



## Grado en Ingeniería Informática itinerario Ingeniería de Computadores

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

Sistemas Computadores de Altas Prestaciones

**Denominación en inglés:**

High Performance Computer Systems

**Código:**

606010226

**Carácter:**

Obligatorio

**Horas:**

	Totales	Presenciales	No presenciales
Trabajo estimado:	150	60	90

**Créditos:**

Grupos grandes	Grupos reducidos			
	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
4.14	0	1.86	0	0

**Departamentos:****Áreas de Conocimiento:**

Ingeniería Electrónica, de Sistemas Informáticos y Automática	Ingeniería de Sistemas y Automática
---	-------------------------------------

**Curso:**

3º - Tercero

**Cuatrimestre:**

Segundo cuatrimestre

### DATOS DE LOS PROFESORES

**Nombre:****E-Mail:****Teléfono:****Despacho:**

*Sánchez Rodríguez, M <sup>a</sup> Trinidad	trinidad.sanchez@diesia.uh u.es	959217662	ETP229
--	------------------------------------	-----------	--------

\*Profesor coordinador de la asignatura

## 1. Descripción de contenidos

### 1.1. Breve descripción (en castellano):

Arquitecturas de Alto Rendimiento.  
 Arquitecturas Paralelas. Multicomputadores y multiprocesadores. Programación Paralela.  
 Sistemas de comunicación de Alta Eficiencia.  
 Sistemas de Alta Disponibilidad. Fiabilidad en los Sistemas Computadores.  
 Sistemas de Almacenamiento de Altas prestaciones.

### 1.2. Breve descripción (en inglés):

High Performance Architectures.  
 Parallel Architectures. Multicomputers and Multiprocessors. Parallel Programming.  
 High Efficiency Communication Systems.  
 High Availability Systems. Reliability in Computer Systems.  
 High Performance Storage Systems.

## 2. Situación de la asignatura

### 2.1. Contexto dentro de la titulación:

La asignatura Sistemas Computadores de Altas Prestaciones se encuentra ubicada dentro del marco del tercer curso del Grado de Ingeniería Informática en la especialidad de Ingeniería de Computadores. Esta asignatura aporta al alumno una visión avanzada de la arquitectura de computadores, prestando especial atención a las técnicas más utilizadas en la actualidad para el aumento de prestaciones, tales como la velocidad de procesamiento, la fiabilidad, la escalabilidad y la disponibilidad.

### 2.2. Recomendaciones:

Para una mejor comprensión y aprovechamiento de la asignatura, se recomienda que el alumno tenga conocimientos previos sobre:

- Arquitectura de computadores
- Electrónica Digital

## 3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):

- Adquirir conocimientos básicos sobre distintas arquitecturas que favorecen el paralelismo, la escalabilidad y la disponibilidad.
- Así mismo se dotará al alumno de conocimientos sobre los elementos de comunicación y sistemas de almacenamiento que favorecen las altas prestaciones.

## 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

### 4.1. Competencias específicas:

- **CE3-IC:** Capacidad de analizar y evaluar arquitecturas de computadores, incluyendo plataformas paralelas y distribuidas, así como desarrollar y optimizar software de para las mismas.

