

Práctica 1.1. Protocolo IPv4. Servicio DHCP

Objetivos

En esta práctica se presentan las herramientas que se utilizarán en la asignatura y se repasan brevemente los aspectos básicos del protocolo IPv4. Además, se analizan las características del protocolo DHCP.



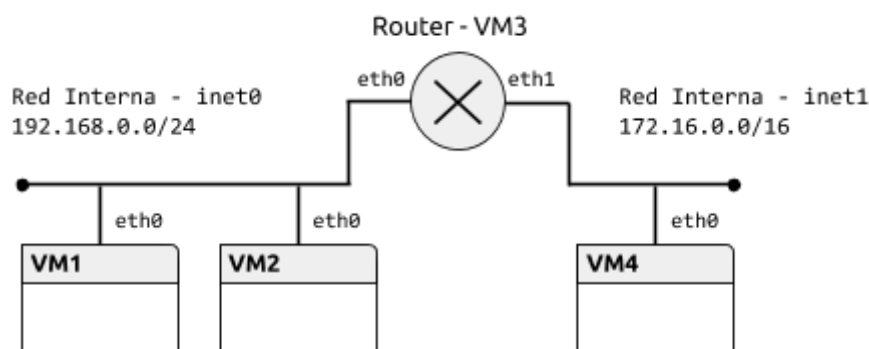
Para cada ejercicio, se tienen que proporcionar los **comandos utilizados con sus correspondientes salidas**, las **capturas de pantalla de Wireshark realizadas**, y la **información requerida de manera específica**.

Contenidos

- Preparación del entorno para la práctica
- Configuración estática
- Encaminamiento estático
- Configuración dinámica

Preparación del entorno para la práctica

Configuraremos la topología de red que se muestra en la siguiente figura:



Todos los elementos -el router y las máquinas virtuales VM- son *clones enlazados* de la máquina base ASOR-FE. La configuración de las máquinas se realizará con la utilidad `vtopo1`, que funciona en Linux y Mac (en Windows, la topología ha de crearse directamente con VirtualBox):

1. Definir la máquina base de la asignatura:

```
$ asorregenerate
```

Este comando crea la máquina virtual base (ASOR-FE) en la herramienta VirtualBox.

Nota: Este comando solo se debe usar en el laboratorio. En otros equipos, descargar [ASOR-FE.ova](#) e importarlo en VirtualBox.

2. Crear un archivo `pr1.topo1` con la topología de la red, que consta de 4 máquinas y dos redes. El contenido del fichero es:

```
netprefix inet
machine 1 0 0
machine 2 0 0
machine 3 0 0 1 1
machine 4 0 1
```

La sintaxis es:

```
machine <número de VM> <interfaz0> <red0> <interfaz1> <red1> ...
```

3. Crear la topología de red que arrancará las 4 máquinas virtuales (VM1, VM2, Router y VM4).

```
$ vtopol pr1.topol
```

En VirtualBox se definirán las máquinas virtuales asorfemachine_1 (VM1), asorfemachine_2 (VM2), asorfemachine_3 (Router - VM3) y asorfemachine_4 (VM4).

Nota: Este comando está instalado en el laboratorio. En otros equipos, descargar [vtopol](#), dar permisos de ejecución al fichero (con `chmod +x`) y copiarlo, por ejemplo, en `/usr/local/bin`.



Activar el portapapeles bidireccional en las máquinas (menú Dispositivos) para copiar la salida de los comandos. Las capturas de pantalla se realizarán usando también Virtualbox (menú Ver)

Las **credenciales de la máquina virtual** son: usuario `cursoresdes`, con contraseña `cursoresdes`.

Configuración estática

En primer lugar, configuraremos cada red de forma estática asignando a cada máquina una dirección IP adecuada.

Ejercicio 1 [VM1]. Determinar los interfaces de red que tiene la máquina y las direcciones IP y MAC que tienen asignadas. Utilizar el comando `ip`.

Comando: `ip address list`

```
[cursoresdes@localhost ~]$ ip address list
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:6d:36:a7 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
3: eth1: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:1b:fe:14 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

Ejercicio 2 [VM1, VM2, Router]. Activar los interfaces `eth0` en VM1, VM2 y Router, y asignar una dirección IP adecuada. La configuración debe realizarse con la utilidad `ip`, en particular los comandos `ip address` e `ip link`.

