

**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>                            | Arquitectura de Computadores  |
| <b>Código:</b>                                | 302   |
| <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>                                 | 3   |
| <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: JOSE MARIA GONZALEZ LINARES | jgl@uma.es | 952132825        | 2.2.25 - E.T.S.I. INFORMÁTICA | Todo el curso: Lunes 10:45 - 12:45, Viernes 10:45 - 12:45, Miércoles 10:45 - 12:45  |
| SONIA GONZALEZ NAVARRO                     | sgn@uma.es | 952132859        | 2.2.50 - E.T.S.I. INFORMÁTICA | Primer cuatrimestre: Lunes 11:00 - 14:00, Miércoles 11:00 - 14:00 Segundo cuatrimestre: Lunes 09:30 - 11:00, Martes 09:30 - 13:30 |

**RECOMENDACIONES Y ORIENTACIONES**

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

- Funcionamiento de un computador: componentes y su interconexión.
- Comprensión de lenguaje máquina.
- Funcionamiento de la jerarquía de memoria y mecanismos que la soportan.

Por lo tanto, se sugieren los siguientes prerrequisitos: Tecnología de Computadores, Estructura de Computadores y Sistemas Operativos

**CONTEXTO**

Esta asignatura es básica en el Grado de Ingeniería de Computadores y los conocimientos adquiridos se aplican de forma directa a Arquitecturas Paralelas, Programación Distribuida, Diseño de Sistemas Empotrados y Diseño de Sistemas Operativos.

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

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

**CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA****Introducción a la arquitectura de computadores**



1. Evolución de la arquitectura de computadores
  - 1.1 Evolución del rendimiento
  - 1.2 Modelos de paralelismo
2. Modelos de rendimiento de un computador
  - 2.1 Modelo de las 3 Cs
  - 2.2 Modelo Roofline
3. Ejemplo práctico de optimización de un código

### Diseño de la jerarquía de memoria

1. Cuestiones básicas en el diseño de la memoria caché
  - 1.1 Efecto de los parámetros de la caché
  - 1.2 Cachés multinivel
  - 1.3 Cachés y memoria virtual
2. Optimizaciones avanzadas
  - 2.1 Predicción de vía
  - 2.2 Caches segmentadas y multibancos
  - 2.3 Buffer de escritura
  - 2.4 Precarga hardware y software
3. Tecnología de memoria
  - 3.1 SRAM y DRAM
  - 3.2 Optimizaciones: bancos, DDR, DRAM síncrona

### Paralelismo a nivel de instrucción

1. Paralelismo a nivel de instrucción (ILP). Dependencias de datos
2. Planificación estática de instrucciones
  - 2.1 Desenrollado de bucles
  - 2.2 Renombrado de registros
3. Predictores de salto
  - 3.1 Predictores simples
  - 3.2 Predictores con correlación
  - 3.3 Predictores híbridos
4. Planificación dinámica de instrucciones
  - 4.1 Algoritmo de Tomasulo
  - 4.2 Especulación
  - 4.3 Emisión múltiple y procesadores superescalares.

## ACTIVIDADES FORMATIVAS

### Actividades presenciales

#### Actividades expositivas

- Lección magistral
- Otras actividades expositivas

#### Actividades prácticas en aula docente

- Resolución de problemas

#### Actividades prácticas en instalaciones específicas

- Prácticas en laboratorio

### Actividades no presenciales

#### Actividades de discusión, debate, etc.

- Discusiones

#### Actividades prácticas

- Resolución de problemas

#### Estudio personal

- Estudio personal

## ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

### Actividades de evaluación presenciales

#### Actividades de evaluación del estudiante

- Examen parcial
- Examen final
- Realización de trabajos y/o proyectos

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE / CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Como resultado principal del aprendizaje se espera que el alumno sea capaz de evaluar el impacto de la memoria caché en la ejecución de un código, las ventajas e inconvenientes de la ejecución segmentada de las instrucciones y conocer el funcionamiento de los elementos hardware necesarios para explotar el paralelismo a nivel de instrucción. Además, el alumno sabrá aplicar procedimientos de planificación software que permitan acelerar la ejecución del código en cada situación concreta y aplicar diversas opciones de optimización habituales en los compiladores. Para ello se presentarán los conceptos teóricos necesarios y se realizarán prácticas en las que el alumno pueda visualizar la ejecución de las instrucciones y las opciones de compilación. Más concretamente, al término de la asignatura el alumno será capaz de:

