

GUÍA DOCENTE
Para el curso de
REDES DE ORDENADORES

3º curso de Ingeniería Técnica de Telecomunicación
Especialidad en Sonido e Imagen

Dr. Daniel Morató Osés
Depto. Automática y Computación
Universidad Pública de Navarra

1.- Datos descriptivos del curso

1.1.- Nombre del curso

La asignatura “*Redes de Ordenadores*” es una materia obligatoria de tercer ciclo de Ingeniería Técnica de Telecomunicación Especialidad en Sonido e Imagen en la Universidad Pública de Navarra. Se imparte en el primer cuatrimestre de 3º curso de la titulación.

El curso se desarrolla en 6 créditos LRU (3 teóricos y 3 prácticos) y en un total de 141 horas de trabajo.

1.2.- Prerrequisitos

Llamaremos requisitos esenciales a aquellos sin los cuales es imposible abordar la materia. Para esta materia se considera importante el conocimiento sobre estructuras de protocolos en niveles. Esta materia se ha introducido en la asignatura de 2º curso “*Redes de Telecomunicación*”.

Llamaremos requisitos recomendables aquellos que si se tienen permiten obtener un mejor rendimiento en la materia. Serán recomendables:

- El conocimiento de idiomas: inglés, para el acceso a la principal bibliografía y a los manuales de programación
- La asignatura “*Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios*” de 3º de Ingeniería de Telecomunicación (alumnos con planes de cursar el segundo ciclo de la titulación superior)
- Conocimientos sobre manejo de ordenadores y configuración de redes en máquinas Unis.

1.3.- Profesores que imparten la materia

El responsable de la asignatura es el profesor Daniel Morató del Departamento de Automática y Computación, área de Ingeniería Telemática. Las prácticas son impartidas por la profesora Patricia Arbeloa, del mismo departamento.

Las clases de teoría y prácticas se desarrollarán en castellano aunque el profesor de teoría atenderá a dudas y tutorías también en inglés.

El profesor dejará toda la información relativa a la asignatura en la siguiente dirección electrónica: http://www.tlm.unavarra.es/asignaturas/ro_is así como en el Aulario Virtual de la asignatura.

1.4.- Horas de tutorías

Las tutorías se desarrollarán en el horario de la tabla 1. La asistencia a tutorías no es obligatoria, pero sí recomendable. El profesor atenderá también a dudas dirigidas al *Aulario Virtual*. Se recomienda acompañar el estudio de la asignatura con la realización de problemas y las prácticas de laboratorio.

Día	Horario
Martes	10:00-13:00
Martes	17:00-20:00

Tabla 1.- Horario de tutorías

2.- Sentido de la materia de Redes de Ordenadores

2.1.- Bloque formativo al que pertenece y papel dentro de la titulación

Esta asignatura es la única de la titulación con un corte *Telemático*. La Telemática es la unión de la Informática y las Telecomunicaciones y sus principales objetivos de estudio son el diseño, estudio y dimensionamiento de las redes de ordenadores, a cualquier escala.

La materia a tratar es este curso presenta un contenido fundamental hoy en día tanto para Ingenieros de Telecomunicación como para Ingenieros Informáticos. Sin embargo, dado el carácter de especialización de la Ingeniería de Telecomunicación Especialidad en Sonido e Imagen los contenidos de esta materia en la titulación van a ser mínimos y centrados en los conceptos más básicos y fundamentales.

Los alumnos que tengan más interés en la materia pueden continuar sus estudios con otras asignaturas (obligatorias y optativas) de la titulación de Ingeniería de Telecomunicación,

2.2.- Interés de esta materia

Las tecnologías de redes de computadores representan hoy en día un componente tremendamente importante en el desarrollo de la *sociedad de la información*. El ejemplo más característico que podemos presentar es el de la Internet actual, red global de comunicaciones plagada de innumerables servicios. Hacia las tecnologías que soportan esta red se orienta el contenido de esta asignatura. No se van a estudiar los componentes físicos de transmisión de la información dado que ya han sido presentados en una asignatura previa y conocimientos más extensos no son necesarios para los objetivos de esta asignatura. Desde el punto de vista de una estructuración en capas de protocolos vamos a centrarnos principalmente en las tecnologías del nivel de red y de transporte. Daremos algunas descripciones de niveles inferiores como tecnologías de red de área local y de niveles superiores describiendo algunos protocolos del nivel de aplicación para servicios de amplia difusión.

Así pues, esta asignatura, desde el punto de vista de la estructura docente del plan de estudios, proporciona los conocimientos básicos sobre un tema tan importante hoy en día a nivel social como son las redes de ordenadores. La importancia de la materia se ve representada también en el ámbito profesional pues ofrece los fundamentos para la mayor parte de instalaciones de redes de datos que realizan hoy en día desde pequeñas empresas hasta grandes operadores, desde el acceso a Internet de un usuario particular empleando un módem analógico hasta la red transcontinental de un operador que ofrece servicios de conexión a Internet a empresas y otros operadores. Sin olvidar el diseño de aplicaciones finales para usuarios.

