

Guía docente de la asignatura Computación Paralela

Asignatura	COMPUTACION PARALELA		
Materia	COMPUTACION		
Módulo	TECNOLOGIAS ESPECIFICAS		
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA		
Plan	545	Código	46929
Periodo de impartición	2do· CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OPTATIVA (Mención IS, Mención TI, Mención CO)
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	3º
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	ARTURO GONZALEZ ESCRIBANO YURI TORRES DE LA SIERRA DIEGO GARCIA ALVAREZ		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5613 E-MAIL (1): arturo@infor.uva.es E-MAIL (2): yuri.torres@infor.uva.es E-MAIL (3): dieggar@infor.uva.es		
Horario de tutorías	Véase www.inf.uva.es → Alumno → Apoyo → Tutorías		
Departamento	INFORMÁTICA (ATC, LSI, CCIA)		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

Esta asignatura es parte de la materia “Complementos de Ingeniería de Computadores”, compuesta además por las asignaturas Arquitecturas de Computación Avanzadas”, “Sistemas Empotrados”, “Rendimiento y Evaluación de Computadoras”, “Hardware Empotrado”, y “Diseño de Sistemas Digitales”. Se trata de ofrecer al alumno una visión unificada de la programación de sistemas que permiten explotar paralelismo.

1.2 Relación con otras materias

Está relacionada con la asignatura “Arquitecturas de Computación Avanzada”, que estudia los componentes hardware de los sistemas cuya programación es objeto de estudio en esta asignatura.

1.3 Prerrequisitos

Se presupone que el alumno dispone de experiencia previa en el manejo del lenguaje de programación C y el interfaz de comandos de UNIX. Se presupone que tiene conocimientos generales sobre el funcionamiento y arquitectura de sistemas de cómputo y sistemas operativos.

2. Competencias

2.1 Generales y transversales

Código	Descripción
CG6	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 las competencias de formación especificadas a continuación en esta sección de la memoria.
CG8	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.
CT1	Capacidad de análisis y de síntesis.
CT3	Comunicación oral y escrita en la lengua propia.
CT5	Habilidades de gestión de la información
CT7	Toma de decisiones
CT9	Trabajo en equipo
CT13	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
CT14	Capacidad de aprender
CT15	Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
CT16	Habilidad para trabajar de forma autónoma

2.2 Específicas

Código	Descripción
CO1	Capacidad para tener un conocimiento profundo de los principios fundamentales y modelos de la computación y saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la informática.
CO3	Capacidad para evaluar la complejidad computacional de un problema, conocer estrategias algorítmicas que puedan conducir a su resolución y recomendar, desarrollar e implementar aquella que garantice el mejor rendimiento de acuerdo con los requisitos establecidos.
IC3	Capacidad de analizar y evaluar arquitecturas de computadores, incluyendo plataformas paralelas y distribuidas, así como desarrollar y optimizar el software de para las mismas.
IC5	Capacidad de analizar, evaluar y seleccionar las plataformas hardware y software más adecuados para el soporte de aplicaciones empotradas y de tiempo real.

3. Objetivos

- Comprender los modelos y técnicas empleados para evaluar la mejora del rendimiento en las soluciones que explotan paralelismo.
- Conocer los principios de diseño y la estructura de los sistemas de memoria compartida, distribuida, los sistemas multinúcleo y los híbridos y heterogéneos.
- Ser capaz de implementar soluciones paralelas en programación multihilo.
- Ser capaz de implementar soluciones paralelas en programación con paso de mensajes.
- Ser capaz de implementar soluciones paralelas en programación de GPUs.

4. Bloques temáticos

Bloque 1: Sistemas de computación paralela.

