

REDES DE NUEVA GENERACIÓN

TEMA 1 – Resolución de ejercicios

IP de nueva generación: IPv6

Ejercicio 1: Emisión de prefijos IPv6	3
Ejercicio 2: Creación de un túnel 6in4	4
Ejercicio 3: Creación de un túnel 6to4	7

Comandos vtysh:

FRR #> configure terminal

FRR #> interface “interfaz”

FRR #> ip address “direccionIP/n”

//Asignamos la dirección IPv4 a la interfaz

FRR #> ipv6 address “direccionIPv6/n”

//Asignamos la dirección IPv6 a la interfaz

FRR #> ipv6 nd prefix “prefijoIPv6/n”

//Indicamos el prefijo a anunciar por la interfaz

FRR #> no ipv6 nd suppress-ra

//Activamos el anuncio de prefijos por la interfaz

FRR #> ipv6 route “prefijo/64” “interfaz|id”

//Creamos una ruta a la red a indicada a través del
la interfaz o identificador

Comandos terminal:

#> ip -6 addr show

//Muestra las direcciones IPv6 del equipo

#> ip -6 addr add “direccionIPv6” dev “interfaz”

//Agrega la dirección IPv6 a la interfaz indicada

#> ip -6 route show dev “interfaz”

//Muestra la tabla de rutas IPv6 de la interfaz

#> ip -6 neigh

//Muestra la tabla de vecinos IPv6.

Creación túnel 6in4:

#> ip tunnel add “tunel” [mode sit] remote “IPv4Destino”

//Creamos el tunel e indicamos la dirección
IPv4 de destino

#> ip link set dev “nombreTunel” up mtu “n”

//Indicamos el tamaño máximo de paquetes
(max 1500)

#> ip addr add “IPv6/n” dev “tunel”

//Añadimos la dirección IPv6 al extremos
local del tunel

#> ip -6 route add default via “IPv6Destino”

//Indicamos la dirección IPv6 de destino

Creación túnel 6to4:

#> ip tunnel add “tunel” [mode sit] remote “IPv4Destino”

//Creamos el tunel e indicamos la dirección
IPv4 de destino

#> ip link set dev “nombreTunel” up mtu “n”

//Indicamos el tamaño máximo de paquetes
(max 1500)

#> ip addr add “IPv6/n” dev “tunel”

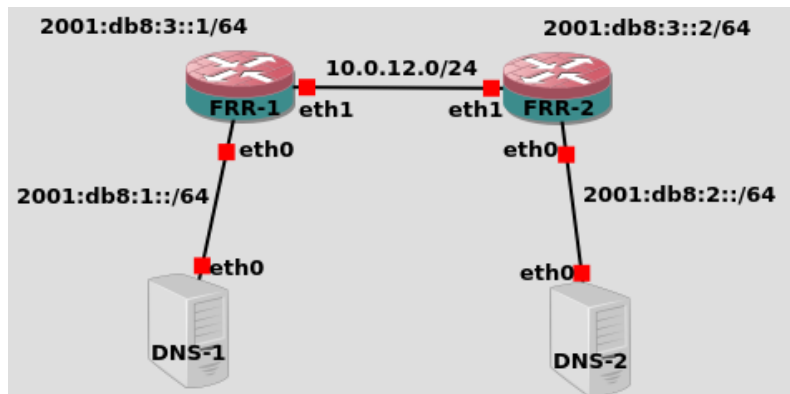
//Añadimos la dirección IPv6 al extremos
local del tunel

#> ip -6 route add default dev “tunel”

//Indicamos que el tunel es la ruta por
defecto

Ejercicio 2: Creación de un túnel 6in4

Para el escenario que se muestra en la imagen, configurar un puente 6in4 entre los routers FRR-1 y FRR-2, de modo que los equipos DNS-1 y DNS-2 puedan comunicarse entre sí mediante sus direcciones IPv6. Realizar también la configuración inicial de direcciones.



Para crear el túnel necesitaremos configurar previamente las direcciones IP de los routers, tanto las IPv4 en sus interfaces eth1 como las IPv6 en las eth0. Además, también deberemos habilitar la emisión de prefijos para que las máquinas DNS puedan autoconfigurar sus direcciones IPv6.