2.3.- ¿Cómo se imparte esta materia en universidades extranjeras?

Si buscamos la materia presentada en los planes de estudio de universidades europeas o estadounidenses encontraremos que se haya repartida entre lo que se conocen como los estudios de *Electrical Engineering* (Ingeniería Eléctrica) y

Computer Sciences (Ciencias de la Computación). Es decir, bebe tanto de los conocimientos de los sistemas de transmisión como de la informática.

La materia presentada en este curso puede ser contenido de una asignatura de un 2º o 3º año en planes de *bachelor* (graduado) de 3 ó 4 años dependiendo de las universidades extranjeras.

La parte práctica de esta materia en otras universidades se desarrolla bien mediante la programación de aplicaciones, el empleo de simuladores de red o el trabajo con equipos de redes. En la Universidad Pública de Navarra se ha optado por la segunda y la tercera alternativa para este curso. El entorno de simulación será la herramienta OPNET (popular en el entorno empresarial) y se complementará con una práctica de configuración de equipos de red.

3.- Objetivos

La intención de los profesores es conseguir que al final de este curso, quienes lo cursen consigan las siguientes ganancias:

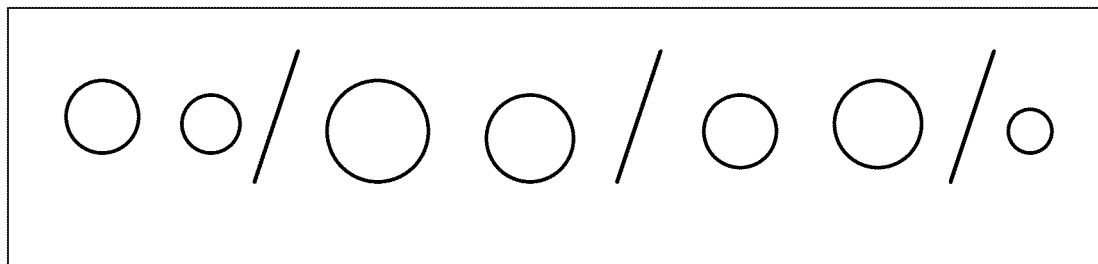
1. Ganancias relacionadas con los contenidos específicos del curso
 - a. Entender el funcionamiento de una comunicación en redes locales
 - b. Entender el funcionamiento de la interconexión de redes basada en IP
 - c. Conocer los principios básicos del enrutamiento dinámico en Internet
 - d. Alcanzar conocimientos básicos sobre mecanismos de nivel de transporte
 - e. Ser capaz de analizar el funcionamiento de servicios de aplicación a usuarios
2. Ganancias relacionadas con competencias generales relacionadas con la formación docente
 - a. Desarrollar una capacidad de resolución de problemas de laboratorio. Ser capaz de formularse preguntas y plantear experimentos para resolverlas hasta llegar a descubrir la causa de un problema
 - b. Competencia instrumental en el uso de herramientas de simulación para la resolución de problemas en redes de ordenadores
3. Ganancias más generales (relacionadas con los valores y actitudes implícitos en el desarrollo profesional)
 - a. Reforzar la confianza en las propias soluciones aportadas a un problema siempre que vengan acompañadas de la argumentación necesaria

4.- Contenidos del curso

4.1.- Descriptores oficiales

Arquitecturas de red. Interfaces. Protocolos. Seguridad

4.2.- Esquema del curso



El curso como puede verse se organiza en siete temas. Entre ellos podríamos organizar cuatro bloques. Un primer bloque introductorio con dos unidades donde repasamos conceptos básicos y presentamos algunos fundamentos sobre tecnologías de red de área local (5 horas). Un segundo bloque donde trabajamos las tecnologías del nivel de red en la familia de protocolos TCP/IP (9 horas). En el tercer bloque introduciremos el funcionamiento de los protocolos de nivel de transporte así como las aplicaciones y los protocolos de nivel de aplicación (7h). Finalmente en el último bloque abordaremos algunos problemas presenten en el nivel de red (1h).

El desarrollo de la parte teórica del curso se complementa con clases de problemas repartidas a lo largo del cuatrimestre en las que se recomienda la participación activa del alumnado que haya intentado como trabajo personal resolver con anterioridad dichos problemas. Se ofrecerán hojas de ejercicios a tal efecto.

