



# GUÍA DOCENTE DE COMPUTACIÓN DE ALTAS PRESTACIONES

Curso 2011-2012

TITULACION: GRADO EN INGENIERÍA DE COMPUTADORES

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA: COMPUTACIÓN DE ALTAS PRESTACIONES

Profesor

Nombre y apellidos: Marta Beltrán Pardo ( [marta.beltran@urjc.es](mailto:marta.beltran@urjc.es) )

Coordinador/a de la asignatura: Marta Beltrán Pardo

### I.- Identificación de la asignatura

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Tipo                        | Obligatoria   |
| Materia                     | Ingeniería de Computadores  |
| Período de impartición      | Segundo Semestre del 3er curso  |
| Nº Créditos                 | 6   |
| Idioma en el que se imparte | Castellano  |
| Departamento                | Arquitectura y Tecnología de Computadores, Ciencias de Computación e Inteligencia Artificial (DATCCCIA)                 |
| Asignaturas llave           | -   |
| Tasa de éxito               | Este dato será incluido por el Vicerrectorado de Profesorado, Titulaciones, Ordenación Académica, Coordinación y Campus |

### II.- Presentación

En esta asignatura se comienza por analizar la necesidad de la computación de altas prestaciones en multitud de aplicaciones actuales empresariales, militares, industriales, biomédicas o científicas, así como las limitaciones que las arquitecturas clásicas presentan en la ejecución de este tipo de aplicaciones. Tras realizar un repaso de conceptos básicos de arquitectura de computadores relacionados con la asignatura y una introducción a los conceptos de redes de computadores necesarios para comprender el funcionamiento de las arquitecturas paralelas, se pasa al estudio de los sistemas multiprocesador y multicomputador.

En concreto se profundiza en el estudio de las alternativas de diseño existentes en la actualidad para multiprocesadores, clusters y sistemas Grid, y en los modelos de programación que se pueden emplear en cada caso. Además se presentan ejemplos con arquitecturas y aplicaciones reales y se proporcionan métricas y metodologías para la evaluación de las prestaciones de este tipo de arquitecturas.

Para finalizar, se realiza un recorrido por las nuevas tendencias en computación de altas prestaciones ya que es necesario que el alumno adquiera la capacidad de adaptarse en cada momento a un entorno tan

rápidamente cambiante como es el de la Informática, sobre todo en lo que se refiere a este campo. Se presentarán conceptos como GPGPU o computación Cloud, arquitecturas basadas en FPGAs o diseños como los del Larrabee o el Cell y se resumirán los últimos avances así como los retos que se plantean para el futuro.

**Prerrequisitos:** Se recomienda haber cursado previamente las asignaturas Arquitectura de Computadores, Redes de Computadores y Sistemas Operativos.

### III.- Competencias

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Competencias transversales | G6. Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes de acuerdo con los conocimientos.   |
|                            | G8. 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. |
|                            | B5. Conocimiento de la estructura, organización, funcionamiento e interconexión de los sistemas informáticos, los fundamentos de su programación, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.      |
|                            | C9. Capacidad de conocer, comprender y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman.   |
|                            | C11. Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Distribuidos, las Redes de Computadores e Internet y diseñar e implementar aplicaciones basadas en ellas.                    |
|                            | C14. Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de la programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real.  |
| Competencias específicas   | E1. Capacidad de diseñar y construir sistemas digitales, incluyendo computadores, sistemas basados en microprocesador y sistemas de comunicaciones.  |
|                            | E3. Capacidad de analizar y evaluar arquitecturas de computadores, incluyendo plataformas paralelas y distribuidas, así como desarrollar y optimizar software para las mismas.   |
|                            | E7. Capacidad para analizar, evaluar, seleccionar y configurar plataformas hardware para el desarrollo y ejecución de aplicaciones y servicios informáticos.   |