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Contextualización y justificación

Este bloque temático comprende una descripción de los conceptos básicos de funcionamiento del hardware y software paralelo, así como una visión general de los mecanismos de programación de sistemas paralelos basados en el uso conjunto de múltiples CPUs, tanto en su vertiente de memoria compartida como distribuida, y la programación de aplicaciones masivamente paralelas para su ejecución en unidades de procesamiento gráfico de propósito general (GP-GPUs).

b. Objetivos de aprendizaje

- Comprender los modelos y técnicas empleados para evaluar la mejora del rendimiento en las soluciones que explotan paralelismo.
- Conocer los principios de diseño y la estructura de los sistemas de memoria compartida, distribuida, los sistemas multinúcleo y los híbridos y heterogéneos.
- Ser capaz de implementar soluciones paralelas en programación multihilo.
- Ser capaz de implementar soluciones paralelas en programación con paso de mensajes.
- Ser capaz de implementar soluciones paralelas en programación de GPUs.

c. Contenidos

Tema 1: Introducción a la computación paralela

- Concurrencia y Paralelismo: conceptos fundamentales.
- Complejidad y paralelismo
- Arquitecturas paralelas y heterogéneas.
- Algoritmos y diseño de aplicaciones paralelas

Tema 2: Programación de sistemas de memoria compartida con OpenMP

- ¿Qué es OpenMP?
- Modelo de ejecución y memoria compartida de OpenMP.
- Componentes de OpenMP: directivas y cláusulas.
- Directivas para la construcción de paralelismo.
- Funciones y variables de entorno.
- Directivas de sincronización.
- Tareas OpenMP.

Tema 3: Programación de sistemas de memoria distribuida con MPI

- Introducción a MPI: Motivación, objetivos, historia y terminología
- Interfaz MPI: inicialización y finalización, mensajes MPI, Datatypes
- Comunicaciones punto a punto
- Modos de comunicación y comunicaciones no bloqueantes
- Comunicaciones colectivas: broadcast, scatter/gather, reducciones
- Tipos de datos derivados
- Creación y manejo de comunicadores
- Tratamiento y depuración de errores

Tema 4: Programación GP-GPUs con CUDA

- Introducción a las GPUs.
- Modelo arquitectónico CUDA: recursos y jerarquía de memoria.
- Modelo básico de programación CUDA: modelo de memoria, threads, bloques
- Entorno de ejecución CUDA: compilación y ejecución
- Otros mecanismos y conceptos: memoria compartida, reducciones, streams.

d. Métodos docentes

Las actividades presenciales se realizarán por todo el grupo de forma conjunta cuando el espacio en el aula permita cumplir las normas de distanciamiento y seguridad. En caso contrario se utilizará modalidad semipresencial, con un grupo en el aula y otro asistiendo de forma telemática con rotación de los grupos cada semana.

Actividades presenciales

- Clase magistral participativa
- Estudio de casos en aula y en laboratorio
- Resolución de problemas
- Desarrollo de proyectos
- Metodologías de gamificación competitiva y colaborativa

Actividades no presenciales

- Estudio personal, preparación de sesiones.
- Participación en chats y foros colaborativos.
- Desarrollo de proyectos y participación en concursos de programación.

e. Plan de trabajo

Se publicará en la plataforma de docencia virtual.

f. Evaluación

La evaluación se realizará de forma continua, en base a entregables: proyectos y concursos de programación, participación en tareas colaborativas e hitos de gamificación. En la convocatoria extraordinaria se realizará un examen final basado en ejercicios de programación y/o preguntas cortas. El contenido del examen cubrirá la parte teórica, práctica y de laboratorio.

g.1. Bibliografía básica

- *Introducción a la programación paralela*, Francisco Almeida et al., Paraninfo, ISBN 8497326741

g.2. Bibliografía complementaria

- *Fundamentos de Informática y Programación en C*, Diego R. Llanos Ferraris, primera edición, editorial Paraninfo, 2010, ISBN 978-84-9732-792-3.
- *Multicore and GPU Programming: An Integrated Approach*. Gerassimos Barlas. Morgan Kaufmann, 2015. ISBN: 978-0-12-417137-4
- *Using OpenMP: portable shared memory parallel programming*, Barbara Chapman, Gabriele Jost, Ruud van der Pas. MIT press, 2008, ISBN: 978-0-262-53302-7
- *Using MPI: Portable Parallel Programming with the Message-passing Interface*, 3º ed. W. Gropp, E. Lusk, and A. Skjellum, MIT Press, 2015, ISBN 978-0262527392
- *Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach*, 2ª edición, David Kirk and Wenmei W. Hwu, Morgan Kaufmann, 2013, ISBN 978-0-12-415992-1
- *CUDA By Example: An Introduction to General-Purpose GPU*, Jason Sanders and Edward Kandrot, Addison-Wesley, ISBN 013138768

h. Recursos necesarios

- Laboratorio de la Escuela de Informática asignado al programa GPU Education Center.
- Acceso remoto a las instalaciones y servidores de cómputo paralelo del Departamento y Escuela de Informática.
- Acceso al aula virtual.
- Herramientas y app de comunicación on-line.