4.3.- Epígrafes del curso

BLOQUE 1: **Introducción**

- 1.- Introducción
- 2.- El nivel de enlace en LANs

BLOQUE 2: **Internet e IP**

- 3.- Interconexión de redes IP
- 4.- Enrutamiento con IP

BLOQUE 3: **Servicios a aplicaciones**

- 5.- Nivel de transporte en Internet
- 6.- Nivel de aplicación en Internet

BLOQUE 4: **Ampliación de temas**

TEMA 1: Introducción



1.- Sentido de la unidad

Comenzamos la materia con una introducción a las redes de ordenadores desde la perspectiva histórica de la evolución de Internet. Si bien ha habido otras tecnologías de red, Internet y TCP/IP se han convertido en el estándar *de-facto*. Se pretende poner de manifiesto la juventud de la tecnología y a la vez su rápida evolución y expansión. También se dedicarán 2h al repaso de conceptos vistos con anterioridad en la asignatura *Redes de Telecomunicación*.

2.- Epígrafes de la unidad

Esta unidad contiene los siguientes temas:

1. *Introducción histórica a Internet*
2. *Repaso*
3. *Repaso*

3.- Materiales para estudiarlo

Para esta unidad se recomiendan las siguientes lecturas:

- [Forouzan03] 1, 2.1-2.2
- [Kurose05] 1.1-1.2, 1.3.1-1.3.2

4.- Método de trabajo aconsejado

Para esta unidad se recomienda la consulta de las diferentes webs de las organizaciones mencionadas en la clase de teoría. Así mismo para la sección de repaso pueden recurrir a la documentación de la asignatura *Redes de Telecomunicación* de 2º curso.

5.- Competencias trabajadas

Ninguna en especial.

6.- Dificultades principales

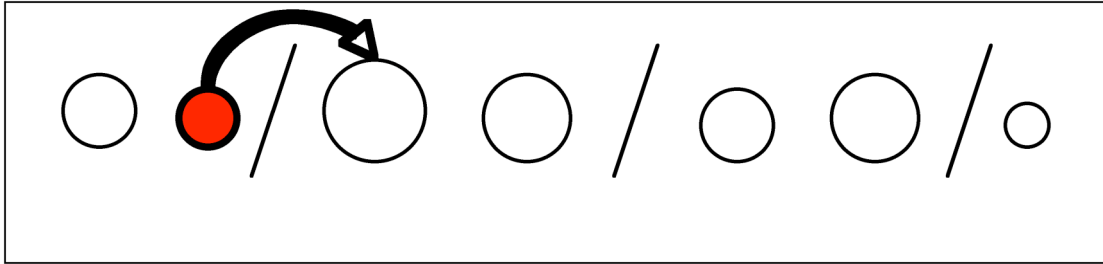
Ninguna en especial.

7.- Bibliografía para ampliar la materia de la unidad

Para profundizar o tener otras perspectivas de la materia se recomiendan los textos:

- RFC 2026, RFC 2028, RFC 1958

TEMA 2: El nivel de enlace en LANs



1.- Sentido de la unidad

Esta unidad completa la introducción al curso. Vamos a repasar el funcionamiento de algunas tecnologías de red de área local. Esto nos servirá para poder concretar cómo se realiza el transporte de datagramas IP sobre tecnologías típicas en el tema siguiente.

2.- Epígrafes de la unidad

1. *LANs Ethernet*: Descripción del funcionamiento de las tecnologías basadas en Ethernet
2. *Diseño de redes Ethernet. WLANs*: Ampliamos la materia sobre Ethernet con la descripción del funcionamiento de equipos activos de redes Ethernet. Incluimos una breve introducción a otras redes comp las nuevas redes Wireles LAN.

3.- Materiales para estudiarlo

Para el seguimiento de esta unidad durante las clases se recomienda el conjunto de transparencias ofrecidas en la página web de la asignatura. Sin embargo, antes de acudir al aula se recomienda encarecidamente la realización de ciertas lecturas básicas *mínimas*:

- [Kurose05] 5.5-5.6, 6.3-6.3.3
- [Stevens] 2.2

4.- Método de trabajo aconsejado

Para este tema se recomienda apoyarse en las prácticas 1 y 3

5.- Competencias trabajadas

Especialmente los objetivos 1a, 2a y 2b. (¿??)

