

1. IPv6

Versión 2.2, abril 2023

Alumno (apellidos, nombre (DNI): Domingo Tundidor Calvo, 71045732C

Alumno (apellidos, nombre (DNI): Vicente Sánchez, Natalia 70918190J

Fecha: 19-04-2023

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

Contenido

1.	IPv6	1
1.1.	Diagnóstico (Windows o MACOS vs Linux)	2
1.1.1.	Interfaces de red	2
1.1.2.	Tablas de encaminamiento	3
1.1.3.	Descubrimiento de vecinos	3
1.1.4.	Direcciones multicast	4
1.1.5.	DNS en IPv6	4
1.1.6.	Procesos que utilizan IPv6	4
1.2.	Direccionamiento	5
1.2.1.	Direcciones locales de enlace	5
1.2.2.	Direcciones globales	8
1.2.3.	Autoconfiguración de direcciones IPv6 globales	9
1.3.	Encaminamiento entre máquinas remotas	10

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.

RESPUESTA

Cuando ejecutamos el comando `netsh interface ipv6 show interface` en la terminal de Windows nos muestra todas las interfaces actuales disponibles:

```
C:\Users\i0918190>netsh interface ipv6 show interface
```

Índ	Mét	MTU	Estado	Nombre
1	75	4294967295	connected	Loopback Pseudo-Interface 1
14	25	1500	connected	Conexión de área local 2

La primera interfaz conectada se trata de la Loopback y la conexión de área local.

Observamos los siguientes campos:

- El índice asociado a la interfaz.
- La métrica de la interfaz, está relacionada con algún protocolo de encaminamiento.
- MTU o *Maximum Transfer Unit*, se trata del tamaño máximo de la trama que se puede enviar a través de dicha interfaz. La interfaz loopback es una interfaz completamente virtual (sólo está dentro del propio ordenador), por lo que es natural que tenga la MTU máxima posible. Para el resto la MTU por defecto es 1500
- El estado, si está conectado o no.
- El nombre de la interfaz.

Al ejecutar el comando `netsh interface ipv6 show interface 14`, obtenemos más información sobre la interfaz cuyo número hemos puesto en el comando:

```

C:\Users\i0918190>netsh interface ipv6 show interface 14

Parámetros de la interfaz Conexión de área local 2
-----
IfLuid                : ethernet_7
IfIndex               : 14
Estado                : connected
Métrica               : 25
MTU del vínculo       : 1500 bytes
Tiempo de accesibilidad : 33500 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

```

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?

RESPUESTA

Ejecutando el comando obtenemos la siguiente salida:

```

C:\Users\i0918190>ipconfig /all

Configuración IP de Windows

Nombre de host. . . . . : SUNDIA09
Sufijo DNS principal . . . . : usal.es
Tipo de nodo. . . . . : híbrido
Enrutamiento IP habilitado. . . : no
Proxy WINS habilitado . . . . : no
Lista de búsqueda de sufijos DNS: alu.usal.es

Adaptador de Ethernet Conexión de área local 2:

Sufijo DNS específico para la conexión. . : alu.usal.es
Descripción . . . . . : Realtek PCIe GBE Family Controller #2
Dirección física. . . . . : 44-8A-5B-E8-9D-CF
DHCP habilitado . . . . . : sí
Configuración automática habilitada . . : sí
Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::1980:9a2c:b050:89b5%14(Preferido)
Dirección IPv4. . . . . : 172.20.7.194(Preferido)
Máscara de subred . . . . . : 255.255.248.0
Concesión obtenida. . . . . : miércoles, 19 de abril de 2023 11:28:19
La concesión expira . . . . . : jueves, 20 de abril de 2023 5:58:17
Puerta de enlace predeterminada . . . . : 172.20.0.1
Servidor DHCP . . . . . : 212.128.130.11
IAID DHCPv6 . . . . . : 272927323
DUID de cliente DHCPv6. . . . . : 00-01-00-01-2B-36-2D-71-44-8A-5B-E8-9D-CF
Servidores DNS. . . . . : 212.128.130.140
                        212.128.130.141
NetBIOS sobre TCP/IP. . . . . : habilitado
Lista de búsqueda de sufijos DNS específicos de conexión:
                        alu.usal.es
                        usal.es

```

En este caso, la interfaz de red de área local tiene la siguiente dirección IPv6: `fe80::1980:9a2c:b050:89b5`

Como vemos, empieza por `fe80`, por lo que se deduce, evidentemente, que es una dirección local de enlace. El porcentaje que aparece al final de la dirección, en nuestro caso `%14`, corresponde al índice de la interfaz que vimos en el apartado anterior.

Para la dirección que se comenta en el enunciado del apartado:

`fe80::e0a5:e0e3:b92e:94d7` es la dirección IPv6 y `%10` el índice la interfaz.

- 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?

RESPUESTA

Ejecutando el comando `ip -6 addr show`:

```

<nogal>/home/i0918190$ 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: <BROADCAST,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: <BROADCAST,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

```

En la imagen observamos las interfaces que tiene nogal con sus respectivas direcciones IPv6, observamos en este caso que tiene, a parte de la loopback, dos interfaces más correspondientes a dos ethernet, con sus direcciones IPv6 y su MTU.

Al ejecutar el comando *ifconfig*:

```

<nogal>/home/i0918190$ ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 172.20.7.53 netmask 255.255.248.0 broadcast 172.20.7.255
    inet6 fe80::219:b9ff:fef3:d6fc prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether 00:19:b9:f3:d6:fc txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 13716360 bytes 2786383668 (2.5 GiB)
    RX errors 0 dropped 9 overruns 0 frame 0
    TX packets 17988045 bytes 3215828869 (2.9 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:fef3:d6fa prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether 00:19:b9:f3:d6:fa txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 71954291 bytes 23278512623 (21.6 GiB)
    RX errors 0 dropped 1510100 overruns 0 frame 0
    TX packets 80418556 bytes 53926223193 (50.2 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 16173337 bytes 13463175113 (12.5 GiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 16173337 bytes 13463175113 (12.5 GiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

```

Nos muestra la misma información que antes pero esta vez más detallada. También podemos comentar que las direcciones IPv6 están en el formato EUI-64.

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?

RESPUESTA

Al ejecutar en la terminal el comando *netsh interface ipv6 show route*:

```
C:\Users\i0918190>netsh interface ipv6 show route
```

Publicar	Tipo	Mét	Prefijo	Índ	Puerta enl./Nombre int.
No	SYSTEM	256	::1/128	1	Loopback Pseudo-Interface 1
No	SYSTEM	256	fe80::/64	14	Conexión de área local 2
No	SYSTEM	256	fe80::1980:9a2c:b050:89b5/128	14	Conexión de área local 2
No	SYSTEM	256	ff00::/8	1	Loopback Pseudo-Interface 1
No	SYSTEM	256	ff00::/8	14	Conexión de área local 2

Podemos observar la tabla de rutas de IPv6 de las interfaces del equipo.

Podemos observar la métrica, igual para todos en este caso. El prefijo se trata de la dirección IPv6 que se va a redireccionar por dicha interfaz, el índice que ya se ha comentado y la puerta de enlace.

Como observamos no existe una ruta predeterminada en IPv6, para ello tendríamos que poder ver una entrada con el prefijo “::/128”, si el comando lo ejecutamos en IPv4, si tenemos una ruta predeterminada, pero en la facultad no contamos con un router IPv6 y por tanto, no hay ruta predeterminada.

Si ejecutamos la orden *route print* podemos observar la misma información que en la imagen anterior junto con la información referente a IPv4:

```

C:\Users\i0918190>route print
=====
Lista de interfaces
14...44 8a 5b e8 9d cf .....Realtek PCIe GBE Family Controller #2
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             172.20.0.1            172.20.7.194  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
172.20.0.0          255.255.248.0       En vínculo            172.20.7.194  281
172.20.7.194        255.255.255.255     En vínculo            172.20.7.194  281
172.20.7.255        255.255.255.255     En vínculo            172.20.7.194  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            172.20.7.194  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            172.20.7.194  281
=====
Rutas persistentes:
Ninguno

IPv6 Tabla de enrutamiento
=====
Rutas activas:
Cuando destino de red métrica      Puerta de enlace
1 331 ::1/128                        En vínculo
14 281 fe80::/64                     En vínculo
14 281 fe80::1980:9a2c:b050:89b5/128
                                En vínculo
1 331 ff00::/8                       En vínculo
14 281 ff00::/8                       En vínculo
=====
Rutas persistentes:
Ninguno

```

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.

