



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

GUÍA DOCENTE DE ARQUITECTURA DE SISTEMAS PARALELOS

La presente guía docente corresponde a la asignatura Arquitectura de Sistemas Paralelos (ASP), aprobada para el curso lectivo 2017-2018 en Junta de Centro y publicada en su versión definitiva en la página web de la Escuela Politécnica Superior. Esta guía docente de ASP aprobada y publicada antes del periodo de matrícula tiene el carácter de contrato con el estudiante.



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

1. ASIGNATURA

Arquitectura de Sistemas Paralelos

1.1. Código

18762 del Grado en Ingeniería Informática

1.2. Materia

Estructura y Arquitectura de Computadores

1.3. Tipo

Optativa

1.4. Nivel

Grado

1.5. Curso

4º

1.6. Semestre

2º

1.7. Número de créditos

6 créditos ECTS

1.8. Requisitos previos

Es muy recomendable haber superado la asignatura Arquitectura de Computadores de tercer curso.



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales

Se plantean dos métodos de evaluación, uno de evaluación CONTINUA y otro de evaluación NO CONTINUA, **de forma independiente para los contenidos teóricos y para los contenidos prácticos**. Por defecto, se supone que todos los estudiantes, por el hecho de estar matriculados en la asignatura, optan por un método de evaluación CONTINUA.

La aplicación de la evaluación CONTINUA para los contenidos teóricos está ligada a la realización y superación de una calificación mínima de las actividades propuestas durante el desarrollo del curso.

La aplicación de la evaluación CONTINUA para los contenidos prácticos está ligada a la asistencia y a la realización de las actividades propuestas en las sesiones prácticas en el laboratorio.

La norma a seguir en cada caso es la siguiente:

EVALUACION CONTINUA y NO CONTINUA PARA CONTENIDOS TEÓRICOS.

En ambas modalidades la asistencia a clase de teoría no es obligatoria, pero sí fuertemente recomendable.

MUY IMPORTANTE

Sin necesidad de avisar previamente, en las clases se pueden realizar pruebas que sirvan para la evaluación continua. La ausencia a estas sesiones implica la no realización de la citada prueba y la consecuente calificación con cero puntos en la actividad.

Los detalles acerca de la normativa de evaluación para cada una de las dos modalidades se recogen en el epígrafe 2.2 de esta guía.

EVALUACION CONTINUA PARA CONTENIDOS PRÁCTICOS (LABORATORIO).

En la modalidad de evaluación CONTINUA, el estudiante deberá asistir a todas las clases prácticas y entregar de forma regular y en las fechas marcadas las memorias de resultados de cada una de las prácticas propuestas.

Siempre por motivos debidamente justificados, el estudiante puede faltar a un máximo de 2 sesiones de prácticas (4 horas), debiendo en su caso, presentar también las memorias correspondientes. En el caso de alcanzar un número mayor de faltas o la no entrega de alguna de las memorias solicitadas, será excluido de esta modalidad de evaluación.

EVALUACION NO CONTINUA PARA CONTENIDOS PRÁCTICOS (LABORATORIO).

En esta modalidad la asistencia a clase de prácticas no es obligatoria, pero sí fuertemente recomendable.

Los detalles acerca de la normativa de evaluación que diferencian cada una de las dos modalidades de evaluación práctica, se recogen en el epígrafe 2.2 de esta guía.



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

1.10. Datos del equipo docente

Profesores de teoría:

Francisco Javier Gómez Arribas (Coordinador)
Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones
Centro: Escuela Politécnica Superior
Despacho: Edificio C-226
Teléfono: +34 91 497 2255
Correo electrónico: francisco.gomez@uam.es
Página web: <http://www.eps.uam.es/~fjgomez/>
Horario de atención al alumnado: Petición de cita previa por correo electrónico.

Profesores de prácticas:

Francisco Javier Gómez Arribas (Coordinador)
Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones
Centro: Escuela Politécnica Superior
Despacho: Edificio C-226
Teléfono: +34 91 497 2255
Correo electrónico: francisco.gomez@uam.es
Página web: <http://www.eps.uam.es/~fjgomez/>
Horario de atención al alumnado: Petición de cita previa por correo electrónico.