IV.- Contenido

IV. A. Temario de la asignatura

| Bloque temático   | Tema   | Apartados  |
|---|--|--|
| I.- "Introducción a la computación de altas prestaciones" | Tema 1. "Introducción"                                   | Computación de Altas Prestaciones: objetivos y aplicaciones más comunes. Paralelismo y algoritmos paralelos. Clasificación de arquitecturas paralelas.   |
|   | Tema 2. "Repaso de conceptos básicos"                    | Evaluación de prestaciones. Técnicas de aumento de prestaciones para procesadores, memoria y E/S.  |
|   | Tema 3. "Redes dentro de arquitecturas de computadores"  | Topología. Técnicas de conmutación. Técnicas de encaminamiento. Técnicas de control de flujo. Ejemplos de redes para computación de altas prestaciones.  |
| II.- "Arquitecturas de computación paralela"              | Tema 4. "Sistemas multiprocesador (memoria compartida)"  | Diseño de arquitecturas de memoria compartida y compartida-distribuida. Soluciones para el problema de la coherencia. Soluciones para el problema de la consistencia. Soluciones para el problema de la sincronización. Modelo de programación para arquitecturas de memoria compartida. Ejemplos de arquitecturas reales. |
|   | Tema 5. "Sistemas multicomputador (memoria distribuida)" | Diseño de arquitecturas de memoria distribuida. Clusters. Sistemas Grid. Soluciones para el problema del equilibrio de carga y de la planificación. Soluciones para el problema de imagen de sistema único. Modelo de programación para  |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | arquitecturas de memoria distribuida. Paso de mensajes.<br>Ejemplos de arquitecturas reales.  |
|  | Tema 6. "Evaluación de rendimiento en computación de altas prestaciones" | Métricas de rendimiento para arquitecturas paralelas: speedup, eficiencia, escalabilidad, robustez, fiabilidad.<br>Técnicas de medida y benchmarks. |
| III.- "Nuevas tendencias en computación de altas prestaciones" | Tema 7. "Presente y futuro de la computación de altas prestaciones"      | Análisis de tecnologías, diseños y paradigmas punteros.<br>Retos y problemas sin resolver.<br>Tendencias futuras.                                   |

#### IV. B. Actividades obligatorias (evaluables):

##### Lecturas

El profesor proporcionará un conjunto de lecturas complementarias acerca de los contenidos de los temas 3, 4, 5, 6 y 7. El alumno deberá elegir en tutorías académicas una lectura para cada uno de estos temas y escribir un comentario acerca de todas ellas.

##### Seminarios

El profesor impartirá 3 seminarios prácticos a lo largo de la asignatura. Será obligatoria la asistencia a estos seminarios y la redacción de un informe acerca de los temas propuestos en cada uno de ellos.

##### Otras

Resolución de caso práctico en la semana 15

Realización de prueba escrita (preguntas cortas) y resolución de problemas en la semana 16



#### V.- Tiempo de trabajo

|  |            |
|--|------------|
| Clases teóricas  | 23         |
| Clases prácticas/de resolución de problemas, casos, etc. | 23         |
| Prácticas en laboratorios tecnológicos, clínicos, etc.   | 0          |
| Realización de pruebas                                   | 2          |
| Tutorías académicas                                      | 6          |
| Actividades relacionadas: jornadas, seminarios, etc.     | 6          |
| Preparación de clases teóricas                           | 30         |
| Preparación de clases prácticas/problemas/casos          | 40         |
| Preparación de pruebas                                   | 20         |
| <b>Total de horas de trabajo del estudiante</b>          | <b>150</b> |

#### VI.- Metodología y plan de trabajo

##### Clases teóricas

| Periodo   | Contenidos  |
|-----------|-------------|
| Semana 1  | Temas 1 y 2 |
| Semana 2  | Tema 3      |
| Semana 3  | Tema 4      |
| Semana 4  | Tema 4      |
| Semana 5  | Tema 4      |
| Semana 6  | Tema 4      |
| Semana 7  | Tema 4      |
| Semana 8  | Tema 5      |
| Semana 9  | Tema 5      |
| Semana 10 | Tema 5      |
| Semana 11 | Tema 5      |
| Semana 12 | Tema 6      |
| Semana 13 | Tema 7      |
| Semana 14 | Tema 7      |

##### Prácticas/de resolución de problemas, casos, etc.

| Periodo  | Contenidos |
|----------|------------|
| Semana 3 | Tema 4     |



|           |  |
|-----------|--|
| Semana 4  | Tema 4   |
| Semana 5  | Tema 4   |
| Semana 6  | Tema 4   |
| Semana 8  | Tema 5   |
| Semana 9  | Tema 5   |
| Semana 10 | Tema 5   |
| Semana 12 | Tema 6   |
| Semana 15 | Resolución de casos relacionados con todo el programa de la asignatura (uno de ellos será evaluable) |

### Seminarios

| Periodo   | Contenidos       |
|-----------|------------------|
| Semana 7  | Seminario Tema 4 |
| Semana 11 | Seminario Tema 5 |
| Semana 13 | Seminario Tema 6 |

### Tutorías académicas

| Periodo        | Contenidos   |
|----------------|--|
| Semanas 1 a 16 | Los alumnos deberán acudir a tutorías para escoger sus lecturas de los Temas 3, 4, 5, 6 y 7. También tendrán la posibilidad de utilizar estas tutorías para resolver sus dudas acerca de estas lecturas y para revisar los comentarios que deben escribir. |

### Pruebas

| Periodo   | Contenidos                        |
|-----------|-----------------------------------|
| Semana 16 | Todo el programa de la asignatura |

