Práctica 1.4: Protocolo IPv6

Realizado por: Estíbaliz Busto Pérez de Mendiguren

Objetivos

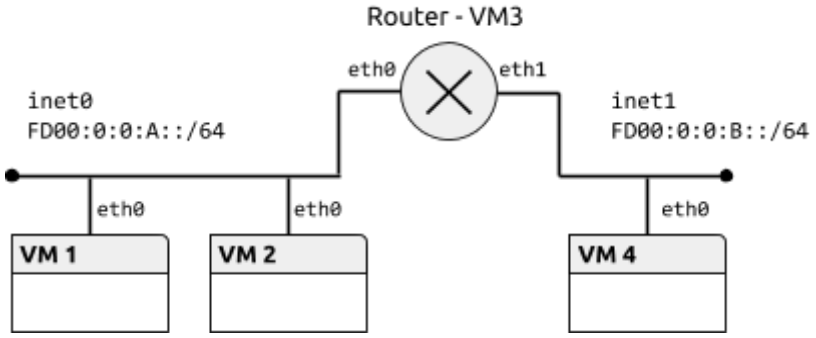
En esta práctica se estudian los aspectos básicos del protocolo IPv6, el manejo de los diferentes tipos de direcciones y mecanismos de configuración. Además se analizarán las características más importantes del protocolo ICMP versión 6.

Contenidos

Preparación del entorno para la práctica
Dirección de enlace local
Dirección ULA
Encaminamiento estático
Configuración persistente
Autoconfiguración. Anuncio de prefijos
ICMPv6

Preparación del entorno para la práctica

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



El fichero de configuración de la topología tendría el siguiente contenido:

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

Dirección de enlace local

Una dirección de enlace local es únicamente válida en la subred que está definida. Ningún encaminador dará salida a un datagrama con una dirección de enlace local como destino. El prefijo de formato para estas direcciones es `fe80::/10`.

Ejercicio 1 [VM1,VM2]. Activar el interfaz `eth0` en VM1 y VM2. Comprobar las direcciones de enlace local que tienen asignadas con el comando `ip`.

VM1: $sudo ip link set dev eth0 up

$sudo ip address

fe80::a00:27ff:fe51:d111/64

VM2: $sudo ip link set dev eth0 up

$ip address

fe80::a00:27ff:fe5e:d355/64

Ejercicio 2 [VM1,VM2]. Comprobar la conectividad entre VM1 y VM2 con la orden `ping6`. Cuando se usan direcciones de enlace local, y **sólo en ese caso**, es necesario especificar el interfaz origen, añadiendo `%<nombre_interfaz>` a la dirección. Consultar las opciones del comando `ping6` en la página de manual. Observar el tráfico que generado con la herramienta `wireshark` , especialmente los protocolos encapsulados en cada datagrama y los parámetros del protocolo IPv6.

VM1: $sudo ping6 fe80::a00:27ff:fe51:d111 -I eth0

Protocolo ICMPv6:

- Neighbor Solicitation.
- Router Solicitation.
- Echo Request/Reply.

Para saber más… En el protocolo IPv4 también se reserva un bloque de direcciones (`169.254.1.0-169.254.254.255`) para direccionamiento de enlace local, cuando no es posible la configuración de los interfaces por otras vías. Los detalles se describen en el RFC 3927.

Dirección ULA

Una dirección ULA (*Unique Local Address*) puede usarse dentro de una organización, de forma que los encaminadores internos del sitio deben encaminar los datagramas con una dirección ULA como destino. El prefijo de formato para estas direcciones es `fc00::/7`.

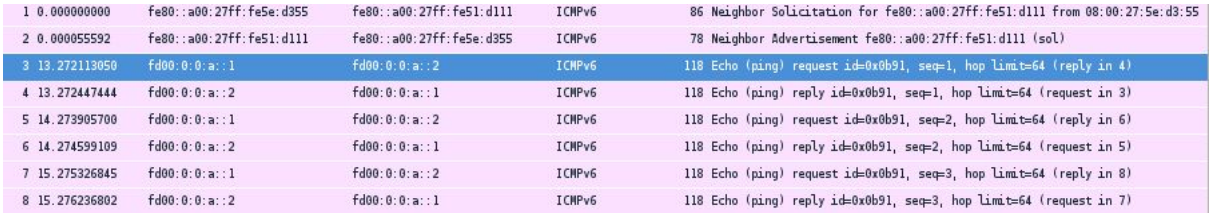
Ejercicio 1 [VM1,VM2]. Configurar VM1 y VM2 para que tengan una dirección ULA en la red `fd00:0:0:a::/64` con el comando `ip`. La parte de identificador de interfaz puede elegirse libremente, siempre que no coincida para ambas máquinas. **Nota:** Incluir la longitud del prefijo al fijar las direcciones.

