

Redes (9359). Curso 2010-11

Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (plan 2001)



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departament de Física, Enginyeria de Sistemes i Teoria del Senyal
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal

Carlos A. Jara Bravo (cajb@dfists.ua.es)

Grupo de Innovación Educativa en Automát

© 2010 GITE – IEA



Redes (9359). Curso 2010-11

Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (plan 2001)

PRACTICAS DE LABORATORIO DE REDES.

Práctica 1: Introducción a Redes y a TCP/IP sobre tecnología Ethernet.

Práctica 2: Protocolo de mensajes de control de Internet (ICMP).

Práctica 3: Protocolos de nivel de transporte en TCP/IP.

Práctica 4: Encaminamiento de paquetes con IP.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departament de Física, Enginyeria de Sistemes i Teoria del Senyal
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal

Carlos A. Jara Bravo (cajb@dfists.ua.es)

Grupo de Innovación Educativa en Automát

© 2010 GITE – IEA



Redes (9359). Curso 2010-11

Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (plan 2001)

PRÁCTICA Nº4

ENCAMINAMIENTO DE PAQUETES CON IP

1. Encaminamiento IP

- Encaminamiento con TCP/IP
- Tablas de encaminamiento
- Creación y mantenimiento de rutas estáticas

2. Herramientas de rutas de paquetes

3. Enrutamiento dinámico RIP

1ª sesión

2ª sesión



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departament de Física, Enginyeria de Sistemes i Teoria del Senyal
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal

Carlos A. Jara Bravo (cajb@dfists.ua.es)

Grupo de Innovación Educativa en Automát

© 2010 GITE – IEA



Práctica 4



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

1. Encaminamiento IP

- Encaminamiento con TCP/IP
- Tablas de encaminamiento
- Creación y mantenimiento de rutas estáticas

2. Herramientas de rutas de paquetes

3. Enrutamiento dinámico RIP

Redes – Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, 2010-11

Práctica 4. Encaminamiento de paquetes con IP

4



Redes – Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, 2010-11

Encaminamiento con TCP/IP

Universitat d'Alacant
 Universidad de Alicante

- Un router se basa en un esquema de IPs y máscaras para encaminar los paquetes.
- Metodología para enviar o reenviar un paquete al destino IP correspondiente:

Aclaraciones

El esquema de enrutamiento también es seguido por cualquier máquina TCP/IP
 Estas máquinas sólo poseen una interfaz de red y sólo es necesario una ruta por defecto (gateway)

Práctica 4. Encaminamiento de paquetes con IP

5

Redes – Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, 2010-11

Tablas de encaminamiento

Universitat d'Alacant
 Universidad de Alicante

- Tabla de encaminamiento (forma elemental)

Entradas

IP destino	Máscara IP destino	Puerta de enlace
destino_1	máscara_1	gateway_1
destino_2	máscara_2	gateway_2
...

↓

Dirección de **máquina** o de **red**
donde se pueden enviar paquetes

↓

Máscara asociada a la
IP destino

↓

Puerta de enlace: dirección IP
donde hay que enviar los paquetes

- Herramienta **netstat** (Unix, Linux, Windows) permite visualizar aspectos relacionados con tablas de encaminamiento, comunicaciones con máquinas, interfaces, etc,...

netstat -i (Linux)

↓

ipconfig/all (Win)

Kernel Interface table									
Iface	MTU	Met	RX-OK	RX-ERR	RX-DRP	TX-OK	TX-ERR	TX-DRP	Flags
lo	3584	0	100	0	0	100	0	0	BLRU
eth0	1500	0	195051	0	0	38488	0	0	BRU
ppp0	296	0	17907	0	0	1900	0	0	BRU

Interfaces físicas del sistema

Práctica 4. Encaminamiento de paquetes con IP

6

Tablas de encaminamiento

Tabla de encaminamiento

Tabla de encaminamiento (Linux)


netstat -rn
¿qué equipo es?

