

# Material Docente en abierto de la Universidad Rey Juan Carlos

## Guía de Estudio de Arquitectura de Redes de Ordenadores

1º Ingeniería Telemática, 1º Ingeniería en Tecnologías de la Telecomunicación,  
1º Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación

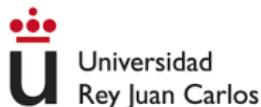
Material disponible en BURJC Digital: <https://burjcdigital.urjc.es>

Autores: Eva M. Castro Barbero, José Centeno González, Pedro de las Heras Quirós  
{eva.castro, jose.centeno, pedro.delasheras}@urjc.es

©2023, Algunos derechos reservados

Licencia: "Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional" de Creative Commons disponible en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>

Curso 2023/24



- 1 Información general
- 2 Temario
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

# Contenidos

- 1 Información general
- 2 Temario
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

- Pedro de las Heras Quirós: [pedro.delasheras@urjc.es](mailto:pedro.delasheras@urjc.es)  
Desp. 115, Edificio Aulario III, Fuenlabrada.
- Eva M. Castro: [eva.castro@urjc.es](mailto:eva.castro@urjc.es)  
Desp. 112, Edificio Aulario III, Fuenlabrada.

# Horario

- Lunes y Miércoles de 11h a 13h.
- Todas las clases (teoría y prácticas) en el **aula Linux L3.210**.

# Prerequisitos

- **Ninguno:** Esta asignatura parte completamente de cero.
- Resulta conveniente, aunque no imprescindible, tener nociones básicas de programación, aunque en esta asignatura no hay que programar.

# Propósito

- Conocer, con bastante nivel de detalle, todo lo que ocurre desde que en un navegador se escribe o pulsa una URL hasta que se muestra el contenido de la misma.
- Ser capaz de reconocer en capturas de tráfico de red las características básicas de los protocolos TCP/IP.
- Ser capaz de configurar en entorno GNU/Linux las características básicas de los protocolos TCP/IP.

# Contenidos

- 1 Información general
- 2 Temario**
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

# Temario

- Tema 1: Introducción
- Tema 2: Nivel de Enlace: **Ethernet**
- Tema 3: Nivel de Red
- Tema 4: Protocolos: **IP, ARP, ICMP**
- Tema 5: Nivel de Transporte
- Tema 6: Protocolos: **UDP, TCP**
- Tema 7: Nivel de Aplicación: **DNS**
- Tema 8: Nivel de Aplicación: **HTTP**

# Contenidos

- 1 Información general
- 2 **Temario**
  - Parte de teoría
  - Parte de prácticas
  - Ejercicios prácticos
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

# Objetivos de aprendizaje temas de teoría

<b>Contenidos</b>	<b>Objetivos de aprendizaje</b>
Tema 1: Introducción	Conocimiento de una arquitectura de red y sus niveles. Concepto de encapsulación/desencapsulación. La arquitectura OSI y la arquitectura TCP/IP.
Tema 2: Nivel de enlace	Conocimiento de las funciones del nivel de enlace. Funcionamiento del protocolo Ethernet y el formato de trama.
Tema 3: Nivel de red	Conocimiento de las funciones del nivel de red. Diferenciación de distintos modelos de nivel de red.
Tema 4: Protocolo IP	Funcionamiento del protocolo IP, ARP e ICMP. Formato de mensajes de cada uno de estos protocolos.
Tema 5: Nivel de transporte	Conocimiento de las funciones del nivel de transporte y el concepto de puerto.
Tema 6: UDP/TCP	Conocimiento de los protocolos de nivel de transporte UDP y TCP. Formato de datagrama UDP y segmento TCP. Modelo cliente/servidor
Tema 7: DNS	Conocimiento del protocolo DNS y el formato de mensajes de este protocolo
Tema 8: HTTP	Conocimiento del protocolo HTTP y el formato de mensajes de este protocolo. Modelo cliente/servidor HTTP

# Materiales utilizados en los temas de teoría

<b>Contenidos</b>	<b>Materiales</b>
Tema 1: Introducción	Transparencias en pdf
Tema 2: Nivel de enlace	Transparencias en pdf
Tema 3: Nivel de red	Transparencias en pdf
Tema 4: Protocolo IP	Transparencias en pdf
Tema 5: Nivel de transporte	Transparencias en pdf
Tema 6: UDP/TCP	Transparencias en pdf
Tema 7: DNS	Transparencias en pdf
Tema 8: HTTP	Transparencias en pdf

# Animaciones 3D con gafas de realidad virtual

Las animaciones se podrán visualizar en un entorno inmersivo con gafas de realidad virtual y también en el navegador.

