



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Informáticos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

105000031 - Sistemas Distribuidos

PLAN DE ESTUDIOS

10II - Grado En Ingenieria Informatica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo 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..... | 3 |
| 6. Cronograma..... | 6 |
| 7. Actividades y criterios de evaluación..... | 8 |
| 8. Recursos didácticos..... | 11 |
| 9. Otra información..... | 12 |

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

| | |
|--|--|
| Nombre de la asignatura | 105000031 - Sistemas Distribuidos |
| No de créditos | 6 ECTS |
| Carácter | Obligatoria |
| Curso | Tercero curso |
| Semestre | Sexto semestre |
| Período de impartición | Febrero-Junio |
| Idioma de impartición | Castellano |
| Titulación | 10II - Grado en Ingeniería Informática |
| Centro responsable de la titulación | 10 - E.T.S. De Ingenieros Informáticos |
| Curso académico | 2025-26 |

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

| Nombre | Despacho | Correo electrónico | Horario de tutorías * |
|---|-----------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Julian Arenas Guerrero | 4204 | julian.arenas.guerrero@upm.es | Sin horario. |
| Jorge Acosta Hernandez | 4201 | jorge.acosta@upm.es | Sin horario. |
| Pablo Toharia Rabasco | 4102 | pablo.toharia@upm.es | Sin horario. |
| Fernando Perez Costoya (Coordinador/a) | 4201 | fernando.perez@upm.es | Sin horario. |

| | | | |
|--|------|--------------------------|--------------|
| Maria De Los Santos Perez Hernandez | 4203 | maria.s.perez@upm.es | Sin horario. |
| Fco Javier Rosales Garcia | 4204 | francisco.rosales@upm.es | Sin horario. |

* 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

- Redes De Computadores
- Sistemas Operativos

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería Informática no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CG-1/21 - Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.

CG-19 - Capacidad de usar las tecnologías de la información y la comunicación.

CG-7:10/16/17 - Capacidad para trabajar dentro de un equipo, organizando, planificando, tomando decisiones, negociando y resolviendo conflictos, relacionándose, y criticando y haciendo autocrítica

Ce 26/27 - Definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software, incluyendo el sistema operativo, y concebir, llevar a cabo, instalar y mantener arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes.

Ce 29 - Diseñar, desarrollar, y evaluar la seguridad de los sistemas, aplicaciones, servicios informáticos y sistemas operativos sobre los que se ejecutan, así como de la información que proporcionan.

Ce 31 - Desarrollar, desplegar, organizar y gestionar servicios informáticos en contextos empresariales para mejorar sus procesos de negocio.

Ce 9 - Poseer las destrezas que se requieren para diseñar e implementar unidades estructurales mayores que utilizan los algoritmos y las estructuras de datos, así como las interfaces por las que se comunican estas unidades.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA325 - Seleccionar, parametrizar y extender servicios distribuidos para un entorno específico (servicios de nombrado, de datos, de almacenamiento, de gestión, etc.).

RA324 - Diseñar aplicaciones distribuidas con los mecanismos tecnológicos de bajo y alto nivel disponibles.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura presenta los aspectos fundamentales del diseño e implementación de los sistemas distribuidos, utilizando un punto de vista de sistemas en el sentido de que se centra en los bloques básicos que componen un sistema distribuido (sistemas de almacenamiento distribuidos y paralelos, servicios de nombres y de sincronización, gestión de procesos, etc.) más que en los servicios de alto nivel que se le proporcionan a las aplicaciones.

El alumno deberá desarrollar proyectos prácticos que implementarán algunos de los componentes que se presentan en la asignatura y que le permitirán consolidar los conceptos teóricos.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción
2. Arquitectura del sistema
 - 2.1. Cliente-servidor
 - 2.2. Editor-subscriptor
 - 2.3. Productor-consumidor
 - 2.4. P2P
 - 2.5. Maestro-trabajador
 - 2.6. Caso de estudio: Bitcoin
3. Mecanismos de comunicación
 - 3.1. Paso de mensajes
 - 3.2. RPC
 - 3.3. RMI
 - 3.4. Memoria compartida distribuida
4. Sistemas de ficheros distribuidos
 - 4.1. NFS
 - 4.2. AFS
 - 4.3. Sistemas de ficheros paralelos
 - 4.3.1. Google File System
 - 4.3.2. GPFS
5. Servicio de nombres
 - 5.1. DNS
 - 5.2. LDAP
 - 5.3. Descubrimiento de servicios
6. Sincronización
 - 6.1. Relojes y tiempo lógico
 - 6.2. Exclusión mutua distribuida
 - 6.3. Problemas de consenso

