

# ARQUITECTURAS Y COMPUTACIÓN DE ALTAS PRESTACIONES

Curso 2019 – 2020

(Fecha última actualización: 06/05/2019)

(Fecha de aprobación en el Consejo de Departamento: 13/05/2019)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Formación de Especialidad 3: Ingeniería de Computadores	Sistemas y cómputo de Altas Prestaciones	3º	6º	6	Obligatoria
<b>PROFESOR(ES)</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Maribel García Arenas (<a href="https://swad.ugr.es/?CrsCod=6591">https://swad.ugr.es/?CrsCod=6591</a>)</li> </ul>			Dpto. Arquitectura y Tecnología de Computadores, 2ª planta, ETSIIT. Despacho nº 32. Correo electrónico: <a href="mailto:mgarenas@ugr.es">mgarenas@ugr.es</a> Teléfono: 958251515		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>		
			<a href="http://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado/*3L">http://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado/*3L</a>		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en Ingeniería Informática			Grado en Informática y Matemáticas		
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
Los alumnos no tendrán que tener asignaturas, materias o módulos aprobados como requisito indispensable para cursar la asignatura. No obstante, se recomienda la superación de los contenidos y adquisición de competencias de las materias de formación básica y de rama, en especial la asignatura “Arquitectura de Computadores” y “Sistemas Concurrentes y Distribuidos”.					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>					
Arquitecturas para computación de altas prestaciones. Programación paralela y distribuida (herramientas, paradigmas, modelos, ...). Red de interconexión en plataformas de altas prestaciones. Evaluación de prestaciones.					
<b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</b>					



ugr | Universidad de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 09:43:44 Página: 1 / 7



nq6sBKjEwANAUhvjZ4BvfX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

Competencias Básicas:

CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

Competencias Básicas del Título

E6. Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes.

Competencias Transversales

T1. 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.

T2. Capacidad de organización y planificación así como capacidad de gestión de la Información.

**OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)**

**Objetivos formativos particulares**

- Distinguir entre los diferentes tipos de plataformas de altas prestaciones. Identificar las características de una plataforma de altas prestaciones.
- Distinguir entre los diferentes paradigmas de programación de arquitecturas de altas prestaciones.
- Relacionar los paradigmas de programación con el hardware que lo implementa más directamente.
- Reconocer y utilizar eficientemente los diferentes tipos de herramientas de programación de plataformas paralelas y distribuidas (compiladores, bibliotecas de funciones, lenguajes, directivas, ...) y asociar herramientas de programación con su tipo.
- Distinguir entre procesamiento paralelo y procesamiento distribuido y asociarlo a las herramientas de programación que se utilizan para implementarlo.
- Generar código adaptado a la arquitectura en la que se va a ejecutar siguiendo una metodología concreta de diseño.
- Depurar, optimizar y evaluar código para arquitecturas de altas prestaciones. Identificar posibles problemas en la ejecución y proponer posibles soluciones.
- Explicar los conceptos de escalabilidad y eficiencia. Estudiar la escalabilidad de un sistema.
- Distinguir y reconocer conceptos habituales en computación de altas prestaciones (ganancia en velocidad, ganancia escalable, isoeficiencia, etc.)
- Explicar la organización y las tareas básicas de los componentes de una red de interconexión de altas prestaciones (interfaz de red, conmutadores y enlaces).
  - Describir las partes en las que se divide el diseño o análisis de una red de interconexión entre nodos de procesamiento en una plataforma de altas prestaciones.
  - Describir las alternativas de implementación de control de flujo, técnicas de conmutación, encaminamiento y topología en redes de interconexión entre nodos de una plataforma de altas prestaciones.
  - Evaluar las prestaciones de una red de interconexión de altas prestaciones.
  - Analizar críticamente las listas de computadores de altas prestaciones y su evolución.

**Objetivos formativos de carácter general (Competencias según BOE de 4 de Agosto de 2009)**

- Describir las alternativas de implementación de control de flujo, técnicas de conmutación, encaminamiento y topología en redes de interconexión entre nodos de una plataforma de altas prestaciones.
- Evaluar las prestaciones de una red de interconexión de altas prestaciones.
- Analizar críticamente las listas de computadores de altas prestaciones y su evolución.



ugr | Universidad  
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ    Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 09:43:44    Página: 2 / 7



nq6sBKjEwANAUhvjZ4BvfX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO:

1. Arquitecturas MIMD.  
Clasificaciones de arquitecturas MIMD.  
Evaluación de prestaciones: Isoeficiencia, Ley de Gustafson.
2. Modelos de Programación Paralela adaptados a la arquitectura  
Encontrar Concurrencia  
Patrones de Algoritmos Paralelos  
Estructuras Disponibles  
Algoritmos comunes para HPC
3. Redes de Interconexión.  
Clasificación de los tipos de Redes de Interconexión  
Estructura general del sistema  
Análisis de Prestaciones  
Diseño de redes: Niveles de servicio  
Topología y clasificación  
Técnicas de conmutación  
Control de flujo  
Encaminamiento