<b>Contenidos</b>	<b>Materiales</b>
Temas 1-4	Animación 3D sobre el funcionamiento de encapsulación, nivel de enlace, nivel de encaminamiento, ARP, Ethernet, IP, ICMP
Tema 4	Animación 3D sobre el funcionamiento de Ethernet, IP, ICMP
Tema 5-6	Animación 3D sobre el nivel de transporte, TCP
Tema 7	Animación 3D sobre el nivel de aplicación, DNS

# Contenidos

- 1 Información general
- 2 **Temario**
  - Parte de teoría
  - **Parte de prácticas**
  - Ejercicios prácticos
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

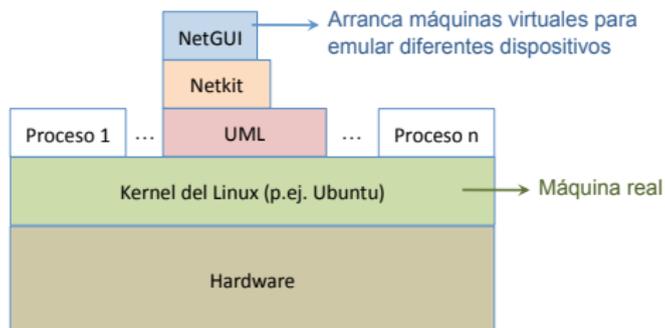
# Prácticas

- La asignatura tiene un marcado carácter práctico
- 50 % de las clases serán para realización de prácticas, con los 2 profesores en el aula.
- Configuración y análisis de los protocolos a través de su ejecución en un entorno de emulación de redes: NetGUI.
- Realización y estudio de capturas de tráfico y estudio.

# NetGUI

- **NetGUI** es una herramienta construida sobre el software Netkit, que a su vez se apoya en *User-mode Linux* (UML).
- Funcionalidad:
  - Creación a través de una interfaz gráfica de un escenario de red mediante selección/arrastre de routers, concentradores (hubs) y estaciones finales.
  - Almacenamiento y recuperación de escenarios de red previamente creados.
  - Interconexión de elementos de red
  - Arranque del HW emulado: cada estación final y cada router puede configurarse a través de una consola Linux.
  - Operación de la red a través de las consolas Linux.
- Es Software Libre que puede instalarse en Linux:  
[Página de NetGUI](#)

# NetGUI, Netkit y UML



- **NetGUI:**
  - Interfaz gráfica para Netkit.
- **Net kit:**
  - Entorno software que permite realizar experimentos con redes de ordenadores virtuales sin necesidad de disponer de dispositivos de comunicaciones ni de ordenadores reales.
  - Permite arrancar varios nodos virtuales (ordenadores, hubs, routers) que ejecutan el kernel y las aplicaciones de GNU/Linux.
  - Utiliza máquinas virtuales UML.
- **UML (*User-mode Linux*):**
  - Es un kernel de Linux que puede ser arrancado como un proceso de usuario en una máquina real que tenga instalado Linux.
  - Llamaremos **máquinas virtuales** a cada uno de los procesos UML que emula un ordenador o un router, y **máquina real** a aquélla en la que se están ejecutando los procesos UML.

