

# ARQUITECTURA DE COMPUTADORES

| MÓDULO  | MATERIA                                   | CURSO | SEMESTRE  | CRÉDITOS | TIPO        |
|---|---|-------|---|----------|-------------|
| Formación específica de rama  | Estructura y Arquitectura de Computadores | 2º    | 4º  | 6        | Obligatoria |
| <b>PROFESOR(ES)</b>   |   |       | <b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>  |          |             |
| <p>Profesores responsables:<br/>Mancia Anguita López<br/>Julio Ortega Lopera</p> <p>Profesores de teoría:<br/>Mancia Anguita López<br/>Julio Ortega Lopera</p> <p>Profesores de prácticas:<br/>Luis Javier Herrera Maldonado<br/>Christian Morillas Gutiérrez<br/>Jesús González Peñalver<br/>Julio Ortega Lopera<br/>Gustavo Romero López</p> <p>Más información <a href="https://swad.ugr.es/?CrsCod=5051">https://swad.ugr.es/?CrsCod=5051</a><br/>(Usuarios-&gt;Lista profesores)</p> |   |       | <p>Dpto. Arquitectura Tecnología Computadores<br/>ETS Ingenierías Informática Telecomunicación<br/>C/Daniel Saucedo Aranda s/n 18071-Granada<br/>Se pueden consultar más detalles en el directorio de la ugr <a href="http://directorio.ugr.es/">http://directorio.ugr.es/</a> y en la plataforma docente <a href="https://swad.ugr.es/?CrsCod=5051">https://swad.ugr.es/?CrsCod=5051</a> en Usuarios-&gt;Fichas profesores (requiere iniciar sesión)</p> |          |             |
|   |   |       | <b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>  |          |             |
|   |   |       | <p>Se puede consultar en la web de grados <a href="http://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado*/2A">http://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado*/2A</a> y en la plataforma docente <a href="https://swad.ugr.es/?CrsCod=5051">https://swad.ugr.es/?CrsCod=5051</a> en Usuarios-&gt;Horario de tutorías (requiere iniciar sesión)</p>  |          |             |
| <b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>   |   |       | <b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>   |          |             |



**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)**

Se recomienda la superación de los contenidos y adquisición de competencias de las materias de formación básica y de las asignaturas de rama Estructura 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 con paralelismo a nivel de instrucción (ILP). Programación eficiente de ILP (mecanismos y algoritmos básicos de optimización de código). Arquitecturas multihebra, multinúcleo 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:

- E4. Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.
- E6. Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes.

Competencias Transversales o Generales:

- T2. Capacidad de organización y planificación así como capacidad de gestión de la Información.



Competencias básicas

- 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.

### **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 con paralelismo a nivel de instrucción (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 o velocidad y escalabilidad y las leyes relacionadas con estos conceptos.
- 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 arquitecturas 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

**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. ESII/C.1 ORT arq
- T. Rauber, G. Runder. *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. ESII/D.1 CHA usi

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

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

#### Ejercicios:

- Ortega, J.; González, J *Problemas de Ingeniería de Computadores. Cien problemas resueltos de procesadores paralelos* Ed. Copicentro Granada, 2008. ESII/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, E4, E6, T2, CB2

- **Actividades prácticas (Clases prácticas de laboratorio) (grupo pequeño)**

Contenido en ECTS: 15 horas presenciales (0.6 ECTS)

Competencias: R8, R14, T2, CB2

- **Seminarios (grupo pequeño)**

Contenido en ECTS: 10 horas presenciales (0.4 ECTS)

Competencias: R8, R14, T2, CB2

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

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

Competencias: R1, R4, R8, R9, R14, E4, E6, T2, CB2

- **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, E4, E6, T2, CB2

- **Tutorías académicas (grupo pequeño)**

Contenido en ECTS: 5 horas presenciales (0.2 ECTS)

Competencias: R1, R4, R8, R9, R14, E4, E6, T2, CB2

#### **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 (de acuerdo con el art. 5 del R. D 1125/2003). Para aprobar oficialmente una asignatura se ha de obtener una puntuación mínima de 5 (de acuerdo con el art. 5 del R. D 1125/2003).