### 4.2. Competencias básicas, generales o transversales:

- **CB4:** Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
- **CG0:** Capacidad de análisis y síntesis: Encontrar, analizar, criticar (razonamiento crítico), relacionar, estructurar y sintetizar información proveniente de diversas fuentes, así como integrar ideas y conocimientos.
- **G01:** Capacidad de organización y planificación así como capacidad de gestión de la Información.
- **G02:** Capacidad de comunicación oral y escrita en el ámbito académico y profesional con especial énfasis, en la redacción de documentación técnica
- **G03:** Capacidad para la resolución de problemas
- **G04:** Capacidad para tomar decisiones basadas en criterios objetivos (datos experimentales, científicos o de simulación disponibles) así como capacidad de argumentar y justificar lógicamente dichas decisiones, sabiendo aceptar otros puntos de vista
- **G06:** Capacidad para el aprendizaje autónomo así como iniciativa y espíritu emprendedor
- **G07:** Motivación por la calidad y la mejora continua, actuando con rigor, responsabilidad y ética profesional.
- **G08:** Capacidad para adaptarse a las tecnologías y a los futuros entornos actualizando las competencias profesionales.
- **G09:** Capacidad para innovar y generar nuevas ideas.
- **CT2:** Desarrollo de una actitud crítica en relación con la capacidad de análisis y síntesis.
- **CT3:** Desarrollo de una actitud de indagación que permita la revisión y avance permanente del conocimiento.
- **CT4:** Capacidad de utilizar las Competencias Informáticas e Informacionales (CI2) en la práctica profesional.

## 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

### 5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones de Resolución de Problemas.
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática.

### 5.2. Metodologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.
- Planteamiento, Realización, Tutorización y Presentación de Trabajos.
- Evaluaciones y Exámenes.

### 5.3. Desarrollo y justificación:

#### **Sesiones académicas de teoría.**

Las sesiones teóricas consisten en clases magistrales en grupos grandes, donde se impartirá la base teórica de la asignatura acompañándola de ejemplos ilustrativos. Se impartirán durante 15 semanas, en dos sesiones semanales, con una duración de una hora y treinta minutos cada una. La metodología empleada para impartir la teoría será mayoritariamente mediante el uso de presentaciones audiovisuales y transparencias.

Durante el desarrollo de la teoría se resolverán problemas relacionados con los conceptos teóricos desarrollados. Para ello previamente se facilitará una relación de problemas.

#### **Sesiones prácticas de laboratorio.**

Las prácticas de laboratorio se imparten en grupos pequeños, con trece sesiones de 1.5 horas cada una de ellas. Los enunciados de las distintas prácticas se facilitan previamente a la realización de las mismas en el laboratorio. En todas ellas, se controlará la asistencia y realización a nivel individual, de tal forma que se realiza una evaluación continua de las mismas. Se deberá entregar una memoria de todas las prácticas de laboratorio a nivel individual, donde el alumno debe mostrar la capacidad de expresión escrita apta para el ámbito laboral al que se destinan los conocimientos de la asignatura.

## 6. Temario desarrollado:

### PROGRAMA DE TEORÍA:

#### **TEMA 1. INTRODUCCIÓN A LAS ARQUITECTURAS PARALELAS Y ALTAS PRESTACIONES.**

- 1.1 Introducción
- 1.2 Motivación
- 1.3 Clasificación de las estructuras paralelas
- 1.4 Niveles de paralelismo. Clasificación de Flynn.
- 1.5 Denominaciones de computadores paralelos
- 1.6 Prestaciones
  - 1.6.1 Velocidad. Ley de Amdahl. Ley de Gustafson
  - 1.6.2 Escalabilidad
  - 1.6.3 Eficiencia

#### **TEMA 2. INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN PARALELA.**

- 2.1 Punto de partida
- 2.2 Modos de programación
- 2.3 Herramientas
- 2.4 Comunicación
- 2.5 Estilos de programación
- 2.6 Procesos y hebras
- 2.7 Estructuras de programas paralelos
- 2.8 Proceso de paralelización

#### **TEMA 3. SISTEMAS MULTIPROCESADORES.**

- 3.1 Introducción.
- 3.2 Sistemas de coherencia de caché
  - 3.2.1 Métodos de actualización de la memoria principal
  - 3.2.2 Métodos de coherencia de caché
  - 3.2.3. Protocolos de coherencia del sistema de memoria
    - 3.2.3.1 Protocolos de espionaje (Snoopy)
    - 3.2.3.2 Protocolos basados en directorios
- 3.3 Sistemas de consistencia de memoria
  - 3.3.1 Modelo secuencial
  - 3.3.2 Modelo relajado
- 3.4 Sincronización
  - 3.4.1 Cerrojos
  - 3.4.2 Barreras