i. Temporalización

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Sistemas de computación paralela	6 ECTS	Semanas 1 a 13

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Actividad	Metodología
Clase de teoría	<ul style="list-style-type: none">Clase magistral participativaEstudio de casos en aulaResolución de problemas
Clase práctica	<ul style="list-style-type: none">Clase magistral participativa.Realización de proyectos guiados. Técnicas de gamificación y participación en concursos de programación.
Seminarios	<ul style="list-style-type: none">Talleres de aprendizaje
Foro/chat colaborativo	<ul style="list-style-type: none">Participación en foro/chat colaborativo con técnicas de gamificación.
Tutoría	<ul style="list-style-type: none">Seguimiento y evaluación de los contenidos teóricos y de los proyectos

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	24	Estudio y trabajo autónomo individual	30
Clases prácticas de aula (A)	0	Realización de proyectos, participación en concursos	30
Laboratorios (L)	30	Participación en foro/chat colaborativo	30
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	6		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación	0		
Total presencial	60	Total no presencial	90

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Prácticas: Evaluación del desarrollo, concursos y entregas.	50%	Prácticas, proyectos y entregables, concursos de programación.
Examen/es: Examen/es teórico/prácticos	40%	Examen/es de problemas de programación relacionados con la parte práctica.
Participación en chat/foro colaborativo y bonificaciones relacionadas con gamificación.	20%	Participación en foros, tareas de apoyo técnico a compañeros, hitos en los concursos y tareas colaborativas.
Examen convocatoria extraordinaria	Hasta 90%	Examen/es finales de problemas de programación relacionados con las prácticas.

Notas importantes:

1. Se realizarán tres evaluaciones de prácticas, una por cada tema principal de la asignatura. En cada una de ellas será necesario obtener un 4.0 sobre 10.
2. Examen/es de convocatoria ordinaria: Es necesario tener la nota mínima requerida en la parte práctica de un tema para poder presentarse al examen de ese tema.
3. La nota mínima requerida en el examen de cada tema es también de 4.0.
4. Nota final: Si se superan los mínimos requeridos, cada tema se evaluará con hasta 9 puntos sobre 10 (50% nota práctica, 40% nota del examen). Se calculará la media aritmética de las notas de los tres temas. La participación colaborativa y bonificaciones de gamificación se evalúa sobre 2 puntos (20%) y se añade a la nota anterior si se han superado las notas mínimas requeridas. Esto permite sumar hasta 11 puntos sobre 10. La puntuación final se cortará en 10 en caso de superarse este límite.
5. Para aprobar la asignatura la nota final deberá ser igual o superior a 5.0 sobre 10 puntos.
6. Convocatoria extraordinaria: El alumno deberá presentarse al examen de los temas en los que la evaluación de la práctica o del examen de ordinaria no alcanza la nota mínima requerida, o se podrá presentar a los temas que desee si alcanza los mínimos en cada parte pero no llega al 5.0 de nota total.
7. La nota definitiva de un tema será la nota obtenida en el examen de convocatoria extraordinaria si es menor que 4.0, o si es mayor que la nota de prácticas. En otro caso, la nota definitiva del tema será la media ponderada entre la nota de prácticas y el examen.
8. La nota final en convocatoria extraordinaria se calculará de la misma forma que en convocatoria ordinaria con las nuevas notas actualizadas tras el examen.
9. Se considerarán como "no presentados" en la convocatoria ordinaria a los alumnos que no presenten ningún entregable durante la evaluación continua y no se presenten a ningún examen.

9. Consideraciones finales