



GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (∞) PROGRAMACIÓN PARALELA

Curso 2020-2021

(Fecha última actualización: 09/07/2020)

(Fecha de aprobación en Consejo de Departamento: 16/07/2020)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Complementos de Ingeniería del Software	Complementos de Programación Paralela y Sistemas Operativos	4º	8º	6	Optativa
PROFESORES ⁽¹⁾			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
• José Miguel Mantas Ruiz: Grupo Teoría y de Prácticas COORDINADOR DE LA ASIGNATURA: José Miguel Mantas Ruiz			E.T.S. de Ingeniería en Informática y Telecomunicaciones. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Planta 3ª, Desp. 20. C./ Periodista Daniel Saucedo Aranda s/n. 18071 Granada. Universidad de Granada jmmantas@ugr.es. Tfno: 958243176		
			ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS		
			http://lsi.ugr.es/lsi/jmmantas		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Ingeniería Informática					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Se recomienda tener cursadas las asignaturas básicas y obligatorias relativas a programación de ordenadores y sistemas concurrentes.					

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/))



BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Sistemas paralelos y modelos de programación paralela. Metodología de diseño de algoritmos paralelos. Análisis de algoritmos paralelos. Esquemas algorítmicos paralelos. Lenguajes y bibliotecas de programación paralela.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

El título de Graduado/a en Ingeniería Informática de la Universidad de Granada ha obtenido, con fecha 5 de junio de 2019, el sello Euro-Inf, otorgado por ANECA en colaboración con el Consejo General de Colegios Profesionales de Ingeniería en Informática (CCII) y con el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingeniería Técnica en Informática (CONCITI). Esta acreditación garantiza el cumplimiento de criterios y estándares reconocidos por los empleadores españoles y del resto de Europa, de acuerdo con los principios de calidad, relevancia, transparencia, reconocimiento y movilidad contemplados en el Espacio Europeo de Educación Superior.

Competencias Generales del Título

- **E6.** Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes
- **E9.** 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.

Competencias Básicas

- **CB1.** Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Objetivos formativos particulares

- Conocer la importancia y aplicaciones de la programación paralela en la actualidad.
- Adquirir los conceptos básicos de la computación paralela, incluyendo el conocimiento de los modelos de computación paralela más destacados.
- Conocer los modelos de programación paralela más extendidos y las principales herramientas software que los sustentan.
- Ser capaz de evaluar el rendimiento de un algoritmo paralelo, en función de su interés en aplicaciones concretas, utilizando técnicas de modelado propias del ámbito de la computación paralela.
- Conocer las principales técnicas de descomposición y asignación de tareas, y saber usarlas para diseñar algoritmos paralelos.
- Identificar los factores de diseño que más influyen en el rendimiento de una aplicación paralela.
- Conocer y saber usar los esquemas algorítmicos más frecuentes en el desarrollo de software paralelo.
- Adquirir las habilidades propias de la programación paralela en un entorno de memoria compartida y en

un entorno de memoria distribuida.

- Conocer y adquirir experiencia en el uso de los lenguajes y bibliotecas más usados para la implementación de programas paralelos.
- Ser capaz de escribir, compilar, ejecutar y evaluar experimentalmente programas paralelos en un ordenador paralelo.

Objetivos formativos de carácter general

- Ser capaz de desarrollar, mantener y evaluar servicios y sistemas software que satisfagan todos los requisitos del usuario y se comporten de forma fiable y eficiente, sean asequibles de desarrollar y mantener y cumplan normas de calidad, aplicando las teorías, principios, métodos y prácticas de la Ingeniería del Software.
- Ser capaz de identificar y analizar problemas y diseñar, desarrollar, implementar, verificar y documentar soluciones software sobre la base de un conocimiento adecuado de las teorías, modelos y técnicas actuales.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

- Tema 1. **Introducción a los sistemas paralelos y a la programación paralela**
Motivación y aspectos de la programación paralela. Introducción a los sistemas de cómputo paralelo, a los modelos de programación paralela y al estudio del rendimiento de un sistema paralelo.
- Tema 2. **Lenguajes e Interfaces para programación paralela**
Lenguajes e interfaces para la programación de Procesadores Gráficos (GPUs). Programación paralela y distribuida usando la interfaz de paso de mensajes, MPI.
- Tema 3. **Metodología de diseño de algoritmos paralelos**
Técnicas de descomposición en tareas. Técnicas de asignación de tareas y equilibrado de carga

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios/Talleres

- Seminario 1: Introducción a la programación de GPUs usando CUDA C.
- Seminario 2: Introducción al desarrollo de programas paralelos usando MPI.

