

Thiết kế & triển khai mạng IP

Bài thực hành số 2: Dynamic routing

Mục lục

1	Chuẩn bị môi trường.....	2
2	Cài đặt routing protocol cho router	2
3	Thiết lập kết nối liên mạng bằng RIP	2
3.1	Cấu hình các router với RIP	2
3.2	Kiểm tra các tình huống đáp ứng topo mạng của RIP	3
3.3	Bắt các gói tin RIP với iptables trên router R2.....	6
3.4	Bắt các gói tin RIP với log của service ripd trên router R2.....	7
3.5	Phân tích xử lý Route Poisoning.....	7
4	Kết nối liên mạng với OSPF Single Area	8
4.1	Cấu hình các router OSPF trong một area	9
4.2	Kiểm tra tính đáp ứng link state của OSPF	9
4.3	Xem các dữ liệu OSPF.....	10
5	Thiết lập kết nối liên mạng bằng OSPF Multi Area	11
5.1	Summary-LSA	11
5.2	External-LSA	13
5.3	Tối ưu OSPF Multi Area với Stub Area.....	16
5.4	Tối ưu OSPF Multi Area với Stub Area.....	18
6	Kết nối liên vùng (inter-AS) với BGP	19
6.1	BGP export định tuyến nội bộ ra bên ngoài AS	19
6.2	BGP routing policies	22
6.3	Tích hợp BGP với IGP.....	24
6.4	eBGP và iBGP.....	29

1 Chuẩn bị môi trường

Tham khảo:

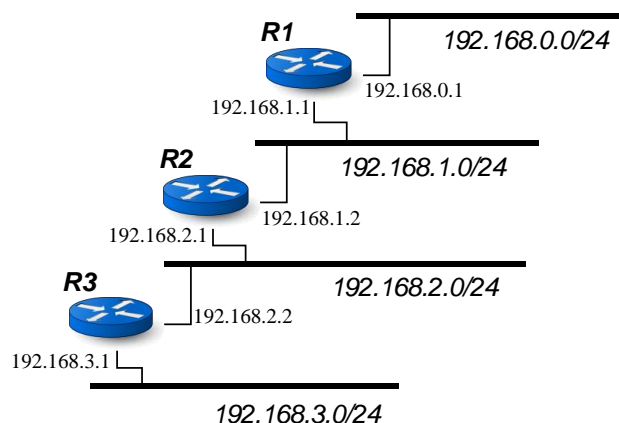
- <https://users.soict.hust.edu.vn/hoangph/textbook/ch01-4.html>
- <https://users.soict.hust.edu.vn/hoangph/textbook/ch01-5.html>

2 Cài đặt routing protocol cho router

1. Thiết lập kết nối Internet cho máy router: thêm Network Adapter mới cho máy router và đặt kiểu kết nối là NAT
2. Khởi động router, kiểm tra kết nối bằng *ifconfig -a*
3. Xác định kết nối NAT vừa khởi tạo bằng cách so sánh địa chỉ MAC trong *ifconfig* và trong Virtualbox
4. Nếu kết nối mạng NAT chưa có địa chỉ IP, thực hiện gán IP động:
5. > *dhclient -s eth?*
6. Kiểm tra kết nối ra Internet:
> *ping 8.8.8.8*
7. Cài đặt trình xử lý routing động *quagga*:
> *apt-get install quagga*
8. Nếu không tìm được repository để download và install quagga thì có thể là lỗi DNS (check bằng cách ping vào repository bị báo lỗi khi chạy apt-get). Cần thiết lập lại DNS server là 8.8.8.8:
> *nano /etc/resolv.conf*
nameserver 8.8.8.8
9. Kiểm tra lại kết nối theo tên miền bằng lệnh *ping*, và chạy lại *apt-get* để cài đặt *quagga* (bước 7)
10. Cài đặt trình telnet (nếu chưa có) để hỗ trợ làm việc với Quagga
> *apt-get install telnet*
11. Sau khi cài đặt thành công, shutdown router, bỏ Network Adapter kết nối Internet (NAT) để không bị ảnh hưởng khi triển khai các bước thực hành tiếp theo.

3 Thiết lập kết nối liên mạng bằng RIP

Sơ đồ mạng:



3.1 Cấu hình các router với RIP

1. Cài đặt *quagga* cho tất cả các router
2. Cấu hình service *quagga*:
> *nano /etc/quagga/zebra.conf*

- ```
hostname R2
password zebra
enable password zebra
log file /var/log/quagga/zebra.log
```
- Cấu hình service *ripd*:
 

```
> nano /etc/quagga/ripd.conf
hostname R2
password zebra
router rip
network 192.168.0.0/24
network 192.168.1.0/24
network 192.168.2.0/24
network 192.168.3.0/24
log file /var/log/quagga/ripd.log
```
  - Kiểm tra và cấu hình địa chỉ IP của các router bằng *ifconfig*
  - Kiểm tra kết nối giữa các router láng giềng bằng *ping*
  - Kiểm tra trạng thái *ip\_forward* của các router
 

```
> sysctl net.ipv4.ip_forward
net.ipv4.ip_forward = 1
```
  - Bật service *zebra* và *ripd*:
 

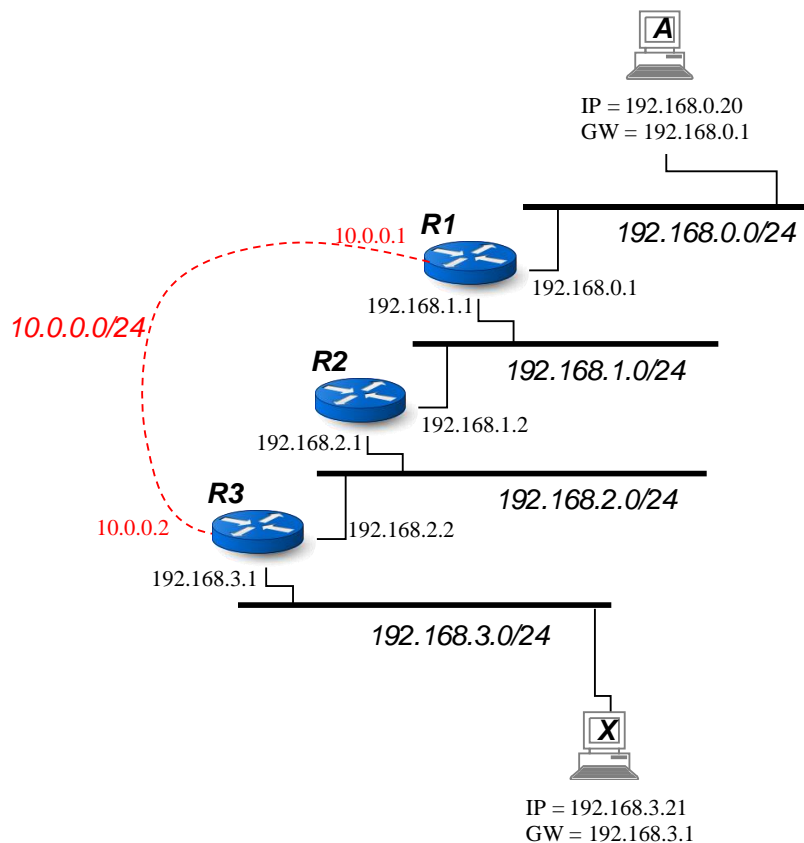
```
> service zebra start
> service ripd start
```
  - Kiểm tra bảng routing, chú ý các đường định tuyến có Metric lớn hơn 1:
 

```
> route -n
```

| Kernel      | IP          | routing       | table |        |     |     |       |  |  |
|-------------|-------------|---------------|-------|--------|-----|-----|-------|--|--|
| Destination | Gateway     | Genmask       | Flags | Metric | Ref | Use | Iface |  |  |
| 192.168.3.0 | 192.168.1.2 | 255.255.255.0 | UG    | 3      | 0   | 0   | eth3  |  |  |
| 192.168.2.0 | 192.168.1.2 | 255.255.255.0 | UG    | 2      | 0   | 0   | eth3  |  |  |
| 192.168.1.0 | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | eth3  |  |  |
| 192.168.0.0 | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | eth2  |  |  |
  - Kiểm tra kết nối liên mạng bằng *ping*

### 3.2 Kiểm tra các tình huống đáp ứng topo mạng của RIP

Thêm kết nối trực tiếp giữa R1 và R3 và kiểm tra các thay đổi routing của RIP.



