Lab. 1 – Configuración de IPv6 y encaminamiento RIPng

1.1. Introducción a IPv6

Una dirección IPv6 está formada por 128 bits. Las direcciones se clasifican en diferentes tipos: unicast, multicast y anycast. En esta practica solo se considerean direcciones unicast.

1.1.1. Formato

Las direcciones unicast generalmente se dividen en dos grupos lógicos: los primeros 64bits identifican el prefijo de red (routing-prefix o subnet prefix), y son usados para encaminamiento; los últimos 64bits identifican el interface de red del host (interfaceID).

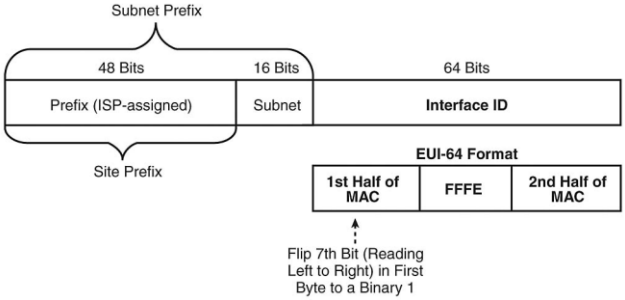

Figura 2: Formato dirección IPv6

Una dirección IPv6 se representa mediante ocho grupos de cuatro dígitos hexadecimales, cada grupo representando 16 bits (dos octetos). Los grupos se separan mediante dos puntos (:). Un ejemplo de dirección IPv6 podría ser:

2001:0000:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334

Esta representación completa puede ser simplificada de varias maneras, eliminando partes de la representación.

- Los ceros iniciales de cada grupo pueden omitirse, aunque cada grupo debe contener al menos un dígito hexadecimal.
- Uno o más grupos de ceros pueden ser sustituidos por dos puntos. Esta sustitución puede realizarse únicamente una vez en la dirección. En caso contrario, obtendríamos una representación ambigua. Si pueden hacerse varias sustituciones, debemos hacer la de mayor número de grupos; si el número de grupos es igual, debemos hacer la situada más a la izquierda. Con esta regla, reduciríamos la dirección del ejemplo a:

2001:0:85a3::8a2e:370:7334

1.1.2. Ambitos

Toda dirección IPv6, excepto la dirección indefinida (::), tiene un "ámbito" (scope en inglés), que determina en qué partes de la red es válida. En direccionamiento unicast:

- Las direcciones **link-local** y la dirección de loopback tienen ámbito de enlace local, es decir, deben ser usadas en la red directamente conectada. Una dirección IPv6 Link-Local comienza con el prefijo FE80::/10 (los primeros 10 bits), luego los bits del 11 hasta 64 (los siguientes 54 bits) se configuran con valores de ceros. Los restantes 64 bits son de interfaceID. Estas direcciones usan por lo tanto el formato siguiente: FE80 :: InterfaceID.
- Las direcciones **Unique Local Address** (ULA) se utilizan para comunicaciones locales. Son enrutables sólo dentro de un ámbito cooperativo (similar a los rangos de direcciones privadas 10/8, 172.16/12, y 192.168/16 en IPv4). Las direcciones incluyen una secuencia pseudoaleatoria en el routing-prefix para minimizar el riesgo de conflictos en la interconexión de plataformas diferentes o si los paquetes se desvían a Internet (son únicas en todo el mundo).
- El resto de direcciones, excepto aquellas privadas o reservadas, tienen ámbito **global**, que significa que son mundialmente enrutables y pueden ser usadas para conectarse a direcciones de ámbito global en cualquier lugar.