## VII.- Métodos de evaluación

### VII. A. Ponderación para la evaluación continua

**% Mínimo de asistencia a clase: 80%**



| Actividad evaluadora  | Tipo  |  | Ponderación | Periodo        | Contenido                                 |
|---|---|--|-------------|----------------|---|
| Prueba:   | <input checked="" type="checkbox"/> Acumulativa                             |  | 10%         | Semana 16      | Todo el programa de la asignatura         |
| <input checked="" type="checkbox"/> Preguntas cortas escritas | <input type="checkbox"/> Liberatoria<br>Puntuación mínima (de 1 a 10):..... | <input checked="" type="checkbox"/> Reevaluable<br><input type="checkbox"/> No reevaluable |             |                |   |
| Prácticas dentro del aula:                                    | <input checked="" type="checkbox"/> Acumulativa                             |  | 40%         | Semana 16      | Temas 4, 5 y 6                            |
| <input checked="" type="checkbox"/> Resolución de problemas   | <input type="checkbox"/> Liberatoria<br>Puntuación mínima (de 1 a 10):..... | <input checked="" type="checkbox"/> Reevaluable<br><input type="checkbox"/> No reevaluable |             |                |   |
| Prácticas dentro del aula:                                    | <input checked="" type="checkbox"/> Acumulativa                             |  | 20%         | Semana 15      | Todo el programa de la asignatura         |
| <input checked="" type="checkbox"/> Resolución de casos       | <input type="checkbox"/> Liberatoria<br>Puntuación mínima (de 1 a 10):..... | <input checked="" type="checkbox"/> Reevaluable<br><input type="checkbox"/> No reevaluable |             |                |   |
| Prácticas fuera del aula:                                     | <input checked="" type="checkbox"/> Acumulativa                             |  | 15%         | Semanas 1 a 16 | Lecturas escogidas (Temas 3, 4, 5, 6 y 7) |
| <input checked="" type="checkbox"/> Comentarios lecturas      | <input type="checkbox"/> Liberatoria<br>Puntuación mínima (de 1 a 10):..... | <input checked="" type="checkbox"/> Reevaluable<br><input type="checkbox"/> No reevaluable |             |                |   |
| Prácticas fuera del aula:                                     | <input checked="" type="checkbox"/> Acumulativa                             |  | 15%         | Semanas 1 a 16 | Seminarios prácticos (Temas 4, 5 y 6)     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Informes                  | <input type="checkbox"/> Liberatoria<br>Puntuación mínima (de 1 a 10):..... | <input checked="" type="checkbox"/> Reevaluable<br><input type="checkbox"/> No reevaluable |             |                |   |
| <b>Total</b>  |   |  | <b>100%</b> |                |   |

### VII. B. Ponderación para la evaluación de alumnos a tiempo parcial

Para que un alumno pueda optar a esta evaluación, tendrá que obtener la "Dispensa Académica" para la asignatura, que habrá solicitado al Decano o Director/a del Centro que imparte su titulación.

La "Dispensa Académica" no excluye de la evaluación continua. Dicha evaluación se acomodará por el profesor, asistido por el coordinador de grado, estableciéndose la adaptación curricular según las características de cada caso concreto.

### VII. C. Revisión de las pruebas de evaluación.

Estos serán los mecanismos de revisión para las diferentes actividades evaluadoras obligatorias:

|  |
|--|
| Comentarios lecturas e Informes de los temas surgidos en los seminarios – Revisión en tutorías académicas individuales o en grupo a lo largo de todo el cuatrimestre (necesario concertar cita). |
| Resolución de casos – Revisión en el aula durante y tras su realización.   |
| Preguntas cortas escritas y Resolución de problemas – Revisión en tutoría académica individual cuando estén disponibles las correcciones (se especificará día y hora).                           |

## VIII.- Recursos y materiales didácticos

### General

|           |  |
|-----------|--|
| Título    | Diseño y Evaluación de Arquitecturas de Computadoras |
| Autor     | Marta Beltrán y Antonio Guzmán                       |
| Editorial | Prentice Hall (2010, primera edición)                |
| Título    | Computer Architecture: A Quantitative Approach       |
| Autor     | John L. Hennessy & David A. Patterson                |
| Editorial | Morgan Kaufmann (2009, cuarta edición)               |