RESPUESTA

Al ejecutar *ip -6 route show* en nogal obtenemos:

```

<nogal>/home/i0918190$ ip -6 route show
fe80::/64 dev eth1 proto kernel metric 256 pref medium
fe80::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium

```

Tenemos la misma información que vimos en Windows, es decir, la dirección IPv6, su interfaz y la métrica.

Si ejecutamos la orden *route*:


```
<nogal>/home/i0918190$ 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
localnet       0.0.0.0        255.255.255.0   U     0      0      0 eth1
```

En este caso observamos la información de las rutas IPv4. Como en Windows, obtenemos información bastante parecida.

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?

RESPUESTA

Lanzando el comando *ip -6 neigh show* en el equipo Linux se observa como en su caché de vecinos está vacía. Se encuentra así, puesto que el equipo no ha recibido ningún datagrama de algún vecino.

```
i1045732@sundia08:~$ ip -6 neigh show
i1045732@sundia08:~$
```

En Windows:

```
C:\Users\i0918190>netsh interface ipv6 show neighbors
```

```
Interfaz 1: Loopback Pseudo-Interface 1
```

Dirección de Internet	Dirección física	Tipo
-----	-----	-----
ff02::16		Permanente
ff02::1:2		Permanente
ff02::1:ff0d:4c4e		Permanente
ff02::1:ff22:f26		Permanente
ff02::1:ff22:6f56		Permanente
ff02::1:ff22:6f70		Permanente
ff02::1:ff22:6fc5		Permanente
ff02::1:ff22:8fb0		Permanente
ff02::1:ff2d:65be		Permanente
ff02::1:ff2e:6eb1		Permanente
ff02::1:ff2e:6eed		Permanente
ff02::1:ff2e:6ef7		Permanente
ff02::1:ff2e:6f05		Permanente
ff02::1:ff2e:711d		Permanente
ff02::1:ff2e:76dc		Permanente
ff02::1:ff2e:7872		Permanente
ff02::1:ff3b:e3b1		Permanente
ff02::1:ff49:11cc		Permanente
ff02::1:ff60:b0e9		Permanente
ff02::1:ff72:6e4a		Permanente
ff02::1:ff72:6e83		Permanente
ff02::1:ff72:6eff		Permanente
ff02::1:ff7b:672		Permanente
ff02::1:ff7b:814		Permanente
ff02::1:ff7e:e18f		Permanente
ff02::1:ff8e:5700		Permanente
ff02::1:ffc8:d4ba		Permanente
ff02::1:ffda:5845		Permanente
ff02::1:ffe9:3665		Permanente
ff02::1:fff3:d6fc		Permanente
ff02::1:fff9:64c1		Permanente
ff15::efc0:988f		Permanente

Interfaz 14: Conexión de área local 2

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:ff0d:4c4e	33-33-ff-0d-4c-4e	Permanente
ff02::1:ff22:f26	33-33-ff-22-0f-26	Permanente
ff02::1:ff22:6f56	33-33-ff-22-6f-56	Permanente
ff02::1:ff22:6f70	33-33-ff-22-6f-70	Permanente
ff02::1:ff22:6fc5	33-33-ff-22-6f-c5	Permanente
ff02::1:ff22:8fb0	33-33-ff-22-8f-b0	Permanente
ff02::1:ff2d:65be	33-33-ff-2d-65-be	Permanente
ff02::1:ff2e:6eb1	33-33-ff-2e-6e-b1	Permanente
ff02::1:ff2e:6eed	33-33-ff-2e-6e-ed	Permanente
ff02::1:ff2e:6ef7	33-33-ff-2e-6e-f7	Permanente
ff02::1:ff2e:6f05	33-33-ff-2e-6f-05	Permanente
ff02::1:ff2e:711d	33-33-ff-2e-71-1d	Permanente
ff02::1:ff2e:76dc	33-33-ff-2e-76-dc	Permanente
ff02::1:ff2e:7872	33-33-ff-2e-78-72	Permanente
ff02::1:ff3b:e3b1	33-33-ff-3b-e3-b1	Permanente
ff02::1:ff49:11cc	33-33-ff-49-11-cc	Permanente
ff02::1:ff50:89b5	33-33-ff-50-89-b5	Permanente
ff02::1:ff60:b0e9	33-33-ff-60-b0-e9	Permanente
ff02::1:ff72:6e4a	33-33-ff-72-6e-4a	Permanente
ff02::1:ff72:6e83	33-33-ff-72-6e-83	Permanente
ff02::1:ff72:6eff	33-33-ff-72-6e-ff	Permanente
ff02::1:ff7b:672	33-33-ff-7b-06-72	Permanente
ff02::1:ff7b:814	33-33-ff-7b-08-14	Permanente
ff02::1:ff7e:e18f	33-33-ff-7e-e1-8f	Permanente
ff02::1:ff8e:5700	33-33-ff-8e-57-00	Permanente
ff02::1:ffc8:d4ba	33-33-ff-c8-d4-ba	Permanente
ff02::1:ffda:5845	33-33-ff-da-58-45	Permanente
ff02::1:ffe9:3665	33-33-ff-e9-36-65	Permanente
ff02::1:fff3:d6fc	33-33-ff-f3-d6-fc	Permanente
ff02::1:fff9:64c1	33-33-ff-f9-64-c1	Permanente
ff15::efc0:988f	33-33-ef-c0-98-8f	Permanente

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?

RESPUESTA

```

eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 172.20.7.249 netmask 255.255.248.0 broadcast 172.20.7.255
    inet6 fe80::9b3e:b28:eb99:cccb prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether 44:8a:5b:ae:a8:8e txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 173077 bytes 137437778 (131.0 MiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 64012 bytes 18071020 (17.2 MiB)
    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 44394 bytes 7323127 (6.9 MiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 44394 bytes 7323127 (6.9 MiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

```

Desde Windows ping fe80::9b3e:b28:eb99:cccb

```

C:\Users\i0918190>ping fe80::9b3e:b28:eb99:cccb%14

Haciendo ping a fe80::9b3e:b28:eb99:cccb%14 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde fe80::9b3e:b28:eb99:cccb%14: tiempo<1m
Respuesta desde fe80::9b3e:b28:eb99:cccb%14: tiempo<1m
Respuesta desde fe80::9b3e:b28:eb99:cccb%14: tiempo<1m
Respuesta desde fe80::9b3e:b28:eb99:cccb%14: tiempo<1m

Estadísticas de ping para fe80::9b3e:b28:eb99:cccb%14:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

```

```

i1045732@sundia08:~$ ip -6 neigh show
fe80::1980:9a2c:b050:89b5 dev eth0 lladdr 44:8a:5b:e8:9d:cf REACHABLE
fe80::2178:d9b4:e767:8a54 dev eth0 lladdr d8:cb:8a:08:3d:31 STALE
fe80::219:b9ff:fef3:d6fc dev eth0 lladdr 00:19:b9:f3:d6:fc STALE
fe80::5ab0:bbc4:1c23:fcaa dev eth0 lladdr 44:8a:5b:e8:9d:85 STALE
fe80::8c03:273e:214:9a64 dev eth0 lladdr 44:8a:5b:e8:9d:49 STALE
fe80::7f18:6490:205d:f4ce dev eth0 lladdr 44:8a:5b:e8:9e:f8 STALE
fe80::c0f8:21c1:9e9b:dc8d dev eth0 lladdr d8:cb:8a:08:3d:9d STALE
fe80::d08f:6c1d:2896:b5c2 dev eth0 lladdr d8:cb:8a:08:42:1c STALE
fe80::4b6f:2dff:a5b0:6e4a dev eth0 lladdr 44:8a:5b:e8:9e:3e STALE

```

fe80::1980:9a2c:b050:89b5 es la dirección IPv6 de enlace local del equipo Linux responde.