1. Thêm các trạm làm việc A trong mạng 192.168.0.0/24 và X trong mạng 192.168.3.0/24. Cấu hình IP & gateway. Kiểm tra kết nối từ các trạm này đến gateway tương ứng bằng *ping* và kiểm tra giữa A & X bằng *ping*.
2. Kiểm tra đường đi gói tin từ A sang X:

A> *tracert* 192.168.3.21

```
[root@A ~]# tracert 192.168.3.21
1?: [LOCALHOST] pmtu 1500
1: 192.168.0.1 (192.168.0.1) 0.487ms
1: 192.168.0.1 (192.168.0.1) 0.410ms
2: 192.168.1.2 (192.168.1.2) 0.833ms
3: 192.168.2.2 (192.168.2.2) 1.034ms
4: 192.168.3.21 (192.168.3.21) 3.371ms !H
Resume: pmtu 1500
```

3. Bổ sung Network Adapter cho router R1 & R3, đặt kết nối là Internal Network "serial00"
4. Thiết lập địa chỉ IP mạng 10.0.0.0/24 cho các kết nối của router R1 & R3  
R1> *ifconfig* eth4 10.0.0.1/24  
R3> *ifconfig* eth6 10.0.0.1/24
5. Kiểm tra kết nối trực tiếp giữa R1 và R3 qua đường serial vừa kết nối bằng lệnh *ping -I eth4* (tham số -I để chỉ định kết nối mạng cho *ping* sử dụng):

R1> *ping* 10.0.0.2 -I eth4

```
[root@R1 ~]# ping 10.0.0.2 -I eth4
PING 10.0.0.2 (10.0.0.2) from 10.0.0.1 eth4: 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.467 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.680 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.485 ms
```

6. Bổ sung mạng 10.0.0.0/24 vào danh sách các mạng có thể được RIP phục vụ và khởi động lại service *ripd*:

```
R1> nano /etc/quagga/ripd.conf
 thêm dòng: network 10.0.0.0/24
R1> service ripd restart
```

7. Kiểm tra bảng routing được cập nhật trên R1 và R3:

```
R1> route -n
```

```
[root@R1 ~]# route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
192.168.3.0 10.0.0.2 255.255.255.0 UG 2 0 0 eth4
10.0.0.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth4
192.168.2.0 192.168.1.2 255.255.255.0 UG 2 0 0 eth3
192.168.1.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth3
192.168.0.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth2
```

```
R3> route -n
```

```
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
10.0.0.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth6
192.168.3.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth5
192.168.2.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth4
192.168.1.0 192.168.2.1 255.255.255.0 UG 2 0 0 eth4
192.168.0.0 10.0.0.1 255.255.255.0 UG 2 0 0 eth6
```

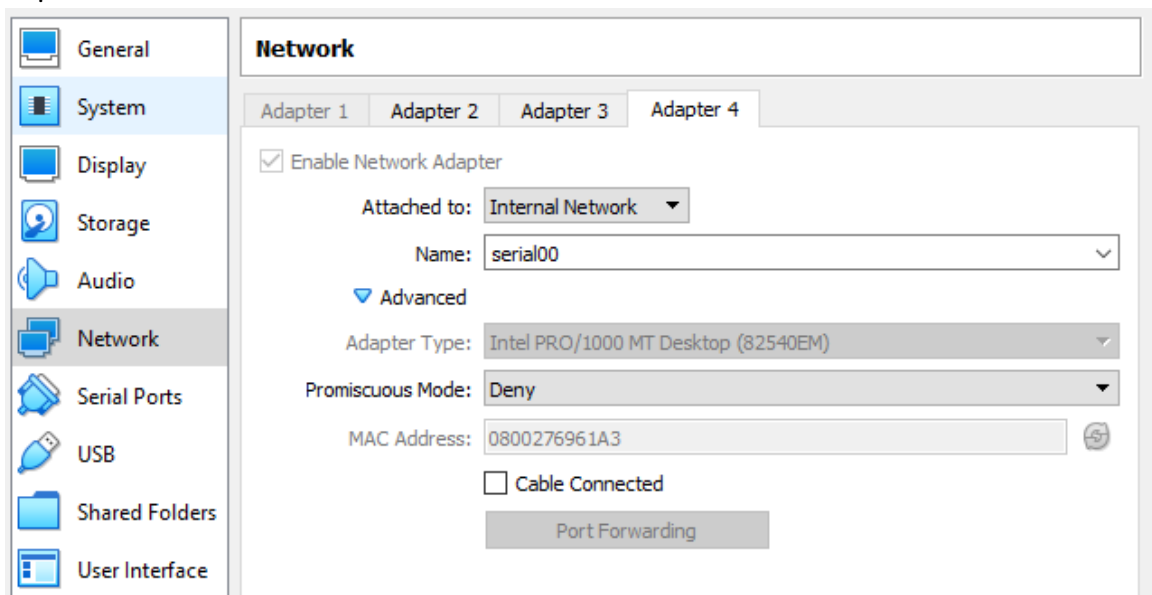
8. Kiểm tra đường đi gói tin từ A sang X:

```
A> tracepath -n 192.168.3.21
```

```
[root@A ~]# tracepath 192.168.3.21
 0: 192.168.0.1 (192.168.0.1) 0.430ms
 1: 192.168.0.1 (192.168.0.1) 0.384ms
 2: 10.0.0.2 (10.0.0.2) 0.731ms
 3: 192.168.3.21 (192.168.3.21) 0.997ms !H
Resume: pmtu 1500
```

➔ Đường đi từ A đến X được RIP cập nhật theo mạng 10.0.0.0/24 (thay vì qua R2 như trước)

9. Ngắt kết nối serial00 giữa R1 và R3 bằng cách vào VirtualBox, mở network setting của R1 hoặc R3, chọn kết nối serial và bỏ check “Cable Connected”



10. Đợi một khoảng thời gian để RIP cập nhật routing theo topo mạng mới, hoặc restart service ripd:

```
R1> service ripd restart
```

11. Xem bảng routing trên R1 & R3:

R1> route -n

```
[root@R1 ~]# route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
192.168.3.0 192.168.1.2 255.255.255.0 UG 3 0 0 eth3
10.0.0.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth4
192.168.2.0 192.168.1.2 255.255.255.0 UG 2 0 0 eth3
192.168.1.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth3
192.168.0.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth2
```

12. Kiểm tra đường đi gói tin từ A sang X:

A> tracepath 192.168.3.21

```
[root@A ~]# tracepath 192.168.3.21
1?: [LOCALHOST] pmtu 1500
1: 192.168.0.1 (192.168.0.1) 0.487ms
1: 192.168.0.1 (192.168.0.1) 0.410ms
2: 192.168.1.2 (192.168.1.2) 0.833ms
3: 192.168.2.2 (192.168.2.2) 1.034ms
4: 192.168.3.21 (192.168.3.21) 3.371ms !H
Resume: pmtu 1500
```

→ đường đi từ R1 đến mạng 192.168.3.0/24 được cập nhật lại theo đường qua R2

### 3.3 Bắt các gói tin RIP với iptables trên router R2

1. Khởi động lại service *ripd* và check bảng routing đã được RIP xây dựng:

R2> service ripd restart

R2> route -n

```
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
192.168.3.0 192.168.2.2 255.255.255.0 UG 2 0 0 eth2
192.168.2.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth2
192.168.1.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth3
192.168.0.0 192.168.1.1 255.255.255.0 UG 2 0 0 eth3
```

2. Thêm luật log gói tin ở chain INPUT (chú ý là RIP gửi & nhận gói tin giữa các router láng giềng chứ không forward qua router, vậy nên log gói tin cần đặt tại điểm INPUT chứ không phải FORWARD):

R2> iptables -A INPUT -j LOG

3. Bắt gói tin RIP trong */var/log/syslog*:

R2> tail -f /var/log/syslog

```
Apr 3 18:07:49 R1 kernel: IN=eth3 OUT= MAC= SRC=192.168.1.2 DST=224.0.0.9 LEN=72 TOS=0x00 PREC=0xC0 TTL=1 ID=0 DF PROTO=UDP SPT=520 DPT=520 LEN=52
Apr 3 18:07:57 R1 kernel: IN=eth3 OUT= MAC=01:00:5e:00:00:09:08:00:27:d4:68:44:08:00 SRC=192.168.1.1 DST=224.0.0.9 LEN=52 TOS=0x00 PREC=0xC0 TTL=1 ID=0 DF PROTO=UDP SPT=520 DPT=520 LEN=32
Apr 3 18:08:13 R1 kernel: IN=eth2 OUT= MAC= SRC=192.168.2.1 DST=224.0.0.9 LEN=72 TOS=0x00 PREC=0xC0 TTL=1 ID=0 DF PROTO=UDP SPT=520 DPT=520 LEN=52
Apr 3 18:08:13 R1 kernel: IN=eth3 OUT= MAC= SRC=192.168.1.2 DST=224.0.0.9 LEN=72 TOS=0x00 PREC=0xC0 TTL=1 ID=0 DF PROTO=UDP SPT=520 DPT=520 LEN=52
Apr 3 18:08:21 R1 kernel: IN=eth3 OUT= MAC=01:00:5e:00:00:09:08:00:27:d4:68:44:08:00 SRC=192.168.1.1 DST=224.0.0.9 LEN=52 TOS=0x00 PREC=0xC0 TTL=1 ID=0 DF PROTO=UDP SPT=520 DPT=520 LEN=32
Apr 3 18:08:23 R1 kernel: IN=eth2 OUT= MAC=01:00:5e:00:00:09:08:00:27:42:c9:60:08:00 SRC=192.168.2.2 DST=224.0.0.9 LEN=52 TOS=0x00 PREC=0xC0 TTL=1 ID=0 DF PROTO=UDP SPT=520 DPT=520 LEN=32
Apr 3 18:08:44 R1 kernel: IN=eth2 OUT= MAC= SRC=192.168.2.1 DST=224.0.0.9 LEN=72 TOS=0x00 PREC=0xC0 TTL=1 ID=0 DF PROTO=UDP SPT=520 DPT=520 LEN=52
Apr 3 18:08:44 R1 kernel: IN=eth3 OUT= MAC= SRC=192.168.1.2 DST=224.0.0.9 LEN=72 TOS=0x00 PREC=0xC0 TTL=1 ID=0 DF PROTO=UDP SPT=520 DPT=520 LEN=52
Apr 3 18:08:45 R1 kernel: IN=eth2 OUT= MAC=01:00:5e:00:00:09:08:00:27:42:c9:60:08:00 SRC=192.168.2.2 DST=224.0.0.9 LEN=52 TOS=0x00 PREC=0xC0 TTL=1 ID=0 DF PROTO=UDP SPT=520 DPT=520 LEN=32
Apr 3 18:08:46 R1 kernel: IN=eth2 OUT= MAC=01:00:5e:00:00:09:08:00:27:42:c9:60:08:00 SRC=192.168.2.2 DST=224.0.0.9 LEN=52 TOS=0x00 PREC=0xC0 TTL=1 ID=0 DF PROTO=UDP SPT=520 DPT=520 LEN=32
```

