

1. IPv6

Versión 2.1, abril 2022

Alumno (apellidos, nombre (DNI): Juan José López Gómez

Alumno (apellidos, nombre (DNI): Sergio Sánchez García

Fecha: 19/04/2022

Duración estimada de la práctica: 2 sesión de 2h.

Contenido

IPv6	1
Diagnóstico (Windows o MACOS vs Linux)	3
Interfaces de red	3
Tablas de encaminamiento	6
Descubrimiento de vecinos	9
Direcciones multicast	13
DNS en IPv6	14
Procesos que utilizan IPv6	16
Direccionamiento	18
Direcciones locales de enlace	18
Autoconfiguración de direcciones sin intervención	21
Detección de direcciones duplicadas	25
Configurando routers	27
Direcciones globales	32
Autoconfiguración de direcciones IPv6 globales	45
Encaminamiento entre máquinas remotas	48

1.1. Diagnóstico (Windows o MACOS vs Linux)

El objetivo principal de esta primera parte de la práctica es conocer las órdenes de diferentes sistemas operativos que están relacionadas con IPv6 y saber interpretar la salida que nos proporcionan. Además, nos servirá para comparar las órdenes y su salida en los diferentes SSOO.

1.1.1. Interfaces de red

1. Obtenga las direcciones IPv6 de todas las interfaces de red en el equipo Windows con la orden: *netsh interface ipv6 show interface [numinterfaz]*. Describa las interfaces de red con soporte IPv6 que existen.

Al hacer uso de la orden *netsh interface ipv6 show interface* podemos observar que la salida que se produce por la consola de comandos es la siguiente:

Aparecen cuatro interfaces tres de ellas conectadas (LoopBack, el ethernet de la tarjeta de red y la interfaz que utiliza la máquina virtual), los otros datos que aparecen son el índice asociado a cada interfaz, con el cuál se puede después conseguir más información acerca de esa interfaz. La métrica que está asociada a cada interfaz utilizada para algún tipo de protocolo de encaminamiento y el MTU que se refiere al tamaño máximo de trama que se puede enviar por esa interfaz, en la Interfaz 1 el MTU es mucho mayor ya que está interfaz es la de LoopBack y realmente no se utiliza para una comunicación externa, mientras que las demás tienen un MTU de 1500 puesto que a través de ellas se pueden comunicar con otros equipos

C:\Users\jujol> netsh interface ipv6 show interface				
Índ	Mét	MTU	Estado	Nombre
1	75	4294967295	connected	Loopback Pseudo-Interface 1
10	25	1500	disconnected	Conexión de área local
16	25	1500	connected	VirtualBox Host-Only Network
17	25	1500	connected	Ethernet 2

Si utilizamos el mismo comando pero le añadimos el identificador de una interfaz, en este caso la 17 que es la que identifica a la tarjeta de red de la placa base, obtenemos la siguiente salida por pantalla:

```
C:\Users\jujol> netsh interface ipv6 show interface 17

Parámetros de la interfaz Ethernet 2
-----
IfLuid : ethernet_32774
IfIndex : 17
Estado : connected
Métrica : 25
MTU del vínculo : 1500 bytes
Tiempo de accesibilidad : 19500 ms
Tiempo de accesibilidad base : 30000 ms
Intervalo de retransmisión : 1000 ms
Transmisiones DAD : 1
Longitud de prefijo de sitio : 64
Id. de sitio : 1
Reenvío : disabled
Anuncios : disabled
Detección de vecinos : enabled
Detección de inaccesibilidad de vecinos : enabled
Detección de enrutador : enabled
Configuración de dirección administrada : disabled
Otra configuración con estado : disabled
Envíos no seguros del host : disabled
Recepciones no seguras del host : disabled
Usar métrica automática : enabled
Omitir rutas predeterminadas : disabled
Duración de enrutador anunciada : 1800 segundos
Anunciar ruta predeterminada : disabled
Límite de saltos actual : 0
Forzar patrones de reactivación de ARPND : disabled
Patrones de reactivación de MAC dirigida : disabled
Capacidad ECN : application
Configuración de DNS basada en RA (RFC 6106) : enabled
Coexistencia de DHCP y direcciones IP estáticas : enabled
```

En la que se aprecian distintos valores.

2. Con la orden: *ipconfig /all* consulta las IPv6 asignadas a las interfaces. ¿Qué IPv6 tiene la interfaz de red de área local? Si obtienes algo parecido a esto “fe80::e0a5:e0e3:b92e:94d7%10” ¿Cuál es la IPV6? ¿Qué significa %10?

```

Adaptador de Ethernet Ethernet 2:

Sufijo DNS específico para la conexión. . . : technicolor.net
Descripción . . . . . : Realtek PCIe GbE Family Controller
Dirección física. . . . . : D8-BB-C1-96-50-CF
DHCP habilitado . . . . . : sí
Configuración automática habilitada . . . . : sí
Vínculo: dirección IPv6 local. . . . : fe80::882f:901b:1722:51b3%17(Preferido)
Dirección IPv4. . . . . : 192.168.0.30(Preferido)
Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
Concesión obtenida. . . . . : jueves, 21 de abril de 2022 15:28:36
La concesión expira . . . . . : jueves, 21 de abril de 2022 17:26:08
Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 192.168.0.1
Servidor DHCP . . . . . : 192.168.0.1
IAID DHCPv6 . . . . . : 299416513
DUID de cliente DHCPv6. . . . . : 00-01-00-01-29-BC-ED-41-18-C0-4D-54-12-A4
Servidores DNS. . . . . : 192.168.0.1
NetBIOS sobre TCP/IP. . . . . : habilitado

C:\Users\jujol>

```

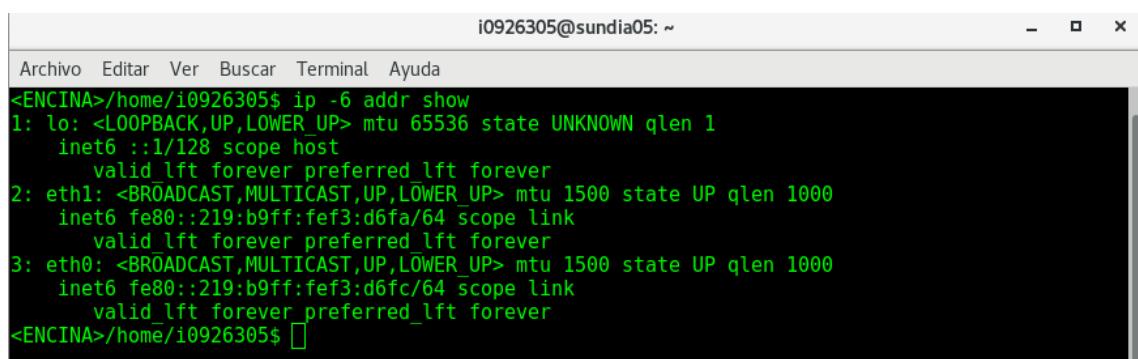
En mi caso la IPv6 que tiene mi red de área local es:

fe80::882f:901b:1722:51b3

Se sabe que es una dirección local porque tiene el prefijo fe80. En la captura aparece tras la IPv6 es %17, número el cuál si se vuelve al punto anterior es el identificador que estaba asociado a la interfaz “Ethernet 2”

3. Desde una sesión SSH en nogal.fis.usal.es (con sus credenciales de Diaweb) repita el ejercicio anterior con las órdenes: *ip -6 addr show* e *ifconfig*. ¿Qué diferencias observas respecto a windows?

Al iniciar sesión con mis credenciales y tras usar el comando *ip -6 addr show* se obtiene la siguiente salida por pantalla:



```
i0926305@sundia05: ~
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
<ENCINA>/home/i0926305$ ip -6 addr show
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 state UNKNOWN qlen 1
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth1: <BRÓADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 state UP qlen 1000
    inet6 fe80::219:b9ff:fef3:d6fa/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: eth0: <BRÓADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 state UP qlen 1000
    inet6 fe80::219:b9ff:fef3:d6fc/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
<ENCINA>/home/i0926305$ 
```

En ella se pueden observar todas las interfaces que tiene el servidor de encina cuyas direcciones IPv6 están en formato EUI-64, el cual asigna una dirección IPv6 a partir de la dirección física de la máquina (Dirección MAC) situando entre los bits de la dirección del fabricante y los bits de la máquina los siguientes bits fffe, y cambian el penúltimo bit a 1 de los primeros ocho bits del fabricante.

Como nogal tiene dos interfaces de red, tiene dos direcciones IPv6, con este comando se puede ver el MTU.

Usando *ifconfig* se consigue la siguiente salida:

```
<ENCINA>/home/i0926305$ ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
        inet 172.20.2.184 netmask 255.255.248.0 broadcast 172.20.7.255
        inet6 fe80::219:b9ff:fe:6fc prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
          ether 00:19:b9:f3:d6:fc txqueuelen 1000 (Ethernet)
            RX packets 41995218 bytes 10196014008 (9.4 GiB)
            RX errors 0 dropped 11 overruns 0 frame 0
            TX packets 36502045 bytes 3474940929 (3.2 GiB)
            TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

eth1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
        inet 212.128.144.105 netmask 255.255.255.0 broadcast 212.128.144.255
        inet6 fe80::219:b9ff:fe:6fa prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
          ether 00:19:b9:f3:d6:fa txqueuelen 1000 (Ethernet)
            RX packets 212504498 bytes 60183908870 (56.0 GiB)
            RX errors 0 dropped 5190237 overruns 0 frame 0
            TX packets 255041633 bytes 214991137022 (200.2 GiB)
            TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
        inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
        inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
          loop txqueuelen 1 (Local Loopback)
            RX packets 67563039 bytes 76891202959 (71.6 GiB)
            RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
            TX packets 67563039 bytes 76891202959 (71.6 GiB)
            TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

<ENCINA>/home/i0926305$ 
```

Se puede obtener información adicional de las interfaces, tanto la dirección IPv4, la IPv6, la máscara de subred, la longitud del prefijo entre otras cosas...

1.1.2. Tablas de encaminamiento

4. Obtenga la tabla de encaminamiento para IPv6 en el equipo Windows con las órdenes: *netsh interface ipv6 show route* y *route print*. Describa la salida obtenida y las diferencias respecto a la información visible en IPv4. Identifique las entregas directas. ¿Existe ruta predeterminada?

Al utilizar la orden *netsh interface ipv6 show route* muestra por pantalla las rutas de encaminamiento que tienen las interfaces del equipo pero con sus direcciones IPv6:

Publicar	Tipo	Mét	Prefijo	Índ	Puerta enl./Nombre int.
No	SYSTEM	256	::1/128	1	Loopback Pseudo-Interface 1
No	SYSTEM	256	fe80::/64	16	VirtualBox Host-Only Network
No	SYSTEM	256	fe80::/64	10	Conexión de área local
No	SYSTEM	256	fe80::/64	17	Ethernet 2
No	SYSTEM	256	fe80::2cbd:64f6:7c2d:be9b/128	16	VirtualBox Host-Only Network
No	SYSTEM	256	fe80::4906:b0e0:2b70:8193/128	10	Conexión de área local
No	SYSTEM	256	fe80::882f:901b:1722:51b3/128	17	Ethernet 2
No	SYSTEM	256	ff00::/8	1	Loopback Pseudo-Interface 1
No	SYSTEM	256	ff00::/8	16	VirtualBox Host-Only Network
No	SYSTEM	256	ff00::/8	10	Conexión de área local
No	SYSTEM	256	ff00::/8	17	Ethernet 2

Se puede observar seis columnas en la que nos vamos a centrar para este tema son las tres últimas columnas, el prefijo es el referente a la dirección IPv6 que va a redireccionar por esa interfaz, el índice que ya hemos explicado anteriormente y la puerta de enlace, que es la interfaz del ordenador.

En IPv6 no se puede observar una dirección predeterminada ya que en la tabla de rutas no aparece la siguiente entrada en la columna del prefijo “::/128” que es la que referencia a la dirección predeterminada en IPv6, mientras que en la salida realizada mediante *netsh interface ipv4 show route* sí que se puede ver que hay una dirección predeterminada 0.0.0.0/0, que se redirige por la interfaz con el identificador 17 que tiene asociada la IPv4 192.168.0.1

Publicar	Tipo	Mét	Prefijo	Índ	Puerta enl./Nombre int.
No	Manual	0	0.0.0.0/0	17	192.168.0.1
No	SYSTEM	256	127.0.0.0/8	1	Loopback Pseudo-Interface 1
No	SYSTEM	256	127.0.0.1/32	1	Loopback Pseudo-Interface 1
No	SYSTEM	256	127.255.255.255/32	1	Loopback Pseudo-Interface 1
No	SYSTEM	256	192.168.0.0/24	17	Ethernet 2
No	SYSTEM	256	192.168.0.30/32	17	Ethernet 2
No	SYSTEM	256	192.168.0.255/32	17	Ethernet 2
No	SYSTEM	256	192.168.56.0/24	16	VirtualBox Host-Only Network
No	SYSTEM	256	192.168.56.1/32	16	VirtualBox Host-Only Network
No	SYSTEM	256	192.168.56.255/32	16	VirtualBox Host-Only Network
No	SYSTEM	256	224.0.0.0/4	1	Loopback Pseudo-Interface 1
No	SYSTEM	256	224.0.0.0/4	16	VirtualBox Host-Only Network
No	SYSTEM	256	224.0.0.0/4	10	Conexión de área local
No	SYSTEM	256	224.0.0.0/4	17	Ethernet 2
No	SYSTEM	256	255.255.255.255/32	1	Loopback Pseudo-Interface 1
No	SYSTEM	256	255.255.255.255/32	16	VirtualBox Host-Only Network
No	SYSTEM	256	255.255.255.255/32	10	Conexión de área local
No	SYSTEM	256	255.255.255.255/32	17	Ethernet 2

Si utilizamos la orden *route print* la salida que se obtiene es la siguiente:

```
C:\Users\jujol>route print
=====
ILista de interfaces
  10...00 ff a3 fd 72 1e .....TAP-Windows Adapter V9 for OpenVPN Connect
  16...0a 00 27 00 00 10 .....VirtualBox Host-Only Ethernet Adapter
  17...d8 bb c1 96 50 cf .....Realtek PCIe GbE Family Controller
    1.....Software Loopback Interface 1
=====

IPv4 Tabla de enrutamiento
=====
Rutas activas:


| Destino de red  | Máscara de red  | Puerta de enlace | Interfaz     | Métrica |
|-----------------|-----------------|------------------|--------------|---------|
| 0.0.0.0         | 0.0.0.0         | 192.168.0.1      | 192.168.0.30 | 25      |
| 127.0.0.0       | 255.0.0.0       | En vínculo       | 127.0.0.1    | 331     |
| 127.0.0.1       | 255.255.255.255 | En vínculo       | 127.0.0.1    | 331     |
| 127.255.255.255 | 255.255.255.255 | En vínculo       | 127.0.0.1    | 331     |
| 192.168.0.0     | 255.255.255.0   | En vínculo       | 192.168.0.30 | 281     |
| 192.168.0.30    | 255.255.255.255 | En vínculo       | 192.168.0.30 | 281     |
| 192.168.0.255   | 255.255.255.255 | En vínculo       | 192.168.0.30 | 281     |
| 192.168.56.0    | 255.255.255.0   | En vínculo       | 192.168.56.1 | 281     |
| 192.168.56.1    | 255.255.255.255 | En vínculo       | 192.168.56.1 | 281     |
| 192.168.56.255  | 255.255.255.255 | En vínculo       | 192.168.56.1 | 281     |
| 224.0.0.0       | 240.0.0.0       | En vínculo       | 127.0.0.1    | 331     |
| 224.0.0.0       | 240.0.0.0       | En vínculo       | 192.168.56.1 | 281     |
| 224.0.0.0       | 240.0.0.0       | En vínculo       | 192.168.0.30 | 281     |
| 255.255.255.255 | 255.255.255.255 | En vínculo       | 127.0.0.1    | 331     |
| 255.255.255.255 | 255.255.255.255 | En vínculo       | 192.168.56.1 | 281     |
| 255.255.255.255 | 255.255.255.255 | En vínculo       | 192.168.0.30 | 281     |


=====
Rutas persistentes:
 Ninguno

IPv6 Tabla de enrutamiento
=====
Rutas activas:


| Cuando destino de red métrica        | Puerta de enlace |
|--------------------------------------|------------------|
| 1 331 ::1/128                        | En vínculo       |
| 16 281 fe80::/64                     | En vínculo       |
| 17 281 fe80::/64                     | En vínculo       |
| 16 281 fe80::2cbd:64f6:7c2d:be9b/128 | En vínculo       |
| 17 281 fe80::882f:901b:1722:51b3/128 | En vínculo       |
| 1 331 ff00::/8                       | En vínculo       |
| 16 281 ff00::/8                      | En vínculo       |
| 17 281 ff00::/8                      | En vínculo       |


=====
Rutas persistentes:
 Ninguno
=====
```

Se puede observar como está en el mismo comando la misma información que se ha obtenido al utilizar los otros dos comando del apartado

5. Repita el ejercicio anterior en nogal.fis.usal.es con las órdenes: *ip -6 route show* y *route*. Comente las diferencias respecto a Windows.