```

VM1: sudo ip addr add 192.168.0.1/24 broadcast 192.168.0.255 dev eth0
      sudo ip link set eth0 up
VM2: sudo ip addr add 192.168.0.2/24 broadcast 192.168.0.255 dev eth0
      sudo ip link set eth0 up
Router: sudo ip addr add 192.168.0.3/24 broadcast 192.168.0.255 dev eth0
          sudo ip link set eth0 up
          sudo ip addr add 172.16.0.2/16 broadcast 172.16.255.255 dev eth1
          sudo ip link set eth1 up

```

Ejercicio 3 [VM1, VM2]. Abrir la herramienta Wireshark en VM1 e iniciar una captura en el interfaz de red. Comprobar la conectividad entre VM1 y VM2 con la orden ping. Observar el tráfico generado, especialmente los protocolos encapsulados en cada datagrama y las direcciones origen y destino. Para ver correctamente el tráfico ARP, puede ser necesario eliminar la tabla ARP en VM1 con la orden `ip neigh flush dev eth0`.

Completar la siguiente tabla para todos los mensajes intercambiados hasta la recepción de la primera respuesta Echo Reply:

- Anotar las direcciones MAC e IP de los mensajes.
- Para cada protocolo, anotar las características importantes (p. ej. pregunta/respuesta ARP o tipo ICMP) en el campo "Tipo de mensaje".
- Comparar los datos observados durante la captura con el formato de los mensajes estudiados en clase.

MAC origen	MAC destino	Protocolo	IP origen	IP destino	Tipo de mensaje
08:00:27:2a:9b:16	ff:ff:ff:ff:ff:ff (broadcast)	ARP	192.168.0.1	192.168.0.255	Pregunta ARP
08:00:27:79:56:e5	08:00:27:2a:9b:16	ARP	192.168.0.2	192.168.0.1	Respuesta ARP
08:00:27:2a:9b:16	08:00:27:79:56:e5	ICMP	192.168.0.1	192.168.0.2	ICMP request
08:00:27:79:56:e5	08:00:27:2a:9b:16	ICMP	192.168.0.2	192.168.0.1	ICMP reply

Adjuntar una captura de pantalla de Wireshark con los mensajes ICMP y ARP

No.	Time	Source	Destination	Protoc	Length	Info
1	0.00000000	CadmusCo_2a:9b:16	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.0.2? Tell 192.168.0.1
2	0.00065238	CadmusCo_79:56:e5	CadmusCo_2a:9b:16	ARP	60	192.168.0.2 is at 08:00:27:79:56:e5
3	0.00066233	192.168.0.1	192.168.0.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x07f0, seq=1/256, ttl=
4	0.00114546	192.168.0.2	192.168.0.1	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x07f0, seq=1/256, ttl=

Ejercicio 4 [VM1, VM2]. Ejecutar de nuevo la orden ping entre VM1 y VM2 y, a continuación, comprobar el estado de la tabla ARP en VM1 y VM2 usando el comando `ip neigh`. El significado del estado de cada entrada de la tabla se puede consultar en la página de manual del comando.

Adjuntar la salida del comando ip neigh y describir el estado de cada entrada

salida:

192.168.0.2 dev eth0 lladdr 08:00:27:79:56:e5 REACHABLE

La dirección ip 192.168.0.2 es alcanzable desde la maquina VM1

Ejercicio 5 [Router, VM4]. Configurar Router y VM4 y comprobar su conectividad con el comando ping.

Adjuntar los comandos utilizados y la salida del comando ping

Router: especificado en ejercicio 2

VM4: `sudo ip addr add 172.16.0.1/16 broadcast 172.16.255.255 dev eth0`
`sudo ip link set eth0 up`

```
[cursoredes@localhost ~]$ ping 172.16.0.2
PING 172.16.0.2 (172.16.0.2) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 172.16.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.553 ms
64 bytes from 172.16.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.939 ms
64 bytes from 172.16.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.975 ms
64 bytes from 172.16.0.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.671 ms
^C
--- 172.16.0.2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3004ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.553/0.784/0.975/0.180 ms
```

Encaminamiento estático

Según la topología de esta práctica, Router puede encaminar el tráfico entre ambas redes. En esta sección, vamos a configurar el encaminamiento estático, basado en rutas que fijaremos manualmente en todas las máquinas virtuales.

Ejercicio 6 [Router]. Activar el reenvío de paquetes (*forwarding*) en Router para que efectivamente pueda funcionar como encaminador entre las redes. Ejecutar el siguiente comando:

```
$ sudo sysctl net.ipv4.ip_forward=1
```

Ejercicio 7 [VM1, VM2]. Añadir Router como encaminador por defecto para VM1 y VM2. Usar el comando `ip route`.

Adjuntar el comando utilizado

comando:

`sudo ip route add default via 192.168.0.3`

Ejercicio 8 [VM4]. Aunque la configuración adecuada para la tabla de rutas en redes como las consideradas en esta práctica consiste en añadir una ruta por defecto, es posible incluir rutas para redes concretas. Añadir en VM4 una ruta a la red 192.168.0.0/24 via Router. Usar el comando `ip route`.

Adjuntar el comando utilizado

comando:

`Sudo ip route add 192.168.0.0/24 via 172.16.0.2 dev eth0`

Ejercicio 9 [VM1, VM4, Router]. Abrir la herramienta Wireshark en Router e iniciar una captura en sus dos interfaces de red. Eliminar la tabla ARP en VM1 y Router. Usar la orden ping entre VM1 y VM4. Completar la siguiente tabla para todos los paquetes intercambiados hasta la recepción del primer *Echo Reply*.

Red 192.168.0.0/24 - Router (eth0)

MAC origen	MAC destino	Protocolo	IP origen	IP destino	Tipo de mensaje
08:00:27:2a:9b:16	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	192.168.0.1	192.168.0.255	Pregunta ARP
08:00:27:1a:ae:3d	08:00:27:2a:9b:16	ARP	192.168.0.3	192.168.0.1	Respuesta ARP
08:00:27:2a:9b:16	08:00:27:1a:ae:3d	ICMP	192.168.0.1	192.168.0.3	ICMP request
08:00:27:1a:ae:3d	08:00:27:2a:9b:16	ICMP	192.168.0.3	192.168.0.1	ICMP reply

Red 172.16.0.0/16 - Router (eth1)

MAC origen	MAC destino	Protocolo	IP origen	IP destino	Tipo de mensaje
08:00:27:d4:4a:6a	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	172.16.0.2	172.16.255.255	Pregunta ARP
08:00:27:9c:52:23	08:00:27:d4:4a:6a	ARP	172.16.0.1	172.16.0.2	Respuesta ARP
08:00:27:d4:4a:6a	08:00:27:9c:52:23	ICMP	192.168.0.1	172.16.0.1	ICMP request
08:00:27:9c:52:23	08:00:27:d4:4a:6a	ICMP	172.16.0.1	192.168.0.1	ICMP reply

Adjuntar una captura de pantalla de Wireshark con los mensajes ICMP y ARP.

No.	Time	Source	Destination	Protoc	Lengt	Info
1	0.00000000	CadmusCo_2a:9b:16	Broadcast	ARP	60	who has 192.168.0.3? Tell 192.168.0.1
2	0.00003223	CadmusCo_1a:ae:3d	CadmusCo_2a:9b:16	ARP	42	192.168.0.3 is at 08:00:27:1a:ae:3d
3	0.00057614	CadmusCo_d4:4a:6a	Broadcast	ARP	42	who has 172.16.0.1? Tell 172.16.0.2
4	0.00055800	192.168.0.1	172.16.0.1	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x2379, seq=1/256, ttl=
5	0.00116537	CadmusCo_9c:52:23	CadmusCo_d4:4a:6a	ARP	60	172.16.0.1 is at 08:00:27:9c:52:23
6	0.00117548	192.168.0.1	172.16.0.1	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x2379, seq=1/256, ttl=
7	0.00173330	172.16.0.1	192.168.0.1	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x2379, seq=1/256, ttl=
8	0.00174451	172.16.0.1	192.168.0.1	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x2379, seq=1/256, ttl=

Configuración dinámica

El protocolo DHCP permite configurar dinámicamente los parámetros de red de una máquina. En esta sección configuraremos Router como servidor DHCP para las dos redes. Aunque DHCP puede incluir muchos parámetros de configuración, en esta práctica sólo fijaremos el encaminador por defecto.

Ejercicio 10 [VM1, VM2, VM4]. Eliminar las direcciones IP de los interfaces (ip addr del) de todas las máquinas salvo Router.

Ejercicio 11 [Router]. Configurar el servidor DHCP para las dos redes:

- Editar el fichero `/etc/dhcp/dhcpd.conf` y añadir dos secciones `subnet`, una para cada red, que definan los rangos de direcciones, `192.168.0.50-192.168.0.100` y `172.16.0.50-172.16.0.100`, respectivamente. Además, incluir la opción `routers` con la dirección IP de Router en cada red. Ejemplo:

```
subnet 192.168.0.0 netmask 255.255.255.0 {
    range 192.168.0.11 192.168.0.50;
    option routers 192.168.0.3;
    option broadcast-address 192.168.0.255;
}
```

- Arrancar el servicio con el comando `service dhcpd start`.

Ejercicio 12 [Router, VM1]. Iniciar una captura de paquetes en Router. Arrancar el cliente DHCP en VM1 con `dhclient -d eth0` y observar el proceso de configuración. Completar la siguiente tabla:

IP Origen	IP Destino	Mensaje DHCP	Opciones DHCP

Adjuntar la salida del comando `dhclient` una captura de pantalla de Wireshark con los mensajes DHCP. **Tras diferentes pruebas y preguntar a algún compañero, no he conseguido que funcionase correctamente la configuración dinámica, aún así, adjunto los mensajes que me han aparecido al ejecutar los comandos (en teoría he realizado todos los pasos correctamente)**

```
[cursoredes@localhost ~]$ sudo dhclient -d eth0
Internet Systems Consortium DHCP Client 4.2.5
Copyright 2004-2013 Internet Systems Consortium.
All rights reserved.
For info, please visit https://www.isc.org/software/dhcp/

Listening on LPF/eth0/08:00:27:2a:9b:16
Sending on   LPF/eth0/08:00:27:2a:9b:16
Sending on   Socket/fallback
DHCPDISCOVER on eth0 to 255.255.255.255 port 67 interval 5 (xid=0x68c7dee4)
DHCPDISCOVER on eth0 to 255.255.255.255 port 67 interval 6 (xid=0x68c7dee4)
DHCPDISCOVER on eth0 to 255.255.255.255 port 67 interval 16 (xid=0x68c7dee4)
DHCPDISCOVER on eth0 to 255.255.255.255 port 67 interval 17 (xid=0x68c7dee4)
DHCPDISCOVER on eth0 to 255.255.255.255 port 67 interval 12 (xid=0x68c7dee4)
DHCPDISCOVER on eth0 to 255.255.255.255 port 67 interval 5 (xid=0x68c7dee4)
No DHCPOFFERS received.
No working leases in persistent database - sleeping.
```


No.	Time	Source	Destination	Protoc	Lengt	Info
1	0.00000000	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover - Transaction ID 0xe4dec768
2	4.92528649	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover - Transaction ID 0xe4dec768
3	11.4115637	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover - Transaction ID 0xe4dec768
4	27.2584994	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover - Transaction ID 0xe4dec768
5	44.1668626	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover - Transaction ID 0xe4dec768
6	56.0091610	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover - Transaction ID 0xe4dec768

Ejercicio 13 [VM4]. Durante el arranque del sistema se pueden configurar automáticamente interfaces según la información almacenada en el disco del servidor (configuración persistente). Consultar el fichero `/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0` de VM4, que configura automáticamente `eth0` usando DHCP. Para configuración estática, se usarían las siguientes opciones:

```
TYPE=Ethernet
BOOTPROTO=none
IPADDR=<dirección IP estática en formato CIDR>
GATEWAY=<dirección IP estática del encaminador por defecto (si existe)>
DEVICE=eth0
```

Nota: Estas opciones se describen en detalle en `/usr/share/doc/initscripts-*/sysconfig.txt`.

Ejercicio 14 [VM4]. Comprobar la configuración persistente con las órdenes `ifup` e `ifdown`. Verificar la conectividad entre todas las máquinas de las dos redes.