

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	CONMUTACIÓN Y ENCAMINAMIENTO		
<b>Materia</b>	PROTOCOLOS, REDES Y SERVICIOS TELEMÁTICOS AVANZADOS		
<b>Módulo</b>	MATERIAS ESPECÍFICAS DE LA MENCIÓN EN TELEMÁTICA		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE TELECOMUNICACIÓN – MENCIÓN EN TELEMÁTICA		
<b>Plan</b>	512	<b>Código</b>	46659
<b>Periodo de impartición</b>	1 <sup>er</sup> . CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OPTATIVA (OBLIGATORIA DE LA MENCIÓN)
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	3º
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	MARÍA JESÚS VERDÚ PÉREZ		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 423000 ext. 3707 E-MAIL: marver@tel.uva.es		
<b>Departamento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		
<b>Fecha de revisión por el Comité de Título</b>	27 de junio de 2025		

## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

Durante las últimas décadas, Internet se ha convertido en la red de telecomunicaciones por excelencia, donde se ofrecen los diferentes servicios telemáticos (voz, TV, mensajería, juegos...). En tal red ubicua y de escala global, es de suma importancia el problema de cómo “mover” los datos generados por dichos servicios entre localizaciones geográficamente distantes. Es por eso por lo que los mecanismos de conmutación y reenvío y los protocolos de encaminamiento han ido evolucionando para adaptarse a las nuevas necesidades de calidad y políticas de servicio, así como para conseguir un procesado más rápido y eficiente en los nodos de conmutación de la red de paquetes. Al mismo tiempo, la red de telefonía tradicional, que evolucionó a una red digital en la que el encaminamiento entre los nodos de conmutación también jugaba un papel crítico, está siendo apagada progresivamente, ante la migración de los servicios a la tecnología IP. Por lo tanto, hay una necesidad de formar profesionales capaces de entender cómo se lleva a cabo la conmutación y el encaminamiento en distintos tipos de redes, preparándolos para ser capaces de abordar en un futuro, y desde el punto de vista de interoperabilidad, el diseño de soluciones de encaminamiento avanzadas para las redes de siguiente generación.

En este contexto, la asignatura “Conmutación y Encaminamiento” aborda con profundidad el problema del encaminamiento del tráfico en redes LAN y WAN. A partir de los conocimientos sobre fundamentos de las principales tecnologías de conmutación de circuitos y de paquetes, estudiados en el curso anterior, esta asignatura profundiza en la problemática de establecer un camino por la red de transporte, estudiando los mecanismos y protocolos de encaminamiento, conmutación y señalización más importantes en la red Internet así como en la red telefónica conmutada.

### 1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura está especialmente relacionada con las dos pertenecientes a la materia “Fundamentos de Protocolos, Redes y Servicios Telemáticos”, ya que en ellas se proporcionan los conocimientos básicos por una parte y la visión general por otra de los protocolos, redes y servicios telemáticos necesarios para comprender y profundizar en la conmutación y el encaminamiento. Por otra parte, además de las asignaturas de la propia materia, a las que complementa, también mantiene una estrecha relación con la asignatura “Laboratorio de Diseño y Configuración de Redes”, que se imparte en el mismo curso pero durante el segundo cuatrimestre, y que desarrolla competencias prácticas que requieren un profundo conocimiento sobre protocolos de encaminamiento.

### 1.3 Prerrequisitos

No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura, aunque sí recomendaciones lógicas que el alumno debería tener en cuenta. Es recomendable haber cursado la materia “Fundamentos de Protocolos, Redes y Servicios Telemáticos” del “Bloque de Materias Básicas de Telecomunicaciones”.



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- GBE1. Capacidad para manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- GBE3. Capacidad para resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- GBE5. Capacidad para elaborar informes basados en el análisis crítico de la bibliografía técnica y de la realidad en el campo de su especialidad.
- GC1. Capacidad de organización, planificación y gestión del tiempo.
- GC2. Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.
- GC3. Capacidad para trabajar en cualquier contexto, individual o en grupo, de aprendizaje o profesional, local o internacional, desde el respeto a los derechos fundamentales, de igualdad de sexo, raza o religión y los principios de accesibilidad universal, así como la cultura de paz.

### 2.2 Específicas

- T15. Conocimiento de la normativa y la regulación de las telecomunicaciones en los ámbitos nacional, europeo e internacional.
- TEL2. 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.
- TEL5. Capacidad de seguir el progreso tecnológico de transmisión, conmutación y proceso para mejorar las redes y servicios telemáticos.