Al utilizar el comando *ip -6 route show* en Nogal tiene la siguiente salida por la terminal:

```
<ENCINA>/home/i0926305$ ip -6 route show
fe80::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
fe80::/64 dev eth1 proto kernel metric 256 pref medium
<ENCINA>/home/i0926305$ █
```

En el que se muestra la dirección IPv6, la interfaz asociada y la métrica, prácticamente la misma información que se obtiene si se utiliza el comando equivalente en windows.

Si en Linux se utiliza la orden *route* se obtiene por defecto la tabla de encaminamiento que se tiene pero en IPv4

```
<ENCINA>/home/i0926305$ route
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask        Flags Metric Ref    Use Iface
default         212.128.144.1   0.0.0.0       UG      0      0        0 eth1
172.20.0.0     0.0.0.0        255.255.248.0 U        0      0        0 eth0
212.128.129.0  0.0.0.0        255.255.255.0 U        0      0        0 eth0
localnet        0.0.0.0        255.255.255.0 U        0      0        0 eth1
<ENCINA>/home/i0926305$ █
```

Para sacar las rutas de encaminamiento pero de IPv6 se utiliza el mismo comando pero con el parámetro *-6*, es decir *route -6*

```
<ENCINA>/home/i0926305$ route -6
Kernel IPv6 routing table
Destination          Next Hop           Flag Met Ref Use If
fe80::/64            [::]               U    256 8    788 eth0
fe80::/64            [::]               U    256 5    35 eth1
[::]/0               [::]               !n   -1   1    3454 lo
ip6-localhost/128    [::]               Un   0    9385866 lo
nogal6/128           [::]               Un   0    93 lo
nogal6lab/128        [::]               Un   0    7536 lo
ip6-mcastprefix/8    [::]               U    256 84957821 eth0
ip6-mcastprefix/8    [::]               U    256 86370257 eth1
[::]/0               [::]               !n   -1   1    3454 lo
```

Al igual que en windows la información que se obtiene es muy similar.

1.1.3. Descubrimiento de vecinos

Para realizar correctamente este apartado es necesario disponer de al menos 2 equipos conectados a la misma red. Preferiblemente uno en Windows y otro en Linux.

6. Consulte la caché de vecinos en el equipo Windows con *netsh interface ipv6 show neighbors <numinterfaz>* y en linux con *ip -6 neigh show*. ¿Qué observas?

En windows el comando que se utiliza para visualizar los vecinos que se conocen mediante IPv6 es *netsh interface ipv6 show neighbors <numInterfaz>* en nuestro caso hemos introducido la interfaz con el identificador 17, que es la que se utiliza para comunicarse con el resto de equipos.

Dirección de Internet	Dirección física	Tipo
ff02::1	33-33-00-00-00-01	Permanente
ff02::2	33-33-00-00-00-02	Permanente
ff02::16	33-33-00-00-00-16	Permanente
ff02::fb	33-33-00-00-00-fb	Permanente
ff02::1:2	33-33-00-01-00-02	Permanente
ff02::1:3	33-33-00-01-00-03	Permanente
ff02::1:ff22:51b3	33-33-ff-22-51-b3	Permanente
ff02::1:ff2e:dab5	33-33-ff-2e-da-b5	Permanente
ff02::1:ffff:ffffe	33-33-ff-ff-ff-fe	Permanente

La salida es la que se observa, se identifica la dirección IPv6 del vecino, con su dirección MAC y el tipo de estado que tiene esa ruta.

En nogal, se utiliza la ruta *ip -6 neigh show* que muestra la misma información que en windows pero sin especificar las interfaces a mostrar. Se muestra la IPv6, la interfaz por la que se alcanza, la dirección MAC y el estado de la misma.

```
<ENCINA>/home/i0926305$ ip -6 neigh show
fe80::173a:2f5d:22fb:bb65 dev eth0 lladdr 00:16:3e:0f:eb:11 STALE
fe80::2eea:7fff:fe40:2906 dev eth0 lladdr 2c:ea:7f:40:29:06 STALE
fe80::dacf:ad34:bc4d:94e6 dev eth0 lladdr 0c:4d:e9:d4:4a:14 STALE
fe80::3664:a9ff:fe2e:77f5 dev eth0 lladdr 34:64:a9:2e:77:f5 STALE
fe80::7da8:6ed4:65f5:6495 dev eth0 lladdr 44:8a:5b:ae:a8:8e STALE
fe80::216:3eff:fe32:e67e dev eth0 lladdr 00:16:3e:32:e6:7e STALE
fe80::1d2d:dd92:b64e:abe2 dev eth1 FAILED
fe80::162b:a4b:9709:b1ce dev eth0 lladdr d8:cb:8a:08:42:1c STALE
fe80::219:99ff:fe83:ba51 dev eth0 lladdr 00:19:99:83:ba:51 STALE
fe80::216:3eff:fe51:5b8d dev eth0 lladdr 00:16:3e:51:5b:8d STALE
fe80::7139:cc2:e7eb:23a8 dev eth0 lladdr 44:8a:5b:e8:9e:3e STALE
fe80::95b:5613:9e3f:f36a dev eth0 lladdr 40:b0:76:60:91:ca STALE
fe80::593d:51cb:eb31:ac7b dev eth0 lladdr 0c:4d:e9:d4:4a:5a STALE
fe80::2a53:4d5c:4645:9451 dev eth0 lladdr 40:b0:76:60:b0:82 STALE
fe80::21e:52ff:fef2:e4d9 dev eth0 lladdr 00:1e:52:f2:e4:d9 STALE
fe80::265e:beff:fe25:2a33 dev eth0 lladdr 24:5e:be:25:2a:33 STALE
fe80::21f:d0ff:fe5d:172e dev eth0 lladdr 00:1f:d0:5d:17:2e STALE
fe80::eb:d785:863:feaf dev eth0 lladdr 0c:4d:e9:d4:55:f9 STALE
fe80::7a2b:cbff:fe51:5512 dev eth0 lladdr 78:2b:cb:51:55:12 STALE
fe80::7a2b:cbff:fe55:edb9 dev eth0 lladdr 78:2b:cb:55:ed:b9 STALE
fe80::214:22ff:feb0:fabb dev eth0 lladdr 00:14:22:b0:fa:fb STALE
fe80::7a2b:cbff:fe20:9460 dev eth0 lladdr 78:2b:cb:20:94:60 STALE
fe80:: dev eth0 FAILED
fe80::e02f:e2a:64f6:9421 dev eth0 lladdr 44:8a:5b:e8:9d:cf STALE
fe80::293d:f187:64fd:ceb dev eth0 lladdr 0c:4d:e9:d1:91:8e STALE
fe80::d406:51b2:8a6e:520 dev eth0 lladdr 00:16:3e:37:88:74 STALE
fe80::b15c:9929:fb2a:c1f6 dev eth0 lladdr 44:8a:5b:ae:b6:cb STALE
fe80::1 dev eth0 FAILED
fe80::4dd1:c308:bb7c:d30f dev eth0 lladdr 44:8a:5b:e8:9b:b3 STALE
fe80::58e1:539e:ce13:cde8 dev eth0 lladdr d8:cb:8a:08:3d:0d STALE
fe80::216:3eff:feeb:f705 dev eth0 lladdr 00:16:3e:eb:f7:05 STALE
fe80::4bdd:6eff:7a44:567 dev eth0 lladdr 34:64:a9:2e:6e:f4 STALE
fe80::7271:bcff:fe5d:b867 dev eth0 lladdr 70:71:bc:5d:b8:67 STALE
fe80::216:3eff:feeb:f706 dev eth0 lladdr 00:16:3e:eb:f7:06 STALE
fe80::c5e2:d2ea:5c76:c7a2 dev eth0 lladdr 44:8a:5b:e8:9d:63 STALE
fe80::1d2d:dd92:b64e:abel dev eth0 FAILED
fe80::b44b:ae83:a446:2d31 dev eth0 lladdr 44:8a:5b:ae:ad:15 STALE
fe80::c835:d3f8:83be:daa5 dev eth0 lladdr 0c:4d:e9:d4:4b:85 STALE
fe80::e02f:e2a:64f6:9421 dev eth1 FAILED
fe80::eb55:dfa9:ef46:9d6b dev eth0 lladdr 34:64:a9:2d:65:be STALE
fe80::d9f5:eb63:792a:a2b6 dev eth0 lladdr 00:16:3e:7d:fe:08 STALE
fe80::4e1:33ff:fe34:8859 dev eth0 lladdr 06:e1:33:34:88:59 STALE
fe80::1d2d:dd92:b64e:abe2 dev eth0 lladdr d8:cb:8a:08:3d:14 STALE
fe80::dc62:ae39:eeb0:19be dev eth0 lladdr 0c:4d:e9:d3:fc:97 STALE
fe80::7271:bcff:fe5d:b1e8 dev eth0 lladdr 70:71:bc:5d:b1:e8 STALE
fe80::9a9b:f80b:2de2:6002 dev eth0 lladdr d8:cb:8a:08:45:74 STALE
fe80::7271:bcff:fe5d:b267 dev eth0 lladdr 70:71:bc:5d:b2:67 STALE
fe80::3b90:fd18:f899:bce9 dev eth0 lladdr 00:16:3e:57:fc:4e STALE
fe80::749e:c56c:5820:38f8 dev eth0 lladdr 44:8a:5b:e8:9e:f8 STALE
fe80::c8d:1bf:91de:fa19 dev eth0 lladdr 0c:4d:e9:d4:55:49 STALE
<ENCINA>/home/i0926305$ □
```

7. Compruebe la alcanzabilidad del equipo Linux desde Windows con la orden: *ping direccion_ipv6%interfaz*. Incluya la orden que ha utilizado. ¿Qué dirección IPv6 de enlace local de *vuestro equipo Linux responde*? ¿Desde qué interfaz de Windows has conseguido alcanzarla? ¿Qué conclusión puedes sacar?

Se ha utilizado la orden ping hacia la dirección fe80::219:b9ff:fef3:d6fa (eth0 de nogal) a través de la interfaz 17. El resultado ha sido inalcanzable. No se ha podido alcanzar por ninguna de las interfaces, por lo que quizás se puede observar que lo que ocurre es que el servidor de nogal tiene la funcionalidad del ping desactivada para redes externas a lo que es la universidad, ya que si realizas un ping por IPv4 no se alcanza tampoco.

```
C:\Users\jujol>ping fe80::219:b9ff:fef3:d6fc%17

Haciendo ping a fe80::219:b9ff:fef3:d6fc%17 con 32 bytes de datos:
Host de destino inaccesible.
Host de destino inaccesible.
Host de destino inaccesible.
Host de destino inaccesible.

Estadísticas de ping para fe80::219:b9ff:fef3:d6fc%17:
  Paquetes: enviados = 4, recibidos = 0, perdidos = 4
              (100% perdidos),
```

8. Consulte nuevamente la caché de vecinos en el equipo Windows y en el Linux y comente los cambios experimentados.

Tras hacer el ping en windows se observa la siguiente modificación en la tabla de vecinos al utilizar *netsh interface ipv6 show neighbors 17*:

```
C:\Users\jujol>netsh interface ipv6 show neighbors 17

Interfaz 17: Ethernet 2

          Dirección de Internet           Dirección física     Tipo
-----+-----+-----+
fe80::219:b9ff:fef3:d6fc      Inalcanzable    Inalcanzable
ff02::1                      33-33-00-00-00-01  Permanente
ff02::2                      33-33-00-00-00-02  Permanente
ff02::16                     33-33-00-00-00-16  Permanente
ff02::fb                      33-33-00-00-00-fb  Permanente
ff02::1:2                     33-33-00-01-00-02  Permanente
ff02::1:3                     33-33-00-01-00-03  Permanente
ff02::1:ff22:51b3             33-33-ff-22-51-b3  Permanente
ff02::1:ffff3:d6fc            33-33-ff-f3-d6-fc  Permanente
```

Como no se ha podido hacer la entrega del ping se ha añadido la entrada marcada como inalcanzable.

9. Compruebe ahora la alcanzabilidad del equipo Windows desde el Linux con la orden: `ping6 -I interfaz ipv6`. ¿Qué dirección IPv6 de enlace local del equipo Windows ha usado?

Como podemos ver, el ping no obtiene respuesta. Esto es debido a que desde nogal no es posible realizar pings a direcciones IPv6, probablemente por motivos de seguridad.

```
<ENCINA>/home/i0926305$ ping -I eth0 fe80::882f:901b:1722:51b3
PING fe80::882f:901b:1722:51b3(fe80::882f:901b:1722:51b3) from fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 eth0: 56 data bytes
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=1 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=2 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=3 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=4 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=5 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=6 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=7 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=8 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=9 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=10 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=11 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=12 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=13 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=14 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=15 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=16 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=17 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::219:b9ff:fe:6fc%eth0 icmp_seq=18 Destination unreachable: Address unreachable
^C
--- fe80::882f:901b:1722:51b3 ping statistics ---
21 packets transmitted, 0 received, +18 errors, 100% packet loss, time 20466ms
```

10. Consulte nuevamente la caché de vecinos en el equipo Windows y linux y comente los cambios experimentados.

No se ha realizado ningún cambio en la caché porque no se ha podido

1.1.4. Direcciones multicast

11. Verifique la alcanzabilidad de todos los nodos de la red y de todos los routers desde Windows y Linux utilizando direcciones *multicast*. Indique las órdenes utilizadas y comente los resultados obtenidos.

En IPv6 la dirección multicast de nodo solicitado es FF02::1:FF00:000, para alcanzar esta dirección se tiene que hacer uso de la orden `ping` con el modificador -6 (haciendo referencia a IPv6). Pero al realizarlo no se obtiene ninguna respuesta.

```
C:\Users\jujol>ping -6 FF02::1:FF00:0000

Haciendo ping a ff02::1:ff00:0 con 32 bytes de datos:
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.

Estadísticas de ping para ff02::1:ff00:0:
  Paquetes: enviados = 4, recibidos = 0, perdidos = 4
              (100% perdidos),

C:\Users\jujol>ping -6 FF02::1

Haciendo ping a ff02::1 con 32 bytes de datos:
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.

Estadísticas de ping para ff02::1:
  Paquetes: enviados = 4, recibidos = 0, perdidos = 4
              (100% perdidos),
```

En linux, la orden es la misma simplemente añadiendo el parámetro `-I` y la interfaz por la que se quiere enviar, pero al igual que en windows no se obtiene ninguna respuesta

```
<ENCINA>/home/i0926305$ ping -6 -I eth0 FF02::2
ping: unknown iface eth0
<ENCINA>/home/i0926305$ ping -6 -I eth0 FF02::2
PING FF02::2(ff02::2) from fe80::219:b9ff:fe3:d6fc%eth0 eth0: 56 data bytes
^C
--- FF02::2 ping statistics ---
12 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 11258ms
```

1.1.5. DNS en IPv6

12. Obtenga la dirección IPv6 de www.ipv6.es con la orden `nslookup -type=AAAA www.ipv6.com`. Capture con un analizador de red las tramas generadas y analice lo ocurrido comentando la salida obtenida y el tráfico generado.

En windows para conseguir la correspondencia del nombre en IPv6 se debe utilizar la siguiente orden `nslookup -type=AAAA www.ipv6.com` se tiene que especificar el tipo de registro DNS que se pide en el parámetro `type` con `AAAA` (si fuese en IPv4 sería simplemente `A`, o ninguno para que fuese por defecto)

```
C:\Users\jujol>nslookup -type=AAAA www.ipv6.com
Servidor: Docsis-Gateway.technicolor.net
Address: 192.168.0.1

Respuesta no autoritativa:
Nombre: ipv6.com
Address: 2604:7c00:18:e::2
Aliases: www.ipv6.com
```

Tras realizar el nslookup, se obtiene la salida superior en que se ha obtenido la correspondencia entre la dirección www.ipv6.com y la IPv6 asociada que es 2604:7c00:e::2

Al utilizar el analizador de red wireshark se obtienen 6 tramas DNS, las dos primeras son la query y la respuesta para conseguir la dirección IP del servidor principal del dominio, la siguiente pareja de mensajes DNS es la query hacia el servidor obtenido en la anterior que obtiene el servidor responsable del dominio. Y la última pareja de mensajes DNS es ya el query hacia el servidor obtenido en la comunicación anterior preguntando ya por www.ipv6.com, y la respuesta de ese query es el mensaje que podemos observar a continuación:

```
2524 2.878793 192.168.0.30 192.168.0.1 DNS 84 Standard query 0x0001 PTR 1.0.168.192.in-addr.arpa
2525 2.880461 192.168.0.1 192.168.0.30 DNS 128 Standard query response 0x0001 PTR 1.0.168.192.in-addr.arpa PTR Docsis-Gateway.technicolor.net
2526 2.882203 192.168.0.30 192.168.0.1 DNS 88 Standard query 0x0002 AAAA www.ipv6.com.technicolor.net
2527 2.904200 192.168.0.1 192.168.0.30 DNS 147 Standard query response 0x0002 No such name AAAA www.ipv6.com.technicolor.net SOA dns1.cscdns.net
=> 2528 2.904659 192.168.0.30 192.168.0.1 DNS 72 Standard query 0x0003 AAAA www.ipv6.com
2883 3.192660 192.168.0.1 192.168.0.30 DNS 114 Standard query response 0x0003 AAAA www.ipv6.com CNAME ipv6.com AAAA 2604:7c00:18:e::2

Frame 2883: 114 bytes on wire (912 bits), 114 bytes captured (912 bits) on interface \Device\NPF_{FE830351-04C7-4B06-B5AC-2589D10EF71C}, id 0
> Ethernet II, Src: MS-NLB-PhysServer-16_18:1f:ca:04 (02:10:18:1f:ca:04), Dst: Micro-St_96:50:cf (d8:bb:c1:96:50:cf)
> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.0.1, Dst: 192.168.0.1
> User Datagram Protocol, Src Port: 53, Dst Port: 61380
< Domain Name System (response)
  Transaction ID: 0x0003
  > Flags: 0x8180 Standard query response, No error
  Questions: 1
  Answer RRs: 2
  Authority RRs: 0
  Additional RRs: 0
  > Queries
  < Answers
    < www.ipv6.com: type CNAME, class IN, cname ipv6.com
      Name: www.ipv6.com
      Type: CNAME (Canonical NAME for an alias) (5)
      Class: IN (0x0001)
      Time to live: 14400 (4 hours)
      Data length: 2
      CNAME: ipv6.com
    < ipv6.com: type AAAA, class IN, addr 2604:7c00:18:e::2
      Name: ipv6.com
      Type: AAAA (IPv6 Address) (28)
      Class: IN (0x0001)
      Time to live: 14400 (4 hours)
      Data length: 16
      AAAA Address: 2604:7c00:18:e::2
      [Request ID: 2528]
      [Time: 0.288001000 seconds]
```

Se ve como en el apartado de respuestas se obtienen dos registros de DNS. el CNAME y el AAAA, el primero es el que almacena el nombre que en este caso será www.ipv6.com, y el AAAA que almacena la dirección IPv6 que es la anterior

1.1.6. Procesos que utilizan IPv6

13. Identifique y comente el cometido de los procesos servidores que están utilizando IPv6 en Windows: `netstat -anop TCPv6`, `netstat -anop UDPv6` y en linux: `netstat -ntlu6`.

