

**DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA**

<b>Grado/Máster en:</b>	Graduado/a en Ingeniería de Computadores por la Universidad de Málaga
<b>Centro:</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática
<b>Asignatura:</b>	Arquitecturas Paralelas
<b>Código:</b>	402
<b>Tipo:</b>	Obligatoria
<b>Materia:</b>	Arquitectura de Computadores
<b>Módulo:</b>	Ingeniería de Computadores I
<b>Experimentalidad:</b>	69 % teórica y 31 % práctica
<b>Idioma en el que se imparte:</b>	Español
<b>Curso:</b>	4
<b>Semestre:</b>	1
<b>Nº Créditos:</b>	6
<b>Nº Horas de dedicación del estudiante:</b>	150
<b>Tamaño del Grupo Grande:</b>	72
<b>Tamaño del Grupo Reducido:</b>	30
<b>Página web de la asignatura:</b>	

**EQUIPO DOCENTE**

<b>Departamento:</b>	ARQUITECTURA DE COMPUTADORES
<b>Área:</b>	ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA DE COMPUTADORES

Nombre y Apellidos	Mail	Teléfono Laboral	Despacho	Horario Tutorías
Coordinador/a: OSCAR G. PLATA GONZALEZ	oplata@uma.es	952133318	2.2.35 - E.T.S.I. INFORMÁTICA	Todo el curso: Lunes 09:30 - 13:30, Miércoles 10:00 - 12:00
MANUEL UJALDON MARTINEZ	ujaldon@uma.es	952132824	2.2.49. Mó - E.T.S.I. INFORMÁTICA	Todo el curso: Lunes 15:30 - 19:30, Miércoles 10:30 - 12:30

**RECOMENDACIONES Y ORIENTACIONES**

Sería aconsejable que el alumno tuviese conocimientos previos en las siguientes materias:

- Funcionamiento de un computador: componentes y su interacción.
- Comprensión de lenguaje máquina.
- Conceptos básicos de programación de un computador.
- Conceptos básicos de sistemas operativos.

Por lo tanto, se recomienda haber realizado los siguientes cursos:

- Arquitectura de Computadores.
- Sistemas Operativos
- Programación de Sistemas y Concurrencia

**CONTEXTO**

Desde los smartphones hasta los supercomputadores más grandes del mundo, pasando por las tabletas, las videoconsolas, los portátiles y los computadores personales, el procesamiento paralelo está omnipresente en la computación moderna.

El objetivo de esta asignatura es proporcionar una comprensión profunda de los principios fundamentales y de la ingeniería involucrada en el diseño de los computadores paralelos modernos, así como las técnicas de programación y análisis de paralelismo para utilizar eficazmente estas máquinas.

Puesto que diseñar buenos programas paralelos requiere una comprensión de las características clave de rendimiento de estos computadores, este curso se entrará en el diseño tanto del hardware como del software paralelo.

**COMPETENCIAS****1 Competencias generales y básicas.****BÁSICAS**

- CB02** Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
- CB03** Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- CB05** Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

**GENERALES**

- CG08** 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.
- CG09** Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.
- CG10** Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos de informática, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en las competencias básicas, comunes y específicas del título.

**2 Competencias específicas.****Competencias de Tecnología Específica**

- CE-** Capacidad de diseñar y construir sistemas digitales, incluyendo computadores, sistemas basados en microprocesador y sistemas de comunicaciones.
- IC-01**
- CE-** Capacidad de analizar y evaluar arquitecturas de computadores, incluyendo plataformas paralelas y distribuidas, así como desarrollar y optimizar software de para las mismas.
- IC-03**
- CE-** Capacidad para analizar, evaluar, seleccionar y configurar plataformas hardware para el desarrollo y ejecución de aplicaciones y servicios informáticos.
- IC-07**

**CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA****Teoría**

1. Diseño de programas paralelos
  - 1.1. Introducción a las arquitecturas paralelas: Ejecución
  - 1.2. Introducción a las arquitecturas paralelas: Memoria
  - 1.3. Modelos de programación paralela
  - 1.4. Diseño de programas paralelos
  - 1.5. Optimización del rendimiento: Planificación del trabajo
  - 1.6. Optimización del rendimiento: Localidad y comunicaciones
2. Implementación hardware de la computación paralela
  - 2.1. Jerarquía cache y coherencia
  - 2.2. Consistencia de memoria
  - 2.3. Redes de interconexión
  - 2.4. Sincronización
  - 2.5. Paralelismo heterogéneo
3. Arquitecturas GPU de propósito general