6.- Dificultades principales

Uno de los principales problemas que se ha detectado con la materia de este tema se debe a ser uno de los primeros temas de la asignatura. Esto ocasiona que los

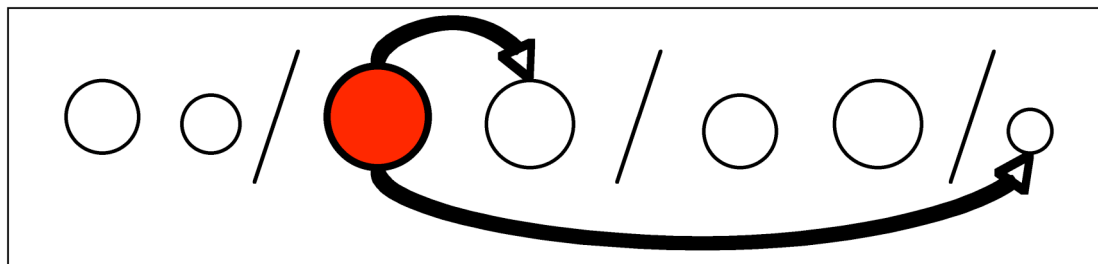
alumnos partan con un bajo nivel sobre estructuras de protocolos en capas, por lo que se hace especial hincapié en repasar estos conceptos. Uno de los síntomas de esta carencia es no distinguir dónde se encapsula IP y el hecho de que otros protocolos de nivel de red o de apoyo al nivel de enlace pueden encapsularse dentro de tramas Ethernet.

7.- Bibliografía para ampliar la materia de la unidad

Para profundizar o tener otras perspectivas de la materia se recomiendan los siguientes textos:

- RFC 894, RFC 1042, RFC 1661
- Robert M. Metcalfe, David R. Boggs, *Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks*, Communications of the ACM , Vol. 19, No. 5, Julio 1976 pp. 395 - 404
- Robert M. Metcalfe, *Computer/Network Interface Design: Lessons from Arpanet and Ethernet*, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 11, No. 2, Febrero 1993

TEMA 3: Interconexión de redes IP



1.- Sentido de la unidad

En esta unidad presentamos uno de los conceptos más básicos de la asignatura y es la interconexión de redes mediante el protocolo IP. Cómo se transportan los paquetes de datos de un host a otro en diferentes redes.

2.- Epígrafes de la unidad

1. *Internetworking e IP*: Funcionalidades del nivel de interred
2. *Direccionamiento clásico*: Asignación de direcciones a hosts y redes
3. *CIDR*: Esquema actual de asignación de redes
4. *Comunicación IP en LAN (ARP)*: Resolución de direcciones MAC
5. *Fragmentación y reensamblado. ICMP*: Los paquetes IP ante los diferentes tamaños de trama de diferentes tecnologías. Reporte de errores.

3.- Materiales para estudiarlo

Para el seguimiento de esta unidad durante las clases se recomienda el conjunto de transparencias ofrecidas en la página web de la asignatura. Sin embargo, antes de acudir al aula se recomienda encarecidamente la realización de ciertas lecturas básicas *mínimas*:

- [Kurose05] 5.4-5.4.2
- [Forouzan03] 4.1-4.2, 5.3, 8.2, 9-9.4
- [Tanenbaum03] 5.5-5.5.4, 5.6-5.6.1

4.- Método de trabajo aconsejado

Para esta unidad se recomienda apoyarse en las prácticas 4, 5, 6 y 7

5.- Competencias trabajadas

Especialmente los objetivos 1b, 2a, 2b y 3a.

6.- Dificultades principales

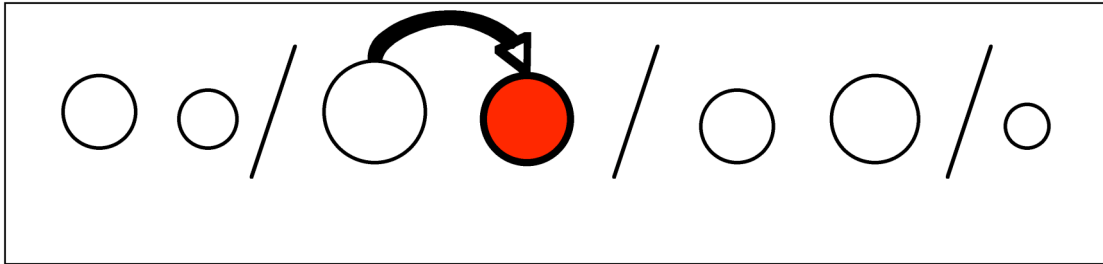
El principal problema de comprensión detectado en esta unidad es precisamente uno de los conceptos básicos del mismo, la interconexión de redes. Es decir, cómo los datagramas IP en nuestro caso van siendo encapsulados de una red a otra con mínimos cambios en el mismo manteniendo direccionamiento extremo a extremo.

7.- Bibliografía para ampliar la materia de la unidad

Para profundizar o tener otras perspectivas de la materia se recomiendan los siguientes textos:

- RFC 826, RFC 950, RFC 1027, RFC 922, RFC 1519, RFC 1518, RFC 3330
- David D. Clark, *The Design Philosophy of the DARPA Internet Protocols*, Computer Communication Review, Vol. 18, No. 4, Agosto 1988, pp. 106-114

TEMA 4: Enrutamiento con IP



1.- Sentido de la unidad

En esta unidad se tratan los procesos y algoritmos de encaminamiento, centrándose en los conceptos más básicos.