- Definir los conceptos básicos de la jerarquía de memoria
- Reconocer los diferentes elementos hardware que definen la memoria caché

- Explicar el funcionamiento de los diferentes elementos hardware a que se refiere el apartado anterior.
- Describir cómo se implementa la predicción dinámica de saltos y el funcionamiento de los distintos tipos de predictores.
- Aplicar las técnicas de desenrolle de bucles y segmentación software para acelerar la ejecución de los bucles.
- Definir los conceptos básicos de segmentación de las instrucciones.
- Diferenciar las distintos tipos de ejecución segmentada (ejecución en orden, terminación fuera de orden, ejecución en desorden)
- Reconocer los diferentes elementos hardware necesarios para implementar los distintos tipos de ejecución segmentada.
- Explicar el funcionamiento de los diferentes elementos hardware a que se refiere el apartado anterior.

Dado que el objetivo principal del proceso de evaluación es garantizar que los alumnos que superen con éxito la asignatura hayan comprendido el impacto de la memoria caché así como las diferentes alternativas de ejecución segmentada y de planificación software y cómo éstas influyen en el rendimiento, la asignatura contribuye directamente a la consecución de las competencias CG08, CE-IC-01, CE-IC-03 y CE-IC-07. Así mismo, al incluirse en el sistema de evaluación la resolución con éxito de una serie de problemas y prácticas, no sólo se valora que el alumno haya adquirido las diferentes competencias específicas de la asignatura anteriormente descritas, si no que se contribuye también a otras como la capacidad del alumno de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad (CG09) o las competencias básicas para reunir e interpretar datos relevantes (CB03) y desarrollar habilidades de aprendizaje (CB05). Por último, la competencia CG10 es alcanzada mediante la realización de ejercicios y prácticas de medición del rendimiento como medio para determinar la mejor organización hardware y la planificación software óptima del código.

### PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Se recuerda al estudiante que está sujeto, como el resto de la comunidad, al código ético de la Universidad de Málaga, en el que se explicita que deben concurrir con honradez y honestidad al desarrollo de los procesos de evaluación. Se advierte por tanto que podrán ser anuladas completamente (0 puntos) todas aquellas entregas (prácticas, ejercicios, trabajos, etc.) con indicios de plagio.

La evaluación será continua tal y como se recoge en la normativa de la Universidad de Málaga. Durante el curso se realizarán dos exámenes parciales, el primero correspondiente a los dos primeros bloques y el segundo examen respecto al tercer bloque. Además, a lo largo del semestre, el alumno deberá desarrollar y entregar en los plazos correspondientes los ejercicios, prácticas y actividades académicas dirigidas que le proponga su profesor. Cada uno de los dos exámenes parciales supondrán un 25% de la nota, obteniéndose el 50% restante de las actividades académicas. El alumno cuya nota final resulte igual o mayor a 5 puntos habrá superado la asignatura.

Las fechas de los exámenes parciales y de las entregas de actividades se consensuarán con el resto de asignaturas del curso para que no se solapen (coordinación horizontal), y se avisará a los estudiantes con suficiente antelación por si fuera necesario cambiar alguna de esas fechas. En caso de necesidad podría utilizarse la fecha asignada por el centro en el periodo de exámenes de febrero para hacer alguno de los exámenes parciales, o para la entrega de alguna de las actividades propuestas, si no hubiera sido posible hacerlo durante el curso.

Segunda convocatoria ordinaria y extraordinarias:

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

Estudiantes de tiempo parcial y deportistas universitarios de alto nivel:

- Los estudiantes en esta situación deberán ponerse en contacto lo antes posible con su tutor, de manera que si fuera necesario puedan buscarse alternativas horarias a las actividades presenciales, utilizando prioritariamente los horarios existentes en los que se imparte la asignatura.

### BIBLIOGRAFÍA Y OTROS RECURSOS

#### Básica

Apuntes de la asignatura (informatica.cv.uma.es)

Computer Architecture: A quantitative approach, J.J. Hennessy and D.A. Patterson, Morgan Kaufmann 6ª Edición

Memory Systems: Cache, DRAM, Disk, Jacob Bruce, Spencer W. Ng, and David Wang. Morgan Kaufmann, 2008.