Para ver los procesos activos que utilizan en IPv6 en TCP se necesita usar `netstat -anop TCPv6`. Si quisieremos ver exactamente el proceso que lo está utilizando se tendría que usar la orden `tasklist /fi "pid eq <pid>"`

C:\Users\jujol>netstat -anop TCPv6					
Conexiones activas					
Proto	Dirección local	Dirección remota	Estado	PID	
TCP	[::]:135	[::]:0	LISTENING	1212	
TCP	[::]:445	[::]:0	LISTENING	4	
TCP	[::]:5426	[::]:0	LISTENING	4	
TCP	[::]:7680	[::]:0	LISTENING	14220	
TCP	[::]:49664	[::]:0	LISTENING	996	
TCP	[::]:49665	[::]:0	LISTENING	904	
TCP	[::]:49666	[::]:0	LISTENING	1524	
TCP	[::]:49667	[::]:0	LISTENING	2376	
TCP	[::]:49668	[::]:0	LISTENING	3124	
TCP	[::]:49669	[::]:0	LISTENING	976	
TCP	[::1]:5426	[::1]:55990	ESTABLISHED	4	
TCP	[::1]:5426	[::1]:55993	ESTABLISHED	4	
TCP	[::1]:5426	[::1]:55996	ESTABLISHED	4	
TCP	[::1]:5426	[::1]:55999	ESTABLISHED	4	
TCP	[::1]:5426	[::1]:56092	ESTABLISHED	4	
TCP	[::1]:5426	[::1]:56140	ESTABLISHED	4	
TCP	[::1]:5426	[::1]:56145	ESTABLISHED	4	
TCP	[::1]:5426	[::1]:56146	ESTABLISHED	4	
TCP	[::1]:5426	[::1]:56150	ESTABLISHED	4	
TCP	[::1]:5426	[::1]:56155	ESTABLISHED	4	
TCP	[::1]:5426	[::1]:56156	ESTABLISHED	4	
TCP	[::1]:55990	[::1]:5426	ESTABLISHED	22900	
TCP	[::1]:55993	[::1]:5426	ESTABLISHED	22900	
TCP	[::1]:55996	[::1]:5426	ESTABLISHED	22900	
TCP	[::1]:55999	[::1]:5426	ESTABLISHED	22900	
TCP	[::1]:56092	[::1]:5426	ESTABLISHED	17232	
TCP	[::1]:56140	[::1]:5426	ESTABLISHED	17232	
TCP	[::1]:56145	[::1]:5426	ESTABLISHED	17232	
TCP	[::1]:56146	[::1]:5426	ESTABLISHED	17232	
TCP	[::1]:56150	[::1]:5426	ESTABLISHED	17232	
TCP	[::1]:56155	[::1]:5426	ESTABLISHED	17232	
TCP	[::1]:56156	[::1]:5426	ESTABLISHED	17232	

Para ver los procesos que utilizan UDP es *netstat -anop UDPv6*

C:\Users\jujol>netstat -anop UDPv6					
Conexiones activas					
Proto	Dirección local	Dirección remota	Estado	PID	
UDP	[::]:5353	*:*		1356	
UDP	[::]:5353	*:*		6316	
UDP	[::]:5353	*:*		1356	
UDP	[::]:5353	*:*		6316	
UDP	[::]:5353	*:*		1336	
UDP	[::]:5355	*:*		1336	
UDP	[::]:49743	*:*		1336	
UDP	[::]:59990	*:*		1336	
UDP	[::]:63617	*:*		3772	
UDP	[::]:64890	*:*		1336	
UDP	[::]:65325	*:*		1336	
UDP	[::1]:1900	*:*		18000	
UDP	[::1]:5353	*:*		3772	
UDP	[::1]:60627	*:*		18000	
UDP	[fe80::2cbd:64f6:7c2d:be9b%16]:1900	*:*		18000	
UDP	[fe80::2cbd:64f6:7c2d:be9b%16]:2177	*:*		24380	
UDP	[fe80::2cbd:64f6:7c2d:be9b%16]:60625	*:*		18000	
UDP	[fe80::882f:901b:1722:51b3%17]:1900	*:*		18000	
UDP	[fe80::882f:901b:1722:51b3%17]:2177	*:*		24380	
UDP	[fe80::882f:901b:1722:51b3%17]:60626	*:*		18000	

Mientras que en nogal al ser una máquina linux no separa en distintos comandos TCP y UDP, simplemente con el uso de *netstat -nlut6* y se obtiene la siguiente salida por pantalla:

<ENCINA>/home/i0926305\$ netstat -nlut6					
Active Internet connections (only servers)					
Proto	Recv-Q	Send-Q	Local Address	Foreign Address	State
tcp6	0	0	:::22	:::*	LISTEN
tcp6	0	0	127.0.0.1:8888	:::*	LISTEN
tcp6	0	0	:::45727	:::*	LISTEN
tcp6	0	0	:::51619	:::*	LISTEN
tcp6	0	0	:::5100	:::*	LISTEN
tcp6	0	0	:::111	:::*	LISTEN
udp6	0	0	:::5353	:::*	
udp6	0	0	:::818	:::*	
udp6	0	0	:::57799	:::*	
udp6	0	0	:::59923	:::*	
udp6	0	0	:::48203	:::*	
udp6	0	0	:::111	:::*	
udp6	0	0	fe80::219:b9ff:fef3:123	:::*	
udp6	0	0	fe80::219:b9ff:fef3:123	:::*	
udp6	0	0	:::1:123	:::*	
udp6	0	0	:::123	:::*	

1.2. Direccionamiento

1.2.1. Direcciones locales de enlace

Elabore un escenario en GNS3 como el que aparece en la Figura 1.

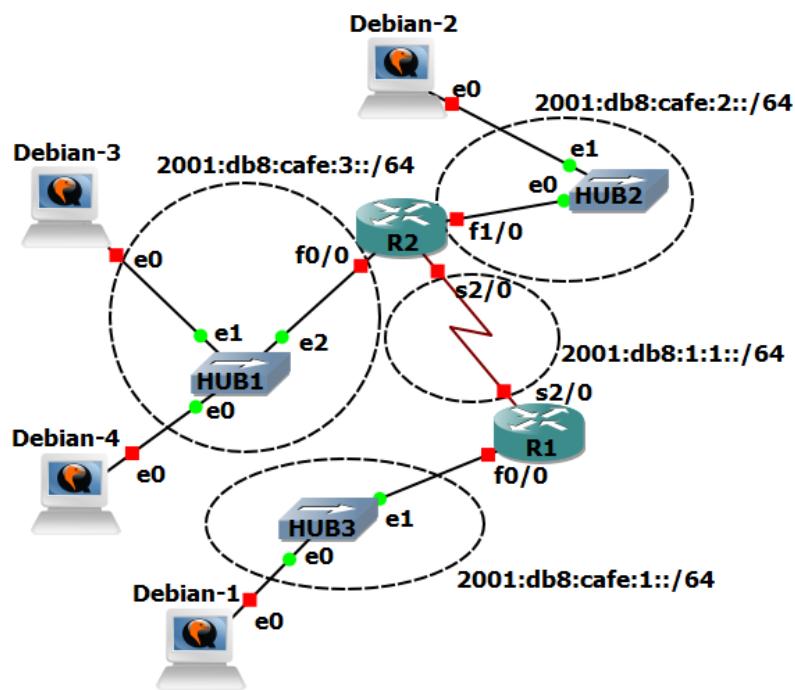


Figura 1: Escenario para IPv6

Los equipos Debian tienen activado dhcp para obtener los parámetros de configuración de la interfaz de red en IPv4. Desactivaremos este tráfico cambiando en /etc/network/interfaces **dhcp** por **manual** de forma que quede como se muestra a continuación:

```
iface eth0 inet manual
    pre-up ifconfig $IFACE up
    post-down ifconfig $IFACE down
```

Desactiva y activa de nuevo la interfaz:

```
ifdown eth0
ifup eth0
Debian-1:
```

Debian-1

Archivo Editar Ver Terminal Pestañas Ayuda

i0961594@lv... x Debian-1 x Debian-2 x Debian-3 x Debian-4 x

```
# This file describes the network interfaces available on your system
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).

source /etc/network/interfaces.d/*

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

# The primary network interface
allow-hotplug eth0
iface eth0 inet manual
    pre-up ifconfig $IFACE up
    post-down ifconfig $IFACE down

root@lipcUR:~# ifdown eth0
root@lipcUR:~# ifup eth0
root@lipcUR:~#
```

Debian-2:

Debian-2

Archivo Editar Ver Terminal Pestañas Ayuda

i0961594@lv... x Debian-1 x Debian-2 x Debian-3 x Debian-4 x

```
# This file describes the network interfaces available on your system
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).

source /etc/network/interfaces.d/*

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

# The primary network interface
allow-hotplug eth0
iface eth0 inet manual
    pre-up ifconfig $IFACE up
    post-down ifconfig $IFACE down

root@lipcUR:~# ifdown eth0
root@lipcUR:~# ifup eth0
root@lipcUR:~#
```

Debian-3:

```
i0961594@lv... × Debian-1 × Debian-2 × Debian-3 × Debian-4 ×
# This file describes the network interfaces available on your system
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).

source /etc/network/interfaces.*

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

# The primary network interface
allow-hotplug eth0
iface eth0 inet manual
    pre-up ifconfig $IFACE up
    post-down ifconfig $IFACE down

root@lipcUR:~# ifdown eth0
root@lipcUR:~# ifup eth0
root@lipcUR:~#
```

Debian-4:

```
i0961594@lv... × Debian-1 × Debian-2 × Debian-3 × Debian-4 ×
# This file describes the network interfaces available on your system
# and how to activate them. For more information, see interfaces(5).

source /etc/network/interfaces.*

# The loopback network interface
auto lo
iface lo inet loopback

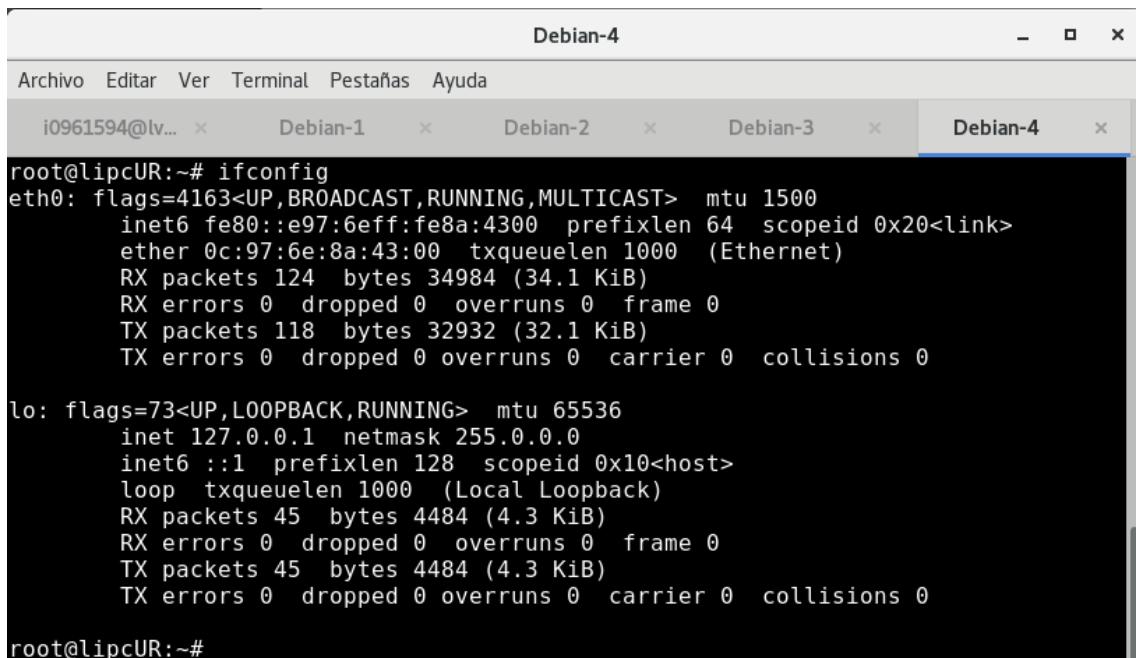
# The primary network interface
allow-hotplug eth0
iface eth0 inet manual
    pre-up ifconfig $IFACE up
    post-down ifconfig $IFACE down

root@lipcUR:~# ifdown eth0
root@lipcUR:~# ifup eth0
root@lipcUR:~#
```

1.2.1.1. Autoconfiguración de direcciones sin intervención

Utilizaremos las máquinas Debian-4 y Debian-3 para familiarizarnos con la **autoconfiguración de direcciones sin intervención** (*Stateless address configuration*) que permite asignar una dirección IPv6 local de enlace a un nodo de la red. Así mismo se presentará el **protocolo de descubrimiento de vecinos**.

- Inicie Debian-4 y anote su dirección local de enlace y la dirección IPv6 multicast de nodo solicitado a que pertenece. Explica cómo se obtienen estas direcciones.



```
Debian-4
Archivo Editar Ver Terminal Pestañas Ayuda
i0961594@lv... × Debian-1 × Debian-2 × Debian-3 × Debian-4 ×
root@lipcUR:~# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 fe80::e97:6eff:fe8a:4300 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
        ether 0c:97:6e:8a:43:00 txqueuelen 1000 (Ethernet)
        RX packets 124 bytes 34984 (34.1 KiB)
        RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
        TX packets 118 bytes 32932 (32.1 KiB)
        TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
        loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
        RX packets 45 bytes 4484 (4.3 KiB)
        RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
        TX packets 45 bytes 4484 (4.3 KiB)
        TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

root@lipcUR:~#
```

Podemos ver la dirección local de enlace → FE80::E97:6EFF:FE8A:4300, esta se crea a partir del prefijo FE80:: unido con la dirección MAC de la tarjeta de red del dispositivo.

A partir de esta se puede obtener la dirección IPv6 multicast de nodo solicitado combinandola con el prefijo FF02::1:FF00:0000/104, a este prefijo se le unen los últimos 24 bits de la dirección IPv6 de la interfaz del nodo. De este modo obtenemos la siguiente dirección → FF02::1:FF8A:4300.

- Inicie una captura en el enlace Debian-4_a_HUB1.
- Inicie Debian-3 y anote su dirección de enlace local y la dirección IPv6 multicast de nodo solicitado a la que pertenece.

Debian-3

Archivo Editar Ver Terminal Pestañas Ayuda

i0961594@lvdia01: ~ Debian-4 **Debian-3**

```
root@lipcUR:~# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
        inet6 fe80::e97:6eff:fe85:d900 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
            ether 0c:97:6e:85:d9:00 txqueuelen 1000 (Ethernet)
            RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
            RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
            TX packets 8 bytes 656 (656.0 B)
            TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
        inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
        inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
            loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
            RX packets 8 bytes 378 (378.0 B)
            RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
            TX packets 8 bytes 378 (378.0 B)
            TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

root@lipcUR:~#
```

La dirección local de enlace es → FE80::E97:6EFF:FE85:D900

La dirección IPv6 multicast de nodo solicitado a que pertenece → FF02::1:FF85:D900

d) Interrumpa la captura y guárdela. Analice la captura con wireshark como sigue:

1. Localice el mensaje enviado por Debian-3 que pretende detectar si existen direcciones IPv6 duplicadas para su dirección local de enlace.

