



# (Arquitecturas y Computación de Alto Rendimiento)

## Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

### 1. Datos Descriptivos

<b>Asignatura</b>	Arquitecturas y Computación de Alto Rendimiento
<b>Materia</b>	Ingeniería de Computadores
<b>Departamento responsable</b>	Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos
<b>Créditos ECTS</b>	6
<b>Carácter</b>	Optativo
<b>Titulación</b>	Graduado/a en Ingeniería Informática por la Universidad Politécnica de Madrid
<b>Curso</b>	4º
<b>Especialidad</b>	No aplica

<b>Curso académico</b>	2011-2012
<b>Semestre en que se imparte</b>	Segundo (febrero a junio)
<b>Semestre principal</b>	febrero a junio
<b>Idioma en que se imparte</b>	Castellano
<b>Página Web</b>	<a href="http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/ACAR">www.datsi.fi.upm.es/docencia/ACAR</a>



## 2. Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
Luis Gómez Henríquez (Coord.)	6104	lgomez@fi.upm.es
M <sup>a</sup> Isabel García Clemente	4105	mgarcia@fi.upm.es
Antonio García Dopico	4104	dopico@fi.upm.es
José Luis Pedraza Domínguez	4105	pedraza@fi.upm.es

## 3. Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

<b>Asignaturas superadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Arquitectura de Computadores</li></ul>
<b>Otros resultados de aprendizaje necesarios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Poseer destrezas fundamentales de la programación.</li><li>Conocimientos básicos de concurrencia.</li></ul>



## 4. Objetivos de Aprendizaje

<b>COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN</b>		
<b>Código</b>	<b>Competencia</b>	<b>Nivel</b>
CE-7	Entender el soporte físico (hardware) de los ordenadores desde el punto de vista del soporte lógico (software), por ejemplo, el uso del procesador, de la memoria, de los discos, del monitor, etc.	4
CE-14/15	Conocer el software, hardware y las aplicaciones existentes en el mercado, así como el uso de sus elementos, y capacidad para familiarizarse con nuevas aplicaciones informáticas.	4
CE-17	Conocer los temas informáticos avanzados de modo que permita a los alumnos vislumbrar y entender las fronteras de la disciplina, por medio de la inclusión de experiencias de aprendizaje que dirigen a los alumnos desde los temas elementales a los temas avanzados, o los temas de los que se nutren los novísimos desarrollos.	4
CE-26/27	Definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software, incluyendo el sistema operativo, y concebir, llevar a cabo, instalar y mantener arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes.	4

LEYENDA: Nivel de adquisición 1: Conocimiento  
Nivel de adquisición 2: Comprensión  
Nivel de adquisición 3: Aplicación  
Nivel de adquisición 4: Análisis y Síntesis



<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</b>			
<b>Código</b>	<b>Resultado de aprendizaje</b>	<b>Competen- cias asociadas</b>	<b>Nivel de adquisi- ción</b>
RA1	Dado un campo de aplicación de la informática, evaluar y diseñar el sistema informático más apropiado para resolver alguno de sus problemas, exponiendo las dificultades técnicas y los límites de la aplicación	CE-7/14/15	4
RA2	Dado un problema real elegir la tecnología informática existente en el mercado más apropiada para su solución y diseñar su desarrollo e integración, analizando la viabilidad de su solución, lo que se puede y no se puede conseguir a través del estado actual de desarrollo de la tecnología usada, y lo que se espera que avance en el futuro.	CE-26/27	4
RA3	Desarrollar la solución matemática y algorítmica más apropiada a un problema informático que requiera un tratamiento especialmente complejo, analizando y exponiendo su viabilidad.	CE-14/15	4
RA5	Explicar cuáles son los límites y fronteras de los fundamentos científicos de la informática, y la base de las nuevas tendencias y desarrollos y de los temas avanzados y su posible aplicación.	CE-17	3



## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

La asignatura Arquitecturas y Computación de Alto Rendimiento consta de una parte teórica, otra de problemas y casos prácticos y un proyecto.

### Evaluación de la parte teórica:

Se realizarán tres exámenes parciales en los que no se permitirá ningún tipo de documentación. El primero se realizará en la semana 5 y evaluará el tema 1. El segundo examen se realizará en la semana 9 y evaluará el tema 2. El último examen parcial se realizará en la semana 13 y evaluará el tema 3.