Prácticas de Laboratorio

Práctica 1. **Implementación eficiente en GPU de algoritmos de cálculo intensivo usando CUDA C.**

Práctica 2. **Implementación en memoria distribuida (usando MPI) de un algoritmo paralelo de datos.**

Práctica 3. **Implementación distribuida de un algoritmo de equilibrado dinámico de la carga usando MPI.**



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- G. Barlas. *Multicore and GPU Programming. An Integrated Approach*. Morgan Kaufmann. 2015.
- John Cheng, Max Grossman, Ty McKercher. *Professional CUDA C Programming*. John Wiley & Sons, 2014.
- F. Almeida, D. Gimenez, J. M. Mantas, A.M. Vidal . *Introducción a la Programación Paralela*. Paraninfo Cengage Learning, 2008.
- David B. Kirk, Wen-mei W. Hwu. *Programming Massively Parallel Processors, Second Edition: A Hands-on Approach*. Morgan Kaufmann. 2012.
- V. Kumar , A. Grama, A. Gupta, G. Karypis. *Introduction to Parallel Computing*. Benjamin/Cummings Publishing Company, 2003.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Nicholas Wilt . *CUDA Handbook: A Comprehensive Guide to GPU Programming*. Addison-Wesley, 2013.
- Storti Duane, Yurtoglu Mete. *CUDA for Engineers: An Introduction to High-Performance Parallel Computing*, Prentice Hall. 2015.
- Thomas Rauber, Gudula Rünger. *Parallel Programming: for Multicore and Cluster Systems*. Springer Verlag. 2010.

ENLACES RECOMENDADOS

- Página web de documentación de la asignatura: <http://lsi.ugr.es/ppr>
- Plataforma PRADO: <http://prado.ugr.es/>

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 expositiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales.
Propósito: Transmitir los contenidos de la materia motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formarle una mentalidad crítica
Contenido en ECTS: 30 horas presenciales (1.2 ECTS)
Competencias: E6, CB1
Metodologías empleadas: Lección Magistral, Resolución de Problemas, Resolución de Casos Prácticos, Exposición de Trabajos Tutelados.
- **Actividades prácticas (Clases prácticas de laboratorio) (grupo pequeño)**
Descripción: Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe 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: 15 horas presenciales (0.6 ECTS)
Competencias: E6, E9
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, el debate, la reflexión y el intercambio.

Propósito: Desarrollo en el alumnado de las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.

Contenido en ECTS: 10 horas presenciales (0.4 ECTS)

Competencias: E6, E9, CB1

Metodologías docentes: Taller de Programación.

- **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: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS)

Competencias: E6, E9, CB1

- **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 la 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: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS)

Competencias: E6, E9, CB1

- **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) Orientan 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: 5 horas presenciales, grupales e individuales (0.2 ECTS)

Competencias: E6, E9, CB1

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

Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la Normativa de evaluación y calificación de los estudiantes vigente en la Universidad de Granada, que puede consultarse en:

https://lsi.ugr.es/lsi/normativa_examenes

- Preferentemente, la evaluación se ajustará al sistema de evaluación continua del aprendizaje del

estudiante siguiendo el artículo 7 de la anterior Normativa.