6.4. Transacciones distribuidas

7. Gestión de procesos

7.1. Planificación en sistemas paralelos/distribuidos

7.2. Equilibrado de carga

7.3. Migración de procesos

8. Introducción al procesamiento de datos masivos

8.1. MapReduce

8.2. Spark

9. Introducción a la virtualización en sistemas distribuidos

9.1. Virtualización soportada por el sistema operativo: contenedores

9.2. Contenedores en sistemas distribuidos

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

| Sem | Actividad tipo 1 | Actividad tipo 2 | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación |
|-----|--|------------------|----------------|---|
| 1 | Introducción Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| | Arquitectura Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 2 | Arquitectura Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 3 | Arquitectura Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 4 | Arquitectura Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 5 | Comunicación Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 6 | Sistemas de ficheros distribuidos Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 7 | Sistemas de ficheros distribuidos Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 8 | Presentación de las prácticas Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | | Ejercicio arquitectura, comunicación y sistemas de ficheros EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00 |
| | Ejercicio arquitectura, comunicación y sistemas de ficheros Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación | | | |
| 9 | Servicio de directorio Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 10 | Servicio de directorio Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |

| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| 11 | Servicio de directorio Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 12 | Sincronización Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 13 | Procesos Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 14 | Procesamiento masivo de datos Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 15 | Virtualización en los sistemas distribuidos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Ejercicio servicio directorio, sincronización y procesos Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación | | | Ejercicio servicio directorio, sincronización y procesos EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00 |
| 16 | | | | Entrega práctica individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:00 Entrega práctica grupo TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:00 Ejercicio arquitectura, comunicación y sistemas de ficheros EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:00 Ejercicio servicio directorio, sincronización y procesos EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:00 |
| 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.

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 |
|------|---|---|---------------|----------|-----------------|-------------|---|
| 8 | Ejercicio arquitectura, comunicación y sistemas de ficheros | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 25% | 0 / 10 | CG-1/21 CG-19 Ce 9 Ce 26/27 Ce 29 Ce 31 |
| 15 | Ejercicio servicio directorio, sincronización y procesos | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 25% | 0 / 10 | CG-1/21 CG-19 Ce 9 Ce 26/27 Ce 29 Ce 31 |
| 16 | Entrega práctica individual | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00 | 25% | 4 / 10 | CG-1/21 CG-19 Ce 9 Ce 26/27 Ce 29 Ce 31 |
| 16 | Entrega práctica grupo | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 00:00 | 25% | 4 / 10 | CG-1/21 CG-7:10/16/17 CG-19 Ce 9 Ce 26/27 Ce 29 Ce 31 |

7.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|-----------------------------|---|---------------|----------|-----------------|-------------|--|
| 16 | Entrega práctica individual | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00 | 25% | 4 / 10 | CG-1/21 CG-19 Ce 9 Ce 26/27 Ce 29 Ce 31 |

| | | | | | | | |
|----|---|---------------------------------------|---------------|-------|-----|--------|---|
| 16 | Entrega práctica grupo | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | No Presencial | 00:00 | 25% | 4 / 10 | CG-1/21 CG-7:10/16/17 CG-19 Ce 9 Ce 26/27 Ce 29 Ce 31 |
| 16 | Ejercicio arquitectura, comunicación y sistemas de ficheros | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 25% | 0 / 10 | CG-1/21 CG-7:10/16/17 CG-19 Ce 9 Ce 26/27 Ce 29 Ce 31 |
| 16 | Ejercicio servicio directorio, sincronización y procesos | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 25% | 0 / 10 | CG-1/21 CG-19 Ce 9 Ce 26/27 Ce 29 Ce 31 |