2.- Epígrafes de la unidad

1. *Características del enrutamiento dinámico en Internet*: Necesidad del enrutamiento dinámico y estructura del mismo en Internet
2. *Tipos de algoritmos. Enrutamiento distance-Vector*: Diferentes soluciones procedimentales al problema del encaminamiento
3. *RIP*: Un caso concreto de uno de los tipos de algoritmos de enrutamiento
4. *Problemas de RIP*: Inconvenientes típicos de un algoritmo de enrutamiento distance-vector

3.- Materiales para estudiarlo

Para el seguimiento de esta unidad durante las clases se recomienda el conjunto de transparencias ofrecidas en la página web de la asignatura. Sin embargo, antes de acudir al aula se recomienda encarecidamente la realización de ciertas lecturas básicas *mínimas*:

- [Kurose05] 1.5, 4.5, 4.5.2-4.5.3
- [Forouzan03] 13.2

4.- Método de trabajo aconsejado

Ninguno en especial

5.- Competencias trabajadas

Especialmente los objetivos 1c, 2a, 2b y 3a.

6.- Dificultades principales

El problema más comúnmente detectado en el desarrollo de esta unidad es la falta de estudio en profundidad de los protocolos lo cual lleva a no saber entender cómo

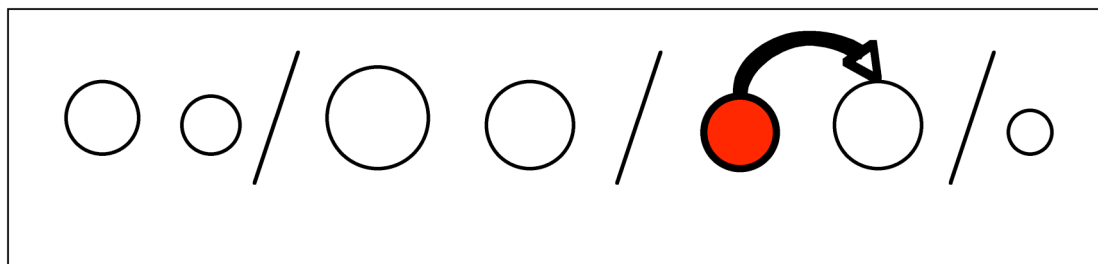
resuelven éstos los problemas de enrutamiento en casos concretos y por lo tanto no saber detectar cuando fallan o producen resultados inesperados por qué ha sido.

7.- Bibliografía para ampliar la materia de la unidad

Para profundizar o tener otras perspectivas de la materia se recomiendan los siguientes textos:

- RFC 1058, RFC 2453
- Vern Paxson, *End-to-end routing behavior in the Internet*, Proceedings of ACM SIGCOMM'96, Stanford, CA

TEMA 5: Nivel de transporte en Internet



1.- Sentido de la unidad

En este tema estudiaremos los protocolos de transporte de Internet, es decir, el *User Datagram Protocol (UDP)* y el *Transmission Control Protocol (TCP)*. Veremos el funcionamiento básico de TCP, dejando los mecanismos de control de congestión de versiones más avanzadas del protocolo para el último tema.

2.- Epígrafes de la unidad

1. *Nivel de transporte: UDP*: Introducción y características de UDP
2. *TCP: Características. Establecimiento y finalización de conexiones*: Características principales de TCP, comparadas con UDP y procedimiento de establecimiento y liberación de conexiones
3. *Control de flujo en TCP*: Implementación de ventana deslizante en TCP

3.- Materiales para estudiarlo

Para el seguimiento de esta unidad durante las clases se recomienda el conjunto de transparencias ofrecidas en la página web de la asignatura. Sin embargo, antes de acudir al aula se recomienda encarecidamente la realización de ciertas lecturas básicas *mínimas*:

- [Forouzan03] 11-11.2, 12-12.4, 12.9
- [Stevens] 17, 18-18.9

4.- Método de trabajo aconsejado

Para esta unidad se recomienda apoyarse en la práctica 8.

