

Práctica 1.1. IPv4 y DHCP

Objetivos

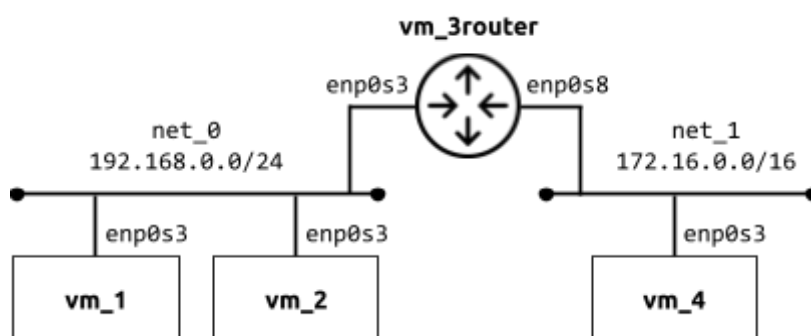
En esta práctica se presentan las herramientas que se utilizarán en la asignatura y se repasan brevemente los aspectos básicos del protocolo IPv4. Además, se analizan las características del protocolo DHCP.

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:



Todas las máquinas virtuales -el encaminador y los nodos- son *clones enlazados* de la máquina base ASOR-FE. La topología se creará con la utilidad `vtopol` instalada en los equipos del laboratorio (en otros equipos Linux y Mac, descargar el fichero [vtopol](#), dar permisos de ejecución con `chmod +x vtopol` y copiar en `/usr/local/bin`; en otros equipos Windows, la topología ha de crearse manualmente con VirtualBox siguiendo esta [guía](#)):

1. Borrar las máquinas virtuales existentes ejecutando el siguiente comando en la consola:

```
$ rm -rf $HOME/VirtualBox\ VMs/
```

2. En los equipos del laboratorio, ir al directorio `/mnt/DiscoVMs/ASOR` usando el gestor de ficheros (hay un acceso directo en el escritorio) y localizar el fichero `ASOR-FE.ova` (en otros equipos, descargar el fichero [ASOR-FE.ova](#)). Abrir el fichero haciendo doble-clic y pulsar "Terminar" para importar la máquina virtual base ASOR-FE en VirtualBox. Alternativamente, se puede usar la opción "Importar servicio virtualizado" desde VirtualBox.
3. Crear un fichero `pr1.topol` con la topología de la red, que consta de 4 máquinas virtuales y dos redes internas. El contenido del fichero debe ser:

```
prefix vm
netprefix net
machine 1 0 0
machine 2 0 0
machine 3router 0 0 1 1
machine 4 0 1
```

La sintaxis es:

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

4. Para crear la topología de red que arrancará las 4 máquinas virtuales (vm_1, vm_2, vm_3router y vm_4), ejecutar:

```
$ vtopol pr1.topol
```

Configuración estática

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

Ejercicio 1 [vm_1]. Determinar las interfaces de red que tiene la máquina y las direcciones IP y MAC que tienen asignadas. Utilizar los comandos `ip address` e `ip link`.

Ejercicio 2 [vm_1, vm_2, vm_3router]. Activar las interfaces `enp0s3` en vm_1, vm_2 y vm_3router, y asignar una dirección IP adecuada. Utilizar los comandos `ip address` e `ip link`.

Para saber más ...

Tradicionalmente el nombre de las interfaces ha seguido el esquema “eth0”, “eth1”, “wlan0”, etc. La forma en la que el kernel asignaba estos nombres se basaba en el orden en el que los distintos drivers informaban al kernel de su existencia. Aunque esto producía nombres de interfaces fáciles de recordar, se podría dar el caso de que distintas interfaces recibieran distintos nombres cada vez que se reiniciaba la máquina.

Para evitar este problema, desde la versión v197 de systemd/udev, los nombres de cada interfaz se asignan a partir de información invariante entre reinicios (proveniente del firmware, BIOS, PCIe, conector físico usado, dirección MAC, etc.). En función de qué información se utilice, el nombre de la interfaz puede tener distintos formatos: `eno1`, `ens1`, `enp2s0`, `enx78e7d1ea46da`, `eth0`, etc.

Para más información, consultar la página de manual `systemd.net-naming-scheme(7)` y https://systemd.io/PREDICTABLE_INTERFACE_NAMES/

Ejercicio 3 [vm_1, vm_2]. Abrir la herramienta Wireshark en vm_1 e iniciar una captura en la interfaz de red. Desde vm_1, comprobar la conectividad con vm_2 usando 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 vm_1 con la orden `ip neigh flush dev enp0s3`.

