

## PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

**Curso académico: 2013/2014**

Identificación y características de la asignatura				
Código	501287			Créditos ECTS   6
Denominación (español)	Arquitectura de Computadores			
Denominación (inglés)	Computer Architecture			
Titulación	Grado en Ingeniería Informática en Ingeniería de Computadores			
Centro	Escuela Politécnica			
Semestre	6	Carácter	Obligatorio	
Módulo	Módulo de Tecnología Específica en Ingeniería de Computadores			
Materia	Arquitecturas Paralelas y Distribuidas			
Profesores				
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web	
Miguel Ángel Vega Rodríguez	ARCO	<a href="mailto:mavega@unex.es">mavega@unex.es</a>	<a href="http://arco.unex.es/mavega">http://arco.unex.es/mavega</a>	
Área de conocimiento	Arquitectura y Tecnología de Computadores			
Departamento	Tecnología de los Computadores y de las Comunicaciones			
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Miguel Ángel Vega Rodríguez			
Competencias				
<b>COMPETENCIAS TÉCNICAS (ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA DE COMPUTADORES)</b>				
CIC03: Capacidad de analizar y evaluar arquitecturas de computadores, incluyendo plataformas paralelas y distribuidas, así como desarrollar y optimizar software para las mismas.				
<b>COMPETENCIAS TRANSVERSALES</b>				
CT03: Capacidad para resolver problemas.				
CT16: Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones y cambios.				
<b>COMPETENCIAS BÁSICAS</b>				
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 para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.				
<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Domina los conceptos fundamentales sobre diversas arquitecturas de computadores, como arquitecturas superescalares, multinúcleo, vectoriales, multihilo, multiprocesador y multicomputador, pudiendo evaluar de manera efectiva y eficiente los distintos sistemas hardware en términos de calidad, aportando posibles alternativas a un determinado problema.</li> </ul>				

- Reconoce la estructura de un problema, datos de entrada, incógnitas, magnitudes, condiciones iniciales, así como los pasos de su resolución.
- Extrae del problema las soluciones triviales, reconoce la multiplicidad de soluciones, etc.
- Sabe elegir con fundamento los métodos y medios más adecuados para resolver un problema.
- Identifica las situaciones de cambio.
- Elabora las estrategias para abordar la problemática implicada por la nueva situación.
- Aplica las estrategias para adaptarse a la nueva situación.

#### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE (DOCENTES) DE LA ASIGNATURA

- Saber por qué son necesarias las arquitecturas paralelas, conocer la clasificación de las mismas y algunas de las métricas de rendimiento más habitualmente utilizadas en arquitecturas paralelas.
- Dominar los conceptos fundamentales sobre las arquitecturas paralelas multiprocesador y multinúcleo, así como otros tipos de arquitecturas multihilo. Conocer la jerarquía de la memoria en dichas arquitecturas paralelas, así como los principales conceptos sobre coherencia y consistencia de la memoria.
- Conocer los aspectos fundamentales sobre la programación paralela de multiprocesadores y procesadores multinúcleo, utilizando para ello OpenMP.
- Dominar los conceptos fundamentales sobre las arquitecturas paralelas multicomputador. Conocer las redes de interconexión usadas en las mismas, así como los principales conceptos sobre éstas: topologías, encaminamiento, etc.
- Conocer los aspectos fundamentales sobre la programación paralela de multicomputadores, utilizando para ello MPI.
- Saber los conceptos fundamentales sobre las arquitecturas superescalares, las etapas de segmentación típicas en ellas, las técnicas más habituales y algunos ejemplos de procesadores superescalares.
- Conocer las arquitecturas paralelas en datos más comunes (vectoriales, SIMD y GPUs), así como sus características y técnicas fundamentales.

### Temas y contenidos

#### Breve descripción del contenido

Arquitecturas multiprocesador. Arquitecturas multinúcleo y multihilo. Arquitecturas multicomputador. Arquitecturas vectoriales. Arquitecturas superescalares.

La asignatura consta de dos partes:

- Parte teórica. En ella se introducen los conceptos principales sobre diversas arquitecturas paralelas de computadores, así como las herramientas habituales para desarrollar y optimizar software para las mismas (aplicaciones paralelas).
- Parte práctica. El alumno deberá utilizar las herramientas/ideas introducidas en la parte teórica para desarrollar/diseñar distintas aplicaciones y arquitecturas paralelas, así como evaluar su rendimiento.

#### Temario de la asignatura

Denominación del tema 1: Introducción a las arquitecturas paralelas de computadores.