Puerta de enlace por defecto (0.0.0.0)

Destination	Gateway	Genmask	Flags	MSS	Window	interface
10.3.2.0	10.3.7.0	255.255.255.255	UGH	460	0	0 ppp0
172.20.41.240	0.0.0.0	255.255.255.240	U	1500	0	0 eth0
10.3.0.0	0.0.0.0	255.255.0.0	U	460	0	0 ppp0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	U	3584	0	0 lo
0.0.0.0	172.20.41.242	0.0.0.0	UG	1500	0	0 eth0

U (up): la ruta está en servicio
G (gateway): el destino de la ruta se alcanza a través de la puerta de enlace
H (host): el destino hace referencia a otra máquina (no es una dirección de red)
D (directed): la ruta ha sido creada con ICMP de error (*Redirect*).
M (modified): la ruta ha sido modificada por una redirección.

Interfaz ppp0: definición del destino de forma absoluta (ruta directa).

 **Rexec**
(172.20.41.241)

Práctica 4. Encaminamiento de paquetes con IP

7

Tablas de encaminamiento

Tabla de encaminamiento

Tabla de encaminamiento (Win)

netstat -rn
IP=172.20.43.223

Dirección de red	Máscara de red	Puerta de enlace	Interfaz	Métrica
0.0.0.0	0.0.0.0	172.20.43.230	172.20.43.223	1
172.20.43.192	255.255.255.192	172.20.43.223	172.20.43.223	1
172.20.43.223	255.255.255.255	127.0.0.1	127.0.0.1	1
172.20.43.255	255.255.255.255	172.20.43.223	172.20.43.223	1
127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	1
224.0.0.0	224.0.0.0	172.20.43.223	172.20.43.223	1
255.255.255.255	255.255.255.255	172.20.43.223	172.20.43.223	1

Nº saltos necesarios para llegar al destino

netstat -rn
IP=172.20.43.228

```

Simbolo del sistema
C:\Documents and Settings\EPS>netstat -rn

Tabla de rutas
=====
Lista de interfaces
0x1..... MS TCP Loopback interface
0x10003..... 3Com EtherLink 10/100 PCI For Complete PC Ma
nagement NIC (3C905C-TX) - Minipuerto del administrador de paquetes
=====
Rutas activas:
Destino de red      Máscara de red      Puerta de acceso     Interfaz  Métrica
-----
127.0.0.0           255.0.0.0           127.0.0.1            127.0.0.1  1
172.20.43.192       255.255.255.192     172.20.43.228        172.20.43.228  20
172.20.43.228       255.255.255.255     127.0.0.1            127.0.0.1  20
172.20.255.255      255.255.255.255     172.20.43.228        172.20.43.228  20
224.0.0.0           224.0.0.0           172.20.43.228        172.20.43.228  20
255.255.255.255     255.255.255.255     172.20.43.228        172.20.43.228  1
Puerta de enlace predeterminada: 172.20.43.230

Rutas persistentes:
ninguno
C:\Documents and Settings\EPS>

```

Práctica 4. Encaminamiento de paquetes con IP

8

Creación y mantenimiento de rutas estáticas

- Comando **route** (Win): permite crear entradas estáticas en la tabla de encaminamiento o modificar ya las existentes.

```
ROUTE [-f] [comando [addr] [MASK mask] [gateway] [METRIC cost]]
```

Opciones

f: borra de la tabla las entradas de todas las puertas de enlace

comando: especifica uno de los cuatro siguientes

- PRINT: para ver una entrada
- ADD: para agregar una entrada
- DELETE: para borrar una entrada
- CHANGE: para modificar una entrada existente

addr: dirección IP de red o equipo destino.

MASK: el parámetro de la máscara de red correspondiente a la dirección IP destino. Si no se especifica, se toma el valor 255.255.255.255.

gateway: especifica la dirección IP de máquina que es la puerta de enlace.

Metric: Especifica como número de saltos para alcanzar el destino el valor de **cost**.