La nota de la evaluación por parciales se calculará según la siguiente fórmula:

$$0,25 * \text{Nota primer parcial} + 0,25 * \text{Nota segundo parcial} + 0,25 * \text{Nota tercer parcial}$$

Adicionalmente, en la convocatoria de Junio se permitirá recuperar hasta dos de los exámenes parciales.

El examen final de la convocatoria de Julio consistirá en una serie de preguntas cortas, y una parte de problemas que cubrirá todo el temario de la asignatura. Para su realización no se permitirá ningún tipo de documentación.

Para los alumnos que al comienzo de curso soliciten evaluación mediante "solo prueba final" se realizará un examen final en la fecha que indique Jefatura de Estudios

### Evaluación del proyecto:

Se realizará a partir de los resultados obtenidos por el alumno, y de una prueba objetiva de respuestas cortas que se realizará en la fecha del examen final de Junio que indique Jefatura de Estudios. Esta evaluación se aplicará a todos los alumnos, tanto a los que realicen evaluación por parciales como a los que hayan solicitado evaluación mediante "solo prueba final".



## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

La **Nota final** de la asignatura se calcula según la siguiente fórmula:

$$0,75 * \text{Nota de teoría} + 0,25 * \text{Nota del proyecto}$$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación mayor o igual a 5 en la **Nota Final**, debiéndose aprobar por separado el proyecto y la teoría.

En caso de aprobar una parte de la asignatura, pero no la totalidad, se conservarán del siguiente modo las calificaciones de las partes superadas:

- Teoría: Se conservarán independientemente cada uno de los parciales hasta la convocatoria de julio. La conservación de un examen parcial permitirá que el alumno sea evaluado en la convocatoria de julio.
- Proyecto. Se conservará para el siguiente año académico.

Las fechas de publicación de notas y revisión se notificarán en el enunciado del correspondiente examen. La revisión de exámenes se realizará mediante solicitud previa (según se indica en la página web de la asignatura), en las fechas que se determinen.

**Para obtener una versión actualizada de este apartado, consúltese la página web de la asignatura.**



## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

### Sistema de evaluación mediante sólo prueba final

En la convocatoria ordinaria, la elección entre el sistema de evaluación continua o el sistema de evaluación mediante sólo prueba final corresponde al estudiante. Quien desee seguir el sistema de evaluación mediante sólo prueba final, deberá **OBLIGATORIAMENTE** comunicarlo **DURANTE LOS 15 PRIMEROS DÍAS** a contar desde el inicio de la actividad docente de la asignatura (2 de septiembre), mediante escrito dirigido al Sr. Jefe de Estudios que entregará dentro del plazo establecido y a través del Registro de la Secretaría de Alumnos.

En dicho escrito deberá constar:

"D. \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ y nº de matrícula \_\_\_\_\_,

SOLICITA:

Ser evaluado en este semestre mediante el sistema de evaluación mediante sólo prueba final establecido por las siguientes asignaturas:

- Asignatura \_\_\_\_\_, titulación \_\_\_\_\_, curso \_\_\_\_\_

Firmado:

"

Esta solicitud sólo se considerará a los efectos del semestre en curso. En posteriores semestres deberá necesariamente ser cursada de nuevo.

No obstante lo anterior, cuando exista causa sobrevenida y de fuerza mayor que justifique el cambio del proceso de evaluación, el estudiante que haya optado (por omisión) por el sistema de evaluación continua podrá solicitar al Tribunal de la Asignatura ser admitido en los exámenes y actividades de evaluación que configuran el sistema de evaluación mediante sólo prueba final. El tribunal de la asignatura, una vez analizadas las circunstancias que se hagan constar en la solicitud, dará respuesta al estudiante con la mayor antelación a la celebración del examen final que sea posible.



## 5. Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
<b>Tema 1: Procesadores con paralelismo interno</b>	1.1 Introducción. Aspectos avanzados del <i>pipeline</i>	
	1.2 Procesadores superescalares	
	1.3 Procesadores VLIW y EPIC	
	1.4 Sistemas <i>multicore</i>	
<b>Tema 2: Sistemas para computación de alto rendimiento</b>	2.1 Clasificación de arquitecturas de altas prestaciones. Top 500	
	2.2 Multiprocesadores de memoria compartida: UMA, NUMA.	
	2.3 Multiprocesadores de memoria distribuida y <i>clusters</i>	
	2.4 Procesadores vectoriales	
	2.5 Procesadores gráficos (GPUs)	
<b>Tema 3: Desarrollo de aplicaciones paralelas</b>	3.1 Programación paralela: OpenMP	
	3.2 Programación de sistemas distribuidos: MPI	
	3.3 Programación de GPUs: CUDA	
	3.4 Depuración y <i>profiling</i> de aplicaciones paralelas: <b>valgrind</b>	



