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](#_sa3p99nlg3w8)

[Preparación del entorno](#_xbnt2qq4f9bk)

[Configuración del protocolo RIP](#_tc4o0itw6ni)

[Parte II. Protocolo exterior: BGP](#_y1ewi83cdwp7)

[Preparación del entorno](#_14a3ftqman5y)

[Configuración del protocolo BGP](#_cp4o2e2rj36j)

# 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).

| *Copia los comandos usados y su salida.*  ***[Router 1]***  *[root@localhost quagga]#* ***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 02:32*  *R(n) 172.18.0.0/16 172.19.0.4 2 172.19.0.4 0 02:45*  *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 02:32*  *R(n) 192.168.2.0/24 172.16.0.2 3 172.16.0.2 0 02:32*  *R(n) 192.168.3.0/24 172.19.0.4 2 172.19.0.4 0 02:45*  *[root@localhost quagga]#* ***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, 00:03:19*  *R>\* 172.18.0.0/16 [120/2] via 172.19.0.4, eth1, 00:03:04*  *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, 00:03:19*  *R>\* 192.168.2.0/24 [120/3] via 172.16.0.2, eth0, 00:03:11*  *R>\* 192.168.3.0/24 [120/2] via 172.19.0.4, eth1, 00:03:04*  *[root@localhost quagga]#* ***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]***  *[root@localhost quagga]#* ***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 02:56*  *R(n) 172.19.0.0/16 172.16.0.1 2 172.16.0.1 0 02:47*  *R(n) 192.168.0.0/24 172.16.0.1 2 172.16.0.1 0 02:47*  *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 02:56*  *R(n) 192.168.3.0/24 172.17.0.3 3 172.17.0.3 0 02:56*  *[root@localhost quagga]#* ***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, 00:06:02*  *R>\* 172.19.0.0/16 [120/2] via 172.16.0.1, eth0, 00:06:11*  *R>\* 192.168.0.0/24 [120/2] via 172.16.0.1, eth0, 00:06:11*  *C>\* 192.168.1.0/24 is directly connected, eth2*  *R>\* 192.168.2.0/24 [120/2] via 172.17.0.3, eth1, 00:06:02*  *R>\* 192.168.3.0/24 [120/3] via 172.17.0.3, eth1, 00:05:55*  *[root@localhost quagga]#* ***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 172.17.0.3 dev eth1 proto zebra metric 3*  ***[Router 3]***  *[root@localhost quagga]#* ***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 02:58*  *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 02:35*  *R(n) 192.168.0.0/24 172.17.0.2 3 172.17.0.2 0 02:58*  *R(n) 192.168.1.0/24 172.17.0.2 2 172.17.0.2 0 02:58*  *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 02:35*  *[root@localhost quagga]#* ***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, 00:08:01*  *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, 00:07:53*  *R>\* 192.168.0.0/24 [120/3] via 172.17.0.2, eth1, 00:08:01*  *R>\* 192.168.1.0/24 [120/2] via 172.17.0.2, eth1, 00:08:01*  *C>\* 192.168.2.0/24 is directly connected, eth2*  *R>\* 192.168.3.0/24 [120/2] via 172.18.0.4, eth0, 00:07:53*  *[root@localhost quagga]#* ***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]***  *[root@localhost quagga]#* ***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 02:58*  *R(n) 172.17.0.0/16 172.18.0.3 2 172.18.0.3 0 02:53*  *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 02:58*  *R(n) 192.168.1.0/24 172.18.0.3 3 172.18.0.3 0 02:53*  *R(n) 192.168.2.0/24 172.18.0.3 2 172.18.0.3 0 02:53*  *C(i) 192.168.3.0/24 0.0.0.0 1 self 0*  *[root@localhost quagga]#* ***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, 00:09:33*  *R>\* 172.17.0.0/16 [120/2] via 172.18.0.3, eth0, 00:09:33*  *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, 00:09:33*  *R>\* 192.168.1.0/24 [120/3] via 172.18.0.3, eth0, 00:09:33*  *R>\* 192.168.2.0/24 [120/2] via 172.18.0.3, eth0, 00:09:33*  *C>\* 192.168.3.0/24 is directly connected, eth2*  *[root@localhost quagga]#* ***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 172.18.0.3 dev eth0 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.

| *Copia una captura de pantalla de Wireshark con mensajes RIP que muestre el formato de un mensaje Response.*    ***Encapsulado****: UDP en el puerto 520*  ***Source****: 172.16.0.2 (172.16.0.2)*  ***Destination****: 172.16.0.1 (172.16.0.1)*  ***Version****: RIPv2 (2)*  ***Info para cada ruta:***  *IP Address: 172.17.0.0 (172.17.0.0)*  *Netmask: 255.255.0.0 (255.255.0.0)*  *Next Hop: 0.0.0.0 (0.0.0.0)*  *Metric: 1*  *IP Address: 172.18.0.0 (172.18.0.0)*  *Netmask: 255.255.0.0 (255.255.0.0)*  *Next Hop: 0.0.0.0 (0.0.0.0)*  *Metric: 2*  *IP Address: 192.168.1.0 (192.168.1.0)*  *Netmask: 255.255.255.0 (255.255.255.0)*  *Next Hop: 0.0.0.0 (0.0.0.0)*  *Metric: 1*  *IP Address: 192.168.2.0 (192.168.2.0)*  *Netmask: 255.255.255.0 (255.255.255.0)*  *Next Hop: 0.0.0.0 (0.0.0.0)*  *Metric: 2*  *IP Address: 192.168.3.0 (192.168.3.0)*  *Netmask: 255.255.255.0 (255.255.255.0)*  *Next Hop: 0.0.0.0 (0.0.0.0)*  *Metric: 3* |
| --- |