### Complementaria

|           |   |
|-----------|---|
| Título    | In search of clusters   |
| Autor     | Gregory Pfister   |
| Editorial | Prentice Hall (1998)  |
| Título    | The Grid blueprint for a new computing infrastructure         |
| Autor     | Ian Foster  |
| Editorial | Elsevier (2004)   |
| Título    | High-performance computing paradigm and infrastructure        |
| Autor     | Laurence T. Yang  |
| Editorial | Wiley (2006)  |
| Título    | The Design Warrior's Guide to FPGAs: Devices, Tools and Flows |



|           |  |
|-----------|--|
| Autor     | Clive Maxfield   |
| Editorial | Elsevier (2004)  |
| Título    | GPUGems 1, 2 y 3   |
| Autor     | Varios   |
| Editorial | Addison Wesley<br>Versión online gratuita en el siguiente enlace:<br><a href="http://developer.nvidia.com/object/gpu_gems_home.html">http://developer.nvidia.com/object/gpu_gems_home.html</a> |
| Título    | Parallel programming in C with MPI and OpenMP  |
| Autor     | Michael J. Quinn   |
| Editorial | McGraw Hill (2003)   |

#### Direcciones web de interés

|  |
|--|
| Dirección 1 Top500<br><a href="http://www.top500.org">http://www.top500.org</a>  |
| Dirección 2 OpenMP<br><a href="http://openmp.org/wp/">http://openmp.org/wp/</a>  |
| Dirección 2 LAM-MPI<br><a href="http://www.lam-mpi.org/">http://www.lam-mpi.org/</a>   |
| Dirección 3 Globus Alliance<br><a href="http://www.globus.org">http://www.globus.org</a>   |
| Dirección 4 Zona CUDA<br><a href="http://www.nvidia.es/object/cuda_what_is_es.html">http://www.nvidia.es/object/cuda_what_is_es.html</a>   |
| Dirección 5 OpenCL<br><a href="http://www.khronos.org/opencl/">http://www.khronos.org/opencl/</a>  |
| Dirección 6 Procesador Cell<br><a href="http://www.research.ibm.com/cell/">http://www.research.ibm.com/cell/</a>   |
| Dirección 7 BlueGene<br><a href="http://domino.research.ibm.com/comm/research_projects.nsf/pages/bluegene.index.html">http://domino.research.ibm.com/comm/research_projects.nsf/pages/bluegene.index.html</a>        |
| Dirección 8 Cloud Computing Use Cases<br><a href="http://www.opencloudmanifesto.org/Cloud_Computing_Use_Cases_Whitepaper-2_0.pdf">http://www.opencloudmanifesto.org/Cloud_Computing_Use_Cases_Whitepaper-2_0.pdf</a> |

#### IX.- Profesorado

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Nombre y apellidos                | Marta Beltrán Pardo  |
| Horario de tutorías académicas    | Lunes y Viernes de 10.00 a 12.00<br>Miércoles de 12.00 a 14.00   |
| Correo electrónico                | <a href="mailto:marta.beltran@urjc.es">marta.beltran@urjc.es</a> |
| Departamento/área de conocimiento | DATCCCIA/Arquitectura y Tecnología de Computadores               |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Categoría               | Profesor Titular de Universidad   |
| Titulación Académica    | Ingeniería Superior Electrónica (UCM)<br>Licenciatura en Física Industrial y Automática (UNED)<br>Doctorado (URJC)<br>Máster en Artes Escénicas (URJC)  |
| Experiencia Docente     | En los tres últimos cursos: Arquitectura de Computadores (3º de Ingeniería Informática), Arquitectura de Computadores (2º del Grado en Ingeniería de Computadores), Arquitectura e Ingeniería de Computadores (4º de Ingeniería Informática), Seguridad Informática (5º de Ingeniería Informática), Arquitecturas para Gráficos y Multimedia (Máster en Informática Gráfica, Juegos y Realidad Virtual), Herramientas cualitativas y cuantitativas para la investigación en Informática (Máster en Investigación en Sistemas Hardware y Software Avanzados), Diseño y Evaluación de Sistemas de Altas Prestaciones (Máster en Investigación en Sistemas Hardware y Software Avanzados), Simulación (Máster en Sistemas de Información y Comunicaciones para la Defensa).  |
| Experiencia profesional | En Octubre del 2001 se incorporó como profesora al Área de Arquitectura y Tecnología de Computadores de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, en la que en la actualidad sigue desarrollando sus labores docentes e investigadoras, con 250 créditos impartidos en estos últimos 10 cursos, más de 25 publicaciones internacionales e involucrada siempre en multitud de proyectos y colaboraciones con otros grupos y empresas.<br>En este momento dirige el grupo de investigación GAAP, labor que desempeña desde el año 2005 y sus principales trabajos están relacionados con las arquitecturas de altas prestaciones (clusters, Grids, FPGAs, GPUs y videoconsolas), especialmente las áreas de monitorización, modelado, predicción y evaluación de rendimiento; equilibrio de carga y planificación, heterogeneidad; interoperabilidad y seguridad. También es la directora del Máster en Investigación en Sistemas Hardware y Software Avanzados en la Universidad Rey Juan Carlos y del Programa de Doctorado asociado a este máster. |