

## **Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación**

### **30316 - Tecnologías e interconexión de redes**

**Guía docente para el curso 2014 - 2015**

**Curso: 2, Semestre: 2, Créditos: 9.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **José Ramón Gallego Martínez** jrgalleg@unizar.es
- **Julián Fernández Navajas** navajas@unizar.es
- **María Canales Compés** mcanales@unizar.es

#### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

El profesorado encargado de la asignatura pertenece al Área de Ingeniería Telemática.

Para seguir con normalidad esta asignatura es especialmente recomendable que el alumno que quiera cursarla haya cursado previamente, a parte de las asignaturas básicas de primero, la asignatura de *Fundamentos de Redes*.

Por otro lado se recomienda al alumno la asistencia activa a clase (tanto de teoría como de problemas). Del mismo modo se recomienda al alumno el aprovechamiento y respeto de los horarios de tutorías del profesorado para la resolución de posibles dudas de la asignatura y un correcto seguimiento de la misma. Además, la asignatura presenta un importante porcentaje de contenido práctico para cuya evaluación la asistencia es obligatoria.

#### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

La asignatura se imparte en el segundo semestre del segundo curso de la titulación con un total de 9 créditos ECTS. Las actividades principales de la misma se dividen en clases teóricas, resolución de problemas o supuestos prácticos en clase, y prácticas de laboratorio, que requieren trabajos previos y posteriores, relacionadas con contenidos de la asignatura. Esta distribución tiene como objetivo fundamental facilitar la comprensión y asimilación de todo aquel conjunto de conceptos que permitan cubrir las competencias a adquirir por esta asignatura y su relación con las telecomunicaciones. Por último existirá una prueba global dividida en dos partes, una parte teórica consistente en un test de respuesta múltiple y una prueba basada en problemas o supuestos prácticos. Esta prueba global junto con las prácticas de laboratorio desarrolladas a lo largo del curso constituye la evaluación de la asignatura. Para más detalles relativos al sistema de evaluación consultar el apartado destinado para tal fin en esta guía docente.

Las fechas de inicio y finalización del curso y las horas concretas de impartición de la asignatura así como las fechas de realización de las prácticas de laboratorio se harán públicas atendiendo a los horarios fijados por la Escuela.

---

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

**1:**

R1. Sabe diferenciar los sistemas y aplicaciones de red distribuidos, servicios de voz, datos, audio, vídeo y servicios interactivos y multimedia.

**2:**

R2. Conoce y sitúa correctamente las técnicas y arquitecturas de tecnologías de red más comunes en el acceso y el transporte. Conoce y puede analizar los métodos de interconexión entre estas tecnologías de red.

**3:**

R3. Conoce y comprende las principales funciones y protocolos del nivel de red de la arquitectura TCP/IP. Sabe la problemática y limitaciones de sus protocolos y conoce las nuevas aportaciones.

**4:**

R4. Sabe definir un plan de numeración IP para una red, configurar correctamente el nivel de red de los equipos terminales y de los equipos de interconexión y configurar los protocolos de encaminamiento de Internet.

**5:**

R5. Conoce los protocolos del nivel de transporte de Internet y es capaz de analizar su comportamiento en diversas situaciones de tráfico interactivo y congestión.

**6:**

R6. Describe los principales servicios y aplicaciones de Internet.

**7:**

R7. Conoce la necesidad de securizar redes y servicios y utiliza dispositivos, herramientas y arquitecturas para proteger dichas redes y servicios.

**8:**

R8. Comprende y utiliza herramientas de gestión de red.

**9:**

R9. Plantea correctamente el problema a partir del enunciado propuesto e identifica las opciones para su resolución. Aplica el método de resolución adecuado e identifica la corrección de la solución

**10:**

R10. Conoce y utiliza de forma autónoma y correcta las herramientas, instrumentos y aplicativos software disponibles en los laboratorios y lleva a cabo correctamente el análisis de los datos recogidos.

**11:**

R11. Sabe aplicar los conceptos aprendidos en el equipamiento comercial del laboratorio adquiriendo autonomía en el trabajo y tomando contacto con tecnologías de amplio uso en el mundo empresarial.