Se ha alcanzado a través de la interfaz 14 de windows.

La conclusión es que únicamente a través de esta interfaz se consigue llegar al equipo Linux.

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

RESPUESTA

Al ejecutar la orden: *netsh interface ipv6 show neighbour 14*

Como vemos, se muestra la caché.

```
C:\Users\i0918190>netsh interface ipv6 show neighbors 14

Interfaz 14: Conexión de área local 2

Dirección de Internet          Dirección física      Tipo
-----
fe80::2e2a:9329:a870:c85f      44-8a-5b-e8-7b-e6    Accesible
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:ff38:ef48             33-33-ff-38-ef-48    Permanente
ff02::1:ff70:c85f             33-33-ff-70-c8-5f    Permanente
ff02::1:ff7e:e18f             33-33-ff-7e-e1-8f    Permanente
```

Como vemos la primera entrada corresponde a la IP del equipo linux, en este caso se ha probado con el equipo (fe80::2e2a:9329:a870:c85f). Por tanto, se ha cacheado su dirección.

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?

RESPUESTA

Con la orden *ping6 -I eth0 fe80::18dd:875d:cf38:ef48*

```
i1045732@sundia07:~$ ping6 -I eth0 fe80::18dd:875d:cf38:ef48
ping6: Warning: source address might be selected on device other than eth0.
PING fe80::18dd:875d:cf38:ef48(fe80::18dd:875d:cf38:ef48) from :: eth0: 56 data
bytes
^C
--- fe80::18dd:875d:cf38:ef48 ping statistics ---
19 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 433ms
```

Desde Linux no es posible hacer un ping a Windows debido a que, por motivos de seguridad, Windows no permite los pings por un cortafuegos que tiene configurado.

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

RESPUESTA

Al no haberse podido realizar el ping correctamente no se ha introducido ninguna entrada nueva en la caché.

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.

RESPUESTA

La dirección de nodo de solicitado en nuestro caso de IPv6 es FF02::1:FF00:000, para verificar la alcanzabilidad realizaremos un ping con el parámetro -6 para indicar que es IPv6. La salida es la siguiente:

```
C:\WINDOWS\system32>ping -6 FF02::1:FF00:000

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

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

Como vemos, no obtenemos respuesta, si se envían los paquetes, sin embargo en el Windows de la facultad el cortafuegos no les permite el paso.

En Linux el comando sería **ping -6 -I eth0 ff02::1:ff89:fa3e**

El parámetro -I es para indicar la interfaz por donde se enviarán los paquetes y después la dirección multicast de nodo solicitado.

```

i1045732@sundia04:~$ ping -6 -I eth0 ff02::1:ff89:fa3e
ping6: Warning: source address might be selected on device other than eth0.
PING ff02::1:ff89:fa3e(ff02::1:ff89:fa3e) from :: eth0: 56 data bytes
64 bytes from fe80::9c61:5175:4889:fa3e%eth0: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.034 ms
64 bytes from fe80::9c61:5175:4889:fa3e%eth0: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.042 ms
64 bytes from fe80::9c61:5175:4889:fa3e%eth0: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.061 ms
64 bytes from fe80::9c61:5175:4889:fa3e%eth0: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.083 ms
64 bytes from fe80::9c61:5175:4889:fa3e%eth0: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.083 ms
64 bytes from fe80::9c61:5175:4889:fa3e%eth0: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.097 ms
64 bytes from fe80::9c61:5175:4889:fa3e%eth0: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.066 ms
64 bytes from fe80::9c61:5175:4889:fa3e%eth0: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.085 ms
64 bytes from fe80::9c61:5175:4889:fa3e%eth0: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.082 ms
^C
--- ff02::1:ff89:fa3e ping statistics ---
9 packets transmitted, 9 received, 0% packet loss, time 202ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.034/0.070/0.097/0.021 ms

```

Como vemos los paquetes se mandan y reciben correctamente ya que a diferencia de Windows no tiene el cortafuegos.

1.1.5. DNS en IPv6

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

RESPUESTA

Con la orden `nslookup -type=AAAA www.google.com` obtendremos la correspondencia del nombre en IPv6. Al introducirlo:

```

C:\WINDOWS\system32>nslookup -type=AAAA www.google.com
Servidor:  dns1.usal.es
Address:  212.128.130.140

Respuesta no autoritativa:
Nombre:  www.google.com
Address:  2a00:1450:4003:80a::2004

```

Como vemos la correspondencia entre www.google.com y la dirección IPv6 es 2a00:1450:4003:80a::2004

Al ejecutar dicho comando en Linux y abrir Wireshark tenemos las siguientes capturas de tráfico filtradas por DNS:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
488	11.400241204	172.20.7.94	212.128.130.140	DNS	87	Standard query 0x0232 A safebrowsing.googleapis.com
489	11.400252091	172.20.7.94	212.128.130.140	DNS	87	Standard query response 0xf83c AAAA safebrowsing.googleapis.com
495	11.444177094	212.128.130.140	172.20.7.94	DNS	115	Standard query response 0xf83c AAAA safebrowsing.googleapis.com AAAA 2a00:1450:4002:809::200a
496	11.444194545	212.128.130.140	172.20.7.94	DNS	193	Standard query response 0x0232 A safebrowsing.googleapis.com A 142.250.200.106
1000	23.007652766	172.20.7.94	212.128.130.140	DNS	74	Standard query 0xe008 AAAA www.google.com
1003	23.052561643	212.128.130.140	172.20.7.94	DNS	102	Standard query response 0xe008 AAAA www.google.com AAAA 2a00:1450:4003:80a::2004

```

▼ Domain Name System (response)
  Transaction ID: 0xe008
  ▶ Flags: 0x8180 Standard query response, No error
    Questions: 1
    Answer RRs: 1
    Authority RRs: 0
    Additional RRs: 0
  ▶ Queries
  ▼ Answers
    ▼ www.google.com: type AAAA, class IN, addr 2a00:1450:4003:80a::2004
      Name: www.google.com
      Type: AAAA (IPv6 Address) (28)
      Class: IN (0x0001)
      Time to live: 55 (55 seconds)
      Data length: 16
      AAAA Address: 2a00:1450:4003:80a::2004
      [Request In: 1000]
      [Time: 0.044908877 seconds]

```

Como vemos tenemos 6 tramas generadas las dos primeras que podemos observar se tratan de query y su respuesta, estos es para poder conseguir la dirección IP, los siguientes 2 mensajes DNS es un query hacia el servidor ya obtenido que obtiene el servidor el cual es el responsable del dominio. Por último, los siguientes 2 mensajes son el query hacia el servidor obtenido en los anteriores 2 mensaje, y la respuesta.

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*.

RESPUESTA

Utilizando *netstat -anop TCPv6*:


```
C:\WINDOWS\system32>netstat -anop TCPv6
```

Conexiones activas

Proto	Dirección local	Dirección remota	Estado	PID
TCP	[::]:135	[::]:0	LISTENING	824
TCP	[::]:445	[::]:0	LISTENING	4
TCP	[::]:1801	[::]:0	LISTENING	4320
TCP	[::]:2103	[::]:0	LISTENING	4320
TCP	[::]:2105	[::]:0	LISTENING	4320
TCP	[::]:2107	[::]:0	LISTENING	4320
TCP	[::]:5985	[::]:0	LISTENING	4
TCP	[::]:5986	[::]:0	LISTENING	4
TCP	[::]:47001	[::]:0	LISTENING	4
TCP	[::]:49664	[::]:0	LISTENING	904
TCP	[::]:49665	[::]:0	LISTENING	780
TCP	[::]:49666	[::]:0	LISTENING	1504
TCP	[::]:49667	[::]:0	LISTENING	1424
TCP	[::]:49668	[::]:0	LISTENING	3308
TCP	[::]:49669	[::]:0	LISTENING	4320
TCP	[::]:49670	[::]:0	LISTENING	876

Nos muestra los procesos activos que utilizan IPv6 en TCP.

Para poder ver en IPv6 los que utilizan UDP (*netstat -anop UDPv6*):

