Práctica 1.5. RIP y BGP

Objetivos

En esta práctica se afianzan los conceptos elementales del encaminamiento. En particular, se estudia un protocolo de encaminamiento interior y otro exterior: RIP (*Routing Information Protocol*) y BGP (*Border Gateway Protocol*).

Existen muchas implementaciones de los protocolos de encaminamiento. En esta práctica vamos a utilizar Quagga, que actualmente implementa RIP (versiones 1 y 2), RIPng, OSPF, OSPFv3, IS-IS y BGP. Quagga está estructurado en diferentes servicios (uno para cada protocolo) controlados por un servicio central (Zebra) que hace de interfaz entre la tabla de reenvío del *kernel* y las tabla de encaminamiento de cada protocolo.

Todos los ficheros de configuración han de almacenarse en el directorio `/etc/quagga`. La sintaxis de estos ficheros es sencilla y está disponible en http://quagga.net. Revisar especialmente la correspondiente a RIP y BGP en https://www.quagga.net/docs/quagga.html. Además, en `/usr/share/doc/quagga-0.99.22.4` hay ficheros de ejemplo.

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

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

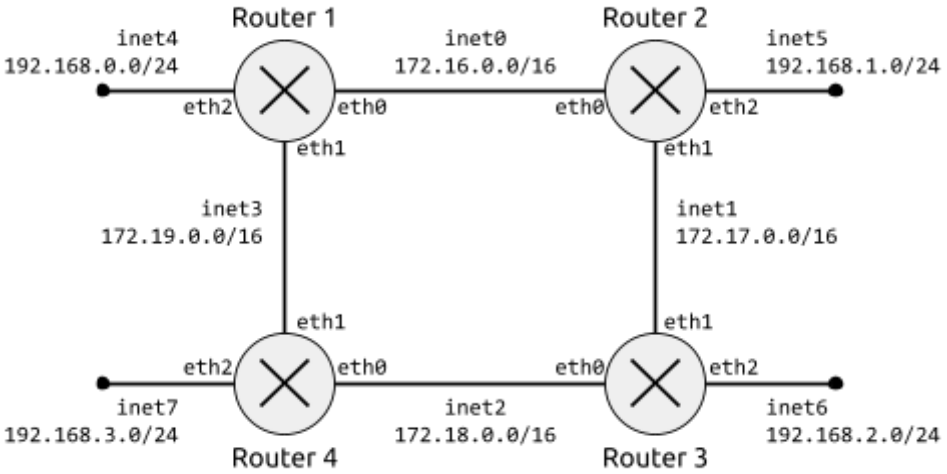
La **contraseña** del usuario `cursoredes` es `cursoredes`.

Contenidos

Parte I. Protocolo interior: RIP

Preparación del entorno

Configuraremos la topología de red que se muestra en la siguiente figura, donde cada encaminador (Router1…Router4) tiene tres interfaces, cada uno conectado a una red diferente.:



Al igual que en prácticas anteriores, usaremos la herramienta `vtopol` para construir automáticamente esta topología. A continuación se muestra el contenido del fichero de configuración de la topología:

```
netprefix inet
machine 1 0 0 1 3 2 4
machine 2 0 0 1 1 2 5
machine 3 0 2 1 1 2 6
machine 4 0 2 1 3 2 7
```

Para facilitar la configuración de las máquinas, la siguiente tabla muestra las direcciones de cada uno de los interfaces de los encaminadores:

Máquina virtual	Interfaz	Dirección de red	Dirección IP
Router1	eth0 eth1 eth2	172.16.0.0/16 172.19.0.0/16 192.168.0.0/24	172.16.0.1 172.19.0.1 192.168.0.1
Router2	eth0 eth1 eth2	172.16.0.0/16 172.17.0.0/16 192.168.1.0/24	172.16.0.2 172.17.0.2 192.168.1.2
Router3	eth0 eth1 eth2	172.18.0.0/16 172.17.0.0/16 192.168.2.0/24	172.18.0.3 172.17.0.3 192.168.2.3
Router4	eth0 eth1 eth2	172.18.0.0/16 172.19.0.0/16 192.168.3.0/24	172.18.0.4 172.19.0.4 192.168.3.4

Configurar todos los encaminadores según la figura y tabla anterior. Además, activar el reenvío de paquetes IPv4 igual que en la práctica 1.1. Después, comprobar:

- Que los encaminadores adyacentes son alcanzables, por ejemplo, Router1 puede hacer *ping* a Router2 y Router4.
- Que la tabla de reenvío de cada encaminador es la correcta e incluye una entrada para cada una de las tres redes a las que está conectado.

Configuración del protocolo RIP

Ejercicio 1. Configurar RIP en todos los encaminadores para que intercambien información:

- Crear un fichero `ripd.conf` en `/etc/quagga` con el contenido que se muestra a continuación.
- Iniciar el servicio RIP (y Zebra) con `service ripd start`.

