadores y sistemas concurrentes. | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO) | | | | | |
| Sistemas paralelos y modelos de programación paralela. Metodología de diseño de algoritmos paralelos. Análisis de algoritmos paralelos. Esquemas algorítmicos paralelos. Lenguajes y bibliotecas de programación paralela. | | | | | |



COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Competencias Generales del Título

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

Competencias Básicas

- **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.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Objetivos formativos particulares

- Conocer la importancia y aplicaciones de la programación paralela en la actualidad.
- Adquirir los conceptos básicos de la computación paralela, incluyendo el conocimiento de los modelos de computación paralela más destacados.
- Conocer los modelos de programación paralela más extendidos y las principales herramientas software que los sustentan.
- Ser capaz de evaluar el rendimiento de un algoritmo paralelo, en función de su interés en aplicaciones concretas, utilizando técnicas de modelado propias del ámbito de la computación paralela.
- Conocer las principales técnicas de descomposición y asignación de tareas, y saber usarlas para diseñar algoritmos paralelos.
- Identificar los factores de diseño que más influyen en el rendimiento de una aplicación paralela.
- Conocer y saber usar los esquemas algorítmicos más frecuentes en el desarrollo de software paralelo.
- Adquirir las habilidades propias de la programación paralela en un entorno de memoria compartida y en un entorno de memoria distribuida.
- Conocer y adquirir experiencia en el uso de los lenguajes y bibliotecas más usados para la implementación de programas paralelos.
- Ser capaz de escribir, compilar, ejecutar y evaluar experimentalmente programas paralelos en un ordenador paralelo.

Objetivos formativos de carácter general

- Ser capaz de desarrollar, mantener y evaluar servicios y sistemas software que satisfagan todos los requisitos del usuario y se comporten de forma fiable y eficiente, sean asequibles de desarrollar y mantener y cumplan normas de calidad, aplicando las teorías, principios, métodos y prácticas de la Ingeniería del Software.
- Ser capaz de identificar y analizar problemas y diseñar, desarrollar, implementar, verificar y documentar soluciones software sobre la base de un conocimiento adecuado de las teorías, modelos y técnicas actuales.



- Ser capaz de diseñar soluciones apropiadas en uno o más dominios de aplicación utilizando métodos de la ingeniería del software que integren aspectos éticos, sociales, legales y económicos.
- Ser capaz de analizar y evaluar arquitecturas de computadores, incluyendo plataformas paralelas y distribuidas, así como desarrollar y optimizar software de para las mismas.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

- Tema 1. **Introducción a los sistemas paralelos y a la programación paralela**
Motivación y aspectos de la programación paralela. Introducción a los sistemas de cómputo paralelo, a los modelos de programación paralela y al estudio del rendimiento de un sistema paralelo.
- Tema 2. **Lenguajes e Interfaces para programación paralela**
Lenguajes e interfaces para la programación de Procesadores Gráficos (GPUs). Programación multihebra de memoria compartida con OpenMP.
Programación paralela y distribuida usando la interfaz de paso de mensajes, MPI.
- Tema 3. **Metodología de diseño de algoritmos paralelos**
Técnicas de descomposición en tareas. Técnicas de asignación de tareas y equilibrado de carga

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios/Talleres

- Seminario 1: Introducción a la programación de GPUs usando CUDA C.
- Seminario 2: Introducción al desarrollo de programas paralelos usando MPI.

Prácticas de Laboratorio

Práctica 1. **Implementación eficiente en GPU de algoritmos de cálculo intensivo usando CUDA C.**

Práctica 2. **Implementación en memoria compartida (usando OpenMP) y en memoria distribuida (usando MPI) de un algoritmo paralelo de datos.**

Práctica 3. **Implementación distribuida de un algoritmo de equilibrado dinámico de la carga usando MPI.**

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- G. Barlas. Multicore and GPU Programming. An Integrated Approach. Morgan Kaufmann.. 2015.
- John Cheng, Max Grossman, Ty McKercher. *Professional CUDA C Programming*. John Wiley & Sons, 2014.
- F. Almeida, D. Gimenez, J. M. Mantas, A.M. Vidal . *Introduccion a la Programacion Paralela*. Paraninfo Cengage Learning, 2008.



- David B. Kirk, Wen-mei W. Hwu. *Programming Massively Parallel Processors, Second Edition: A Hands-on Approach*. Morgan Kaufmann. 2012.
- V. Kumar , A. Grama, A. Gupta, G. Karypis. *Introduction to Parallel Computing*. Benjamin/Cummings Publishing Company, 2003.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Nicholas Wilt . *CUDA Handbook: A Comprehensive Guide to GPU Programming*. Addison-Wesley, 2013.
- Storti Duane, Yurtoglu Mete. *CUDA for Engineers: An Introduction to High-Performance Parallel Computing*, Prentice Hall. 2015.
- Thomas Rauber, Gudula Rünger. *Parallel Programming: for Multicore and Cluster Systems*. Springer Verlag. 2010.