Se utilizarán las siguientes técnicas de evaluación:

- Para la **parte teórica**, se valorarán las siguientes tareas:
 - o **Resolución de ejercicios/problemas**, tanto mediante entregas de ejercicios resueltos como mediante su resolución en clase, así como la participación activa del estudiante en clase. Se exigirán al menos dos aportaciones del estudiante en este tipo de tareas. Cada aportación individual podrá suponer una ponderación máxima del 20% en la evaluación de la parte teórica.
 - o **Entrega y presentación de trabajos** por parte del estudiante. Esta tarea podrá suponer una ponderación de hasta el 40% en la evaluación de la parte teórica.
- Para la **parte práctica** se realizarán **prácticas de programación y desarrollo de miniproyectos** (individuales o en grupo), y se valorarán las entregas de los informes realizados por los estudiantes y las entrevistas personales con los mismos. La ponderación de cada una de las prácticas en la evaluación será la siguiente:

Práctica	1	2	3
Ponderación	40%	25%	35%

- En su caso, los **seminarios** se evaluarán teniendo en cuenta los problemas propuestos que hayan sido resueltos y entregados por los alumnos, su participación activa en clase y la presentación de los trabajos desarrollados.
- 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, una parte práctica y, en su caso, una parte relacionada con el trabajo autónomo de los alumnos y los seminarios impartidos. La adaptación del sistema de evaluación general propuesto a las características de esta asignatura, con indicación explícita del peso de la evaluación de cada actividad formativa, se ajustará a lo indicado en la siguiente tabla:

Actividad Formativa	Ponderación
Parte teórica	40 %
Parte práctica	60 %
Otros (seminarios, ...)	Hasta un 10%

En cualquiera de los modalidades de evaluación (ordinaria o única final), para aprobar la asignatura es necesario tener una calificación numérica superior o igual a 5 (sobre 10). No obstante, además del requisito anterior, se establece como requisito adicional para superar la asignatura que tanto la calificación correspondiente a la parte teórica como la correspondiente a la parte práctica sean mayores o iguales a 3 (sobre 10).

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.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

La evaluación de los estudiantes en la convocatoria extraordinaria se regirá por los mismos criterios y constará de las mismas pruebas que las indicadas en este documento para la evaluación única final (ver más abajo).

RÉGIMEN DE ASISTENCIA

- La asistencia a las clases teóricas no será obligatoria, aunque 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 al menos a alguna de las sesiones prácticas dentro de los límites de entrega de cada práctica y defienda ante el profesor el resultado de la correspondiente práctica.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

Para los estudiantes que se acojan a la **evaluación única final** o que se presenten a la **convocatoria extraordinaria**, la evaluación se llevará a cabo mediante dos sesiones:

- Una sesión de evaluación para la parte teórica basada en resolución de ejercicios y problemas, que permitirá al estudiante obtener un máximo de 4 puntos sobre 10 en la calificación numérica.
- Una sesión de evaluación para la parte práctica, consistente en la entrega y defensa, por parte del estudiante, de los informes realizados en sus prácticas, que permitirá al estudiante obtener un máximo de 6 puntos sobre 10 en la calificación numérica.

La calificación global corresponderá a la suma de las puntuaciones obtenidas en ambas sesiones de evaluación, siempre que se haya obtenido al menos el 30% del máximo de puntos en cada parte.

ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
Se mantiene el horario habitual	Foros a través de Prado, correo electrónico