➔ các gói tin RIP là các gói UDP với cổng = 520 được gửi & nhận giữa các router láng giềng. Do iptables chỉ log phần header mà gói tin RIP nằm ở tầng Application (trên UDP) nên không nhìn thấy được nội dung các RIP message

### 3.4 Bắt các gói tin RIP với log của service ripd trên router R2

Thêm dòng cấu hình bật chức năng log gói tin RIP trong file cấu hình của service *ripd* trên R2

```
R2> nano /etc/quagga/ripd.conf
```

```
debug rip event
```

```
debug rip package
```

```
log file /var/log/quagga/ripd.log
```

```
....
```

1. Khởi động lại service *ripd* để áp dụng file cấu hình mới trên R2

```
R2> service ripd restart
```

2. Xem các message RIP trên router R2

```
R2> tailf -f /var/log/quagga/ripd.log
```

```
2020/04/03 21:19:03 RIP: RECV RESPONSE version 2 packet size 64
2020/04/03 21:19:03 RIP: 10.0.0.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 1
2020/04/03 21:19:03 RIP: 192.168.0.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 1
2020/04/03 21:19:03 RIP: 192.168.3.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 2
2020/04/03 21:19:17 RIP: RECV RESPONSE version 2 packet size 64
2020/04/03 21:19:17 RIP: 10.0.0.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 1
2020/04/03 21:19:17 RIP: 192.168.0.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 2
2020/04/03 21:19:17 RIP: 192.168.3.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 1
2020/04/03 21:19:23 RIP: rip_send_packet 192.168.2.1 > 224.0.0.9 (eth2)
2020/04/03 21:19:23 RIP: SEND RESPONSE version 2 packet size 44
2020/04/03 21:19:23 RIP: 192.168.0.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 2
2020/04/03 21:19:23 RIP: 192.168.1.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 1
2020/04/03 21:19:23 RIP: rip_send_packet 10.0.4.15 > 224.0.0.9 (eth2)
2020/04/03 21:19:23 RIP: SEND RESPONSE version 2 packet size 64
2020/04/03 21:19:23 RIP: 192.168.0.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 2
2020/04/03 21:19:23 RIP: 192.168.1.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 1
2020/04/03 21:19:23 RIP: 192.168.2.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 1
2020/04/03 21:19:23 RIP: rip_send_packet 192.168.1.2 > 224.0.0.9 (eth3)
2020/04/03 21:19:23 RIP: SEND RESPONSE version 2 packet size 64
2020/04/03 21:19:23 RIP: 10.0.0.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 2
2020/04/03 21:19:23 RIP: 192.168.2.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 1
2020/04/03 21:19:23 RIP: 192.168.3.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 2
```

➔ các message RIP được gửi & nhận giữa R2 và R1,R3. RIP version 2 được sử dụng, từng RTE (Route Table Entry) được gửi qua lại

### 3.5 Phân tích xử lý Route Poisoning

1. Thiết lập topo mạng bao gồm có đường kết nối serial giữa R1 và R3, kiểm tra đường đi serial này được RIP thiết lập trên các router R1 & R3 (xem lại mục 3.2).

```
R1> route -n
```

```
[root@R1 ~]# route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
192.168.3.0 10.0.0.2 255.255.255.0 UG 2 0 0 eth4
10.0.0.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth4
192.168.2.0 192.168.1.2 255.255.255.0 UG 2 0 0 eth3
192.168.1.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth3
192.168.0.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth2
```

```
R3> route -n
```

| Kernel IP routing table |             |               |       |        |     |     |       |
|-------------------------|-------------|---------------|-------|--------|-----|-----|-------|
| Destination             | Gateway     | Genmask       | Flags | Metric | Ref | Use | Iface |
| 10.0.0.0                | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | eth6  |
| 192.168.3.0             | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | eth5  |
| 192.168.2.0             | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | eth4  |
| 192.168.1.0             | 192.168.2.1 | 255.255.255.0 | UG    | 2      | 0   | 0   | eth4  |
| 192.168.0.0             | 10.0.0.1    | 255.255.255.0 | UG    | 2      | 0   | 0   | eth6  |

- Ngắt kết nối serial giữa R1 & R3 và theo dõi log message RIP trên R2 (có thể phải đợi một khoảng thời gian để R1 và R3 phát hiện hết nối bị hỏng):

R2> tailf -f /var/log/quagga/ripd

```

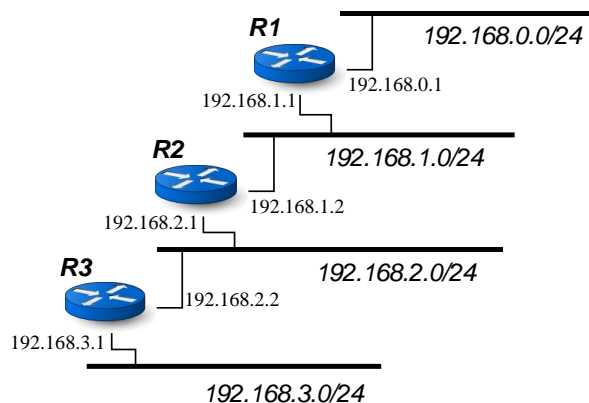
.....
2020/04/03 21:21:37 RIP: RECV RESPONSE version 2 packet size 64
2020/04/03 21:21:37 RIP: 10.0.0.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 1
2020/04/03 21:21:37 RIP: 192.168.0.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 16
2020/04/03 21:21:37 RIP: 192.168.3.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 1
2020/04/03 21:21:37 RIP: RECV RESPONSE version 2 packet size 64
2020/04/03 21:21:37 RIP: 10.0.0.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 1
2020/04/03 21:21:37 RIP: 192.168.0.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 1
2020/04/03 21:21:37 RIP: 192.168.3.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 2
2020/04/03 21:21:42 RIP: RECV RESPONSE version 2 packet size 44
2020/04/03 21:21:42 RIP: 10.0.0.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 1
2020/04/03 21:21:42 RIP: 192.168.3.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 16
2020/04/03 21:21:42 RIP: RECV RESPONSE version 2 packet size 64
2020/04/03 21:21:42 RIP: 10.0.0.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 1
2020/04/03 21:21:42 RIP: 192.168.0.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 16
2020/04/03 21:21:42 RIP: 192.168.3.0/24 -> 0.0.0.0 family 2 tag 0 metric 1

```

→ xuất hiện các RTE có metric=16 được gửi từ R1 và R3 đến cho R2.

## 4 Kết nối liên mạng với OSPF Single Area

Tiếp tục sử dụng sơ đồ mạng như trong phần trên:



Phần này cần thao tác với các kết nối mạng của router nên thiết lập địa chỉ MAC theo qui tắc dễ nhớ:

- Sửa địa chỉ MAC của các router theo qui tắc 00:00:00:00:0x:0y trong đó x là mã số router, y là mã số kết nối mạng. Ví dụ:  
R1.Network Adapter 1 → 00:00:00:00:01:01  
R2.Network Adapter 3 → 00:00:00:00:02:03
- Reboot lại router, kiểm tra các địa chỉ MAC trong virtualbox khớp với trong từng máy ảo bằng lệnh *ifconfig*
- Sử dụng *netplan* để thiết lập địa chỉ IP tự động cho từng kết nối mạng



## 4.1 Cấu hình các router OSPF trong một area

1. Cấu hình service *ospfd* trên từng router:

```
> nano /etc/quagga/ospfd.conf
hostname R1
password zebra
router ospf
 ospf router-id 1.1.1.1
 network 192.168.0.0/24 area 1
 network 192.168.1.0/24 area 1
 network 192.168.2.0/24 area 1
 network 192.168.3.0/24 area 1
 network 10.0.0.0/24 area 1
debug ospf event
debug ospf packet all
log file /var/log/quagga/ospfd.log
```

2. Tắt service *iptables* & *ripd*

```
> service iptables stop
> service ripd stop
```

3. Bật service *zebra* và *ospfd*:

```
> service zebra start
> service ospfd start
```

4. Kiểm tra bảng routing, chú ý giá trị Metric trên các đường định tuyến:

```
> route -n
```

| Kernel IP routing table |          |               |       |        |     |     |       |
|-------------------------|----------|---------------|-------|--------|-----|-----|-------|
| Destination             | Gateway  | Genmask       | Flags | Metric | Ref | Use | Iface |
| 192.168.3.0             | 10.0.0.2 | 255.255.255.0 | UG    | 20     | 0   | 0   | eth2  |
| 10.0.0.0                | 0.0.0.0  | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | eth2  |
| 192.168.2.0             | 10.0.0.2 | 255.255.255.0 | UG    | 20     | 0   | 0   | eth2  |
| 192.168.1.0             | 0.0.0.0  | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | eth3  |
| 192.168.0.0             | 0.0.0.0  | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | eth4  |

## 4.2 Kiểm tra tính đáp ứng link state của OSPF

1. Với routing table của R1 như trên, đường đi gói tin từ R1 đến mạng 192.168.3.0/24 là đi qua R3 link serial (địa chỉ 10.0.0.2). Tổng cost đến mạng đích này là Metric = 20.