ENLACES RECOMENDADOS

- Página web de documentación de la asignatura: <http://lsi.ugr.es/ppr>
- Plataforma PRADO2: <http://prado.ugr.es/moodle/>

METODOLOGÍA DOCENTE

- **Lección magistral (Clases teóricas-expositivas) (grupo grande)**
 Descripción: Presentación en el aula de los conceptos propios de la materia haciendo uso de metodología expositiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales.
 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: E6, CB1
 Metodologías empleadas: Lección Magistral, Resolución de Problemas, Resolución de Casos Prácticos, Exposición de Trabajos Tutelados.
- **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: E6, E9
 Metodologías empleadas: Taller de Programación, Resolución de Problemas, Aula de Informática, Desarrollo de Proyectos.
- **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, el 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: E6, E9, CB1



Metodologías docentes: Taller de Programación.

- **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: E6, E9, CB1

- **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: E6, E9, CB1

- **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: E6, E9, CB1



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

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:

https://lsi.ugr.es/lsi/normativa_examenes

- Preferentemente, la evaluación se ajustará al sistema de evaluación continua del aprendizaje del estudiante siguiendo el artículo 7 de la anterior Normativa.

Se utilizarán las siguientes técnicas de evaluación:

- Para la **parte teórica**, se valorarán las siguientes tareas:
 - **Resolución de ejercicios/problemas**, tanto mediante entregas de ejercicios resueltos como mediante su resolución en pizarra, así como la participación activa del estudiante en clase. Se exigirán al menos dos aportaciones del estudiante en este tipo de tareas. Cada aportación individual podrá suponer una ponderación máxima del 20% en la evaluación de la parte teórica.
 - **Entrega y presentación de trabajos** por parte del estudiante. Esta tarea podrá suponer una ponderación de hasta el 40% en la evaluación de la parte teórica.
- Para la **parte práctica** se realizarán **prácticas de programación y desarrollo de miniproyectos** (individuales o en grupo), y se valorarán las entregas de los informes realizados por los estudiantes y las entrevistas personales con los mismos. La ponderación de cada una de las prácticas en la evaluación será la siguiente:

| Práctica | 1 | 2 | 3 |
|-------------|-----|-----|-----|
| Ponderación | 35% | 30% | 35% |

- En su caso, los **seminarios** se evaluarán teniendo en cuenta los problemas propuestos que hayan sido resueltos y entregados por los alumnos, su participación activa en clase y la presentación de los trabajos desarrollados.
- 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 su caso, una parte relacionada con el trabajo autónomo de los alumnos y los seminarios impartidos. 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:



| Actividad Formativa | Ponderación |
|-------------------------|--------------|
| Parte teórica | 40 % |
| Parte práctica | 60 % |
| Otros (seminarios, ...) | Hasta un 10% |

En cualquiera de los modalidades de evaluación (ordinaria o única final), 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 3 (sobre 10).

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.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

La evaluación de los estudiantes en la convocatoria extraordinaria se registrará por los mismos criterios y constará de las mismas pruebas que las indicadas en este documento para la evaluación única final (ver más abajo).

RÉGIMEN DE ASISTENCIA

- La asistencia a las clases teóricas no será obligatoria, aunque la participación activa en clase y la entrega de ejercicios planteados por el profesor se tendrá en cuenta dentro del sistema de evaluación continua de la asignatura.
- Se requerirá, siguiendo el sistema de evaluación continua, que el estudiante asista al menos a alguna de las sesiones prácticas dentro de los límites de entrega de cada práctica y defienda ante el profesor el resultado de la correspondiente práctica.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

Para los estudiantes que se acojan a la **evaluación única final** o que se presenten a la **convocatoria extraordinaria**, la evaluación se llevará a cabo mediante dos sesiones:

- Una sesión de evaluación para la parte teórica basada en resolución de ejercicios y problemas, que permitirá al estudiante obtener un máximo de 4 puntos sobre 10 en la calificación numérica.
- Una sesión de evaluación para la parte práctica, consistente en la entrega y defensa, por parte del estudiante, de los informes realizados en sus prácticas, que permitirá al estudiante obtener un máximo de 6 puntos sobre 10 en la calificación numérica.

La calificación global corresponderá a la suma de las puntuaciones obtenidas en ambas sesiones de evaluación, siempre que se haya obtenido al menos el 30% del máximo de puntos en cada parte.



| |
|--|
| |
| 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. |

