



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería de  
Sistemas Informáticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**615000725 - Procesamiento Paralelo**

### PLAN DE ESTUDIOS

61TI - Grado En Tecnologías Para La Sociedad De La Informacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	615000725 - Procesamiento Paralelo
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Quinto semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	61TI - Grado en Tecnologías para la Sociedad de la Informacion
<b>Centro responsable de la titulación</b>	61 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieria De Sistemas Informaticos
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Carlos Gamazo Real	4307	josecarlos.gamazo@upm.es	Sin horario. El horario de tutorías se publicará en la Web de la Escuela
Pablo Carazo Minguela (Coordinador/a)	4417	pablo.carazo@upm.es	Sin horario. El horario de tutorías se publicará en la web de la Escuela

---

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Grado en Tecnologías para la Sociedad de la Información no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Se requieren conocimientos de programación secuencial y nociones básicas de arquitectura de computadores y redes

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE02 - Capacidad para seleccionar, diseñar, desplegar, integrar, evaluar, construir, gestionar, explotar y mantener las tecnologías de hardware, software y redes, dentro de los parámetros de coste y calidad adecuados.

CT01 - Análisis y síntesis: Descomponer la información en unidades más pequeñas separando los componentes fundamentales de los no relevantes e identificando las relaciones existentes entre ellos. Síntesis: Combinar información para construir un todo a partir de las entidades previamente analizadas.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA111 - Capacidad para aplicar distintas técnicas básicas de programación paralela para dividir una aplicación en partes que puedan ser ejecutadas en paralelo

RA110 - Capacidad para interpretar los resultados de aceleración y eficiencia obtenidos al paralelizar una aplicación

RA107 - Comprende la necesidad de paralelizar para sacar rendimiento a los procesadores actuales.

RA112 - Aplicar técnicas, tanto estáticas como dinámicas, para el reparto de carga entre procesos.

RA116 - Utiliza herramientas de depuración en aplicaciones paralelas.

RA106 - .Comprende la necesidad de disponer de muchos núcleos para determinadas aplicaciones.

RA108 - Comprende la importancia de la red en un entorno multicomputador

RA114 - Implanta algoritmos paralelos utilizando el paradigma de paso de mensajes

RA115 - Implanta algoritmos paralelos utilizando el paradigma de memoria común.

RA117 - Adquiere destreza en la programación paralela aplicada a la ordenación de elementos.

RA113 - Resuelve adecuadamente el problema de la terminación ordenada de procesos cooperantes

RA109 - Comprende los límites a la programación paralela y la dificultad de hacer programas paralelos eficientes y escalables

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Se pretende ser capaz de dividir la ejecución de una tarea intensiva en cómputo en muchos procesos de forma que pueda ser ejecutada con paralelismo real en máquinas de muchos procesadores y así poder ejecutarla más rápido. Aunque teóricamente intentaremos que las soluciones puedan ser ejecutadas en sistemas de decenas, cientos o miles de procesadores, haremos prácticas probando ejecuciones reales en hasta 64 núcleos.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Computadores paralelos
  - 1.1. Necesidades
  - 1.2. Modelos
  - 1.3. Redes directas
  - 1.4. Posibilidades para el aumento de velocidad
2. Programación basada en paso de mensajes
  - 2.1. Técnicas básicas
  - 2.2. MPI
  - 2.3. Evaluación de prestaciones
  - 2.4. Depuración y monitorización
3. Técnicas básicas de programación paralela
  - 3.1. Computación compulsivamente paralela
  - 3.2. Particionamiento y divide y vencerás
  - 3.3. Pipeline
  - 3.4. Computación síncrona
  - 3.5. Equilibrado de carga y detección de terminación
4. Programación basada en memoria común
  - 4.1. Introducción
  - 4.2. Pthreads

4.3. OpenMP

4.4. Cilk++

4.5. CUDA

4.6. Memoria transaccional

5. Algoritmos y aplicaciones

5.1. Ordenación

5.2. Búsqueda y optimización

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Presentación</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Cuestionario Tema1</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 00:20
3	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	<b>Tema 3.1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Cuestionario Tema2</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 00:20
5	<b>Tema 3.2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Temas 1, 2 y 3.1</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
6	<b>Tema 3.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	<b>Tema 3.3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Cuestionario Tema3</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 00:20
8	<b>Tema 3.4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	<b>Temas 3.4 y 3.5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		



10	<b>Tema 3.5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Cuestionario Tema3</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 00:20
11	<b>Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Temas 3.2 a 3.5</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
12	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Prácticas 1 a 4</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
13	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 5</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 5</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Cuestionario Temas 4 y 5</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 00:20
16				
17				<b>Práctica 5</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 00:00  <b>Temas 4 y 5</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00  <b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00  <b>Artículo</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 00:00  <b>Prácticas</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 00:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del

plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Cuestionario Tema1	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:20	2%	0 / 10	CT01
4	Cuestionario Tema2	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:20	2%	0 / 10	
5	Temas 1, 2 y 3.1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	13.33%	3 / 10	CE02
7	Cuestionario Tema3	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:20	2%	0 / 10	
10	Cuestionario Tema3	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:20	2%	0 / 10	
11	Temas 3.2 a 3.5	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	13.33%	3 / 10	CE02
12	Prácticas 1 a 4	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	02:00	30%	3 / 10	CE02
15	Cuestionario Temas 4 y 5	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:20	2%	0 / 10	
17	Práctica 5	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	10%	3 / 10	CE02