***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.

| *Copia los comandos usados y su salida.*  ***[Router 4]***  *[root@localhost quagga]#* ***ip link set dev eth1 down***  ***[Router 1]***  ***[root@localhost quagga]# 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 02:44*  *R(n) 172.18.0.0/16 172.19.0.4 16 172.19.0.4 0 01:58*  *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 02:44*  *R(n) 192.168.2.0/24 172.16.0.2 3 172.16.0.2 0 02:44*  ***R(n) 192.168.3.0/24 172.19.0.4 16 172.19.0.4 0 01:58***  *Observamos que pasado un rato aparece en la tabla que para llegar a Router 4 desde Router 1 es necesario dar 16 saltos (infinito) y posteriormente desaparece de la tabla:*  *[root@localhost quagga]#* ***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 02:39*  *R(n) 172.18.0.0/16 172.16.0.2 3 172.16.0.2 0 02:39*  *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 02:39*  *R(n) 192.168.2.0/24 172.16.0.2 3 172.16.0.2 0 02:39*  *R(n) 192.168.3.0/24 172.16.0.2 4 172.16.0.2 0 02:39* |
| --- |

***Ejercicio 5*.** Los servicios de Quagga pueden configurarse de forma interactiva mediante un interfaz VTY (Virtual TeletYpe), de forma similar a los encaminadores comerciales. Para activar el interfaz VTY, hay que añadir el comando password al fichero de configuración del servicio deseado. 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 interfaz VTY de ripd con telnet y configurarlo. Teclea ‘?’ para mostrar la ayuda asociada.

Ejemplo de sesión:

| $ **telnet 127.0.0.1 ripd**  Trying 127.0.0.1... Connected to 127.0.0.1. 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> **?**  echo Echo a message back to the vty  enable Turn on privileged mode command  exit Exit current mode and down to previous mode  help Description of the interactive help system  list Print command list  quit Exit current mode and down to previous mode  show Show running system information  terminal Set terminal line parameters  who Display who is on vty  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)# **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**  Connection closed by foreign host.  $ \_ |
| --- |

**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 (Contine la 2001:db8:100:1::/64 y 2001:db8:101:1::/64) |
| AS200 | Transito |  |
| AS300 Stub | Stub | 2001:db8:300::/47 (Contine la 2001:db8:300:1::/64, 2001:db8:301:1::/64 y 2001:db8:301:2::/64) |

***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]  # Activar el encaminamiento BGP en el AS 200  router bgp 200  # Establecer el identificador de encaminador BGP  bgp router-id 0.0.0.2  # Añadir el encaminador BGP vecino en el AS 200  neighbor 2001:db8:200:1::1 remote-as 100  neighbor 2001:db8:200:2::3 remote-as 300  # Empezar a trabajar con direcciones IPv6  address-family ipv6  # Activar IPv6 en el encaminador BGP vecino  neighbor 2001:db8:200:1::1 activate  neighbor 2001:db8:200:2::3 activate  # Dejar de trabajar con direcciones IPv6  exit-address-family  [Router 3]  # Activar el encaminamiento BGP en el AS 300  router bgp 300  # Establecer el identificador de encaminador BGP  bgp router-id 0.0.0.3  # Añadir el encaminador BGP vecino en el AS 200  neighbor 2001:db8:200:2::2 remote-as 200  # Empezar a trabajar con direcciones IPv6  address-family ipv6  # Anunciar un prefijo de red agregado  network 2001:db8:300::/47  # Activar IPv6 en el encaminador BGP vecino  neighbor 2001:db8:200:2::2 activate  # Dejar de trabajar con direcciones IPv6  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).

| *Copia los comandos usados y su salida.*  ***[Router 1]***  *[root@localhost quagga]#* ***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*  *[root@localhost quagga]#* ***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::a00:27ff:fe9a:cf86, eth0, 00:02:03*  *C>\* fe80::/64 is directly connected, eth0*  *[root@localhost quagga]#* ***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::a00:27ff:fe9a:cf86 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]***  *[root@localhost quagga]#* ***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*  *[root@localhost quagga]#* ***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::a00:27ff:feb5:82cb, eth0, 00:02:29*  *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::a00:27ff:fe53:ca8d, eth1, 00:02:14*  *C \* fe80::/64 is directly connected, eth1*  *C>\* fe80::/64 is directly connected, eth0*  *[root@localhost quagga]#* ***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::a00:27ff:feb5:82cb 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::a00:27ff:fe53:ca8d 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]***  *[root@localhost quagga]#* ***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*  *[root@localhost quagga]#* ***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::a00:27ff:fea2:be28, eth0, 00:02:00*  *C>\* 2001:db8:200:2::/64 is directly connected, eth0*  *C>\* fe80::/64 is directly connected, eth0*  *[root@localhost quagga]#* ***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::a00:27ff:fea2:be28 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).

| *Copia una captura de pantalla de Wireshark con mensajes BGP que muestre el formato de un mensaje UPDATE.*  *[root@localhost quagga]#* ***service bgpd stop***  *Redirecting to /bin/systemctl stop bgpd.service*  *[root@localhost quagga]#* ***service bgpd start***  *Redirecting to /bin/systemctl start bgpd.service* |
| --- |