Contenido del fichero `/etc/quagga/ripd.conf`:

```
# Activar el encaminamiento por RIP
router rip
 # Definir la versión del protocolo que se usará
 version 2
 # Habilitar información de encaminamiento en redes asociadas a los interfaces
 network eth0
 network eth1
 network eth2
```

Ejercicio 2. Consultar la tabla de encaminamiento de RIP y de Zebra en cada encaminador con el comando `vtysh` (`sudo vtysh -c "show ip rip"` y `sudo vtysh -c "show ip route"`). Comprobar también la tabla de reenvío de IPv4 con el comando `ip` (`ip route`).

```
Router 1:
[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ip rip"
Codes: R - RIP, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
     (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
     (i) - interface

    Network         Next Hop       Metric From          Tag Time
C(i) 172.16.0.0/16     0.0.0.0           1 self          0
R(n) 172.17.0.0/16     172.16.0.2        2 172.16.0.2       0 02:40
R(n) 172.18.0.0/16     172.19.0.4        2 172.19.0.4       0 02:47
C(i) 172.19.0.0/16     0.0.0.0           1 self          0
C(i) 192.168.0.0/24    0.0.0.0           1 self          0
R(n) 192.168.1.0/24    172.16.0.2        2 172.16.0.2       0 02:40
R(n) 192.168.2.0/24    172.16.0.2        3 172.16.0.2       0 02:40
R(n) 192.168.3.0/24    172.19.0.4        2 172.19.0.4       0 02:47

[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ip route"
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo
C>* 172.16.0.0/16 is directly connected, eth0
R>* 172.17.0.0/16 [120/2] via 172.16.0.2, eth0, 00:17:22
R>* 172.18.0.0/16 [120/2] via 172.19.0.4, eth1, 00:17:37
C>* 172.19.0.0/16 is directly connected, eth1
C>* 192.168.0.0/24 is directly connected, eth2
R>* 192.168.1.0/24 [120/2] via 172.16.0.2, eth0, 00:17:22
R>* 192.168.2.0/24 [120/3] via 172.16.0.2, eth0, 00:02:34
R>* 192.168.3.0/24 [120/2] via 172.19.0.4, eth1, 00:17:37

[cursoredes@localhost ~]$ ip route
172.16.0.0/16 dev eth0 proto kernel scope link src 172.16.0.1
172.17.0.0/16 via 172.16.0.2 dev eth0 proto zebra metric 2
172.18.0.0/16 via 172.19.0.4 dev eth1 proto zebra metric 2
172.19.0.0/16 dev eth1 proto kernel scope link src 172.19.0.1
192.168.0.0/24 dev eth2 proto kernel scope link src 192.168.0.1
192.168.1.0/24 via 172.16.0.2 dev eth0 proto zebra metric 2
```

