

UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

GUÍA DE APRENDIZAJE

REDES DE ORDENADORES

GRADO EN INGENIERIA DE TECNOLOGIAS Y SERVICIOS DE
TELECOMUNICACION

CURSO ACADÉMICO	CÓDIGO	CURSO	CRÉDITOS	CARÁCTER	SEMESTRE
2026-27	95000031	3	4.5 ECTS	OBLIGATORIA	PRIMER SEMESTRE
IDIOMA	CENTRO RESPONSABLE				
ESPAÑOL	E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION				
DEPARTAMENTO RESPONSABLE					
INGENIERÍA DE SISTEMAS TELEMÁTICOS					

COORDINADOR/A

JULIO JOSÉ BERROCAL COLMENAREJO - julio.berrocal@upm.es

REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

—

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

- FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS TELEMATICOS (95000005)
- REDES Y SERVICIOS DE TELECOMUNICACION (95000023)

OTRAS RECOMENDACIONES

—

RESULTADOS

RD-1393/2007

Resultados de aprendizaje

- RA512** Comprender el funcionamiento de una red IP, tanto en lo que se refiere a las operaciones que se realizan para entregar el tráfico al destino, como a los procesos que ejecutan los nodos para mantener automáticamente las tablas de encaminamiento.
- RA511** Conocer los servicios que ofrecen los protocolos de transporte, sabiendo seleccionar el más adecuado en función de los requisitos de las aplicaciones. Comprender el funcionamiento de los protocolos de transporte y los algoritmos asociados.
- RA509** Comprender la estructura de Internet, el proceso de normalización y las propiedades de los recursos de denominación y direccionamiento.
- RA513** Comprender las técnicas de direccionamiento y encaminamiento existentes para que las redes tengan buenas propiedades de escalabilidad.
- RA510** Comprender el funcionamiento conjunto de protocolos de aplicación, transporte, red y subred de la arquitectura TCP/IP.
- RA514** Conocer las limitaciones de Internet y las características de la nueva versión de protocolos, conocida como IPv6.

Competencias

- CE-TL2** Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones telemáticas, tales como sistemas de gestión, señalización y conmutación, encaminamiento y enrutamiento, seguridad (protocolos criptográficos, tunelado, cortafuegos, mecanismos de cobro, de autenticación y de protección de contenidos), ingeniería de tráfico (teoría de grafos, teoría de colas y teletráfico) tarificación y fiabilidad y calidad de servicio, tanto en entornos fijos, móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía y datos
- CG1** 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

CE-TL1	Capacidad de construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los servicios telemáticos
CG2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
CG3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
CG5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
CE-TL4	Capacidad de describir, programar, validar y optimizar protocolos e interfaces de comunicación en los diferentes niveles de una arquitectura de redes
CE-TL5	Capacidad de seguir el progreso tecnológico de transmisión, conmutación y proceso para mejorar las redes y servicios telemáticos
CE-TL6	Capacidad de diseñar arquitecturas de redes y servicios telemáticos
CG9	Uso de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones
CG12	Organización y planificación
CG8	Comunicación oral y escrita
CG10	Creatividad

DESCRIPCIÓN

En la asignatura se abordan los temas de encaminamiento en redes IP, IPv6 y protocolos de transporte.

En primer lugar, se estudian los principios del encaminamiento de paquetes y los métodos utilizados para calcular rutas óptimas entre nodos de una red, incluyendo algoritmos clásicos como Dijkstra y Bellman-Ford. Asimismo, se analizan los protocolos de encaminamiento más relevantes en entornos de redes empresariales e Internet, tales como RIP, OSPF y BGP, examinando su arquitectura, métricas, convergencia, escalabilidad y ámbitos de aplicación.

La asignatura aborda también la evolución del protocolo IP mediante el estudio de IPv6, analizando las motivaciones de su desarrollo, los nuevos esquemas de direccionamiento y encaminamiento, los mecanismos de autoconfiguración, las técnicas de transición y coexistencia con IPv4, así como las mejoras introducidas en términos de eficiencia, movilidad y seguridad.

Por último, se profundiza en la capa de transporte y en los protocolos que proporcionan comunicaciones extremo a extremo entre aplicaciones distribuidas. Se analizan protocolos como TCP y UDP, prestando especial atención a los mecanismos de establecimiento de conexión, control de errores, control de flujo, control de congestión y multiplexación.

TEMARIO

1. Redes IP.

- 1.1. Fundamentos de redes IP.
- 1.2. Sistemas de traducción de direcciones y puertos (NAT).

2. Encaminamiento en Redes IP.

- 2.1. Algoritmos de encaminamiento. Teoría de grafos. Encaminamiento óptimo. Inundación. Vector de distancias. Estado de enlaces.
- 2.2. Organización del encaminamiento en redes grandes e Internet. Encaminamiento jerárquico.
- 2.3. Protocolos de encaminamiento intradominio: RIP, OSPF.
- 2.4. Protocolos de encaminamiento interdominio: BGP

3. Protocolos IPv6.

- 3.1. Motivación de IPv6. Formato del datagrama. Direcciones IPv6.
- 3.2. ICMPv6. Resolución de direcciones. Autoconfiguración.
- 3.3. Encaminamiento.
- 3.4. Técnica de transición.