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

1.11. Objetivos del curso

En este curso se aprende a evaluar y analizar las características más determinantes en el rendimiento de los sistemas con arquitectura paralela y entender los conceptos que son indispensables para afrontar el reto de su programación. Todos los procesadores actuales incorporan posibilidades de ejecución paralela y por tanto, para su programación efectiva, es fundamental revisar las nociones de paralelismo en la ejecución de instrucciones en las principales arquitecturas. Se enseñan procesadores superescalares multithread, multicore, sistemas multiprocesador, procesadores con unidades vectoriales, sistemas con coprocesadores gráficos y sistemas multicomputador. Se revisan las exigencias en el desarrollo de sistemas de computación paralela como: la coherencia en sistemas con memoria compartida, el coste de comunicación entre procesos, el paradigma de programación paralela basado en paso de mensajes y las ventajas e inconvenientes de diferentes topologías de interconexión entre procesadores.

Un objetivo implícito es llegar a entender las limitaciones de la ejecución de una aplicación en una arquitectura paralela, dependiendo del grado de paralelización alcanzado en su implementación. En esta asignatura se aprende a estimar cómo evoluciona la carga de trabajo y el tiempo de computación de un algoritmo al ejecutarlo en un sistema paralelo, en función de cómo se proyecta en los procesadores de la arquitectura y de cómo se comporta la comunicación entre los elementos de computación.

Las **competencias** que se pretenden adquirir con esta asignatura son:

- **Transversales:**

A1: Capacidad de abstracción, análisis y síntesis de problemas reales, con el objetivo de expresar la resolución de un problema de forma rigurosa y precisa.

A3: Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.

- **Técnicas :**

B31: Conocimientos que involucren aspectos avanzados de modelos, métodos y sistemas procedentes de la vanguardia en ingeniería informática.

- **Específicas:**

IC3: Capacidad de analizar y evaluar arquitecturas de computadores, incluyendo plataformas paralelas y distribuidas, así como desarrollar y optimizar software para las mismas.

IC7: Capacidad para analizar, evaluar, seleccionar y configurar plataformas hardware para el desarrollo y ejecución de aplicaciones y servicios informáticos.



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

Los objetivos que se pretenden alcanzar con esta asignatura son:

OBJETIVOS GENERALES	
G1	Aplicar la técnica de paralelización más eficiente en base a la arquitectura del sistema paralelo y de su modelo de programación.
G2	Seleccionar la arquitectura paralela más adecuada de un sistema, en función de la carga de computación, de las comunicaciones entre procesadores y de la compartición de datos.
G3	Demostrar la influencia de las comunicaciones en arquitecturas que utilizan paso de mensajes.
G4	Comprobar las limitaciones de las arquitecturas paralelas y mostrar los efectos en el rendimiento cuando se comparte memoria.
G5	Utilizar entornos de programación para sistemas multicomputador con MPI, sistemas multicore con OpenMP y programación de GPUs con CUDA.
OBJETIVOS ESPECIFICOS POR TEMA	
TEMA 1.- Evolución de la arquitectura de sistemas paralelos y de sus modelos de programación.	
1.1.	Describir las diferentes arquitecturas existentes en sistemas paralelos
1.2.	Identificar los modelos de programación que se utilizan en los sistemas paralelos actuales y diferenciar las aplicaciones para las que se utilizan.
1.3.	Enumerar las ventajas e inconvenientes para cada arquitectura cuando se comparten datos y/o se intercambia información.
1.4.	Detallar con palabras propias, las líneas directrices que marcan la evolución de los sistemas con arquitectura paralela.
1.5.	Obtener las características del sistema paralelo actual más potente y entender el criterio y los parámetros que se emplean para la clasificación top500.
TEMA 2.- Sistema multicomputador: Paso de mensajes en arquitecturas con memoria distribuida.	
2.1.	Describir las características de un sistema multicomputador con elementos de proceso independientes.
2.2.	Identificar los cuellos de botella del sistema multicomputador y detallar las especificaciones que debe cumplir la red de comunicación en términos de latencia y de ancho de banda.
2.3.	Realizar un programa basado en el paradigma de paso de mensajes que emplea las funciones básicas de MPI.
2.4.	Utilizando pequeños programas de ejemplo mostrar los diferentes modos de comunicación disponibles en MPI.
2.5.	Siguiendo el paradigma maestro/esclavo distribuir carga de trabajo entre elementos de proceso y evaluar el rendimiento, comparando planificaciones estáticas frente a dinámica para distintas cargas de trabajo.