VM1: $sudo ip a add fd00:0:0:a::1/64 dev eth0

VM2: $sudo ip a add fd00:0:0:a::2/64 dev eth0

Ejercicio 2 [VM1,VM2]. Comprobar la conectividad entre VM1 y VM2 con la orden `ping6` usando la nueva dirección. Observar los mensajes intercambiados con `wireshark`.

VM1: $sudo ping6 fd00:0:0:a::2 -I eth0



1	0.000000000	fe80::a00:27ff:fe5e:d355	fe80::a00:27ff:fe51:d111	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::a00:27ff:fe51:d111 from 08:00:27:5e:d3:55
2	0.000055592	fe80::a00:27ff:fe51:d111	fe80::a00:27ff:fe5e:d355	ICMPv6	78 Neighbor Advertisement fe80::a00:27ff:fe51:d111 (sol)
3	13.272113050	fd00:0:0:a::1	fd00:0:0:a::2	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x0b91, seq=1, hop limit=64 (reply in 4)
4	13.272447444	fd00:0:0:a::2	fd00:0:0:a::1	ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x0b91, seq=1, hop limit=64 (request in 3)
5	14.273905700	fd00:0:0:a::1	fd00:0:0:a::2	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x0b91, seq=2, hop limit=64 (reply in 6)
6	14.274599109	fd00:0:0:a::2	fd00:0:0:a::1	ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x0b91, seq=2, hop limit=64 (request in 5)
7	15.275326845	fd00:0:0:a::1	fd00:0:0:a::2	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x0b91, seq=3, hop limit=64 (reply in 8)
8	15.276236802	fd00:0:0:a::2	fd00:0:0:a::1	ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x0b91, seq=3, hop limit=64 (request in 7)

Ejercicio 3 [Router,VM4]. Activar el interfaz `eth0` de VM4 y los dos interfaces de Router. Comprobar la conectividad entre Router y VM1, y entre Router y VM4 usando la dirección de enlace local. **Nota**: Recordar la necesidad en este caso de especificar el interfaz origen.

VM4: $sudo ip link set dev eth0 up

VM3: $sudo ip link set dev eth0 up

$sudo ip link set dev eth1 up

VM1 - VM3: $ ping6 fe80::a00:27ff:fe47:f0d6 -I eth0

VM3 - VM4: $ ping6 fe80::a00:27ff:feb9:2042 -I eth1

Ejercicio 4 [Router,VM4]. Configurar direcciones ULA en los dos interfaces de Router (redes `fd00:0:0:a::/64` y `fd00:0:0:b::/64`) y en el de VM4 (red `fd00:0:0:b::/64`). Elegir el identificador de interfaz de forma que no coincida dentro de la misma red.

VM3: $ sudo ip a add fd00:0:0:a::3/64 dev eth0

$ sudo ip a add fd00:0:0:b::1/64 dev eth1

VM4: $ sudo ip a add fd00:0:0:b::2/64 dev eth0

Ejercicio 5. Comprobar la conectividad entre Router y VM1, y entre Router y VM4 usando direcciones ULA. Comprobar además que VM1 no puede alcanzar a VM4.

VM3-VM1: $sudo ping6 fd00:0:0:a::1 -I eth0

VM3-VM4: $sudo ping6 fd00:0:0:b::2 -I eth1

VM1-VM4: $sudo ping6 fd00:0:0:b::2 -I eth0 -> Network is unreachable

Encaminamiento estático

Según la topología que hemos configurado en esta práctica, Router debe encaminar el tráfico entre las redes `fd00:0:0:a::/64` y `fd00:0:0:b::/64`. En esta sección vamos a configurar un encaminamiento estático basado en las rutas que fijaremos manualmente en todas las máquinas.

Ejercicio 1 [VM1, Router]. Consultar las tablas de rutas en VM1 y Router con el comando `ip route`. Consultar la página de manual del comando para seleccionar las rutas IPv6.