## 6. Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

Tabla 7. Modalidades organizativas de la enseñanza








MODALIDADES ORGANIZATIVAS DE LA ENSEÑANZA		
Escenario	Modalidad	Finalidad
	Clases Teóricas	Hablar a los estudiantes
	Seminarios-Talleres	Construir conocimiento a través de la interacción y la actividad de los estudiantes
	Clases Prácticas	Mostrar a los estudiantes cómo deben actuar
	Prácticas Externas	Completar la formación de los alumnos en un contexto profesional
	Tutorías	Atención personalizada a los estudiantes
	Trabajo en grupo	Hacer que los estudiantes aprendan entre ellos
	Trabajo autónomo	Desarrollar la capacidad de autoaprendizaje



Tabla 9. Métodos de enseñanza

MÉTODOS DE ENSEÑANZA		
	Método	Finalidad
	Método Expositivo/Lección Magistral	Transmitir conocimientos y activar procesos cognitivos en el estudiante
	Estudio de Casos	Adquisición de aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados
	Resolución de Ejercicios y Problemas	Ejercitar, ensayar y poner en práctica los conocimientos previos
	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	Desarrollar aprendizajes activos a través de la resolución de problemas
	Aprendizaje orientado a Proyectos	Realización de un proyecto para la resolución de un problema, aplicando habilidades y conocimientos adquiridos
	Aprendizaje Cooperativo	Desarrollar aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa
	Contrato de Aprendizaje	Desarrollar el aprendizaje autónomo

Se conoce como método expositivo "la presentación de un tema lógicamente estructurado con la finalidad de facilitar información organizada siguiendo criterios adecuados a la finalidad pretendida". Esta metodología -también conocida como lección (lecture)- se centra fundamentalmente en la exposición verbal por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. El término "lección magistral" se suele utilizar para denominar un tipo específico de lección impartida por un profesor en ocasiones especiales.

Análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, en ocasiones, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución.

Situaciones en las que se solicita a los estudiantes que desarrollen las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral.

Método de enseñanza-aprendizaje cuyo punto de partida es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias previamente definidas.

Método de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades, y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos.

Enfoque interactivo de organización del trabajo en el aula en el cual los alumnos son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros en una estrategia de corresponsabilidad para alcanzar metas e incentivos grupales. Es tanto un método, a utilizar entre otros, como un enfoque global de la enseñanza, una filosofía.

Un acuerdo establecido entre el profesor y el estudiante para la consecución de unos aprendizajes a través de una propuesta de trabajo autónomo, con una supervisión por parte del profesor y durante un periodo determinado. En el contrato de aprendizaje es básico un acuerdo formalizado, una relación de contraprestación recíproca, una implicación personal y un marco temporal de ejecución.



### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS**

<b>CLASES DE TEORIA</b>	<p>Este método se utiliza para exponer los contenidos básicos de la asignatura.</p> <p>Para ello se utilizarán, además de la exposición oral, otros recursos didácticos (audiovisuales, documentos, etc).</p>
<b>CLASES DE PROBLEMAS</b>	<p>Este método se utiliza como complemento de las clases de teoría para aplicar lo aprendido en dichas clases, con el objetivo de afianzar conocimientos y aplicar dichos conocimientos a diversas situaciones prácticas que se planteen.</p>
<b>TRABAJOS AUTONOMOS</b>	<p>Se utiliza para que el alumno trabaje y profundice, de forma individual en los contenidos de la asignatura.</p>
<b>TRABAJOS EN GRUPO</b>	<p>Se utiliza este método para que el alumno trabaje en grupo en la resolución de un proyecto de mayor entidad que las prácticas de laboratorio.</p>
<b>TUTORÍAS</b>	<p>Se utiliza este método para resolver dudas puntuales a un alumno de forma personalizada.</p>