```
C:\WINDOWS\system32>netstat -anop UDPv6
```

Conexiones activas

Proto	Dirección local	Dirección remota	Estado	PID
UDP	[::]:5353	*:*		2744
UDP	[::]:5353	*:*		12172
UDP	[::]:5353	*:*		3104
UDP	[::]:5355	*:*		2744
UDP	:::1:1900	*:*		10560
UDP	:::1:54705	*:*		10560
UDP	[fe80::2dc9:a8c9:1046:758b%14]:1900	*:*		10560
UDP	[fe80::2dc9:a8c9:1046:758b%14]:54704	*:*		10560

En linux, en nuestro caso se ha probado en nogal, *netstat -ntlu6* obtiene tanto los que

usan

TCP

como

UDP

```
<nogal>/home/i0918190$ netstat -ntlu6
```

Active Internet connections (only servers)

Proto	Recv-Q	Send-Q	Local Address	Foreign Address	State
tcp6	0	0	:::5100	:::*	LISTEN
tcp6	0	0	:::111	:::*	LISTEN
tcp6	0	0	:::35923	:::*	LISTEN
tcp6	0	0	:::22	:::*	LISTEN
tcp6	0	0	127.0.0.1:8888	:::*	LISTEN
tcp6	0	0	:::35835	:::*	LISTEN
udp6	0	0	:::5353	:::*	
udp6	0	0	:::823	:::*	
udp6	0	0	:::33635	:::*	
udp6	0	0	:::43551	:::*	
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	:::*	
udp6	0	0	:::33493	:::*	

1.2. Direcccionamiento

1.2.1. Direcciones locales de enlace

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

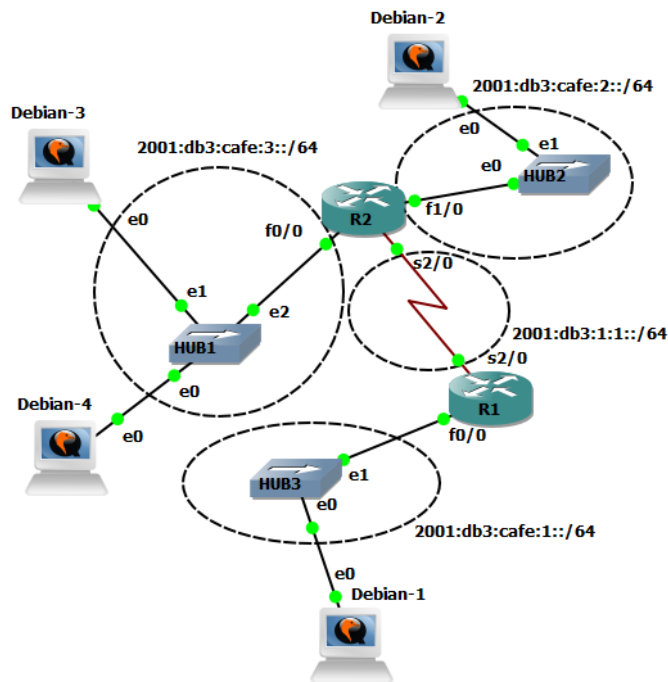


Figura 1: Escenario para IPv6

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
```

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. Asimismo se presentará el **protocolo de descubrimiento de vecinos**.

- a) 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.

RESPUESTA

```
root@lipcUR:~# ip addr show eth0
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP g0
    link/ether 0c:ba:1a:86:00:00 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 fe80::eba:1aff:fe86:0/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

Utilizando el comando `ip addr show eth0` podemos obtener la dirección local de enlace.

Dirección local de enlace: `fe80::eba:1aff:fe86:0/64`

```
root@lipcUR:/etc/network# ip -6 maddr show eth0
2:      eth0
      inet6 ff02::1:ff86:0
      inet6 ff02::1
      inet6 ff01::1
```

Para consultar la dirección ipv6 multicast de nodo solicitado se utiliza la orden `ip -6 maddr show eth0` Dirección ipv6 multicast de nodo solicitado: `ff02::1:ff86:0`. Algo que coincide con el formato esperable de un nodo solicitado -> `FF02:0:0:0:1:FFXX:XXXX`. `ff02::1:ff` es la parte común a todas las direcciones ipv6 de multicast de nodo solicitado y consultando el ejemplo `86:0` es la parte variable.

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

RESPUESTA

Después de haber iniciado Debian 3 se consulta con `ip addr show eth0` su dirección de enlace local.

```
root@lipcUR:/etc/network# ip addr show eth0
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP g0
    link/ether 0c:a3:7d:9c:00:00 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 fe80::ea3:7dff:fe9c:0/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

Se observa como la dirección de enlace local es `fe80::ea3:7dff:fe9c:0/64`

Para consultar la dirección IPv6 multicast de nodo solicitado se utiliza el comando `ip -6 maddr show eth0`.

```
root@lipcUR:/etc/network# ip -6 maddr show eth0
2:      eth0
      inet6 ff02::1:ff9c:0
      inet6 ff02::1
      inet6 ff01::1
```

De esta forma se observa como la dirección ipv6 multicast de nodo solicitado es ff02::1:ff9c:0. De nuevo coincide con el formato esperable de un nodo solicitado -> FF02:0:0:0:0:1:FFXX:XXXX. En este caso 9c:0 es la parte variable.

- 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.

RESPUESTA

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
11	39.239747	::	ff02::1:ff86:0	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::eba:1aff:fe86:0
12	39.495899	::	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
13	40.264014	fe80::eba:1aff:fe86...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
14	40.264346	fe80::eba:1aff:fe86...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:ba:1a:86:00:00
15	40.475975	fe80::eba:1aff:fe86...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
16	44.135718	fe80::eba:1aff:fe86...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:ba:1a:86:00:00
17	51.559829	fe80::eba:1aff:fe86...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:ba:1a:86:00:00
18	66.151443	fe80::eba:1aff:fe86...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:ba:1a:86:00:00
19	69.225687	::	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
20	69.273698	::	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
21	69.733758	::	ff02::1:ff9c:0	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::ea3:7dff:fe9c:0
22	70.757974	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
23	70.758205	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:a3:7d:9c:00:00
24	71.589821	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
25	74.693995	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:a3:7d:9c:00:00

La línea seleccionada corresponde al mensaje enviado por Debian 3 (el Source corresponde con su dirección de enlace local) para detectar si existen direcciones IPv6 duplicadas para su dirección local de enlace. Sabemos que se trata de este mensaje puesto que el destinatario es la dirección multicast ff02::16 correspondiente al protocolo MLD (Multicast Listener Discovery).

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

RESPUESTA

Como también se puede observar en la captura, aparecen dos mensajes ICMPv6 de tipo Router Solicitation. Estos corresponden a los intentos del equipo Debian-3 de comunicarse al grupo multicast de todos los routers que están conectados al mismo enlace (por ello el destinatario es la dirección multicast ff02::2). Esto se produce puesto que Debian-3 es un equipo recién activado.

- 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

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

1. Identifique el tráfico que ha generado dicho ping.

RESPUESTA

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	fe80::eba:1aff:fe86...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:ba:1a:86:00:00
2	2.693233	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:a3:7d:9c:00:00
3	66.189642	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:a3:7d:9c:00:00
4	71.679251	fe80::eba:1aff:fe86...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:ba:1a:86:00:00
5	207.904096	fe80::eba:1aff:fe86...	ff02::1:ff9c:0	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::ea3:7dff:fe9c:0 from 0c:ba:1a:86:00:00
6	207.905125	fe80::ea3:7dff:fe9c...	fe80::eba:1aff:fe86...	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement fe80::ea3:7dff:fe9c:0 (sol, ovr) is at 0c:a3:7d:9c:00:00
7	207.905307	fe80::eba:1aff:fe86...	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x02a1, seq=1, hop limit=64 (reply in 8)
8	207.905548	fe80::ea3:7dff:fe9c...	fe80::eba:1aff:fe86...	ICMPv6	118	Echo (ping) reply id=0x02a1, seq=1, hop limit=64 (request in 7)
9	208.893977	fe80::eba:1aff:fe86...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:ba:1a:86:00:00
10	211.587253	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:a3:7d:9c:00:00
11	213.123318	fe80::ea3:7dff:fe9c...	fe80::eba:1aff:fe86...	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::eba:1aff:fe86:0 from 0c:a3:7d:9c:00:00
12	213.124031	fe80::eba:1aff:fe86...	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::eba:1aff:fe86:0 (sol)

Este es el tráfico generado por el ping concretamente los mensajes número 4,5,6y 7.

