

Práctica 1.4. Protocolo IPv6

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.



Activar el **portapapeles bidireccional** (menú Dispositivos) en las máquinas virtuales.

Usar la opción de Virtualbox (menú Ver) para realizar **capturas de pantalla**.

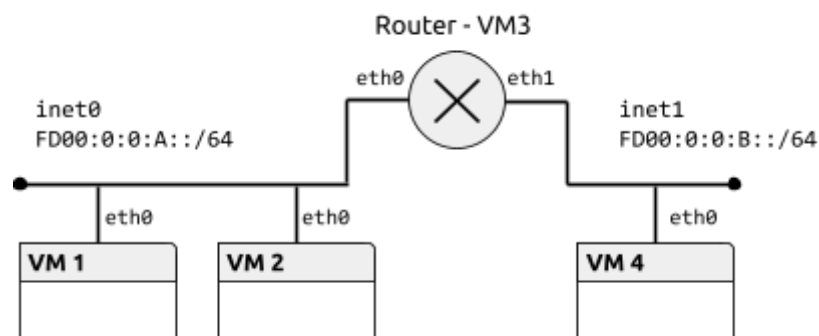
La **contraseña** del usuario cursoredes es cursoredes.

Contenidos

- Preparación del entorno para la práctica
- Direcciones de enlace local
- Direcciones 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
```

Direcciones 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.

Ejercicio 2 [VM1, VM2]. Comprobar la conectividad entre VM1 y VM2 con la orden ping6 (o ping -6). 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 generado con Wireshark, especialmente los protocolos encapsulados en cada datagrama y los parámetros del protocolo IPv6.

Copiar el comando utilizados y su salida. Copiar una captura de pantalla de Wireshark donde se vean los campos de la cabecera IPv6.

En VM1:

```
[cursoredes@localhost ~]$ ping6 -c 1 fe80::a00:27ff:fe7d:3bfc%eth0
PING fe80::a00:27ff:fe7d:3bfc%eth0(fe80::a00:27ff:fe7d:3bfc%eth0) 56 data bytes
64 bytes from fe80::a00:27ff:fe7d:3bfc%eth0: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.996 ms
```

```
--- fe80::a00:27ff:fe7d:3bfc%eth0 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.996/0.996/0.996/0.000 ms
```

En VM2:

No.	Time	Source	Destination	Protoc	Lengl	Info
1	0.00000000	fe80::a00:27ff:feccff02::1:ff7d:3bfc	ICMPv6		86	Neighbor Solicitation for fe80::
2	0.00055758	fe80::a00:27ff:fe7cfe80::a00:27ff:fecc	ICMPv6		86	Neighbor Advertisement fe80::
3	0.00057575	fe80::a00:27ff:feccfe80::a00:27ff:fe7c	ICMPv6		118	Echo (ping) request id=0x0778
4	0.00110419	fe80::a00:27ff:fe7cfe80::a00:27ff:fecc	ICMPv6		118	Echo (ping) reply id=0x0778,
5	5.00497057	fe80::a00:27ff:fe7cfe80::a00:27ff:fecc	ICMPv6		86	Neighbor Solicitation for fe80::
6	5.00500074	fe80::a00:27ff:feccfe80::a00:27ff:fe7c	ICMPv6		78	Neighbor Advertisement fe80::

▶ Frame 1: 86 bytes on wire (688 bits), 86 bytes captured (688 bits) on interface 0

▶ Ethernet II, Src: CadmusCo_cd:0c:09 (08:00:27:cd:0c:09), Dst: IPv6mcast_ff:7d:3b:fc (33:33:ff:7d:3b:fc)

▶ Internet Protocol Version 6, Src: fe80::a00:27ff:fecc:c09 (fe80::a00:27ff:fecc:c09), Dst: ff02::1

▶ Internet Control Message Protocol v6

0000	33 33 ff 7d 3b fc 08 00	27 cd 0c 09 86 dd 60 00	33.);... '.....'
0010	00 00 00 20 3a ff fe 80	00 00 00 00 00 00 0a 00	... :...
0020	27 ff fe cd 0c 09 ff 02	00 00 00 00 00 00 00 00	'.....
0030	00 01 ff 7d 3b fc 87 00	5a fe 00 00 00 00 fe 80	...};... Z.....
0040	00 00 00 00 00 00 0a 00	27 ff fe 7d 3b fc 01 01 '...};...

File: "/tmp/wireshark_pcapng_eth0_..." Packets: 6 · Displayed: 6 (100.0...) Profile: Default

Ejercicio 3 [Router, VM4]. Activar el interfaz 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.

Copiar los comandos utilizados y su salida.

En Router:

```
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip address add FD00:0:0:A::/64 dev eth0
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip link set dev eth0 up
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip address add FD00:0:0:B::/64 dev eth1
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip link set dev eth1 up
```

Conexion VM1-ROUTER

```
[cursoredes@localhost ~]$ ping6 -c 1 -I eth0 fe80::a00:27ff:fe0e:9db6%eth0

PING fe80::a00:27ff:fe0e:9db6%eth0(fe80::a00:27ff:fe0e:9db6%eth0) from fe80::a00:27ff:fed4:4bc4%eth0
eth0: 56 data bytes
64 bytes from fe80::a00:27ff:fe0e:9db6%eth0: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.951 ms

--- fe80::a00:27ff:fe0e:9db6%eth0 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.951/0.951/0.951/0.000 ms

Conexion VM4-ROUTER
[cursoredes@localhost ~]$ ping6 -c 1 fe80::a00:27ff:fe0e:9db6%eth1

PING fe80::a00:27ff:fe0e:9db6%eth1(fe80::a00:27ff:fe0e:9db6%eth1) 56 data bytes
64 bytes from fe80::a00:27ff:fe0e:9db6%eth1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.511 ms

--- fe80::a00:27ff:fe0e:9db6%eth1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.511/0.511/0.511/0.000 ms

En VM4:
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip address
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 08:00:27:0e:9d:b6 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 fd00:0:0:b::/64 scope global tentative dadfailed
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fe0e:9db6/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

Para saber más... En el protocolo IPv4 también se reserva el bloque 169.254.0.0/16 para direcciones de enlace local, cuando no es posible la configuración de los interfaces por otras vías. Los detalles se describen en el RFC 3927.

Direcciones 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 4 [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. Incluir la longitud del prefijo al fijar las direcciones.

Copiar los comandos utilizados.

EN VM1:

```
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip a add fd00:0:0:a::1/64 dev eth0
```

EN VM2:

```
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip a add fd00:0:0:a::2/64 dev eth0
```

Ejercicio 5 [VM1, VM2]. Comprobar la conectividad entre VM1 y VM2 con la orden ping6 usando la nueva dirección. Observar los mensajes intercambiados con Wireshark.

No.	Time	Source	Destination	Protoc	Length	Info
1	0.00000000	fd00:0:0:a::1	ff02::1:ff00:2	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fd00:0:0:a::1
2	0.00003197	fd00:0:0:a::2	fd00:0:0:a::1	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement fd00:0:0:a::2
3	0.00038001	fd00:0:0:a::1	fd00:0:0:a::2	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x0902
4	0.00039226	fd00:0:0:a::2	fd00:0:0:a::1	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x0902, seq=0

▶ Frame 1: 86 bytes on wire (688 bits), 86 bytes captured (688 bits) on interface 0
▶ Ethernet II, Src: CadmusCo_cd:0c:09 (08:00:27:cd:0c:09), Dst: IPv6mcast_ff:00:00:02 (33:33:ff:00:00:02)
▶ Internet Protocol Version 6, Src: fd00:0:0:a::1 (fd00:0:0:a::1), Dst: ff02::1:ff00:2 (ff02::1:ff00:2)
▶ Internet Control Message Protocol v6

Ejercicio 6 [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.

Copiar los comandos utilizados.