## 7. Recursos didácticos

<b>RECURSOS DIDÁCTICOS</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	Stallings, W. <i>"Organización y arquitectura de computadores"</i> , Prentice Hall, 2010, 8ª Edición.
	D.E. Culler, J.P. Singh, with A. Gupta: <i>"Parallel Computer Architectures: a Hardware/Software Approach"</i> , Morgan Kaufmann, 1999.
	Hennessy, J. L, Patterson, D. A.; <i>"Computer Architecture: A quantitative Approach"</i> , 4th. Ed.. Morgan Kauffmann Pub., 2007
	Rajkumar Buyya (editor), <i>High Performance Cluster Computing</i> , Prentice Hall PTR, Vol 1 y 2, 1999
	Randal E. Bryant and David R. O'Hallaron. <i>Computer Systems: A Programmer's Perspective</i> , 2 Ed. Carnegie Mellon University
<b>RECURSOS WEB</b>	Página web de la asignatura ( <a href="http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/ACAR">http:// www.datsi.fi.upm.es/docencia/ACAR</a> )
<b>EQUIPAMIENTO</b>	Aula El Águila, o la asignada por Jefatura de estudios
	Sala de trabajo en grupo



### 8. Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 1 (horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 1 (5 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio (4 horas)</li> </ul>			
Semana 2 (horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 1 (4 horas)</li> <li>• Clase práctica (1 hora)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio y ejercicios (4 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de casos prácticos (1 hora)</li> </ul>		
Semana 3 (horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 1 (2 horas)</li> <li>• Clase práctica (1 hora)</li> <li>• Casos prácticos (1 hora)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio y ejercicios (4 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de casos prácticos (1 hora)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutoría (0,5 horas)</li> </ul>
Semana 4 (horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 1 (2 horas)</li> <li>• Clase práctica (1 hora)</li> <li>• Casos prácticos (1 hora)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio y ejercicios (4 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de casos prácticos (1 hora)</li> </ul>		
Semana 5 (horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 2 (5 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio y ejercicios (4 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de examen parcial (2 horas)</li> </ul>	
Semana 6 (horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 1 (4 horas)</li> <li>• Clase práctica (1 hora)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio (5 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de casos prácticos (1 hora)</li> </ul>		
Semana 7 (horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 1 (3 horas)</li> <li>• Clase práctica (1 hora)</li> <li>• Casos prácticos (1 hora)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio y ejercicios (3 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de casos prácticos (1 hora)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutoría (0,5 horas)</li> </ul>



Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 8 (horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 1 (2 horas)</li> <li>• Clase práctica (1 hora)</li> <li>• Casos prácticos (1 hora)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio (4 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de casos prácticos (1 hora)</li> </ul>		
Semana 9 (horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 3 (5 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio y ejercicios (4 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de examen parcial (2 horas)</li> </ul>	
Semana 10 ( horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 3 (4 horas)</li> <li>• Clase práctica (1 hora)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio y ejercicios (4 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización del proyecto (2 horas)</li> </ul>		
Semana 11 ( horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 1 (3 horas)</li> <li>• Clase práctica (1 hora)</li> <li>• Casos prácticos (1 hora)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio y ejercicios (4 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización del proyecto (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de examen parcial (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutoría (0,5 horas)</li> </ul>
Semana 12 (horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de contenidos del Tema 1 (3 horas)</li> <li>• Clase práctica (1 hora)</li> <li>• Casos prácticos (1 hora)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio (4 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización del proyecto (2 horas)</li> </ul>		
Semana 13 (horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación del proyecto (3 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio (1 hora)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización del proyecto (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de examen parcial (2 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutoría (0,5 horas)</li> </ul>
Semana 14 (horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación del proyecto (1 hora)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio (1 hora)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización del proyecto (4 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutoría (2 horas)</li> </ul>



Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 15 (horas)	<ul style="list-style-type: none"><li>Exposiciones de alumnos (4 horas)</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>Estudio (4 horas)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Realización del proyecto (4 horas)</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>Tutoría (2 horas)</li></ul>
Semana 16 (horas)	<ul style="list-style-type: none"><li>Exposiciones de alumnos (4 horas)</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>Estudio (4 horas)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Realización del proyecto (4 horas)</li></ul>	Entrega de la memoria del proyecto y realización de una prueba de respuestas cortas (1 hora)	<ul style="list-style-type: none"><li>Tutoría (2 horas)</li></ul>
Semana 17 (Periodo de exámenes) (horas)	<ul style="list-style-type: none"><li>Exposiciones de alumnos (4 horas)</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>Estudio (4 horas)</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>Recuperación de exámenes parciales (2 horas)</li><li>Examen de proyecto</li></ul>	

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno.



**POLITÉCNICA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA**  
Campus de Montegancedo  
Boadilla del Monte. 28660 Madrid