#### **TEMA 4. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN EN COMPUTADORES PARALELOS.**

- 4.1 Clasificación de los sistemas de comunicación para computadores
- 4.2 Estructura general de un sistema de comunicación
- 4.3 Estructura y funcionamiento de la interfaz de red
- 4.4 Estructura y funcionamiento de la red de interconexión
- 4.5 Prestaciones generales del sistema de comunicación

#### **TEMA 5. SISTEMAS MULTICOMPUTADORES. CLUSTER.**

- 5.1 Introducción
- 5.2 Características Generales
- 5.3 Tipos de cluster
  - 5.3.1 Alto rendimiento (HP)
  - 5.3.2 Alta disponibilidad (HA)
  - 5.3.3 Alta confiabilidad (HR)
- 5.4 Soluciones software para clusters
- 5.5 Redes de interconexión para clusters

#### **TEMA 6. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO EN RED.**

- 6.1 Introducción
- 6.2 Sistemas de Discos Inteligentes
  - 6.2.1 RAID
  - 6.2.2 Controladores Inteligentes
- 6.3 Técnicas de E/S
  - 6.3.1 Fibre Channel
  - 6.3.2 Almacenamiento IP

### PROGRAMA DE LABORATORIO:

En las prácticas de laboratorio se propondrán cuestiones para desarrollar en la Sala de Ordenadores. Los grupos a formar para realizar las prácticas, siempre que sea posible, serán individuales. Estas sesiones prácticas tienen como objetivo ilustrar varios casos reales de aumento de prestaciones en los sistemas computadores, diseñándose diferentes sistemas estudiados y poniendo en práctica los conocimientos adquiridos en distintas asignaturas, estudiadas anteriormente, relacionadas con la materia. Los alumnos entregarán una memoria final con todas las actividades desarrolladas en prácticas. La última práctica del curso será la elaboración de un trabajo relacionado con la materia impartida en las clases teóricas, del cual sólo habrá que realizar una presentación.

## 7. Bibliografía

### 7.1. Bibliografía básica:

Arquitectura de Computadores  
Autores: Ortega J., Anguita M. y Prieto A.  
Editorial: Thomson  
Año 2005  
Scalable Parallel Computing: Technology, Architecture, Programming  
Autores: Hwang K. y Xu Z.  
Editorial: MsGraw-Hill  
Año 1998  
Storage Networks  
Autores: Ulf T., Rainer E., Wolfgang M.  
Editorial: Wiley  
Año 2004  
Parallel Computer Architecture: A hardware/Software Approach  
Autores: Culler D. E., Singh J.P. y Gupta A.  
Editorial: Morgan Kaufmann  
Año 1998

### 7.2. Bibliografía complementaria:

Arquitectura de Computadores. Fundamentos de los procesadores superescalares  
Autores: John Paul Shen y Mikko H. Lipasti  
Editorial: McGraw-Hill  
Año 2005

## 8. Sistemas y criterios de evaluación.

### 8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Prácticas
- Defensa de Trabajos e Informes Escritos
- Seguimiento Individual del Estudiante

### 8.2. Criterios de evaluación y calificación:

Los principios de evaluación de la asignatura siguen unos criterios de **evaluación** preferentemente **continua**, entendiéndose como tal la evaluación diversificada que se lleva a cabo en distintos momentos del curso académico en curso. Esta evaluación se realiza para las **convocatorias ordinarias I y II**, mediante los siguientes sistemas de evaluación y ponderaciones:

- Para la evaluación de los contenidos desarrollados en las sesiones de teoría y de problemas, se realizará un examen final mediante el cual se evaluarán la adquisición de las competencias CG0, G03, G06 y CT2. El examen será tipo test y constará de 40 preguntas con cuatro opciones cada una y con una única respuesta correcta (pregunta contestada correctamente: +0,25; pregunta mal contestada: -0,125; pregunta no contestada: no puntúa ni resta). Estas 40 preguntas pueden incluir problemas relacionados con la materia estudiada en las sesiones de problemas. El peso de dicho examen en la nota final será de un 60% (6 puntos). Para superar la asignatura es imprescindible superar al menos un 40% en dicho examen (2,4 puntos).
- Se realizará un control de asistencia tanto a las sesiones de prácticas de laboratorios como a las clases teóricas. La asistencia a las sesiones de prácticas es obligatoria, no pudiendo faltar, sin justificar, a más de un sesión. La asistencia a las clases teóricas, donde se realizará un seguimiento individual de cada alumno y se valorará la participación y comprensión de la asignatura, será evaluable hasta una máximo de un 20% de la nota final de la asignatura. La no asistencia a dichas clases, aunque la ausencia a la misma esté justificada, no se tendrá en cuenta en la nota de asistencia.
- La evaluación de los contenidos desarrollados en las sesiones de prácticas de laboratorio se realizará mediante evaluación continua así como mediante la entrega de un informe con las conclusiones y conocimientos adquiridos durante dichas prácticas. Mediante dichas sesiones se adquirirán las competencias G02, G04, G07, G08 y CT4. También se realizará, dentro de las sesiones de prácticas, la realización y exposición de un trabajo relacionado con algunos de los conceptos explicados en las sesiones de teoría y mediante el cual se pretende conseguir las competencias G01, CB4, G06, G09 y CT3. Esta parte será evaluable hasta una máximo de un 20% de la nota final de la asignatura.

La **nota final** de la asignatura para el sistema de **evaluación continua** se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$NOTA\ FINAL = 0.6 \times (NOTA\ EXÁMEN\ TEÓRICO) + 0.2 \times (NOTA\ PRÁCTICAS\ DE\ LABORATORIO) + 0.2 \times (NOTA\ ASISTENCIA\ Y\ PARTICIPACIÓN\ EN\ CLASE)$

Aquellos estudiantes que así lo consideren pueden acogerse a la realización de una **evaluación única final**. En este caso, deberá presentar una solicitud en el Registro General de la Universidad, en cualquiera de sus Registros Auxiliares o en el Registro Telemático, dirigida al coordinador de la asignatura. La evaluación única final para **todas las convocatorias** consistirá en un solo acto académico que estará formado por las siguientes pruebas:

- Prueba 1: Para la evaluación de los contenidos desarrollados en las sesiones de teoría y de problemas, se realizará un examen mediante el cual se evaluarán la adquisición de las competencias CG0, G03, G06 y CT2. El examen será tipo test y constará de 40 preguntas con cuatro opciones cada una y con una única respuesta correcta (pregunta contestada correctamente: +0,25; pregunta mal contestada: -0,125; pregunta no contestada: no puntúa ni resta). Estas 40 preguntas pueden incluir problemas relacionados con la materia estudiada en las sesiones de problemas. El peso de dicho examen en la nota final será de un 60% (6 puntos). Para superar la asignatura es imprescindible superar al menos un 40% en dicho examen (2,4 puntos). La duración de este examen será de 1,5 horas y no se podrá utilizar ningún material adicional, salvo el proporcionado por el profesorado.
- Prueba 2: Para la evaluación de los contenidos desarrollados en las sesiones de prácticas de laboratorio se realizará otro examen tipo test donde se evaluarán los conocimientos que se deben adquirir en ellas. Mediante este examen se adquirirán las competencias G02, G04, G07, G08 y CT4. LA duración de este examen será de 30 minutos y no se podrá utilizar ningún material adicional salvo el proporcionado por el profesorado. El peso de dicho examen en la nota final será un 20%.
- Prueba 3: El alumno debe realizar y exponer un trabajo relacionado con algunos de los conceptos explicados en las sesiones de teoría y mediante el cual se pretende conseguir las competencias G01, CB4, G06, G09 y CT3. Para ello una vez que el alumno realice la solicitud de la evaluación única al profesorado de la asignatura, deberá solicitar también el tema a desarrollar en dicho trabajo con el fin de poder ir trabajando en él de cara al día del examen. La exposición de dicho trabajo tendrá lugar tras el examen de prácticas y tendrá una duración máxima de 15 minutos, 10 minutos de exposición y 5 minutos de defensa del mismo. Durante la parte de defensa, se cubrirá también la parte de seguimiento del alumno recogida en el sistema de evaluación continua. El peso de esta parte en la nota final será de un 20%.