**12:**

R12. Desarrolla la habilidad de trabajar en equipo para realizar los diseños y configuraciones consideradas, repartiendo la carga de trabajo para afrontar problemas complejos, intercambiando información entre distintos grupos, de manera coordinada y organizada.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura *Tecnologías e Interconexión de Redes* se enmarca dentro de la materia Redes, Sistemas y Servicios del Módulo Común a la Rama de Telecomunicación, que engloba otras cuatro asignaturas más con las cuales guarda estrecha

relación. Concretamente, se trata de la segunda asignatura de dicha materia, tras *Fundamentos de Redes* y supone una continuación directa de la misma.

Tras la introducción a los conceptos básicos de redes realizada en la asignatura de *Fundamentos de Redes*, esta asignatura se centra en la necesidad de interconexión de redes. Para ello, se presta especial atención al protocolo IP, y de un modo más amplio, a la arquitectura TCP/IP. Así, se analizan todos los niveles implicados (aplicación, transporte, red y acceso) desde un punto de vista tanto teórico, estudiando las características de los protocolos y tecnologías involucradas, como práctico, mediante la configuración y análisis de escenarios de red en el laboratorio.

La asignatura consta de 9 créditos ECTS, que se distribuyen en sesiones presenciales de presentaciones teóricas, clases de problemas, prácticas de laboratorio y actividades de trabajo personal del estudiante.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La asignatura *Tecnologías e Interconexión de Redes* tiene por objeto que el alumno conozca y sea capaz de analizar diversos aspectos relacionados con arquitectura TCP/IP. Para tal fin el conjunto de objetivos fundamentales se pueden resumir en:

- Conoce y sitúa correctamente las técnicas y arquitecturas de tecnologías de red más comunes en el acceso y el transporte. Conoce y puede analizar los métodos de interconexión entre estas tecnologías de red.
- Conoce y comprende las principales funciones y protocolos de los distintos niveles de la arquitectura TCP/IP y sabe analizar el funcionamiento de los mismos.
- Conoce los principales servicios y aplicaciones de Internet, así como la necesidad de introducir mecanismos de seguridad y gestión para garantizar una correcta supervisión y control de los mismos.
- Sabe configurar un escenario de interconexión de redes con distintas tecnologías. Es capaz de analizar su comportamiento mediante la captura de datos y el análisis de los mismos.

#### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura de *Tecnologías e Interconexión de Redes* supone la continuación de *Fundamentos de Redes* dentro de la materia Redes, Sistemas y Servicios del Módulo Común a la Rama de Telecomunicación.

La asignatura permite al alumno conocer y ser capaz de analizar el funcionamiento de la arquitectura TCP/IP en sus distintos niveles, que suponen la base de Internet. En cuanto a su ubicación dentro de la titulación, en esta asignatura, complementando a *Fundamentos de Redes*, se proporcionan las bases de las principales tecnologías de interconexión de redes, cuya planificación, modelado y evaluación se estudiará en *Planificación y Dimensionado de Redes*. Por otra parte, los conceptos relacionados con los niveles superiores de la arquitectura TCP/IP (transporte, aplicación) suponen la base para asignaturas centradas en la programación de redes, concretamente, *Arquitectura de Sistemas y Programación de Redes y Servicios*.

Finalmente, los resultados de aprendizaje de esta asignatura suponen la base de todas las asignaturas del itinerario de Telemática, tanto de la materia de Arquitectura de Redes y Servicios (*Redes de acceso; Redes de transporte; Redes móviles; Diseño y Evaluación de Redes*) como de la materia de Diseño de Servicios Telemáticos (*Gestión de red; Seguridad en redes y servicios; Calidad de servicio en redes de comunicaciones; Comercio electrónico*).

Estos resultados de aprendizaje también serán de utilidad en asignaturas de otros itinerarios. Más concretamente, en la asignatura *Comunicaciones Audiovisuales*, de la materia Tratamiento de la información, en el itinerario de Sistemas de Telecomunicación, así como en las asignaturas *Codificación y Transporte de Servicios Audiovisuales e Ingeniería Multimedia e Interactividad* de la materia Servicios audiovisuales en el itinerario de Sonido e Imagen.