El mecanismo para detectar direcciones IPv6 duplicadas consiste en realizar un aviso de suscripción al grupo multicast de nodo solicitado:

3 12.524253	::	ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
4 12.556123	::	ff02::1:ff85:d900	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::e97:6eff:fe85:d900
5 13.580547	fe80::e97:6eff:fe85:d900	ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2

► Frame 3: 90 bytes on wire (720 bits), 90 bytes captured (720 bits) on interface 0
 ► Ethernet II, Src: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00), Dst: IPv6mcast_16 (33:33:00:00:00:16)
 ► Internet Protocol Version 6, Src: ::, Dst: ff02::16
 ▾ Internet Control Message Protocol v6
 Type: Multicast Listener Report Message v2 (143)
 Code: 0
 Checksum: 0x9604 [correct]
 [Checksum Status: Good]
 Reserved: 0000
 Number of Multicast Address Records: 1
 Record Type: Changed to exclude (4)
 Aux Data Len: 0
 Number of Sources: 0
 Multicast Address: ff02::1:ff85:d900

Tras el envío del mensaje ICMPv6 Multicast Listener Report se realiza una solicitud de vecino a la dirección multicast mediante el envío por parte del nodo de un mensaje ICMPv6 Neighbour Solicitation a su correspondiente dirección IPv6 multicast de nodo solicitado:

3 12.524253	::	ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
4 12.556123	::	ff02::1:ff85:d900	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::e97:6eff:fe85:d900
5 13.580547	fe80::e97:6eff:fe85:d900	ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2

► Frame 4: 86 bytes on wire (688 bits), 86 bytes captured (688 bits) on interface 0
 ► Ethernet II, Src: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00), Dst: IPv6mcast_ff:85:d9:00 (33:33:ff:85:d9:00)
 ► Internet Protocol Version 6, Src: ::, Dst: ff02::1:ff85:d900
 ▾ Internet Control Message Protocol v6
 Type: Neighbor Solicitation (135)
 Code: 0
 Checksum: 0xb369 [correct]
 [Checksum Status: Good]
 Reserved: 00000000
 Target Address: fe80::e97:6eff:fe85:d900
 ▼ ICMPv6 Option (Nonce)
 Type: Nonce (14)
 Length: 1 (8 bytes)
 Nonce: 58bb3648fd0d

Como se puede observar nadie está utilizando la dirección ya que en el siguiente mensaje el nodo ya ha configurado en su interfaz la dirección local de enlace y tiene conectividad IPv6 con sus vecinos..

2. Explique los mensajes ICMPv6 de tipo *Router Solicitation* que observa en la captura y explique su contenido.

Podemos ver que se envían un total de seis mensajes Router Solicitation, este tipo de mensajes se usa para que una máquina recién arrancada sepa qué routers están conectados al mismo nivel de enlace ya que el periodo de los mensajes Router Advertisements puede ser muy grande.

El primer mensaje es enviado por Debian-4

1 0. 0000000	fe80::e97:6eff:fe8a:4300 ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:97:6e:8a:43:00
2 11. 932293	:: ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
3 12. 524253	:: ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
4 12. 556123	:: ff02::1:ff85:d900	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::e97:6eff:fe85:d900
5 13. 5809547	fe80::e97:6eff:fe85:d900 ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
6 13. 580956	fe80::e97:6eff:fe85:d900 ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:97:6e:85:d9:00
7 14. 348457	fe80::e97:6eff:fe85:d900 ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
8 18. 028578	fe80::e97:6eff:fe85:d900 ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:97:6e:85:d9:00
9 26. 988438	fe80::e97:6eff:fe85:d900 ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:97:6e:85:d9:00
10 44. 396916	fe80::e97:6eff:fe85:d900 ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:97:6e:85:d9:00

► Frame 1: 70 bytes on wire (560 bits), 70 bytes captured (560 bits) on interface 0
 ► Ethernet II, Src: 0c:97:6e:8a:43:00 (0c:97:6e:8a:43:00), Dst: IPv6mcast_02 (33:33:00:00:00:02)
 ► Internet Protocol Version 6, Src: fe80::e97:6eff:fe8a:4300, Dst: ff02::2
 ▾ Internet Control Message Protocol, v6
 Type: Router Solicitation (133)
 Code: 0
 Checksum: 0xfea [correct]
 [Checksum Status: Good]
 Reserved: 00000000
 ▼ ICMPv6 Option (Source link-layer address : 0c:97:6e:8a:43:00)
 Type: Source link-layer address (1)
 Length: 1 (8 bytes)
 Link-layer address: 0c:97:6e:8a:43:00 (0c:97:6e:8a:43:00)

Como se puede observar envía este mensaje a todos los routers ya que el destino es FF02::2.

El resto de mensajes Router Solicitation son realizados por Debian-3 y también son enviados a todos los routers con alcance de enlace local.

1 0. 0000000	fe80::e97:6eff:fe8a:4300 ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:97:6e:8a:43:00
2 11. 032203	:: ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
3 12. 524253	:: ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
4 12. 556123	:: ff02::1:ff85:d900	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::e97:6eff:fe85:d900
5 13. 5809547	fe80::e97:6eff:fe85:d900 ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
6 13. 580956	fe80::e97:6eff:fe85:d900 ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:97:6e:85:d9:00
7 14. 348457	fe80::e97:6eff:fe85:d900 ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
8 18. 028578	fe80::e97:6eff:fe85:d900 ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:97:6e:85:d9:00
9 26. 988438	fe80::e97:6eff:fe85:d900 ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:97:6e:85:d9:00
10 44. 396916	fe80::e97:6eff:fe85:d900 ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:97:6e:85:d9:00

► Frame 6: 70 bytes on wire (560 bits), 70 bytes captured (560 bits) on interface 0
 ► Ethernet II, Src: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00), Dst: IPv6mcast_02 (33:33:00:00:00:02)
 ► Internet Protocol Version 6, Src: fe80::e97:6eff:fe85:d900, Dst: ff02::2
 ▾ Internet Control Message Protocol, v6
 Type: Router Solicitation (133)
 Code: 0
 Checksum: 0xd2f3 [correct]
 [Checksum Status: Good]
 Reserved: 00000000
 ▼ ICMPv6 Option (Source link-layer address : 0c:97:6e:85:d9:00)
 Type: Source link-layer address (1)
 Length: 1 (8 bytes)
 Link-layer address: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00)

- e) Inicie nuevamente una captura en el enlace Debian-4_a_HUB1.
- f) Realice un único ping6 (siempre con la opción -l) a Debian-3 desde Debian-4 con la orden:

ping6 -c 1 -l eth0 dir_ipv6

Para realizar el ping6 con los parámetros de la siguiente forma:

ping6 -c 1 -l 1 -I eth0 fe80::e97:6eff:fe8a:4300

El parámetro -c 1 es el utilizado para determinar el número de paquetes que se van a enviar al realizar el ping.

El parámetro -l 1, es el número de mensajes que se van a enviar sin la espera de una respuesta.

El parámetro -I eth0, se utiliza para determinar la interfaz por la que se va a mandar el ping y por último la dirección IPv6 de Debian-4

```

root@lipcUR:~# ping6 -c 1 -l 1 -I eth0 fe80::e97:6eff:fe8a:4300
ping6: Warning: source address might be selected on device other than eth0.
PING fe80::e97:6eff:fe8a:4300(fe80::e97:6eff:fe8a:4300) from :: eth0: 56 data bytes
64 bytes from fe80::e97:6eff:fe8a:4300%eth0: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.70 ms

--- fe80::e97:6eff:fe8a:4300 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.704/1.704/1.704/0.000 ms
root@lipcUR:~#

```

g) Interrumpa la captura y guárdela. Analice la captura con wireshark como sigue:

- Identifique el tráfico que ha generado dicho *ping*.

El tráfico generado por el *ping* es el siguiente:

1 0.000000	fe80::e97:6eff:fe8a:4300	ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:97:6e:8a:43:00
2 1.029204	fe80::e97:6eff:fe85:d900	ff02::1:ff8a:4300	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::e97:6eff:fe8a:4300 from 0c:97:6e:8a:43:00
3 1.031043	fe80::e97:6eff:fe8a:4300	fe80::e97:6eff:fe85..	ICMPv6	86 Neighbor Advertisement fe80::e97:6eff:fe8a:4300 (sol. ovr) is at 0c:97:6e:8a:43:00
4 1.031536	fe80::e97:6eff:fe85:d900	fe80::e97:6eff:fe85..	ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x033f, seq=1, hop limit=64 (reply in 5)
5 1.032146	fe80::e97:6eff:fe8a:4300	fe80::e97:6eff:fe85..	ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x033f, seq=1, hop limit=64 (request in 4)

¿Qué protocolos han participado? ¿Qué tipos de mensajes? ¿Aparece por algún lado alguna dirección multicast de nodo solicitado de alguno de ellos? Razone su respuesta

El único protocolo que ha intervenido es el mencionado anteriormente de ICMPv6, la versión para IPv6 de ICMP.

El primer mensaje es un mensaje de ICMPv6 de router solicitation desde Debian-3 hacia la dirección multicast de nodo solicitado "FF02::2"

1 0.000000	fe80::e97:6eff:fe8a:4300	ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:97:6e:8a:43:00
2 1.029204	fe80::e97:6eff:fe85:d900	ff02::1:ff8a:4300	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::e97:6eff:fe8a:4300 from 0c:97:6e:8a:43:00
3 1.031043	fe80::e97:6eff:fe8a:4300	fe80::e97:6eff:fe85..	ICMPv6	86 Neighbor Advertisement fe80::e97:6eff:fe8a:4300 (sol. ovr) is at 0c:97:6e:8a:43:00
▶ Frame 1: 70 bytes on wire (560 bits), 70 bytes captured (560 bits) on interface 0				
▶ Ethernet II, Src: 0c:97:6e:8a:43:00 (0c:97:6e:8a:43:00), Dst: IPv6mcast_02 (33:33:00:00:00:00)				
▶ Internet Protocol Version 6, Src: fe80::e97:6eff:fe8a:4300, Dst: ff02::2				
▶ Internet Control Message Protocol v6				
Type: Router Solicitation (133)				
Code: 0				
Checksum: 0xfeea [correct]				
[Checksum Status: Good]				
Reserved: 00000000				
▶ ICMPv6 Option (Source link-layer address : 0c:97:6e:8a:43:00)				

El segundo mensaje es desde Debian-4 hacia la dirección de nodo solicitado de la interfaz eth0 de Debian-3 indicando a Debian-3 su dirección física o MAC.

2 1.029204	fe80::e97:6eff:fe85:d900	ff02::1:ff8a:4300	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::e97:6eff:fe8a:4300 from 0c:97:6e:85:d9:00
3 1.031043	fe80::e97:6eff:fe8a:4300	fe80::e97:6eff:fe85..	ICMPv6	86 Neighbor Advertisement fe80::e97:6eff:fe8a:4300 (sol. ovr) is at 0c:97:6e:8a:43:00
▶ Frame 2: 86 bytes on wire (688 bits), 86 bytes captured (688 bits) on interface 0				
▶ Ethernet II, Src: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00), Dst: IPv6mcast_ff:8a:43:00 (33:33:ff:8a:43:00)				
▶ Internet Protocol Version 6, Src: fe80::e97:6eff:fe85:d900, Dst: ff02::1:ff8a:4300				
▶ Internet Control Message Protocol v6				
Type: Neighbor Solicitation (135)				
Code: 0				
Checksum: 0xd0b8 [correct]				
[Checksum Status: Good]				
Reserved: 00000000				
Target Address: fe80::e97:6eff:fe8a:4300				
▶ ICMPv6 Option (Source link-layer address : 0c:97:6e:85:d9:00)				
Type: Source link-layer address (1)				
Length: 1 (8 bytes)				
Link-layer address: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00)				

El tercero es desde Debian-3 hacia Debian-4, ya utilizando las direcciones IPv6 autoconfiguradas mediante el EUI, que es un mensaje neighbor advertisement.

```

3 1.031043 fe80::e97:6eff:fe8a:4300 fe80::e97:6eff:fe85 ICMPv6 86 Neighbor Advertisement fe80::e97:6eff:fe8a:4300 (sol. ovr) is at 0c:97:6e:8a:43:00
  ▶ Frame 3: 86 bytes on wire (688 bits), 86 bytes captured (688 bits) on interface 0
    Ethernet II, Src: 0c:97:6e:8a:43:00 (0c:97:6e:8a:43:00), Dst: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00)
      ► Destination: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00)
      ► Source: 0c:97:6e:8a:43:00 (0c:97:6e:8a:43:00)
      Type: IPv6 (0x86dd)
    Internet Protocol Version 6, Src: fe80::e97:6eff:fe8a:4300, Dst: fe80::e97:6eff:fe85:d900
      Internet Control Message Protocol v6
        Type: Neighbor Advertisement (136)
          Code: 0
          Checksum: 0x899e [correct]
          [Checksum Status: Good]
        Flags: 0x60000000, Solicited, Override
        Target Address: fe80::e97:6eff:fe8a:4300
      ICMPv6 Option (Target link-layer address : 0c:97:6e:8a:43:00)
        Type: target-link-layer address (2)
        Length: 1 (8 bytes)
        Link-layer address: 0c:97:6e:8a:43:00 (0c:97:6e:8a:43:00)

```

Después se generan los mensajes asociados al ping echo request, echo reply

```

1 0.000000 fe80::e97:6eff:fe8a:4300 ff02::2 ICMPv6 70 Router Solicitation from 0c:97:6e:8a:43:00
  ▶ Frame 1: 70 bytes on wire (560 bits), 70 bytes captured (560 bits) on interface 0
    Ethernet II, Src: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00), Dst: ff02::1 (ff02::1)
      ► Destination: ff02::1 (ff02::1)
      ► Source: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00)
      Type: IPv6 (0x86dd)
    Internet Protocol Version 6, Src: fe80::e97:6eff:fe8a:4300, Dst: fe80::e97:6eff:fe8a:4300
      Internet Control Message Protocol v6
        Type: Echo (ping) request (128)
          Code: 0
          Checksum: 0x74f2 [correct]
          [Checksum Status: Good]
          Identifier: 0x033f
          Sequence: 1
          [Response In: 5]
          Data (56 bytes)

  ▶ Frame 4: 118 bytes on wire (944 bits), 118 bytes captured (944 bits) on interface 0
    Ethernet II, Src: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00), Dst: 0c:97:6e:8a:43:00 (0c:97:6e:8a:43:00)
      ► Destination: 0c:97:6e:8a:43:00 (0c:97:6e:8a:43:00)
      ► Source: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00)
      Type: IPv6 (0x86dd)
    Internet Protocol Version 6, Src: fe80::e97:6eff:fe85:d900, Dst: fe80::e97:6eff:fe8a:4300
      Internet Control Message Protocol v6
        Type: Echo (ping) request (128)
          Code: 0
          Checksum: 0x74f2 [correct]
          [Checksum Status: Good]
          Identifier: 0x033f
          Sequence: 1
          [Response In: 5]
          Data (56 bytes)

```

```

1 0.000000 fe80::e97:6eff:fe8a:4300 ff02::2 ICMPv6 70 Router Solicitation from 0c:97:6e:8a:43:00
  ▶ Frame 1: 70 bytes on wire (560 bits), 70 bytes captured (560 bits) on interface 0
    Ethernet II, Src: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00), Dst: ff02::1 (ff02::1)
      ► Destination: ff02::1 (ff02::1)
      ► Source: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00)
      Type: IPv6 (0x86dd)
    Internet Protocol Version 6, Src: fe80::e97:6eff:fe8a:4300, Dst: fe80::e97:6eff:fe8a:4300
      Internet Control Message Protocol v6
        Type: Echo (ping) request (128)
          Code: 0
          Checksum: 0x74f2 [correct]
          [Checksum Status: Good]
          Identifier: 0x033f
          Sequence: 1
          [Response In: 5]
          Data (56 bytes)

  ▶ Frame 5: 118 bytes on wire (944 bits), 118 bytes captured (944 bits) on interface 0
    Ethernet II, Src: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00), Dst: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00)
      ► Destination: 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00)
      ► Source: 0c:97:6e:8a:43:00 (0c:97:6e:8a:43:00)
      Type: IPv6 (0x86dd)
    Internet Protocol Version 6, Src: fe80::e97:6eff:fe8a:4300, Dst: fe80::e97:6eff:fe85:d900
      Internet Control Message Protocol v6
        Type: Echo (ping) reply (129)
          Code: 0
          Checksum: 0x73f2 [correct]
          [Checksum Status: Good]
          Identifier: 0x033f
          Sequence: 1
          [Response To: 4]
          Response Time: 0.610 ms
          Data (56 bytes)

```

1.2.1.2. Detección de direcciones duplicadas

En este apartado comprobaremos el funcionamiento de **detección de direcciones duplicadas** que ofrece IPv6.

- Desactive la interfaz de red eth0 en Debian-4 y configure eth0 con la misma dirección Ethernet que Debian-3.