La **nota final** de la asignatura para el sistema de **evaluación única final** se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$NOTA\ FINAL = 0.6 \times (NOTA\ EXAMEN\ TEÓRICO) + 0.2 \times (NOTA\ EXAMEN\ DE\ PRÁCTICAS) + 0.2 \times (TRABAJO\ INDIVIDUAL)$

En el caso de haber más candidatos que posibilidades de **matrículas de honor** por número de estudiantes en la asignatura, y con el objetivo de discriminar situaciones de equidad en la calificación final, se seguirán los siguientes criterios:

-Se otorgará al estudiante con mayor nota en el examen teórico.

-Ante una nota igual en el examen teórico, se otorgará al estudiante con mayor nota en la parte de prácticas.

**9. Organización docente semanal orientativa:**

	Semanas	Grupos Grandes	Grupos Reducidos Aula Estándar	Grupos Reducidos Aula de Informática	Grupos Reducidos Laboratorio	Grupos Reducidos prácticas de campo	Pruebas y/o actividades evaluables	Contenido desarrollado
#1	2.76	0	0	0	0			TEMA 1: Introducción a las arquitecturas paralelas y altas prestaciones
#2	2.76	0	0	0	0			TEMA 1: Introducción a las arquitecturas paralelas y altas prestaciones
#3	2.76	0	0	1.5	0	Práctica 1: Montaje de un Cluster con OpenMosix		TEMA 1: Introducción a las arquitecturas paralelas y altas prestaciones
#4	2.76	0	0	1.5	0	Práctica 1: Montaje de un Cluster con OpenMosix		TEMA 2: Introducción a la Programación Paralela
#5	2.76	0	0	1.5	0	Práctica 2: Montaje de un Cluster con Mosix4		TEMA 2: Introducción a la Programación Paralela
#6	2.76	0	0	1.5	0	Práctica 2: Montaje de un Cluster con Mosix4		TEMA 3: Sistemas Multiprocesadores
#7	2.76	0	0	1.5	0	Práctica 2: Montaje de un Cluster con Mosix4		TEMA 3: Sistemas Multiprocesadores
#8	2.76	0	0	1.5	0	Práctica 3: Montaje de un Cluster con Linux Virtual Server		TEMA 3: Sistemas Multiprocesadores
#9	2.76	0	0	1.5	0	Práctica 3: Montaje de un Cluster con Linux Virtual Server		TEMA 3: Sistemas Multiprocesadores
#10	2.76	0	0	1.5	0	Práctica 3: Montaje de un Cluster con Linux Virtual Server		TEMA 4: Sistemas de Comunicación en Computadores Paralelos
#11	2.76	0	0	1.5	0	Práctica 4_I: Trabajo individual		TEMA 4: Sistemas de Comunicación en Computadores Paralelos
#12	2.76	0	0	1.5	0	Práctica 4_I: Trabajo individual		TEMA 5: Sistemas Multicomputadores. Clusters.
#13	2.76	0	0	1.5	0	Práctica 4_I: Trabajo individual		TEMA 5: Sistemas Multicomputadores. Clusters.
#14	2.76	0	0	1.5	0	Práctica 4_II: Exposición de Trabajos		TEMA 6: Sistemas de Almacenamiento en Red
#15	2.76	0	0	0.6	0	Práctica 4_II: Exposición de Trabajos		TEMA 6: Sistemas de Almacenamiento en Red
	41.4	0	0	18.6	0			