Creación y mantenimiento de rutas estáticas

- Ejemplos **route** (Win):



PRINT / DELETE → pueden usarse comodines (*) para el destino y puerta de enlace

route delete * / route print *

Añadir entrada de ruta → Red destino 10.3.0.0 a través de la puerta de enlace 10.3.7.0

route add 10.3.0.0 mask 255.255.0.0 10.3.7.0

Cambiar puerta de enlace → Archivo *pracredes.bat*

route delete 0.0.0.0

route add 0.0.0.0 mask 0.0.0.0 172.20.43.230

Redes – Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, 2010-11

Creación y mantenimiento de rutas estáticas

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

- Comando **route** (Linux): tiene más opciones que en Win y con otro formato distinto.

```
route add [-net | -host] addr [gw gateway] [metric cost] [netmask mask] [dev device]
```

```
route del [ net | host] addr
```

Opciones

net/host: especifican si la dirección *addr* es un equipo o una red de destino

gw: especifica la puerta de enlace de la entrada (dirección *gateway*).

metric: especifica el número de saltos (*cost*) para alcanzar el destino especificado.

netmask: especifica la máscara de red (*mask*) a la dirección especificada en la entrada.

gateway: especifica la dirección IP de máquina que es la puerta de enlace.

dev: especifica la interfaz de red (*device*). Por defecto *ethernet*.

default: especifica la puerta de enlace por defecto.

- Ejemplos **route** (Linux):

Cambiar la entrada de la puerta de enlace por defecto

```
route del default
route add default gw 172.20.43.231
```

Añadir entrada de ruta

```
route add -net 172.20.41.240 gw 172.20.43.231 netmask 255.255.255.240
```

Práctica 4. Encaminamiento de paquetes con IP

11

Redes – Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, 2010-11

Práctica 4

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

1. Encaminamiento IP
 - Encaminamiento con TCP/IP
 - Tablas de encaminamiento
 - Creación y mantenimiento de rutas estáticas
2. Herramientas para la práctica
3. Enrutamiento dinámico RIP

Práctica 4. Encaminamiento de paquetes con IP

12

Herramientas para la práctica

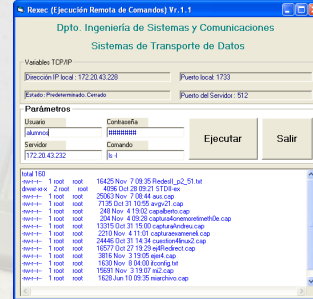
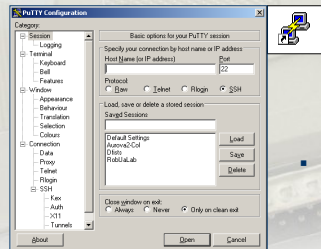
• **tcpdump/Wireshark** (<http://www.tcpdump.org>, <http://www.wireshark.com>)

- Monitores de red para el análisis y captura de datos.
- tcpdump → herramienta basada en línea de comandos instalado en Linux 2.



• **Rexec (Remote Shell).**

- Servicio remoto que atiende al puerto TCP 512 a la espera de ejecución de comandos desde el cliente.



• **Putty/Telnet**

- Acceso a la consola del equipo remoto.
- Ejecución tcpdump → `sudo /usr/sbin/tcpdump [params]`

Práctica 4. Encaminamiento de paquetes con IP

13

Herramientas para la práctica

• **stdprac (Linux 2).**

- Comando que analiza la información referente de los tres routers del laboratorio (Cisco 1720, Cisco 1601 y Cisco 2513).

`stdprac <router> <comando> [texto]`

• Parámetros:

- *router*: router sobre el que se desea obtener información (2513, 1720, 1601).
- *comando*: información del router que se desea obtener (rutas, intf).
- *texto*: cadena de texto para filtrar la información obtenida.
 - IP para las rutas ("rutas 10.3.7.0")
 - MTU de los interfaces ("intf pp0").

`stdprac 2513 rutas 10.3.7.0`

Práctica 4. Encaminamiento de paquetes con IP

14

Práctica 4

1. Encaminamiento IP

- Encaminamiento con TCP/IP
- Tablas de encaminamiento
- Creación y mantenimiento de rutas estáticas

2. Herramientas de rutas de paquetes

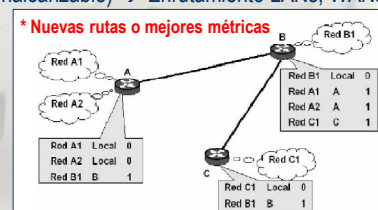
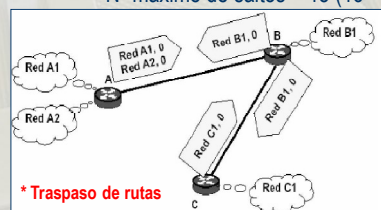
3. Enrutamiento dinámico RIP