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

TEMA 3.- Paralelismo en sistemas con arquitectura multicore/multithread.	
3.1.	Entender por qué las arquitecturas de los procesadores actuales han evolucionado mayoritariamente incrementando el número de cores en lugar de incrementar las unidades funcionales.
3.2.	Ser capaz de explicar cómo se comportan la ejecución de múltiples threads, cuando se crean, que ejecutan y como se sincronizan.
3.3.	Utilizar OpenMP para escribir programas sencillos que exploten el paralelismo mediante la inclusión de directivas en el código fuente.
3.4.	Conseguir paralelizar la ejecución de bucles, identificando las dependencias entre las iteraciones y aplicando técnicas de optimización.
3.5.	Distinguir los problemas que surgen al paralelizar en sistemas de memoria compartida, identificando cuando se producen carreras de datos o “false sharing”.
TEMA 4.- Sistemas con arquitectura manycore. Coprocesadores GPU.	
4.1.	A partir del esquema de una arquitectura de un PC, describir la incorporación de una GPU detallando las especificaciones de comunicación a través del bus y las características de la memoria asociada.
4.2.	Diferenciar las posibilidades de ejecución de los cores de una GPU y los cores de un procesador de propósito general.
4.3.	Realizar la programación de una GPU utilizando el entorno de desarrollo basado en CUDA.
4.4.	Elegir los parámetros que optimizan la ejecución en paralelo desde CUDA, y entender como estos valores están relacionados con el funcionamiento de los threads en la arquitectura interna de la GPU.
4.5.	Identificar las aplicaciones que mejor encajan en el modelo de ejecución cuando se utiliza una GPU como coprocesador.
TEMA 5.- Evaluación del rendimiento en sistemas de computación paralela.	
5.1.	Establecer las métricas y los parámetros de medida que nos permitan evaluar el rendimiento de un sistema paralelo.
5.2.	Identificar los límites de aceleración en función de la carga de trabajo y del tiempo de ejecución alcanzado.
5.3.	Distinguir los modelos de funcionamiento que corresponde a la Ley de Amdahl y a la de Gustafson.
5.4.	Evaluar diferentes planificaciones de tareas para balancear carga de trabajo y modelizar como se comporta la computación junto con la comunicación.



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

1.12. Contenidos del programa

Programa Sintético

- UNIDAD 1. Evolución de la arquitectura de sistemas paralelos y de sus modelos de programación.
- UNIDAD 2. Sistema multicomputador: Paso de mensajes en arquitecturas con memoria distribuida.
- UNIDAD 3. Paralelismo en sistemas con arquitectura multicore/multithread.
- UNIDAD 4. Sistemas con arquitectura manycore. Coprocesadores GPU.
- UNIDAD 5. Evaluación del rendimiento en sistemas de computación paralela.

Programa Detallado

1. **Evolución de la arquitectura de sistemas paralelos y de sus modelos de programación.**
 - 1.1. Introducción a las computación paralela.
 - 1.1.1. Motivación, objetivos y aplicaciones
 - 1.1.2. Arquitecturas para procesamiento paralelo: Clasificación de Flynn.
 - 1.2. Modelos de Ejecución.
 - 1.2.1. Memoria compartida vs memoria distribuida
 - 1.2.2. Modelo de programación basado en paso de mensajes.
 - 1.2.3. Modelo de programación para memoria compartida.
 - 1.2.4. Paralelismo a nivel de hilo con pThreads (POSIX Threads).
 - 1.3. Perspectiva histórica y tendencias actuales.
 - 1.3.1. Top 500.
 - 1.3.2. Ejemplos de Superordenadores.
2. **Sistema Multicomputador: Paso de mensajes en arquitecturas con memoria distribuida.**
 - 2.1. Arquitectura multicomputador/multiprocesador.
 - 2.2. Principios y características del sistema multicomputador
 - 2.2.1. Memoria distribuida.
 - 2.2.2. Red de comunicación
 - 2.2.2.1. Ancho de banda.
 - 2.2.2.2. Mínima latencia.
 - 2.2.3. La Máquina Virtual Paralela. PVM, MPI.
 - 2.3. Introducción a MPI (Message Passing Interface).
 - 2.3.1. Conceptos y Funciones Básicas.
 - 2.3.2. Paradigma Maestro/Esclavo.
 - 2.3.3. Modos y funciones de comunicaciones,
 - 2.3.3.1. Modos síncronos/asíncronos, bloqueante/no bloqueante.
 - 2.3.3.2. Comunicación punto a punto y comunicaciones colectivas.
 - 2.3.4. Planificación de tareas para diferentes tipos de carga.