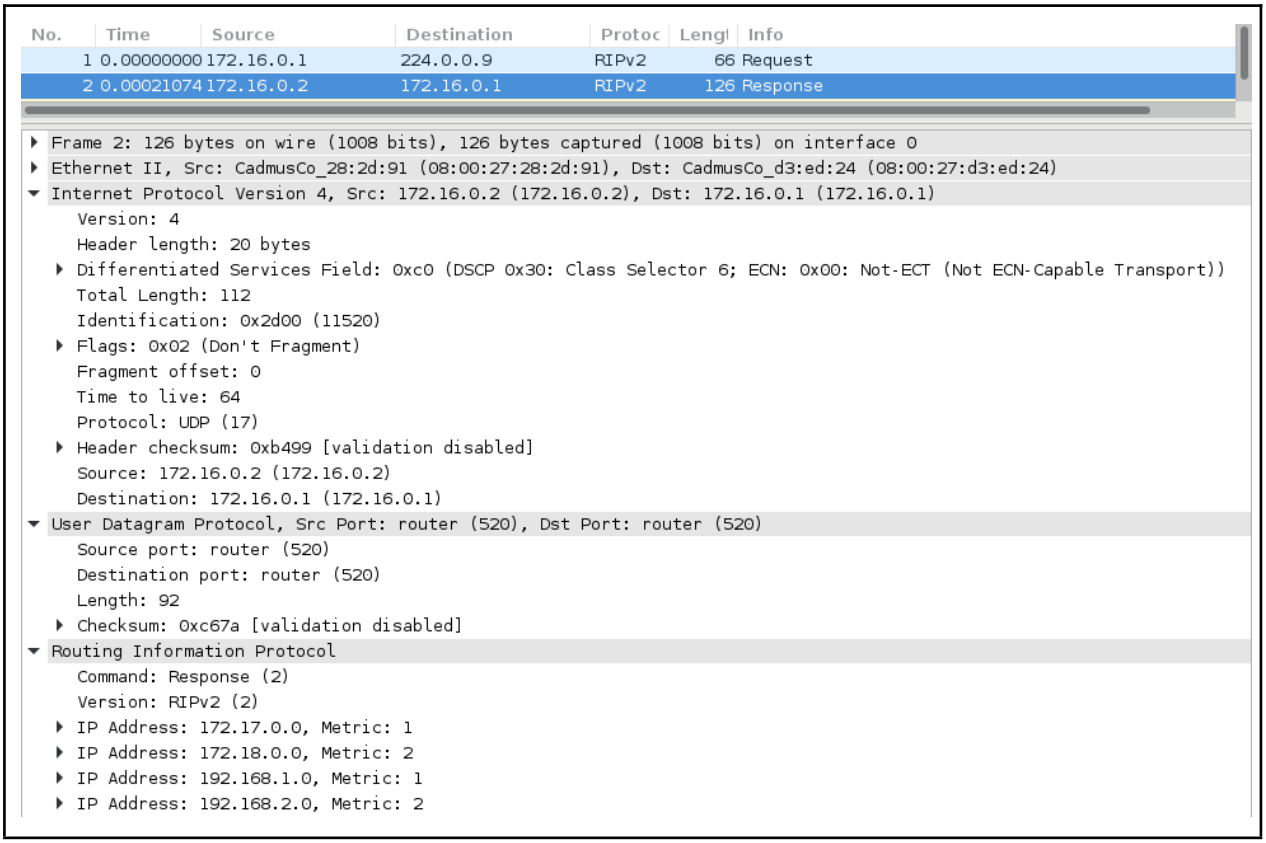
```
192.168.2.0/24 via 172.16.0.2 dev eth0 proto zebra metric 3
192.168.3.0/24 via 172.19.0.4 dev eth1 proto zebra metric 2


Router 2:
[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ip rip"
Codes: R - RIP, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
     (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
     (i) - interface

    Network         Next Hop       Metric From          Tag Time
C(i) 172.16.0.0/16     0.0.0.0            1 self           0
C(i) 172.17.0.0/16     0.0.0.0            1 self           0
R(n) 172.18.0.0/16     172.17.0.3         2 172.17.0.3       0 02:54
R(n) 172.19.0.0/16     172.16.0.1         2 172.16.0.1       0 02:51
R(n) 192.168.0.0/24    172.16.0.1         2 172.16.0.1       0 02:51
C(i) 192.168.1.0/24    0.0.0.0            1 self           0
R(n) 192.168.2.0/24    172.17.0.3         2 172.17.0.3       0 02:54
R(n) 192.168.3.0/24    172.16.0.1         3 172.16.0.1       0 02:51

[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ip route"
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo
C>* 172.16.0.0/16 is directly connected, eth0
C>* 172.17.0.0/16 is directly connected, eth1
R>* 172.18.0.0/16 [120/2] via 172.17.0.3, eth1, 00:02:52
R>* 172.19.0.0/16 [120/2] via 172.16.0.1, eth0, 00:17:59
R>* 192.168.0.0/24 [120/2] via 172.16.0.1, eth0, 00:17:59
C>* 192.168.1.0/24 is directly connected, eth2
R>* 192.168.2.0/24 [120/2] via 172.17.0.3, eth1, 00:03:10
R>* 192.168.3.0/24 [120/3] via 172.16.0.1, eth0, 00:17:59

[cursoredes@localhost ~]$ ip route
172.16.0.0/16 dev eth0 proto kernel scope link src 172.16.0.2
172.17.0.0/16 dev eth1 proto kernel scope link src 172.17.0.2
172.18.0.0/16 via 172.17.0.3 dev eth1 proto zebra metric 2
172.19.0.0/16 via 172.16.0.1 dev eth0 proto zebra metric 2
192.168.0.0/24 via 172.16.0.1 dev eth0 proto zebra metric 2
192.168.1.0/24 dev eth2 proto kernel scope link src 192.168.1.2
192.168.2.0/24 via 172.17.0.3 dev eth1 proto zebra metric 2
192.168.3.0/24 via 172.16.0.1 dev eth0 proto zebra metric 3


Router 3:
[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ip rip"
Codes: R - RIP, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
     (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
     (i) - interface

    Network         Next Hop       Metric From          Tag Time
R(n) 172.16.0.0/16     172.17.0.2         2 172.17.0.2       0 02:32
C(i) 172.17.0.0/16     0.0.0.0            1 self           0
```

```
C(i) 172.18.0.0/16     0.0.0.0             1 self           0
R(n) 172.19.0.0/16     172.18.0.4          2 172.18.0.4       0 02:56
R(n) 192.168.0.0/24    172.17.0.2          3 172.17.0.2       0 02:32
R(n) 192.168.1.0/24    172.17.0.2          2 172.17.0.2       0 02:32
C(i) 192.168.2.0/24    0.0.0.0             1 self           0
R(n) 192.168.3.0/24    172.18.0.4          2 172.18.0.4       0 02:56

[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ip route"