Comandos para la configuración inicial de FRR-1:

```
FRR-1 #> configure terminal
FRR-1 #> interface eth0
FRR-1 #> ipv6 address 2001:db8:1::1/64
FRR-1 #> no ipv6 nd suppress-ra1
FRR-1 #> ipv6 nd prefix 2001:db8:1::/64
FRR-1 #> exit
FRR-1 #> interface eth1
FRR-1 #> ip address 10.0.12.1/24
FRR-1 #> exit
FRR-1 #> ipv6 route 2001:db8:1::/64 eth0
FRR-1 #> ipv6 route 2001:db8:2::/64 tunnel1
FRR-1 #> end
FRR-1 #> write
```

Comandos para la configuración inicial de FRR-2:

```
FRR-2 #> configure terminal
FRR-2 #> interface eth0
FRR-2 #> ipv6 address 2001:db8:2::2/64
FRR-2 #> no ipv6 nd suppress-ra1
FRR-2 #> ipv6 nd prefix 2001:db8:2::/64
FRR-2 #> exit
FRR-2 #> interface eth1
FRR-2 #> ip address 10.0.12.2/24
FRR-2 #> exit
FRR-2 #> ipv6 route 2001:db8:2::/64 eth0
FRR-2 #> ipv6 route 2001:db8:1::/64 tunnel1
FRR-2 #> end
FRR-2 #> write
```

Además de las direcciones y el anuncio de prefijos, podemos ver como hemos configurados las rutas a las distintas redes IPv6 que existen en el escenario. Apreciamos que las rutas que dirigen hacia las redes que se encuentran en la parte opuesta del túnel (es decir, la red 2001:db8:2::/64 para FRR-1 y la red 2001:db8:1::/64 para FRR-2) no están indicadas a través de una interfaz, sino a través del identificador del propio túnel, el cual crearemos más adelante.

Hemos utilizado el identificador “tunel1” para identificar al túnel, este nombre no tiene por que ser el mismo en los dos routers, ya que cada uno define su propio sentido del túnel, pero si que debe coincidir con el túnel que crearemos más adelante.

Para comprobar que los equipos han configurados sus direcciones IP correctamente, podemos utilizar la orden **show running-config** en FRR-1 y FRR2, viendo como se ha asignado una IPv4 a sus interfaces eth1 y una dirección IPv6 a sus interfaces eth0.

```
service integrated-vtysh-config
!
ipv6 route 2001:db8:1::/64 eth0
ipv6 route 2001:db8:2::/64 tunel1
!
interface eth0
  ipv6 address 2001:db8:1::1/64
  ipv6 nd prefix 2001:db8:1::/64
  no ipv6 nd suppress-ra
!
interface eth1
  ip address 10.0.12.1/24
!
line vty
!
end
FRR-1(config)#
```

```
service integrated-vtysh-config
!
ipv6 route 2001:db8:1::/64 tunel1
ipv6 route 2001:db8:2::/64 eth0
!
interface eth0
  ipv6 address 2001:db8:2::2/64
  ipv6 nd prefix 2001:db8:2::/64
  no ipv6 nd suppress-ra
!
interface eth1
  ip address 10.0.12.2/24
!
line vty
!
end
FRR-2#
```

En el caso de los equipos DNS-1 y DNS-2, podemos utilizar la orden **ip addr show** para comprobar que han autoconfigurado correctamente su dirección IPv6 en sus interfaces eth0.

```
65: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qd
isc pfifo_fast state UNKNOWN group default qlen 1000
  link/ether 02:01:00:01:00:00 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
  inet6 2001:db8:1:0:1:ff:fe01:0/64 scope global dyna
mic mngtmpaddr
    valid_lft 2591436sec preferred_lft 604236sec
  inet6 fe80::d0f7:53ff:fec1:b967/64 scope link
    valid_lft forever preferred_lft forever
root@DNS-1:/#
```

```
67: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 q
disc pfifo_fast state UNKNOWN group default qlen 1000
  link/ether 02:01:00:02:00:00 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
  inet6 2001:db8:2:0:1:ff:fe02:0/64 scope global dyn
amic mngtmpaddr
    valid_lft 2591905sec preferred_lft 604705sec
  inet6 fe80::947a:4bff:fe31:3657/64 scope link
    valid_lft forever preferred_lft forever
root@DNS-2:/#
```

Una vez asignadas correctamente las direcciones IP, el anuncio de prefijos, y las rutas de las redes IPv6 en los routers, procedemos a crear y configurar el túnel 6in4 entre los encaminadores FRR-1 y FRR-2. Este procedimiento se puede hacer de tres formas diferentes:

- Utilizando la consola de comandos de los routers mediante ordenes como **ip** o **ifconfig**.
- Mediante el uso de la configuración del propio router CISCO.
- Utilizando los ficheros de configuración del equipo.