El Debian 4 realiza un envío multicast con un mensaje de Neighbor Solicitation. Debian-3 le responde con un mensaje Neighbor Advertisement unicast dirigido a la dirección ipv6 del Debian-4. Como Debian-4 ya ha resuelto la dirección de Debian-3 puede realizar la petición de echo y posteriormente Debian-3 responde con la respuesta de echo.

2. ¿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.

RESPUESTA

Ha participado únicamente el protocolo ICMPv6. En cuanto a los mensajes distinguimos 3 tipos: el Neighbor Solicitation, el Neighbor Advertisement y los mensajes de echo de ping (tanto de solicitud como de respuesta).

En el mensaje de Neighbor Solicitation aparece en el destinatario la dirección multicast de nodo solicitado de Debian-3. Esto se debe a que Debian-4, que es el equipo que envía el mensaje, calcula la dirección multicast de nodo solicitado (ff02::1:ff9c:0) a partir de la dirección IPv6 de Debian-3 que es por la que se pregunta.

1.2.1.2. Detección de direcciones duplicadas

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

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

```
root@lpcUR:~# ip link set dev eth0 down
root@lpcUR:~# ip link set dev eth0 address 0c:97:6e:85:d9:00
```

- c) Inicie una captura en el enlace Debian-4_a_HUB1.
d) 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.

RESPUESTA

Para activar de nuevo la interfaz eth0: *ip link set dev eth0 up*

Para hacer el ping que alcance a todos los routers de la red:

```
ping6: Warning: source address might be selected on device other than eth0.
PING ff02::2(ff02::2) from :: eth0: 56 data bytes
^C
--- ff02::2 ping statistics ---
66 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 630ms
```

El ping no funciona debido a que Debian-1 al recibir de Debian-4 un mensaje de Neighbour Solicitation detecta que la dirección MAC está duplicada y envía un Neighbour Advertisement para avisar de esto.

- f) Interrumpa la captura y guárdela con el nombre *debian0.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.

RESPUESTA

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	::	ff02::16	ICMPv6	110	Multicast Listener Report Message v2
2	0.604158	::	ff02::16	ICMPv6	110	Multicast Listener Report Message v2
3	0.866124	::	ff02::1:ff85:d900	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::e97:6eff:fe85:d900
4	1.884300	fe80::e97:6eff:fe85...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
5	1.884636	fe80::e97:6eff:fe85...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:97:6e:85:d9:00
6	2.083929	fe80::e97:6eff:fe85...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
7	6.236079	fe80::e97:6eff:fe85...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:97:6e:85:d9:00
8	14.684224	fe80::e97:6eff:fe85...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:97:6e:85:d9:00
9	30.556180	fe80::e97:6eff:fe85...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:97:6e:85:d9:00
10	40.917323	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:a3:7d:9c:00:00
11	59.607791	fe80::e97:6eff:fe85...	ff02::2	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x027c, seq=1, hop limit=1 (r
12	60.635080	fe80::e97:6eff:fe85...	ff02::2	ICMPv6	118	Echo (ping) request id=0x027c, seq=2, hop limit=1 (r

Frame 3: 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: 0x94f3 [correct]
 [Checksum Status: Good]
 Reserved: 00000000
 Target Address: fe80::e97:6eff:fe85:d900
 ICMPv6 Option (Nonce)

Como podemos ver Debian-4 envía un Neighbour Solicitation a la dirección de nodo solicitado (multicast).

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

RESPUESTA

Como vemos en la imagen anterior la dirección origen es :: es decir, el Debian-4

La dirección de destino es ff02::1:ff85:d900, la dirección de nodo solicitado (multicast).

Si nos fijamos en el apartado Ethernet tenemos que la dirección de origen es 0c:97:6e:85:d9:00 (0c:97:6e:85:d9:00), es decir, la MAC de Debian-4 y la de destino: ff:85:d9:00 (33:33:ff:85:d9:00), es decir, la dirección multicast Ethernet, esto se deduce por el prefijo 33:33.

- Indique si Debian-3 procesa los mensajes dirigidos a esa dirección de destino.

RESPUESTA

Es evidente que Debian-3 si que procesa los mensajes dirigidos a esa dirección de destino ya que está suscrito al grupo multicast.

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

RESPUESTA

Debian-3 responde a Debian-4 con el mensaje de: Neighbour Advertisement con dirección de destino: todos los equipos, el objetivo es indicar que la dirección IPv6 está duplicada.

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:
 - i. 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

```
R2#enable
R2#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#ipv6 unicast-routing
R2(config)#exit
R2#wr
Building configuration...

*Apr 26 10:15:37.319: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console[OK]
R2#
```

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

```
*Apr 26 10:15:37.319: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console[OK]
R2#enable
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 address fe80::1 link-local
R2(config-if)#no shut
R2(config-if)#exit
R2(config)#exit
R2#wr
*Apr 26 10:16:14.223: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#wr
*Apr 26 10:16:16.087: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R2#wr
*Apr 26 10:16:16.087: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Fa0/0 Physical Port Administrative State Down
*Apr 26 10:16:17.087: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R2#wr
```

Repetir esta secuencia de órdenes para la otra interfaz.

```
R2#enable
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)#exit
R2#
*Apr 26 10:16:55.103: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
*Apr 26 10:16:55.335: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
R2#
*Apr 26 10:16:55.335: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Fa1/0 Physical Port Administrative State Down
*Apr 26 10:16:56.335: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
R2#wr
Building configuration...
[OK]
```

- 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?

RESPUESTA

En 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::e0e:60ff:fef1:0/128	:::	Un	0	2	0	eth0
ff00::/8	:::	U	256	3	0	eth0
:::/0	:::	!n	-1	1	0	lo

```
root@lipcUR:~#
```

En 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::ea3:7dff:fe9c:0/128	:::	Un	0	2	0	eth0
ff00::/8	:::	U	256	3	0	eth0
:::/0	:::	!n	-1	1	0	lo

```

root@lipcUR:~#

```

localhost/128: Dirección loopback.

fe80::/64: Dirección local de enlace.

:::/0: Se trata de la ruta predeterminada la cual es fe80::1, es decir, la dirección local de enlace de R2.

- 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.

RESPUESTA

Para ello ejecutaremos el comando `ping -6 -I eth0 fe80::1`:

```

root@lipcUR:~# ping -6 -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=12.7 ms
64 bytes from fe80::1%eth0: icmp_seq=2 ttl=64 time=4.55 ms
64 bytes from fe80::1%eth0: icmp_seq=3 ttl=64 time=5.48 ms
64 bytes from fe80::1%eth0: icmp_seq=4 ttl=64 time=7.59 ms
64 bytes from fe80::1%eth0: icmp_seq=5 ttl=64 time=10.2 ms
^C
--- fe80::1 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 11ms
rtt min/avg/max/mdev = 4.547/8.102/12.715/3.014 ms

```

El ping se ha realizado correctamente, para comprobarlo revisaremos las cache de R2:

```

R2#show ipv6 neighbors

```

IPv6 Address	Age	Link-layer	Addr	State	Interface
FE80::EA3:7DFF:FE9C:0	0	0ca3.7d9c.0000	REACH	Fa0/0	

Como vemos ahora,

- 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.