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo
R>* 172.16.0.0/16 [120/2] via 172.17.0.2, eth1, 00:01:36
C>* 172.17.0.0/16 is directly connected, eth1
C>* 172.18.0.0/16 is directly connected, eth0
R>* 172.19.0.0/16 [120/2] via 172.18.0.4, eth0, 00:01:36
R>* 192.168.0.0/24 [120/3] via 172.17.0.2, eth1, 00:01:36
R>* 192.168.1.0/24 [120/2] via 172.17.0.2, eth1, 00:01:36
C>* 192.168.2.0/24 is directly connected, eth2
R>* 192.168.3.0/24 [120/2] via 172.18.0.4, eth0, 00:01:36

[cursoredes@localhost ~]$ ip route
172.16.0.0/16 via 172.17.0.2 dev eth1 proto zebra metric 2
172.17.0.0/16 dev eth1 proto kernel scope link src 172.17.0.3
172.18.0.0/16 dev eth0 proto kernel scope link src 172.18.0.3
172.19.0.0/16 via 172.18.0.4 dev eth0 proto zebra metric 2
192.168.0.0/24 via 172.17.0.2 dev eth1 proto zebra metric 3
192.168.1.0/24 via 172.17.0.2 dev eth1 proto zebra metric 2
192.168.2.0/24 dev eth2 proto kernel scope link src 192.168.2.3
192.168.3.0/24 via 172.18.0.4 dev eth0 proto zebra metric 2


Router 4:
[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ip rip"
Codes: R - RIP, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
     (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
     (i) - interface

    Network         Next Hop       Metric From          Tag Time
R(n) 172.16.0.0/16     172.19.0.1          2 172.19.0.1       0 02:49
R(n) 172.17.0.0/16     172.18.0.3          2 172.18.0.3       0 02:55
C(i) 172.18.0.0/16     0.0.0.0             1 self           0
C(i) 172.19.0.0/16     0.0.0.0             1 self           0
R(n) 192.168.0.0/24    172.19.0.1          2 172.19.0.1       0 02:49
R(n) 192.168.1.0/24    172.19.0.1          3 172.19.0.1       0 02:49
R(n) 192.168.2.0/24    172.18.0.3          2 172.18.0.3       0 02:55
C(i) 192.168.3.0/24    0.0.0.0             1 self           0

[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ip route"
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo
R>* 172.16.0.0/16 [120/2] via 172.19.0.1, eth1, 00:17:08
```

```
R>* 172.17.0.0/16 [120/2] via 172.18.0.3, eth0, 00:02:05
C>* 172.18.0.0/16 is directly connected, eth0
C>* 172.19.0.0/16 is directly connected, eth1
R>* 192.168.0.0/24 [120/2] via 172.19.0.1, eth1, 00:17:08
R>* 192.168.1.0/24 [120/3] via 172.19.0.1, eth1, 00:16:52
R>* 192.168.2.0/24 [120/2] via 172.18.0.3, eth0, 00:02:05
C>* 192.168.3.0/24 is directly connected, eth2

[cursoredes@localhost ~]$ ip route
172.16.0.0/16 via 172.19.0.1 dev eth1 proto zebra metric 2
172.17.0.0/16 via 172.18.0.3 dev eth0 proto zebra metric 2
172.18.0.0/16 dev eth0 proto kernel scope link src 172.18.0.4
172.19.0.0/16 dev eth1 proto kernel scope link src 172.19.0.4
192.168.0.0/24 via 172.19.0.1 dev eth1 proto zebra metric 2
192.168.1.0/24 via 172.19.0.1 dev eth1 proto zebra metric 3
192.168.2.0/24 via 172.18.0.3 dev eth0 proto zebra metric 2
192.168.3.0/24 dev eth2 proto kernel scope link src 192.168.3.4
```