EN ROUTER:

```
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip a add fd00:0:0:a::3/64 dev eth0
```

```
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip a add fd00:0:0:b::3/64 dev eth1
```

EN VM4:

```
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip a add fd00:0:0:b::4/64 dev eth0
```

Ejercicio 7 [Router]. Comprobar la conectividad entre Router y VM1, y entre Router y VM4 usando direcciones ULA. Comprobar además que VM1 no puede alcanzar a VM4.

Copiar los comandos utilizados.

ROUTER-VM1:

```
[cursoredes@localhost ~]$ ping6 -c 1 fd00:0:0:a::1
```

```
PING fd00:0:0:a::1 (fd00:0:0:a::1) 56 data bytes
```

```
64 bytes from fd00:0:0:a::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.27 ms
```

```

--- fd00:0:0:a::1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.272/1.272/1.272/0.000 ms

ROUTER-VM4:
[cursoredes@localhost ~]$ ping6 -c 1 fd00:0:0:b::24
PING fd00:0:0:b::4(fd00:0:0:b::4) 56 data bytes
64 bytes from fd00:0:0:b::2: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.00 ms

--- fd00:0:0:b::4 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.003/1.003/1.003/0.000 ms

VM1-VM4:
[cursoredes@localhost ~]$ ping6 -c 1 fd00:0:0:b::4
connect: 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 8 [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.

```

[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip -6 route
unreachable ::/96 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable ::ffff:0.0.0.0/96 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:a00::/24 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:7f00::/24 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:a9fe::/32 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:ac10::/28 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:c0a8::/32 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:e000::/19 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 3ffe:ffff::/32 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
fd00:0:0:a::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
fe80::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium

```

Ejercicio 9 [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`.

Ejercicio 10 [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`.

Copiar los comandos utilizados y su salida

```

EN VM1:
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip route add default via fd00:0:0:a::3
[cursoredes@localhost ~]$ ping6 -c 1 fd00:0:0:b::4

```

```
PING fd00:0:0:b::4(fd00:0:0:b::4) 56 data bytes
64 bytes from fd00:0:0:b::4: icmp_seq=1 ttl=63 time=1.74 ms
```

```
--- fd00:0:0:b::4 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.743/1.743/1.743/0.000 ms
```

```
EN VM2:
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip route add default via fd00:0:0:a::3
```

