



## 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 TELEMÁTICA		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA TELEMÁTICA		
<b>Plan</b>	417	<b>Código</b>	40940
<b>Periodo de impartición</b>	1 <sup>er</sup> . CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OBLIGATORIA
<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>	NOMBRE1 APELLIDO1 APELLIDO1 NOMBRE2 APELLIDO2 APELLIDO2		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 423000 ext. 1234 / ext. 5678 E-MAIL: <a href="mailto:profesor1@dpto.uva.es">profesor1@dpto.uva.es</a> , <a href="mailto:profesor2@dpto.uva.es">profesor2@dpto.uva.es</a>		
<b>Horario de tutorías</b>	Véase <a href="http://www.uva.es">www.uva.es</a> → Centros → Campus de Valladolid → Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación → Tutorías		
<b>Departamento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

Durante los últimos años, 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 que 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 ha evolucionado a una red digital sobre la que se soportan nuevos servicios y en la que el encaminamiento entre los nodos de conmutación juega también un papel crítico. Por lo tanto, hay una necesidad de formar profesionales capaces de entender cómo se lleva a cabo 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.
- Aplicar conceptos de conmutación y señalización sobre sistemas de conmutación telefónica reales.
- Encontrar y analizar información técnica y realizar informes técnicos con dicha información.





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

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	20	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)	0		
<b>Total presencial</b>	<b>60</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>90</b>





## 5. 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 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.
- Describir los mecanismos de señalización y conmutación involucrados en las redes telemáticas actuales.
- Aplicar conceptos de conmutación y señalización sobre sistemas de conmutación telefónica reales.
- Determinar los protocolos y funciones de señalización que intervienen en la provisión de servicios en una red de telecomunicación.
- Definir la arquitectura del sistema de señalización SS7.
- Describir la funcionalidad de cada uno de los protocolos que forman la arquitectura SS7.
- Describir los mecanismos y protocolos empleados para la provisión de servicios avanzados con MPLS.

#### c. Contenidos

##### TEMA 1: Técnicas de Conmutación y Encaminamiento

- 1.1. Multiplexación, Conmutación, encaminamiento y reenvío
- 1.2. Direccionamiento y encaminamiento
- 1.3. Técnicas de conmutación
- 1.4. Técnicas de Encaminamiento
  - Algoritmos de encaminamiento:
    - Encaminamiento por Inundación
    - Algoritmos de aprendizaje
    - Algoritmos de camino más corto: algoritmos de Dijkstra y de Bellman-Ford
  - Encaminamiento estático
  - Mecanismos de encaminamiento dinámico:
    - De vector de distancias
    - De estado de enlace

##### TEMA 2: Encaminamiento en Internet

- 2.1. Encaminamiento IP basado en el destino
  - Direccionamiento IP: direccionamiento IPV4, VLSM, *supernetting* o CIDR, direcciones IPV6.



- Encaminamiento de dispositivos móviles
  - Encaminamiento en redes Ad-hoc
  - Protocolos de encaminamiento interno: RIP, OSPF, IS-IS
  - Protocolos de encaminamiento externo: BGP
  - Protocolos de encaminamiento multicast
- 2.2. Encaminamiento basado en políticas
- 2.3. Encaminamiento QoS
- Encaminamiento en redes ATM: protocolo PNNI
- 2.4. Encaminamiento e Ingeniería de tráfico con MPLS

### **TEMA 3: Conmutación LAN**

- 3.1. VLANs
- 3.2. Encaminamiento inter-VLAN
- 3.3. ATM en la LAN: LAN Emulation (LANE)
- 3.4. Conmutación multicapa

### **TEMA 4: Encaminamiento en la red telefónica conmutada**

- 4.1. La red telefónica pública conmutada: plan de numeración, establecimiento y encaminamiento de llamada
- 4.2. Encaminamiento fijo jerárquico
- 4.3. Encaminamiento dinámico
- 4.4. Ingeniería de tráfico en las redes telefónicas
- 4.5. Sistema de señalización por canal común no 7 (SS7/C7)

Algunos de los contenidos se desarrollarán especialmente de forma práctica en sesiones de laboratorio y/o seminarios:

- Ejercicios y problemas individuales de diseño de planes de numeración IP, *subnetting* y encaminamiento.
- Prácticas en grupo con routers para el análisis del encaminamiento IP.
- Prácticas en grupo con routers para el análisis de protocolos de encaminamiento.
- Manejo de un entrenador de telefonía para afianzar los conceptos de abonado local.

#### **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:



- Valoración de la capacidad para expresar correctamente los conocimientos adquiridos a lo largo de la asignatura.
- Informes sobre el trabajo de las sesiones de laboratorio, realizados por los alumnos en grupos de dos personas.
- Valoración de la participación del alumno en las actividades formativas que tengan lugar en el laboratorio.
- Resolución de problemas por parte del alumno.
- Prueba escrita al final del cuatrimestre.