En función de la convocatoria (ordinaria o extraordinaria), y del tipo de evaluación escogida, la calificación se obtendrá como se detalla a continuación.



### Convocatoria ordinaria:

La metodología de evaluación por defecto según la normativa de la Universidad de Granada es la evaluación continua, que en el caso de esta asignatura se compone de las siguientes actividades:

| Actividades formativas evaluación ordinaria       |                                     | Ponderación | Mínimo |     | Máximo |
|---|-------------------------------------|-------------|--------|-----|--------|
| Actividades grupo grande (teoría)                 | Actividades temas 1, 2, 3 y 4       | 60%         |        | 2,4 | 1      |
|   | Prueba parcial escrita              |             |        |     | 1      |
|   | Prueba escrita del temario completo |             | 1.6    | 4   |        |
| Actividades grupo reducido (prácticas/seminarios) | Entregas y evaluación en el aula    | 40%         | 1,6    |     | 2      |
|   | Prueba escrita de Prácticas         |             |        |     | 2      |
| TOTAL   |                                     | 100%        | 5      |     | 10     |

- Actividades grupo grande (máximo 6 puntos, mínimo 2,4, y un mínimo de 1.6 en la prueba escrita del temario completo): actividades tras finalizar cada tema (1 punto del máximo de 6 puntos), prueba escrita parcial tras finalizar el tema 3 (1 punto del máximo de 6) y prueba escrita del temario completo en la fecha que fije el Centro dentro del período de exámenes (4 puntos sobre el máximo de 6).
- Actividades grupo reducido (máximo 4 puntos, mínimo 1,6): entregas y evaluación en el aula durante el cuatrimestre (2 puntos del máximo de 4 puntos) y un examen escrito a realizar junto con el examen de teoría del temario completo en la fecha que fije el Centro (2 puntos del máximo de 4 puntos).

Además de la evaluación continua, para la convocatoria ordinaria el alumno puede optar por la evaluación de la asignatura mediante una **única prueba final**, que se celebrará el día indicado por el Centro para tal efecto y constará de la siguientes pruebas:

- Teoría (máximo 6 puntos, mínimo 2,4). Prueba escrita en la fecha que fije el Centro dentro del período de exámenes (examen final).
- Prácticas/Seminarios (máximo 4 puntos, mínimo 2,4). Prueba escrita a realizar junto con el examen final en la fecha que fije el Centro.

La siguiente tabla muestra la contribución de cada una de las actividades a la nota final de la asignatura y la nota mínima exigida, en su caso, para cada una de ellas:



| Prueba única final evaluación extraordinaria       | Ponderación | Mínimo | Máximo |
|--|-------------|--------|--------|
| Prueba escrita de la parte teórica                 | 60%         | 2,4    | 6      |
| Prueba escrita de la parte de prácticas/seminarios | 40%         | 1,6    | 4      |
| TOTAL  | 100%        | 5      | 10     |

#### Convocatoria extraordinaria:

En las convocatorias extraordinarias se utilizará la evaluación mediante una *única prueba final*, en la forma que se ha descrito más arriba.

Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la Normativa de evaluación y calificación de los estudiantes vigente en la Universidad de Granada (disponible en [http://secretariageneral.ugr.es/bougr/pages/bougr71/ncg712/!](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.

#### RÉGIMEN DE ASISTENCIA

La asistencia a las actividades presenciales de grupo amplio no será obligatoria, aunque la participación activa en clase podrá ser tenida en cuenta en la evaluación continua de la asignatura.

La asistencia a las actividades de grupo reducido (prácticas/seminarios) para la evaluación continua es obligatoria, permitiéndose hasta un 20% de faltas justificadas.

#### 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>