RESPUESTA

Para ello ejecutaremos el comando `ping -6 -I eth0 fe80::1`:

```

root@lipcUR:~# ping -6 -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=18.0 ms
64 bytes from fe80::1%eth0: icmp_seq=2 ttl=64 time=9.12 ms
64 bytes from fe80::1%eth0: icmp_seq=3 ttl=64 time=9.80 ms
64 bytes from fe80::1%eth0: icmp_seq=4 ttl=64 time=10.6 ms
64 bytes from fe80::1%eth0: icmp_seq=5 ttl=64 time=10.4 ms
^C
--- fe80::1 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 12ms
rtt min/avg/max/mdev = 9.124/11.579/18.037/3.269 ms

```

El ping se ha realizado correctamente, para comprobarlo revisaremos las caché de R2.

```
R2#show ipv6 neighbors
IPv6 Address                               Age Link-layer Addr State Interface
FE80::EA3:7DFF:FE9C:0                      1 0ca3.7d9c.0000 STALE Fa0/0
FE80::E0E:60FF:FEF1:0                      0 0c0e.60f1.0000 REACH Fa1/0
```

Se observa como ha aparecido una nueva entrada que corresponde con la ipv6 de Debian-2 (FE80::E0E:60FF:FEF1:0)

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

RESPUESTA

No es posible porque están en subredes distintas, entonces va a ser completamente inalcanzable. Por ello, no tendría sentido.

Si ponemos a prueba esto, se observa como efectivamente no se puede.

```
root@lipcUR:~# ping -6 -I eth0 FE80::E0E:60FF:FEF1:0
ping6: Warning: source address might be selected on device other than eth0.
PING FE80::E0E:60FF:FEF1:0(fe80::e0e:60ff:fef1:0) from :: eth0: 56 data bytes
From fe80::ea3:7dff:fe9c:0%eth0: icmp_seq=1 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::ea3:7dff:fe9c:0%eth0: icmp_seq=2 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::ea3:7dff:fe9c:0%eth0: icmp_seq=3 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::ea3:7dff:fe9c:0%eth0: icmp_seq=4 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::ea3:7dff:fe9c:0%eth0: icmp_seq=5 Destination unreachable: Address unreachable
From fe80::ea3:7dff:fe9c:0%eth0: icmp_seq=6 Destination unreachable: Address unreachable
^C
--- FE80::E0E:60FF:FEF1:0 ping statistics ---
8 packets transmitted, 0 received, +6 errors, 100% packet loss, time 183ms
pipe 3
```

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:db3:cafe:3::1/64
	f1/0	2001:db3:cafe:2::1/64
	s2/0	2001:db3:1:1::2/64
R1	f0/0	2001:db3:cafe:1::1/64
	s2/0	2001:db3:1:1::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:db3:cafe:3::1/64
ipv6 enable
no shutdown
exit
interface f1/0
ipv6 address 2001:db3:cafe:2::1/64
ipv6 enable
no shutdown
exit
interface s5/0
ipv6 address 2001:db3:1:1::2/64
ipv6 enable
no shutdown
exit
exit
wr
```

... repetir las órdenes de forma análoga en R1.

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”.

RESPUESTA

Configuración para R1:

```
enable
config terminal
interface f0/0
ipv6 address 2001:db3:cafe:1::1/64
ipv6 enable
no shutdown
exit
interface s5/0
ipv6 address 2001:db3:1:1::1/64
ipv6 enable
no shutdown
exit
exit
wr
```

Si se atiende al resultado proporcionado por show running-config se observa como para los dos routers se han asignado las direcciones IPv6 de forma correcta.

Para R1:

```

interface FastEthernet0/0
no ip address
duplex half
ipv6 address 2001:DB3:CAFE:1::1/64
ipv6 enable
interface Serial5/0
no ip address
ipv6 address 2001:DB3:1:1::1/64
ipv6 enable
serial restart-delay 0

```

Para R2:

```

interface FastEthernet0/0
no ip address
duplex half
ipv6 address 2001:DB3:CAFE:3::1/64
ipv6 enable
!
interface FastEthernet1/0
no ip address
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2001:DB3:CAFE:2::1/64
ipv6 enable
interface Serial5/0
no ip address
ipv6 address 2001:DB3:1:1::2/64
ipv6 enable
serial restart-delay 0

```

Nótese que debido a las interfaces proporcionadas por el programa es necesario realizar un ligero cambio. Como no se dispone de la interfaz s2/0, se realiza la misma configuración, pero para la interfaz s5/0.

Si se utiliza la orden *show ipv6 interface f0/0* en R2 se obtienen los siguiente resultados:

```

R2#show ipv6 interface f0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C802:EFF:FE92:0
  Global unicast address(es):
    2001:DB3:CAFE:3::1, subnet is 2001:DB3:CAFE:3::/64
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::2
    FF02::1:FF00:1
    FF02::1:FF92:0
  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
R2#show ipv6 interface f1/0
FastEthernet1/0 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C802:EFF:FE92:1C
  Global unicast address(es):
    2001:DB3:CAFE:2::1, subnet is 2001:DB3:CAFE:2::/64
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::2
    FF02::1:FF00:1
    FF02::1:FF92:1C
  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

```

```

R2#show ipv6 interface s5/0
Serial5/0 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C802:EFF:FE92:0
Global unicast address(es):
  2001:DB3:1:1::2, subnet is 2001:DB3:1:1::/64
Joined group address(es):
  FF02::1
  FF02::2
  FF02::1:FF00:2
  FF02::1:FF92:0
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

```

Para las tres interfaces configuradas de R2, los grupos multicast comunes a las tres son FF02::1 y FF02::2. Estos corresponden con la dirección multicast de todos los nodos de enlace local (FF02::1) y, puesto que estamos ante un router, la dirección multicast de todos los routers de enlace local (FF02::2). Los otros dos grupos difieren en algún número pero son todas direcciones multicast del nodo solicitado. Como esta depende de la dirección IPv6 de la interfaz y cada una dispone de una dirección local de enlace distinta, están suscritas a grupos multicast distintos. f0/0 está suscrita a FF02::1:FF00:1 y FF02::1:FF92:0 (y su dirección de enlace local es FE80::C801:EFF:FE4C:0), f1/0 está suscrita a FF02::1:FF00:1 y FF02::1:FF92:1C (y su dirección de enlace local es FE80::C802:EFF:FE92:1C) y s5/0 está suscrita a FF02::1:FF00:2 y FF02::1:FF92:0 (y su dirección de enlace local es FE80::C802:EFF:FE92:0)

```

R1#show ipv6 interface f0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C801:EFF:FE4C:0
Global unicast address(es):
  2001:DB3:CAFE:1::1, subnet is 2001:DB3:CAFE:1::/64
Joined group address(es):
  FF02::1
  FF02::2
  FF02::1:FF00:1
  FF02::1:FF4C: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#show ipv6 interface s5/0
Serial5/0 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C801:EFF:FE4C:0
Global unicast address(es):
  2001:DB3:1:1::1, subnet is 2001:DB3:1:1::/64
Joined group address(es):
  FF02::1
  FF02::2
  FF02::1:FF00:1
  FF02::1:FF4C: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

```

Para las dos interfaces configuradas de R1, de nuevo tanto la dirección multicast de todos los nodos de enlace local (FF02::1) como la dirección multicast de todos los routers de enlace local (FF02::2) son suscripciones comunes a ambas interfaces. Sin embargo, en este caso las direcciones multicast de nodo solicitado (FF02::1:FF00:1 y FF02::1:FF4C:0) coinciden puesto que las direcciones de enlace local coinciden (FE80::C801:EFF:FE4C:0)

3. 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:db3: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.

RESPUESTA

Captura de la orden utilizada para quitar la IPv6 local tanto en f0/0 como en f1/0:

```
R2(config-if)#no ipv6 address fe80::1 link-local
```

Para la interfaz f0/0 se escribe la siguiente orden:

```
ipv6 address 2001:db3:cafe:3::/64 eui-64
```

Para la interfaz f1/0 se escribe la siguiente orden:

```
ipv6 address 2001:db3:cafe:2::/64 eui-64
```

En ambos casos es necesario entrar en la configuración de cada interfaz y guardar los cambios. Este es el proceso seguido en f1/0 (en f0/0 es análogo):

```

R2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z
R2(config)#inte
R2(config)#interface f1/0
R2(config-if)#ipv6 address 2001:db3:cafe:2::/64 eui-64
R2(config-if)#no shut
R2(config-if)#exit
R2(config)#exit
R2#wr
Building configuration...
[OK]

```

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

RESPUESTA

Los grupos multicast se mantienen de la misma manera pues ya se configuraron anteriormente.