Ejercicio 3. Con la herramienta `wireshark`, estudiar los mensajes RIP intercambiados, en particular:

- Encapsulado.
- Direcciones origen y destino.
- Campo de versión.
- Información para cada ruta: dirección de red, máscara de red, siguiente salto y distancia.



Ejercicio 4. Eliminar el enlace entre Router1 y Router4 (por ejemplo, desactivando el interfaz `eth1` en Router4). Comprobar que Router1 deja de recibir los anuncios de Router4 y que, pasados aproximadamente 3 minutos (valor de *timeout* por defecto para las rutas), ha reajustado su tabla.

```
Router 4:
sudo ip link set dev eth1 down
```

```
Router 1:
[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ip rip"
Codes: R - RIP, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
    (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
    (i) - interface

   Network         Next Hop       Metric From         Tag Time
C(i) 172.16.0.0/16     0.0.0.0          1 self          0
R(n) 172.17.0.0/16     172.16.0.2       2 172.16.0.2       0 02:42
R(n) 172.18.0.0/16     172.19.0.4       2 172.19.0.4       0 00:05
C(i) 172.19.0.0/16     0.0.0.0          1 self          0
C(i) 192.168.0.0/24    0.0.0.0          1 self          0
R(n) 192.168.1.0/24    172.16.0.2       2 172.16.0.2       0 02:42
R(n) 192.168.2.0/24    172.16.0.2       3 172.16.0.2       0 02:42
R(n) 192.168.3.0/24    172.19.0.4       2 172.19.0.4       0 00:05

[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ip rip"
Codes: R - RIP, C - connected, S - Static, O - OSPF, B - BGP
Sub-codes:
    (n) - normal, (s) - static, (d) - default, (r) - redistribute,
    (i) - interface

   Network         Next Hop       Metric From         Tag Time
C(i) 172.16.0.0/16     0.0.0.0          1 self          0
R(n) 172.17.0.0/16     172.16.0.2       2 172.16.0.2       0 02:34
R(n) 172.18.0.0/16     172.19.0.4      16 172.19.0.4       0 01:57
C(i) 172.19.0.0/16     0.0.0.0          1 self          0
C(i) 192.168.0.0/24    0.0.0.0          1 self          0
R(n) 192.168.1.0/24    172.16.0.2       2 172.16.0.2       0 02:34
R(n) 192.168.2.0/24    172.16.0.2       3 172.16.0.2       0 02:34
R(n) 192.168.3.0/24    172.19.0.4      16 172.19.0.4       0 01:57
```

Ejercicio 5 (Opcional). Los servicios de Quagga pueden configurarse de forma interactiva mediante un terminal (`telnet`), de forma similar a los encaminadores comerciales. Configurar `ripd` vía VTY:

- Añadir "`password asor`" al fichero `ripd.conf`, desactivar el protocolo (`no router rip`) y comentar el resto de entradas. Una vez cambiado el fichero, reiniciar el servicio.
- Conectar al VTY de `ripd` y configurarlo. En cada comando se puede usar `?` para mostrar la ayuda asociada.

```
$ telnet localhost ripd
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.

Hello, this is Quagga (version 0.99.20.1)
Copyright © 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.
User Access Verification

Password: asor
localhost.localdomain> enable
localhost.localdomain# configure terminal
localhost.localdomain(config)# router rip
localhost.localdomain(config-router)# version 2
```

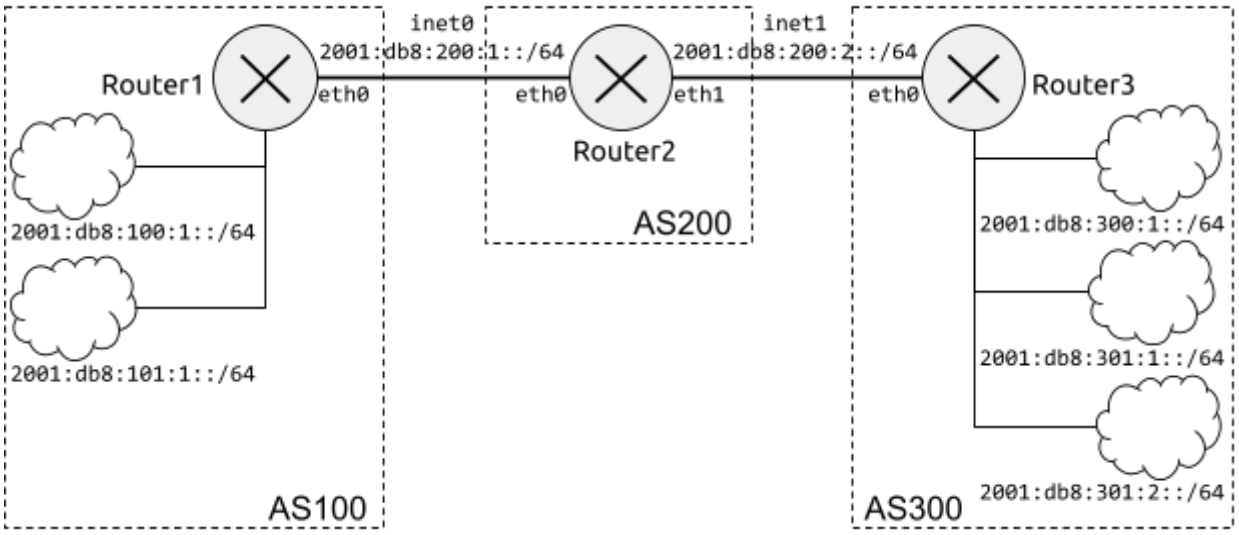
```
localhost.localdomain(config-router)# network eth0
localhost.localdomain(config-router)# write
Configuration saved to /etc/quagga/ripd.conf
localhost.localdomain(config-router)# exit
localhost.localdomain(config)# exit
localhost.localdomain# show running-config
Current configuration:
!
password asor
!
router rip
 version 2
 network eth0
!
line vty
!
end
localhost.localdomain# write
Configuration saved to /etc/quagga/ripd.conf
localhost.localdomain# exit
```