### SEMINARIOS:

- Seminario práctico 1: Herramientas de programación paralela: MPI.  
Seminario práctico 2: Herramientas de programación paralela: CUDA II  
Seminario práctico 3: Herramientas de programación paralela: CUDA

### TEMARIO PRÁCTICO:

- Práctica 1: Paralelización de un algoritmo base: MPI  
Práctica 2: Paralelización de un algoritmo base II: MPI. Análisis de Rendimiento.  
Práctica 3: Paralelización de un algoritmo base: CUDA. Análisis de Rendimiento.  
Práctica 4: Paralelización de un algoritmo base II: CUDA. Análisis de Rendimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Ortega, M. Anguita, A. Prieto. Arquitectura de Computadores. Thomson, 2005. ESIIT/C.1 ORT arq Laurence T. Yang, Minyi Guo. High-Performance Computing: Paradigm and Infrastructure. Wiley-Interscience, 2005.
- Georg Hager, Gerhard Wellein. Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers. CRC Press, A Chapman & Hall Book. ISBN: 978-1-4398-1192-4, 2011
- Timothy G. Mattson, Beverly A. Sanders, Berna L. Massingill. Patterns For Parallel Programming. Addison-Wesley. ISBN: 0-321-22811-1, June 2010
- John Levesque, High Performance Computing. A Chapman & Hall /CRC. ISBN: 978-1-4200-7705. 2011
- Jason Sanders and Edward Kandrot, CUDA by Example An Introduction to General-Purpose GPU Programming.



ugr | Universidad  
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ    Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 09:43:44    Página: 3 / 7



nq6sBKjEwANAUhvjZ4BvfX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

Addison-Wesley ISBN-13: 978-0-13-138768-3

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Ortega, J.; González, J Problemas de Ingeniería de Computadores Cien problemas resueltos de procesadores paralelos, Ed. Copicentro Granada, 2008.
- Manual de CUDA (Cualquiera de los disponibles gratuitos es válido)
- Manual de MPI ( Cualquiera de los disponibles gratuitos es válido)

#### ENLACES RECOMENDADOS

Página web de la ETS de Informática y Telecomunicación (<http://etsiit.ugr.es>).  
Información sobre planes de estudio, horarios, exámenes, foros y eventos en el centro, etc.

Página web del departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores (<http://atc.ugr.es>). Información sobre profesores, líneas de investigación, otras asignaturas, etc.

Página web de la Universidad de Granada (<http://www.ugr.es>). Información sobre otros centros, vicerrectorados, acceso identificado, matrícula, etc.

SWAD (Sistema Web de Apoyo a la Docencia, <http://swad.ugr.es>). A través de esta plataforma se cubre un amplio espectro de facilidades para la interacción entre el alumno y el profesor, entre otras:

- Información y documentación de asignaturas
- Evaluación de estudiantes
- Información y administración de estudiantes y profesores
- Comunicación entre usuarios • Estadísticas y control de accesos
- Enlaces y bibliografía actualizados NVIDIA:

Página oficial de NVidia donde se pueden encontrar documentación actualizada sobre CUDA y arquitecturas de GPUs.

#### METODOLOGÍA DOCENTE

- Lección magistral (Clases teóricas-expositivas) (grupo grande)
  - Descripción: Presentación en el aula de los conceptos propios de la materia haciendo uso de metodología positiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales. Evaluación y examen de las capacidades adquiridas.
  - Propósito: Transmitir los contenidos de la materia motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formándole una mentalidad crítica
  - Contenido en ECTS: 30 horas presenciales (1.2 ECTS).
  - Competencias: T1 y T2, CB5, E6
  - Metodologías empleadas: Lección Magistral, Resolución de Problemas y Resolución de Casos Prácticos.
- Actividades prácticas (Clases prácticas de laboratorio) (grupo pequeño)
  - Descripción: Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe



ugr | Universidad  
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ    Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 09:43:44    Página: 4 / 7



nq6sBKjEwANAUhvjZ4BvfX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

- actuar a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos.
- Propósito: Desarrollo en el alumnado de las habilidades instrumentales de la materia.
- Contenido en ECTS: 22 horas presenciales (0,88 ECTS).
- Competencias: CB5, T1 y T2.
- Metodologías empleadas: Taller de Programación, Resolución de Problemas, Aula de Informática, Desarrollo de Proyectos.
- Seminarios (grupo pequeño)
  - Descripción: Modalidad organizativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje donde tratar en profundidad una temática relacionada con la materia. Incorpora actividades basadas en la indagación, e debate, la reflexión y el intercambio.
  - Propósito: Desarrollo en el alumnado de las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.
  - Contenido en ECTS: 8 horas presenciales (0.32 ECTS).
  - Competencias: CB5, T2.
  - Metodologías docentes: Taller de programación, Debates, Demos.
- Actividades no presenciales individuales (Estudio y trabajo autónomo)
  - Descripción: (1) Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma individual se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia, (2) Estudio individualizado de los contenidos de la materia (3) Actividades evaluativas (informes, exámenes, ...).
  - Propósito: Favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.
  - Contenido en ECTS: 60 horas no presenciales (3 ECTS).
  - Competencias: T1, T2.
- Actividades no presenciales grupales (Estudio y trabajo en grupo)
  - Descripción: Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma grupal se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando a los estudiantes avanzar en a adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia.
  - Propósito: Favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.
  - Contenido en ECTS: 12 horas no presenciales (0.48 ECTS).
  - Competencias: E6
- Tutorías académicas (grupo pequeño)
  - Descripción: manera de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basa en la interacción directa entre el estudiante y el profesor.
  - Propósito: (1) Orientar el trabajo autónomo y grupal del alumnado, 2) profundizar en distintos aspectos de la materia y 3) orientar la formación académica-integral del estudiante.
  - Contenido en ECTS: 3 horas presenciales, grupales e individuales (0.12 ECTS).