```
EN VM1:
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip route add default via fd00:0:0:b::3
```

Ejercicio 11 [VM1, Router, VM4]. Abrir Wireshark en Router e iniciar dos capturas, una en cada interfaz de red. Borrar la tabla de vecinos en VM1 y Router (con `ip neigh flush dev <interfaz>`). Usar la orden `ping6` entre VM1 y VM4. Completar la siguiente tabla con todos los mensajes hasta el primer ICMP Echo Reply:

Red fd00:0:0:a::/64 - Router (eth0)

MAC Origen	MAC Destino	IPv6 Origen	IPv6 Destino	ICMPv6 Tipo
08:00:27:cd:0c:09	33:33:ff:00:00:03	fe80::a00:27ff:fecc:c09	ff02::1:ff00:3	Neighbour solicitation
08:00:27:d4:4b:c4	08:00:27:cd:0c:09	fd00:0:0:a::3	fe80::a00:27ff:fecc:c09	Neighbour advertisement
08:00:27:cd:0c:09	08:00:27:d4:4b:c4	fd00:0:0:a::1	fd00:0:0:b::4	Echo request
08:00:27:d4:4b:c4	08:00:27:cd:0c:09	fd00:0:0:b::4	fd00:0:0:a::1	Echo reply

Red fd00:0:0:b::/64 - Router (eth1)

MAC Origen	MAC Destino	IPv6 Origen	IPv6 Destino	ICMPv6 Tipo
08:00:27:c3:57:25	33:33:ff:00:00:04	fe80::a00:27ff:fec3:5725	ff02::1:ff00:4	Neighbour solicitation
08:00:27:03:9d:b6	08:00:27:c3:57:25	fd00:0:0:b::4	fe80::a00:27ff:fec3:5725	Neighbour advertisement
08:00:27:c3:57:25	08:00:27:03:9d:b6	fd00:0:0:a::1	fd00:0:0:b::4	Echo request
08:00:27:03:9d:b6	08:00:27:c3:57:25	fd00:0:0:b::4	fd00:0:0:a::1	Echo reply

Copiar dos capturas de pantalla de Wireshark.

Eth0:

No.	Time	Source	Destination	Protoc	Leng	Info
1	0.00000000	fd00:0:0:a::1	ff02::1:ff00:3	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fd00:0:0:a::1
2	0.00004230	fd00:0:0:a::3	fd00:0:0:a::1	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement fd00:0:0:a::3
3	0.00006372	fe80::a00:27ff:feccff02::1:ff00:3	ff02::1:ff00:3	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fd00:0:0:a::1
4	0.00007280	fd00:0:0:a::3	fe80::a00:27ff:feccff02::1:ff00:3	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement fd00:0:0:a::3
5	0.00008075	fe80::a00:27ff:feccff02::1:ff00:3	ff02::1:ff00:3	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fd00:0:0:a::1
6	0.00008571	fd00:0:0:a::3	fe80::a00:27ff:feccff02::1:ff00:3	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement fd00:0:0:a::3
7	0.00060545	fd00:0:0:a::1	fd00:0:0:b::4	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x2865
8	0.00181453	fd00:0:0:b::4	fd00:0:0:a::1	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x2865

Frame 8: 118 bytes on wire (944 bits), 118 bytes captured (944 bits) on interface 0

Ethernet II, Src: CadmusCo_d4:4b:c4 (08:00:27:d4:4b:c4), Dst: CadmusCo_cd:0c:09 (08:00:27:cd:0c:09)

Destination: CadmusCo_cd:0c:09 (08:00:27:cd:0c:09)

Source: CadmusCo_d4:4b:c4 (08:00:27:d4:4b:c4)

Type: IPv6 (0x0008)

```

0000  08 00 27 cd 0c 09 08 00 27 d4 4b c4 86 dd 60 00  ..'....'.K...
0010  00 00 00 40 3a 3f fd 00 00 00 00 00 0b 00 00  ...@:?...
0020  00 00 00 00 00 00 04 fd 00 00 00 00 00 0a 00 00  ....
0030  00 00 00 00 00 01 81 00 e9 2e 28 65 00 01 a6 ff  ....(e....

```

Eth1:

No.	Time	Source	Destination	Protoc	Leng	Info
1	0.00000000	fe80::a00:27ff:feccff02::1:ff00:4	ff02::1:ff00:4	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fd00:0:0:b::4
2	0.00059618	fd00:0:0:b::4	fe80::a00:27ff:feccff02::1:ff00:4	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement fd00:0:0:b::4
3	0.00061237	fd00:0:0:a::1	fd00:0:0:b::4	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x2865
4	0.00116758	fd00:0:0:b::4	fd00:0:0:a::1	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x2865
5	5.00802114	fe80::a00:27ff:fe0e	fe80::a00:27ff:feccff02::1:ff00:4	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fd00:0:0:b::4
6	5.00810440	fe80::a00:27ff:feccff02::1:ff00:4	fe80::a00:27ff:fe0e	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::a00:27ff:fe0e

Frame 1: 86 bytes on wire (688 bits), 86 bytes captured (688 bits) on interface 0

Ethernet II, Src: CadmusCo_c3:57:25 (08:00:27:c3:57:25), Dst: IPv6mcast_ff:00:00:04 (33:33:ff:00:00:04)

Internet Protocol Version 6, Src: fe80::a00:27ff:feccff02::1:ff00:4 (fe80::a00:27ff:feccff02::1:ff00:4), Dst: ff02::1:ff00:4 (ff02::1:ff00:4)

Internet Control Message Protocol v6

