



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

615000713 - Arquitectura De Computadores

### 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.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	15

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	615000713 - Arquitectura de Computadores
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer 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 Información
<b>Centro responsable de la titulación</b>	61 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería De Sistemas Informáticos
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Francisco Aylagas Romero	4418	paco.aylagas@upm.es	Sin horario. El horario de tutorías se publicará en el moodle de la asignatura a principio de curso.

M. Elvira Martinez De Icaya Gomez (Coordinador/a)	8304	elvira.mgomez@upm.es	Sin horario. El horario de tutorías se publicará en el moodle de la asignatura a principio de curso.
Andres Sevilla De Pablo	4418	andres.sevilla@upm.es	Sin horario. El horario de tutorías se publicará en el moodle de la asignatura a principio de curso.

\* 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

- Estructura De Computadores
- Fundamentos De Programacion
- Fundamentos De Computadores

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

El plan de estudios Grado en Tecnologías para la Sociedad de la Información no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CBAS05 - Conocimiento de la estructura, funcionamiento e interconexión de los sistemas informáticos, así como los fundamentos de su programación.

CC09 - Capacidad de conocer, comprender y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman.

CT06 - Razonamiento crítico: La capacidad de pensar de manera crítica implica tres cosas: (1) una actitud de estar dispuesto a considerar de una manera reflexiva los problemas y asuntos que entran dentro del rango de las experiencias de uno, (2) conocimiento de los métodos de investigación lógica y el razonamiento, y (3) una cierta habilidad en la aplicación de esos métodos.

### 4.2. Resultados del aprendizaje

RA239 - Utiliza el lenguaje ensamblador de un procesador RISC avanzado para comprender las técnicas de mejoras de rendimiento de los procesadores actuales.

RA60 - Conoce las técnicas avanzadas de la organización de la memoria caché

RA235 - Conoce la planificación dinámica de instrucciones como medio para mejorar el rendimiento de los procesadores con "pipeline".

RA236 - Tiene una perspectiva histórica de las arquitecturas de los ordenadores.

RA237 - Conoce diversas técnicas de predicción dinámica de instrucciones de salto como medio para mejorar el rendimiento de los procesadores con "pipeline".

RA59 - Conoce los conceptos avanzados de las técnicas de gestión del pipeline de los actuales procesadores segmentados

RA58 - Conoce y utiliza los conceptos de rendimiento de un sistema informático.

RA56 - Utiliza el lenguaje ensamblador de dicho procesador para interpretar la ejecución de diferentes programas. Realiza, en ensamblador, la programación de distintos algoritmos

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura es una continuación natural de otras como Fundamentos de Computadores o Estructura de Computadores, aunque con un nivel de abstracción sobre la máquina sensiblemente superior. Así, si bien es muy recomendable haber cursado previamente estas últimas, no suponen un requisito imprescindible.

Si en cursos anteriores se había estudiado la estructura básica de un ordenador con sus bloques principales (CPU, memoria y sistemas de entrada/salida), ahora el objetivo es mejorar su rendimiento, concretamente en lo referente al procesador y a la memoria. Por esto, se comienza dando unas pinceladas de la historia de los ordenadores hasta situarnos en el presente, en el contexto de un ordenador actual, al que corresponden las características de las arquitecturas que se abordan en esta asignatura. Se termina el primer capítulo tratando los principios de rendimiento de un ordenador y la métrica utilizada.

Los capítulos principales de la asignatura se dedican a la mejora del rendimiento del procesador principal, por lo que se trata con cierta profundidad el concepto de procesador con cauce sementado o en pipeline", junto con los problemas que se plantean para conseguir el rendimiento óptimo de este modelo y las soluciones correspondientes, tales como la predicción de las instrucciones de salto y la planificación dinámica de instrucciones.

La última parte de la asignatura está dedicada a la mejora en el tiempo de acceso a la memoria, esto es, la memoria caché, cuyos conceptos y consideraciones se tratan con cierto detalle.