VM1: route -6

Ejemplo con VM1:

```
fd00:0:0:a::/64            [::]                U    256 1    35 eth0
fe80::/64                  [::]                U    256 1    15 eth0
[::]/0                     [::]                !n   -1  1   183 lo
localhost/128              [::]                Un   0   2    27 lo
localhost.localdomain/128  [::]                Un   0   2    36 lo
localhost.localdomain/128  [::]                Un   0   2  5562 lo
ff00::/8                   [::]                U    256 1     2 eth0
[::]/0                     [::]                !n   -1  1   183 lo
```

VM3: route -6

Página del manual: man route

Ejercicio 2 [Router]. Para que Router actúe efectivamente como encaminador, hay que activar el reenvío de paquetes (*packet forwarding*). De forma temporal, se puede activar con el comando `sysctl -w net.ipv6.conf.all.forwarding=1.`

```
VM3: $ sudo sysctl -w net.ipv6.conf.all.forwarding=1
```

Ejercicio 3 [VM1,VM2,VM4]. Finalmente, hay que configurar la tabla de rutas en las máquinas virtuales. Añadir la dirección correspondiente de Router como ruta por defecto con el comando `ip route`. Comprobar la conectividad entre VM1 y VM4 usando el comando `ping6`.

VM1: $sudo ip -6 route add fd00:0:0:b::/64 via fd00:0:0:a::3

VM2: $sudo ip -6 route add fd00:0:0:b::/64 via fd00:0:0:a::3

VM4: $sudo ip -6 route add fd00:0:0:a::/64 via fd00:0:0:b::1

VM1-VM4: $sudo ping6 fd00:0:0:b::2 -I eth0

Ejercicio 4 [VM1,Router,VM4]. Borrar la *cache* de vecinos en VM1 y Router (con `ip neigh flush dev eth0`). Con ayuda de la herramienta `wireshark`, completar la siguiente tabla al usar la orden `ping6` entre VM1 y VM4 con todos los mensajes hasta el primer ICMP Echo Reply:

VM1:$ sudo ip neigh flush dev eth0

VM3:$ sudo ip neigh flush dev eth0

VM1-VM4:

Red `fd00:0:0:a::/64` - VM1 - router con eth0

MAC Origen	**MAC Destino**	**IPv6 Origen**	**IPv6 Destino**	**ICMPv6 Tipo**
VM1	Broadcast	VM1	Multicast	Neighbor Solicitation
VM3	VM1	VM3	VM1	Neighbor Advertisement
VM1	VM3	VM1	VM4	Echo request
VM3	VM1	VM4	VM1	Echo reply

Red `fd00:0:0:b::/64` - VM4- router con eth1

MAC Origen	**MAC Destino**	**IPv6 Origen**	**IPv6 Destino**	**ICMPv6 Tipo**
VM4	Broadcast	VM4	Multicast	Neighbor Solicitation
VM3	VM4	VM3	VM4	Neighbor Advertisement
VM4	VM3	VM4	VM1	Echo request
VM3	VM4	VM1	VM4	Echo reply

Configuración persistente

Las configuraciones realizadas en los apartados anteriores son volátiles y desaparecen cuando se reinician las máquinas. Durante el arranque del sistema se pueden configurar automáticamente determinados interfaces según la información almacenada en el disco.
**********No es correcto, arreglar**********

Ejercicio 1 [Router]. Crear los ficheros `ifcfg-eth0` e `ifcfg-eth1` en el directorio `/etc/sysconfig/network-scripts/` con la configuración de cada interfaz. Usar las siguientes opciones:

VM3: $sudo nano /etc/sysconfig/network-scripts/`ifcfg-eth0`

$sudo nano /etc/sysconfig/network-scripts/`ifcfg-eth1`

Type=Ethernet

BOOTPROTO=static

IPV6ADDR=fd00:0:0:a::f

DEVICE=eth0

TYPE=Ethernet

BOOTPROTO=static

IPV6ADDR=fd00:0:0:b::f

DEVICE=eth1

Para IPv6:	Para IPV4:
Type=Ethernet BOOTPROTO=static IPV6ADDR=*<dirección IP en formato CIDR>* IPV6_DEFAULTGW=*<dirección IP del encaminador por defecto (si existe)>* DEVICE=*<nombre del interfaz (eth0...)>*	Type=Ethernet BOOTPROTO=static IPADDR=*<dirección IP en formato CIDR>* GATEWAY=*<dirección IP del encaminador por defecto (si existe)>* DEVICE=*<nombre del interfaz (eth0...)>*

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

Ejercicio 2 [Router]. Comprobar la configuración automática con las órdenes `ifup` e `ifdown`.

$sudo ifup eth0

$sudo ifdown eth0

Autoconfiguración. Anuncio de prefijos

El protocolo de descubrimiento de vecinos se usa también para la autoconfiguración de los interfaces de red. Cuando se activa un interfaz, se envía un mensaje de descubrimiento de encaminadores. Los encaminadores presentes responden con un anuncio que contiene, entre otros, el prefijo de la red.

