



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Informaticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**105000137 - Arquitectura de Computadores**

### PLAN DE ESTUDIOS

10ML - Grado en Matematicas e Informática

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - 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.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	13

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	105000137 - Arquitectura de Computadores
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	10ML - Grado en Matematicas e Informática
<b>Centro responsable de la titulación</b>	10 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Informaticos
<b>Curso académico</b>	2020-21

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Jose Luis Pedraza Dominguez (Coordinador/a)	4105	joseluis.pedraza@upm.es	Sin horario. Consulte la web de la asignatura
Maria Isabel Garcia Clemente	4105	mariaisabel.garcia@upm.es	Sin horario. Consulte la web de la asignatura

Antonio Perez Ambite	4108	antonio.pereza@upm.es	Sin horario. Consulte la web de la asignatura
----------------------	------	-----------------------	---

\* 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

- Sistemas Operativos
- Estructura De Computadores
- Programacion li

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

- Conocimiento y aplicación del análisis de propiedades y riesgos atribuibles a la ejecución concurrente de un sistema SW

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE26 - Conocimiento de los tipos apropiados de soluciones, y comprensión de la complejidad de los problemas informáticos y la viabilidad de su solución.

CE37 - Combinar la teoría y la práctica para realizar tareas informáticas.

CE43 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

CG01 - Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.

CG02 - Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, y reconocimiento de su necesidad en las áreas de la matemática y la informática.

CG05 - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.

CG10 - Capacidad para usar las tecnologías de la información y la comunicación.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA116 - Desarrollar programas paralelos en lenguajes de alto nivel para utilizar eficientemente sistemas multiprocesador, así como analizar su rendimiento.

RA111 - Dado un campo de aplicación de las matemáticas o de la informática, evaluar y diseñar la solución más apropiada para resolver alguno de sus problemas, exponiendo las dificultades técnicas y los límites de la aplicación

RA112 - Comprender los fundamentos y principios de la jerarquía de memoria y su interacción con el resto de elementos del computador.

RA113 - Comprender la técnica de pipeline, así como la arquitectura Harvard y sus ventajas respecto a la conexión del procesador con el sistema de memoria. Conocer los principios de funcionamiento de los distintos tipos de procesadores con paralelismo interno (ILP), identificando las soluciones a los distintos problemas que surgen en su diseño.

RA114 - Identificar y comprender los conceptos específicos asociados a sistemas multiprocesadores, así como los componentes de un cluster y la interacción entre ellos. Conocer las políticas utilizadas para asegurar la coherencia de las memorias caché y los mecanismos hardware y software empleados para realizar la sincronización entre procesadores.

RA115 - Conocer la arquitectura básica de los procesadores gráficos (GPU) y sus posibilidades de uso para resolver problemas computacionales de propósito general.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

#### Formato de impartición

**Curso 2020-21: siguiendo las directrices generales de la UPM, se plantea que toda la docencia sea telemática, si bien podrá haber tutorías y evaluaciones presenciales.**

Dada la experiencia previa recogida durante la impartición de esta asignatura optativa en otros cursos y, en particular, en lo que se refiere al número de estudiantes interesados en cursarla, es necesario realizar algunas aclaraciones importantes

- Matrícula igual o superior a 10 alumnos

Solo se puede garantizar la impartición de la asignatura en caso de que se matriculen al menos diez alumnos. En este caso, la asignatura se impartirá del modo habitual, incluyendo clases teóricas, prácticas y problemas, tratando al mismo tiempo de fomentar en lo posible la participación de los alumnos.

- Si se matriculan menos de 10 alumnos

Si no se alcanza el número de 10 alumnos pero sí se alcanza un número significativo, del orden de 7-8 alumnos, la asignatura se podría impartir en el formato de "aula invertida", proporcionando a los alumnos documentación, enunciados de prácticas y problemas, y ofreciendo una extensión de las tutorías para resolver o aclarar cualquier aspecto de la materia. Los alumnos realizarían exposiciones sobre cada tema, mostrando el resultado de prácticas y problemas. En cualquier caso, si tiene dudas antes de proceder a la matrícula, puede ponerse en contacto con el coordinador mediante el correo electrónico indicado en el apartado de "Profesorado".

#### Descripción de la asignatura

La asignatura Arquitectura de Computadores (AC) está orientada a proporcionar a los alumnos del Grado en

Matemáticas e Informática un conocimiento de las técnicas que se utilizan en los computadores modernos para obtener elevadas prestaciones. Estas altas prestaciones se buscan tanto a nivel del sistema de memoria como en lo referido a la microarquitectura del procesador, en el diseño de la arquitectura de multiprocesadores y en su programación. El conocimiento de estas técnicas permitirá entender el funcionamiento de un computador actual, conocer los parámetros clave en cuanto a su arquitectura y configuración así como resolver problemas propios de este campo.