*Giải thích:* các kết nối mạng Internal Network trong VirtualBox mặc định thiết lập băng thông 10Mbps (cost = 10), đường đi từ R1 đến mạng nghiệp vụ 192.168.3.0/24 phải qua 2 bước:

- R1 == (serial line) == > R3: cost = 10 (LSA type=1, link type point-to-point)

- R3 == (stub network) == > net 192.168.3.0/24: cost = 10 (LSA type=1, link type stub net)

➔ Tổng cost đường đi = 10 + 10 = 20

2. Sử dụng telnet để thiết lập cost cho serial link trên R1 theo cấu hình đường T1 (1.544 Mbps – cost = 64)

```
R1> telnet 127.0.0.1 2604
```

```
R1> password: zebra
```

```
R1> enable
```

← bật chế độ cấu hình router

```
R1> password: zebra
```

```
R1#> configure terminal
```

← chọn cấu hình kết nối mạng

```
R1(config)> interface eth2
```

← chú ý kiểm tra kết nối mạng serial, ở đây là eth2

```
R1(config-if)> ospf cost 64
```

← thiết lập cost của liên kết này là 64

```
R1> exit
```

- Kiểm tra bảng routing, chú ý đường đi từ R1 đến mạng 192.168.3.0/24:

R1> route -n

| Destination | Gateway     | Genmask       | Flags | Metric | Ref | Use | Iface |
|-------------|-------------|---------------|-------|--------|-----|-----|-------|
| 192.168.3.0 | 192.168.1.2 | 255.255.255.0 | UG    | 30     | 0   | 0   | eth3  |
| 10.0.0.0    | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | eth2  |
| 192.168.2.0 | 192.168.1.2 | 255.255.255.0 | UG    | 20     | 0   | 0   | eth3  |
| 192.168.1.0 | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | eth3  |
| 192.168.0.0 | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | eth4  |

➔ đường đi từ R1 đến mạng 192.168.3.0/24 đã được thay đổi, không qua link serial nữa mà qua R2 (192.168.1.2) và cost=30.

*Giải thích:* khi thiết lập lại cost của đường serial thành 64, đường đi cũ từ R1 đến net#3 (qua R3 serial line) có tổng cost là 64 + 10 = 74, lớn hơn đường đi qua R2 với tổng cost là 30 (R1 ==> R2 - cost = 10, R2 ==> R3 - cost = 10, R3 ==> stub net - cost = 10)

- Ngắt kết nối của R2 đến lan01 hoặc lan02 rồi đợi một khoảng thời gian để ospfd cập nhật lại link state DB, hoặc restart service ospfd trên R2:

R2> service ospfd restart

- Kiểm tra bảng routing trên R1:

R1> route -n

| Kernel IP routing table |             |               |       |        |     |     |       |
|-------------------------|-------------|---------------|-------|--------|-----|-----|-------|
| Destination             | Gateway     | Genmask       | Flags | Metric | Ref | Use | Iface |
| 192.168.3.0             | 10.0.0.2    | 255.255.255.0 | UG    | 74     | 0   | 0   | eth2  |
| 10.0.0.0                | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | eth2  |
| 192.168.2.0             | 192.168.1.2 | 255.255.255.0 | UG    | 20     | 0   | 0   | eth3  |
| 192.168.1.0             | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | eth3  |
| 192.168.0.0             | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | eth4  |

➔ đường đi từ R1 đến mạng 192.168.3.0/24 đã được thay đổi, không qua R2 nữa mà quay lại link serial (10.0.0.2) và cost=74 (64 + 10)

### 4.3 Xem các dữ liệu OSPF

- Kết nối telnet vào router bất kỳ và xem bảng routing với route cost :

R1> telnet 127.0.0.1 2604

R1> password: zebra

R1> show ip ospf route

```

===== OSPF network routing table =====
N 10.0.0.0/24 [64] area: 0.0.0.1
 directly attached to eth2
N 192.168.0.0/24 [10] area: 0.0.0.1
 directly attached to eth4
N 192.168.1.0/24 [10] area: 0.0.0.1
 directly attached to eth3
N 192.168.2.0/24 [74] area: 0.0.0.1
 via 10.0.0.2, eth2
N 192.168.3.0/24 [74] area: 0.0.0.1
 via 10.0.0.2, eth2

===== OSPF router routing table =====
===== OSPF external routing table =====

```

- Xem thông tin các router láng giềng, chú ý router ID được tự động thiết lập bằng giá trị địa chỉ IP lớn nhất trong các network interface của nó:

R1> show ip ospf neighbor

3. Xem thông tin các kết nối mạng của router, chú ý kiểm tra loại kết nối (link type) của từng kết nối mạng. Mặc định các kết nối mạng ban đầu đều được thiết lập là broadcast, có thể đổi sang point-to-point như khi đổi cost của kết nối mạng.

*R1> show ip ospf interface*

4. Xem thông tin văn tắt link-state database, chú ý các dữ liệu LS age được tăng theo từng giây, LS sequence chỉ tăng khi có phiên bản LSA mới:

*R1> show ip ospf database*

5. Xem thông tin chi tiết link-state database theo từng router, chú ý số lượng link của mỗi router và thông tin trạng thái (cost) của từng link này

*R1> show ip ospf database router*

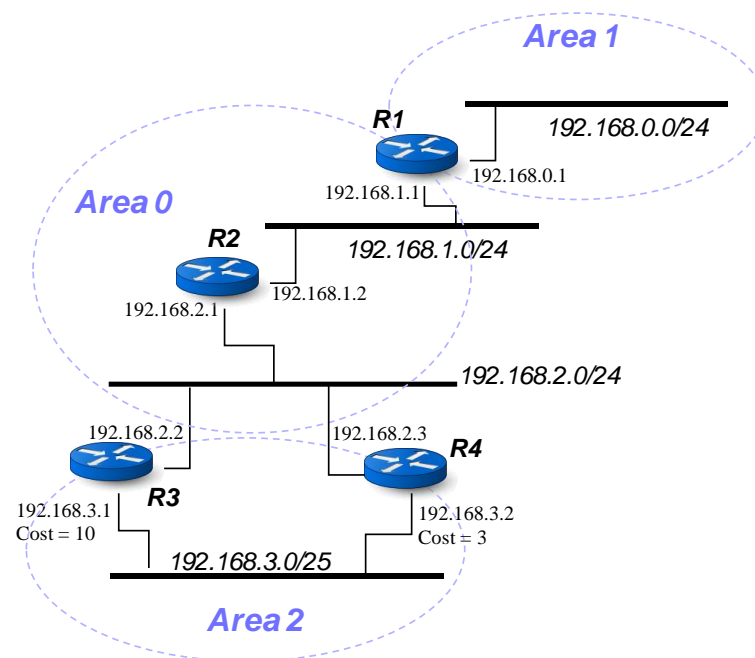
6. Xem thông tin chi tiết link-state database theo từng network

*R1> show ip ospf database network*

## 5 Thiết lập kết nối liên mạng bằng OSPF Multi Area

### 5.1 Summary-LSA

Sơ đồ mạng:



1. Cấu hình area trong R1:  

```
> nano /etc/quagga/ospfd.conf
hostname R1
password zebra
router ospf
 ospf router-id 1.1.1.1
 network 192.168.0.0/24 area 1
 network 192.168.1.0/24 area 0
 debug ospf event
 debug ospf packet all
```

*log file /var/log/quagga/ospfd.log*

2. Cấu hình area trong R2:

```
> nano /etc/quagga/ospfd.conf
hostname R2
password zebra
router ospf
 ospf router-id 2.2.2.2
 network 192.168.1.0/24 area 0
 network 192.168.2.0/24 area 0
debug ospf event
debug ospf packet all
log file /var/log/quagga/ospfd.log
```

3. Cấu hình area trong R3:

```
> nano /etc/quagga/ospfd.conf
hostname R3
password zebra
router ospf
 ospf router-id 3.3.3.3
 network 192.168.2.0/24 area 0
 network 192.168.3.1/25 area 2
debug ospf event
debug ospf packet all
log file /var/log/quagga/ospfd.log
```

4. Cấu hình area trong R4:

```
> nano /etc/quagga/ospfd.conf
hostname R4
password zebra
router ospf
 ospf router-id 4.4.4.4
 network 192.168.2.0/24 area 0
 network 192.168.3.0/25 area 2
debug ospf event
debug ospf packet all
log file /var/log/quagga/ospfd.log
```