Contenidos del tema 1:

- 1.1 ¿Por qué son necesarias las arquitecturas paralelas?
- 1.2 Clasificación de las arquitecturas paralelas.
- 1.3 Métricas de rendimiento en arquitecturas paralelas.

Denominación del tema 2: Multiprocesadores y procesadores multinúcleo.

Contenidos del tema 2:

- 2.1 Arquitecturas paralelas multiprocesador y multinúcleo.
  - 2.1.1 Conceptos básicos sobre multiprocesadores y procesadores multinúcleo.
  - 2.1.2 Tipos de arquitecturas multihilo.
  - 2.1.3 Jerarquías de memoria en multiprocesadores.
  - 2.1.4 Jerarquías de memoria en procesadores multinúcleo.
  - 2.1.5 Coherencia y consistencia de la memoria.
  - 2.1.6 Protocolos de coherencia caché basados en vigilancia.
  - 2.1.7 Protocolos de coherencia caché basados en directorio.
- 2.2 Programación paralela de multiprocesadores y procesadores multinúcleo.
  - 2.2.1 Introducción a OpenMP.
  - 2.2.2 Directivas OpenMP.
  - 2.2.3 Cláusulas de alcance de datos en OpenMP.
  - 2.2.4 Funciones de biblioteca en OpenMP.
  - 2.2.5 Variables de entorno en OpenMP.

Denominación del tema 3: Multicomputadores.

Contenidos del tema 3:

- 3.1 Arquitecturas paralelas multicomputador.
  - 3.1.1 Conceptos básicos sobre multicomputadores.
  - 3.1.2 Redes de interconexión en multicomputadores.
  - 3.1.3 Topologías de redes de interconexión.
  - 3.1.4 Técnicas de conmutación en redes de interconexión.
  - 3.1.5 Encaminamiento en redes de interconexión.
- 3.2 Programación paralela de multicomputadores.
  - 3.2.1 Introducción a MPI.
  - 3.2.2 Funciones de biblioteca básicas en MPI.
  - 3.2.3 Tipos de datos en MPI.
  - 3.2.4 Comunicaciones punto a punto en MPI.
  - 3.2.5 Comunicaciones colectivas en MPI.
  - 3.2.6 Otras operaciones en MPI.

Denominación del tema 4: Arquitecturas vectoriales, SIMD y GPU.

Contenidos del tema 4:

- 4.1 Introducción a las arquitecturas paralelas en datos.
- 4.2 Arquitecturas vectoriales.
- 4.3 SIMD: Extensiones del repertorio de instrucciones para multimedia.
- 4.4. GPU: Unidades de procesamiento gráfico.

Denominación del tema 5: Arquitecturas superescalares.

Contenidos del tema 5:

- 5.1 Arquitectura de un procesador superescalar.
- 5.2 Etapas de segmentación en un procesador superescalar.
- 5.3 Técnicas superescalares.
- 5.4 Ejemplos de procesadores superescalares.

### Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno por tema		Presencial		Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	SL	TP	EP
1. Intro. a las arquitecturas paralelas	9	3	1	0	5

2. Multiprocesadores y multinúcleos	40	12	4	1	23
3. Multicomputadores	40	12	4	1	23
4. Arquitecturas vectoriales, SIMD y GPU	38	11	4	1	22
5. Arquitecturas superescalares	23	6	2	1	14
<b>Evaluación del conjunto (TOTALES)</b>	150	44	15	4	87

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

SL: Seminario/Laboratorio (prácticas clínicas hospitalarias = 7 estudiantes; prácticas laboratorio o campo = 15; prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas = 30, clases problemas o seminarios o casos prácticos = 40).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

## Actividades formativas.

### 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. Se propondrán actividades encaminadas a la aplicación de los conocimientos en la resolución de problemas propios del ámbito de la Arquitectura de Computadores.

### Sesiones de laboratorio y/o seminario

Se realizarán actividades prácticas, sesiones de laboratorio guiadas, seminarios de resolución de problemas, etc. en grupos, 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.

## Sistemas de evaluación

La asignatura está dividida en dos partes: teoría y prácticas; que deben aprobarse por separado. Ambas partes se califican de 0 a 10.