**Práctica**

- Lab 1: Diseño y optimización de aplicaciones paralelas
- 1.1. Computación vectorial (SIMD)
    - 1.1.1. Intrínsecas del compilador
  - 1.2. Paralelismo de memoria compartida
    - 1.2.1. OpenMP
    - 1.2.2. Pthreads
  - 1.3. Paralelismo heterogéneo
    - 1.3.1. OpenMP + Vectorial
  - 1.3. Evaluación de rendimiento
    - 1.3.1. Herramientas básicas de evaluación de rendimiento
- Lab 2: Diseño de aplicaciones paralelas en GPUs
- 1.1. Paralelismo de datos
    - 1.1.1. CUDA
    - 1.1.2. OpenCL

**ACTIVIDADES FORMATIVAS****Actividades presenciales****Actividades expositivas**

Lección magistral

**Actividades prácticas en instalaciones específicas**

Prácticas en laboratorio

**Actividades no presenciales****Actividades prácticas**

Resolución de problemas  
Realización de diseños

**Estudio personal**

Estudio personal

**ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN****Actividades de evaluación presenciales****Actividades de evaluación de la asignatura con participación alumnos**

Otras actividades eval.asignatura: Guiones de prácticas

**Actividades de evaluación del estudiante**

Examen final: Evaluación de conocimientos y habilidades

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE / CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

1. Describir la estructura básica de las arquitecturas de computador paralelas y diferenciar las distintas clases que existen (CE-IC01, CG08).
  - Actividad Formativa: Clases teóricas donde se describen estos contenidos, junto con ejemplos concretos.
  - Método de Evaluación: Examen escrito con preguntas sobre estos contenidos.
2. Identificar y describir la estructura lógica y el diseño de las arquitecturas de memoria compartida y de memoria privada (pase de mensajes) (CE-



IC01, CE-IC03, CG08).

- Actividad Formativa: Clases teóricas donde se describen estos contenidos, junto con ejemplos concretos.
  - Método de Evaluación: Examen escrito con preguntas sobre estos contenidos.
3. Describir la microarquitectura de los procesadores de varios núcleos y con soporte de múltiples threads y paralelismo de datos (CE-IC01, CE-IC03).
- Actividad Formativa: Clases teóricas donde se describen estos contenidos, junto con ejemplos concretos.
  - Método de Evaluación: Examen escrito con preguntas sobre estos contenidos.
4. Diseñar de forma eficiente aplicaciones para un computador paralelo (CE-IC03, CG08, CB02).
- Actividad Formativa: Clases teóricas donde se describen estos contenidos y clases prácticas donde se diseñen aplicaciones concretas.
  - Método de Evaluación: Examen escrito con preguntas sobre estos contenidos y guión de prácticas con una explicación de los resultados obtenidos.
5. Optimizar una aplicación según la arquitectura del computador, explotando paralelismo de datos, de threads y de procesos (CE-IC03, CE-IC07, CB02).
- Actividad Formativa: Clases prácticas donde se optimicen aplicaciones concretas.
  - Método de Evaluación: Guión de prácticas con una explicación de los resultados obtenidos.
6. Evaluar y analizar el rendimiento de una aplicación paralela (CE-IC03, CE-IC07, CG10, CB03).
- Actividad Formativa: Clases prácticas donde se optimicen aplicaciones concretas.
  - Método de Evaluación: Guión de prácticas con una explicación de los resultados obtenidos.
7. Capacidad del alumno para exponer en público los conocimientos adquiridos de la asignatura así como determinar soluciones a los problemas propuestos (CG09, CB03, CB05)
- Actividad Formativa: Exposición en clase de la solución a problemas concretos y algunos contenidos teóricos.
  - Método de Evaluación: Calidad por parte del profesor de la exposición realizada.

## PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

La evaluación de la primera convocatoria anual de la asignatura (Junio) se llevará a cabo atendiendo a los siguientes criterios:

- Informes de prácticas (70% de la nota final): Se evaluará atendiendo a la participación del alumno en las prácticas y su realización.
- Examen de test (30% de la nota final): Los conocimientos y habilidades adquiridos durante el curso se evaluarán mediante un examen de test.

La evaluación de la segunda convocatoria (Septiembre) o cualquiera extraordinaria sólo tendrá en cuenta la calificación alcanzada por el alumno en el examen final correspondiente a dicha convocatoria. Este examen contendrá preguntas sobre los conocimientos y habilidades que deberían haberse adquirido durante el curso, tanto teóricas como prácticas.

Según el caso, se podría dar la opción de realizar los informes de prácticas que falten antes del examen final y evitar, de esta forma, realizarlo.