#### **g. Bibliografía básica**

---

- D. Medhi, K. Ramasamy, *Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures*, Elsevier/Morgan Kaufmann, 2007.
- D. P. Black, *Building switched networks: multilayer switching, QoS, IP multicast, network policy, and service level agreements*, Addison Wesley, 1999.

#### **h. Bibliografía complementaria**

---

- U. Black, *MPLS and label switching networks*, Prentice Hall, 2001.
- T. Rooney, *Introduction to IP address management*, Wiley, 2010.
- W. Stallings, *High-speed networks: TCP/IP and ATM design principles*, Prentice Hall, 1998.
- J. E. Flood, *Telecommunications Switching, Traffic and Networks*, Prentice-Hall, 1995.
- L. Dryburgh, J. Hewett, *Signaling System No. 7 (SS7/C7): Protocol, Architecture, and Services*. Cisco Press, 2004. ([http://www.informit.com/library/library.aspx?b=Signaling\\_System\\_No\\_7](http://www.informit.com/library/library.aspx?b=Signaling_System_No_7))
- D.E. Comer, *Internetworking with TCP/IP. I, Principles, Protocols and Architecture*, 4ª ed., Prentice Hall, 2000.

#### **i. 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.
- Sistema entrenador de telefonía.
- Diversa documentación de apoyo y manuales.



**6. Temporalización (por bloques temáticos)**

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Conmutación y Encaminamiento	6 ECTS	Semanas 1 a 15

**7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen**

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO		PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Evaluación de objetivos de aprendizaje desarrollados en el laboratorio	Valoración y supervisión del trabajo del alumno en el laboratorio	5%	Todas las semanas se verificará el trabajo y la participación activa del alumno en las sesiones de laboratorio. Para superar la parte de objetivos de aprendizaje desarrollados en laboratorio es condición necesaria (pero no suficiente) sacar al menos un 5,0 en este instrumento de evaluación. Escala: 0,0/5,0/10,0
	Informes de prácticas de laboratorio	35%	Para superar la asignatura es condición necesaria (pero no suficiente) sacar al menos un 5,0 en la "Evaluación de objetivos de aprendizaje desarrollados en el laboratorio". Escala: 0,0-10,0
Examen final escrito		60%	Para superar la asignatura es condición necesaria (pero no suficiente) sacar al menos un 4,0 en el examen. Escala: 0,0-10,0
Resolución de ejercicios y problemas (individualmente)		+5%	Procedimiento optativo que servirá para realizar el seguimiento del alumno (evaluación formativa) y para subir nota Escala: 0,0-10,0

El alumno que no alcance la mínima calificación exigida en la "Valoración y supervisión del trabajo del alumno en el laboratorio", será calificado con una nota igual a 0,0 en la parte "Evaluación de objetivos de aprendizaje desarrollados en el laboratorio".

Para el alumno que no alcance la mínima calificación exigida en cada una de las dos partes ("Evaluación de objetivos de aprendizaje desarrollados en el laboratorio" y "Examen final escrito"), la calificación global se calculará teniendo en cuenta solo la nota de la/s parte/s en las que no se alcanza dicho mínimo.

En el caso de la **convocatoria extraordinaria**:

- Sobre el "Examen final escrito", se mantiene la calificación obtenida por el alumno siempre que su calificación sea superior a 4,0 puntos sobre 10,0. Si aún teniendo una nota superior a 4,0 puntos, el alumno se presenta a un nuevo examen escrito, la nota obtenida en este último será la tenida en cuenta para la convocatoria extraordinaria. El alumno que no alcance una calificación mínima de 4,0 sobre 10,0 en el "Examen final escrito" de la convocatoria extraordinaria, obtendrá una calificación global igual a la nota obtenida en dicho examen.



- Sobre la “Evaluación de objetivos de aprendizaje desarrollados en el laboratorio” en la convocatoria extraordinaria se dan 3 casos:
  - Si la calificación obtenida por el alumno en la “Evaluación de objetivos de aprendizaje desarrollados en el laboratorio” en la convocatoria ordinaria es igual o superior a 5,0 puntos sobre 10,0, se mantiene la calificación obtenida por el alumno para esa parte.
  - Si la calificación obtenida por el alumno en la “Valoración y supervisión del trabajo del alumno en el laboratorio” es al menos un 5,0 sobre 10,0, se realizará un examen escrito específico sobre el contenido de las prácticas de laboratorio, que supondrá el 40% de la calificación.
  - Si la calificación obtenida por el alumno en la “Valoración y supervisión del trabajo del alumno en el laboratorio” es menor de un 5,0 sobre 10,0, no se considera posible evaluar los objetivos de aprendizaje desarrollados en el laboratorio en la convocatoria extraordinaria y por tanto, la calificación en esta parte, que supone el 40% de la nota, será 0,0.

## 8. Consideraciones finales

---

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