4. Nivel de Transporte.

- 4.1. Servicios de nivel de transporte.



- 4.2.

Multiplexación y demultiplexación de aplicaciones. Puertos.
- 4.3.

Protocolo UDP. Formato de segmento. Detección de errores.
- 4.4.

Principios de transferencia fiable. Parada y espera. Rechazo simple. Rechazo selectivo.
- 4.5.

Protocolo TCP. Formato de segmento. Transferencia fiable. Cálculo de temporizador. Conexiones. Control de flujo.
- 4.6.

Control de congestión. Algoritmo RED.
- 4.7.

Análisis de prestaciones. Modelo de latencia.

ACTIVIDADES

Actividad evaluable

Actividad formativa

		Tema 1		SEMANAS																
				1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
Presencial	03h 30m	Aula (en horario)	Normal																	
METODOLOGÍA																				
Lección Magistral																				

		Práctica 1		SEMANAS																
				1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
Presencial	02h 20m	Laboratorio	Reducido																	
TEMAS																				
T1																				
METODOLOGÍA																				
Prácticas de Laboratorio																				



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Trabajo 1

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

EVALUACIÓN

PONDERACIÓN

NOTA MÍNIMA

No presencial, sin docente

00h 01m

Progresiva, Global, Extraordinaria

4%

0

TEMAS

T1

METODOLOGÍA

Trabajo Individual

RESULTADOS EVALUADOS

CG1

CG2

CG3

CG5

CE-TL1

CE-TL2

CE-TL4

CE-TL5

CE-TL6

CG9

CG10

CG12

CG8

RA512

RA509

RA510

Tema 2

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

LUGAR

GRUPO

Presencial

11h 40m

Aula (en horario)

Normal

TEMAS

T2

METODOLOGÍA

Lección Magistral

Práctica 2

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

LUGAR

GRUPO

Presencial

03h 30m

Laboratorio

Reducido

TEMAS

T2

METODOLOGÍA

Prácticas de Laboratorio

	Trabajo 2	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD No presencial, sin docente		DURACIÓN TOTAL 00h 01m		EVALUACIÓN Progresiva, Global, Extraordinaria				PONDERACIÓN 6%				NOTA MÍNIMA 0					
TEMAS T2																	
METODOLOGÍA Trabajo Individual																	
RESULTADOS EVALUADOS		CG1 CG2 CG3 CG5 CE-TL1 CE-TL2 CE-TL4 CE-TL5 CE-TL6 CG9 CG10 CG12 CG8 RA509 RA512 RA513 RA514 RA510															

	Examen parcial 1	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD Presencial		DURACIÓN TOTAL 02h 00m		LUGAR Aula de examen		EVALUACIÓN Progresiva, Global, Extraordinaria				PONDERACIÓN 40%				NOTA MÍNIMA 0			
TEMAS T1 T2																	
METODOLOGÍA Examen Escrito																	
RESULTADOS EVALUADOS		CG1 CG2 CG3 CG5 CE-TL1 CE-TL2 CE-TL4 CE-TL5 CE-TL6 CG9 CG10 CG12 CG8 RA509 RA510 RA512 RA513															

	Tema 3	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E															
PRESENCIALIDAD Presencial		DURACIÓN TOTAL 03h 30m		LUGAR Aula (en horario)		GRUPO Normal											
TEMAS T3																	
METODOLOGÍA Lección Magistral																	



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



		Práctica 3		SEMANAS																
				1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD		DURACIÓN TOTAL		LUGAR		GRUPO														
Presencial		02h 20m		Laboratorio		Reducido														
TEMAS																				
T3																				
METODOLOGÍA																				
Prácticas de Laboratorio																				

		Trabajo 3		SEMANAS																
				1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD		DURACIÓN TOTAL		EVALUACIÓN					PONDERACIÓN					NOTA MÍNIMA						
No presencial, sin docente		00h 01m		Progresiva, Global, Extraordinaria					6%					0						
TEMAS																				
T3																				
METODOLOGÍA																				
Trabajo Individual																				
RESULTADOS EVALUADOS																				
CG1 CG2 CG3 CG5 CE-TL1 CE-TL2 CE-TL4 CE-TL5 CE-TL6 CG9 CG10 CG12 CG8 RA513 RA514 RA512 RA509																				

		Tema 4		SEMANAS																
				1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD		DURACIÓN TOTAL		LUGAR		GRUPO														
Presencial		15h 10m		Aula (en horario)		Normal														
METODOLOGÍA																				
Lección Magistral																				

		Trabajo 4		SEMANAS																
				1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD		DURACIÓN TOTAL		EVALUACIÓN					PONDERACIÓN					NOTA MÍNIMA						
No presencial, sin docente		00h 01m		Progresiva, Global, Extraordinaria					4%					0						
METODOLOGÍA																				
Trabajo Individual																				
RESULTADOS EVALUADOS																				
CG1 CG3 CG5 CE-TL1 CE-TL2 CE-TL4 CE-TL5 CE-TL6 CG9 CG10 CG12 CG8 RA510 RA511 RA509																				