Como complemento de la materia expuesta en las clases magistrales, las clases de prácticas en laboratorio se realizarán utilizando un modelo simplificado de un procesador de arquitectura bastante actual, el MIPS64. Las prácticas se basan principalmente en la comprobación del comportamiento de la ejecución de programas escritos en el lenguaje ensamblador de este procesador, por lo que también es muy recomendable haber cursado asignaturas de fundamentos de programación.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. El computador. Historia y rendimiento.
  - 1.1. ¿Qué es Arquitectura de Computadores?
  - 1.2. Un poco de historia
  - 1.3. Estructura básica de un ordenador
  - 1.4. Rendimiento
2. Arquitectura básica del MIPS64.
  - 2.1. Características de la arquitectura MIPS64
  - 2.2. Juego de instrucciones
  - 2.3. Ensamblador de MIPS64
3. Segmentación del cauce.
  - 3.1. Conceptos básicos
  - 3.2. Etapas del MIPS64
  - 3.3. Riesgos
  - 3.4. Operaciones multiciclo
4. Planificación dinámica de instrucciones.
  - 4.1. Introducción
  - 4.2. Método del Marcador (Scoreboard)
  - 4.3. Método de Tomasulo
5. Predicción dinámica de saltos.
  - 5.1. Introducción
  - 5.2. Buffer de predicción de saltos (BPB)
  - 5.3. Buffer de destinos de saltos (BTB)
  - 5.4. Predictores multinivel
6. Memoria caché.
  - 6.1. Fundamento e introducción
  - 6.2. Estructura de una memoria caché
  - 6.3. Políticas de ubicación

6.4. Políticas de sustitución

6.5. Políticas de actualización

6.6. Otras consideraciones

6.7. Optimización



## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Presentación de la asignatura.</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas  <b>Tema 1.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Problemas. Ejercicios de Rendimiento</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Tema 2. Arquitectura MIPS</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 3. Pipeline. Conceptos y etapas del MIPS.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 0 y 1: Ensamblador MIPS64.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	<b>Tema 3. Pipeline. Riesgos estructurales y RAW</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Examen de la Práctica1 (RA56)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
5	<b>Tema 3. Ejercicios y problemas de pipeline (RAW).</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Tema 3. Pipeline. Bifurcaciones y Operaciones multiciclo</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Tema 3. Ejercicios y problemas de pipeline.</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Tema 4.- Planificación dinámica. Conceptos. Riesgos WAW y WAR</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Tema 4. Planificación dinámica. Método del marcador</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

8	<p><b>Ejercicios del tema 4. Ejercicios de Marcador</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 4. Planificación dinámica. Método de Tomasulo</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
9	<p><b>Ejercicios del tema 4. Ejercicios de Tomasulo</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 5. Predicción de saltos. predicción estática y dinámica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p><b>Tema 5. Predicción de saltos. Predicción multinivel</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Examen de la Práctica 2 (RA56,RA239)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
11	<p><b>Ejercicios del tema 5</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 6. Memoria caché. Introducción.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Examen parcial de teoría. Temas 1 a 4. (RA58, RA59, RA235, RA236, RA239,)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
12	<p><b>Tema 6. Memoria caché. Políticas de ubicación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
13	<p><b>Ejercicios del tema 6. Políticas de ubicación</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 6. Memoria caché. Políticas de sustitución y actualización. Tamaño de bloque y de caché</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
14	<p><b>Ejercicios del tema 6. Ejercicios de caché de todo tipo</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
15	<p><b>Tema 6. Resolución de ejercicios de caché de todo tipo</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Examen de la Práctica 3 (RA56, RA239)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
16				