5.- Competencias trabajadas

Especialmente los objetivos 2a y 2b

6.- Dificultades principales

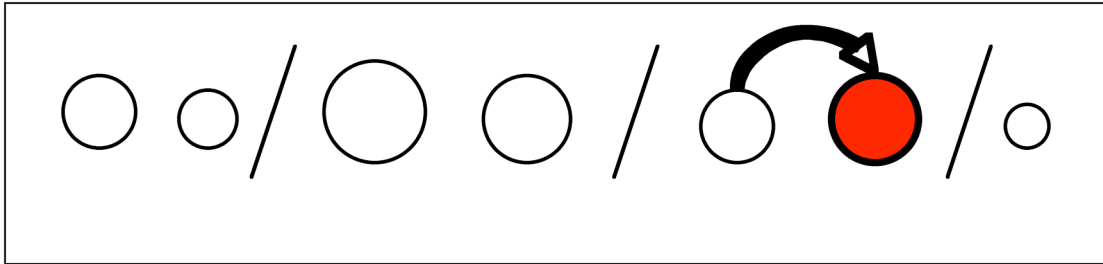
Uno de los fallos de conceptos asociados a este tema encuentra su origen en una falta de visión clara del aislamiento de los protocolos y se muestra en la práctica en pensar por ejemplo que los puertos TCP y UDP son los mismos, es decir, no puede haber un servidor en el mismo puerto aunque sea protocolo diferente. Se aconseja el trabajo el trabajo de laboratorio y el repaso de conceptos básicos de pilas de protocolos cada vez que en el temario pasamos de un nivel a otro, como es el caso de esta unidad.

7.- Bibliografía para ampliar la materia de la unidad

Para profundizar o tener otras perspectivas de la materia se recomiendan los siguientes textos:

- RFC 768, RFC 761
- [Stevens] 20.1-20.5
- Vinton G. Cerf, Robert E. Kahn, *A protocol for Packet Network Intercommunication*, IEEE Transactions on Communications, Vol Com-22, No 5, Mayo 1974

TEMA 6: Nivel de aplicación en Internet



1.- Sentido de la unidad

En la arquitectura de TCP/IP por encima del nivel de transporte vienen directamente las aplicaciones finales. En este tema se presentará el funcionamiento de las aplicaciones de Internet más típicas mediante el estudio de sus protocolos de nivel de aplicación.

2.- Epígrafes de la unidad

1. *Nivel de aplicación: WWW*: Nivel de aplicación, arquitecturas de servicios y funcionamiento del servicio WWW.
2. *FTP. Telnet*: Aplicaciones de transferencia de ficheros y login remoto.
3. *E-mail*: Protocolos de aplicación asociados al correo electrónico.
4. *DNS. P2P. Mensajería. Otros*: Servicio de resolución de nombres de dominio y otros servicios modernos.

3.- Materiales para estudiarlo

Para el seguimiento de esta unidad durante las clases se recomienda el conjunto de transparencias ofrecidas en la página web de la asignatura. Sin embargo, antes de acudir al aula se recomienda encarecidamente la realización de ciertas lecturas básicas *mínimas*:

- [Kurose05] 2-2.2.3, 2.3-2.5, 19.1

4.- Competencias trabajadas

Especialmente el objetivo 1e

5.- Dificultades principales

El conocimiento sobre los servicios de Internet tiende a ser muy general y lleno de errores, lo cual se debe a la falta de estudio de los protocolos de nivel de aplicación que forman la base de estos servicios. En este tema el alumno debe intentar eliminar todo el misterio posible sobre el funcionamiento de cada uno de los servicios analizados. Un alumno con conocimientos de programación debería ser

capaz después de este tema de desarrollar su propio cliente o servidor de uno de estos servicios.

6.- Bibliografía para ampliar la materia de la unidad

Para profundizar o tener otras perspectivas de la materia se recomiendan los siguientes textos:

- RFC 3305, RFC 2616, RFC 172
- Paul V. Mockapetris, Kevin J. Dunlap, *Development of the Domain Name System*, Computer Communication Review Vol. 18, No. 4, Agosto 1988, pp. 123-133

TEMA 7: Ampliación de temas



1.- Sentido de la unidad

En las unidades anteriores hemos hecho un recorrido por los niveles de protocolos que forman TCP/IP así como tecnologías y servicios. En esta unidad se pretende extender estos conceptos básicos, completarlos en algunos casos e introducir otros temas de gran utilidad e impacto en las redes actuales.

Sin embargo, debido a la limitación horaria se va a seleccionar en cada año un tema en concreto con el que ampliar los conocimientos sobre redes de ordenadores.

2.- Epígrafes de la unidad

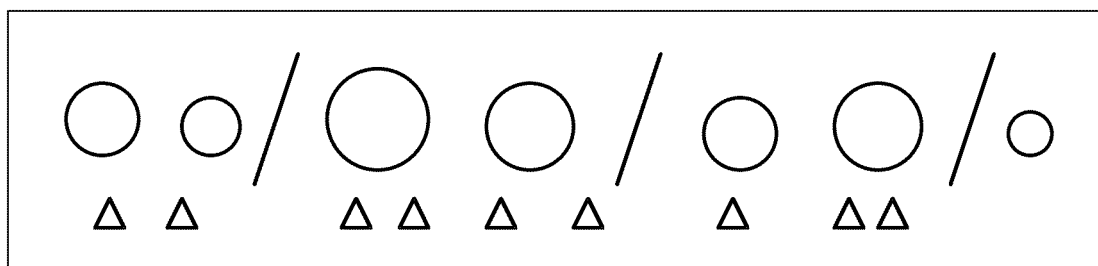
1. *Soluciones a los problemas de direccionamiento*: Veremos las respuestas que se han ido dando a lo largo del tiempo a los problemas de escasez de direcciones y explosión de las tablas de rutas