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Examen parcial 2

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

LUGAR

EVALUACIÓN

PONDERACIÓN

NOTA MÍNIMA

Presencial

02h 00m

Aula de examen

Progresiva, Global, Extraordinaria

40%

0

TEMAS

T3 T4

METODOLOGÍA

Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS

CG1 CG2 CG3 CG5 CE-TL1 CE-TL2 CE-TL4 CE-TL5 CE-TL6 CG9 CG10 CG12 CG8 RA511 RA514 RA510 RA509

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Actividad evaluableActividad formativaSemana con actividad

E

Período de exámenes

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
Tema 1	.															
Práctica 1		.														
Trabajo 1			.													
Tema 2		.	.	.	.											
Práctica 2						.										
Trabajo 2							.									
Examen parcial 1								.								
Tema 3											.	.				
Práctica 3												.				

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
 Trabajo 3													•			
 Tema 4							•	•	•	•	•					
 Trabajo 4											•					
 Examen parcial 2																•
																

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios Generales

PARA TODAS LAS ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

Los exámenes consistirán en la resolución de preguntas teórico-prácticas y problemas, pudiendo incluir preguntas de tipo test. No se publicarán las soluciones de las preguntas de tipo test.

Los trabajos se evaluarán a partir de las entregas de los alumnos y mediante preguntas en los exámenes escritos. Adicionalmente, se podrá realizar una evaluación oral complementaria para comprobar que los alumnos han adquirido las competencias asociadas a la asignatura.

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

Criterios de evaluación

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10, según las normas que se indican en este apartado.

La nota final se obtendrá mediante la suma de las calificaciones correspondientes a las diferentes actividades de evaluación, con los siguientes pesos:

- Examen parcial 1 (temas 1 y 2; trabajos 1 y 2): 45%
- Examen parcial 2 (tema 3 y 4; trabajos 3 y 4): 45%
- Entregas de trabajos: 10%

La materia de los temas 1 y 2, así como los trabajos 1 y 2, serán evaluados mediante un examen parcial, que se podrá realizar durante la evaluación progresiva y en la evaluación global. En caso de que un alumno se presente las dos veces, la nota será la obtenida en la evaluación global.

La materia de los temas 3 y 4, así como los trabajos 3 y 4, serán evaluados mediante un examen parcial, que se celebrará en la fecha de la convocatoria ordinaria de evaluación global.

Nota: Si la fecha del examen del primer parcial no permite incluir el tema 2 completo, la parte no cubierta se moverá al segundo parcial, ajustándose el peso de los dos exámenes parciales.

Actividades

- Trabajo 1 (4%)
- Trabajo 2 (6%)
- Examen parcial 1 (40%)
- Trabajo 3 (6%)
- Trabajo 4 (4%)
- Examen parcial 2 (40%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global

Criterios de evaluación

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10.

La nota final se obtendrá mediante la suma de las calificaciones correspondientes a las diferentes actividades de evaluación, con los siguientes pesos:

- Examen (programa completo y todos los trabajos): 90%
- Entregas de trabajos: 10%

Actividades

- Trabajo 1 (4%)
- Trabajo 2 (6%)
- Examen parcial 1 (40%)
- Trabajo 3 (6%)
- Trabajo 4 (4%)
- Examen parcial 2 (40%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria

Criterios de evaluación

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10.

La nota final se obtendrá mediante la suma de las calificaciones correspondientes a las diferentes actividades de evaluación, con los siguientes pesos:

- Examen (programa completo y todos los trabajos): 90%
- Entregas de trabajos: 10%

La nota de los trabajos entregados será la obtenida en la convocatoria ordinaria.

Actividades

- Trabajo 1 (4%)
- Trabajo 2 (6%)
- Examen parcial 1 (40%)
- Trabajo 3 (6%)
- Trabajo 4 (4%)
- Examen parcial 2 (40%)

RECURSOS

Web

Transparencias, problemas, trabajos, foros, etc.

Bibliografía

James F. Kurose, Keith W. Ross. Computer Networking. 8th edition, Pearson, 2023.

Kevin R. Fall, W. Richard Stevens. TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols. 2nd edition, Addison-Wesley, 2012.

Larry L. Peterson, Bruce S. Davie. Computer Networks: A Systems Approach. 6th edition, Elsevier, 2022.

Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall. Computer Networks. 6th edition, Pearson, 2021.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Educación de calidad



Industria, innovación e infraestructura

OTRA INFORMACIÓN

La asignatura se relaciona con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible:

4.4 Para 2030, aumentar sustancialmente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento.

4.7 Para 2030, garantizar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y la adopción de estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad entre los géneros, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible, entre otros medios.

9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, con especial hincapié en el acceso equitativo y asequible para todos.

9.c Aumentar de forma significativa el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por facilitar el acceso universal y asequible a Internet en los países menos adelantados a más tardar en 2020.

Las plataformas que se usarán para desarrollar las actividades de la asignatura serán Moodle y Microsoft Teams, así como otras que puntualmente se consideren adecuadas.