

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA¹

Curso académico: 2025/2026

Identificación y características de la asignatura			
Código ²	501304	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Computación Paralela		
Denominación (inglés)	Parallel Computing		
Titulaciones ³	Grado en Ingeniería Informática en Ingeniería de Computadores		
Centro ⁴	Escuela Politécnica		
Semestre	8	Carácter	Optativa
Módulo	Módulo 4: De Optatividad en Ingeniería de Computadores		
Materia	Sistemas de Altas Prestaciones		
Profesorado			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Juan Mario Haut Hurtado	EI 17	juanmariohaut@unex.es	https://mhaut.github.io
Área de conocimiento	Arquitectura y Tecnología de Computadores		
Departamento	Tecnología de los Computadores y de las Comunicaciones		
Profesor/a coordinador/a ⁵ (si hay más de uno)			
Competencias ⁶			
<p>1. Competencias básicas</p> <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 			

¹ En los casos de planes conjuntos, coordinados, intercentros, pceos, etc., debe recogerse la información de todos los títulos y todos los centros en una única ficha.

² Si hay más de un código para la misma asignatura, ponerlos todos.

³ Si la asignatura se imparte en más de una titulación, consignarlas todas, incluidos los PCEOs.

⁴ Si la asignatura se imparte en más de un centro, incluirlos todos

⁵ En el caso de asignaturas intercentro, debe rellenarse el nombre del responsable intercentro de cada asignatura

⁶ Deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
<p>2. Competencias generales</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>CG09 - 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.</p>
<p>3. Competencias Técnicas/Específicas</p> <p>CIC03: Capacidad de analizar y evaluar arquitecturas de computadores, incluyendo plataformas paralelas y distribuidas, así como desarrollar y optimizar software para las mismas.</p>
Contenidos⁶
Breve descripción del contenido
<p>En la asignatura se estudiará en detalle el lenguaje de programación OpenCL para programación paralela heterogénea. Para ello se realizarán prácticas que resuelvan problemas típicos de programación paralela usando dicho lenguaje en una arquitectura tipo clúster. Usando dicha arquitectura, se realizarán estudios comparativos en memoria compartida, comparando implementaciones OpenMP con implementaciones OpenCL, así como en memoria distribuida, realizando implementaciones híbridas MPI-OpenMP y MPI-OpenCL. En ambos casos, se analizará el impacto que se produce al paralelizar el código usando dichas metodologías.</p>
Temario de la asignatura
Denominación del tema 0: Presentación de la asignatura a los estudiantes.
<p>Denominación del tema 1: Introducción a la computación paralela</p> <p>Contenidos del tema 1:</p> <p>1.1. Introducción.</p> <p>1.2. ¿Por qué necesitamos cada vez más rendimiento?</p> <p>1.3. Problemas de los programas paralelos.</p> <p>1.4. Recordatorio de las medidas de rendimiento.</p> <p>1.5. Diseño de programas paralelos.</p> <p>1.6. Programación paralela híbrida MPI-OpenMP.</p>
<p>Denominación del tema 2: OpenCL Básico</p> <p>Contenidos del tema 2:</p> <p>2.1. Introducción.</p> <p>2.2. Arquitectura OpenCL.</p> <p>2.3. Programando con OpenCL.</p>
<p>Denominación del tema 3: OpenCL Avanzado.</p> <p>Contenidos del tema 3:</p> <p>3.1. Optimizaciones OpenCL.</p> <p>3.2. Gestión de imágenes 2D y 3D en OpenCL.</p> <p>3.3. Hibridación MPI-OpenCL.</p> <p>3.4. Diferencias entre plataformas.</p> <p>3.5. Sincronización local y global.</p> <p>3.6. Extensiones OpenCL.</p>

Actividades formativas ⁷								
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	2	2		0			0	0
1	25,5	8		4			0,5	13
2	63,5	10		12			1,5	40
3	55	8		12			1	34
Evaluación⁸	4	2		2			0	0
TOTAL	150	30		30			3	87

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).

CH: Actividades de prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

L: Actividades de laboratorio o prácticas de campo (15 estudiantes). **En esta asignatura y en otras de la titulación, por orden del Vicerrectorado de Profesorado, el tamaño de los grupos de laboratorio es de 20 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 aula

Se emplearán distintas actividades en el aula, dirigidas al grupo completo o a pequeños grupos. Principalmente, se realizarán clases expositivas para el desarrollo de los contenidos fundamentales de la asignatura y, para conseguir la participación activa de los estudiantes, se llevarán a cabo actividades breves individuales o en grupo que permitan aplicar los conceptos expuestos y resolver problemas.