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|---|---|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| Ejercicio arquitectura, comunicación y sistemas de ficheros | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 25% | 0 / 10 | CG-1/21 CG-19 Ce 9 Ce 26/27 Ce 29 Ce 31 |
| Ejercicio servicio directorio, sincronización y procesos | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 25% | 0 / 10 | CG-1/21 CG-19 Ce 9 Ce 26/27 Ce 29 Ce 31 |
| Entrega práctica individual | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | Presencial | 00:00 | 25% | 4 / 10 | CG-1/21 CG-19 Ce 9 Ce 26/27 Ce 29 Ce 31 |

| | | | | | | |
|------------------------|---------------------------------------|------------|-------|-----|--------|---|
| Entrega práctica grupo | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo | Presencial | 00:00 | 25% | 4 / 10 | CG-1/21 CG-7:10/16/17 CG-19 Ce 9 Ce 26/27 Ce 29 Ce 31 |
|------------------------|---------------------------------------|------------|-------|-----|--------|---|

7.2. Criterios de evaluación

La asignatura se evaluará mediante 2 tipos de pruebas:

- Parte teórica. A lo largo del curso, en el propio horario de clase, se realizarán dos exámenes parciales que cubrirán la materia de la asignatura. Tanto en el examen final de la convocatoria ordinaria como en el de la extraordinaria se volverán a realizar estos dos ejercicios pudiéndose presentar cualquier alumno matriculado en la asignatura y teniéndose en cuenta siempre la mejor calificación de cada examen. La nota de la parte teórica será la media de estos dos ejercicios no existiendo una nota mínima.

- Proyectos prácticos. Existen dos proyectos prácticos: uno de carácter individual y otro en pareja. El plazo de entrega de los mismos es el final del día del examen oficial de la convocatoria correspondiente. La nota de esta parte práctica será la media de los dos proyectos, pero siempre que se haya obtenido al menos un 4 sobre 10 en cada uno de ellos. El desarrollo de estos proyectos se llevará a cabo de forma no presencial usando los recursos ofrecidos por el Centro de Cálculo para tal fin, y apoyándose en las tutorías para la resolución de cualquier aspecto vinculado con el desarrollo de los mismos.

La nota final de la asignatura se calculará como la media de la parte teórica y de la práctica, pero siempre que se haya obtenido al menos un 4 en cada parte.

Nótese que se facilita la evaluación progresiva tanto en la parte teórica, gracias a los parciales, como en la práctica, ya que cada vez que se realiza una entrega de un proyecto práctico se recibe una calificación provisional del mismo, pero posibilitando la evaluación global tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria, al volver a evaluarse toda la materia teórica y al estar habilitada la entrega de proyectos prácticos durante todo el curso académico desde el momento que se presentan en clase los fundamentos teóricos requeridos por cada

proyecto.

Asimismo, se podrán plantear actividades de carácter optativo que permitirán mejorar la nota de la asignatura, siempre que esta esté aprobada.

Cualquier actividad superada en la asignatura, ya sea un parcial o un proyecto práctico, se considera un bloque liberado y su calificación se guarda de manera indefinida.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre | Tipo | Observaciones |
|--------------------------------|--------------|---|
| Página de la asignatura | Recursos web | Sitio Moodle de la asignatura |
| Libro de Coulouris | Bibliografía | Distributed Systems, Concepts and Design, George Coulouris, Jean Dollimore y Tim Kindberg. 5ª Edición, Addison Wesley. 2011 http://www.cdk5.net |
| Libro de van Steen y Tanenbaum | Bibliografía | M. van Steen and A.S. Tanenbaum, Distributed Systems, 4ª edición, distributed- systems.net, 2023. https://www.distributed- systems.net/index.php/books/ds4/ |

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura estudia con cierto detalle las técnicas usadas para la construcción de sistemas distribuidos basados en soluciones de virtualización, tanto las clásicas como las soportadas por el propio sistema operativo mediante el uso de contenedores, que pueden posibilitar la disminución del consumo y de la emisión de CO2 de este tipo de sistemas, lo que puede ayudar a lograr el ODS 13 (Acción por el clima).

En la asignatura se implementan metodologías docentes innovadoras (<https://innovacioneducativa.upm.es/guias-pdi>) con el fin de motivar y reforzar el aprendizaje por parte del estudiantado:

- *Aprendizaje orientado a proyectos*: La asignatura tiene un enfoque principalmente práctico basado en proyectos tanto de carácter individual como grupal. Los estudiantes tienen que realizar dos proyectos prácticos que requieren la construcción de componentes distribuidos. El desarrollo de estos proyectos se lleva a cabo en un entorno de corrección automática que permite al estudiante tener una realimentación continua sobre el estado de sus proyectos.