Parallel Computer Organization and Design, Michel Dubois, Murali Annavaram, Per Stenströmm, Cambridge University Press 2012

#### Complementaria

Computer Organization and Design: the hardware/software interface; D.A. Patterson and J.L. Hennessy

Superscalar Microprocessor Design; M. Johnson

### DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE

#### ACTIVIDAD FORMATIVA PRESENCIAL

| Descripción                                       | Horas     | Grupo grande                        | Grupos reducidos                    |
|---|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Lección magistral                                 | 30        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Resolución de problemas                           | 10        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| Prácticas en laboratorio                          | 10        | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Otras actividades expositivas                     | 10        | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <b>TOTAL HORAS ACTIVIDAD FORMATIVA PRESENCIAL</b> | <b>60</b> |                                     |                                     |

#### ACTIVIDAD FORMATIVA NO PRESENCIAL

| Descripción             | Horas |
|-------------------------|-------|
| Estudio personal        | 40    |
| Resolución de problemas | 20    |



| Descripción  | Horas      |
|--|------------|
| Discusiones  | 15         |
| <b>TOTAL HORAS ACTIVIDAD FORMATIVA NO PRESENCIAL</b> | <b>75</b>  |
| <b>TOTAL HORAS ACTIVIDAD EVALUACIÓN</b>              | <b>15</b>  |
| <b>TOTAL HORAS DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE</b>         | <b>150</b> |

## ADAPTACIÓN A MODO VIRTUAL POR COVID19

### ACTIVIDADES FORMATIVAS

Escenario A (Docencia bimodal o híbrida):

Se impartirá docencia on-line y se combinarán sesiones sincrónicas así como actividades asincrónicas: entrega de tareas, resolución de cuestionarios, visualización de tutoriales y vídeos, etc.

En caso de que se programen sesiones presenciales, será siempre para grupo reducido, y tendrán un carácter eminentemente práctico: sesiones de resolución de problemas, prácticas en laboratorio, tutorías en grupo, etc.

Escenario B (Docencia virtual):

Se impartirá docencia on-line y se combinarán sesiones sincrónicas así como actividades asincrónicas. Si es necesario, las prácticas se realizarán con el soporte de entornos de simulación.

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

### PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

En los exámenes realizados de forma online se seguirán las directrices de la Universidad de Málaga para garantizar la autoría de las pruebas. Por lo tanto, se podrán incluir medidas que garanticen la identidad de los alumnos como por ejemplo la obligatoriedad de tener activadas cámaras y micrófonos o la grabación oral del examen para su uso durante la revisión. Si se sospecha de plagio o actitud fraudulenta en los elementos evaluativos se podrían realizar actividades alternativas, como podría ser la realización de entrevistas presenciales (o entrevistas orales online, que podrían ser grabadas), para verificar la autoría. Estas actividades pueden influir en la calificación. 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.

Si se diesen casos de fallos de conexión se tomarían las medidas de contingencia oportunas. En caso de pérdida de conexión individual de un estudiante, éste deberá notificarlo a la mayor brevedad usando uno o varios de los medios más rápidos disponibles, chat, mensajería del campus, correo electrónico, etc. En caso de que el estudiante no pueda restablecer la conexión, deberá notificarlo en cuanto le sea posible y se estudiará un medio alternativo, de entre los disponibles, para evaluar al estudiante, dependiendo de si la pérdida de conexión afectó a la totalidad o únicamente a parte del ejercicio. En caso de caída de la infraestructura se procedería, según el caso, a la reconexión inmediata de todos los participantes, la extensión de la duración del ejercicio si fuese necesario, o la repetición de la prueba total o parcialmente en otro momento si la pérdida fuese extensa y no puntual.

Escenario A (Docencia bimodal o híbrida):

No hay cambios en el sistema de evaluación y todas las pruebas parciales se harán de forma presencial si es posible. En caso contrario se harán de forma online siguiendo las directrices anteriores.

Escenario B (Docencia virtual):

No hay cambios en el sistema de evaluación y todas las pruebas parciales se harán de forma online.

### CONTENIDOS

Escenario A (Docencia bimodal o híbrida):

Los contenidos no sufren ningún cambio.

Escenario B (Docencia virtual):

Los contenidos no cambian, pero las prácticas presenciales se podrán adaptar por prácticas basadas en entornos de simulación en caso necesario.

### 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 sincrónicas (videoconferencias) y asincrónicas (foros, correo electrónico, chat).

También se podrían programar tutorías grupales presenciales, si se dan las condiciones sanitarias y de seguridad que lo permitan.

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 sincrónicas (videoconferencias) y asincrónicas (foros, correo electrónico, chat).