```

0000  33 33 ff 00 00 04 08 00 27 c3 57 25 86 dd 60 00  33.....'.W%..
0010  00 00 00 20 3a ff fe 80 00 00 00 00 00 00 0a 00  ...:....
0020  27 ff fe c3 57 25 ff 02 00 00 00 00 00 00 00 00  '...W%....
0030  00 01 ff 00 00 04 87 00 6f 39 00 00 00 00 fd 00  ....o9....
0040  00 00 00 00 0b 00 00 00 00 00 00 00 00 04 01 01  ....

```

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 los interfaces según la información almacenada en el disco.

Ejercicio 12 [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 (descritas en /usr/share/doc/initscripts-*/sysconfig.txt):

```
TYPE=Ethernet
BOOTPROTO=none
IPV6ADDR=<dirección IP en formato CIDR>
IPV6_DEFAULTGW=<dirección IP del encaminador por defecto (en este caso, no tiene)>
DEVICE=<nombre del interfaz>
```

```
Eth0:
TYPE=Ethernet
BOOTPROTO=none
IPV6ADDR= fd00:0:0:a::3/64
DEVICE = eth0
```

```
Eth1:
TYPE=Ethernet
BOOTPROTO=none
IPV6ADDR= fd00:0:0:a::3/64
DEVICE = eth0sudo
```

Ejercicio 13 [Router]. Comprobar la configuración persistente con las órdenes `ifup` e `ifdown`.

Copiar los comandos utilizados y su salida.

```
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ifup eth0
INFO : [ipv6_wait_tentative] Waiting for interface eth0 IPv6 address(es) to leave the 'tentative' state
INFO : [ipv6_wait_tentative] Waiting for interface eth0 IPv6 address(es) to leave the 'tentative' state
[cursoredes@localhost ~]$ 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 14 [VM1, VM2, VM4]. Eliminar las direcciones ULA de los interfaces desactivándolos con `ip link`.

Ejercicio 15 [Router]. Configurar el servicio `zebra` para 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:

```
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`.

Ejercicio 16 [VM4]. Comprobar la autoconfiguración del interfaz de red en VM4, volviendo a activar el

interfaz y consultando la dirección asignada.

Copiar la dirección asignada.

```
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip link set dev eth0 up
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip address
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 08:00:27:0e:9d:b6 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 fd00::b:a00:27ff:fe0e:9db6/64 scope global mngtmpaddr dynamic
        valid_lft 2591992sec preferred_lft 604792sec
    inet6 fe80::a00:27ff:fe0e:9db6/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

Ejercicio 17 [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 paquetes con Wireshark.
- Activar el interfaz en VM1 y estudiar los mensajes ICMP de tipo Router Solicitation y Router Advertisement.
- 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`.

Copiar una captura de pantalla de Wireshark.

No.	Time	Source	Destination	Protoc	Length	Info
1	0.000000000 ::		ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Mes
2	0.18955761 ::		ff02::1:ffcd:c09	ICMPv6	78	Neighbor Solicitation for fe8
3	0.55942247 ::		ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Mes
4	1.19128477	fe80::a00:27ff:feccff02::16		ICMPv6	90	Multicast Listener Report Mes
5	1.19132287	fe80::a00:27ff:feccff02::2		ICMPv6	70	Router Solicitation from 08:0
6	1.19216710	fe80::a00:27ff:fed4ff02::1		ICMPv6	110	Router Advertisement from 08:
7	1.68907515	fe80::a00:27ff:feccff02::16		ICMPv6	90	Multicast Listener Report Mes
8	2.07367801 ::		ff02::1:ffcd:c09	ICMPv6	78	Neighbor Solicitation for fd0

▶ Frame 1: 90 bytes on wire (720 bits), 90 bytes captured (720 bits) on interface 0						
▶ Ethernet II, Src: CadmusCo_cd:0c:09 (08:00:27:cd:0c:09), Dst: IPv6mcast_00:00:00:16 (33:33:00:00:						
▶ Internet Protocol Version 6, Src: :: (:), Dst: ff02::16 (ff02::16)						
▶ Internet Control Message Protocol v6						

0000	33	33	00	00	00	16	08	00	27	cd	0c	09	86	dd	60	00	33.....'.....'
0010	00	00	00	24	00	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	...\$....
0020	00	00	00	00	00	00	ff	02	00	00	00	00	00	00	00	00
0030	00	00	00	00	00	16	3a	00	05	02	00	00	01	00	8f	00
0040	62	b4	00	00	00	01	04	00	00	00	ff	02	00	00	00	00	b.....