1.1.3. Metodos de configuración de IPv6

Hay dos maneras para configurar una IPv6:

- **Statefull** es cuando se asigna manualmente o bien cuando se obtiene de un servidor DHCPv6 (junto a otros paramentros como Gateway, nombre, dominio, etc.).
- **Stateless** es cuando se configura automáticamente (autoconfiguración). El routing-prefix de la dirección global se obtiene de un router conectado a la misma red a través de la nueva funcionalidad Network Discovery y se completa con un interfaceID formato de la conversión de la MAC a 64 bits. Juntamente a un routing-prefix global, se envía también una ruta para salir de la red. De la misma manera, el routing-prefix de la dirección link-local será fe800::/64 y el interfaceID de la conversión a 64 bits de la MAC de la interfaz. Opcionalmente, el router puede enviar también un routing-prefix ULA si este se está usando en este ámbito.

1.2. Configuración en Linux

1.2.1. Configuración de IPv6 en Linux

Las versiones más modernas de Linux usan por defecto el método stateless. Por lo tanto una IPv6 link-local ya está configurada y la global se configuraría a través del Network Discovery (al recibir un ICMP Router Advertisement del router de su red). La diferencia es que en este caso hay que activar la interfaz (**ifconfig** *interface* **up**) para que reciba estos mensajes.

Si se quisiera asignar una IPv6 global manualmente el comando es

```
ifconfig interface add @IPv6/prefixlength
```

Por ejemplo, para asignar la dirección 2001:0db8:0:f101::1/64 a la interfaz e0, el comando es

```
ifconfig e0 add 2001:0db8:0:f101::1/64
```

En algunas versiones de Linux, asignar una IPv6 a una interfaz no es suficiente para que esta se active. Así que puede que se necesite activarla con el comando **ifconfig** *interface* **up**.

Al contrario que en IPv4, en IPv6 una misma interfaz puede tener varias direcciones. Por lo tanto, si se quiere modificar una dirección previamente asignada, no basta con enviar un nuevo ifconfig con la nueva dirección ya que la interfaz se quedaría con las dos IPv6 (es decir no se sobreescribe). En IPv6 hay que eliminar la dirección antigua antes de poner la nueva con el siguiente comando

```
ifconfig interface del @IPv6/prefixlength
```

1.2.2. Configuración de rutas estaticas en Linux

Recordar que si se usa la asignación stateless, además de una IPv6, se obtiene también una ruta estatica para salir de la red.

En el caso pero que se quisiera añadir una ruta estatica a la tabla de encaminamiento, el comando es

```
route -A inet6 add IPv6network/prefixlength gw IPv6address [dev interface]
```

Substituyendo **del** con **add** se elimina la ruta de la tabla.

Por ejemplo, con el siguiente comando se añade una ruta para alcanzar las direcciones globales 2000::/3 a través del gateway 2001:0db8:0:f101::1

```
route -A inet6 add 2000::/3 gw 2001:0db8:0:f101::1
```

En el caso de querer configurar una ruta por defecto por el gateway 2001:0db8:0:f101::1

```
route -A inet6 add default gw 2001:0db8:0:f101::1
```

1.2.3. Verificación

Para visualizar la dirección asignada a una interfaz se puede seguir usando **ifconfig** o bien el comando **ip**.

```
ifconfig interface     [|grep "inet6 addr:"]
ip -6 addr show dev interface
```

Con el comando **ip -6** se consigue visualizar exlusivamente información relativa a IPv6, mientras que **ifconfig** enseña toda la información general de la interfaz. Si se quiere ver solo la parte relativa a IPv6 se puede usar **grep** como indicado en los comandos anteriores.

Para visualizar rutas IPv6 se pueden usar los comandos **ip** o **route** de la siguiente manera

```
ip -6 route show [dev interface]
route -A inet6
```

Para verificar la conectividad entre interfaces IPv6 se puede usar **ping6** y **traceroute6**. Por ejemplo

```
ping6 2003:ff::1
ping6 -I eth0 fe80::2e0:18ff:fe90:9205
traceroute6 3ffe:b00:c18:1::10
```

Cabe mencionar que en el caso de ping hacia una dirección link-local (segunda línea en el ejemplo anterior) hay que especificar por que interfaz hay que transmitir usando la opción **–i** *interface*.