- 2.3.4.1. Distribución estática/dinámica
 - 2.3.4.2. Solapamiento de la comunicación con la computación.
 - 2.3.5. Tipos de datos derivados.
 - 2.3.6. Topologías
- 3. Paralelismo en sistemas con arquitectura multicore/multithread.**
- 3.1. Arquitectura con memoria compartida.
 - 3.1.1. Sistemas multicore
 - 3.1.2. Sistemas multiprocesador multicore
 - 3.2. OpenMP. Programación paralela basada en directivas.
 - 3.2.1. Modelo de ejecución con múltiples threads.
 - 3.2.2. Variables de entorno. API en tiempo de ejecución.
 - 3.2.3. Directivas para la construcción de paralelismo y de sincronización.
 - 3.2.3.1. Regiones paralelas
 - 3.2.3.2. Clausulas para sincronización
 - 3.2.3.3. Variables privadas.
 - 3.2.3.4. Reducción.
 - 3.3. Planificación y transformación de bucles.
 - 3.3.1. Análisis de dependencias. Espacio de iteraciones.
 - 3.3.2. Criterios de paralelización de bucles.
 - 3.3.3. Optimización: Fisión, alineación, intercambio, sincronización.
 - 3.3.4. Reparto y planificación de threads
 - 3.4. Efectos que limitan el rendimiento por compartir memoria.
 - 3.4.1. Falso compartir (False sharig)
 - 3.4.2. Carreras de datos (Data races)
- 4. Sistemas con arquitectura manycore. Coprocesadores GPU.**
- 4.1. Arquitectura de sistemas con coprocesador gráficos GPU
 - 4.1.1. SPMD en una arquitectura con multiples cores.
 - 4.1.2. Programación de propósito general con GPU (GPGPU).
 - 4.2. Arquitectura y Modelo de Ejecución.
 - 4.2.1. Entorno de programación CUDA.
 - 4.2.2. Modelo de Programación.
 - 4.2.3. API de CUDA.
 - 4.2.4. Ejemplos de aplicación
- 5. Evaluación del rendimiento en sistemas de computación paralela.**
- 5.1. Métricas del rendimiento y parámetros de medida.
 - 5.1.1. Aceleración (Speed-up).
 - 5.1.2. Perfil de paralelismo de un programa.
 - 5.1.3. Eficiencia, redundancia y utilización.
 - 5.1.4. Escalabilidad e isoeficiencia.
 - 5.2. Modelos del rendimiento y límites de la aceleración.
 - 5.2.1. Carga de trabajo fija. Ley de Amdahl.
 - 5.2.2. Tiempo de ejecución fijo. Ley de Gustafson.
 - 5.2.3. Aceleración limitada por la memoria.
 - 5.3. Modelización de la ejecución de algoritmos en computación paralela.



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

- 5.3.1. Paradigma de organización de tareas.
- 5.3.2. Modelos de comunicación.
- 5.3.3. Planificación de tareas y balanceo de carga.

