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](#_14a3ftqman5y)

[Configuración estática](#_7799bdv34ent)

[Encaminamiento estático](#_w2ynjijgd1kw)

[Configuración dinámica](#_nj2ry1q77ael)

# Preparación del entorno para la práctica

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

Router - VM3

**VM2**

eth0

**VM1**

Red Interna - inet0

192.168.0.0/24

eth0

**VM4**

eth0

Red Interna - inet1

172.16.0.0/16

eth0

eth1

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 vtopol, 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](https://drive.google.com/file/d/18AvKwF3SuwXUpQvmzYMDp3Cagcrnbec7/view) e importarlo en VirtualBox.

1. Crear un archivo pr1.topol 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> ... |

1. 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](https://drive.google.com/file/d/0B3JrkzcA788mZTAtX0VQWVlrN2c/view), 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 cursoredes, con contraseña cursoredes. |

# 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.

|  |
| --- |
| *Adjuntar el comando utilizado y su salida*  **$ ip link show**  1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER\_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN mode DEFAULT group default qlen 1000  link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00  2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN mode DEFAULT group default qlen 1000  link/ether 08:00:27:af:26:cf brd ff:ff:ff:ff:ff:ff  **$ ip address show**  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,UP,LOWER\_UP> mtu 1500 qdisc pfifo\_fast state UP group default qlen 1000  link/ether 08:00:27:af:26:cf brd ff:ff:ff:ff:ff:ff  inet6 fe80::a00:27ff:feaf:26cf/64 scope link  valid\_lft forever preferred\_lft forever |

***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.

|  |
| --- |
| *Adjuntar los comandos utilizados*  **$ sudo ip link set dev eth0 up (vmachine1, vmachine2, Router)**  **$ sudo ip address add 192.168.0.1/24 dev eth0 (vmachine1)**  **$ sudo ip address add 192.168.0.2/24 dev eth0 (vmachine2)**  **$ sudo ip address add 192.168.0.3/24 dev eth0 (Router)** |

***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 del primer mensaje ICMP 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** |
| VM1 (08:00:27:71:f1:6e) | Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff) | ARP | 192.168.0.1 | 192.168.0.2 | ARP request |
| VM2 (08:00:27:34:40:7c) | VM1 (08:00:27:71:f1:6e) | ARP | 192.168.0.2 | 192.168.0.1 | ARP reply |
| VM1 (08:00:27:71:f1:6e) | VM2 (08:00:27:34:40:7c) | ICMP | 192.168.0.1 | 192.168.0.2 | ICMP request |
| VM2 (08:00:27:34:40:7c) | VM1 (08:00:27:71:f1:6e) | ICMP | 192.168.0.2 | 192.168.0.1 | ICMP reply |

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

***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*  192.168.0.2 dev eth0 lladdr 08:00:27:34:40:7c STALE |

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

|  |
| --- |
| *Adjuntar los comandos utilizados*  **$ sudo ip link set dev eth1 up (Router)**  **$ sudo ip link set dev eth0 up (vmachine4)**  **$ sudo ip address add 172.16.0.1/16 dev eth1 (Router)**  **$ sudo ip address add 172.16.0.2/16 dev eth0 (vmachine4)**  *y la salida del comando ping (desde Router)*  [cursoredes@localhost ~]$ ping -c 1 172.16.0.2  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=0.792 ms  --- 172.16.0.2 ping statistics ---  1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms  rtt min/avg/max/mdev = 0.792/0.792/0.792/0.000 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*  **$ 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 vía Router. Usar el comando ip route.

|  |
| --- |
| *Adjuntar el comando utilizado*  **$ sudo ip route add 192.168.0.0/24 via 172.16.0.1** |

***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** |
| VM1  (08:00:27:71:f1:6e) | Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff) | ARP | 192.168.0.1 | 172.16.0.2 | ARP request |
| ROUTER(eth0) (08:00:27:3b:ea:50) | VM1  (08:00:27:71:f1:6e) | ARP | 172.16.0.2 | 192.168.0.1 | ARP reply |
| VM1  (08:00:27:71:f1:6e) | ROUTER(eth0) (08:00:27:3b:ea:50) | ICMP | 192.168.0.1 | 172.16.0.2 | ICMP request |
| ROUTER(eth0) (08:00:27:3b:ea:50) | VM1  (08:00:27:71:f1:6e) | ICMP | 172.16.0.2 | 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** |
| ROUTER(eth1) (08:00:27:64:00:df) | Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff) | ARP | 192.168.0.1 | 172.16.0.2 | ARP request |
| VM4 (08:00:27:16:92:8e) | ROUTER(eth1) (08:00:27:64:00:df) | ARP | 172.16.0.2 | 192.168.0.1 | ARP reply |
| ROUTER(eth1) (08:00:27:64:00:df) | VM4 (08:00:27:16:92:8e) | ICMP | 192.168.0.1 | 172.16.0.2 | ICMP request |
| VM4 (08:00:27:16:92:8e) | ROUTER(eth1) (08:00:27:64:00:df) | ICMP | 172.16.0.2 | 192.168.0.1 | ICMP reply |

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

# 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** |
| 0.0.0.0 | Broadcast address  255.255.255.255 | Discover | DHCP Message Type, Requested IP Address, Parameter Request List, End |
| 192.168.0.3 | 192.168.0.50 | Offer | DHCP Message Type, DHCP Server Identifier, IP Address Lease Time, Subnet Mask, Broadcast Address, Router, End |
| 0.0.0.0 | Broadcast address  255.255.255.255 | Request | DHCP Message Type, DHCP Server Identifier, Requested IP Address, Parameter Request List, End |
| 192.168.0.3 | 192.168.0.50 | ACK | DHCP Message Type, DHCP Server Identifier, IP Address Lease Time, Subnet Mask, Broadcast Address, Router, End |

|  |
| --- |
| *Adjuntar la salida del comando dhclient una captura de pantalla de Wireshark con los mensajes DHCP.*  *-Salida comando dhclient en VM1:*  Listening on LPF/eth0/08:00:27:71:f1:6e  Sending on LPF/eth0/08:00:27:71:f1:6e  Sending on Socket/fallback  DHCPDISCOVER on eth0 to 255.255.255.255 port 67 interval 7 (xid=0xded9260)  DHCPREQUEST on eth0 to 255.255.255.255 port 67 (xid=0xded9260)  DHCPOFFER from 192.168.0.3  DHCPACK from 192.168.0.3 (xid=0xded9260)  bound to 192.168.0.50 -- renewal in 21296 seconds.  *-Captura de pantalla wireshark router:*    *-* *dhcpd.conf modificación:*  subnet 192.168.0.0 netmask 255.255.255.0 {  range 192.168.0.50 192.168.0.100;  option routers 192.168.0.3;  option broadcast-address 192.168.0.255;  }  subnet 172.16.0.0 netmask 255.255.0.0 {  range 172.16.0.50 172.16.0.100;  option routers 172.16.0.1;  option broadcast-address 172.16.0.255;  } |

***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 [VM2, VM4].*** Comprobar la configuración persistente con las órdenes ifup e ifdown. Verificar la conectividad entre todas las máquinas de las dos redes.