

ARQUITECTURA DE COMPUTADORES

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Formación específica de rama	Estructura y Arquitectura de Computadores	2º	4º	6	Obligatoria
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<p>Profesores responsables: Mancia Anguita López Julio Ortega Lopera</p> <p>Profesores de teoría: Mancia Anguita López Julio Ortega Lopera</p> <p>Profesores de prácticas: Mancia Anguita López Oresti Baños María Isabel García Arenas Enrique Jaime Fernández Sánchez Luis Javier Herrera Maldonado Antonio Mora García Christian Morillas Gutiérrez</p> <p>Más información https://swad.ugr.es/?CrsCod=5051 (Usuarios->Lista profesores)</p>			<p>Dpto. Arquitectura Tecnología Computadores ETS Ingenierías Informática Telecomunicación C/Daniel Saucedo Aranda s/n 18071-Granada Se pueden consultar más detalles en el directorio de la ugr http://directorio.ugr.es/ y en la plataforma docente https://swad.ugr.es/?CrsCod=5051 en Usuarios->Fichas profesores (requiere iniciar sesión)</p>		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
			<p>Se puede consultar en la web de grados http://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado*/2A y en la plataforma docente https://swad.ugr.es/?CrsCod=5051 en Usuarios->Horario de tutorías (requiere iniciar sesión)</p>		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Ingeniería Informática					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Se recomienda la superación de los contenidos y adquisición de competencias de las materias de formación básica, particularmente de Tecnología y Organización de Computadores.					



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

Estructura y clasificación de arquitecturas paralelas (procesadores, multiprocesadores, multicomputadores y sistemas distribuidos). Clasificación del paralelismo de una aplicación. Arquitecturas ILP. Programación eficiente de ILP (mecanismos y algoritmos básicos de optimización de código). Procesadores multihebra, multicores y multiprocesadores. Programación paralela. Evaluación de prestaciones.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Competencias Específicas de la Asignatura:

- R1. Capacidad para diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente.
- R4. Capacidad para elaborar el pliego de condiciones técnicas de una instalación informática que cumpla los estándares y normativas vigentes.
- 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.
- R9. Capacidad de conocer, comprender y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman.
- 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)

- Explicar las diferentes clasificaciones de arquitecturas paralelas.
- Distinguir entre procesamiento paralelo y procesamiento distribuido, y asociarlos con las arquitecturas que se utilizan para implementarlos.
- Relacionar el paralelismo implícito en una aplicación con las arquitecturas que lo aprovechan.
- Afrontar el análisis y el diseño de un núcleo ILP.
- Describir lo que hace un compilador y el programador para aprovechar una arquitectura ILP. Implementar código que aproveche la arquitectura ILP. Distinguir entre las prestaciones del procesador, las del compilador y las del programa que ejecute el computador.
- Explicar los conceptos de ganancia en prestaciones y la ley de Amdahl.
- Describir la estructura y organización de arquitecturas multihebra, multinúcleo y multiprocesador.
- Explicar lo que hace un compilador para aprovechar una arquitectura multinúcleo y multiprocesador.
- Expresar un algoritmo de forma apropiada para que se pueda ejecutar en multinúcleos y multiprocesadores. Escribir código que aproveche la arquitectura multinúcleo y multiprocesador.
- Explicar la necesidad de mantener coherencia entre caches y entre cache y memoria principal. Afrontar el análisis y diseño de protocolos de mantenimiento de coherencia en multicores y multiprocesadores.
- Distinguir entre los diferentes tipos de modelos de consistencia de memoria. Explicar la influencia en las prestaciones de un computador del modelo de consistencia de memoria.



- Implementar código que aproveche el modelo de consistencia de memoria y las instrucciones máquina de sincronización. Implementar mecanismos básicos de sincronización.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

Tema 1. Arquitecturas paralelas: clasificación y prestaciones

Computación paralela y computación distribuida
Clasificaciones de arquitecturas y sistemas paralelos
Clasificaciones del paralelismo implícito en una aplicación
Evaluación de prestaciones

Tema 2. Programación paralela

Modos de programación paralela
Herramientas de programación paralela
Alternativas de comunicación/sincronización
Estilos/paradigmas de programación paralela
Estructuras de programas o algoritmos paralelos
Proceso de paralelización
Evaluación de prestaciones

Tema 3. Arquitecturas con paralelismo a nivel de Thread (TLP)

Arquitecturas TLP
Coherencia en el sistema de memoria en multiprocesadores
Consistencia del sistema de memoria
Sincronización

Tema 4. Arquitecturas con paralelismo a nivel de instrucción (ILP)

Arquitecturas superescalares
Arquitecturas VLIW

Tema 5. Arquitecturas de propósito específico

Arquitecturas SIMD
Arquitecturas de GPU (*Graphics Processing Unit*)

TEMARIO PRÁCTICO:

Bloque 0 (seminario y práctica): Entorno de programación: Eclipse y Torque

Bloque 1 (seminario y práctica): Programación paralela I: Directivas OpenMP

Bloque 2 (seminario y práctica): Programación paralela II: Cláusulas OpenMP

Bloque 3 (seminario y práctica): Programación paralela III: Interacción con el entorno en OpenMP

Bloque 4 (seminario y práctica): Optimización de código en arquitecturas ILP



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- J. Ortega, M. Anguita, A. Prieto. *Arquitectura de Computadores*. Thomson, 2005. ESIIT/C.1 ORT arq
- T. Rauber, G. Ränder. *Parallel Programming: for Multicore and Cluster Systems*. Springer 2010. Disponible en línea (biblioteca UGR): <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-04818-0>

Prácticas:

- B. Chapman, G. Jost and R. van der Pas, *Using OpenMP: Portable Shared Memory Parallel Programming*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2008, pp. 353. ESIIT/D.1 CHA usi

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- B. Wilkinson, *Parallel programming : techniques and applications using networked workstations and parallel computer*, 2005, ESIIT/D.1 WIL par
- Sima and T. Fountain, and P. Kacsuk. *Advanced Computer Architectures: A Design Space Approach*. Addison Wesley, 1997. ESIIT/C.1 SIM adv

Prácticas:

- R. Gerber, A. J.C. Bik, K. B. Smith and X. Tian. *The Software Optimization Cookbook. High Performance Recipes for the IA-32 Platforms*. Intel Press, 2006. ESIIT/C.1 SOF sof
- A. Fog. "How to Optimize for the Pentium family of microprocessors", 2004. Disponible en línea: <http://cr.yip.to/2005-590/fog.pdf>
- R. Gerber. *The Software Optimization Cookbook. High Performance Recipes for the Intel Architecture*. Intel Press, 2002. ESIIT/C.1 GER sof

Ejercicios:

- Ortega, J.; González, J *Problemas de Ingeniería de Computadores. Cien problemas resueltos de procesadores paralelos* Ed. Copicentro Granada, 2008. ESIIT/C.1 ORT pro

ENLACES RECOMENDADOS

- Procesadores de Intel: <http://ark.intel.com/Default.aspx>
- Procesadores de AMD: <http://www.amd.com/>
- Procesadores Power: <http://www.power.org/home>
- Eclipse: <http://www.eclipse.org>
- TORQUE: <http://www.adaptivecomputing.com/products/torque.php>
- OpenMP: <http://openmp.org/wp/>
- Gcc/g++: <http://gcc.gnu.org/>

METODOLOGÍA DOCENTE

- **Lección magistral (Clases teóricas-expositivas) (grupo grande)**
Contenido en ECTS: 30 horas presenciales (1.2 ECTS)
Competencias: R1, R4, R8, R9, R14, E1, E4, T3, T14.
- **Actividades prácticas (Clases prácticas de laboratorio) (grupo pequeño)**
Contenido en ECTS: 15 horas presenciales (0.6 ECTS)



Competencias: R8, R14, T1, T3, T4, T8, T9, T14

- **Seminarios (grupo pequeño)**

Contenido en ECTS: 10 horas presenciales (0.4 ECTS)

Competencias: R8, R14, E1, T1, T8, T14

- **Actividades no presenciales individuales (Estudio y trabajo autónomo)**

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

Competencias: R1, R4, R8, R9, R14, E1, E4, T1, T3, T4, T7, T9, T14

- **Actividades no presenciales grupales (Estudio y trabajo en grupo)**

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

Competencias: R1, R4, R8, R9, R14, E1, E4, T1, T3, T4, T7, T8, T9, T14

- **Tutorías académicas (grupo pequeño)**

Contenido en ECTS: 5 horas presenciales (0.2 ECTS)

Competencias: R8, R14, T1, T3, T4, T8, T9, T14

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

La **calificación final** que aparecerá en el Acta será un número comprendido entre 0 y 10 con precisión de un decimal (art. 5 del R. D 1125/2003). Para aprobar oficialmente una asignatura se ha de obtener una puntuación mínima de 5 (art. 5 del R. D 1125/2003).

Actividades Formativas	Ponderación
Parte teórica	60%
Parte práctica/seminarios	40%

- Teoría (máximo 6 puntos, 60% del máximo de 10 puntos). Prueba escrita en la fecha que fije el Centro dentro del período de exámenes (examen final).
- Prácticas/Seminarios (máximo 4 puntos, 40% del máximo de 10 puntos). Se evaluará mediante entregas y defensas durante el cuatrimestre y un examen escrito a realizar junto con el examen final en la fecha que fije el Centro.

Para aprobar la asignatura se debe obtener una puntuación mínima tanto en la parte teórica como en la parte de un 40% de la puntuación máxima.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Plataforma docente (material de la asignatura, organización de los grupos de prácticas, convocatorias de exámenes y entregas a los profesores):

Sistema SWAD, <http://swad.ugr.es>