Vamos a realizar dicho procedimiento mediante ordenes de configuración vía terminal, para lo cual utilizaremos el comando **ip**. Comandos para la configuración básica del túnel en FRR-1:

```
FRR-1> ip tunnel add tunel1 mode sit remote 10.0.12.2
FRR-1> ip link set dev tunel1up mtu 1400
FRR-1> ip -6 route add default dev tunel1
```

Comandos para la configuración básica del túnel en FRR-2:

```
FRR-1> ip tunnel add tunel1 mode sit remote 10.0.12.1
FRR-1> ip link set dev tunel1 up mtu 1400
FRR-1> ip -6 route add default dev tunel1
```

Esta sería la configuración básica del túnel, donde únicamente necesitaremos conocer la dirección IPv4 del extremo opuesto del mismo y asignarle un tamaño máximo de 1500 a cada uno de los mensajes enviados.

Además de esto, una operación opcional es asignar a los extremos del router direcciones IPv6, las cuales nos permiten saber encaminar información de retorno cuando un equipo externo intenta realizar una respuesta. En nuestro caso asignaremos la dirección 2001:db8:3::1/64 al extremo del router FRR-1 y la 2001:db8:3::2/64 al extremo del router FRR-2.

La operación requiere un paso adicional y la concreción de la dirección IPv6 del otro extremo del túnel, así que indicaremos de nuevo todos los comandos como si la anterior configuración no se hubiera realizado.

Comandos para la configuración del túnel con direcciones IPv6 en sus extremos FRR-1:

```
FRR-1> ip tunnel add tunel1 mode sit remote 10.0.12.2
FRR-1> ip link set dev tunel1 up mtu 1400
FRR-1> ip addr add 2001:db8:3::1/64 dev tunel1
FRR-1> ip -6 route add default via 2001:db8:3::2
```

Comandos para la configuración del túnel con direcciones IPv6 en sus extremos FRR-1:

```
FRR-1> ip tunnel add tunel1 mode sit remote 10.0.12.1
FRR-1> ip link set dev tunel1 up mtu 1400
FRR-1> ip addr add 2001:db8:3::2/64 dev tunel1
FRR-1> ip -6 route add default via 2001:db8:3::2
```

Podemos ver como en la tercera instrucción creamos y asignamos la nueva dirección IPv6 al túnel que vamos a utilizar y como en la última identificamos la dirección IPv6 correspondiente con el extremos opuesto de dicho túnel.

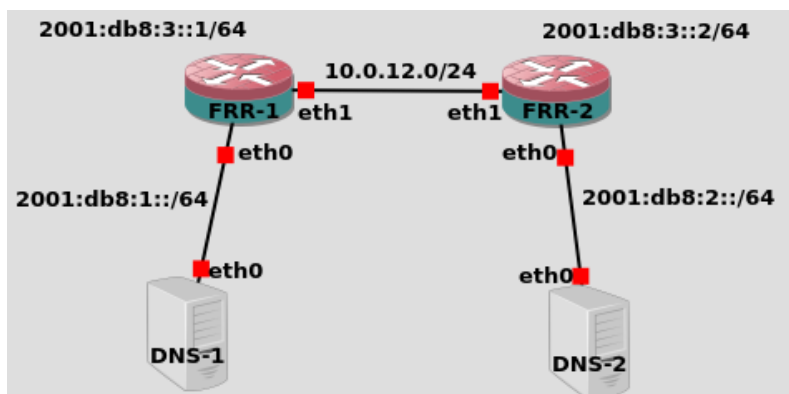
Para comprobar el correcto funcionamiento del túnel vamos a ejecutar un ping desde la máquina DNS-1 a la máquina DNS-2 y viceversa mediante la orden **ping "ipDestino"**. En las siguientes imágenes podemos ver como los equipos se responden sin problemas:

```
root@DNS-1:/# ping 2001:db8:2:0:1:ff:fe02:0
PING 2001:db8:2:0:1:ff:fe02:0(2001:db8:2:0:1:ff:fe02:0) 56 data
bytes
64 bytes from 2001:db8:2:0:1:ff:fe02:0: icmp_seq=1 ttl=62 time=
0.486 ms
64 bytes from 2001:db8:2:0:1:ff:fe02:0: icmp_seq=2 ttl=62 time=
1.73 ms
```

```
root@DNS-2:/# ping 2001:db8:1:0:1:ff:fe01:0
PING 2001:db8:1:0:1:ff:fe01:0(2001:db8:1:0:1:ff:fe01:0) 56 data b
ytes
64 bytes from 2001:db8:1:0:1:ff:fe01:0: icmp_seq=1 ttl=62 time=0.
424 ms
64 bytes from 2001:db8:1:0:1:ff:fe01:0: icmp_seq=2 ttl=62 time=1.
77 ms
```