Desactivamos la interfaz con la orden → ip link set dev eth0 down

Se cambia su dirección MAC para que coincida con la de Debian-3 con la orden → ip link set dev eth0 address 0c:97:6e:85:d9:00

- Inicie una captura en el enlace Debian-4_a_HUB1.
- Active la interfaz de red eth0 en Debian-4 y realice ping6 para alcanzar a todos los routers de la subred. ¿Ha funcionado? Razone su respuesta.

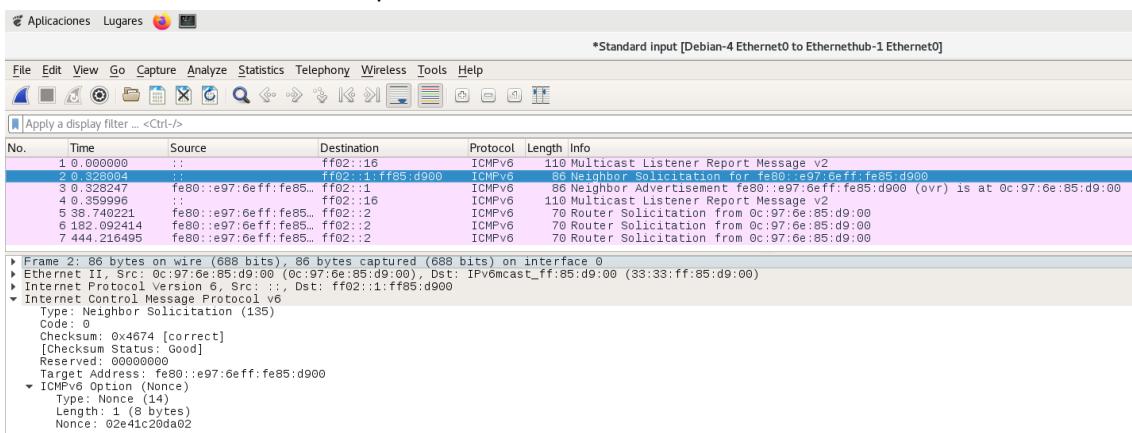
Volvemos a activar la tarjeta de red con → ip link set dev eth0 up

Ping para alcanzar a todos los routers de la subred →

El ping no ha funcionado ya que cuando Debian-1 recibe el mensaje Neighbour Solicitation con origen Debian-0 detecta que la dirección MAC está duplicada por lo que envía un Neighbour Advertisement para indicar al resto de equipos de la subred que la dirección IPv6 está duplicada.

- d) Interrumpa la captura y guárdela con el nombre *debianº0.duplicado.cap*. Analice la captura con wireshark como sigue:

 1. Localice el mensaje enviado por Debian-4 que pretende detectar si existen direcciones IPv6 duplicadas con su dirección de enlace local.



Debian-4 envía un Neighbour Solicitation a la dirección multicast de nodo solicitado con el objetivo de ver si puede usar la dirección IPv6 para su configuración.

2. Fíjese en las direcciones IPv6 y en las direcciones Ethernet que lleva este mensaje.

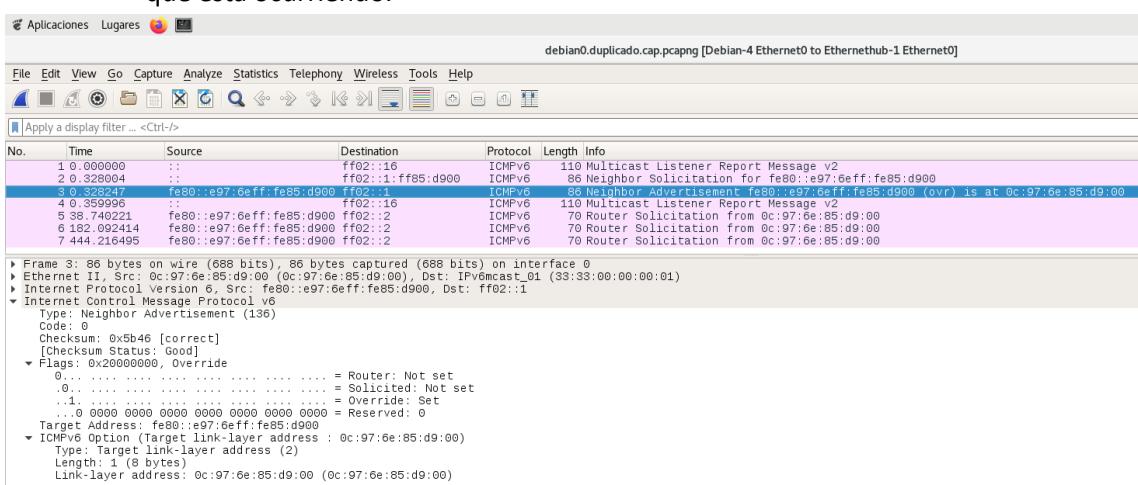
La dirección IPv6 de origen es :: porque el equipo Debian-4 aún no ha finalizado su configuración y no tiene asociada ninguna dirección IPv6.

La dirección IPv6 de destino es ff02::1:ff85:d900 que es la dirección multicast de nodo solicitado.

Respecto a las dirección Ethernet, observamos que la de origen es la MAC de Debian-4 y el destino es la dirección Ethernet Multicast, esta se identifica gracias al prefijo 33:33.

3. Indique si Debian-3 procesa los mensajes dirigidos a esa dirección de destino.
Si procesa los mensajes dirigidos a la dirección de destino porque está suscrito a ese grupo multicast de nodo solicitado.

4. Observe si Debian-3 responde al mensaje enviado por Debian-4. Explique lo que está ocurriendo.



Debian-3 responde al mensaje de Debian-4 con un Neighbour Advertisement con destino a todos los equipos de la subred, la finalidad de este mensaje es indicar que la dirección IPv6 está duplicada y que el equipo Debian-4 debe configurarse manualmente para su correcta activación.

1.2.1.3. Configurando routers

Configuraremos la **misma dirección de enlace local (fe80::1)** en las interfaces fastEthernet de R2 y comprobaremos la alcanzabilidad de R2 desde Debian-3 y Debian-2.

- a) Arranque R2 y configure la dirección de enlace local fe80::1 en sus dos interfaces fastEthernet.

1. Paso 1: Habilitar el router para reenviar paquetes IPv6:

- Introduzca la orden de configuración global `ipv6 unicast-routing`. Esta orden habilita al router para que reenvíe paquetes IPv6.

`enable`

`config terminal`

`ipv6 unicast-routing`

`exit`

`wr`

```

i0926305@sundia09: ~          R2
Archivo Editar Ver Terminal Pestañas Ayuda
i0926305@sundia09: ~          R2
ernet3/0, changed state to down
*Apr 26 18:12:08.803: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEth
ernet4/0, changed state to down
*Apr 26 18:12:08.823: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial5/0,
changed state to down
*Apr 26 18:12:08.823: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial5/1,
changed state to down
*Apr 26 18:12:08.827: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial5/2,
changed state to down
R2#config terminal
^
% Invalid input detected at '^' marker.

R2#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#ipv6 unic
R2(config)#ipv6 unicast-routing
R2(config)#exit
R2#
*Apr 26 18:14:17.647: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#wr
Building configuration...
[OK]
R2#[enable]

```

2. Paso 2: Configurar la dirección IPv6 local de enlace en ambas interfaces.
Mostramos como ejemplo la configuración de la interfaz f0/0:

```

enable
config t
interface f0/0
ipv6 enable
ipv6 address fe80::1 link-local
no shut
exit
exit
wr

```

```

R2#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#interface f0/0
R2(config-if)#ipv6 enable
R2(config-if)#ipv6 addr
R2(config-if)#ipv6 addre
R2(config-if)#ipv6 address fe80::1 li
R2(config-if)#ipv6 address fe80::1 link-local
R2(config-if)#no shut
R2(config-if)#exit
R2(config)#ex
*Apr 26 18:16:02.835: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R2(config)#exit
R2#w
*Apr 26 18:16:02.835: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Fa0/0 Physical Port Administrative State Down
R2#we
Translating "we"

Translating "we"
% Unknown command or computer name, or unable to find computer address
R2#
*Apr 26 18:16:03.303: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
*Apr 26 18:16:03.835: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R2#wr
Building configuration...
[OK]
R2#[enable]

```

Repetir esta secuencia de órdenes para la otra interfaz.

```
enable
config t
interface f1/0
ipv6 enable
ipv6 address fe80::1 link-local
no shut
exit
exit
```

```
[OK]
R2#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#interface f1/0
R2(config-if)#ipv6 en
R2(config-if)#ipv6 enable
R2(config-if)#ipv6 addre
R2(config-if)#ipv6 address fe
R2(config-if)#ipv6 address fe80::1 li
R2(config-if)#ipv6 address fe80::1 link-local
R2(config-if)#nosh
R2(config-if)#no shut
R2(config-if)#
*Apr 26 18:17:58.059: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
R2(config-if)#
*Apr 26 18:17:58.059: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Fa1/0 Physical Port Administrative State Down
*Apr 26 18:17:59.059: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
R2(config-if)#exit
R2(config)#exit
R2#wr
Building configuration...

*Apr 26 18:18:02.779: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console[OK]
R2#
```

IPv6.docx - Document... IPv6 - GNS3 R2

- b) Compruebe con la orden: **route -6**, las rutas IPv6 que tienen configuradas las máquinas Debian-3 y Debian-2. Explique el significado de estas. ¿Existe ruta predeterminada? ¿De donde ha sido obtenida?

Debian-2:

```
root@lipcUR:~# route -6
Kernel IPv6 routing table
Destination          Next Hop            Flag Met Ref Use If
localhost/128        [::]                U     256 1   0   lo
fe80::/64             [::]                U     256 1   0   eth0
[::]/0                [::]                !n    -1   1   0   lo
localhost/128        [::]                Un    0   3   0   lo
fe80::e97:6eff:fec2:8a00/128  [::]                Un    0   2   0   eth0
ff00::/8              [::]                U     256 3   0   eth0
[::]/0                [::]                !n    -1   1   0   lo
root@lipcUR:~#
```

Debian-3:

```
root@lipcUR:~# route -6
Kernel IPv6 routing table
Destination          Next Hop            Flag Met Ref Use If
localhost/128        [::]                U     256 1   0   lo
fe80::/64             [::]                U     256 1   0   eth0
[::]/0                fe80::1             UGDAe 1024 1   0   eth0
localhost/128        [::]                Un    0   3   0   lo
fe80::e97:6eff:fe85:d900/128  [::]                Un    0   2   0   eth0
ff00::/8              [::]                U     256 3   0   eth0
[::]/0                [::]                !n    -1   1   0   lo
root@lipcUR:~#
```

Como podemos observar hay varias entradas:

localhost/128 → es la dirección de loopback.

fe80::/64 → indica la dirección local de enlace de subred.

[::]/0 → esta es la entrada que indica la ruta predeterminada, que equivale a 0.0.0.0 en IPv4, como se puede observar la ruta predeterminada es fe80::1 qué es la dirección local de enlace de R2 y se obtiene mediante los mensajes de tipo Router Advertisement.

- c) Realice un único ping desde Debian-3 a la dirección de enlace local de R2. ¿Qué entradas tendrá la caché de vecinos de R2? Compruébelo.

```

Archivo Editar Ver Terminal Pestañas Ayuda
i0926305@sundia0... × R2 × Debian-3 × Debian-2 ×
Destination Next Hop Debian-3 Flag Met Ref Use If
localhost/128 [::]          U      256 1    0 lo
fe80::/64      [::]          U      256 1    0 eth0
[::]/0          fe80::1       UGDAe 1024 1   0 eth0
0
localhost/128   [::]          Un     0   3    0 lo
fe80::e97:6eff:fe85:d900/128 [::]          Un     0   2    0 eth0
ff00::/8        [::]          U      256 3    0 eth0
root@lipcUR:~# ping6 -c 1 -I eth0 fe80::1
ping6: Warning: source address might be selected on device other than eth0.
PING fe80::1(fe80::1) from :: eth0: 56 data bytes
64 bytes from fe80::1%eth0: icmp_seq=1 ttl=64 time=7.77 ms

--- fe80::1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 7.765/7.765/7.765/0.000 ms
root@lipcUR:~# 

```

Tras realizar el ping la caché de vecinos de R2 tiene las siguientes entradas:

```

R2#show ipv6 neighbors
IPv6 Address                               Age Link-layer Addr State Interface
FE80::E97:6EFF:FE85:D900                  0 0c97.6ec2.8a00 STALE Fa1/0
FE80::E97:6EFF:FE85:D900                  10 0c97.6e85.d900 REACH Fa0/0
R2# 

```

Estas dos entradas coinciden con los equipos conectados a sus respectivas interfaces y como vemos la que corresponde a Debian-3 tiene el estado de REACH (alcanzado).

- d) Realice un único ping6 desde Debian-2 a la dirección de enlace local de R2. ¿Qué entradas tendrá la caché de vecinos de R2? Compruébelo.

```
i0926305@sundia0... R2 Debian-3 Debian-2
root@lipcUR:~# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 fe80::e97:6eff:fec2:8a00 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
        ether 0c:97:6e:c2:8a:00 txqueuelen 1000 (Ethernet)
        RX packets 29 bytes 6429 (6.2 KiB)
        RX errors 0 dropped 15 overruns 0 frame 0
        TX packets 13 bytes 1006 (1006.0 B)
        TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
        loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
        RX packets 8 bytes 378 (378.0 B)
        RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
        TX packets 8 bytes 378 (378.0 B)
        TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

root@lipcUR:~# ping6 -c 1 -I eth0 fe80::1
ping6: Warning: source address might be selected on device other than eth0.
PING fe80::1(fe80::1) from :: eth0: 56 data bytes
64 bytes from fe80::1%eth0: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.43 ms
--- fe80::1 ping statistics ---

```

Tras realizar el ping la caché de vecinos de R2 tiene las siguientes entradas:

```
R2#show ipv6 neighbors
IPv6 Address                               Age Link-layer Addr State Interface
FE80::E97:6EFF:FEC2:8A00                   0 0c97.6ec2.8a00 REACH Fa1/0
FE80::E97:6EFF:FE85:D900                   1 0c97.6e85.d900 STALE Fa0/0

R2#
```

Encontramos las mismas entradas que en el apartado anterior, la diferencia es que en este caso la que está en estado de alcanzado es la que corresponde a la interfaz f1/0, es decir, la que conecta con Debian-2.

- e) ¿Es posible hacer un ping desde Debian-3 a la dirección local de enlace de Debian-2? ¿Tendría sentido? Razona su respuesta.

```
i0926305@sundia0... R2 Debian-3 Debian-2
root@lipcUR:~# ping6 -c 1 -I eth0 fe80::1
ping6: Warning: source address might be selected on device other than eth0.
PING fe80::1(fe80::1) from :: eth0: 56 data bytes
64 bytes from fe80::1%eth0: icmp_seq=1 ttl=64 time=7.77 ms
--- fe80::1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 7.765/7.765/7.765/0.000 ms
root@lipcUR:~# ping6 -c 1 -I eth0 FE80::E97:6EFF:FEC2:8A00
ping6: Warning: source address might be selected on device other than eth0.
PING FE80::E97:6EFF:FEC2:8A00(fe80::e97:6eff:fec2:8a00) from :: eth0: 56 data bytes
From fe80::e97:6eff:fe85:d900%eth0: icmp_seq=1 Destination unreachable: Address
unreachable
--- FE80::E97:6EFF:FEC2:8A00 ping statistics ---
1 packets transmitted, 0 received, +1 errors, 100% packet loss, time 0ms
root@lipcUR:~#
```

Como vemos no se puede realizar el ping ya que estos equipos no están en la misma subred, por lo tanto no se puede realizar entrega directa mediante la dirección local de enlace, para que el ping funcione habría que usar direcciones globales.

1.2.2. Direcciones globales

El objetivo de esta sección es familiarizarse con la **asignación manual de direcciones globales**.