## **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** (C4) Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- 2:** (C5) Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano
- 3:** (C6) Usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma.
- 4:** (C9) Gestionar la información, manejar y aplicar las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la Ingeniería.
- 5:** (C10) Aprender de forma continua y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
- 6:** (C11) Aplicar las tecnologías de la información y las comunicaciones en la Ingeniería.
- 7:** (CRT1) Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación
- 8:** (CRT2) Utilizar aplicaciones de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, gestión de proyectos, visualización, etc.) para apoyar el desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica
- 9:** (CRT3) Utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica.
- 10:** (CRT6) Concebir, desplegar, organizar y gestionar redes, sistemas, servicios e infraestructuras de telecomunicación en contextos residenciales (hogar, ciudad y comunidades digitales), empresariales o institucionales responsabilizándose de su puesta en marcha y mejora continua, así como conocer su impacto económico y social
- 11:** (CRT12) Conocer y utilizar los conceptos de arquitectura de red, protocolos e interfaces de comunicaciones
- 12:** (CRT13) Diferenciar los conceptos de redes de acceso y transporte, redes de conmutación de circuitos y de paquetes, redes fijas y móviles, así como los sistemas y aplicaciones de red distribuidos, servicios de voz, datos, audio, vídeo y servicios interactivos y multimedia.
- 13:** (CRT14) Conocer los métodos de interconexión de redes y encaminamiento, así como los fundamentos de la planificación, dimensionado de redes en función de parámetros de tráfico

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

La comprensión del funcionamiento de la arquitectura TCP/IP, así como la capacidad de análisis de la misma es totalmente imprescindible para el ejercicio de las competencias de un graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, puesto que constituyen la base del funcionamiento de Internet.

Además de los conocimientos adquiridos, resulta de gran importancia la formación práctica recibida en el laboratorio, referente tanto a la configuración de equipos y redes, como a la capacidad de análisis a partir de las capturas y medidas efectuadas en la red. Por estas razones, las capacidades adquiridas en esta asignatura serán de gran utilidad para su formación. Esta asignatura permite disponer de una visión general del funcionamiento de Internet, sobre la que profundizar en asignaturas posteriores de la titulación.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:**

El alumno dispondrá de una prueba global en cada una de las convocatorias establecidas a lo largo del curso. Las fechas y horarios vendrán determinadas por la Escuela. La calificación de dicha prueba se obtendrá de la siguiente forma:

**E1: Examen final (70%):** Examen escrito que consta de dos partes:

- Parte teórica (30%) evaluada mediante un test de respuesta múltiple (las respuestas incorrectas penalizarán como  $1/(N-1)$  siendo N el nº de posibles respuestas). Se exigirá una nota mínima de 4 puntos sobre 10. Mediante esta prueba se evalúan los resultados de aprendizaje desde R1 a R8.
- Parte práctica (40%) evaluada con un conjunto de problemas o supuestos prácticos. Se exigirá una nota mínima de 4 puntos sobre 10. Mediante esta prueba se evalúan los resultados de aprendizaje desde R1 a R9.

Para superar la asignatura es necesaria una puntuación mínima de 5 puntos sobre 10 en el examen final.

**E2: Prácticas (30%):** En este caso, la evaluación se realizará mediante la presentación de estudios o trabajos previos cuando éstos sean necesarios para el desarrollo de la práctica, el informe de seguimiento de la misma y la resolución de un breve cuestionario al finalizar la práctica (unidad completa de una o más sesiones). Esta actividad de evaluación cubre todos los resultados de aprendizaje, con especial énfasis en los resultados R10, R11 y R12.

Dado el carácter excepcionalmente práctico de esta parte de la asignatura, así como la necesidad del uso de material específico de laboratorio, el sistema de evaluación de la misma se regirá por la modalidad de evaluación continua (Según Art.9.4 del Reglamento de Evaluación) y su nota tendrá vigencia en todas y cada una de las evaluaciones globales de la asignatura, que sólo contemplarán, en consecuencia, el examen final ya indicado.

#### **EVALUACIÓN GRADUAL LIBERATORIA DE LA PARTE DE TEORÍA:**

A lo largo del curso se realizarán dos pruebas teóricas de tipo test de respuesta múltiple análogas a la del examen final. Estas pruebas tendrán carácter voluntario para los alumnos y serán anunciadas con suficiente antelación durante el curso. Acabado el curso el alumno podrá liberar la parte de teoría del examen final con la nota obtenida en la evaluación gradual si así lo desea. También podrá presentarse a la parte de teoría del examen final guardándose la mejor de las dos notas. Del mismo modo que en la prueba teórica del examen final, se exigirá una nota mínima de 4 puntos sobre 10 para poder liberar la materia correspondiente. Igualmente, mediante estas pruebas se evalúan los resultados de aprendizaje desde R1 a R8.