```

R2#show ipv6 interface f0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C802:EFF:FE92:0
Global unicast address(es):
  2001:DB3:CAFE:3::1, subnet is 2001:DB3:CAFE:3::/64
  2001:DB3:CAFE:3:C802:EFF:FE92:0, subnet is 2001:DB3:CAFE:3::/64 [EUI]
Joined group address(es):
  FF02::1
  FF02::2
  FF02::1:FF00:1
  FF02::1:FF92:0
MTU is 1500 bytes

R2#show ipv6 interface f1/0
FastEthernet1/0 is up, line protocol is up
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C802:EFF:FE92:1C
Global unicast address(es):
  2001:DB3:CAFE:2::1, subnet is 2001:DB3:CAFE:2::/64
  2001:DB3:CAFE:2:C802:EFF:FE92:1C, subnet is 2001:DB3:CAFE:2::/64 [EUI]
Joined group address(es):
  FF02::1
  FF02::2
  FF02::1:FF00:1
  FF02::1:FF92:1C
MTU is 1500 bytes

```


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:

- Inicie la máquina Debian-3 (si ya la tenía iniciada pase al siguiente punto).
- Desactive la interfaz de red eth0 con la orden:

ifdown eth0

- Inicie una captura en el enlace Debian-3_a_HUB1.
- Active la interfaz de red eth0 con la orden:

ifup eth0

- Interrumpa la captura y guárdela con el nombre debian1.autoconfig.cap

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	ca:02:0e:92:00:00	ca:02:0e:92:00:00	LOOP	60	Reply
2	2.494131	::	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
3	2.554277	::	ff02::1:ff9c:0	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::ea3:7dff:fe9c:0
4	3.014202	::	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
5	3.558324	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
6	3.558523	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:a3:7d:9c:00:00
7	4.006185	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message v2
8	7.430293	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:a3:7d:9c:00:00
9	12.834540	fe80::eba:1aff:fe86...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:ba:1a:86:00:00
10	15.366627	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:a3:7d:9c:00:00

Frame 1: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits) on interface 0	
Ethernet II, Src: ca:02:0e:92:00:00 (ca:02:0e:92:00:00), Dst: ca:02:0e:92:00:00 (ca:02:0e:92:00:00)	
Configuration Test Protocol (loopback)	
Data (40 bytes)	
0000	ca 02 0e 92 00 00 ca 02 0e 92 00 00 90 00 00 00
0010	01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
0020	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
0030	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

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

RESPUESTA

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

- 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”.
- Permanentemente en el fichero /etc/sysctl.conf modificando las líneas
“net.ipv6.conf.<iface>|all|default>.accept_ra=0”
“net.ipv6.conf.<iface>|all|default>.accept_ra=1”.


```

Debian-3
Archivo Editar Ver Terminal Pestañas Ayuda
i0918190@s... x Debian-1 x Debian-2 x Debian-3 x Debian-4 x
permitted by applicable law.
root@lipcUR:~# ifdown eth0
root@lipcUR:~# ifup eth0
root@lipcUR:~# ifdown eth0
root@lipcUR:~# ifup eth0
root@lipcUR:~# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 fe80::ea3:7dff:fe9c:0 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether 0c:a3:7d:9c:00:00 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 25 bytes 2910 (2.8 KiB)
    RX errors 0 dropped 3 overruns 0 frame 0
    TX packets 30 bytes 2388 (2.3 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 57 bytes 5812 (5.6 KiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 57 bytes 5812 (5.6 KiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

root@lipcUR:~#

```

Con *ifconfig* vemos la configuración de red, podemos observar que se ha autoasignado una nueva dirección IPv6 y la dirección con el prefijo que el router le ha dado para comunicarse con el resto de equipos que estén fuera de la subred.

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

RESPUESTA

```

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::ea3:7dff:fe9c:0/128	:::	Un	0	2	0	eth0
ff00::/8	:::	U	256	3	0	eth0
:::/0	:::	!n	-1	1	0	lo

```

root@lipcUR:~#

```

Como vemos, en las tablas de rutas, para Debian-3, en este caso, aún no hemos obtenido la ruta por defecto.

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

RESPUESTA

1 0.000000	ca:02:0e:92:00:00	ca:02:0e:92:00:00	LOOP	60 Reply
2 2.494131	::	ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
3 2.554277	::	ff02::1:ff9c:0	ICMPv6	86 Neighbor Solicitation for fe80::ea3:7dff:fe9c:0
4 3.014202	::	ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
5 3.558324	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
6 3.558523	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:a3:7d:9c:00:00
7 4.006185	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::16	ICMPv6	90 Multicast Listener Report Message v2
8 7.430293	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:a3:7d:9c:00:00
9 12.834540	fe80::eba:1aff:fe86...	ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:ba:1a:86:00:00
10 15.366627	fe80::ea3:7dff:fe9c...	ff02::2	ICMPv6	70 Router Solicitation from 0c:a3:7d:9c:00:00


```

Frame 8: 70 bytes on wire (560 bits), 70 bytes captured (560 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: 0c:a3:7d:9c:00:00 (0c:a3:7d:9c:00:00), Dst: IPv6mcast_02 (33:33:00:00:00:02)
Internet Protocol Version 6, Src: fe80::ea3:7dff:fe9c:0, Dst: ff02::2
Internet Control Message Protocol v6
  Type: Router Solicitation (133)
  Code: 0
  Checksum: 0x66af [correct]
  [Checksum Status: Good]
  Reserved: 00000000
  ICMPv6 Option (Source link-layer address : 0c:a3:7d:9c:00:00)
    Type: Source link-layer address (1)
    Length: 1 (8 bytes)
    Link-layer address: 0c:a3:7d:9c:00:00 (0c:a3:7d:9c:00:00)

```

Como vemos, se envía un mensaje de Router Solicitation a la dirección ff02::2 (multicast), es decir a todos los routers. R2 va a responder con Router Advertisement, donde se indica el prefijo de la subred para formar la dirección global y otros parámetros.

Después Se verá un Neighbor Solicitation, para poder detectar si su dirección está duplicada y el último mensaje que enviarán será un Multicast Report Listener para poder entrar en el grupo Multicast correspondiente a su dirección.

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

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

ifdown eth0

ifup eth0

- k) Inicie una captura en el enlace HUB2_a_Debian-2.

- l) 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

```

root@lipcUR:~# ping6 -c 1 fe80::ea3:7dff:fe9c:0
PING fe80::ea3:7dff:fe9c:0(fe80::ea3:7dff:fe9c:0) 56 data bytes
From fe80::e0e:60ff:fe1:0%eth0: icmp_seq=1 Destination unreachable: Address unreachable
--- fe80::ea3:7dff:fe9c:0 ping statistics ---
1 packets transmitted, 0 received, +1 errors, 100% packet loss, time 0ms
root@lipcUR:~#

```

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

```

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 2    0 eth0
[::]/0                                     [::]                                  !n   -1 1    0 lo
localhost/128                             [::]                                  Un   0 3    0 lo
fe80::e0e:60ff:fe1:0/128                 [::]                                  Un   0 3    0 eth0
ff00::/8                                   [::]                                  U    256 2    0 eth0
[::]/0                                     [::]                                  !n   -1 1    0 lo

```

- n) **root@lipcUR:~#**

ip nei

- o) Responda a las siguientes preguntas:

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

RESPUESTA

En nuestro caso no ha sido alcanzable, sin embargo, si debería serlo, debería aparecer una ruta por defecto a la que se envían los mensajes echo, es decir, al router R2.

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

RESPUESTA

Caché de de Debian-2

```
root@lipcUR:~# ip neigh
fe80::ea3:7dff:fe9c:0 dev eth0 FAILED

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 2    0 eth0
[::]/0               [::]                  !n   -1 1    0 lo
localhost/128        [::]                  Un   0  3    0 lo
fe80::e0e:60ff:feff:0/128 [::]                  Un   0  3    0 eth0
ff00::/8             [::]                  U    256 2    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               [::]                  !n   -1 1    0 lo
localhost/128        [::]                  Un   0  3    0 lo
fe80::ea3:7dff:fe9c:0/128 [::]                  Un   0  2    0 eth0
ff00::/8             [::]                  U    256 3    0 eth0
[::]/0               [::]                  !n   -1 1    0 lo
root@lipcUR:~#
```

En la caché, aunque no aparezca, nos debería aparecer la MAC de la interfaz por la que se envió el mensaje ping.