- a) Asigne las direcciones IPv6 unicast globales a los routers del escenario de acuerdo con la siguiente tabla:

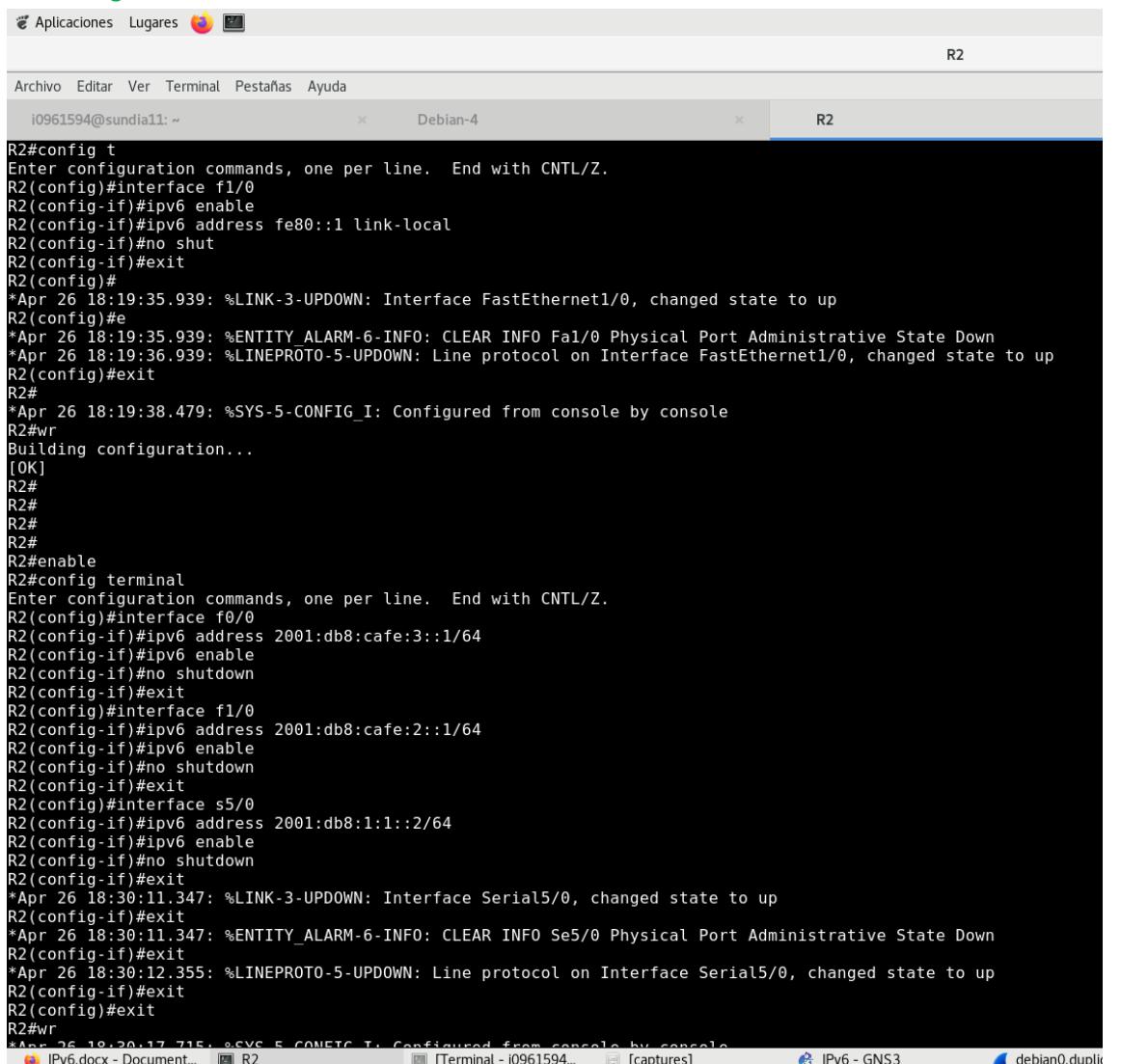
Dispositivo	Interfaz	Dirección/Prefijo IPv6
R2	f0/0	2001:db8:cafe:3::1/64
	f1/0	2001:db8:cafe:2::1/64
	s2/0	2001:db8:1:1::2/64
R1	f0/0	2001:db8:cafe:1::1/64
	s2/0	2001:db8:1:1::1/64

Tabla 1. Direcciones unicast global de las máquinas del escenario IPv6

1. Configure el direccionamiento IPv6 en R2 y R1 conforme a la tabla anterior con las siguientes órdenes:

```
enable
config terminal
interface f0/0
ipv6 address 2001:db8:cafe:3::1/64
ipv6 enable
no shutdown
exit
interface f1/0
ipv6 address 2001:db8:cafe:2::1/64
ipv6 enable
no shutdown
exit
interface s2/0
ipv6 address 2001:db8:1:1::2/64
ipv6 enable
no shutdown
exit
exit
wr
```

Configuración de R2:



R2#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#interface f1/0
R2(config-if)#ipv6 enable
R2(config-if)#ipv6 address fe80::1 link-local
R2(config-if)#no shut
R2(config-if)#exit
R2(config)#
*Apr 26 18:19:35.939: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
R2(config)#
*Apr 26 18:19:35.939: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Fa1/0 Physical Port Administrative State Down
*Apr 26 18:19:36.939: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
R2(config)#exit
R2#
*Apr 26 18:19:38.479: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#wr
Building configuration...
[OK]
R2#
R2#
R2#
R2#
R2#enable
R2#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#interface f0/0
R2(config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:3::1/64
R2(config-if)#ipv6 enable
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#exit
R2(config)#interface f1/0
R2(config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:2::1/64
R2(config-if)#ipv6 enable
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#exit
R2(config)#interface s5/0
R2(config-if)#ipv6 address 2001:db8:1:1::2/64
R2(config-if)#ipv6 enable
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#exit
*Apr 26 18:30:11.347: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial5/0, changed state to up
R2(config-if)#exit
*Apr 26 18:30:11.347: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Se5/0 Physical Port Administrative State Down
R2(config-if)#exit
*Apr 26 18:30:12.355: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial5/0, changed state to up
R2(config-if)#exit
R2(config)#exit
R2#wr
*Apr 26 18:30:17.715: %CVC-5-CONNECT-T: Configured from console by console

Configuración de R1:

Órdenes:

```
enable
config t
interface f0/0
ipv6 address 2001:db8:cafe:1::1/64
ipv6 enable
no shutdown
exit
interface s5/0
ipv6 address 2001:db8:1:1::1/64
ipv6 enable
no shutdown
exit
exit
wr
```

```
R1
Archivo Editar Ver Terminal Pestañas Ayuda
i0961594@sundi... × R1 × Debian-4 × R2 × Debian-3 × Debian-2 ×
R1#enable
R1#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#interface f0/0
R1(config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:1::1/64
R1(config-if)#ipv6 enable
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#
*Apr 26 18:24:17.355: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R1(config-if)#exit
*Apr 26 18:24:18.355: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Fa0/0 Physical Port Administrative State Down
*Apr 26 18:24:18.355: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R1(config-if)#exit
R1(config)#interface s5/0
R1(config-if)#ipv6 address 2001:db8:1:1::1/64
R1(config-if)#ipv6 enable
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#
*Apr 26 18:24:55.423: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial5/0, changed state to up
R1(config-if)#exit
R1(config)#
*Apr 26 18:24:55.423: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Se5/0 Physical Port Administrative State Down
R1(config)#
*Apr 26 18:24:56.435: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial5/0, changed state to up
R1(config)#exit
R1#w
*Apr 26 18:25:00.591: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#wr
Building configuration...
[OK]
R1#
```

Una vez realizada esta configuración los routers tienen en sus interfaces conectadas unas direcciones IPv6 a las que se les va a poder hacer referencia para la comunicación desde cualquier parte del escenario.

2. Revise la configuración de los routers R2 y R1 con “show running-config”. ¿A qué grupos multicast está suscrita cada interfaz de R2 y R1? Utilice la orden “show ipv6 interface f0/0”.

Con la orden *show running-config* en un router podemos visualizar toda la configuración que actualmente está siendo ejecutada en el router, lo que nos sirve para comprobar que las instrucciones realizadas en el punto anterior se han realizado correctamente.

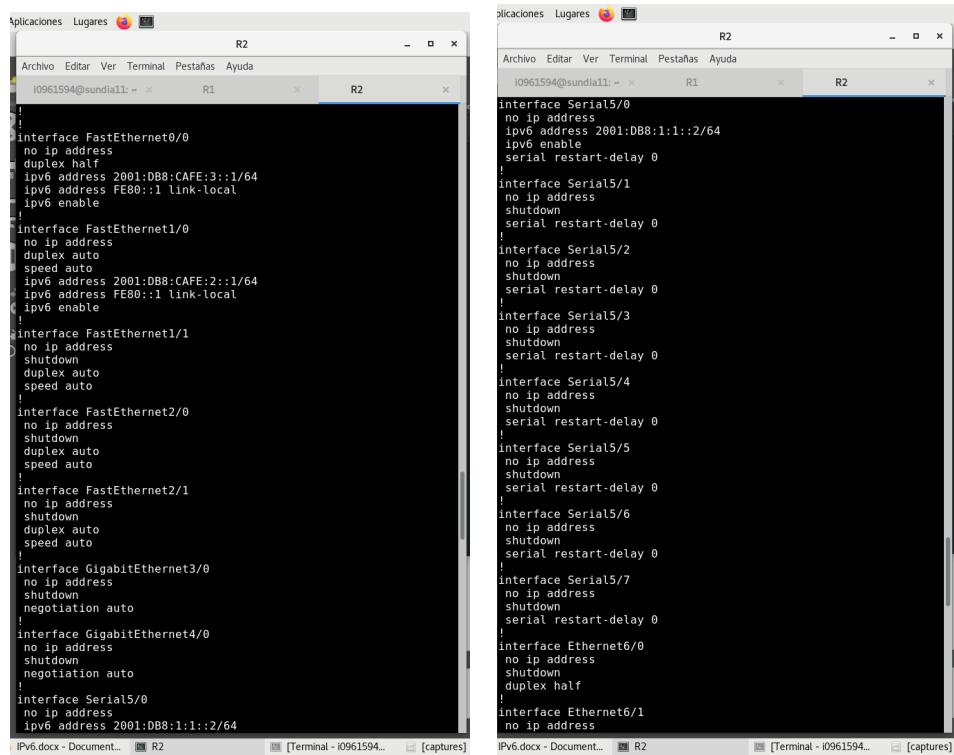
- R1:

Para simplificar un poco en vez de hacer capturas al comando entero nos hemos quedado con la captura en que se muestra lo que nos interesa en este caso que son las distintas interfaces de red que dispone el router. En este caso podemos ver cómo realmente en R1 si se ha configurado correctamente la interfaz f0/0 (conectada al hub3) y s5/0 (conectada a R2) con las direcciones IPv6 que hemos configurado.

```
!interface FastEthernet0/0
no ip address
duplex half
ipv6 address 2001:DB8:CAFE:1::1/64
ipv6 enable
!
interface FastEthernet1/0
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet1/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet2/0
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet2/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet3/0
no ip address
shutdown
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet4/0
no ip address
shutdown
negotiation auto
!
interface Serial5/0
no ip address
ipv6 address 2001:DB8:1:1::1/64
ipv6 enable
serial restart-delay 0
!
interface Serial5/1
no ip address
```

- R2:

Al igual que con R1, podemos observar como en efecto las direcciones asignadas se han configurado de forma correcta, también se observa en las interfaces fastEthernet como está configurada la dirección local de enlace para poder comunicarse en las mismas subredes.



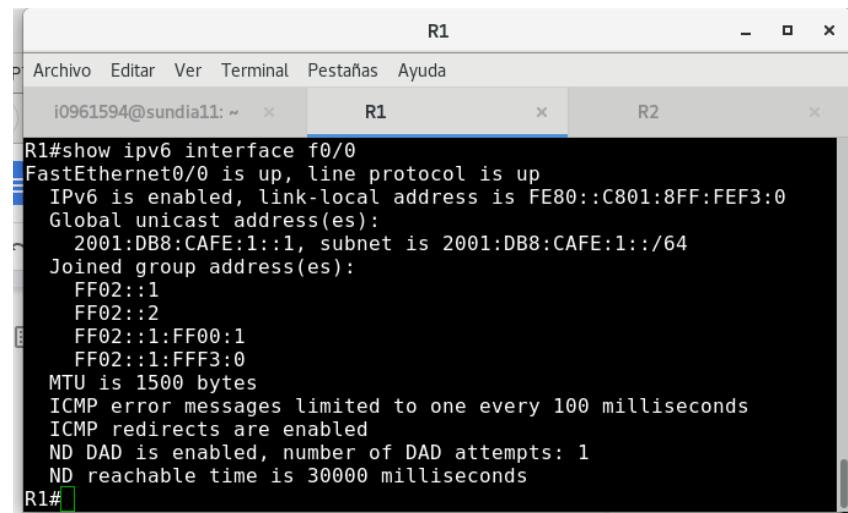
```
Aplicaciones Lugares R2
Archivo Editar Ver Terminal Pestañas Ayuda
i0961594@sundial11: ~ R1 R2
!
interface FastEthernet0/0
no ip address
duplex half
ipv6 address 2001:DB8:CAFE:3::1/64
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 enable
!
interface FastEthernet1/0
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2001:DB8:CAFE:2::1/64
ipv6 address FE80::1 link-local
ipv6 enable
!
interface FastEthernet1/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet2/0
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet2/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet3/0
no ip address
shutdown
negotiation auto
!
interface GigabitEthernet4/0
no ip address
shutdown
negotiation auto
!
interface Serial5/0
no ip address
ipv6 address 2001:DB8:1:1::2/64
ipv6 enable
serial restart-delay 0
!
interface Serial5/1
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial5/2
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial5/3
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial5/4
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial5/5
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial5/6
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Serial5/7
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!
interface Ethernet6/0
no ip address
shutdown
duplex half
!
interface Ethernet6/1
no ip address
```

Para la segunda parte de la pregunta tenemos que hacer uso de la orden `show ipv6 interface <interface>` con ella podemos mostrar la información de una interfaz determinada.

- R1:

- F0/0

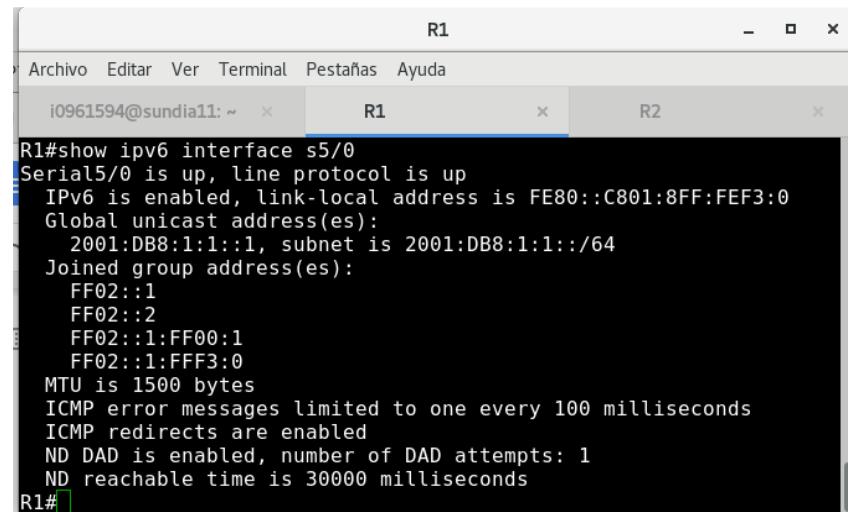
Se observa como está suscrito a la dirección multicast hacia todos los nodos de alcance de enlace local (FF02::1), hacia todos los routers de alcance local (FF02::2). Y a las direcciones multicast de nodos solicitado (FF02::1:FF00::1 y FF02::1:FF03::0)



```
R1#show ipv6 interface f0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C801:8FF:FEF3:0
    Global unicast address(es):
      2001:DB8:CAFE:1::1, subnet is 2001:DB8:CAFE:1::/64
    Joined group address(es):
      FF02::1
      FF02::2
      FF02::1:FF00::1
      FF02::1:FFF3::0
    MTU is 1500 bytes
    ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
    ICMP redirects are enabled
    ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
    ND reachable time is 30000 milliseconds
R1#
```

- S5/0

Esta interfaz está suscrita a los mismos grupos multicast que la otra interfaz

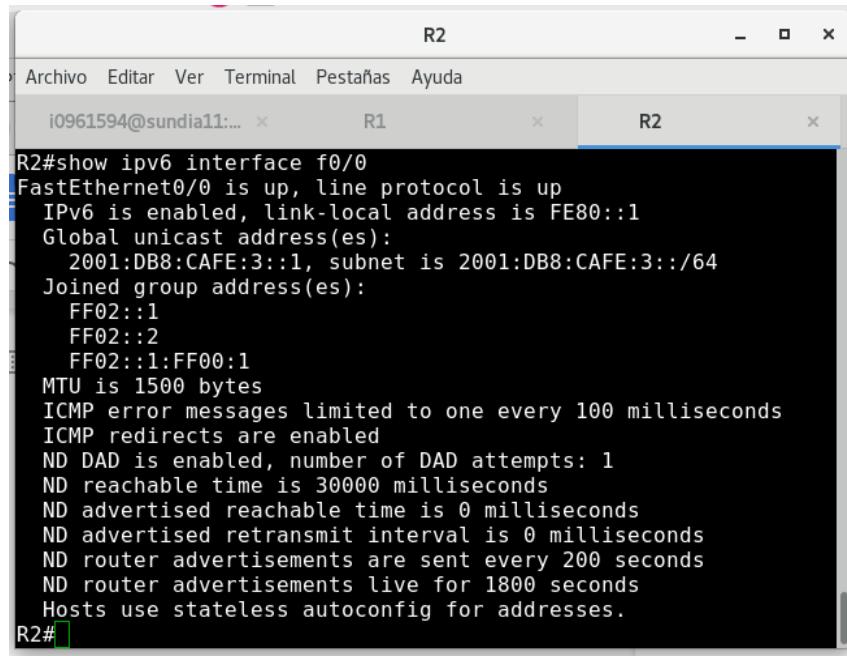


```
R1#show ipv6 interface s5/0
Serial5/0 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C801:8FF:FEF3:0
    Global unicast address(es):
      2001:DB8:1:1::1, subnet is 2001:DB8:1:1::/64
    Joined group address(es):
      FF02::1
      FF02::2
      FF02::1:FF00::1
      FF02::1:FFF3::0
    MTU is 1500 bytes
    ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
    ICMP redirects are enabled
    ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
    ND reachable time is 30000 milliseconds
R1#
```