1.3. Configuración en routers CISCO

1.3.1. Configuración

Tambien en los routers se pueden configurar direcciones IPv6 en modo statefull y stateless.

Si se quiere configurar manualmente, en el caso de link-local (ambos campos routing-prefix e interfaceID), el comando es

```
router(config-if)# ipv6 address ipv6address/prefixlength link-local
```

En el caso de IPv6 global, hay dos posibilidades. Bien se pueden definir ambos campos routing-prefix e interfaceID

```
router(config-if)# ipv6 address ipv6address/prefixlength
```

O asignar solo el routing-prefix y que interfaceID venga de la conversión a 64 bits de la MAC de la interfaz.

```
router(config-if)# ipv6 address ipv6network/prefixlength eui-64
```

Si en cambio se quiere configurar una IPv6 link-local automáticamente (el routing-prefix será fe80::/64 e interfaceID la conversión de la MAC), el comando es

```
router(config-if)# ipv6 enable
```

Finalmente si se quiere configurar automáticamente una IPv6 global hay que usar la función Network Discovery. El Network Discovery usa mensajes ICMP

- El ICMP Router Advertisement que usa el router para anunciar por una interfaz el routing-prefix de su red. Para activar el envio de estos mensajes, hay que activar la función de routing IPv6 del router.

```
router(config)# ipv6 unicast-routing
```

- El ICMP Router Solicitation que usa el router u host que no tiene configurada una IPv6 global y quiere autoconfigurarse con el routing-prefix global recibido por el ICMP Router Advertisement. La IPv6 se completa con un interfaceID que viene de la conversión de la MAC. Por defecto, este comando configura también una IPv6 link-local usando fe80::64 y completando con la MAC.

```
router(config)# interface ethernet0
router(config-if)# ipv6 address autoconfig
router(config-if)# no shutdown
```

Si se quisiera desactivar el envio de los ICMP Router Advertisement de una interfaz concreta, se usa el comando siguiente

```
router(config-if)# ipv6 nd ra suppress
```

Recordar que el mismo comando con el **no** delante vuelve a activarlo.

1.3.2. Verificación

```
R# show ipv6 interface        Permite ver el estado de las interfaces IPv6
R# show ipv6 interface brief  Permite ver el estado resumido de las interfaces IPv6
R# ping ipv6address           Hace un ping a la IPv6 ipvaddress. Si esta es una link-local, hay que
                              luego especificar la interfaz de salida
R# debug ipv6 nd              Permite ver el intercambio de mensajes Network Discovery
```

1.4. Configuració de RIPng en routers CISCO

1.4.1. Introducción

RIPng [RFC2080] es la adaptación a IPv6 del protocolo de encaminamiento RIP. Las caracteristicas de RIPng son:

- Es un protocolo de encaminamiento dinamico basado en el enfoque vector distancia
- Usa una única metrica para determiner la major ruta que es menor numero de saltos (redes que se tienen que cruzar) para llegar a un prefijo destino.
- A través del intercambio periodico (30 segundos) de mensajes RIP que contienen los prefijos que se quieren distribuir en el sistema, los routers construyen sus tablas de encaminamiento
- Usa split-horizon para evitar bucles
- Usa poison-reverse y triggered-update para mejorar el tiempo de convergencia cuando hay un cambio en el sistema

1.4.2. Configuración básica

Para activar el RIPng en un router, hay que primero activar encaminamiento dinamico basado en IPv6 (este comando sirve para cualquier protocolo de encaminamiento) y luego crear el proceso RIP asignándole un nombre

```
router(config)# ipv6 unicast-routing
router(config)# ipv6 router rip ProcessName
```