Por otra parte, AC aporta los conocimientos básicos que requiere un alumno que opte por orientar su especialización en aspectos más relacionados con la computación que con la parte matemática. Así, estos alumnos podrán acceder con mayores garantías de éxito a estudios de Máster en Ingeniería Informática o bien a otros estudios de Máster con orientación a cualquier aspecto de la computación, tanto en esta como en otras universidades o en programas mixtos que se desarrollan en colaboración de la UPM con otras instituciones. Entre otros, cabe mencionar los organizados por la EIT Digital Master School o, también, el propio Máster Universitario en Ingeniería Informática. Este máster puede cursarse íntegramente en la ETSI Informáticos o bien realizar el segundo año en alguna de las universidades con las que hay acuerdos bilaterales UPM.

Finalmente, la asignatura complementa los conocimientos adquiridos en el grado a los alumnos cuya orientación personal les lleve a trabajar en aspectos de computación avanzada que, aún requiriendo una importante base matemática, se vean favorecidos por un aprovechamiento de las técnicas usadas por el computador para resolver de forma eficiente los problemas que aparecen al ejecutar los correspondientes algoritmos, como puedan ser los utilizados en campos tan variados como la simulación científica o el trabajo con criptomonedas.

Desde el punto de vista del contenido de la asignatura, se abordan tres grandes temas: el funcionamiento de la jerarquía de memorias del computador, tanto a nivel de memorias caché como del subsistema de memoria virtual, el estudio de los procesadores con paralelismo interno: pipeline y superescalares, y las características principales de los multiprocesadores y procesadores multithread, así como su programación.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. Jerarquía de Memorias

- 1.1. Memorias cache. Políticas de ubicación, extracción, reemplazo y escritura.
- 1.2. Memoria principal. Organización entrelazada.
- 1.3. Memoria virtual. Traducción de direcciones. Paginación. Segmentación.
- 1.4. Integración de memoria virtual, memorias caché y sistema de entrada/salida.

### 2. Procesadores ILP

- 2.1. Pipeline de Instrucciones. Dependencias.
- 2.2. Operaciones multiciclo. Excepciones en procesadores con ILP.
- 2.3. Multithreading. Procesadores superescalares y VLIW.

### 3. Arquitecturas Multiprocesador

- 3.1. Medidas de rendimiento. Ley de Amhdal.
- 3.2. Arquitecturas de altas prestaciones. GPUs. Clusters.
- 3.3. Soporte hardware para multiprocesadores.
- 3.4. Programación de una aplicación paralela sencilla sobre una máquina de memoria compartida.



## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Explicación de contenidos teóricos (Tema 1)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Explicación de contenidos teóricos (Tema 1)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	<b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 1)</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		<b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 1)</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
3	<b>Explicación de contenidos teóricos (Tema 1)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica sobre el tema 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Explicación de contenidos teóricos (Tema 1)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Práctica sobre el tema 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
4	<b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 1)</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Práctica sobre el tema 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 1)</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Práctica sobre el tema 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Evaluación de la práctica de laboratorio</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
5	<b>Explicación de contenidos teóricos (Tema 1)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tutoría</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas		<b>Explicación de contenidos teóricos (Tema 1)</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tutoría</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas	
6	<b>Explicación de contenidos teóricos (Tema 2)</b> Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Explicación de contenidos teóricos (Tema 2)</b> Duración: 03:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Ejercicio teórico-práctico sobre el tema 1</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
7	<b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 2)</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		<b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 2)</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	

8	<p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 2)</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tutoría</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Práctica sobre el tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 2)</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Práctica sobre el tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tutoría</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas</p>	
9	<p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 2)</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Práctica sobre el tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 2)</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Práctica sobre el tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Evaluación de la práctica de laboratorio</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p>
10	<p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 2)</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 2)</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
11	<p><b>Explicación de contenidos teóricos (Tema 3)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Explicación de contenidos teóricos (Tema 3)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
12	<p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 3)</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 3)</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Ejercicio teórico-práctico sobre el tema 2</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
13	<p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 3)</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tutoría</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Práctica sobre el tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 3)</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tutoría</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Práctica sobre el tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
14	<p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 3)</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Práctica sobre el tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios (Tema 3)</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Práctica sobre el tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Evaluación de la práctica de laboratorio</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p>

15	Explicación de contenidos teóricos, resolución de ejercicios del Tema 3 y resolución de cuestiones trabajo práctico Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Explicación de contenidos teóricos, resolución de ejercicios del Tema 3 y resolución de cuestiones trabajo práctico Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
16				<b>Ejercicio teórico-práctico sobre el tema 3 y partes pendientes de la asignatura</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 02:30  <b>Ejercicio teórico-práctico sobre todo el contenido de la asignatura</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:30
17				

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 continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Evaluación de la práctica de laboratorio	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:30	10%	4 / 10	CG01 CG02 CE43 CG10 CE37 CE26
6	Ejercicio teórico-práctico sobre el tema 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	28%	4 / 10	CG01 CE43 CE37 CG05 CE26
9	Evaluación de la práctica de laboratorio	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:30	10%	4 / 10	CG01 CG02 CE43 CG10 CE37 CE26
12	Ejercicio teórico-práctico sobre el tema 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	21%	4 / 10	CG05 CE26 CG01 CE43
14	Evaluación de la práctica de laboratorio	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:30	10%	4 / 10	CG01 CG02 CE43 CG10 CE37 CE26
16	Ejercicio teórico-práctico sobre el tema 3 y partes pendientes de la asignatura	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:30	21%	4 / 10	CG01 CE43 CE37 CG05 CE26