Práctica 4. Encaminamiento de paquetes con IP

15

Enrutamiento dinámico

- **RIP (Routing Information Protocol)** → enrutamiento dinámico entre *routers* (RFC 1058)
 - Comando **Route**: enrutamiento estático.
 - **RIP 1**: se encarga de mantener las tablas de encaminamiento de los *routers* a través de mensajes de difusión → regulación automática de la red (↑ consumo de la red).
 - Algoritmos que buscan el camino más corto a cualquier enlace y se traspasan copias de la tabla de rutas periódicamente de un *router* a otro (*actualización topología*).
 - Protocolo de "Vector de Distancia": basa sus direcciones en la distancia (saltos) hasta el destino y decide, en base a este valor, qué ruta debe ser aplicada.
 - **Nº saltos** = Nº equipos que traspasa el paquete sin contar origen y contando destino.
 - Nº máximo de saltos = 15 (16 = destino inalcanzable) → Enrutamiento LANs, WANs.



Imágenes cortesía de <http://redescisco.net> (Noviembre 2010)

Práctica 4. Encaminamiento de paquetes con IP

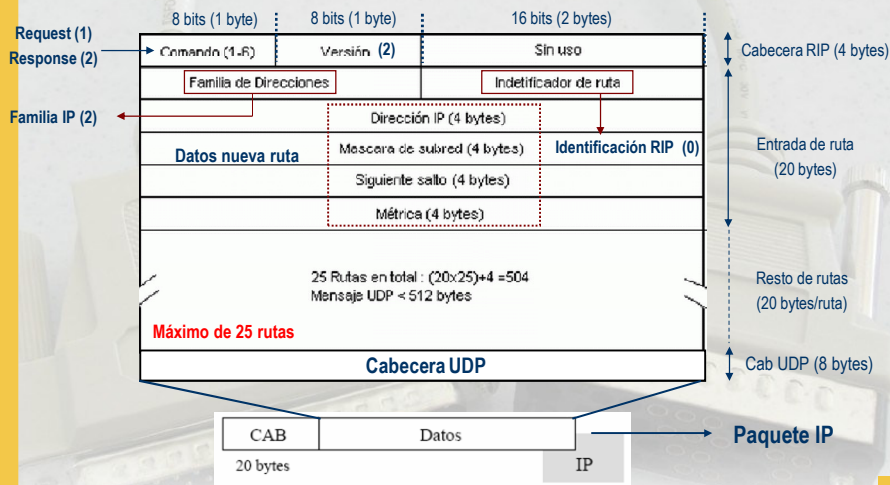
16

- RIP 2 (Ripv2):** versión actualizada de RIP 1 (RFC 2453).
 - Identificadores de rutas externas.* Permite propagar información sobre rutas establecidas con otros protocolos de encaminamiento (como EGP o BGP).
 - Incluye información de la *máscara de subred*. Permite trabajar con subredes.
 - Dirección del siguiente salto.* El mensaje RIP 2 especifica, además del número de saltos para llegar a la IP destino la dirección IP del siguiente router (**Next Hop**).
 - Autenticación.* Aporta mecanismos para que un router solo acepte determinando mensajes RIP con el objetivo de aumentar la seguridad de acceso los routers.
 - *Multicasting.* Los paquetes RIP 2 se envían a una IP específica de *multicast* (224.0.0.9). Solo los routers con RIP 2 hacen caso de lo recibido por esa dirección. Además, los paquetes *multicast* se transportan en direcciones MAC reservadas.

Transporte RIP 2 en LANs (enlace datos) → Direcciones MAC específicas → IP Broadcast: 224.0.0.9
 MAC: 000746000009
 T. Ethernet RIP2

Transporte en LANs → Direcciones MAC reservadas
 L24 → 00:01:5e:00:00:09

- Formato trama RIP 2**
 - Los mensajes RIP son transportados por datagramas UDP al puerto 520.



Funcionamiento RIP 2