# Objetivos de aprendizaje de las prácticas

<b>Prácticas</b>	<b>Objetivos de aprendizaje</b>
Práctica 1: Introducción al laboratorio y Ethernet	Uso de la herramienta NetGUI para emulación de redes de ordenadores. Generación de tráfico Ethernet y captura de dicho tráfico para su análisis.
Práctica 2: Tablas de encaminamiento	Configuración de tablas de encaminamiento en un escenario de red.
Práctica 3: ARP, IP, ICMP	Diagnosis y corrección de problemas de encaminamiento. Uso del programa ping.
Práctica 4: traceroute	Uso del programa traceroute en escenarios de red complejos. Detección de problemas de configuración en una red.
Práctica 5: UDP, TCP	Generación de tráfico UDP y TCP en un escenario de red. Análisis del comportamiento del tráfico de transporte
Práctica 6: DNS	Configuración de servidores de DNS. Generación de tráfico DNS y análisis del protocolo. Detección de problemas de configuración y su corrección
Práctica 7: HTTP	Análisis de tráfico HTTP para el aprendizaje del protocolo. Identificación de cliente, servidor, proxy y los mensajes intercambiados.

# Materiales utilizados en las prácticas

<b>Prácticas</b>	<b>Materiales</b>
Práctica 1: Introducción al laboratorio y Ethernet	Aplicación NetGUI, aplicación Wireshark, enunciado de la práctica en pdf, capturas de tráfico (cap1.cap, cap2.cap).
Práctica 2: Tablas de encaminamiento	Aplicación NetGUI, aplicación Wireshark, enunciado de la práctica en pdf, capturas de tráfico (cap1.cap, cap2.cap).
Práctica 3: ARP, IP, ICMP	Aplicación NetGUI, aplicación Wireshark, enunciado de la práctica en pdf.
Práctica 4: traceroute	Aplicación NetGUI, aplicación Wireshark, enunciado de la práctica en pdf, capturas de tráfico (cap1.cap, cap2.cap, cap3.cap, cap4.cap)
Práctica 5: UDP, TCP	Aplicación NetGUI, aplicación Wireshark, enunciado de la práctica en pdf, capturas de tráfico (tcp.cap, tcp-mss-pmtu.cap, tcp-syn.cap, tcp-timeout-probes.cap, tcp-window.cap, udp.cap)
Práctica 6: DNS	Aplicación NetGUI, aplicación Wireshark, enunciado de la práctica en pdf
Práctica 7: HTTP	Aplicación Wireshark, enunciado de la práctica en pdf, capturas de tráfico (http1.cap, http2.cap, http3.cap, http4.cap, http5.cap, http6.cap, http7.cap, http8.cap, http9.cap, http10.cap, http11.cap)

Para las prácticas de 1 a 6 que se realizan con la aplicación NetGUI se proporciona un documento de consulta: "Manual para el desarrollo de proyecto en NetGUI".

# Contenidos

- 1 Información general
- 2 Temario**
  - Parte de teoría
  - Parte de prácticas
  - **Ejercicios prácticos**
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

# Ejercicios prácticos

<b>Ejercicios</b>	<b>Materiales</b>
Ejercicio práctico ping	Escenario práctico y preguntas de test sobre ARP, IP, ICMP.
Ejercicio práctico trace-route	Escenario práctico y preguntas de test sobre traceroute.
Ejercicio práctico TCP	Escenario práctico y preguntas de test sobre una conexión TCP.
Ejercicio práctico DNS	Escenario práctico y preguntas de test sobre DNS.

# Contenidos

- 1 Información general
- 2 Temario
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo**
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

# Planificación temporal

<b>Duración</b>	<b>Contenido</b>
Semana 1-2	Presentación y Tema 1: Introducción
Semana 2-3	Tema 2: Nivel de enlace
Semana 4	Práctica 1: Introducción al laboratorio y Ethernet
Semana 4-6	Tema 3: Nivel de red y Tema 4: El protocolo IP
Semana 5	Práctica 2: Tablas de encaminamiento
Semana 6-8	Práctica 3: ARP, IP, ICMP y Práctica 4: traceroute Ejercicio práctico ping y traceroute
Semana 7-9	Parcial 1
Semana 7-10	Tema 5: Nivel de transporte y Tema 6: UDP/TCP
Semana 9-11	Práctica 5: UDP, TCP Ejercicio práctico TCP
Semana 11-14	Tema 7: DNS y Tema 8: HTTP
Semana 11-12	Práctica 6: DNS Ejercicio práctico DNS
Semana 13-14	Práctica 7: HTTP
Semana 15-17	Parcial 2