File: "/tmp/w... cursoredes@localhost:~" Packets: 8 · Displa... Profile: Default

```

ip maddr:
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip maddr
1:      lo
      inet 224.0.0.1
      inet6 ff02::1
      inet6 ff01::1
2:      eth0
      link 33:33:00:00:00:01
      link 01:00:5e:00:00:01
      link 33:33:ff:7d:3b:fc
      inet 224.0.0.1
      inet6 ff02::1:ff7d:3bfc users 2
      inet6 ff02::1
      inet6 ff01::1

```

Para saber más... En el proceso de autoconfiguración se genera también el identificador de interfaz según el *Extended Unique Identifier* (EUI-64) modificado. 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 18 [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 sudo.

```

[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip address
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:cd:0c:09 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 fd00::a00:27ff:fe0d:c09/64 scope global mngtmpaddr dynamic
        valid_lft 2591779sec preferred_lft 604579sec
    inet6 fe80::a00:27ff:fe0d:c09/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever

[cursoredes@localhost ~]$ sudo sysctl -w net.ipv6.conf.eth0.use_tempaddr=2
net.ipv6.conf.eth0.use_tempaddr = 2
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip link set dev eth0 down
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip link set dev eth0 up

```

```
[cursoredes@localhost ~]$ sudo ip address
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:cd:0c:09 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 fd00::a:5043:2a1a:1530:e877/64 scope global temporary dynamic
        valid_lft 604795sec preferred_lft 85795sec
    inet6 fd00::a:a00:27ff:fe0d:c09/64 scope global mngtmpaddr dynamic
        valid_lft 2591995sec preferred_lft 604795sec
    inet6 fe80::a00:27ff:fe0d:c09/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

La dirección asignada es:

```
inet6 fd00::a:5043:2a1a:1530:e877/64 scope global temporary dynamic
    valid_lft 604795sec preferred_lft 85795sec
```

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 19. Generar mensajes de los siguientes tipos en la red y estudiarlos con ayuda de Wireshark:

- Solicitud y respuesta de eco.
- Solicitud y anuncio de encaminador.
- Solicitud y anuncio de vecino.
- Destino inalcanzable - Sin ruta al destino (Code: 0).
- Destino inalcanzable - Dirección inalcanzable (Code: 3)
- Destino inalcanzable - Puerto inalcanzable (Code: 4)

Copiar capturas de pantalla de Wireshark con los tres últimos mensajes.

- Destino inalcanzable - Sin ruta al destino (Code: 0): utilizar una red inexistente

```
[cursoredes@localhost ~]$ ping6 -c 1 fd00:0:0:c::3
connect: Network is unreachable
```

- Destino inalcanzable - Dirección inalcanzable (Code: 3): utilizar un identificador inexistente de una red accesible.

```
[cursoredes@localhost ~]$ ping6 -c 1 fd00:0:0:a::5
PING fd00:0:0:a::5(fd00:0:0:a::5) 56 data bytes
From fd00:0:0:a::2 icmp_seq=1 Destination unreachable: Address unreachable
```

```
--- fd00:0:0:a::5 ping statistics ---
1 packets transmitted, 0 received, +1 errors, 100% packet loss, time 0ms
```

Escribo estos dos comandos pero en el wireshark no me aparecen los mensajes de fallo del ICMPv6, Tan solo me aparecen neighbour solicitation y advertisement.

- Destino inalcanzable - Puerto inalcanzable (Code: 4)