3.- Materiales para estudiarlo

Para el seguimiento de esta unidad durante las clases se recomienda el conjunto de transparencias ofrecidas en la página web de la asignatura. Sin embargo, antes de acudir al aula se recomienda encarecidamente la realización de ciertas lecturas básicas *mínimas*:

- [Kurose05] páginas 339-342, 4.4.4, 5.4.3

UNIDAD PRÁCTICA DE LABORATORIO



Las prácticas de laboratorio son 9 y se desarrollan en 30 horas presenciales. Brevemente sus contenidos son:

1. *Introducción a Ethereal*: En esta práctica el alumno se familiarizará con la herramienta de captura de paquetes Ethereal solicitando una página web y analizando el intercambio de paquetes que se genera.
2. *Introducción a OPNET*: Con esta práctica se pretende que el alumno se familiarice con el simulador de redes de comunicaciones orientado a eventos OPNET.
3. *PCs en redes de área local. Ethernet*: El objetivo de esta práctica es el trabajo con equipos reales y la diferenciación entre hub y switch.
4. *PC como router IP*: En esta práctica se pretende que el alumno trabaje con un router real.
5. *Redes con OPNET*: En esta práctica se simulará lo visto en las prácticas 3 y 4 en el simulador de redes OPNET.
6. *Direccionamiento con OPNET*: Se trata de plasmar lo visto en clase de teoría en cuanto a direccionamiento y comprobar su correcto funcionamiento con la ayuda del simulador OPNET.
7. *Ethernet y ARP*: El objetivo de esta práctica es la de investigar los protocolos Ethernet y ARP mediante la captura de paquetes con Ethereal.
8. *TCP con Ethereal*: Se verá el comportamiento del protocolo TCP en detalle, analizando trazas de segmentos TCP enviados y recibidos en la transferencia de un fichero del ordenador a un servidor remoto.
9. *Resolución de problemas y presentaciones*: Cada grupo de prácticas resolverá un problema y lo presentará al resto de la clase.

5.- Metodología

Las clases de teoría se fundamentan en la hipótesis de que los alumnos han hecho una primera lectura de los textos mínimos recomendados para el tema en cuestión. Durante la exposición se mantendrá una estructura bien definida que permita al alumno seguir la exposición. Para ello se estructurará la lección en:

- *Presentación:* Breve pero de gran importancia. Se recuerda el tema que se está tratando, el problema principal del que trate el tema y se repasan los resultados del tema anterior en caso de que éste se fundamente en ellos. Se puede aprovechar para plantear dudas de los temas anteriores y que es conveniente resolver antes de abordar nueva materia. A continuación se hace un breve resumen de los objetivos que se pretenden alcanzar con el tema. Se pretende plasmar en una o dos frases el objetivo. Un tiempo de 5 minutos debería ser suficiente para la presentación.
- *Exposición:* Durante 40-50 minutos, planteamiento de los problemas a resolver, exposición de los conceptos, desarrollos teóricos de forma rigurosa y ordenada, implicaciones de los resultados, limitaciones de aplicabilidad y ejemplos. Se pretende al final de la clase poder dar respuesta a la pregunta u objetivos planteados en la introducción.
En la exposición se empleará desde la clásica pizarra, pasando por las transparencias y hasta las presentaciones animadas. Para facilitar el seguimiento del tema se ofrecerán con antelación todas las transparencias que se emplearán en el tema y la pizarra se reservará para la resolución de dudas en clase. Se espera que las transparencias resulten útiles para reproducir esquemas o gráficos de difícil representación manual y evitar la distracción en la copia. Para mostrar sistemas dinámicos puede que se emplee animaciones controladas, que no podrán quedar plasmadas en el conjunto de transparencias ofrecidas para consulta.
- *Resumen:* Se repasará brevemente la problemática original y la solución aportada durante la clase. El objetivo es asentar los conceptos y aprovechar para encajarlos en el temario global. Finalmente se pueden relacionar con la clase siguiente haciendo un avance en caso de temas fuertemente conectados. Se recordarán las lecturas que se deben realizar para seguir con comodidad el siguiente tema. En 5 minutos se puede realizar este proceso de síntesis.

Las prácticas de laboratorio cuentan con guiones detallados de las actividades a realizar, explicación de los medios disponibles, fechas de entrega y resultados esperados.