17				<p><b>Examen parcial de teoría. Temas 5 a 6. (RA237, RA238, R60)</b>  EX: Técnica del tipo Examen Escrito  Evaluación continua  Presencial  Duración: 02:00</p> <p><b>Examen final de prácticas. (RA56, RA239)</b>  EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas  Evaluación sólo prueba final  Presencial  Duración: 02:00</p> <p><b>La evaluación de la competencia transversal se realizará examinando la habilidad para emplear los métodos de lógica y razonamiento utilizados en la resolución de los ejercicios del examen teórico.</b>  TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  Evaluación continua y sólo prueba final  Presencial  Duración: 00:00</p> <p><b>Examen final de teoría. Recuperación del primer parcial (RA59, RA60, RA235, RA236, RA237, RA238, RA239)</b>  EX: Técnica del tipo Examen Escrito  Evaluación sólo prueba final  Presencial  Duración: 03:00</p>
----	--	--	--	---

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
4	Examen de la Práctica1 (RA56)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	5%	/ 10	CBAS05 CC09
10	Examen de la Práctica 2 (RA56,RA239)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	5%	/ 10	CT06 CBAS05
11	Examen parcial de teoría. Tems 1 a 4. (RA58, RA59, RA235, RA236, RA239,)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	/ 10	CBAS05 CC09
15	Examen de la Práctica 3 (RA56, RA239)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	5%	/ 10	CC09 CBAS05
17	Examen parcial de teoría. Tems 5 a 6. (RA237, RA238, R60)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	/ 10	CBAS05 CC09
17	La evaluación de la competencia transversal se realizará examinando la habilidad para emplear los métodos de lógica y razonamiento utilizados en la resolución de los ejercicios del examen teórico.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	5%	/ 10	CT06

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final de prácticas. (RA56, RA239)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	15%	5 / 10	CC09
17	La evaluación de la competencia transversal se realizará examinando la habilidad para emplear los métodos de lógica y razonamiento utilizados en la resolución de los ejercicios del examen teórico.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	5%	/ 10	CT06
17	Examen final de teoría. Recuperación del primer parcial (RA59, RA60, RA235, RA236, RA237, RA238, RA239)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	80%	5 / 10	CBAS05 CC09

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final de teoría. (RA59, RA60, RA235, RA236, RA237, RA238, RA239)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	80%	5 / 10	CBAS05 CC09
Examen final de prácticas.. (RA56, RA239)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	15%	5 / 10	CC09
Evaluación de la competencia transversal.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	5%	/ 10	CT06

## 7.2. Criterios de evaluación

### NOTA FINAL DE LA ASIGNATURA

La Nota Final de la Asignatura se compone de tres partes: un 80% de la Nota de Teoría (NT) y 15% de la Nota de Prácticas más un 5% de la Competencia Transversal.

Nota final = 80% teoría + 15% prácticas + 5% competencia transversal

Para aprobar la asignatura hay que obtener una nota igual o superior a 5 puntos sobre 10, tanto en la Nota de Teoría como en la Nota de Prácticas.

En el caso de que la nota de la suma total ponderada de Teoría + Prácticas + Competencia Transversal resultara mayor o igual a 5, pero no habiendo aprobado la parte de Teoría o de Prácticas, la calificación que aparecerá en el Acta será de "NO APTO 4,5 puntos".

### EVALUACIÓN PROGRESIVA

#### TEORÍA (80%)

Habrán dos exámenes parciales de teoría, el primero, que se realizara en la 11ª semana (pendiente de concretar), y un segundo parcial coincidiendo en fecha con el examen final de la convocatoria ordinaria de enero. En esta misma fecha del segundo examen parcial, habrá un examen del 1er. parcial para aquellos alumnos que no hayan liberado este bloque de teoría en su correspondiente examen de evaluación progresiva.

El peso de cada examen parcial sobre la nota global de Teoría es del 50%. La teoría se aprueba con una nota media igual o mayor a 5,

#### PRÁCTICAS (15%)

Se realizarán 3 exámenes parciales de prácticas en las semanas 4, 10 y 15 (pendiente de concretar) con el mismo peso cada uno de ellos. Las prácticas se aprueban con una nota media igual o mayor a 5,

### EXAMEN GLOBAL

En los exámenes globales de teoría o prácticas se tendrá la posibilidad de superar completamente la asignatura.