5. Khởi động lại service *ospfd* trên tất cả các router và kiểm tra bảng routing đã được xây dựng cho tất cả các mạng trong hệ thống liên vùng

```
> service ospfd restart
> route -n
```

```
[root@R2 ~]# route -n
Kernel IP routing table

```

| Destination | Gateway     | Genmask         | Flags | Metric | Ref | Use | Iface |
|-------------|-------------|-----------------|-------|--------|-----|-----|-------|
| 192.168.3.0 | 192.168.2.3 | 255.255.255.128 | UG    | 13     | 0   | 0   | eth2  |
| 192.168.2.0 | 0.0.0.0     | 255.255.255.0   | U     | 0      | 0   | 0   | eth2  |
| 192.168.1.0 | 0.0.0.0     | 255.255.255.0   | U     | 0      | 0   | 0   | eth1  |
| 192.168.0.0 | 192.168.1.1 | 255.255.255.0   | UG    | 20     | 0   | 0   | eth1  |

4. Trên R2 và R1, kiểm tra LS database không thấy xuất hiện Router-LSA và Network-LSA của Area 2  
> telnet 127.0.0.1 2604

```
> password: . . .
> show ip ospf database router
> show ip ospf database network
```

5. Trên R2, kiểm tra LS database lọc với kiểu Summary-LSA và adv router là R3, R4

```
R2> show ip ospf database summary adv-router 3.3.3.3
```

```
R2> show ip ospf database summary adv-router 3.3.3.3

 OSPF Router with ID (2.2.2.2)

 Summary Link States (Area 0.0.0.0)

LS age: 519
Options: 0x2 : *I-I-I-I-I-EI*
LS Flags: 0x6
LS Type: summary-LSA
Link State ID: 192.168.3.0 (summary Network Number)
Advertising Router: 3.3.3.3
LS Seq Number: 80000015
Checksum: 0x7dc8
Length: 28
Network Mask: /25
 TOS: 0 Metric: 10
```

```
R2> show ip ospf database summary adv-router 4.4.4.4
```

```
R2> show ip ospf database summary adv-router 4.4.4.4

 OSPF Router with ID (2.2.2.2)

 Summary Link States (Area 0.0.0.0)

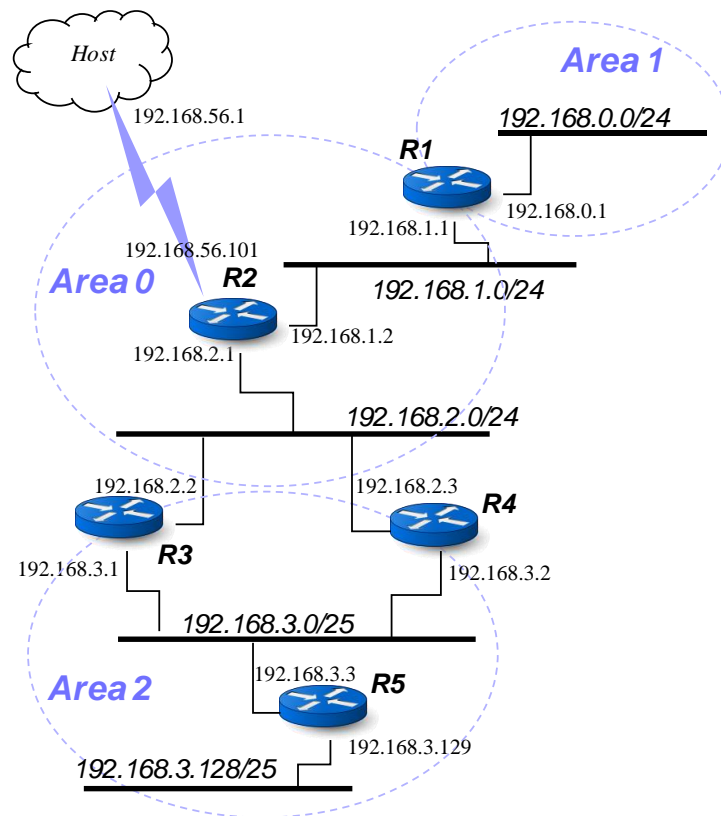
LS age: 728
Options: 0x2 : *I-I-I-I-I-EI*
LS Flags: 0x6
LS Type: summary-LSA
Link State ID: 192.168.3.0 (summary Network Number)
Advertising Router: 4.4.4.4
LS Seq Number: 80000002
Checksum: 0x3f1d
Length: 28
Network Mask: /25
 TOS: 0 Metric: 3
```

6. Trên R1, kiểm tra LS database lọc với kiểu Summary-LSA, thấy tất cả các mạng ngoài (1.0, 2.0., 3.0) đều được router R1 kích hoạt Summary-LSA để lan truyền trong Area 1

```
R1> show ip ospf database summary
```

## 5.2 External-LSA

Sơ đồ mạng: dùng kết nối với máy host (sử dụng Host-only Network Adapter) tại R2 để thiết lập mạng ngoài



1. Thêm Network Adapter kiểu Host-only kết nối với máy host để giả lập External Network. Đặt địa chỉ MAC đúng quy tắc:

**Network**

Adapter 1   Adapter 2   **Adapter 3**   Adapter 4

☒ Enable Network Adapter

Attached to: Host-only Adapter

Name: VirtualBox Host-Only Ethernet Adapter

▼ Advanced

Adapter Type: Intel PRO/1000 MT Desktop (82540EM)

Promiscuous Mode: Deny

MAC Address: 000000000203

☒ Cable Connected

Port Forwarding

2. Kết nối mạng Host-only của R2 được cấu hình IP động, địa chỉ tuân theo cấu hình Host-only network được cài đặt trong máy host. Mặc định Host-only network là: 192.168.56.0/24. R2: 192.168.56.101. Host machine: 192.168.56.1. Kiểm tra địa chỉ được gán cho kết nối Host-only của R2 hay chưa, nếu chưa thì chạy dhclient cho kết nối này  
R2> ifconfig -a  
R2> dhclient -s eth3
3. Kiểm tra kết nối giữa R2 với máy Host, có thể cần tắt Firewall trên máy Host  
R2> ping 192.168.56.1

- Cấu hình ospf trên R2 với kết nối external (redistribute connected) và khởi động lại service ospfd

```
R2> nano /etc/quagga/ospfd.conf
```

```
router ospf
```

```
ospf router-id 2.2.2.2
```

```
redistribute connected
```

```
.....
```

```
R2> service ospfd restart
```

- Kiểm tra bảng router trên các router đã thấy route đi ra mạng ngoài (192.168.56.0/24) được chuyển qua R2:

```
R3> route -n
```

```
[root@R3 ~]# route -n
Kernel IP routing table

```

| Destination   | Gateway     | Genmask         | Flags | Metric | Ref | Use | Iface |
|---------------|-------------|-----------------|-------|--------|-----|-----|-------|
| 192.168.3.0   | 0.0.0.0     | 255.255.255.128 | U     | 0      | 0   | 0   | eth2  |
| 192.168.3.128 | 192.168.3.3 | 255.255.255.128 | UG    | 20     | 0   | 0   | eth2  |
| 192.168.2.0   | 0.0.0.0     | 255.255.255.0   | U     | 0      | 0   | 0   | eth1  |
| 192.168.1.0   | 192.168.2.1 | 255.255.255.0   | UG    | 20     | 0   | 0   | eth1  |
| 192.168.0.0   | 192.168.2.1 | 255.255.255.0   | UG    | 30     | 0   | 0   | eth1  |
| 192.168.56.0  | 192.168.2.1 | 255.255.255.0   | UG    | 20     | 0   | 0   | eth1  |

- Kiểm tra External-LSA được R2 kích hoạt & lan truyền trong OSPF LS Database. Forward Address được thiết lập là 0.0.0.0 để thông báo muốn đi ra mạng ngoài cần route đến chính adv. router

```
R2> telnet 127.0.0.1 2604
```

```
....
```

```
> show ip ospf database external
```

```
R2> show ip ospf database external

 OSPF Router with ID (2.2.2.2)

 AS External Link States

LS age: 76
Options: 0x2 : *I-I-I-I-I-EI*
LS Flags: 0xb
LS Type: AS-external-LSA
Link State ID: 192.168.56.0 (External Network Number)
Advertising Router: 2.2.2.2
LS Seq Number: 80000004
Checksum: 0x4dc4
Length: 36
Network Mask: /24
 Metric Type: 2 (Larger than any link state path)
 TOS: 0
 Metric: 20
 Forward Address: 0.0.0.0
 External Route Tag: 0
```