Luego hay que activar las interfaces que se quieren involucrar en el encaminamiento dinamico. Involucrar en el sentido que i) la interfaz pertenece a una red IPv6 que se quiere anunciar o ii) la interfaz envía y recibe mensajes RIPng.

```
router(config)# interface Ethernet0
router(config-if)# ipv6 rip ProcessName enable
```

1.4.3. Verificación

```
R# show ipv6 route            Permite ver la tabla de encaminamiento
R# show ipv6 route rip        Permite ver solo las entradas RIPng de la tabla de encaminamiento
R# show ipv6 rip              Permite ver información de encaminamiento solo de RIPng
R# show ipv6 rip Process database    Permite ver información de la base de datos del proceso de RIPng
R# show ipv6 rip Process next-hops   Permite ver información de los gateways
R# debug ipv6 rip             Permite ver el intercambio de mensajes RIPng
```

1.5. Ejemplo

Suponiendo el ejemplo de la Figura 3, se quieren configurar las direcciones IPv6 indicadas y activar encaminamiento RIPng entre los routers. En PC1 se quiere configurar manualmente una IPv6 global mientras en PC2 se configura stateless. Entre los dos routers solo se usan IPv6 link-local.

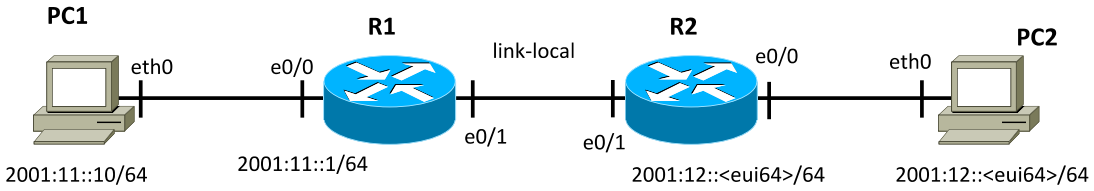

Figura 3: Ejemplo de red IPv6

Los comandos para PC1 son los siguientes

```
pc1# ifconfig eth0 add 2001:11::10/64
pc1# ifconfig eth0 up
pc1# route -A add default gw 2001:11::1
```

En el caso de PC2 solo hay que activar la interfaz y esperar el ICMP Router Advertisement del router.

```
pc2# ifconfig eth0 up
```

Para la configuración de IPv6 el router R1 los comandos son los siguientes

```
R1(config)# interface e0/0
R1(config-if)# ipv6 nd ra suppress
R1(config-if)# ipv6 address 2001:11::1/64
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface e0/1
R1(config-if)# ipv6 enable
R1(config-if)# no shutdown
```

R2 es parecido a R1 pero hay que activar el envio de los ICMP router advertisement y en la configuración de la IPv6 global, solo se asigna el routing-prefix 2001:12::/64 y se añade la opción eui-64 para configurar la interfaceID de la MAC.

```
R2(config)# ipv6 unicast-routing
R2(config)# interface e0/0
R2(config-if)# ipv6 address 2001:12::/64 eui-64
R2(config-if)# no shutdown
R2(config-if)# exit
R2(config)# interface e0/1
R2(config-if)# ipv6 enable
R2(config-if)# no shutdown
```

Finalmente el RIPng en R1 se activa con los siguientes comandos (en R2 se usan los mismos).

```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
R1(config)# ipv6 router rip ejemplo
R1(config)# interface e0/0
R1(config-if)# ipv6 rip ejemplo enable
R1(config)# interface e0/1
R1(config-if)# ipv6 rip ejemplo enable
```

1.6. Realizació de la práctica

Cada grupo necesita 2 routers conectados por un cable serie y tres PCs.