1.13. Referencias de consulta

1. Introduction to parallel computing. A. Grama, A. Gupta, G. Karpys, V. Kumar. Addison Wesley. 2004. ISBN 0-201-64865-2. Ref_UAM: INF 681.324/INT. Accessible por safari (<http://proquest.safaribooksonline.com/book/software-engineering-and-development/0201648652>)
2. Introduction to parallel processing. Behrooz Parhami. Plenum Press. 1999. ISBN 0-306-45970-1. Ref_UAM: INF 681.324/PAR.
3. Introducción a la programación paralela. F. Almeida, D. Giménez, J.M. Mantas, A. Vidal. Ed Paraninfo. 2008. ISBN 84-9732-674-1. Ref_UAM: INF 681.34/INT.
4. MPI the complete reference, Vol 1 y 2. Marc Snir. MIT Press. 1998. ISBN 0262692163. Ref_UAM: INF/681.324/MPI Vol. 1 y INF/681.324/MPI Vol. 2.
5. Parallel programming. Barry Wilkinson y Michael Allen, Ed. Prentice Hall. 1999. ISBN 0136717101. Ref_UAM: INF/681.324/WIL.
6. Programming massively parallel processors A hands-on Approach. David B. Kirk, Wen-mei W. Hwu. Morgan Kaufmann. 2010. ISBN 9780123814722. Ref_UAM: INF/681.324/KIR.
7. CUDA application design and development. Rob Farber. Morgan Kaufmann. ISBN 9780123884268. Ref_UAM: INF/681.3.06/FAR.
8. Computer architecture: A Quantitative Approach". John L. Hennessy y David A. Patterson. Ed McGraw-Hill. 1993. ISBN 8476159129. Ref_UAM: INF/681.32.3/HEN.
9. Designing and building parallel programs: concepts and tools for parallel software engineering “ Foster, Ian T. Addison-Wesley1995 (ISBN 0-201-57594-9) (versión web en <http://www.mcs.anl.gov/dbpp> <http://www-unix.mcs.anl.gov/dbpp/>)
10. Parallel computer architecture: A Hardware/ Software Approach. David Culler, Morgan Kaufman Publishers. ISBN 1-55860-343-3. 1998



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

11. Advanced computer architecture and parallel processing. Hesham El-Rewini y Mostafa Abd-El-Barr, Ed John Wiley and Sons, 2005 (ISBN 0-471-46740-5)
12. Advanced computer architecture - parallelism, scalability, programmability”, K.Hwang, McGraw-Hill, NY,USA, 1993, ISBN 0-07-031622-8
13. Modern processor design, J.P.Shen, M.H.Lipasti, McGraw-Hill Higher Education. 2005. ISBN 0-07-057064-7
14. Highly parallel computing. G.Almasi, A.Gottlieb, 2nd Ed. Benjamin/Cummings Pub.Co., USA, 1994, ISBN:0-80-530443-6

Bibliografía principal y secundarias asociadas al temario propuesto:

UNIDAD 1. Evolución de la arquitectura de sistemas paralelos y de sus modelos de programación.

Principal: Ref[1] C1 y C2. Ref[2] C21 a C24.

Secundarias: Ref[3] C1 y C2, Ref [10-14]

UNIDAD 2. Sistema multicomputador: Paso de mensajes en arquitecturas con memoria distribuida.

Principal: Ref[1] C6. Ref[3] C3.

Secundarias: Ref[4]. Ref[5] C2. Ref[9] C7

UNIDAD 3. Paralelismo en sistemas con arquitectura multicore/multithread.

Principal: Ref[3] C3. Ref [5] C8.

Secundarias: Ref[1]. Ref [10]. Ref[13]

UNIDAD 4. Sistemas con arquitectura manycore. Coprocesadores GPU.

Principal: Ref[6] C3 a C6

Secundarias: Ref[7].

UNIDAD 5. Evaluación del rendimiento en sistemas de computación paralela.

Principal: Ref[3] C4. Ref [9] C3. Ref[1] C3.

Secundarias: Ref[2]



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

2. MÉTODOS DOCENTES

La metodología utilizada en el desarrollo de la actividad docente incluye los siguientes tipos de actividades:

*Clases de teoría:

Actividad del profesor

Clases expositivas simultaneadas con la realización de ejercicios. Se utilizará la pizarra, combinada con presentaciones en formato electrónico y uso de simulaciones.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Toma de apuntes, participar activamente en clase respondiendo a las cuestiones planteadas. Resolución de los ejercicios propuestos durante el desarrollo de las clases.

Actividad no presencial: Preparación de apuntes, estudio de la materia y realizaciones de los cuestionarios planteados en el moodle de la asignatura.

*Clases de problemas en aula:

Actividad del profesor

Primera parte expositiva, una segunda parte de supervisión y asesoramiento en la resolución de los problemas por parte del alumno y una parte final de análisis del resultado y generalización a otros tipos de problemas. Se utiliza básicamente la pizarra con proyecciones en formato electrónico para las figuras y simulaciones en lenguaje de bajo nivel.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Participación activa en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados.

Actividad no presencial: Realización de otros problemas, planteados a través de moodle y no resueltos en clase y estudio de los planteados en las mismas. Utilización de las simulaciones en lenguaje de bajo nivel para analizar y comprobar los resultados. Estudio y planteamiento de modificaciones que permitan la optimización de las soluciones planteadas.