- Kiểm tra External-LSA trên router R5 (là một router hoàn toàn nằm trong Area 2), thấy External-LSA được R2 kích hoạt & lan truyền vào trong vùng này

```
R5> telnet 127.0.0.1 2604
```

```
....
```

```
> show ip ospf database external
```

```
R5> show ip ospf database external

 OSPF Router with ID (5.5.5.5)

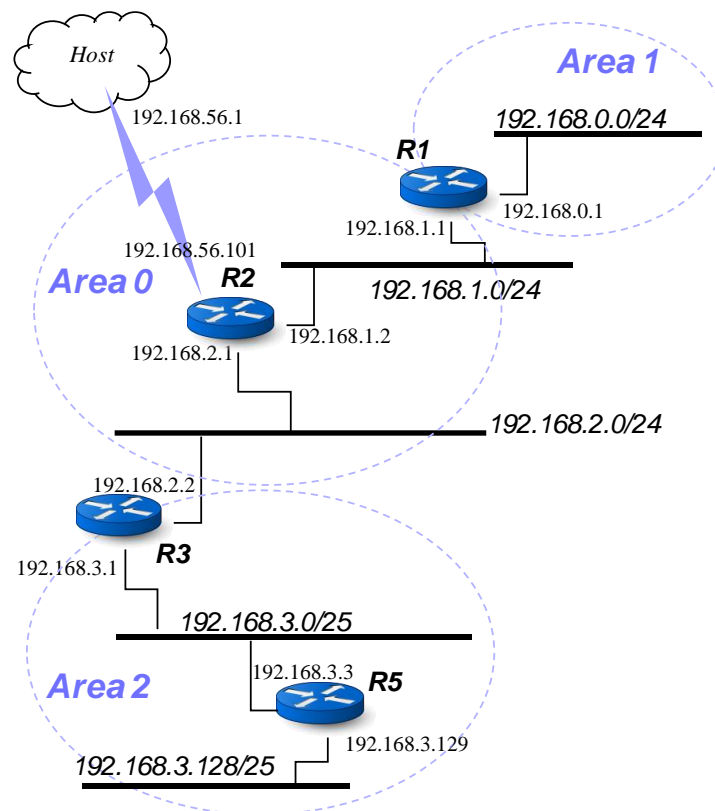
 AS External Link States

LS age: 810
Options: 0x2 : *I--I--I--I--I--I*
LS Flags: 0x6
LS Type: AS-external-LSA
Link State ID: 192.168.56.0 (External Network Number)
Advertising Router: 2.2.2.2
LS Seq Number: 80000004
Checksum: 0x4dc4
Length: 36
Network Mask: /24
 Metric Type: 2 (Larger than any link state path)
 TOS: 0
 Metric: 20
 Forward Address: 0.0.0.0
 External Route Tag: 0
```

→ Không thấy xuất hiện Summary-LSA Type 4

### 5.3 Tối ưu OSPF Multi Area với Stub Area

Bỏ đi R4 trong sơ đồ mạng trên để Area 2 có kết nối duy nhất vào Area 0 qua router R3 (thỏa mãn điều kiện Stub Area):



- Thiết lập Stub Area trên R3 và R5 và khởi động lại service ospfd:  
R3> nano /etc/quagga/ospfd.conf  
router ospf  
ospf router-id 3.3.3.3



```

network area 2
area 2 stub
. . .
R3> service ospfd restart

```

- Kiểm tra bảng routing R5:

```
R5> route -n
```

```

[root@R5 ~]# route -n
Kernel IP routing table

```

| Destination   | Gateway     | Genmask         | Flags | Metric | Ref | Use | Iface |
|---------------|-------------|-----------------|-------|--------|-----|-----|-------|
| 192.168.3.0   | 0.0.0.0     | 255.255.255.128 | U     | 0      | 0   | 0   | eth1  |
| 192.168.3.128 | 0.0.0.0     | 255.255.255.128 | U     | 0      | 0   | 0   | eth2  |
| 192.168.2.0   | 192.168.3.1 | 255.255.255.0   | UG    | 20     | 0   | 0   | eth1  |
| 192.168.1.0   | 192.168.3.1 | 255.255.255.0   | UG    | 30     | 0   | 0   | eth1  |
| 192.168.0.0   | 192.168.3.1 | 255.255.255.0   | UG    | 40     | 0   | 0   | eth1  |
| 0.0.0.0       | 192.168.3.1 | 0.0.0.0         | UG    | 11     | 0   | 0   | eth1  |

➔ ngoài các route đến các mạng trong liên vùng, dòng route đi ra mạng ngoài (192.168.56.0/24) không còn nữa mà thay bằng dòng default gateway (0.0.0.0)

- Kiểm tra External-LSA trên R5 sẽ không thấy nữa:

```
R5> telnet 127.0.0.1 2604
```

```
...
```

```
R5> show ip ospf database external
```

```

R5> show ip ospf database external

 OSPF Router with ID (5.5.5.5)

 AS External Link States

R5>

```

- Kiểm tra các Summary-LSA được R3 kích hoạt trong Area 2:

```
R5> show ip ospf database summary
```

```

R5> show ip ospf database summary adv-router 3.3.3.3

 OSPF Router with ID (5.5.5.5)

 Summary Link States (Area 0.0.0.2 [Stub])

LS age: 500
Options: 0x0 : *|---|---|---|*
LS Flags: 0x6
LS Type: summary-LSA
Link State ID: 0.0.0.0 (summary Network Number)
Advertising Router: 3.3.3.3
LS Seq Number: 80000001
Checksum: 0x3919
Length: 28
Network Mask: /0
 TOS: 0 Metric: 1

LS age: 486
Options: 0x0 : *|---|---|---|*
LS Flags: 0x6
LS Type: summary-LSA
Link State ID: 192.168.0.0 (summary Network Number)
Advertising Router: 3.3.3.3
LS Seq Number: 80000001
Checksum: 0xaa21
Length: 28
Network Mask: /24
 TOS: 0 Metric: 30

LS age: 486
Options: 0x0 : *|---|---|---|*
LS Flags: 0x6
LS Type: summary-LSA
Link State ID: 192.168.1.0 (summary Network Number)
--More-- _

```

➔ ngoài các Summary-LSA để thông báo các mạng thuộc liên vùng, có một Summary-LSA thông báo về mạng 0.0.0.0 để yêu cầu các router trong Area 2 tạo default gateway.

## 5.4 Tối ưu OSPF Multi Area với Stub Area

Sử dụng tiếp sơ đồ mạng trên nhưng thiết lập Area 2 là Totally Stub.

- Thiết lập Totally Stub Area trên R3 và R5 và khởi động lại service ospfd:

```

R3> nano /etc/quagga/ospfd.conf
router ospf
 ospf router-id 3.3.3.3
 network area 2
area 2 stub no-summary
. . .
R3> service ospfd restart

```

- Kiểm tra bảng routing R5:

```

R5> route -n
[root@R5 ~]# route -n
Kernel IP routing table

```

| Destination   | Gateway     | Genmask         | Flags | Metric | Ref | Use | Iface |
|---------------|-------------|-----------------|-------|--------|-----|-----|-------|
| 192.168.3.0   | 0.0.0.0     | 255.255.255.128 | U     | 0      | 0   | 0   | eth1  |
| 192.168.3.128 | 0.0.0.0     | 255.255.255.128 | U     | 0      | 0   | 0   | eth2  |
| 0.0.0.0       | 192.168.3.1 | 0.0.0.0         | UG    | 11     | 0   | 0   | eth1  |

➔ toàn bộ đường route đi ra ngoài area (cả đến external lẫn các mạng trong liên vùng) được thay bằng default gateway

3. Kiểm tra các Summary-LSA trong Area 2: không còn các Summary-LSA của các mạng thuộc liên vùng nữa, thay vào đó là duy nhất Summary-LSA kiểu 0.0.0.0 kích hoạt từ R3

R5> show ip ospf database summary

```
R5> show ip ospf database summary

 OSPF Router with ID (5.5.5.5)

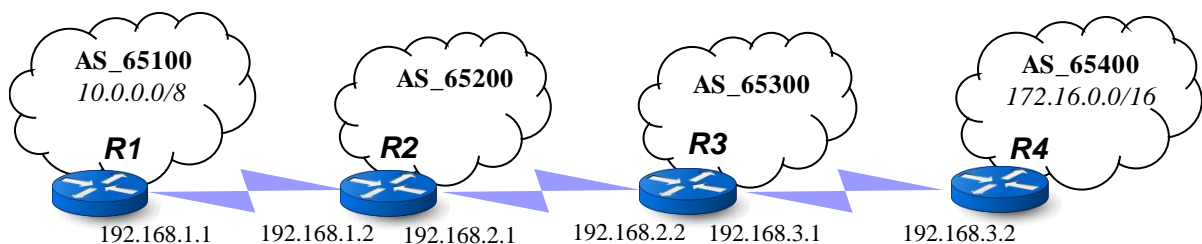
 Summary Link States (Area 0.0.0.2 [Stub])

LS age: 239
Options: 0x0 : *|-|-|-|-|-|*
LS Flags: 0x6
LS Type: summary-LSA
Link State ID: 0.0.0.0 (summary Network Number)
Advertising Router: 3.3.3.3
LS Seq Number: 80000001
Checksum: 0x3919
Length: 28
Network Mask: /0
TOS: 0 Metric: 1
```

## 6 Kết nối liên vùng (inter-AS) với BGP

### 6.1 BGP export định tuyến nội bộ ra bên ngoài AS

Sơ đồ mạng: 4 AS kết nối nhau qua các BGP R1, R2, R3, R4. Trong AS 65100 có mạng 10.0.0.0/8. Trong AS 65400 có mạng 172.16.0.0/16. Các mạng này sẽ được tự động đưa vào cấu hình các bảng routing bằng BGP.