Nota: Para poder escribir la configuración en `ripd.conf`, el usuario quagga debe tener los permisos adecuados sobre el fichero. Para cambiar el propietario del fichero, ejecutar el comando `chown quagga:quagga /etc/quagga/ripd.conf`.

Parte II. Protocolo exterior: BGP

Preparación del entorno

Configuraremos la topología de red con 3 AS, siendo uno de ellos el proveedor de los otros dos:



Nota: El prefijo `2001:db8::/32` está reservado para documentación y ejemplos (RFC 3849).

Crearemos esta topología (sin las redes internas de los AS) con la herramienta `vtopol` y el siguiente fichero:

```
netprefix inet
```

```
machine 1 0 0
machine 2 0 0 1 1
machine 3 0 1
```

Para facilitar la configuración de las máquinas, la siguiente tabla muestra las direcciones de cada uno de los interfaces de los encaminadores:

Máquina virtual	Interfaz	Dirección de red	Dirección IP
Router1	eth0	2001:db8:200:1::/64	2001:db8:200:1::1
Router2	eth0 eth1	2001:db8:200:1::/64 2001:db8:200:2::/64	2001:db8:200:1::2 2001:db8:200:2::2
Router3	eth0	2001:db8:200:2::/64	2001:db8:200:2::3

Configurar los encaminadores según se muestra en la figura anterior. Debe comprobarse la conectividad entre máquinas adyacentes.

Configuración del protocolo BGP

Ejercicio 6. Consultar la documentación de las clases de teoría para determinar el tipo de AS (*stub*, *multihomed* o *transit*) y los prefijos de red que debe anunciar. Recordar que el prefijo global de encaminamiento es de 48 bits y que los prefijos anunciados deben agregarse al máximo.

Número de AS	Tipo	Prefijos agregados
AS100	stub	2001:db8:100::/47
AS200	transit	No tiene
AS300	stub	2001:db8:300::/47

Ejercicio 7. Configurar BGP en los encaminadores para que intercambien información:

- Crear un fichero `bgpd.conf` en `/etc/quagga` usando como referencia el que se muestra a continuación.
- Iniciar el servicio BGP (y Zebra) con `service bgpd start`.

Por ejemplo, el contenido del fichero `/etc/quagga/bgpd.conf` de Router1 en el AS 100 sería:

```
Router 1:
# Activar el encaminamiento BGP en el AS 100
router bgp 100
 # Establecer el identificador de encaminador BGP
 bgp router-id 0.0.0.1
 # Añadir el encaminador BGP vecino en el AS 200
 neighbor 2001:db8:200:1::2 remote-as 200
 # Empezar a trabajar con direcciones IPv6
 address-family ipv6
  # Anunciar un prefijo de red agregado
  network 2001:db8:100::/47
  # Activar IPv6 en el encaminador BGP vecino
  neighbor 2001:db8:200:1::2 activate
 # Dejar de trabajar con direcciones IPv6
 exit-address-family
```

```
Router 2:
router bgp 200
bgp router-id 0.0.0.2
neighbor 2001:db8:200:1::1 remote-as 100
neighbor 2001:db8:200:2::3 remote-as 300
address-family ipv6
neighbor 2001:db8:200:1::1 activate
neighbor 2001:db8:200:2::3 activate
exit-address-family

Router 3:
router bgp 300
bgp router-id 0.0.0.3
neighbor 2001:db8:200:2::2 remote-as 200
address-family ipv6
network 2001:db8:300::/47
neighbor 2001:db8:200:2::2 activate
exit-address-family
```

Ejercicio 8. Consultar la tabla de encaminamiento de BGP y de Zebra en cada encaminador con el comando `vtysh` (`sudo vtysh -c "show ipv6 bgp"` y `sudo vtysh -c "show ipv6 route"`). Comprobar también la tabla de reenvío de IPv6 con el comando `ip` (`ip -6 route`).