	<p>institucional, Tutorías virtuales por chat o videoconferencia, concertando hora previamente</p>
<p>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Las clases teóricas y prácticas se imparten preferentemente de forma virtual en el horario habitual usando herramientas para videoconferencia. Si el profesor lo estima oportuno, se proporcionarán vídeos descriptivos de contenidos del programa de la asignatura que los estudiantes visualizarán preferentemente antes o durante el horario de clase. Cuando se proporcionen vídeos, las clases virtuales se realizarán preferentemente en una franja central del horario habitual centrándose en aclarar dudas y mejorar la descripción de contenidos cuyo aprendizaje plantee más dificultades a los estudiantes. Si el número de estudiantes permitiera la impartición de parte de la docencia de forma presencial, teniendo en cuenta las limitaciones que fijen las autoridades sanitarias y el plan de contingencia del Centro, esa parte se podría impartir de forma presencial en el horario habitual. El material de apoyo para cada sesión de clase (si procede) estará disponible en la plataforma Prado. 	
<p>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)</p>	
<p>Convocatoria Ordinaria</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Teoría: Se evalúa mediante trabajos entregados a través de Prado. Cuando sea necesario se revisarán en reunión virtual usando una herramienta para videoconferencia o en sesión presencial individualizada. Prácticas: Se evalúan en base a las prácticas entregadas por los estudiantes a través de la plataforma Prado. Se revisarán en sesiones de prácticas presenciales a las que los alumnos serán convocados por turnos. <p>Porcentaje sobre calificación final: Trabajos de teoría: 40% Ejercicios de prácticas: 60% Trabajos en seminarios de prácticas: Hasta un 10%</p>	
<p>Convocatoria Extraordinaria</p>	
<p>La evaluación de los estudiantes en la convocatoria extraordinaria se regirá por los mismos criterios y constará de las mismas pruebas que las indicadas en este documento para la evaluación única final (ver más abajo).</p>	
<p>Evaluación Única Final</p>	
<p>Para los estudiantes que se acojan a la evaluación única final la evaluación se llevará a cabo mediante dos sesiones presenciales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Una sesión de evaluación para la parte teórica basada en resolución de ejercicios y problemas, que permitirá al estudiante obtener un máximo de 4 puntos sobre 10 en la calificación numérica. 	

- Una sesión de evaluación para la parte práctica, consistente en la entrega y defensa, por parte del estudiante, de los informes realizados en sus prácticas, que permitirá al estudiante obtener un máximo de 6 puntos sobre 10 en la calificación numérica.

La calificación global corresponderá a la suma de las puntuaciones obtenidas en ambas sesiones de evaluación, siempre que se haya obtenido al menos el 30% del máximo de puntos en cada parte.

ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
Se mantiene el horario habitual	Foros a través de Prado, correo electrónico institucional, Tutorías virtuales por chat o videoconferencia, concertando hora previamente

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

Las clases teóricas y prácticas se imparten de forma virtual en el horario habitual usando herramientas para videoconferencia. Si el profesor lo estima oportuno, se proporcionarán vídeos descriptivos de contenidos del programa de la asignatura que los estudiantes visualizarán preferentemente antes o durante el horario de clase. Cuando se proporcionen vídeos, las clases podrían estar enfocadas principalmente a aclarar dudas y mejorar la descripción de contenidos cuyo aprendizaje plantee más dificultades a los estudiantes, El material de apoyo para cada sesión de clase (si procede) estará disponible en la plataforma Prado.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

- **Teoría:**
Se evalúa mediante trabajos entregados a través de Prado. Cuando sea necesario se revisarán en reunión virtual usando una herramienta de videoconferencia.
- **Prácticas:**
Se evalúan en base a las prácticas entregadas por los estudiantes a través de la plataforma Prado. Se revisarán en una reunión virtual con cada estudiante usando una herramienta de videoconferencia..

Porcentaje sobre calificación final:

Trabajos de teoría: 40%

Ejercicios de prácticas: 60%

Trabajos en seminarios de prácticas: Hasta un 10% adicional

Convocatoria Extraordinaria

La evaluación de los estudiantes en la convocatoria extraordinaria se regirá por los mismos criterios y constará de las mismas pruebas que las indicadas en este documento para la evaluación única final (ver más abajo).

Evaluación Única Final

- **Teoría:**

Se evalúa mediante un examen realizado a través de la plataforma Prado que se realizarán manteniendo simultáneamente una reunión virtual usando una herramienta de videoconferencia.

- **Prácticas:**

Se evalúan en base a las prácticas entregadas por los estudiantes a través de la plataforma Prado. Se revisarán en una reunión virtual con cada estudiante usando una herramienta para videoconferencia..

Porcentaje sobre calificación final:

- Trabajos de teoría: 40%
- Ejercicios de prácticas: 60%

INFORMACIÓN ADICIONAL (Si procede)