#### 1. Cấu hình kết nối mạng R1:

```
> sudo nano /etc/netplan/01-netcfg.yaml
network:
 ethernets:
 enp0s9:
 addresses: [192.168.1.1/24]

> sudo netplan apply
> ifconfig -a
enp0s9: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
 inet 192.168.1.1 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.1.255
 ether 08:00:27:66:01:03 txqueuelen 1000 (Ethernet)
```

#### 2. Cấu hình kết nối mạng R2 & kiểm tra kết nối R1:

```

> sudo nano /etc/netplan/01-netcfg.yaml
network:
 ethernets:
 enp0s8:
 addresses: [192.168.1.2/24]
 enp0s9:
 addresses: [192.168.2.1/24]

> sudo netplan apply
> ifconfig -a
enp0s8: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
 inet 192.168.1.2 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.1.255
 ether 08:00:27:11:02:02 txqueuelen 1000 (Ethernet)
enp0s9: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
 inet 192.168.2.1 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.2.255
 ether 08:00:27:f5:02:03 txqueuelen 1000 (Ethernet)

> ping 192.168.1.1
PING 192.168.1.1 (192.168.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.373 ms
64 bytes from 192.168.1.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.967 ms

```

3. Thực hiện cấu hình địa chỉ IP tương tự cho các router R3, R4. Chú ý kiểm tra kết nối giữa từng cặp router cạnh nhau bằng lệnh *ping* (như đã làm với kết nối R1-R2).

4. Cấu hình service zebra trên R1:

```

> sudo nano /etc/quagga/zebra.conf
hostname r1
password zebra

> sudo service zebra restart

```

5. Cấu hình service bgpd trên R1 cho phép export thông tin định tuyến mạng nội bộ 10.0.0.0/8 thuộc AS 65100 ra bên ngoài AS bằng BGP:

```

> sudo nano /etc/quagga/bgpd.conf
password zebra
router bgp 65100
neighbor 192.168.1.2 remote-as 65200
network 10.0.0.0/8

> sudo service bgpd restart

```

6. Cấu hình service zebra trên R2:

```

> sudo nano /etc/quagga/zebra.conf
hostname r2
password zebra

> sudo service zebra restart

```

7. Cấu hình service bgpd trên R2. Đối với AS 65200 hiện tại chưa export thông tin nào về các đường định tuyến nội bộ. Chú ý là với R2 thì có 2 router BGP láng giềng là R1 và R3 tương ứng với 2 AS 65100 và 65300

```

> sudo nano /etc/quagga/bgpd.conf
password zebra
router bgp 65200
neighbor 192.168.1.1 remote-as 65100
neighbor 192.168.2.2 remote-as 65300

```

```
> sudo service bgpd restart
```

8. Sau khi các service BGP trên R1 và R2 lan tỏa các thông tin định tuyến nội bộ AS của mình, xem bảng routing trên R2 thấy xuất hiện đường đi đến mạng 10.0.0.0/8 thuộc AS 65100:

```
> route -n
```

Kernel IP routing table

| Destination | Gateway     | Genmask       | Flags | Metric | Ref | Use | Iface  |
|-------------|-------------|---------------|-------|--------|-----|-----|--------|
| 10.0.0.0    | 192.168.1.1 | 255.0.0.0     | UG    | 20     | 0   | 0   | enp0s8 |
| 192.168.1.0 | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | enp0s8 |
| 192.168.2.0 | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | enp0s9 |

9. Thực hiện tương tự cấu hình service zebra và bgpd trên router R3, R4. Riêng R4 có export thêm thông tin định tuyến nội bộ của mạng 172.16.0.0/16 của AS 65400. Sau khi restart các service zebra và bgpd để trao đổi các thông tin định tuyến với nhau, kiểm tra bảng định tuyến trên R1 và R2 sẽ thấy xuất hiện thêm mạng nội bộ 172.16.0.0/16 của AS 65400:

```
R1> route -n
```

Kernel IP routing table

| Destination  | Gateway     | Genmask       | Flags | Metric | Ref | Use | Iface   |
|--------------|-------------|---------------|-------|--------|-----|-----|---------|
| 172.16.0.0   | 192.168.1.2 | 255.255.0.0   | UG    | 20     | 0   | 0   | enp0s9  |
| 192.168.1.0  | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | enp0s9  |
| 192.168.56.0 | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | enp0s10 |

```
R2> route -n
```

Kernel IP routing table

| Destination | Gateway     | Genmask       | Flags | Metric | Ref | Use | Iface  |
|-------------|-------------|---------------|-------|--------|-----|-----|--------|
| 10.0.0.0    | 192.168.1.1 | 255.0.0.0     | UG    | 20     | 0   | 0   | enp0s8 |
| 172.16.0.0  | 192.168.2.2 | 255.255.0.0   | UG    | 20     | 0   | 0   | enp0s9 |
| 192.168.1.0 | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | enp0s8 |
| 192.168.2.0 | 0.0.0.0     | 255.255.255.0 | U     | 0      | 0   | 0   | enp0s9 |

10. Vào console zebra trên R1 để kiểm tra các AS path:

```
R1> telnet 127.0.0.1 2605
```

Trying 127.0.0.1...

Connected to 127.0.0.1.

Escape character is '^J'.

Hello, this is Quagga (version 1.2.4).

Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

User Access Verification

Password: zebra

```
R1> show ip bgp
```

BGP table version is 0, local router ID is 192.168.56.201

Status codes: s suppressed, d damped, h history, \* valid, > best, = multipath,  
i internal, r RIB-failure, S Stale, R Removed

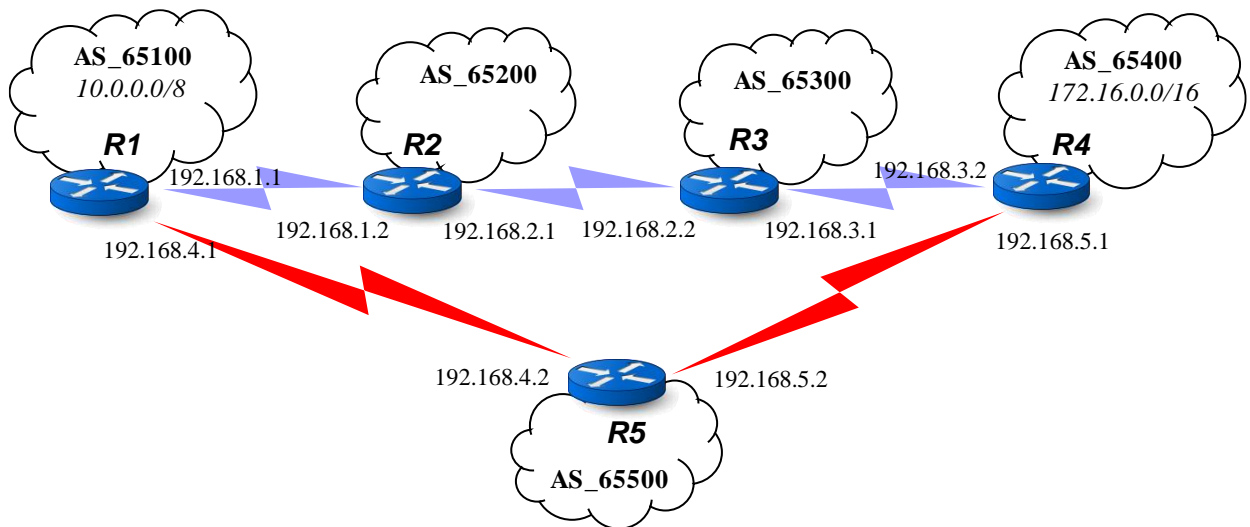
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

| Network       | Next Hop    | Metric | LocPrf | Weight | Path          |
|---------------|-------------|--------|--------|--------|---------------|
| *> 10.0.0.0   | 0.0.0.0     | 0      | 32768  | i      |               |
| *> 172.16.0.0 | 192.168.1.2 |        | 0      | 65200  | 65300 65400 i |

Displayed 2 out of 2 total prefixes

## 6.2 BGP routing policies

Sơ đồ mạng: bổ sung AS 65500 có router BGP R5 kết nối trực tiếp với R1 và R4. Thiết lập các routing policy để kiểm soát đường đi đến các mạng nội bộ giữa các AS.