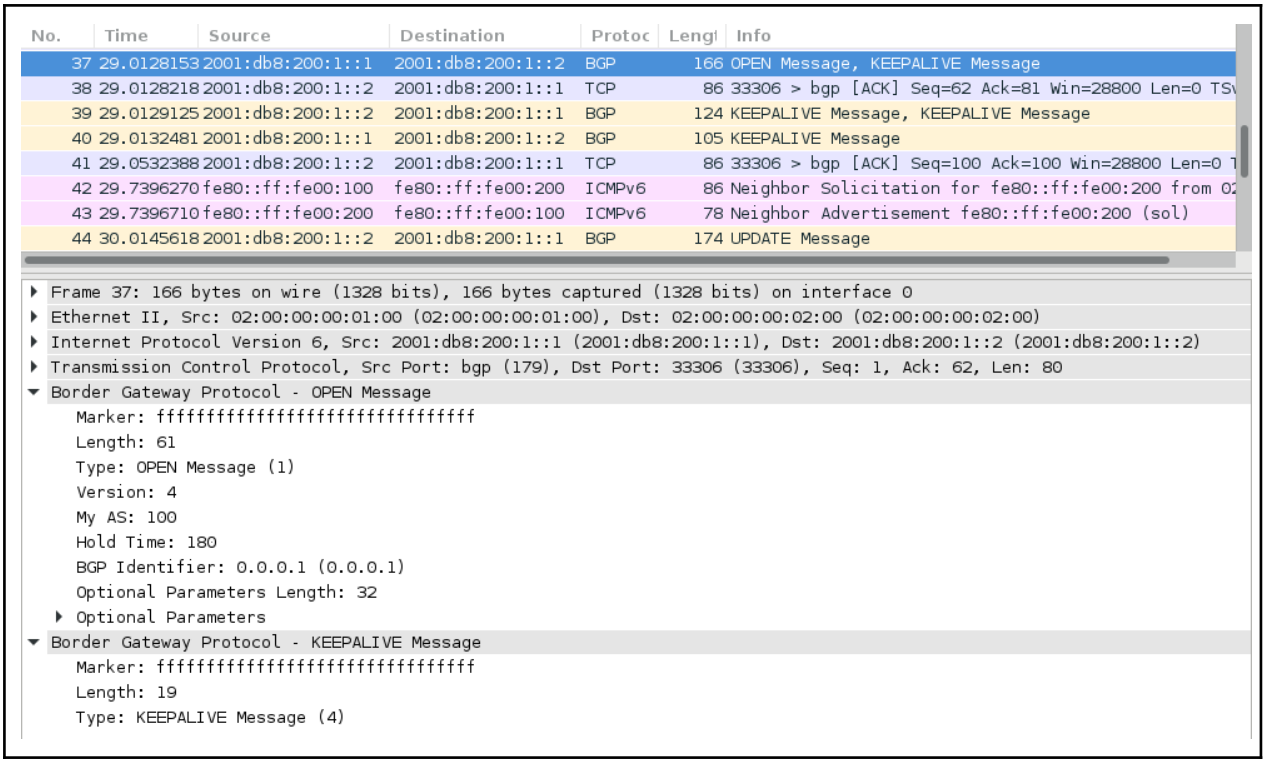
```
Router 1:
[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ipv6 bgp"
BGP table version is 0, local router ID is 0.0.0.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
              r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 2001:db8:100::/47
                    ::                       0         32768 i
*> 2001:db8:300::/47
                    2001:db8:200:1::2
                                             0 200 300 i

Total number of prefixes 2

[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ipv6 route"
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIPng,
       O - OSPFv6, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* ::1/128 is directly connected, lo
C>* 2001:db8:200:1::/64 is directly connected, eth0
B>* 2001:db8:300::/47 [20/0] via fe80::ff:fe00:200, eth0, 00:08:16
C>* fe80::/64 is directly connected, eth0

[cursoredes@localhost ~]$ ip -6 route
unreachable ::/96 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable ::ffff:0.0.0.0/96 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
2001:db8:200:1::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
2001:db8:300::/47 via fe80::ff:fe00:200 dev eth0 proto zebra metric 1024 pref medium
unreachable 2002:a00::/24 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:7f00::/24 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
```

```
unreachable 2002:a9fe::/32 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:ac10::/28 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:c0a8::/32 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:e000::/19 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 3ffe:ffff::/32 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
fe80::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium


Router 2:
[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ipv6 bgp"
BGP table version is 0, local router ID is 0.0.0.2
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
              r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 2001:db8:100::/47
                    2001:db8:200:1::1
                                         0             0 100 i
*> 2001:db8:300::/47
                    2001:db8:200:2::3
                                         0             0 300 i

Total number of prefixes 2

[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ipv6 route"
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIPng,
       O - OSPFv6, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* ::1/128 is directly connected, lo
B>* 2001:db8:100::/47 [20/0] via fe80::ff:fe00:100, eth0, 00:08:15
C>* 2001:db8:200:1::/64 is directly connected, eth0
C>* 2001:db8:200:2::/64 is directly connected, eth1
B>* 2001:db8:300::/47 [20/0] via fe80::ff:fe00:300, eth1, 00:07:53
C * fe80::/64 is directly connected, eth1
C>* fe80::/64 is directly connected, eth0

[cursoredes@localhost ~]$ ip -6 route
unreachable ::/96 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable ::ffff:0.0.0.0/96 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
2001:db8:100::/47 via fe80::ff:fe00:100 dev eth0 proto zebra metric 1024 pref medium
2001:db8:200:1::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
2001:db8:200:2::/64 dev eth1 proto kernel metric 256 pref medium
2001:db8:300::/47 via fe80::ff:fe00:300 dev eth1 proto zebra metric 1024 pref medium
unreachable 2002:a00::/24 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:7f00::/24 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:a9fe::/32 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:ac10::/28 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:c0a8::/32 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:e000::/19 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 3ffe:ffff::/32 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
fe80::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
fe80::/64 dev eth1 proto kernel metric 256 pref medium


Router 3:
```

```
[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ipv6 bgp"
BGP table version is 0, local router ID is 0.0.0.3
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
              r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

   Network          Next Hop            Metric LocPrf Weight Path
*> 2001:db8:100::/47
                    2001:db8:200:2::2
                                                   0 200 100 i
*> 2001:db8:300::/47
                    ::                       0         32768 i

Total number of prefixes 2

[cursoredes@localhost ~]$ sudo vtysh -c "show ipv6 route"
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIPng,
       O - OSPFv6, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel,
       > - selected route, * - FIB route

C>* ::1/128 is directly connected, lo
B>* 2001:db8:100::/47 [20/0] via fe80::ff:fe00:201, eth0, 00:10:11
C>* 2001:db8:200:2::/64 is directly connected, eth0
C>* fe80::/64 is directly connected, eth0

[cursoredes@localhost ~]$ ip -6 route
unreachable ::/96 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable ::ffff:0.0.0.0/96 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
2001:db8:100::/47 via fe80::ff:fe00:201 dev eth0 proto zebra metric 1024 pref medium
2001:db8:200:2::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
unreachable 2002:a00::/24 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:7f00::/24 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:a9fe::/32 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:ac10::/28 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:c0a8::/32 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 2002:e000::/19 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
unreachable 3ffe:ffff::/32 dev lo metric 1024 error -113 pref medium
fe80::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
```