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

RESPUESTA

Apply a display filter ... <Ctrl-/>							Expression...	+
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info		
1	0.000000	ca:02:0e:92:00:1c	ca:02:0e:92:00:1c	LOOP	60	Reply		
2	7.731032	fe80::e0e:60ff:feff:1...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:0e:60:f1:00:00		
3	23.690322	ca:02:0e:92:00:1c	ca:02:0e:92:00:1c	LOOP	60	Reply		
4	42.547197	fe80::e0e:60ff:feff:1...	ff02::2	ICMPv6	70	Router Solicitation from 0c:0e:60:f1:00:00		
5	47.451420	ca:02:0e:92:00:1c	ca:02:0e:92:00:1c	LOOP	60	Reply		
6	49.719287	fe80::e0e:60ff:feff:1...	ff02::1:ff9c:0	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::ea3:7dff:fe9c:0 from 0c:0e		
7	50.739166	fe80::e0e:60ff:feff:1...	ff02::1:ff9c:0	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::ea3:7dff:fe9c:0 from 0c:0e		
8	51.763100	fe80::e0e:60ff:feff:1...	ff02::1:ff9c:0	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::ea3:7dff:fe9c:0 from 0c:0e		
9	71.143467	ca:02:0e:92:00:1c	ca:02:0e:92:00:1c	LOOP	60	Reply		

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.

RESPUESTA

Como R1 y R2 solo tienen configuradas rutas hacia máquinas y redes vecinas esto implica que desde R1 no tiene forma de llegar a los equipos de la subred 2001:db3:cafe:2::/64 (es decir Debian-2) y 2001:db3:cafe:3::/64 (es decir Debian-3 y Debian-4) y desde R2 no se puede alcanzar a los equipos de la subred 2001:db3:cafe:1::/64 (es decir Debian-1). Para solucionarlo se añaden las siguientes rutas a los routers:

En R2:

- Añadir como ruta a la subred 2001:DB3:CAFE:1::/64

ipv6 route 2001:DB3:CAFE:1::/64 2001:DB3:1:1::1

```
R2(config)#ipv6 route 2001:DB3:CAFE:1::/64 2001:DB3:1:1::1
```

En R1:

- Añadir como ruta a la subred 2001:DB3:CAFE:2::/64
- Añadir como ruta a la subred 2001:DB3:CAFE:3::/64

ipv6 route 2001:DB3:CAFE:2::/64 2001:DB3:1:1::2

ipv6 route 2001:DB3:CAFE:3::/64 2001:DB3:1:1::2

```
R1(config)#ipv6 route 2001:DB3:CAFE:2::/64 2001:DB3:1:1::2
R1(config)#ipv6 route 2001:DB3:CAFE:3::/64 2001:DB3:1:1::2
```

Comprobando las tablas de rutas de R1 y R2 se observa cómo se han agregado las nuevas rutas en modo estático (S). Para R1:

```

R1#show ipv6 route
IPv6 Routing Table - 8 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
        U - Per-user Static route
        I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
        O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
        ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
C   2001:DB3:1:1::/64 [0/0]
    via ::, Serial5/0
L   2001:DB3:1:1::1/128 [0/0]
    via ::, Serial5/0
C   2001:DB3:CAFE:1::/64 [0/0]
    via ::, FastEthernet0/0
L   2001:DB3:CAFE:1::1/128 [0/0]
    via ::, FastEthernet0/0
S   2001:DB3:CAFE:2::/64 [1/0]
    via 2001:DB3:1:1::2
S   2001:DB3:CAFE:3::/64 [1/0]
    via 2001:DB3:1:1::2
L   FE80::/10 [0/0]
    via ::, Null0
L   FF00::/8 [0/0]
    via ::, Null0

```

Para R2:

```

R2#show ipv6 route
IPv6 Routing Table - 11 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
        U - Per-user Static route
        I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
        O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
        ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
C   2001:DB3:1:1::/64 [0/0]
    via ::, Serial5/0
L   2001:DB3:1:1::2/128 [0/0]
    via ::, Serial5/0
S   2001:DB3:CAFE:1::/64 [1/0]
    via 2001:DB3:1:1::1
C   2001:DB3:CAFE:2::/64 [0/0]
    via ::, FastEthernet1/0
L   2001:DB3:CAFE:2::1/128 [0/0]
    via ::, FastEthernet1/0
L   2001:DB3:CAFE:2:C802:EFF:FE92:1C/128 [0/0]
    via ::, FastEthernet1/0
C   2001:DB3:CAFE:3::/64 [0/0]
    via ::, FastEthernet0/0
L   2001:DB3:CAFE:3::1/128 [0/0]
    via ::, FastEthernet0/0
L   2001:DB3:CAFE:3:C802:EFF:FE92:0/128 [0/0]
--More--

```

Para comprobar la conectividad realizamos un ping desde Debian-2 hasta Debian-1, desde Debian-1 hasta Debian-4 y posteriormente desde Debian-4 hasta Debian-1.

De Debian-2 a Debian-1:

```

root@lipcUR:~# ping -6 -I eth0 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0
PING 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0(2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0) from 2001s
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=1 ttl=62 time=46.1 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=2 ttl=62 time=38.2 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=3 ttl=62 time=40.3 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=4 ttl=62 time=32.2 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=5 ttl=62 time=33.7 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=6 ttl=62 time=33.3 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=7 ttl=62 time=23.3 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=8 ttl=62 time=24.9 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=9 ttl=62 time=25.8 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=10 ttl=62 time=27.5 ms
^C
--- 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0 ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 23ms
rtt min/avg/max/mdev = 23.345/32.530/46.092/7.016 ms

```

De Debian-1 a Debian-4:

```

root@lipcUR:~# ping -6 -I eth0 2001:db3:cafe:3:eba:1aff:fe86:0
PING 2001:db3:cafe:3:eba:1aff:fe86:0(2001:db3:cafe:3:eba:1aff:fe86:0) from 2001s
64 bytes from 2001:db3:cafe:3:eba:1aff:fe86:0: icmp_seq=1 ttl=62 time=33.6 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:3:eba:1aff:fe86:0: icmp_seq=2 ttl=62 time=26.4 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:3:eba:1aff:fe86:0: icmp_seq=3 ttl=62 time=27.6 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:3:eba:1aff:fe86:0: icmp_seq=4 ttl=62 time=29.9 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:3:eba:1aff:fe86:0: icmp_seq=5 ttl=62 time=42.0 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:3:eba:1aff:fe86:0: icmp_seq=6 ttl=62 time=33.3 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:3:eba:1aff:fe86:0: icmp_seq=7 ttl=62 time=34.0 ms
^C
--- 2001:db3:cafe:3:eba:1aff:fe86:0 ping statistics ---
7 packets transmitted, 7 received, 0% packet loss, time 16ms
rtt min/avg/max/mdev = 26.359/32.379/41.993/4.824 ms

```

De Debian-4 a Debian-1:

```

root@lipcUR:~# ping -6 -I eth0 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0
PING 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0(2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0) from 2001s
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=1 ttl=62 time=30.6 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=2 ttl=62 time=30.9 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=3 ttl=62 time=22.1 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=4 ttl=62 time=24.6 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=5 ttl=62 time=28.0 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=6 ttl=62 time=39.5 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=7 ttl=62 time=39.9 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=8 ttl=62 time=41.2 ms
64 bytes from 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0: icmp_seq=9 ttl=62 time=32.2 ms
^C
--- 2001:db3:cafe:1:e4a:afff:fee2:0 ping statistics ---
9 packets transmitted, 9 received, 0% packet loss, time 21ms
rtt min/avg/max/mdev = 22.137/32.122/41.212/6.464 ms

```

Los pings realizados no suponen ningún problema y se realizan a la perfección. Podemos concluir por tanto, que con las rutas añadidas se consigue que todas las máquinas puedan intercambiar información.