17	Temas 4 y 5	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	13.34%	3 / 10	CE02
17	Artículo	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	10%	0 / 10	CT01

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	4 / 10	CT01 CE02
17	Artículo	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	10%	0 / 10	CT01
17	Prácticas	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	40%	3 / 10	CT01

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final, artículo y prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CT01 CE02

## 7.2. Criterios de evaluación

### EVALUACIÓN CONTINUA (PROGRESIVA): (Ver Tabla de Actividades de Evaluación)

Evaluación de **tres exámenes de tipo test** (descuentan las respuestas erróneas) y preguntas cortas que supondrán un **40% de la nota final**. En cada una de las pruebas se exige un mínimo de 3 sobre 10 y en la suma total de teoría de esta parte hay que alcanzar un mínimo de 4 sobre 10. En el examen final ordinario (prueba de evaluación global) se permitirá recuperar las dos primeras pruebas de tipo test si se obtuvo una nota por debajo del mínimo exigido.

Evaluación de actividades **prácticas** (deben funcionar correctamente) que supondrán un **40% de la nota final**. Esta parte práctica de la asignatura es obligatoria e imprescindible para poder superar la asignatura y debe realizarse durante el periodo docente de impartición de la asignatura. La nota de esta parte práctica de la asignatura se guarda de un curso para el siguiente.

Evaluación de la exposición en el aula de un **artículo** relevante sobre la materia impartida (aspecto de las transparencias, claridad expositiva y capacidad de síntesis). Puede sustituirse por entrega en papel si la no disponibilidad de horas de clase suficientes, así lo aconsejasen. El peso de esta parte será de un **10% de la nota final**.

Evaluación de cuatro o cinco **cuestionarios de tipo test y de preguntas abiertas vía Moodle** que supondrán un **10% de la nota final**.

Recordar que para aprobar, la nota final debe ser igual o superior a 5 sobre 10

### EVALUACIÓN PRUEBA FINAL (GLOBAL) Y EXTRAORDINARIO (Ver Tabla de Actividades de Evaluación):

Para los alumnos que se presenten a la prueba global o a la extraordinaria, la prueba consistirá en:

\* Examen escrito formado por preguntas de tipo test y otras conceptuales de respuesta corta. Supondrá un 50% de la nota final exigiéndose un mínimo de 4 sobre 10.

\* Deberán aportar un resumen de un artículo por escrito. Supondrá un 10% de la nota final.

\* Deberán haber realizado prácticas suficientes para alcanzar el mínimo exigido (3 sobre 10). Supondrá un 40% de la nota final.

Recordar que para aprobar, la nota final debe ser igual o superior a 5 sobre 10

## RELACIÓN DE Resultados de Aprendizaje EVALUADOS EN CADA PRUEBA DE LA EVALUACIÓN CONTINUA

Semana	Descripción	Resultado Evaluado
5	Temas 1, 2 y 3.1	RA106, RA107, RA108, RA109, RA110 y RA111
11	Temas 3.2 a 3.5	RA111, RA112, RA113
12	Prácticas 1 a 4	RA114 y RA116
15	Presentación de artículos	
15	Temas 4 y 5	RA111 y RA117
15	Práctica5	RA115 y RA116

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Parallel Programming. Techniques and Applications Using Networked Workstations and Parallel Computers, 2ª Ed. Barry Wilkinson & Michael Allen. Prentice-Hall, 2005-1999	Bibliografía	
Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. Michael J. Quinn. McGraw-Hill, 2003.	Bibliografía	

Página de acceso a información MPI	Recursos web	<a href="http://www.mcs.anl.gov/research/projects/mpi">www.mcs.anl.gov/research/projects/mpi</a>
Página de acceso a información CUDA	Recursos web	<a href="http://www.nvidia.es">www.nvidia.es</a>
Página de acceso a transparencias del curso	Recursos web	<a href="http://www.etsisi.upm.es">www.etsisi.upm.es</a>
Laboratorios 4401 y 4406	Equipamiento	Cluster de PC's con sistemas OctaCore y QuadCore. Sistemas con tarjetas gráficas programables en CUDA. Placas Parallella con procesador de 16 núcleos.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura evalúa la competencia CT1 "Capacidad de análisis y síntesis" cuya concreción se traduce en la exposición en el aula o en documento escrito de un artículo relevante sobre la materia impartida (aspecto de las transparencias, claridad expositiva y capacidad de síntesis).

La asignatura se impartirá en modalidad 100% presencial.

No obstante, si volviesen a surgir problemas pandémicos, la asignatura está preparada para pasar a modo semipresencial aprovechando todo el material y recursos OnLine ya utilizados en cursos anteriores.

Esta asignatura no está relacionada con los ODS.