### 3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Describir los mecanismos de señalización, conmutación y encaminamiento involucrados en las redes telemáticas actuales.
- Diseñar esquemas de direccionamiento para redes de diferentes tamaños, utilizando direccionamiento tanto público como privado.
- Conocer las principales tendencias en el progreso tecnológico en el campo de los protocolos y las redes telemáticas.
- Analizar y comparar el funcionamiento de los principales protocolos de encaminamiento en escenarios de red reales y cambiantes.
- Analizar el tráfico generado por los protocolos de encaminamiento entre dispositivos de una red real.
- Encontrar y analizar información técnica y realizar informes técnicos con dicha información.



#### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

##### Bloque 1: Conmutación y encaminamiento

Carga de trabajo en créditos ECTS: 6

###### a. Contextualización y justificación

Ver apartado 1.1.

###### b. Objetivos de aprendizaje

- Describir los mecanismos de encaminamiento involucrados en las redes telemáticas actuales.
- Diseñar esquemas de direccionamiento para redes de diferentes tamaños, utilizando direccionamiento tanto público como privado.
- Analizar y comparar el funcionamiento de los principales protocolos de encaminamiento en escenarios de redes TCP/IP reales y cambiantes.
- Analizar el tráfico generado por los protocolos de encaminamiento entre dispositivos de una red real.
- Encontrar y analizar información técnica y realizar informes técnicos con dicha información.
- Describir los mecanismos de señalización y conmutación involucrados en las redes telemáticas actuales.
- Determinar los protocolos y funciones de señalización que intervienen en la provisión de servicios en una red de telecomunicación.
- Definir el sistema de señalización SS7.
- Describir la estructura de una red SS7.
- Aplicar las reglas de encaminamiento de mensajes en una red SS7.
- Comparar el funcionamiento de los distintos tipos de encaminamiento de llamadas en la red telefónica conmutada.
- Describir los mecanismos empleados para la provisión de servicios avanzados con MPLS.
- Describir los principios y la arquitectura de las redes definidas por software (SDN).

###### c. Contenidos

###### TEMA 1: Introducción

- Multiplexación, conmutación, encaminamiento y reenvío
- Dispositivos de interconexión de red: conmutadores, routers
- Redes virtuales

###### TEMA 2: Conmutación

- VLANs
- MPLS

###### TEMA 3: Encaminamiento y direccionamiento IP

- Direccionamiento y encaminamiento
- Direccionamiento IP: direccionamiento IPv4, VLSM, CIDR, direcciones IPv6
- Encaminamiento IP basado en el destino
- Encaminamiento en IP móvil

**TEMA 4: Técnicas de Encaminamiento**

- Algoritmos de encaminamiento:
  - Encaminamiento por Inundación
  - Algoritmos de aprendizaje
  - Algoritmos de camino más corto: algoritmos de Dijkstra y de Bellman-Ford
- Protocolos de encaminamiento dinámico en entornos distribuidos:
  - De vector de distancias
  - De estado de enlace

**TEMA 5: Protocolos de encaminamiento en Internet**

- Encaminamiento jerárquico en Internet
- Protocolos de encaminamiento interno: RIP, OSPF, IS-IS
- Protocolos de encaminamiento externo: BGP
- Protocolos de encaminamiento multicast
- Encaminamiento en redes IP/MPLS

**TEMA 6: Redes Definidas por Software (SDN)**

- Principios y arquitectura SDN
- Plano de datos en SDN: Reenvío generalizado
- Plano de control en SDN
- Protocolo Openflow

**TEMA 7: Señalización y encaminamiento en la red telefónica conmutada**

- La red telefónica pública conmutada
- Sistema de señalización por canal común no 7 (SS7/C7)
- Encaminamiento de llamadas
- Evolución de la red telefónica

Algunos de los contenidos se desarrollarán especialmente de forma práctica en sesiones de laboratorio:

- Prácticas de análisis de tráfico pre-capturado en distintos escenarios para el estudio del funcionamiento de los protocolos y técnicas de conmutación, señalización y encaminamiento.
- Prácticas con routers IP reales para el análisis del encaminamiento IP.
- Prácticas con routers IP reales para el análisis de protocolos de encaminamiento.

**d. Métodos docentes**

---

- Clase magistral participativa.
- Resolución de problemas.
- Estudio de casos en laboratorio.

**e. Plan de trabajo**

---

Véase el Anexo I.

---

## f. Evaluación

---

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Informes de prácticas de laboratorio, realizadas por los alumnos en equipos de trabajo (entrega asíncrona en las fechas anunciadas en el plan de trabajo).
- Cuestionarios de evaluación formativa y sumativa, algunos de los cuales se realizarán presencialmente mediante herramientas TIC de gamificación **en sesiones de aula**, que se anunciarán convenientemente en el plan de trabajo detallado de la asignatura y en el calendario del Campus Virtual. Estos cuestionarios presenciales serán en forma de concurso; se realizarán de forma síncrona dentro de las clases magistrales participativas durante un tiempo aproximado de 20 minutos cada uno y **debatiendo una a una cada cuestión y las posibles respuestas**.
- Prueba escrita en la fecha oficial del calendario de exámenes del centro.