### **Criterios de evaluación:**

- Demostrar la adquisición, comprensión y dominio de los principales conceptos de la asignatura.
- Resolver problemas aplicando conocimientos teóricos y basándose en resultados experimentales, demostrando que se sabe elegir con fundamento los métodos y medios más adecuados para resolver cada problema.
- Desarrollar y comprender adecuadamente las prácticas de la asignatura, demostrando que se saben aplicar las estrategias necesarias para adaptarse a cambios o nuevas situaciones prácticas.
- La nota final de la asignatura (NF) se calculará realizando la suma ponderada siguiente, donde NT es la calificación obtenida en la parte teórica y NP es la calificación obtenida en la parte práctica de la asignatura.

$$NF = NT \cdot 0,75 + NP \cdot 0,25$$

- Para poder realizar dicha suma ponderada se ha de obtener en cada parte, por separado, una nota igual o superior a 4,5 puntos. Caso de no llegar a esa nota, la asignatura quedará suspensa en esa convocatoria.
- Para aprobar la asignatura la nota final (tras hacer la suma ponderada de ambas partes) debe ser igual o superior a 5 puntos.

### **Actividades e instrumentos de evaluación:**

- *Seminario-Laboratorio:*
  - Para cada práctica se evaluará la calidad de la documentación técnica entregada, además de la asistencia a dicha práctica y la realización presencial de la misma.
  - Para aprobar las prácticas hay que realizar un examen práctico, demostrando el conocimiento y dominio de los conceptos tratados en las prácticas de la asignatura, así como la capacidad de adaptación a cambios o nuevas situaciones prácticas.
- *Grupo Grande:*
  - La teoría se evaluará con una prueba de desarrollo escrito y resolución de problemas.
  - Para aprobar la teoría hay que realizar un examen teórico, demostrando la adquisición, comprensión y dominio de los distintos conceptos de la asignatura, así como la correcta aplicación de estos conceptos, de forma creativa y segura, a supuestos de carácter práctico (problemas).

### **Bibliografía y otros recursos**

- Apuntes, transparencias y enunciados de prácticas y problemas facilitados por el profesor.
- Referencias bibliográficas:
  - Arquitectura de Computadores. Thomson-Paraninfo. Julio Ortega, Mancia Anguita y Alberto Prieto.
  - Parallel Computer Architecture: A Hardware/Software Approach. Morgan Kaufmann. David Culler, Jaswinder P. Singh and Anoop Gupta.
  - Computer Architecture: A Quantitative Approach. 5<sup>th</sup> edition, Morgan Kaufmann. John L. Hennessy and David A. Patterson.
  - Computer Organization & Architecture: Designing for Performance. 9<sup>th</sup> edition, Prentice Hall. William Stallings.
  - Advanced Computer Architecture: A Design Space Approach. Addison-Wesley. Dezso Sima, Terence Fountain and Peter Kacsuk.
  - Arquitectura de Computadores: Fundamentos de los Procesadores Superescalares. McGraw-Hill. John Paul Shen y Mikko H. Lipasti.
  - Using OpenMP: Portable Shared Memory Parallel Programming. The MIT Press. Barbara Chapman, Gabriele Jost and Ruud van der Pas.

- Using MPI: Portable Parallel Programming with the Message Passing Interface. 2<sup>nd</sup> edition, The MIT Press. William Gropp, Ewing Lusk and Anthony Skjellum.
- Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach. 2<sup>nd</sup> edition, Morgan Kaufmann. David B. Kirk and Wen-Mei W. Hwu.
- Recursos web:
  - Aula virtual de la asignatura (descarga de materiales, foros, noticias, etc.):  
<http://campusvirtual.unex.es/zonauex/avuex/course/view.php?id=17213>
  - Sitio web del simulador SMPCache: <http://arco.unex.es/smpcache>
  - Sitio web de OpenMP: <http://openmp.org>
  - Sitio web del simulador SimuRed: <http://simured.uv.es>
  - Sitios web de MPI: <http://www.mcs.anl.gov/mpi> y <http://www.open-mpi.org>
  - WWW Computer Architecture Page: <http://arch-www.cs.wisc.edu/home>
  - TOP500 Supercomputer Sites: <http://www.top500.org>
  - The Green500 Energy-Efficient Supercomputer List: <http://www.green500.org>
  - Sitios web de los distintos libros recomendados en la asignatura.

### Horario de tutorías

#### Tutorías Programadas:

- Miguel Ángel Vega Rodríguez:
  - Lunes: 16:30 a 18:30.
  - Miércoles: 11:30 a 13:30.

#### Tutorías de libre acceso:

- Las tutorías se publicarán en la web del Centro y en la puerta del despacho del profesor en los plazos previstos por la Normativa vigente de Tutorías.

### Recomendaciones

- Es aconsejable contar con todos los conocimientos y competencias desarrollados en los módulos de formación básica y de contenidos comunes a la rama de Informática.
- Asistir a clase, tanto de teoría como de laboratorio, y realizar las tareas necesarias para el seguimiento de las mismas, en tiempo y forma.