*Tutorías en aula:

Actividad del profesor:

Tutorización a toda la clase o en grupos de alumnos reducidos (8-10) con el objetivo de resolver dudas comunes plantadas por los alumnos a nivel individual o en grupo, surgidas a partir de cuestiones/ejercicios/problemas señalados en clase para tal fin y orientarlos en la realización de los mismos.

Actividad del estudiante:



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

Actividad presencial: Planteamiento de dudas individuales o en grupo y enfoque de posibles soluciones a las tareas planteadas.

Actividad no presencial: Estudio de las tareas marcadas y debate de las soluciones planteadas en el seno del grupo.

*Prácticas de laboratorio:

Actividad del profesor:

Asignar una práctica a cada grupo de trabajo y explicar la práctica asignada a cada grupo de trabajo al comienzo de la sesión de prácticas. Supervisar el trabajo de los grupos de trabajo en el laboratorio. Suministrar el guión de prácticas a completar en el laboratorio.

Se utilizan el método expositivo tanto en tutorías como en el laboratorio con cada grupo de trabajo. Los medios utilizados son el software del laboratorio y ordenadores del propio laboratorio para la ejecución y simulación de los programas realizados.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento inicial, previo al desarrollo de la práctica, sobre información contenida en el enunciado. Debate en el seno del grupo sobre el planteamiento de la solución óptima. Al finalizar la práctica se entrega un breve informe con el programa desarrollado y, además, se debe ejecutar con el profesor presente, quien hará las preguntas oportunas a cada miembro del grupo para calificar de forma individual la práctica.

Actividad no presencial: Profundizar en el enunciado de la práctica y plantear el diagrama de flujo óptimo para la resolución de la misma. Redacción del informe de la práctica incluyendo el diagrama final planteado.

2.1. Tiempo de trabajo del estudiante

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas (3h x14 semanas)	42 h (28%)	81 h (54%)
	Clases prácticas (2h x13 semanas)	26 h (17%)	
	Tutorías globales	4 h (3%)	
	Realización de prueba escrita (ordinarias)	6 h (4%)	
	Realización de prueba escrita (extraordinaria)	3 h (2%)	
No presencial	Estudio semanal regulado (3 horas x 14 semanas)	42 h (28%)	69 h (46%)
	Preparación del examen (ordinario)	12 h (8%)	
	Preparación del examen (extraordinario)	15 h (10%)	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS		150 h	



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

2.2. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final

- Ambas partes, teoría y prácticas se puntúan sobre 10 puntos.
- La nota final de la asignatura se obtiene de las notas de teoría y prácticas por medio de la ecuación:

$$\text{Calificación: } 0,3 * \text{Not_Lab} + 0,7 * \text{Not_Teo}$$

- Para aprobar la asignatura es obligatorio obtener una nota mayor o igual a 5 puntos, tanto en la parte de teoría como en la práctica de laboratorio. En caso contrario, la nota final en actas será

$$\text{Calificación: } (0,3 * \text{Mín}(5, \text{Not_Lab}) + 0,7 * \text{Mín}(5, \text{Not_Teo}))$$

1. Para los estudiantes que opten por el método de evaluación CONTINUA, sus calificaciones se obtendrán de la siguiente forma:

- a. La nota correspondiente a la parte de Teoría (**Not_Teo**) es la que resulta de:

$$\text{Not_Teo: } \text{MAX}((0,1 * \text{entregas} + 0,25 * \text{ExaP1} + 0,25 * \text{ExaP2} + 0,4 * \text{ExaFinal}), \text{Ex Final})$$

Las dos primeras pruebas escritas parciales ExaP1 y ExaP2 se realizarán durante el periodo lectivo y en horario de clase. Estas pruebas consistirán en la evaluación de los objetivos que deben ser alcanzados por los estudiantes durante las unidades que componen cada parcial, así como los conocimientos de unidades previas que sean necesarios.

Además de las prueba escritas, la calificación Not_Teo se obtendrá por la evaluación de otras actividades (**entregas**) que se centrarán preferentemente en los objetivos que deben ser alcanzados por los estudiantes en los periodos parciales del curso.

El examen final consistirá en una prueba escrita, cuyo contenido abarca todos los objetivos que deben ser alcanzados por los estudiantes durante el curso.