En la evaluación, se valorará la capacidad para expresar correctamente los conocimientos adquiridos a lo largo de la asignatura.

---

## g Material docente

---

### g.1 Bibliografía básica

---

Medhi, D., & Ramasamy, K. (2018). *Network routing: algorithms, protocols, and architectures* (2nd ed.). Morgan Kaufmann.

### g.2 Bibliografía complementaria

---

- Comer, D. E. (2014). *Internetworking with TCP/IP. I, Principles, protocols, and architecture* (6th ed.). Pearson.
- Tanenbaum, A. S. (2021). *Computer networks* (6th ed.). Pearson.
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2022). *Computer networking: a top-down approach* (8th ed.). Pearson.
- Black, U. D. (2001). *MPLS and label switching networks*. Prentice Hall.
- Rooney, T. (2010). *Introduction to IP address management*. IEEE, Wiley.
- Stallings, W. (1998). *High-speed networks: TCP/IP and ATM design principles*. Prentice-Hall. W. Stallings, *High-speed networks: TCP/IP and ATM design principles*, Prentice Hall, 1998.

### g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

---

Los recursos disponibles en la página de la asignatura en el Campus Virtual.

---

## h. Recursos necesarios

---

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Entorno de trabajo en la plataforma Moodle ubicado en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid.
- Laboratorio específico de *internetworking*, con equipos de interconexión dedicados.
- Diversa documentación de apoyo y manuales.



Para realizar los cuestionarios que se realicen en las sesiones de aula, será necesario que el alumno lleve al aula un teléfono móvil, tableta u ordenador con acceso a Internet.

### i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
6 ECTS	Todo el cuatrimestre

## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

- Clase magistral participativa.
- Resolución de problemas.
- Estudio de casos en laboratorio.

## 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(1)</sup>	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	18	Estudio y trabajo autónomo individual	70
Clases prácticas de aula (A)	0	Estudio y trabajo autónomo grupal	20
Laboratorios (L)	30		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	10		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	2		
Total presencial	<b>60</b>	Total no presencial	<b>90</b>
		TOTAL presencial + no presencial	<b>150</b>

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

## 7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Informes de prácticas de laboratorio (L)	40%	Para superar la asignatura es condición necesaria (pero no suficiente) obtener al menos un 5,0 sobre 10,0 en este apartado. Escala: 0,0-10,0. Requisito: Mínimo(L) = 5,0
Cuestionarios (C)	10%	Cinco de estas pruebas se realizarán presencialmente en sesiones de aula, cuyas fechas se publicarán en el plan de trabajo. Escala: 0,0-10,0.
Examen final escrito (E)	50%	Para superar la asignatura es condición necesaria (pero no suficiente) obtener al menos un 4,0 sobre 10,0 en el examen. Escala: 0,0-10,0. Requisito: Mínimo(E) = 4,0 AND Mínimo(E+C) = 4,5

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
  - Si un alumno no se presenta al examen y no entrega ningún informe de prácticas será calificado con "No presentado".
  - Si un alumno no alcanza la mínima calificación exigida en alguna de las dos partes "Informes de prácticas de laboratorio" y "Examen final escrito" (L y E), su calificación final en la asignatura será la nota media de las partes en las que no alcance el mínimo.
  - Si un alumno alcanza la mínima calificación exigida en L y E, su calificación final en la asignatura se calculará como:  $0,4*L+0,5*E+0,1*C$
- **Convocatoria extraordinaria<sup>(\*)</sup>:**

Todos los alumnos realizarán un examen escrito (EX) sobre los contenidos y competencias desarrolladas en el aula y en el laboratorio. Para superar la asignatura es condición necesaria (pero no suficiente) obtener al menos un 4,5 en el examen. Para el cálculo de la calificación final se consideran dos casos:

  - Si un alumno no se presenta al examen será calificado con "No presentado".
  - Si un alumno no alcanza la mínima calificación exigida en el examen, su calificación final en la asignatura será igual a la de dicho examen.
  - Si un alumno alcanza la mínima calificación exigida en el examen, su calificación final en la asignatura se calculará como: máximo (EX;  $0,4*L+0,5*EX+0,1*C$ )

(\*) Se entiende por convocatoria extraordinaria la segunda convocatoria.

**Art 35.4 del ROA 35.4. La participación en la convocatoria extraordinaria no quedará sujeta a la asistencia a clase ni a la presencia en pruebas anteriores, salvo en los casos de prácticas externas, laboratorios u otras actividades cuya evaluación no fuera posible sin la previa realización de las mencionadas pruebas.**

<https://secretariageneral.uva.es/wp-content/uploads/VII.2.-Reglamento-de-Ordenacion-Academica.pdf>

## 8. Consideraciones finales

El Anexo I mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, se entregará al comienzo de la asignatura.