---

### Actividades y recursos

---

# Presentación metodológica general

## El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Las metodologías de enseñanza-aprendizaje que se realizarán para conseguir los resultados de aprendizaje propuestos son las siguientes:

**M1: Clase magistral participativa** (45 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura, combinada con la participación activa del alumnado. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial. Esta metodología, apoyada con el estudio individual del alumno (M14) está diseñada para proporcionar a los alumnos los fundamentos teóricos del contenido de la asignatura.

**M8: Prácticas de aula** (15 horas). Resolución de problemas y casos prácticos propuestos por el profesor, con posibilidad de exposición de los mismos por parte de los alumnos de forma individual o en grupos autorizada por el profesor. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial, y puede exigir trabajo de preparación por parte de los alumnos (M13).

**M9: Prácticas de laboratorio** (30 horas). Los alumnos realizarán sesiones de prácticas de 2 horas de duración cada semana. Esta actividad se realizará de forma presencial en el Laboratorio de Prácticas 2.03 (Laboratorio de Telemática), del edificio Ada Byron. El trabajo a desarrollar se realizará en pequeños grupos, responsables de la configuración y análisis de escenarios de red, de diversa complejidad, relacionados con los conceptos teóricos vistos durante las clases magistrales. Cada práctica completa (considerada como unidad) podrá constar de una o más sesiones. Se requerirá la presentación de estudios o trabajos previos cuando éstos sean necesarios para el desarrollo de la práctica (M13), la entrega del informe de seguimiento de la misma y la resolución de un breve cuestionario al finalizar (M15). En las sesiones de laboratorio los alumnos aprenderán a utilizar herramientas configuración, medida y análisis en redes, que son básicas en asignaturas posteriores.

**M10: Tutoría.** Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases tanto teóricas como prácticas.

**M11: Evaluación.** Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas y presentación de informes o trabajos utilizados en la evaluación del progreso del estudiante. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación

## Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

### El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1:

Sesiones teóricas cuyos contenidos principales se organizan en las siguientes unidades temáticas:

#### **Bloque 0. Introducción.**

Panorama de la asignatura. Necesidad de interconexión de redes. Finalidad de los protocolos de comunicación: arquitectura de niveles TCP/IP. Evolución de las redes de transporte. Necesidad de gestionar y securizar las redes.

#### **Bloque 1. Comunicaciones extremo a extremo: servicios basados en IP**

Tema 1.1. Conceptos generales. Paradigmas de arquitectura.

Tema 1.2. Aplicaciones cliente-servidor

Tema 1.3. Aplicaciones peer-to-peer

Tema 1.4. Programación de aplicaciones de red: API de sockets

## **Bloque 2. Comunicaciones extremo a extremo: nivel de transporte**

Tema 2.1. Protocolos UDP y TCP

- Conceptos generales del nivel de transporte
- Protocolo UDP
- Protocolo TCP
- Protocolo orientado a conexión
- Control de congestión: versiones de TCP

## **Bloque 3. Interconexión de redes: nivel IP**

Tema 3.1. Protocolo Internet (IPv4)

- Direccionamiento
- Funcionalidad del Protocolo IPv4: PDU y Primitivas
- Fragmentación y reensamblado
- Encaminamiento
- Funciones de control: apoyo en otros protocolos

Tema 3.2. Redes de nueva generación (IPv6)

- Introducción a IPv6
- Direccionamiento
- PDU. Cabeceras de extensión
- Funciones de control
- Autoconfiguración
- Encaminamiento
- Coexistencia / Transición IPv4-IPv6

Tema 3.3. Gestión de movilidad

- Concepto de movilidad en Internet
- Limitaciones de la arquitectura TCP/IP
- Requerimientos de movilidad
- Movilidad en el nivel de red: Mobile IP
  - Mobile IP (versión 4) - MIPv4
  - Mobile IP (versión 6) - MIPv6

## **Bloque 4. Interconexión de redes: evolución de tecnologías**

Tema 4.1. Interconexión mediante LAN conmutadas.

- Repaso Ethernet.
- Ethernet conmutada. Estructura de un conmutador. Encaminamiento MAC. Prioridades. Comutación MAC. Multicast. LAN virtuales.

Tema 4.2. MPLS.