Las pruebas escritas, podrán incluir tanto cuestiones teóricas como resolución de problemas.

- b. La nota correspondiente a la parte de Laboratorio (**Not_Lab**) es la que resulta de realizar las prácticas programadas en el curso.

- ✓ Para aprobar la parte práctica el estudiante deberá asistir a todas las sesiones prácticas. Siempre por motivos debidamente justificados, un estudiante puede faltar a un máximo de 2 sesiones de prácticas (4 horas), debiendo en su caso, presentar las memorias correspondientes. En caso contrario deberá realizar un examen de prácticas consistente en una práctica de mayor complejidad a las realizadas en el laboratorio.



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

La nota correspondiente a la parte de Laboratorio (**Not_Lab**) es la que resulta de realizar las actividades prácticas programadas en el curso. Es necesario obtener más de 4 puntos en cada práctica.

$$\text{Not_Lab} = 0,2 \cdot P1 + 0,2 \cdot P2 + 0,2 \cdot P3 + 0,2 \cdot P4 + 0,2 \cdot PP$$

Siendo P1 a P4 las notas obtenidas en las prácticas 1 a 4 y PP la nota del proyecto práctico elegido.

La calificación de la parte práctica tendrá en cuenta la calidad de los programas realizados y el nivel de los resultados obtenidos. También se valorará la validez de los resultados obtenidos en cada uno de los apartados que se hayan establecido para su realización en los guiones de las prácticas.

2. Para los estudiantes que opten por la modalidad de evaluación NO CONTINUA, sus calificaciones se obtendrán de la siguiente forma:

a. La nota correspondiente a la parte de teoría es la que resulta de:

- ✓ La calificación de la prueba final (100%).

La prueba final consistirá en una prueba escrita, cuyo contenido abarcará todos los objetivos que deben alcanzar los estudiantes en el curso completo. Esta prueba podrá incluir tanto cuestiones teóricas como resolución de problemas.

➤ La nota correspondiente a la parte de Laboratorio es la que resulta de la calificación obtenida en un único examen práctico, que permita evaluar todos los conceptos desarrollados en las prácticas de laboratorio propuestas en la asignatura.

En ambas modalidades de evaluación CONTINUA y NO CONTINUA:

- ✓ La nota de teoría se guarda sólo para la convocatoria extraordinaria en el mismo curso académico.
- ✓ **La nota de prácticas se guarda para la convocatoria extraordinaria en el mismo curso académico y siempre que la calificación obtenida sea igual o superior a 7,0 puntos para las dos convocatorias del curso siguiente.**



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

Para la convocatoria extraordinaria:

➤ La nota final de la asignatura se obtiene de las notas de teoría y prácticas por medio de la ecuación:

$$\text{Calificación: } 0,3 * \text{Not_Lab} + 0,7 * \text{Not_Teo}$$

➤ Not_Lab: La nota de prácticas que no hayan obtenido convalidación, se obtendrán de la calificación en un único examen práctico, que permita evaluar todos los conceptos desarrollados en las prácticas de laboratorio propuestas en la asignatura.

➤ Not_Teo: La nota correspondiente a la parte de Teoría es la que resulta de:

- ✓ La calificación del examen final extraordinario (100%).

El examen final consistirá en una prueba escrita, cuyo contenido abarcará todos los objetivos que deben alcanzar los estudiantes en el curso completo. Esta prueba podrá incluir tanto cuestiones teóricas como resolución de problemas.



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
 Código: 18762
 Centro: Escuela Politécnica Superior
 Titulación: Grado en Ingeniería Informática
 Nivel: Grado
 Tipo: Optativa
 N° de créditos: 6 ECTS