- R2:

- F0/0

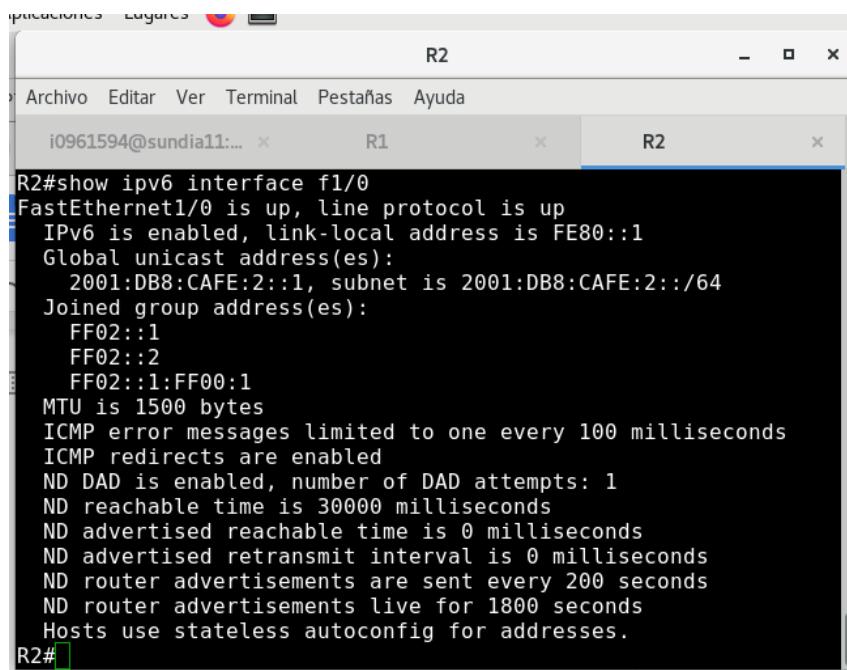
Esta interfaz está suscrita a las mismas direcciones de alcance local que las otras interfaces y la que cambia es la dirección multicast de nodo solicitado.



```
R2#show ipv6 interface f0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::1
Global unicast address(es):
  2001:DB8:CAFE:3::1, subnet is 2001:DB8:CAFE:3::/64
Joined group address(es):
  FF02::1
  FF02::2
  FF02::1:FF00:1
MTU is 1500 bytes
ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
ICMP redirects are enabled
ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
ND reachable time is 30000 milliseconds
ND advertised reachable time is 0 milliseconds
ND advertised retransmit interval is 0 milliseconds
ND router advertisements are sent every 200 seconds
ND router advertisements live for 1800 seconds
Hosts use stateless autoconfig for addresses.
R2#
```

- F1/0

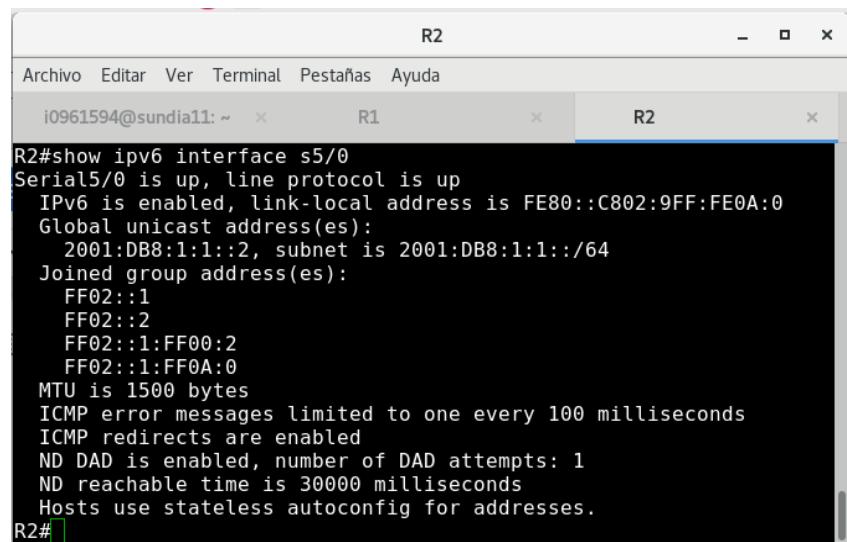
Exactamente los mismos grupos multicast que en F0/0



```
R2#show ipv6 interface f1/0
FastEthernet1/0 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::1
Global unicast address(es):
  2001:DB8:CAFE:2::1, subnet is 2001:DB8:CAFE:2::/64
Joined group address(es):
  FF02::1
  FF02::2
  FF02::1:FF00:1
MTU is 1500 bytes
ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
ICMP redirects are enabled
ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
ND reachable time is 30000 milliseconds
ND advertised reachable time is 0 milliseconds
ND advertised retransmit interval is 0 milliseconds
ND router advertisements are sent every 200 seconds
ND router advertisements live for 1800 seconds
Hosts use stateless autoconfig for addresses.
R2#
```

- S5/0

Esta interfaz se ha suscrito a los mismos grupos multicast de alcance local que las demás pero tiene diferentes direcciones multicast de nodo solicitado que las otras que hemos mostrado.



A terminal window titled 'R2' with two tabs: 'R1' and 'R2'. The 'R2' tab is active and shows the output of the command 'show ipv6 interface s5/0'. The output details the configuration of the Serial5/0 interface, including its IPv6 settings, MTU, and various ICMP and ND parameters.

```
R2#show ipv6 interface s5/0
Serial5/0 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C802:9FF:FE0A:0
  Global unicast address(es):
    2001:DB8:1:1::2, subnet is 2001:DB8:1:1::/64
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::2
    FF02::1:FF00:2
    FF02::1:FF0A:0
  MTU is 1500 bytes
  ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
  ICMP redirects are enabled
  ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
  ND reachable time is 30000 milliseconds
  Hosts use stateless autoconfig for addresses.
R2#[
```

- Repita de nuevo el punto 2, pero esta vez asignando las direcciones globales únicas utilizando como identificadores de red la dirección Ethernet en formato EUI-64.

Utiliza la orden “`ipv6 address dir_ipv6/64 eui-64`” (p. ej.: para R2 en f0/0 sería “`ipv6 address 2001:db8:cafe:3::/64 eui-64`”).

Recuerda que hay que quitar la IPv6 local de enlace asignada manualmente antes. Si no se hace no da error, pero no se configura la IP eui-64. Para quitarla incluir la orden “`no ipv6 address fe80::1 link-local`” en cada interfaz.

A continuación tenemos que cambiar las direcciones IPv6 de las interfaces para que se configuren globalmente con la dirección MAC de la interfaz, basándose en el formato EUI-64.

Primeramente tenemos que desactivar las direcciones de enlace local configuradas manualmente ya que harían conflicto al realizar la configuración, para ello hemos utilizado los siguientes comandos en R2 que era el único que tenía configuradas estas direcciones en el escenario:

```
enable
config t
interface f0/0
no ipv6 address fe80::1 link-local
exit
interface f1/0
no ipv6 address fe80::1 link-local
exit
exit
wr
```

Y con estas sentencias las habríamos desactivado correctamente.

```
i0926305@sundia09: ~          R2          R1
serial restart-delay 0

R2#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#interface f0/0
R2(config-if)#no ipv6 address fe80::1
% Incomplete command.

R2(config-if)#no ipv6 address fe80::1 link
R2(config-if)#no ipv6 address fe80::1 link-local
R2(config-if)#exit
R2(config)#interface f1/0
R2(config-if)#no ipv6 address fe80::1 link-local
R2(config-if)#exit
R2(config)#wr
^
% Invalid input detected at '^' marker.

R2(config)#exit
R2#wr
Building configuration...

*Apr 26 18:47:37.019: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console[OK]
R2#
```

Ahora pasamos a configurar las direcciones IPv6 nuevas para ellos en R2 hemos utilizado:

```
config t
interface f0/0
ipv6 address 2001:db8:cafe:3::1/64 eui-64
ipv6 enable
no shutdown
exit
interface f1/0
ipv6 address 2001:db8:cafe:2::1/64 eui-64
ipv6 enable
no shutdown
exit
interface s5/0
ipv6 address 2001:db8:1:1::2/64 eui-64
ipv6 enable
no shutdown
exit
exit
wr
```

Una vez realizados estos pasos las nuevas direcciones estarían configuradas.

```
R2#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#interface f0/0
R2(config-if)#ip
R2(config-if)#ipv
R2(config-if)#ipv6 addre
R2(config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:3::1/64 eui-64
R2(config-if)#exit
R2(config)#interface f1/0
R2(config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:2::1/64 eui-64
R2(config-if)#exit
R2(config)#interface s5/0
R2(config-if)#ipv6 address 2001:db8:1:1::2/64 eui-64
R2(config-if)#ipv6 enable
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#exit
R2(config)#interface f1/0
R2(config-if)#enable
^
% Invalid input detected at '^' marker.

R2(config-if)#ipv6 enable
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#exit
R2(config)#interface f0/0
R2(config-if)#ipv6 enable
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#exit
R2(config)#exit
R2#wr
Building configuration...
```

Para R1 sería el mismo procedimiento con las dos interfaces que tiene conectadas:

```
config t
interface f0/0
ipv6 address 2001:db8:cafe:1::1/64 eui-64
ipv6 enable
no shutdown
exit
interface s5/0
ipv6 address 2001:db8:1:1::1/64 eui-64
ipv6 enable
no shutdown
exit
exit
wr
```

```
R1#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#interface f0/0
R1(config-if)#no ipv6 address fe80::1 link-local
R1(config-if)#ipv6 address 2001:db8:cafe:1::1/64 eui-64
R1(config-if)#ipv6 enable
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#exit
R1(config)#interface s5/0
R1(config-if)#no ipv6 address fe80::1 link-local
R1(config-if)#ipv6 address 2001:db8:1:1::1/64 eui-64
R1(config-if)#ipv6 enable
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#exit
R1(config)#exit
R1#wr
Building configuration...
[OK]
R1#
```

Una vez configurados ambos routers repetimos la visualización de la información de las interfaces (no repetimos la de la configuración porque simplemente habrá cambiado la IPv6 de las interfaces por las que se mostrarán en las imágenes siguientes.

- R1:
- F0/0

```
R2#show ipv6 interface f0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C802:9FF:FE0A:0
  Global unicast address(es):
    2001:DB8:CAFE:3::1, subnet is 2001:DB8:CAFE:3::/64
    2001:DB8:CAFE:3:C802:9FF:FE0A:0, subnet is 2001:DB8:CAFE:3::/64 [EUI]
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::2
    FF02::1:FF00:1
    FF02::1:FF0A:0
  MTU is 1500 bytes
  ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
  ICMP redirects are enabled
  ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
  ND reachable time is 30000 milliseconds
  ND advertised reachable time is 0 milliseconds
  ND advertised retransmit interval is 0 milliseconds
  ND router advertisements are sent every 200 seconds
  ND router advertisements live for 1800 seconds
  Hosts use stateless autoconfig for addresses.
R2#[
```

- F1/0

```
R2#show ipv6 interface f1/0
FastEthernet1/0 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C802:9FF:FE0A:1C
  Global unicast address(es):
    2001:DB8:CAFE:2::1, subnet is 2001:DB8:CAFE:2::/64
    2001:DB8:CAFE:2:C802:9FF:FE0A:1C, subnet is 2001:DB8:CAFE:2::/64 [EUI]
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::2
    FF02::1:FF00:1
    FF02::1:FF0A:1C
  MTU is 1500 bytes
  ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
  ICMP redirects are enabled
  ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
  ND reachable time is 30000 milliseconds
  ND advertised reachable time is 0 milliseconds
  ND advertised retransmit interval is 0 milliseconds
  ND router advertisements are sent every 200 seconds
  ND router advertisements live for 1800 seconds
  Hosts use stateless autoconfig for addresses.
R2#[
```

- S5/0

```
R2#show ipv6 interface s5/0
Serial5/0 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C802:9FF:FE0A:0
  Global unicast address(es):
    2001:DB8:1:1::2, subnet is 2001:DB8:1:1::/64
    2001:DB8:1:1:C802:9FF:FE0A:0, subnet is 2001:DB8:1:1::/64 [EUI]
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::2
    FF02::1:FF00:2
    FF02::1:FF0A:0
  MTU is 1500 bytes
  ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
  ICMP redirects are enabled
  ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
  ND reachable time is 30000 milliseconds
  Hosts use stateless autoconfig for addresses.
R2#[
```

- R1

- F0/0

```
R1#show ipv6 interface f0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C801:8FF:FEF3:0
  Global unicast address(es):
    2001:DB8:CAFE:1::1, subnet is 2001:DB8:CAFE:1::/64
    2001:DB8:CAFE:1:C801:8FF:FEF3:0, subnet is 2001:DB8:CAFE:1::/64 [EUI]
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::2
    FF02::1:FF00:1
    FF02::1:FFF3:0
  MTU is 1500 bytes
  ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
  ICMP redirects are enabled
  ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
  ND reachable time is 30000 milliseconds
R1#[
```

- S5/0

```
R1#show ipv6 interface s5/0
Serial5/0 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C801:8FF:FEF3:0
  Global unicast address(es):
    2001:DB8:1:1::1, subnet is 2001:DB8:1:1::/64
    2001:DB8:1:1:C801:8FF:FEF3:0, subnet is 2001:DB8:1:1::/64 [EUI]
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::2
    FF02::1:FF00:1
    FF02::1:FFF3:0
  MTU is 1500 bytes
  ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
  ICMP redirects are enabled
  ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
  ND reachable time is 30000 milliseconds
R1#[
```

- a. ¿Qué diferencias observa en los grupos multicast a los que están suscritos los interfaces? ¿Han aumentado o disminuido? Razoné su respuesta.

Han aumentado ya que tienen que tener una dirección multicast de nodo solicitado por cada dirección IPv6 que tenga la interfaz lo que provoca que al haber añadido otra dirección IPv6 se tenga una nueva suscripción a otro grupo multicast de nodo en alcance local, con el prefijo FF02::1:FFXX:XXXX, que estos últimos bits depende de la dirección configurada a través del formato EUI-64 que depende de la dirección física de la interfaz.

1.2.3. Autoconfiguración de direcciones IPv6 globales

Este apartado trabajaremos en el mecanismo de autoconfiguración de direcciones IPv6 sin intervención¹. Para ello partiremos de la configuración aplicada en los routers R2 y R1 del ejercicio anterior (en particular la realizada en la segunda parte de este).

Siga los siguientes pasos y responda a las preguntas razonadamente hasta completar la autoconfiguración de la dirección IPv6 global en Debian-3:

- a) Inicie la máquina Debian-3 (si ya la tenía iniciada pase al siguiente punto).
- b) Desactive la interfaz de red eth0 con la orden:
Ifdown eth0
- c) Inicie una captura en el enlace Debian-3_a_HUB1.
- d) Active la interfaz de red eth0 con la orden:
Ifup eth0
- e) Interrumpa la captura y guárdela con el nombre debian1.autoconfig.cap

¹ Por defecto las máquinas Linux con IPv6 tienen habilitada la autoconfiguración de direcciones IPv6 sin intervención. Esto puede inhabilitarse:

- a) Temporalmente con “sudo sysctl -w net.ipv6.conf.eth1.autoconf=0” y “sudo sysctl -w net.ipv6.conf.eth1.accept_ra=0” para eth1 ó para todas las interfaces con “sudo sysctl -w net.ipv6.conf.all.autoconf=0” y “sudo sysctl -w net.ipv6.conf.all.accept_ra=0”.
- b) Permanentemente en el fichero /etc/sysctl.conf modificando las líneas “net.ipv6.conf.<iface|all|default>.accept_ra=0” o “net.ipv6.conf.<iface|all|default>.accept_ra=1”.

Tras desactivar y activar las la interfaz de red eth0, y realizando la captura de wireshark con la siguiente información:

Desde Debian-3 se envían 3 mensajes hacia la dirección FF02::16 indicando que está en esa interfaz, posteriormente se realiza el neighbor solicitation para el descubrimiento de vecinos y finalmente el router advertisement en el que se le envía el prefijo global para poder comunicarse con otros terminales fuera de la subred.

*Standard input [Ethernethub-1 Ethernet1 to Debian-3 Ethernet0]						
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
4	10.117767	ca:02:09:0a:00:00	ca:02:09:0a:00:00	LOOP	60	Reply
5	14.771372	::	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
6	14.811354	::	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
7	15.299486	::	ff02::1:ff85:d900	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::e97:6eff:fe85:d900
8	16.323523	fe80::e97:6eff:fe85::	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
9	16.323587	fe80::e97:6eff:fe85::	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:97:6e:85:d9:00
10	16.326743	fe80::cb02:9fff:fe0a::	ff02::1	ICMPv6	118	Router Advertisement from ca:02:09:0a:00:00
11	16.515471	::	ff02::1:ff85:d900	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900
12	16.739503	fe80::e97:6eff:fe85::	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2

Frame 1: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits) on interface 0
 ▷ Ethernet II, Src: ca:02:09:0a:00:00 (ca:02:09:0a:00:00), Dst: ca:02:09:0a:00:00 (ca:02:09:0a:00:00)
 ▷ Configuration Test Protocol (loopback)
 ▷ Data (40 bytes)

f) Muestre la configuración de red de Debian-3 e identifique los parámetros que se han configurado.