1.6.1. Parte 1

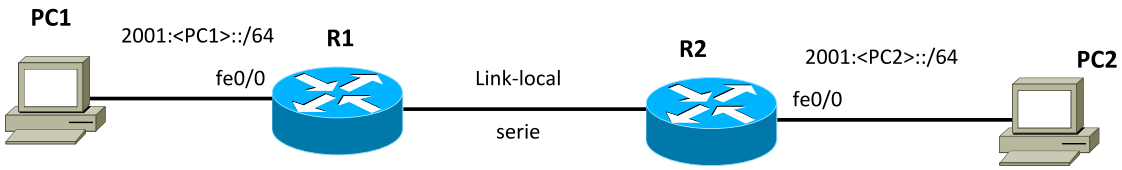

Figura 4: Red de la primera parte de la práctica

La Figura 4 representa la red de esta primera parte. Notar que para esta práctica se ha decidido elegir dos direcciones globales donde parte de las IPv6 depende del número del PC (<PC1> y <PC2>); de esta manera se asegura que no haya duplicidades. Para esta primera parte se necesitan dos PCs.

Seguir los siguientes pasos:

1. Configurar la IPv6 de PC1 y PC2 en modo stateless.
2. Activar el ICMP router advertisement en R1 para que configure y configurar la interfaz fastethernet de R1 (la que conecta PC1) con el routing-prefix de la figura y el interfaceID como conversión de la MAC a 64 bits.
3. Hacer lo mismo para R2.
4. Configurar las IPv6 de tipo link-local exclusivamente entre R1 y R2
5. Verificar que hay conectividad entre los dos routers y entre los routers y sus respectivos PCs.
6. Activar RIPng en todos los routers.
7. Comprobar que en las tablas de encaminamiento de todos los routers aparecen los prefijos. Comprobar que aparecen correctamente las entradas que corresponden a las redes directamente conectadas y las redes aprendidas por RIPng.
8. Comprobar que hay conectividad entre cualquier pareja de PCs.
9. Usar los comandos de verificación de RIPng e intentar interpretar los resultados.

1.6.2. Parte 2

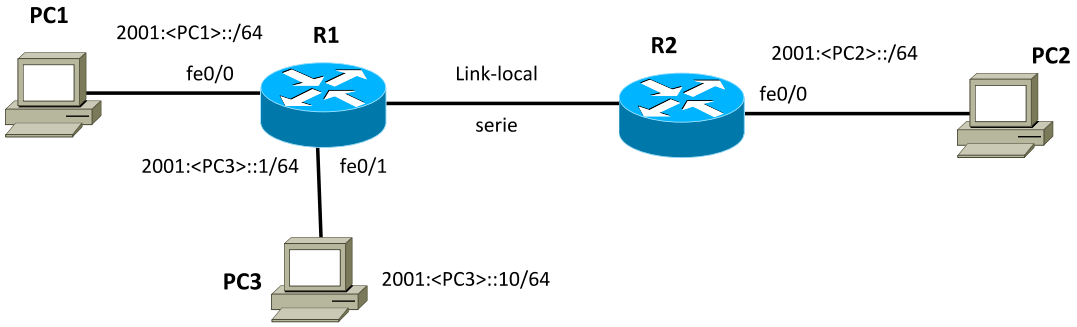

Figura 5: Red de la segunda parte de la práctica

La Figura 5 representa la red de esta segunda parte. En concreto se ha añadido el PC3. Este PC3 se quiere configurar manualmente.

Seguir los siguientes pasos:

1. Configurar la IPv6 global de PC3 y una ruta por defecto.
2. Configurar la IPv6 global de R1 hacía PC3 y activar el RIP también en esta interfaz.
3. Comprobar que hay conectividad entre todos los PCs y que las tablas de encaminamiento de los dos routers son correctas.

1.6.3. Parte 3

En esta tercera parte, hay que interconectar los routers R2 de cada dos grupos usando la interfaz FastEthernet fe0/1 y seguir los siguientes pasos:

1. Configurar la interfaz fe0/1 del router como link local.
2. Activar el RIP también en esta interfaz.
3. Comprobar que hay conectividad entre todos los PCs y que las tablas de encaminamiento son correctas.