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Ejercicio teórico-práctico sobre todo el contenido de la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	100%	5 / 10	CG01 CG02 CE43 CG10 CE37 CG05 CE26

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Ejercicio teórico-práctico sobre todo el contenido de la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	100%	5 / 10	CG02 CE43 CG10 CG01 CE37 CG05 CE26

## 7.2. Criterios de evaluación

La asignatura Arquitectura de Computadores consta de una parte teórica y una parte práctica que se puede desarrollar en aulas informáticas o en equipos de la Escuela con conexión remota.

### EVALUACIÓN DE LA PARTE TEÓRICA

El procedimiento principal de calificación de la asignatura es mediante evaluación continua, basada en la asistencia (presencial o telemática), participación, cuestionarios o trabajos recogidos en clase y/o mediante exposición de trabajos.

La asignatura consta de tres temas, cuyo peso en la nota final será de un 40% para "Jerarquía de memorias", y un 30% para los dos restantes: "Procesadores ILP" y "Arquitecturas Multiprocesador". En cada uno de los temas se obtendrá una calificación entre 0 y 10 puntos a partir de la asistencia y los ejercicios y trabajos recogidos. En función del seguimiento y participación de los alumnos, podrá plantearse la realización de un ejercicio puntuable en ciertas fechas acordadas previamente. Para hacer la media ponderada entre los tres temas será necesario obtener al menos 2 puntos en cada uno de ellos. La parte teórica se considerará aprobada a partir de 5 puntos y compensable con las práctica a partir de 4 puntos.

En la fecha de examen que determine Jefatura de Estudios, se realizará un examen global de la asignatura que permitirá alcanzar el aprobado a aquellos alumnos que no hayan obtenido una calificación suficiente en la evaluación continua, o bien aumentar su calificación a los alumnos que hayan superado la parte teórica durante el curso.

El examen de la convocatoria extraordinaria de Julio consistirá en una serie de preguntas cortas, y una parte de problemas que cubrirá todo el temario de la asignatura.

### EVALUACIÓN DE LA PARTE PRÁCTICA

La evaluación de cada una de las prácticas se realizará teniendo en cuenta la asistencia y el resultado de la práctica del alumno.

Para los alumnos que al comienzo de curso soliciten evaluación mediante solo prueba final se incluirá un apartado especial referido a los conocimientos adquiridos en las prácticas en el examen final realizado en la fecha determinada por jefatura de estudios. Además, deberán entregar los trabajos referidos a la parte práctica que se especifique para este tipo de evaluación.

### EVALUACIÓN GLOBAL DE LA ASIGNATURA

La Nota Final se obtendrá a partir de las correspondientes a la teoría (70%) y a las prácticas (30%) siendo necesario obtener una media ponderada de 5 puntos para superar la asignatura. Estos criterios serán válidos tanto para los alumnos que cursen la asignatura en el formato habitual de evaluación continua como para los alumnos que opten por la evaluación mediante prueba final.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN MEDIANTE PRUEBA FINAL

El estudiante podrá elegir si desea ser evaluado según el sistema de evaluación mediante "solo prueba final", para lo que tendrá que presentar la correspondiente solicitud al principio del curso, tal como se describe en la guía de aprendizaje de la asignatura.

Para los alumnos que hayan solicitado este tipo de evaluación se realizará un examen final en la fecha que indique jefatura de estudios.

**Para obtener una versión actualizada de este apartado, puede consultar la página web de la asignatura.**

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Sistema de Memoria	Bibliografía	García Clemente, M.I. Sistema de Memoria. Facultad de Informática, 2003.
Microprocessor Architecture	Bibliografía	Jean-Loup Baer. Cambridge University Press 2010
Estructura y diseño de Computadores	Bibliografía	Patterson, D. A.; Hennessy, J. L. Estructura y diseño de Computadores. Ed. Reverte 2011. 4ª edición.
Computer Architecture: A quantitative Approach	Bibliografía	Hennessy, J.L.; Patterson, D. A. Computer Architecture: A quantitative Approach. Morgan-Kaufmann. 2007. 4ª edición.

Estructura de computadores. Problemas resueltos	Bibliografía	García Clemente y otros. Estructura de computadores. Problemas resueltos. RAMA, 2006. 1ª edición.
Página web de la asignatura	Recursos web	<a href="http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/Arquitectura_MI">http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/Arquitectura_MI</a>
Aula informática	Otros	Aula Nerja o aula informática asignada por Jefatura de Estudios
Sala de trabajo en grupo	Equipamiento	Sala de trabajo en grupo ETSInif o bien herramientas disponibles para teletrabajo: Teams, Moodle, Zoom
Cursos online	Recursos web	Referencias a temas específicos de cursos on-line de otras universidades