

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.)		
Profesores responsables: Mancia Anguita López Julio Ortega Lopera			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/		
Profesores de teoría: Julio Ortega Lopera Mancia Anguita López					
Profesores de prácticas: Se puede consultar en la plataforma docente (Usuarios->Lista profesores) https://swad.ugr.es/?CrsCod=5051 (GII) o https://swad.ugr.es/es?crs=5941 (DGIIM)			HORARIO DE TUTORÍAS		
			Se puede consultar en la web de grados http://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado/*/2A		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Ingeniería Informática (GII) Doble Grado en Ingeniería Informática y matemáticas (DGIIM)					
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

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:



ugr | Universidad
de Granada

Página 3

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: MIGUEL DAMAS HERMOSO Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 04/07/2017 15:55:17 Página: 3 / 7



9QbWFSGRNghNrxI6aaXRmX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.



J. Ortega, M. Anguita, A. Prieto. *Arquitectura de Computadores*. Thomson, 2005. ISSN/ISBN: 84-9732-274-6. ESIIT/C.1 ORT arq



M. Anguita, J. Ortega. *Fundamentos y problemas de Arquitectura de Computadores*, Editorial Técnica Avicam. 2016. ISSN/ISBN: 978-84-16535-52-1. ESIIT/C.1 ANG fun

Prácticas:



Barbara Chapman, Gabriele Jost, Ruud van der Pas, *Using OpenMP. Portable Shared Memory Parallel Programming*, The MIT Press. 2008. ISSN/ISBN: 9780262533027. ESIIT/D.1 CHA usi

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:



T. Rauber, G. Rinder. *Parallel Programming: for Multicore and Cluster Systems*. Springer 2013. ISSN/ISBN: 9783642378010|9978-3-642-37801-0. Disponible en línea (biblioteca UGR): <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-04818-0>



ugr | Universidad
de Granada

Página 4

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

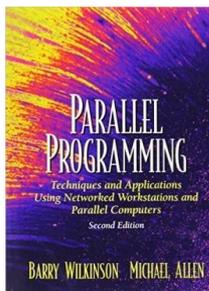
Firmado por: MIGUEL DAMAS HERMOSO Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 04/07/2017 15:55:17 Página: 4 / 7



9QbWFSGRNgnHrxI6aaXRmX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.



Barry Wilkinson. *Parallel programming: techniques and applications using networked workstations and parallel computer*, 2005. ISSN/ISBN: 9780131405639. ESIIT/D.1 WIL par

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.yp.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, 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



ugr | Universidad
de Granada

Página 5

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: MIGUEL DAMAS HERMOSO Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 04/07/2017 15:55:17 Página: 5 / 7



9QbWFSGRNgNHrxI6aaXRmX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

- **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 40%	Máximo	
Actividades grupo grande (teoría)	Actividades temas 1, 2, 3 y 4	60%	1,6	2,4	4
	Prueba escrita del temario completo		0,8		2
Actividades grupo reducido (prácticas/seminarios)	Entregas y evaluación en el aula	40%	0,8	1,6	2
	Prueba escrita de Prácticas		0,8		2
TOTAL		100%	5		10

- Actividades grupo grande (máximo 6 puntos, mínimo 2,4): actividades tras finalizar cada tema (1 punto por actividad, 4 puntos en total con un mínimo de 1.6) y prueba escrita del temario completo en la fecha que fije el Centro dentro del período de exámenes (2 puntos sobre el máximo de 6, mínimo de 0,8).
- 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, mínimo 0,8) 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, mínimo 0,8).

Obsérvese que tener un mínimo supone que es obligatorio hacer la prueba o actividad para poder aprobar la asignatura.

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/>!).

La calificación se expresará mediante un número 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.



ugr | Universidad de Granada

Página 6

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: MIGUEL DAMAS HERMOSO Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 04/07/2017 15:55:17 Página: 6 / 7



9QbWFSGRNghNrxI6aaXRmX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

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”

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 1,6). 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

Obsérvese que tener un mínimo supone que es obligatorio hacer la prueba o actividad para poder aprobar la asignatura.

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/)).

La calificación se expresará mediante un número 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.

La asistencia a las actividades de grupo reducido (prácticas/seminarios) para la evaluación continua es obligatoria, permitiéndose hasta un 20% de faltas no 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>



ugr | Universidad
de Granada

Página 7

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: MIGUEL DAMAS HERMOSO Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 04/07/2017 15:55:17 Página: 7 / 7



9QbWFSGRNghRxl6aaXRmX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.