Completar la siguiente tabla para todos los mensajes intercambiados hasta la recepción del primer mensaje ICMP Echo Reply:

- 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

Ejercicio 4 [vm_1, vm_2]. Ejecutar de nuevo la orden ping entre vm_1 y vm_2 y, a continuación, comprobar el estado de la tabla ARP en vm_1 y vm_2 usando el comando `ip neigh`. El significado del estado de cada entrada de la tabla se puede consultar en la página de manual `ip-neighbour(8)`.

Ejercicio 5 [vm_3router, vm_4]. Configurar vm_3router y vm_4 y comprobar su conectividad con el comando ping.

Encaminamiento estático

Según la topología de esta práctica, vm_3router 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 [vm_3router]. Activar el reenvío de paquetes (*forwarding*) en vm_3router para que efectivamente pueda funcionar como encaminador entre las redes. Ejecutar el siguiente comando:

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

Ejercicio 7 [vm_1, vm_2]. Establecer vm_3router como encaminador por defecto para vm_1 y vm_2. Usar el comando `ip route`.

Ejercicio 8 [vm_4]. 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 vm_4 una ruta a la red 192.168.0.0/24 a través de vm_3router. Usar el comando `ip route`.

Ejercicio 9 [vm_1, vm_3router, vm_4]. Abrir la herramienta Wireshark en vm_3router e iniciar dos capturas, una en cada interfaz de red. Eliminar la tabla ARP en vm_1 y vm_3router. Desde vm_1, comprobar la conectividad con vm_4 usando la orden ping. Completar la siguiente tabla para todos los paquetes intercambiados hasta la recepción del primer *Echo Reply*.

Red 192.168.0.0/24 - vm_3router (enp0s3)

MAC origen	MAC destino	Protocolo	IP origen	IP destino	Tipo de mensaje

Red 172.16.0.0/16 - vm_3router (enp0s8)

MAC origen	MAC destino	Protocolo	IP origen	IP destino	Tipo de mensaje

Configuración dinámica

El protocolo DHCP permite configurar dinámicamente los parámetros de red de una máquina. En esta sección configuraremos vm_3router 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 [vm_1, vm_2, vm_4]. Eliminar las direcciones IP de las interfaces (con `ip addr del`) de todas las máquinas salvo vm_3router. Observa que al eliminar la dirección IP se elimina automáticamente la entrada asociada en la tabla de rutas.

Ejercicio 11 [vm_3router]. Configurar el servidor DHCP en vm_3router para las dos redes:

- Editar el fichero `/etc/dhcp/dhcpd.conf` y añadir dos secciones subnet, una para cada red, que definan, respectivamente, los rangos de direcciones 192.168.0.50-192.168.0.100 y 172.16.0.50-172.16.0.100. Además, incluir la opción `routers` con la dirección IP de vm_3router en cada red. Ejemplo:

```
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;  
}
```

- Arrancar el servicio con el comando `sudo systemctl start isc-dhcp-server`.
- Se puede consultar el estado del servicio con los comandos `systemctl status isc-dhcp-server` y `journalctl -eu isc-dhcp-server`.

Ejercicio 12 [vm_1, vm_3router]. Iniciar una captura de paquetes en vm_3router. Arrancar el cliente DHCP en vm_1 con `dhclient -d enp0s3` y observar el proceso de configuración. Completar la siguiente tabla:

IP Origen	IP Destino	Mensaje DHCP	Opciones DHCP

Para saber más ...

Durante el arranque del sistema se pueden configurar automáticamente interfaces según la información almacenada en el disco del servidor (configuración persistente). De esta forma, no es necesario tener que configurar las interfaces cada vez que se reinicie la máquina.

Con systemd, los ficheros en la ruta `/etc/systemd/network/*` indican cómo se configuran estas interfaces. Por ejemplo, si se quiere configurar una interfaz de forma automática usando DHCP, se puede crear el fichero `/etc/systemd/network/enp0s3.network` con el siguiente contenido:

```
[Match]
Name=enp0s3

[Network]
DHCP=yes
```

Por el contrario, si se quiere asignar una configuración estática, se pueden utilizar las siguientes opciones:

```
[Match]
Name=enp0s3

[Network]
Address=<dirección IP estática en formato CIDR>
Gateway=<dirección IP estática del encaminador por defecto (si existe)>
DNS=<dirección IP estática del servidor DNS (si existe)>
```

Estas opciones se describen en detalle en la página del manual `systemd.network(5)`.