Sesiones de laboratorio y/o seminario

Se realizarán actividades prácticas bajo la dirección del profesor. Se podrán incluir actividades previas y posteriores a las sesiones de laboratorio y seminario que ayuden a conseguir los objetivos propuestos. Las actividades propuestas se aproximarán, en la medida de lo posible, a las actividades reales a las que se enfrenta un Ingeniero de Computadores en su desarrollo profesional.

Tutorías programadas

En estas tutorías programadas individuales o en grupos pequeños se realizará un seguimiento más individualizado del estudiante, con actividades de formación y orientación. Estas tutorías servirán para guiar al estudiante en la toma de decisiones, evaluar los trabajos realizados y fomentar las actitudes propias de los profesionales del ámbito de la Informática.

Trabajo y estudio individual no presencial

Realización de actividades, trabajos y estudio por parte del estudiante, de manera autónoma, individualmente o en grupo. Se fomentarán las tareas no presenciales similares a las que realiza un ingeniero en su ámbito profesional.

Resultados de aprendizaje⁶

Tras superar la asignatura, el alumno

- Conocerá cómo explotar las técnicas de los sistemas operativos actuales (Linux) sobre arquitecturas multinúcleo para: primero, compartir segmentos de memoria y, segundo,

⁷ Esta tabla debe coincidir exactamente con lo establecido en la ficha 12c de la asignatura.

⁸ Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

comunicar procesos de forma eficiente, haciendo uso de instrucciones atómicas para programar estructuras de datos lock-free (sin bloqueo) y evitando el problema de la falsa compartición de datos.

- Sabrá cómo explotar un clúster de nodos multinúcleo, así como coprocesadores hardware (Xeon Phi, GPUs, ...) mediante OpenCL y MPI, comprendiendo cómo evaluar las prestaciones de estas plataformas.

Conocerá y aplicará en actividades avanzadas las competencias transversales fundamentales de la profesión.

Sistemas de evaluación⁶

Sistema de Evaluación Continua

La evaluación se realizará a través de trabajos prácticos. Para ello, el alumno deberá realizar y entregar las diferentes tareas que se propongan en el laboratorio. Las notas se agruparán en dos partes, notas de prácticas y notas del trabajo. Ambas partes deberán tener una calificación igual o superior a 5 para superar la asignatura, considerándose compensable aquella parte con una calificación igual o superior a 4.5, permitiendo, en este caso, hacer media la calificación de la otra parte. En cualquier caso, para superar la asignatura deberá obtenerse una nota media final de 5 o más. Cualquier parte de la asignatura con una calificación de al menos 5, se guardará para todas las convocatorias **DEL MISMO CURSO ACADÉMICO**.

La ponderación de las calificaciones de las actividades de evaluación es la siguiente:

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 tanto de forma presencial como no presencial, utilizando la plataforma virtual	54.4%
Pruebas de ejecución y supuestos prácticos (fases de análisis y síntesis).	36%
Informes técnicos escritos y presentaciones orales de trabajos.	9.6%

Sistema de Evaluación Global

En caso de que el alumno indique, tal y como recoge la normativa de evaluación vigente, la renuncia a la evaluación continua, la evaluación se hará mediante un examen final de certificación que supondrá el 100% de la nota. Dicho examen final consistirá en un examen Teórico-Práctico de forma que cubra todos los conceptos importantes de la materia y tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica.

Política respecto a copias

Cualquier ejercicio de evaluación 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, que obligatoriamente deberá obtener un mínimo de 5 en cada parte de la asignatura para poder hacer media.
- Si se detecta que un alumno copia una segunda vez, perderá toda posibilidad de evaluación continua, debiendo presentarse obligatoriamente al examen final de forma análoga a los alumnos que opten por la evaluación global.

Bibliografía (básica y complementaria)

Básica

- J. Aguilar, E. Leiss: "Introducción a la computación paralela".
- P. Pacheco: "An introduction to parallel programming".
- OpenMP Specification 4.0. <http://openmp.org/wp/openmp-specifications/>
- MPI: A Message-Passing Interface Standard Version 3.0. MPI Forum. <http://www.mpi-forum.org/docs/mpi-3.0/mpi30-report.pdf>
- Lee Howes and Aaftab Munshi, "The OpenCL Specification. Version: 2.0. Document Revision: 26", Khronos OpenCL Working Group, 2014.

Complementaria

- J. M. Mantas Ruiz: "Metodología de diseño de algoritmos paralelos".
- José M. Alonso: "Programación de aplicaciones paralelas con MPI (Message Passing Interface)".
- AMD, "Introduction to OpenCL Programing. Training Guide", 2010
- Benedict R. Gaster, Lee Howes, David R. Kaeli, Perhaad Mistry, Dana Schaa, "Heterogeneous Computing with OpenCL. Revised OpenCL 1.2 Edition", Morgan Kaufmann, 2013.

Aaftab Munshi, "The OpenCL C Specification. Version: 2.0. Document Revision: 26", Khronos OpenCL Working Group, 2014.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

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