

**Proyecto/Guía docente de la asignatura Adaptada a la Nueva Normalidad**

<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: <a href="mailto:marver@tel.uva.es">marver@tel.uva.es</a>		
<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 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 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 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.

De forma excepcional para este curso 2020-2021, se disminuye la presencialidad, pasando del 40% establecido en la memoria de verificación a una presencialidad del 35%, con el objetivo de optimizar los espacios seguros disponibles, ajustando su utilización al calendario de actividades lectivas y al tamaño más pequeño de los grupos y buscando la máxima presencialidad del estudiante a nivel del título.

### 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".

Dado el escenario de "nueva normalidad" y atendiendo a la posible evolución de los acontecimientos, en esta asignatura se utilizan o se podrán utilizar herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. El alumno deberá contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia.

Para la evaluación del aprendizaje de esta asignatura el alumno acepta utilizar los mecanismos técnicos que constan en esta Guía y aquellos que la Universidad determine y/o facilite.



## 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 y protocolos empleados para la provisión de servicios avanzados con MPLS.

###### c. Contenidos

###### TEMA 1: Introducción

- Multiplexación, conmutación, encaminamiento y reenvío
- Direccionamiento y encaminamiento
- Dispositivos de interconexión de red
- Redes virtuales

###### TEMA 2: Conmutación

- VLANs
- Encaminamiento inter-VLAN
- Conmutación multicapa
  - Integración de las capas 2 y 3
  - MPLS

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

- Encaminamiento IP basado en el destino
- Direccionamiento IP: direccionamiento IPv4, VLSM, *supernetting* o CIDR, direcciones IPv6.

- Encaminamiento en IP móvil
- Encaminamiento IP y Redes Privadas Virtuales (VPN)
- IP/MPLS

**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

**TEMA 6: Encaminamiento en la red telefónica conmutada**

- La red telefónica pública conmutada
- Sistema de señalización por canal común no 7 (SS7/C7)
- Encaminamiento de llamadas
  - Encaminamiento jerárquico
  - Encaminamiento dinámico
- 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.
- Lectura crítica.

---

**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 de prácticas de laboratorio, realizadas por los alumnos individualmente (entrega asíncrona en las fechas anunciadas en el plan de trabajo).
- Cuestionarios de evaluación formativa y sumativa, que 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. Los cuestionarios 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.
- Lectura crítica de textos, con elaboración de resúmenes críticos y discusión en un foro de debate online (entregas asíncronas en las fechas anunciadas en el plan de trabajo).
- Prueba escrita en la fecha oficial del calendario de exámenes del centro.

## g Material docente

---

### g.1 Bibliografía básica

---

- D. Medhi & K. Ramasamy, *Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures*, 2nd. ed., Elsevier/Morgan Kaufmann, 2017.

### g.2 Bibliografía complementaria

---

- D.E. Comer, *Internetworking with TCP/IP. I: Principles, Protocols and Architecture v.1*, 6th. ed., Pearson, 2014.
- A.S. Tanenbaum & D.J. Wetherall, *Computer Networks*, 5th. ed., Prentice Hall, 2010.
- 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.
- 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. P. Black, *Building switched networks: multilayer switching, QoS, IP multicast, network policy, and service level agreements*, Addison Wesley, 1999.

### 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.

En este bloque se utilizan herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. En caso de un transcurso normal de la docencia estarán disponibles las aulas informáticas del centro. En caso de una afección por medidas sanitarias especiales, el alumno debe contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia.

#### i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
6 ECTS	Todo el periodo de actividad lectiva de cuatrimestre

### 5. Métodos docentes y principios metodológicos

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

**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	98
Clases prácticas de aula (A)	0	Estudio y trabajo autónomo grupal	0
Laboratorios (L)	24		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	10		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	2		
Total presencial	52	Total no presencial	98
TOTAL presencial + no presencial			150

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

**7. Sistema y características de la evaluación**

Criterio: cuando al menos el 50% de los días lectivos del cuatrimestre transcurran en normalidad, se asumirán como criterios de evaluación los indicados en la guía docente. Se recomienda la evaluación continua ya que implica minimizar los cambios en la agenda.

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Informes de prácticas de laboratorio (L)	35%	Para superar la asignatura es condición necesaria (pero no suficiente) obtener al menos un 5,0 sobre 10,0 en este apartado. El alumno que no entregue ningún informe de prácticas será calificado con "No presentado". Escala: 0,0-10,0. Requisito: Mínimo(L) = 5,0
Lectura crítica, resumen y debate on-line (R)	15%	
Examen final escrito (E)	40%	Para superar la asignatura es condición necesaria (pero no suficiente) obtener al menos un 4,5 sobre 10,0 en el examen. El alumno que no se presente al examen será calificado con "No presentado". Escala: 0,0-10,0. Requisito: Mínimo(E) = 4,5
Resolución de cinco cuestionarios presenciales (C)	10%	Las pruebas se realizarán presencialmente en algunas sesiones de aula, cuyas fechas se publicarán en el plan de trabajo. La nota de este instrumento se calculará a partir de las 4 mejores notas obtenidas en los 5 cuestionarios (se descartará la nota más baja).



#### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
  - 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 el mínimo de las dos partes.
  - Si un alumno alcanza la mínima calificación exigida en L y E, su calificación final en la asignatura se calculará como:  $0,35*L+0,15*R+0,4*EX+0,1*C$
- **Convocatoria extraordinaria:**

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 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:  $\text{máximo}(EX; 0,35*L+0,15*R+0,4*EX+0,1*C)$

#### 8. Consideraciones finales

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

**Adenda a la Guía Docente de la asignatura****A4. Contenidos y/o bloques temáticos****Bloque 1: Conmutación y encaminamiento**Carga de trabajo en créditos ECTS: **c. Contenidos Adaptados a formación online**

No se requiere adaptación de los contenidos (véase apartado 4.Bloque 1.c). Solo habría diferencia en el desarrollo de algunos de los contenidos prácticos en laboratorio, ya que los alumnos, en vez de trabajar ellos directamente con routers IP reales, trabajarán remotamente con las salidas y el tráfico generado por los mismos en los escenarios generados previamente por la profesora.

**d. Métodos docentes online**

- Clase magistral participativa por videoconferencia.
- Resolución de problemas (con apoyo por videoconferencia).
- Estudio de casos (con apoyo por videoconferencia).
- Lectura crítica.

**e. Plan de trabajo online**

Véase el Anexo I.

**f. Evaluación online**

La evaluación se realizará igual que en la formación presencial, con la salvedad de que la prueba escrita sería online. Así, la evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- La Valoración de la capacidad para expresar correctamente los conocimientos adquiridos a lo largo de la asignatura.
- Informes de prácticas de laboratorio, realizadas por los alumnos individualmente (entrega asíncrona en las fechas anunciadas en el plan de trabajo).
- Cuestionarios de evaluación formativa y sumativa, que se realizarán presencialmente mediante herramientas TIC de gamificación en sesiones de videoconferencia, que se anunciarán convenientemente en el plan de trabajo detallado de la asignatura y en el calendario del Campus Virtual. Los cuestionarios 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.
- Lectura crítica de textos, con elaboración de resúmenes críticos y discusión en un foro de debate online (entregas asíncronas en las fechas anunciadas en el plan de trabajo).
- Prueba escrita on-line en la fecha oficial del calendario de exámenes del centro.

**i. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
6 ECTS	Todo el periodo de actividad lectiva de cuatrimestre

**A5. Métodos docentes y principios metodológicos**

- Clase magistral participativa por videoconferencia.
- Resolución de problemas (con apoyo por videoconferencia).
- Estudio de casos (con apoyo por videoconferencia).
- Lectura crítica.

Las tutorías se llevarán a cabo mediante medios telemáticos:

- Buzón de dudas en el Campus Virtual (tiempo máximo de respuesta: 2 días lectivos)
- Correo electrónico (tiempo máximo de respuesta: 2 días lectivos)
- Previa petición por correo electrónico, se podrán concertar citas para tutoría síncrona por videoconferencia

**A6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura**

La dedicación será igual que en la formación presencial.

ACTIVIDADES PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(2)</sup>	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	18	Estudio y trabajo autónomo individual	98
Clases prácticas de aula (A)	0	Estudio y trabajo autónomo grupal	0
Laboratorios (L)	24		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	10		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	2		
<b>Total presencial a distancia</b>	<b>52</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>98</b>
<b>Total presencial a distancia + no presencial</b>			<b>150</b>

<sup>(2)</sup> Actividad presencial a distancia en este contexto es aquella en que el grupo sigue por videoconferencia la clase impartida por el profesor en el horario publicado para la asignatura.

**A7. Sistema y características de la evaluación**

Criterio: cuando más del 50% de los días lectivos del cuatrimestre transcurran en situación de contingencia, se asumirán como criterios de evaluación los indicados en la adenda.

El sistema de evaluación se realizará igual que en la formación presencial.

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Informes de prácticas de laboratorio (L)	35%	Para superar la asignatura es condición necesaria (pero no suficiente) obtener al menos un 5,0 sobre 10,0 en este apartado. El alumno que no entregue ningún informe de prácticas será calificado con "No presentado". Escala: 0,0-10,0. Requisito: Mínimo(L) = 5,0
Lectura crítica, resumen y debate on-line (R)	15%	
Examen final on-line (E)	40%	Para superar la asignatura es condición necesaria (pero no suficiente) obtener al menos un 4,5 sobre 10,0 en el examen. El alumno que no se presente al examen será calificado con "No presentado". Escala: 0,0-10,0. Requisito: Mínimo(E) = 4,5
Resolución de cinco cuestionarios presenciales a distancia (C)	10%	Las pruebas se realizarán en algunas sesiones presenciales a distancia, cuyas fechas se publicarán en el plan de trabajo. La nota de este instrumento se calculará a partir de las 4 mejores notas obtenidas en los 5 cuestionarios (se descartará la nota más baja).

**CRITERIOS DE CALIFICACIÓN**

- **Convocatoria ordinaria:**
  - 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 el mínimo de las dos partes.
  - Si un alumno alcanza la mínima calificación exigida en L y E, su calificación final en la asignatura se calculará como:  $0,35*L+0,15*R+0,4*EX+0,1*C$
- **Convocatoria extraordinaria:**

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 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:  $\text{máximo}(EX; 0,35*L+0,15*R+0,4*EX+0,1*C)$