Al usar el comando *ifconfig* observamos la nueva dirección IPv6 que se ha autoasignado y la dirección IPv6 junto con el prefijo que le ha entregado el router para poder comunicarse con el resto de terminales fuera de la subred.

```
Debian-3
Archivo Editar Ver Terminal Pestañas Ayuda
i0926305@sundia09: ~          Debian-3
root@lipcUR:~# ifdown eth0
root@lipcUR:~# ifup eth0
root@lipcUR:~# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST>  mtu 1500
      inet6 fe80::e97:6eff:fe85:d900  prefixlen 64  scopeid 0x20<link>
      inet6 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900  prefixlen 64  scopeid 0x0<global>
        ether 0c:97:6e:85:d9:00  txqueuelen 1000  (Ethernet)
          RX packets 112  bytes 26535 (25.9 KiB)
          RX errors 0  dropped 60  overruns 0  frame 0
          TX packets 33  bytes 2750 (2.6 KiB)
          TX errors 0  dropped 0  overruns 0  carrier 0  collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING>  mtu 65536
      inet 127.0.0.1  netmask 255.0.0.0
      inet6 ::1  prefixlen 128  scopeid 0x10<host>
        loop  txqueuelen 1000  (Local Loopback)
          RX packets 33  bytes 3226 (3.1 KiB)
          RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
          TX packets 33  bytes 3226 (3.1 KiB)
          TX errors 0  dropped 0  overruns 0  carrier 0  collisions 0

root@lipcUR:~#
```

- g) Muestre también su tabla de rutas IPv6 con la orden “*route -6*”. ¿Existe ruta por defecto? En caso afirmativo, ¿cómo se ha obtenido?

Si usamos el comando *route -6* nos muestra las tablas de rutas que tiene el terminal, en este caso Debian-3, nos muestra como en la entrada `[::]/0` está la ruta por defecto que es la interfaz del router R1 (`f0/0`) a la que está conectada.

```

root@lipcUR:~# route -6
Kernel IPv6 routing table
Destination          Next Hop           Flag Met Ref Use If
localhost/128        [::]               U    256 2   0 lo
2001:db8:cafe:3::/64 [::]               UAe  256 1   0 eth0
fe80::/64            [::]               U    256 1   0 eth0
[::]/0               fe80::c802:9ff:fe0a:0  UGDAe 1024 1   0 eth0
localhost/128        [::]               Un   0   4   0 lo
2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900/128 [::]           Un   0   2   0 eth0
fe80::e97:6eff:fe85:d900/128   [::]           Un   0   2   0 eth0
ff00::/8              [::]               U    256 3   0 eth0
[::]/0               [::]               !n   -1   1   0 lo
root@lipcUR:~#

```

- h) Identifique el tráfico relacionado con la autoconfiguración de la dirección IPv6 unicast global de que dispone Debian-3.

9	16.323587	fe80::e97:6eff:fe85.. ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:97:6e:85:d9:00
10	16.326743	fe80::c802:9ff:fe0a.. ff02::1	ICMPv6	118 Router Advertisement from ca:02:09:0a:00:00
11	16.515471	:: ff02::1:ff85:d900	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900

> Frame 10: 118 bytes on wire (944 bits), 118 bytes captured (944 bits)
 > Ethernet II, Src: ca:02:09:0a:00:00 (ca:02:09:0a:00:00), Dst: IPv6mcast_01 (33:33:00:00:00:01)
 > Internet Protocol Version 6, Src: fe80::c802:9ff:fe0a:0, Dst: ff02::1
 ✓ Internet Control Message Protocol v6
 Type: Router Advertisement (134)
 Code: 0
 Checksum: 0x81d0 [correct]
 [Checksum Status: Good]
 Cur hop limit: 64
 Flags: 0x00, Prf (Default Router Preference): Medium
 Router lifetime (s): 1800
 Reachable time (ms): 0
 Retrans timer (ms): 0
 ✓ ICMPv6 Option (Source link-layer address : ca:02:09:0a:00:00)
 Type: Source link-layer address (1)
 Length: 1 (8 bytes)
 Link-layer address: ca:02:09:0a:00:00 (ca:02:09:0a:00:00)
 > ICMPv6 Option (MTU : 1500)
 ✓ ICMPv6 Option (Prefix information : 2001:db8:cafe:3::/64)
 Type: Prefix information (3)
 Length: 4 (32 bytes)
 Prefix Length: 64
 > Flag: 0xc0, On-link flag(L), Autonomous address-configuration flag(A)
 Valid Lifetime: 2592000
 Preferred Lifetime: 604800
 Reserved
 Prefix: 2001:db8:cafe:3::

Debian-3 envía un mensaje de tipo Router Solicitation a la dirección Multicast FF02::2 (todos los routers) desde su dirección IPv6 local, la cual habrá configurado automáticamente siguiendo el proceso que se ha descrito anteriormente.

R2 responderá con un Router Advertisement, el mostrado en la captura, en el que indicará el prefijo de subred para que pueda formar su dirección global, junto con otros parámetros como el MTU de enlace local, el valor por defecto del límite de saltos y la información del router por defecto.

A continuación, vemos un Neighbor Solicitation correspondiente a la detección de si su dirección está duplicada y por último un mensaje Multicast Listener Report para entrar al grupo Multicast de nodo solicitado correspondiente a su dirección global.

A continuación veremos cómo encaminar paquetes entre máquinas conectadas al mismo router pero por enlaces diferentes.

- i) Inicie la máquina Debian-2. Si ya la tenía iniciada desactive y active la interfaz de red eth0 con:

ifdown eth0

ifup eth0

- j) Inicie una captura en el enlace HUB2_a_Debian-2.
- k) Realice una única prueba de alcanzabilidad desde Debian-2 a la dirección IPv6 global única de Debian-3 (configurada en el punto anterior).

ping6 -c 1 dir_ipv6

- l) Interrumpa la captura y guárdela con el nombre debian2.ping.cap

Tras la el los cambios de estado en la interfaz la dirección IPv6 auto configurada y la IPv6 de alcance global que obtiene por el router son las siguientes:

```
root@lipcUR:~# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
        inet6 fe80::e97:6eff:fec2:8a00  prefixlen 64  scopeid 0x20<link>
        inet6 2001:db8:cafe:2:e97:6eff:fec2:8a00  prefixlen 64  scopeid 0x0<global>
        ether 0c:97:6e:c2:8a:00  txqueuelen 1000  (Ethernet)
        RX packets 164  bytes 39384 (38.4 KiB)
        RX errors 0  dropped 83  overruns 0  frame 0
        TX packets 63  bytes 5494 (5.3 KiB)
        TX errors 0  dropped 0  overruns 0  carrier 0  collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING>  mtu 65536
        inet 127.0.0.1  netmask 255.0.0.0
        inet6 ::1  prefixlen 128  scopeid 0x10<host>
        loop  txqueuelen 1000  (Local Loopback)
        RX packets 56  bytes 5774 (5.6 KiB)
        RX errors 0  dropped 0  overruns 0  frame 0
        TX packets 56  bytes 5774 (5.6 KiB)
        TX errors 0  dropped 0  overruns 0  carrier 0  collisions 0
```

Si consultamos la tabla de rutas observamos como también se ha obtenido una ruta por defecto correctamente

```
root@lipcUR:~# route -6
Kernel IPv6 routing table
Destination          Next Hop           Flag Met Ref Use If
localhost/128        [:]                U    256 2   0 lo
2001:db8:cafe:2::/64 [:]                UAe 256 1   0 eth0
fe80::/64            [:]                U    256 1   0 eth0
[:]/*               fe80::c802:9ff:fe0a:1c  UGDAe 1024 1   0 eth0
localhost/128        [:]                Un   0   4   0 lo
2001:db8:cafe:2:e97:6eff:fec2:8a00/128 [:]          Un   0   2   0 eth0
fe80::e97:6eff:fec2:8a00/128  [:]          Un   0   2   0 eth0
ff00::/8             [:]                U    256 3   0 eth0
[:]/*               [:]                !n  -1   1   0 lo
```

Captura del ping realizado a través de la dirección global de Debian -3 con el comando `ping -6 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900`

```
root@lipcUR:~# ping -6 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900
PING 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900(2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900) 56 data bytes
64 bytes from 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900: icmp_seq=1 ttl=63 time=39.4 ms
64 bytes from 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900: icmp_seq=2 ttl=63 time=18.9 ms
64 bytes from 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900: icmp_seq=3 ttl=63 time=17.7 ms
64 bytes from 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900: icmp_seq=4 ttl=63 time=16.1 ms
64 bytes from 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900: icmp_seq=5 ttl=63 time=15.6 ms
64 bytes from 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900: icmp_seq=6 ttl=63 time=14.2 ms
64 bytes from 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900: icmp_seq=7 ttl=63 time=13.2 ms
64 bytes from 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900: icmp_seq=8 ttl=63 time=11.1 ms
64 bytes from 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900: icmp_seq=9 ttl=63 time=20.2 ms
64 bytes from 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900: icmp_seq=10 ttl=63 time=18.7 ms
^C
--- 2001:db8:cafe:3:e97:6eff:fe85:d900 ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 26ms
rtt min/avg/max/mdev = 11.069/18.493/39.392/7.458 ms
root@lipcUR:~#
```

m) Responda a las siguientes preguntas:

a. ¿Es alcanzable Debian-3 desde Debian-2? ¿Por qué?

Si es alcanzable debido a que tiene una ruta por defecto a la que enviar los echo, que es al router R2 y este al tener configuradas las otras interfaces con IPv6 y conocer las MAC de los otros terminales puede encaminar correctamente los mensajes del ping.

b. ¿Qué entradas tendrá la caché de vecinos de Debian-2? ¿Y Debian-3? ¿Y R2?
Consúltalas y razona tu respuesta.

En la caché de los respectivos terminales aparece la MAC de la interfaz por la que se ha enviado el el correspondiente mensaje del ping

- Debian-2

```
root@lipcUR:~# ip neigh
fe80::c802:9ff:fe0a:1c dev eth0 lladdr ca:02:09:0a:00:1c router STALE
root@lipcUR:~#
```

- Debian-3

```
root@lipcUR:~# ip neigh
fe80::c802:9ff:fe0a:0 dev eth0 lladdr ca:02:09:0a:00:00 router STALE
root@lipcUR:~#
```

- R2

R2#show ipv6 neighbors	IPv6 Address	Age	Link-layer Addr	State	Interface
	FE80::E97:6EFF:FEC2:8A00	0	0c97.6ec2.8a00	STALE	Fa1/0
	FE80::E97:6EFF:FE8A:4300	0	0c97.6e8a.4300	STALE	Fa0/0
	FE80::E97:6EFF:FE85:D900	0	0c97.6e85.d900	REACH	Fa0/0
	2001:DB8:CAFE:3:E97:6EFF:FE85:D900	0	0c97.6e85.d900	REACH	Fa0/0
	2001:DB8:CAFE:2:E97:6EFF:FEC2:8A00	0	0c97.6ec2.8a00	REACH	Fa1/0

R2#

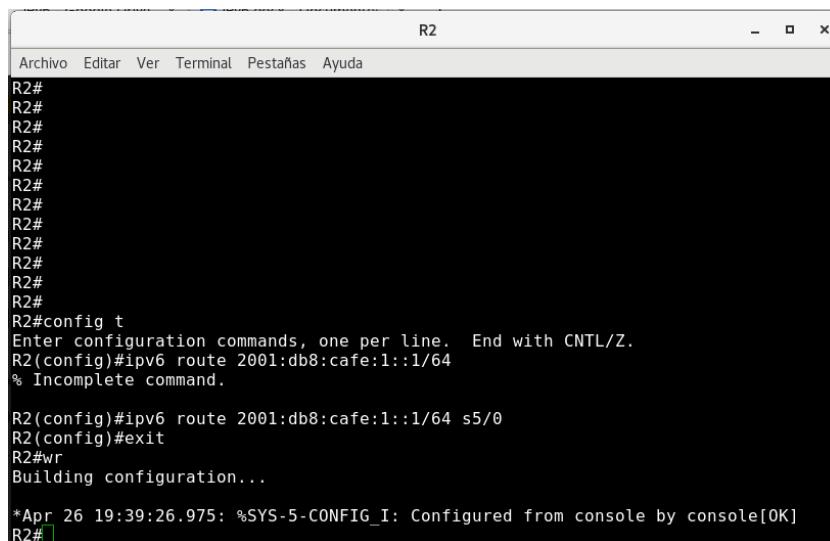
c. Identifique todo el tráfico relacionado con dicha prueba de alcanzabilidad.

29 134.573207	2001:db8:cafe:3:e97.. 2001:db8:cafe:2:e97.. ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x0359, seq=1, hop limit=63 (request in 26)
30 135.535536	2001:db8:cafe:2:e97.. 2001:db8:cafe:3:e97.. ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x0359, seq=2, hop limit=64 (reply in 31)
31 135.554101	2001:db8:cafe:3:e97.. 2001:db8:cafe:2:e97.. ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x0359, seq=2, hop limit=63 (request in 30)
32 136.537639	2001:db8:cafe:2:e97.. 2001:db8:cafe:3:e97.. ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x0359, seq=3, hop limit=64 (reply in 33)
33 136.554965	2001:db8:cafe:3:e97.. 2001:db8:cafe:2:e97.. ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x0359, seq=3, hop limit=63 (request in 32)
34 137.539528	2001:db8:cafe:2:e97.. 2001:db8:cafe:3:e97.. ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x0359, seq=4, hop limit=64 (reply in 35)
35 137.555376	2001:db8:cafe:3:e97.. 2001:db8:cafe:2:e97.. ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x0359, seq=4, hop limit=63 (request in 34)
36 138.540904	2001:db8:cafe:2:e97.. 2001:db8:cafe:3:e97.. ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x0359, seq=5, hop limit=64 (reply in 37)
37 138.556218	2001:db8:cafe:3:e97.. 2001:db8:cafe:2:e97.. ICMPv6	118 Echo (ping) reply id=0x0359, seq=5, hop limit=63 (request in 36)
38 139.542755	2001:db8:cafe:2:e97.. 2001:db8:cafe:3:e97.. ICMPv6	118 Echo (ping) request id=0x0359, seq=6, hop limit=64 (reply in 39)

1.3. Encaminamiento entre máquinas remotas

Los routers R2 y R1 sólo tienen configuradas rutas hacia máquinas (y redes) vecinas. Para que dos máquinas de diferentes subredes puedan intercambiar tráfico es necesario añadir rutas en ambos routers. Añada las rutas que considere necesarias para que todas las máquinas del escenario puedan intercambiar tráfico entre sí. Verifique que en efecto ese tráfico es posible.

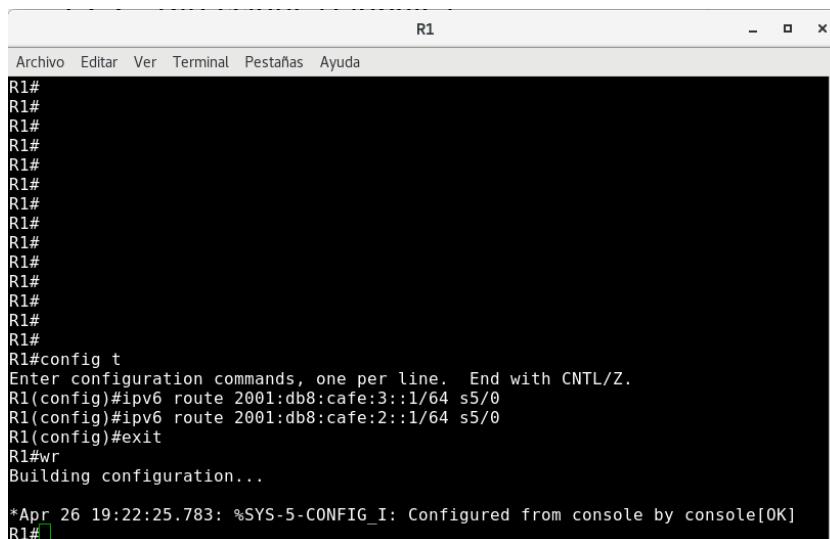
Para realizar la comunicación entre distintas redes se tienen que establecer las rutas de los distintos encaminadores, por eso en R2 configuramos la subred que está conectada en la interfaz f0/0 de R1 con *ipv6 route 2001:db8:cafe:1::1/64*. Mientras que en R1 tenemos que configurar las dos subredes de R1 de forma análoga *ipv6 route 2001:db8:cafe:3::1/64, ipv6 route 2001:db8:cafe:2::1/64*.



```
R2#
R2#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#ipv6 route 2001:db8:cafe:1::1/64
% Incomplete command.

R2(config)#ipv6 route 2001:db8:cafe:1::1/64 s5/0
R2(config)#exit
R2#wr
Building configuration...

*Apr 26 19:39:26.975: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console[OK]
R2#
```



```
R1#
R1#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#ipv6 route 2001:db8:cafe:3::1/64 s5/0
R1(config)#ipv6 route 2001:db8:cafe:2::1/64 s5/0
R1(config)#exit
R1#wr
Building configuration...

*Apr 26 19:22:25.783: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console[OK]
R1#
```