El temario de teoría de la asignatura está dividido en dos bloques. El primer bloque tendrá un examen de evaluación progresiva a mediados de curso, de tal manera que si se supera, quedará liberado para el examen global del curso de las dos convocatorias (ordinaria y extraordinaria)

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

Tendrá las mismas características que la convocatoria ordinaria por prueba global. Los exámenes parciales de teoría aprobados por Evaluación Progresiva quedan liberados para el examen de la convocatoria extraordinaria.

## COMPETENCIA TRANSVERSAL: Razonamiento crítico (5%)

Para todas las convocatorias y modos de evaluación (progresiva o prueba global), la evaluación de esta competencia se obtendrá a partir de los razonamientos utilizados para la resolución de los problemas en los exámenes de teoría, y supondrá el 5% de la nota global de la asignatura.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

En el apartado correspondiente al Temario en esta Guía de Aprendizaje, se indica, en cada capítulo, los resultados de aprendizaje que se cubren en él.

## BLOQUES LIBERADOS

Los bloques de teoría superados por evaluación progresiva o en una prueba global, se considerarán "liberados" hasta la convocatoria extraordinaria incluida del mismo curso.

Una vez superada la componente completa de Teoría o de Prácticas en una convocatoria, esta queda liberada para las posteriores convocatorias y para los cursos siguientes, siempre que no se modifique el Plan de Estudios o se produzcan cambios substanciales en el temario de la asignatura o en su plan de prácticas.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Computer Architecture: A Quantitative Approach (5th. ed.)	Bibliografía	John L. Hennessy & David A. Patterson.  Morgan Kaufmann Publishers, 2011  Se puede utilizar igualmente la 4ª edición (2007).
Computer Organization and Design: The Hw/Sw Interface (4th. ed.)	Bibliografía	David A. Patterson & John L. Hennessy.  Morgan Kaufmann Publishers, 2009
Arquitectura de Computadores	Bibliografía	Julio Ortega, Mancia Anguita, Alberto Prieto.  Thompson, 2005
Notas y Diapositivas de Arquitectura de Computadores	Otros	Francisco Aylagas, José Luis Esteban, Andrés Sevilla.  Apuntes editados en el Dpto. de Publicaciones de la ETSI de Sistemas Informáticos
Material didáctico diverso (diapositivas, apuntes, ejercicios, exámenes, software de simulación, etc.)	Recursos web	Moodle de la asignatura
Aula de clases teóricas	Equipamiento	Aula equipada con proyector de vídeo conectado a un ordenador en la mesa del profesor y sistema de audio inalámbrico. Pantalla y pizarra clásica.
Aula de clases prácticas	Equipamiento	Laboratorios equipados con ordenadores personales para prácticas individuales. Proyector conectado al ordenador del profesor. Con pantalla y pizarra clásica



## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Esta Guía de Aprendizaje es la referencia general para esta asignatura.

El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso. La información real sobre su implementación en el semestre corriente (calendario, horario, fechas, plazos, pesos, avisos, listas, etc.), se publicará en el moodle de la asignatura. Cualquier conflicto, deficiencia, inconsistencia o discrepancia entre la información de esta guía y la publicada en el moodle deberá ser resuelta en favor de este segundo.

La asignatura está relacionada con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible:

ODS-4: Educación de Calidad

ODS-8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico

Y, sobre todo se pretende cubrir el ODS 12 que garantiza modalidades de consumo y producción sostenibles, ya que la mayor parte del curso va orientada a mejorar el rendimiento y, por lo tanto, el consumo de los procesadores estudiados mediante técnicas de paralelismo y planificación/predicción dinámica.