- MPLS. Definición. Arquitectura. Etiqueta MPLS. Comutación. Protocolos de distribución de etiquetas. Compatibilidad con FR y ATM.

## **Bloque 5. Gestión y seguridad de red**

Tema 5.1. Seguridad en las comunicaciones

- Áreas de la seguridad
- Requisitos y dogmas de seguridad
- Tipos de amenazas
- Herramientas de seguridad y prácticas básicas

Tema 5.2. Gestión de red

- Áreas de la gestión de redes

Gestión de redes TCP/IP: arquitectura SNMP

**2:**

Sesiones presenciales de laboratorio, que tienen por objeto el desarrollo de las técnicas y procedimientos vistos en las sesiones teóricas y de problemas y su aplicación en el mundo de las Telecomunicaciones:

- **Servicios IP: estudio de protocolos de aplicación**

- Arquitecturas cliente-servidor

- **Nivel de transporte: identificación de procesos y fiabilidad**

- Protocolo TCP: protocolo orientado a conexión, secuenciación y control de errores

- **Nivel de red: protocolos IPv4 e IPv6**

- Direccionamiento y encaminamiento
- Control de red, fragmentación y resolución de direcciones
- Medidas y análisis

- **Tecnologías e interconexión. Redes de transporte**

- Configuración y análisis de un escenario de red basado en Ethernet conmutada, VLAN.

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

El calendario de la asignatura, tanto de las horas presenciales en aula (60 horas), como las sesiones de laboratorio (24 horas) estará definido por el centro en el calendario académico del curso correspondiente.

Las fechas para la realización de controles y otras actividades programadas se indicarán con suficiente antelación por parte

del profesor.

## Bibliografía y Recursos

### Bibliografía básica:

- J.F. Kurose, K.W. Ross, "Computer Networking. A top-down approach featuring the Internet", 3<sup>rd</sup> edition, Ed. Addison Wesley, 2005.
- F. Halsall, "Comunicación de Datos, Redes de Computadores y Sistemas Abiertos", Ed. Addison Wesley, Reading (MA), 1998
- M. A. Gallo, William M. Hancock, "Computer Communications and Networking Technologies" Ed. Brooks / Cole, 2002
- D. E. Comer, "Internetworking with TCP/IP. Volume 1: Principles, Protocols and Architecture". Ed. Prentice Hall, 2000
- W. Stallings "ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM" Prentice Hall 4th Ed., 2000.
- W. Stallings, "SNMP, SNMPv2, SNMPv3 and RMON 1 and 2", 3<sup>rd</sup> edition, Ed. Addison Wesley, 1999

### Bibliografía adicional:

- Gary R. Wright, W. Richard Stevens, "TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols", Ed. Addison Wesley, 1995.
- IETF Request For Comments (RFC): documentos de especificaciones (varios).

Del mismo modo, y atendiendo a los soportes digitales facilitados por la Universidad de Zaragoza, se suministrará a los alumnos matriculados en la asignatura el acceso a un conjunto de NOTAS DE CLASE y COLECCIÓN DE PROBLEMAS elaborados por los profesores encargados.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- 1. Kurose, James F.. Computer networking : A top-down approach featuring the internet/ James F. Kurose, Keith W. Ross . - 3rd ed. Boston : Pearson, cop. 2005
- 2. Halsall, Fred. Comunicación de datos, redes de computadores y sistemas abiertos / Fred Halsall . - 4a. ed., 1a reimpr. México [etc.] : Addison-Wesley Iberoamericana, 1998
- 3. M. A. Gallo, William M. Hancock. Computer Communications and Networking Technologies Ed. Brooks / Cole, 2002
- 4. Comer, Douglas E.. Internetworking with TCP/IP. v.1, Principles, protocols, and architecture / Douglas E. Comer . - 4th ed Upper Saddle River, New Jersey : Prentice Hall, cop. 2000
- 5. Stallings, William. ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM / William Stallings . - 4th ed. Upper Saddle River, New Jersey : Prentice Hall, cop. 1999
- 6. Stallings, William. SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON 1 and 2 / William Stallings . - 3rd.ed. Boston [etc.] : Addison-Wesley, cop. 1999
- 7. Stevens, W. Richard. TCP/IP illustrated. Vol. 1, The protocols / W. Richard Stevens . - [20th. print.] Reading, Massachusetts [etc.] : Addison-Wesley, 2001