Ejercicio 9. Con ayuda de la herramienta `wireshark`, estudiar los mensajes BGP intercambiados (OPEN, KEEPALIVE y UPDATE).

```
Router 2:
```


No. Time Source Destination Protoc Lengt Info
37 29.0128153 2001:db8:200:1::1 2001:db8:200:1::2 BGP 166 OPEN Message, KEEPALIVE Message
38 29.0128218 2001:db8:200:1::2 2001:db8:200:1::1 TCP 86 33306 > bgp [ACK] Seq=62 Ack=81 Win=28800 Len=0 TS
39 29.0129125 2001:db8:200:1::2 2001:db8:200:1::1 BGP 124 KEEPALIVE Message, KEEPALIVE Message
40 29.0132481 2001:db8:200:1::1 2001:db8:200:1::2 BGP 105 KEEPALIVE Message
41 29.0532388 2001:db8:200:1::2 2001:db8:200:1::1 TCP 86 33306 > bgp [ACK] Seq=100 Ack=100 Win=28800 Len=0
42 29.7396270 fe80::ff:fe00:100 fe80::ff:fe00:200 ICMPv6 86 Neighbor Solicitation for fe80::ff:fe00:200 from 0
43 29.7396710 fe80::ff:fe00:200 fe80::ff:fe00:100 ICMPv6 78 Neighbor Advertisement fe80::ff:fe00:200 (sol)
44 30.0145618 2001:db8:200:1::2 2001:db8:200:1::1 BGP 174 UPDATE Message
Frame 37: 166 bytes on wire (1328 bits), 166 bytes captured (1328 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: 02:00:00:00:01:00 (02:00:00:00:01:00), Dst: 02:00:00:00:02:00 (02:00:00:00:02:00)
Internet Protocol Version 6, Src: 2001:db8:200:1::1 (2001:db8:200:1::1), Dst: 2001:db8:200:1::2 (2001:db8:200:1::2)
Transmission Control Protocol, Src Port: bgp (179), Dst Port: 33306 (33306), Seq: 1, Ack: 62, Len: 80
Border Gateway Protocol - OPEN Message
Marker: ffffffffffffffffffffffffffffffff
Length: 61
Type: OPEN Message (1)
Version: 4
My AS: 100
Hold Time: 180
BGP Identifier: 0.0.0.1 (0.0.0.1)
Optional Parameters Length: 32
Optional Parameters
Border Gateway Protocol - KEEPALIVE Message
Marker: ffffffffffffffffffffffffffffffff
Length: 19
Type: KEEPALIVE Message (4)