## BIBLIOGRAFÍA Y OTROS RECURSOS

### Básica

David E. Culler, Jaswinder P. Singh y Anoop Gupta, Parallel Computer Architecture, A Hardware/Software Approach, Morgan Kaufmann Pub., 1998

G. Barlas, Multicore and GPU Programming: An Integrated Approach, Morgan Kaufmann Pub., 2015

J.L. Hennessy y D. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach, 5th Ed., Morgan Kaufmann Pub., 2011

### Complementaria

Manuales y artículos técnicos accesibles en Internet

## DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE

### ACTIVIDAD FORMATIVA PRESENCIAL

Descripción	Horas	Grupo grande	Grupos reducidos
Lección magistral	30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prácticas en laboratorio	30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>TOTAL HORAS ACTIVIDAD FORMATIVA PRESENCIAL</b>	<b>60</b>		

### ACTIVIDAD FORMATIVA NO PRESENCIAL

Descripción	Horas
Resolución de problemas	20
Realización de diseños	20
Estudio personal	35
<b>TOTAL HORAS ACTIVIDAD FORMATIVA NO PRESENCIAL</b>	<b>75</b>

**TOTAL HORAS ACTIVIDAD EVALUACIÓN 15**



TOTAL HORAS DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE

150

## ADAPTACIÓN A MODO VIRTUAL POR COVID19

### ACTIVIDADES FORMATIVAS

Escenario A (docencia bimodal o híbrida):

Para las clases de teoría y explicación de las prácticas se impartirá docencia on-line y se combinarán sesiones síncronas y asíncronas.

En el caso de que se programen sesiones presenciales, estarán restringidas a prácticas de laboratorio en grupos reducidos.

En la parte final de la asignatura sobre programación de GPUs, las clases teóricas se impartirán presencialmente, mientras que las clases prácticas se impartirán on-line gracias al acceso gratuito que tenemos a los recursos del Deep Learning Institute de Nvidia.

Escenario B (docencia virtual):

Se impartirá docencia on-line y se combinarán sesiones síncronas así como actividades asíncronas para las clases de teoría y prácticas de laboratorio.

Para la docencia on-line se usarán las plataformas de videoconferencia puestas a disposición por la Universidad de Málaga.

### PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Escenario A (docencia bimodal o híbrida):

Primera convocatoria ordinaria:

La asignatura implementa un sistema de evaluación continua en el que se realiza un test para evaluar la teoría de las dos partes de la asignatura.

Estos dos tests se realizará de forma presencial, evitando que se produzcan aglomeraciones.

La parte práctica se evaluará a partir de los informes de prácticas subidos por los alumnos al CV, uno informe por cada sesión de prácticas.

Los alumnos que no aprueben en la modalidad de evaluación continua deberán ir al examen final.

En este caso, la nota final corresponderá a la obtenida en un examen final presencial donde se evaluarán todos los contenidos teórico-prácticos de la asignatura.

Segunda convocatoria ordinaria y extraordinarias:

En este caso, la nota final corresponderá a la obtenida en un examen final presencial donde se evaluarán todos los contenidos teórico-prácticos de la asignatura.

Aquellos alumnos que no hayan aprobado la primera convocatoria por falta de algunos informes de prácticas, se les podrá dar la opción de realizar dichos informes antes del examen final y evitar realizar dicho examen.

Escenario B (docencia virtual):

Con carácter general las sesiones de evaluación on-line pueden ser grabadas a efectos de control y revisión de autoría.

Dicha grabación se realiza al amparo de lo dispuesto en el acuerdo del Consejo de Gobierno de fecha 20 de abril de 2020 sobre adaptación de la docencia.

Las grabaciones se conservarán durante el plazo de corrección y revisión de la prueba y serán destruidas una vez se haya cumplido este propósito.

Las mismas no se cederán ni transferirán a terceros no intervinientes en los procesos de corrección y/o revisión.

Primera convocatoria ordinaria:

Los tests de evaluación continua se realizarán de forma on-line utilizando herramientas del campus virtual.

Si se diesen casos de fallos de conexión se tomarían las medidas de contingencia oportunas.

Segunda convocatoria ordinaria y extraordinarias:

Similar al escenario A salvo que el examen final se realizará de forma on-line.

### CONTENIDOS

Escenario A (docencia bimodal o híbrida):

Los contenidos no sufren ningún cambio.

Escenario B (docencia virtual):

Los contenidos no sufren ningún cambio.

### TUTORÍAS

Escenario A (docencia bimodal o híbrida):

Se utilizarán las herramientas telemáticas que la Universidad de Málaga ha puesto a disposición de la comunidad universitaria para la realización de tutorías síncronas (videoconferencias) y asíncronas (foros, correo electrónico, chat).

Escenario B (docencia virtual):

Se utilizarán las herramientas telemáticas que la Universidad de Málaga ha puesto a disposición de la comunidad universitaria para la realización de tutorías síncronas (videoconferencias) y asíncronas (foros, correo electrónico, chat).