2.3. Cronograma

Semana	Actividades Presenciales	Actividades No Presenciales
1ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Presentación de la asignatura. ✓ U1. Evolución de la arquitectura de sistemas paralelos. Tema: 1 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudio del material propuesto sobre U1.
2ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ U1. Evolución de la arquitectura de sistemas paralelos. Tema: 1 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudio del material propuesto sobre U1. ✓ Problemas tema 1 y lecturas relacionadas
3ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ U2. Sistema Multicomputador: Paso de Mensajes en arquitecturas con memoria distribuida. Temas: 2.1, 2.2 ✓ Tutoría Conjunta U1 y U2. ✓ P0. Tutorial de MPI. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudio del material propuesto sobre U2. ✓ Preparación de presentaciones afines al temario.
4ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ U2. . Sistema Multicomputador: Paso de Mensajes en arquitecturas con memoria distribuida. Temas: 2.2 ✓ Tutoría Conjunta U2. ✓ P1. Funciones de comunicaciones y ejercicios básicos con MPI. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudio del material propuesto sobre U2. ✓ Preparación de presentaciones afines al temario.
5ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ U2. Sistema Multicomputador: Paso de Mensajes en arquitecturas con memoria distribuida. Tema: 2.3.1 y 2.3.2 ✓ Tutoría Conjunta U3. ✓ P1. Funciones de comunicaciones y ejercicios básicos con MPI (II) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrega P0. ✓ Estudio del material propuesto sobre U2. ✓ Preparación de presentaciones afines al temario.
6ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ U2. Sistema Multicomputador: Paso de Mensajes en arquitecturas con memoria distribuida. Tema: 2.3.3 ✓ Tutoría Conjunta U3. ✓ P1. Planificación de tareas con MPI (I) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudio del material propuesto sobre U2. ✓ Resolución de problemas de U2.
7ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ U2. Sistema Multicomputador: Paso de Mensajes en arquitecturas con memoria distribuida. Temas 2.3.4 y Ejercicios ✓ Tutoría Conjunta U3. ✓ P2. Planificación de tareas con MPI (II) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrega P1, ✓ Estudio del material propuesto sobre U2. ✓ Resolución de problemas de U2.
8ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ U3. Paralelismo en sistemas con arquitectura multicore/multithread. Tema: 3.1 y 3,2 ✓ Tutoría Conjunta U3. ✓ P3. Tutorial de OpenMP 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudio del material propuesto sobre U3. ✓ Preparación de presentaciones afines al temario.
9ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ U3. Paralelismo en sistemas con arquitectura multicore/multithread. Tema: 3.3 ✓ P3. Paralelización basada en directivas con OpenMP. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrega P2. ✓ Estudio del material propuesto sobre U3. ✓ Resolución de problemas de U3.
10ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ U3. Paralelismo en sistemas con arquitectura multicore/multithread. Tema: 3.3 y 3.4 ✓ P3. Paralelización basada en directivas con OpenMP (II) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudio del material propuesto sobre U3 ✓ Resolución de problemas de U3.
11ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ U4. Sistemas con arquitectura manycore. Coprocesadores GPU. ✓ P4. Tutorial de CUDA 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrega P3. ✓ Resolución de problemas de U4. ✓ Estudio del material propuesto sobre U4.
12ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ U4. Sistemas con arquitectura manycore. Coprocesadores GPU. Temas: 4.1 ✓ Tutoría Conjunta U4. ✓ P4. Ejercicios básicos de programación GPGPU 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Resolución de problemas de U4 ✓ Estudio del material propuesto sobre U4
13ª	<ul style="list-style-type: none"> ✓ U4. Sistemas con arquitectura manycore. Coprocesadores GPU. Temas: 4.2 ✓ Tutoría Conjunta U4 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrega P4. ✓ Resolución de problemas de U4 ✓ Estudio del material propuesto sobre U4



Asignatura: Arquitectura de Sistemas Paralelos
Código: 18762
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería Informática
Nivel: Grado
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

Semana	Actividades Presenciales	Actividades No Presenciales
	✓ PP. Proyecto paralelizando con MPI/OpenMP/CUDA (I)	
14ª	U4. Sistemas con arquitectura manycore. Coprocesadores GPU. Temas: 4.2.3 y 4.2.4 ✓ U5. Evaluación del rendimiento en sistemas de computación paralela. Temas: 5.1 ✓ Tutoría Conjunta U4. ✓ PP. Proyecto paralelizando con MPI/OpenMP/CUDA (II)	✓ Estudio del material propuesto sobre U4. ✓ Resolución de problemas de U4.
15ª	✓ U5. Evaluación del rendimiento en sistemas de computación paralela. Temas: 5.2 ✓ Tutoría Conjunta U5. ✓ PP. Presentación oral de proyectos	✓ Entrega P5. ✓ Estudio del material propuesto sobre la U5. ✓ Resolución de problemas de las U5.
	➤ Examen Final Ordinario	✓ Preparación del Examen final.
	➤ Examen Final Extraordinario	✓ Preparación del Examen final.