Ejercicio 1 [VM1, VM2, VM4]. Eliminar las direcciones ULA de los interfaces (con `ip addr del`) y desactivarlos (con `ip link set eth0 down`).

VM1: $ sudo ip a del fd00:0:0:a::1/64 dev eth0

$sudo ip link set eth0 down

VM2: $sudo ip a del fd00:0:0:a::2/64 dev eth0

$sudo ip link set eth0 down

VM4: $ sudo ip a del fd00:0:0:b::2/64 dev eth0

$sudo ip link set eth0 down

Ejercicio 2 [Router]. Configurar el servicio `zebra` para que que el encaminador anuncie prefijos. Para ello, crear el archivo `/etc/quagga/zebra.conf` e incluir la información de los prefijos para las dos redes. Cada entrada será de la forma:

$sudo nano /etc/quagga/zebra.conf
interface eth0
 no ipv6 nd suppress-ra
 ipv6 nd prefix fd00:0:0:a::/64
interface eth1
 no ipv6 nd suppress-ra
 ipv6 nd prefix fd00:0:0:b::/64

```
interface eth0
  no ipv6 nd suppress-ra
  ipv6 nd prefix fd00:0:0:a::/64
```

Finalmente, arrancar el servicio con el comando `service zebra start`.

Nota: En `/usr/share/doc/quagga-0.99.22.4` hay archivos de configuración de ejemplo.

Ejercicio 3 [VM4]. Comprobar la autoconfiguración del interfaz de red en VM4, activando el interfaz y consultando la dirección asignada.

VM4: $sudo ip link set eth0 up

$sudo ip a

Ejercicio 4 [VM1,VM2]. Estudiar los mensajes del protocolo de descubrimiento de vecinos:

- Activar el interfaz en VM2, comprobar que está configurado correctamente e iniciar una captura de tráfico con `wireshark`.

  VM2: $sudo ip link set eth0 up
  $sudo ip a
  wireshark&

- Activar el interfaz en VM1 y estudiar los mensajes ICMP de tipo Router Solicitation y Router Advertisement.

  VM1: $sudo link set eth0 up
  $sudo ip a

- Comprobar las direcciones destino y origen de los datagramas, así como las direcciones destino y origen de la trama Ethernet. Especialmente la relación entre las direcciones IP y MAC. Estudiar la salida del comando `ip maddr`.

  ```
  VM1: $sudo ip maddr
  ```

Para saber más… En el proceso de autoconfiguración se genera también el identificador de interfaz según el "extended unique identifier" (EUI-64) que se describe en el RFC 4193. La configuración del protocolo de anuncio de encaminadores tiene múltiples opciones que se pueden consultar en la documentación de `zebra` (ej. intervalo entre anuncios no solicitados). Cuando sólo se necesita un servicio que implemente el anuncio de prefijos, y no algoritmos de encaminamiento para el router, se puede usar el proyecto de código libre *"Router Advertisement Daemon"*, `radvd`.

Ejercicio 5 ***[VM1].*** La generación del identificador de interfaz mediante EUI-64 supone un problema de privacidad para las máquinas clientes, que pueden ser rastreadas por su dirección MAC. En estos casos, es conveniente activar las extensiones de privacidad para generar un identificador de interfaz pseudoaleatorio temporal para las direcciones globales. Activar las extensiones de privacidad en VM1 con `sysctl -w net.ipv6.conf.eth0.use_tempaddr=2`.

VM1: $sudo ip a del fe80::a00:27ff:fe51:d111/64 dev eth0

$ sudo ip link set eth0 down

$ sudo sysctl -w net.ipv6.conf.eth0.use_tempaddr=2

$ sudo ip link set eth0 up

ICMPv6

El protocolo ICMPv6 permite el intercambio de mensajes para el control de la red, tanto para la detección de errores como para la consulta de la configuración de ésta. Durante el desarrollo de la práctica hemos visto los más importantes.

Ejercicio 1. Generar mensajes de los siguientes tipos en la red y estudiarlos con ayuda de la herramienta `wireshark`:

$sudo wireshark&

VM1: $sudo ping6 fd00:0:0:b::2 -I eth0

- Solicitud y respuesta de eco.
- Solicitud y anuncio de encaminador.
- Solicitud y anuncio de vecino.
- Destino inalcanzable - Sin ruta al destino (Code: 0).