# Tiempo de trabajo del estudiante

<b>Actividad</b>	<b>Horas de trabajo</b>
Clases teóricas	24
Clases de resolución de ejercicios	6
Prácticas	24
Realización de pruebas	6
Tutorías académicas	18
Preparación de clases teóricas	14
Preparación de clases prácticas	60
Preparación de pruebas	28
Total de horas de trabajo del estudiante	180

# Contenidos

- 1 Información general
- 2 Temario
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación**
- 5 Recursos online y bibliografía

# Normativa de Evaluación (I)

- Teoría y prácticas se evalúan conjuntamente.
- Dos partes: Temas 1–3, Temas 4–6:
  - Cada parte se evalúa con una nota de 0–10 y se libera con 4.
  - La primera parte se evalúa a mitad del cuatrimestre, permite liberarla para el examen de la convocatoria ordinaria y extraordinaria.
  - En la convocatoria ordinaria se evalúa la segunda parte a todos los estudiantes, y la primera parte a los que la tengan no liberada.
  - Una parte liberada en la convocatoria ordinaria se conserva para la extraordinaria.
- Hay que realizar una entrega de la resolución de cada práctica en la fecha prevista. Las prácticas entregadas correctamente otorgarán una calificación de entre 0 y 1 puntos.

# Normativa de Evaluación (II)

## Criterios de calificación

- Nota de la asignatura:
  - **Nota Media de las dos partes (0-10) + Nota de las prácticas (0-1)**
- Las notas superiores a 10 se redondean a 10.
- Condiciones para aprobar (deben cumplirse todas):
  - Entrega correcta de todas las prácticas.
  - Nota  $\geq 4$  en cada parte de la asignatura
  - Nota de la asignatura  $\geq 5$
- Ninguna nota se conserva de un curso académico para otro.

# Normativa de Evaluación (III)

## Influencia de las prácticas

- A primera vista puede parecer que las prácticas “sólo cuentan el 10 % de la nota”, **pero no es así.**
- Las prácticas se califican con "No apto"(y se suspende la asignatura) o con una nota de 0-1:
  - Un 0 en las prácticas es equivalente a un 5 en una nota de 0-10.
  - Un 0.5 en las prácticas es equivalente a un 7.5 en una nota de 0-10.
  - Un 1 en las prácticas es equivalente a un 10 en una nota de 0-10-
- **Las prácticas nunca bajan la nota media de las dos partes, sólo la suben.**
- Ejemplos:
  - Un estudiante con 4.0 en las dos partes y 1.0 en las prácticas, aprueba con un 5.0, y **las prácticas le han supuesto el 17 % de la nota.**
  - Un estudiante con 6.5 en las dos partes y 0.5 en las prácticas obtiene un 7.0, y **las prácticas le han supuesto un 33 % de la nota.**
  - Un estudiante con 8.5 en las dos partes y 0.5 en las prácticas obtiene un 9.0, y ni su nota de teoría ni de prácticas es un sobresaliente.

# Contenidos

- 1 Información general
- 2 Temario
- 3 Planificación temporal y tiempo de trabajo
- 4 Evaluación
- 5 Recursos online y bibliografía

# Recursos online

- El sitio web de la asignatura se encuentra definido como un curso en el *Moodle* de la URJC:

<https://www.aulavirtual.urjc.es>

- Disponibles todos los materiales de teoría y prácticas de las asignatura, y exámenes resueltos de cursos anteriores.
- Foro para anuncios y resolución de dudas.
- Adicional: Consultas por email y tutorías.

# Bibliografía

- “Redes de computadores”, Andrew S. Tanenbaum. Prentice Hall. 4<sup>a</sup> edición.
- “TCP/IP Illustrated, vol. I”, Richard W. Stevens. Addison-Wesley (sólo disponible en inglés).
- “Redes de computadores: un enfoque descendente basado en Internet”. J.J. Kurose y K.W. Ross. Pearson Educación. 5<sup>a</sup> edición.