Para el cómputo global del esfuerzo se ha partido del número de créditos asignados a la asignatura (6) y al curso académico (75). Suponiendo 30 semanas lectivas (independientes del periodo de exámenes) a un ritmo de trabajo de 8h/día y 5días/semana el periodo lectivo del curso ocupa $8 \times 5 \times 30 = 1200h$. Haciendo un reparto proporcional al número de créditos, una asignatura de 6 créditos como *Redes de Ordenadores* emplearía 96h. Dado que 30h se ocupan en clases de teoría y 30h en prácticas restan 36h de trabajo personal, es decir, unas 2.4h/semana.

El cómputo global de esfuerzo de la asignatura entre la parte teórica, la práctica y la preparación del examen es la siguiente:

Actividades	Horas presenciales	Factor	Trabajo autónomo	Total
Clases teóricas	30		36	66
Prácticas de laboratorio	30	1	30	60
Examen	3	4	12	15
Total	63		78	141

6.- Orientaciones de cara a la evaluación

6.1.- Consideraciones generales sobre la evaluación

En esta asignatura se emplearán varias técnicas de evaluación. Por un lado existirá un examen de la parte teórica de la asignatura con un peso del 50% de la nota final. Este examen será escrito, de un máximo de 2h de duración y se permitirá el uso de libros y apuntes. El examen se centrará en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas.

Por otro lado, se realizará un examen (en unión con el anterior) de la parte de prácticas de laboratorio con un peso del 20% en la nota final. Dado lo íntimamente relacionadas que está la parte teórica y la práctica y el empleo de cuestiones de evaluación teórico-prácticas es posible que sea difícil distinguir esta parte de la anterior. Lo que sí se pretende es que la correcta realización de las prácticas de laboratorio sea el factor determinante para poder completar esta parte del examen.

El 30% restante de la calificación provendrá de las prácticas de laboratorio. Por un lado algunas prácticas son de evaluación continua mientras se realizan mientras que otras requieren la entrega de una memoria o una presentación. No será necesario obtener una nota mínima en ninguno de los apartados.

Si se fijan, un 50% de la calificación proviene fundamentalmente de la realización y asimilación de conceptos en las prácticas, al igual que el reparto en créditos LRU de la asignatura.

6.2.- Recomendaciones de cara a la evaluación

Dado que en el examen de la asignatura se permite el empleo de libros y apuntes queda claro que la memorización de textos como clave del estudio no va a servir para aprobar esta materia. No va a haber preguntas que pidan repetir lo que se ha ofrecido en los apuntes. Esta es una materia de último curso de carrera, el alumno está muy próximo a convertirse en un ingeniero técnico y como tal debe ser capaz de resolver problemas, apoyándose en la documentación. Así, se debe enfocar el esfuerzo en “comprender” y no en memorizar.

Dos errores graves se han detectado con anterioridad. Por un lado la tendencia a buscar en los libros o apuntes la solución a las cuestiones o los problemas del examen. No intenten dicha táctica pues no van a encontrar un problema igual y lo único que lograrán es perder el tiempo del examen. Tal y como están dimensionados los exámenes de la asignatura no podrán emplear ese tiempo para aprender conceptos que no tengan ya claros. Los apuntes solo servirán como consulta.

Por otro lado, se recomienda no contestar a las cuestiones teórico-prácticas copiando directamente textos de libros o que haya dicho el profesor o plasmado en los apuntes. Sean capaces de demostrar que han comprendido la materia haciendo sus propias explicaciones con sus propias palabras.

6.3.- Recomendaciones de cara a la recuperación

En caso de que la asignatura quede pendiente para la convocatoria de septiembre la evaluación en dicha convocatoria será similar. Se permite conservar la nota del examen de prácticas o de las prácticas de laboratorio siempre que se haya obtenido al menos el 50% por cierto de la puntuación asignada a cada parte. No se guarda para septiembre la parte de teoría bajo ningún concepto.

De un curso a otro de la asignatura será potestad del profesor en ese curso conservar o no notas de algún apartado. En caso de mantenerse el profesor actual, guardará la nota de las prácticas exclusivamente si no cambia la redacción de las mismas. En el caso en que las prácticas se modifiquen de un año a otro no se guardará esta calificación y en ningún caso la de los exámenes.

Bibliografía

[Tanenbaum03] Andrew S. Tanenbaum, *Computer Networks*, 4th Ed., Prentice Hall

[Kurose05] James F. Kurose y Keith W. Ross, *Computer Networking, A Top-Down Approach Featuring the Internet*, 3rd Ed., Addison Wesley

[Forouzan03] Behrouz A. Forouzan, *TCP/IP Protocol Suite*, 2nd Ed., Mc Graw Hill

[Stevens] W. Richard Stevens, *TCP/IP Illustrated, Volume 1, The Protocols*, Ed. Addison-Wesley