Ejercicio 3: Creación de un túnel 6to4

Dado el mismo escenario que el ejercicio anterior, configurar un puente 6to4 entre los routers FRR-1 y FRR-2, de modo que los equipos DNS-1 y DNS-2 puedan comunicarse entre sí mediante sus direcciones IPv6.



Teniendo en cuenta que partimos del ejercicio anterior, suponemos que se ha realizado la misma configuración inicial de direcciones IP, anuncio de prefijos y asignación de rutas en los en los encaminadores FRR-1 y FRR-2. Pasaremos directamente a al proceso de configuración del túnel, el cual puede realizarse de manera homónima a las tres formas explicadas para el anteriormente.

Creación y configuración del túnel 6to4 mediante comandos

Este procedimiento se puede hacer a mediante varias ordenes de configuración distintas, pero nosotros utilizaremos el comando **ip**.

Comandos para la configuración básica del túnel en FRR-1:

```
FRR-1> ip tunnel add tunel1 mode sit remote 10.0.12.2
FRR-1> ip link set dev tunel1 up mtu 1400
FRR-1> ip addr add 2002:0a00:0c01:3::2/128 dev tunel1
FRR-1> ip -6 route add default dev tunel1
```

Comandos para la configuración básica del túnel en FRR-2:

```
FRR-2> ip tunnel add tunel1 mode sit remote 10.0.12.1
FRR-2> ip link set dev tunel1 up mtu 1400
FRR-2> ip addr add 2002:0a00:0c02:3::2/128 dev tunel1
FRR-2> ip -6 route add default dev tunel1
```

Como podemos ver, todas las ordenes empleadas en la configuración son iguales a las que usamos para crear el puente 6in4 del ejercicio anterior, con excepción de la tercera. En esta orden estamos indicando la dirección IPv6 del router la cual asociamos a dicho extremos del tunel, la cual debe seguir una estructura determinada.

Esta dirección debe constar con sus primeros 16 bits a 2002, debido a que debe pertenecer a un conjunto de direcciones IPv6 reservadas para hacer túneles. Los siguientes 32 bits deben ser la traducción de la dirección IPv4 pública en la que el router establecerá el puente en formato hexadecimal (en nuestro caso 10.0.12.1 equivale a 0a00:0c01 para FRR-1 y 10.0.12.2 equivale a 0a00:0c02 para FRR-2).

Para comprobar el correcto funcionamiento del túnel vamos a ejecutar un ping desde la máquina DNS-1 a la máquina DNS-2 y viceversa mediante la orden *ping “ipDestino”*. En las siguientes imágenes podemos ver como los equipos se responden sin problemas:

```
root@DNS-1:/# ping 2001:db8:2:0:1:ff:fe02:0
PING 2001:db8:2:0:1:ff:fe02:0(2001:db8:2:0:1:ff:fe02:0) 56 data
 bytes
64 bytes from 2001:db8:2:0:1:ff:fe02:0: icmp_seq=1 ttl=62 time=
0.486 ms
64 bytes from 2001:db8:2:0:1:ff:fe02:0: icmp_seq=2 ttl=62 time=
1.73 ms
```

```
root@DNS-2:/# ping 2001:db8:1:0:1:ff:fe01:0
PING 2001:db8:1:0:1:ff:fe01:0(2001:db8:1:0:1:ff:fe01:0) 56 data b
ytes
64 bytes from 2001:db8:1:0:1:ff:fe01:0: icmp_seq=1 ttl=62 time=0.
424 ms
64 bytes from 2001:db8:1:0:1:ff:fe01:0: icmp_seq=2 ttl=62 time=1.
77 ms
```