**ugr** | Universidad  
de Granada

**INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR**  
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ    Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 09:43:44    Página: 5 / 7



nq6sBKjEwANAUhvjZ4BvfX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

Competencias: T1.

- o Metodologías docentes: Tutorías académicas.

**METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE:** las actividades formativas propuestas se desarrollarán desde una metodología participativa y aplicada que se centra en el trabajo del estudiante (presencial y no presencial/individual y grupal). Las clases teóricas, los seminarios, las clases prácticas, las tutorías, el estudio y trabajo autónomo y el grupal son las maneras de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje del módulo.

**EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

Con objeto de evaluar la adquisición de los contenidos y competencias a desarrollar en el módulo, se utilizará un sistema de evaluación diversificado, seleccionando las técnicas de evaluación más adecuadas para poner de manifiesto los diferentes conocimientos y capacidades adquiridos por el alumnado al cursar la materia.

La calificación final que aparecerá en el Acta será un número comprendido entre 0 y 10 con una precisión de un dígito decimal. En función de la convocatoria (ordinaria o extraordinaria), y del tipo de evaluación (continua o evaluación única final), la calificación se obtendrá como se detalla a continuación:

**Convocatoria ordinaria:**

La metodología de evaluación por defecto según la normativa de la Universidad de Granada es la evaluación continua, que en el caso de esta asignatura se compone de las actividades consignadas en la siguiente tabla:

Actividades Formativas		Ponderación
Clases Teóricas	Evaluación de actividades individuales/grupales realizadas durante el desarrollo de las clases, del trabajo autónomo de cada alumno en las clases y en el desarrollo, puesta en común y presentación de las actividades propuestas a lo largo del desarrollo de las clases teóricas.	15%
	Evaluación de conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la asignatura, así como de la aplicación de estos conocimientos a la resolución de problemas a lo largo del desarrollo de la asignatura. Esta evaluación se realizará con un examen tipo test y la resolución de varios problemas relacionados con la asignatura y con el temario visto en la parte teórica y práctica.	35%
Clases Prácticas	Evaluación individual mediante la valoración del profesor de la entrega de las prácticas propuestas a lo largo del desarrollo de la asignatura, ya sea mediante la documentación generada por el alumnado, como por las explicaciones que el alumno acompañe a la entrega de las prácticas propuestas. Cada práctica se evaluará de forma individual e independiente del resto.	50%



ugr | Universidad  
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 09:43:44 Página: 6 / 7



nq6sBKjEwANAUhvjZ4BvfX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

La calificación global corresponderá por tanto a la puntuación ponderada de los diferentes aspectos y actividades que integran el sistema de evaluación. Por tanto, el resultado de la evaluación será una calificación numérica obtenida mediante la suma ponderada de las calificaciones correspondientes a una parte teórica (actividades y evaluación de conocimientos) y una parte práctica.

La evaluación única final se celebrará el día indicado por el centro para tal efecto. A continuación se muestran las pruebas de que constará dicha evaluación única, junto con la contribución de cada una a la nota final de la asignatura:

1. Prueba escrita donde se evalúen los conocimientos impartidos en las clases teóricas: 50%
2. Prueba escrita donde se evalúen los conocimientos adquiridos en las clases prácticas: 50%

#### Convocatoria extraordinaria:

En las convocatorias extraordinarias se utilizará la evaluación única final, tal y como se ha descrito en el apartado anterior.

Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la normativa sobre planificación docente y organización de exámenes vigente en la Universidad de Granada. El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el art. 5 del R. D 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en el territorio nacional.

#### RÉGIMEN DE ASISTENCIA

- La asistencia a las clases teóricas será obligatoria, la participación activa en clase y la entrega de ejercicios planteados por el profesor se tendrá en cuenta dentro del sistema de evaluación continua de la asignatura.
- Se requerirá, siguiendo el sistema de evaluación continua, que el estudiante asista a las sesiones prácticas dentro de los límites de entrega de cada práctica y defienda ante el profesor el resultado de la correspondiente práctica.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

Plataforma docente (material, entregas, etc): <http://swad.ugr.es/>



ugr | Universidad  
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
<http://grados.ugr.es>

Firmado por: FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ    Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 21/05/2019 09:43:44    Página: 7 / 7



nq6sBKjEwANAUhvjZ4BvfX5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.