1. Bổ sung AS 65500 với BGP router R5. Cấu hình các địa chỉ IP để kết nối R5 với R1 và R4 tương ứng theo các mạng 192.168.4.0 và 192.168.5.0:

```
R5> sudo nano /etc/netplan/01-netcfg.yaml
network:
 ethernets:
 enp0s8:
 addresses: [192.168.4.2/24]
 enp0s9:
 addresses: [192.168.5.2/24]

> sudo netplan apply
> ifconfig -a
enp0s8: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
 inet 192.168.4.2 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.4.255
 ether 08:00:27:c5:05:02 txqueuelen 1000 (Ethernet)
enp0s9: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
 inet 192.168.5.2 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.5.255
 ether 08:00:27:b7:05:03 txqueuelen 1000 (Ethernet)

> ping 192.168.4.1
PING 192.168.4.1 (192.168.4.1) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 192.168.4.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.366 ms
64 bytes from 192.168.4.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.476 ms
64 bytes from 192.168.4.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.459 ms

> ping 192.168.5.1
PING 192.168.5.1 (192.168.5.1) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 192.168.5.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.406 ms
64 bytes from 192.168.5.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.427 ms
64 bytes from 192.168.5.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.366 ms
```

2. Cấu hình service zebra và bgpd trên R5 để nhận các router R1 và R4 là láng giềng:

```
> sudo nano /etc/quagga/zebra.conf
hostname r5
```

```
password zebra

> sudo service zebra restart
> sudo nano /etc/quagga/bgpd.conf
password zebra
router bgp 65500
neighbor 192.168.4.1 remote-as 65100
neighbor 192.168.5.1 remote-as 65400

> sudo service bgpd restart
```

3. Cấu hình thêm kết nối mạng 192.168.4.0 trên R1 và nhận R5 là láng giềng. Khởi động lại service bgpd trên R1:

```
> cat /etc/netplan/01-netcfg.yaml
network:
 ethernets:
 enp0s8:
 addresses: [192.168.4.1/24]
 enp0s9:
 addresses: [192.168.1.1/24]

> sudo nano /etc/quagga/bgpd.conf
password zebra
router bgp 65100
neighbor 192.168.1.2 remote-as 65200
neighbor 192.168.4.2 remote-as 65500
network 10.0.0.0/8

> sudo service bgpd restart
```

4. Thực hiện cấu hình tương tự trên R4 để thêm kết nối mạng 192.168.5.0 và nhận R5 là láng giềng. Khởi động lại service bgpd trên R4 để các router BGP cập nhật lại bảng routing. Kiểm tra bảng routing trên R1 nhận thấy đường đi đến mạng 176.16.0.0 đã được cập nhật sang hướng đi qua R5 (AS 65500):

```
R1> route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
172.16.0.0 192.168.4.2 255.255.0.0 UG 20 0 0 enp0s8
192.168.1.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s9
192.168.4.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s8
```

5. Kiểm tra AS path trên R1 đến mạng 172.16.0.0 thấy có 2 AS path: (65200 65300 65400 i) và (65500 65400 i) với cùng trong số weight = 0. Theo BGP policy, đường đi có AS path ngắn hơn được chọn đưa vào routing table của ubuntu kernel.

```
R1> telnet 127.0.0.1 2605
Trying 127.0.0.1...

r1> show ip bgp
r1> show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 192.168.56.201
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, = multipath,
 i internal, r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

 Network Next Hop Metric LocPrf Weight Path
*> 10.0.0.0 0.0.0.0 0 32768 i
```

```
* 172.16.0.0 192.168.1.2 0 65200 65300 65400 i
*> 192.168.4.2 0 65500 65400 i
```

6. Đặt các giá trị trọng số weight của các kết nối BGP láng giềng giữa R1 với R2 và R1 với R5 và khởi động lại service bgpd:

```
R1> sudo nano /etc/quagga/bgpd.conf
password zebra
router bgp 65100
neighbor 192.168.1.2 remote-as 65200
neighbor 192.168.1.2 weight 1000
neighbor 192.168.4.2 remote-as 65500
neighbor 192.168.4.2 weight 500
network 10.0.0.0/8

> sudo service bgpd restart
```

7. Kiểm tra lại đường đi đến mạng 172.16.0.0 thì thấy đã chuyển sang đi qua R2, R3, R4:

```
R1> route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
172.16.0.0 192.168.1.2 255.255.0.0 UG 20 0 0 enp0s9
192.168.1.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s9
192.168.4.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s8
192.168.56.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s10
```

8. Kiểm tra các AS path trên R1 thì thấy vẫn có 2 AS path như trước nhưng trọng số weight đã khác nhau (1000 và 500, đúng như đã cấu hình trọng số trên R1). BGP routing policy đặt mức ưu tiên trọng số weight cao hơn độ dài AS path nên đường đi qua R2, R3, R4 được chọn để đưa vào kernel routing table.

```
R1> telnet 127.0.0.1 2605
Trying 127.0.0.1...
r1> show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 192.168.56.201
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, = multipath,
 i internal, r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

 Network Next Hop Metric LocPrf Weight Path
*> 10.0.0.0 0.0.0.0 0 32768 i
*> 172.16.0.0 192.168.1.2 1000 65200 65300 65400 i
* 192.168.4.2 500 65500 65400 i
```

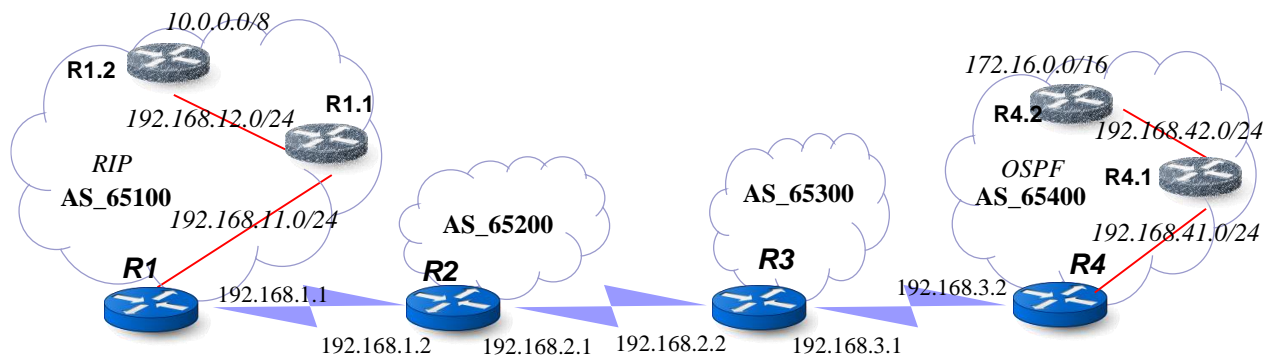
### 6.3 Tích hợp BGP với IGP

Trong các bài thực hành trên, mạng nội bộ 10.0.0.0/8 và 172.16.0.0/16 của hai AS tương ứng 65100 và 65400 đã được public ra bên ngoài các vùng AS của mình, và thông qua các BGP router trung gian AS 65200 và 65300, các mạng nội bộ này đã được quảng bá đến AS ở xa. Tuy nhiên chưa thể ping từ một trạm trong mạng 10.0.0.0/8 đến trạm trong mạng 172.16.0.0/16. Lý do là mặc dù mạng nội bộ 10.0.0.0/8 đã quảng bá đến được BGP router R4 của AS 65400 nhưng nó chưa được lan truyền vào bên trong AS này. Kết quả là một trạm trong mạng nội bộ 172.16.0.0/16 chưa “nhìn thấy” mạng nội bộ 10.0.0.0 ở xa. Bài thực hành tiếp theo sẽ xử lý vấn đề này bằng cách tích hợp BGP với IGP.

Sơ đồ mạng: AS 65100 sử dụng IGP RIP để liên kết các router R1.1, R1.2 và bản thân R1. Các đường định tuyến (routing path) giữa các mạng nội bộ của AS trong đó có 10.0.0.0/8 được lan tỏa bên trong AS 65100 và được cập nhật tự động vào tất cả các router IGP của AS 65100 bao gồm cả R1. Do được cấu hình chạy cả IGP và BGP, router R1 lan tỏa một phần hoặc tất cả các đường định tuyến nội vùng ra bên ngoài AS.



Ngược lại, khi R1 nhận được các đường định tuyến liên vùng bên ngoài AS 65100 (ví dụ đường định tuyến đến mạng 172.16.0.0/16), nó sẽ chuyển tiếp đường định tuyến này vào bên trong AS và như vậy, mạng nội bộ 10.0.0.0/8 sẽ được cập nhật thêm đường định tuyến đến các mạng ngoại vùng AS 65100. Thực hiện tương tự với AS 65400 bằng IGP OSPF.



#### 1. Thiết lập địa chỉ IP cho R1:

```
R1> sudo nano /etc/netplan/01-netcfg.yaml
network:
 ethernets:
 enp0s9:
 addresses: [192.168.1.1/24]
 enp0s3:
 addresses: [192.168.11.1/24]
> sudo netplan apply
```

#### 2. Thiết lập cấu hình BGP cho R1 để export mạng nội vùng 10.0.0.0/8 ra bên ngoài

```
R1> sudo nano /etc/quagga/bgpd.conf
password zebra
router bgp 65100
neighbor 192.168.1.2 remote-as 65200
network 10.0.0.0/8
> sudo service bgpd restart
```

#### 3. Thiết lập cấu hình IGP sử dụng RIP cho R1. Để import các mạng ngoại vùng từ BGP vào bên trong AS, sử dụng khai báo "redistribute bgp".

```
R1> sudo nano /etc/quagga/ripd.conf
password zebra
router rip
network 192.168.11.0/24
redistribute bgp
> sudo service ripd restart
```

#### 4. Cấu hình địa chỉ IP và IGP sử dụng RIP cho R1.1

```
R1.1> sudo nano /etc/netplan/01-netcfg.yaml
network:
 ethernets:
 enp0s8:
 addresses: [192.168.12.1/24]
 enp0s3:

```

```

addresses: [192.168.11.2/24]

> sudo netplan apply

R1.1> sudo nano /etc/quagga/ripd.conf
hostname r11
password zebra
router rip
network 192.168.12.0/24
network 192.168.11.0/24

> sudo service ripd restart

```

5. Xem bảng routing trên R1.2 thấy đã xuất hiện mạng ngoại vùng 172.16.0.0/16

```

route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
10.0.0.0 192.168.12.2 255.0.0.0 UG 20 0 0 enp0s8
172.16.0.0 192.168.11.1 255.255.0.0 UG 20 0 0 enp0s3
192.168.11.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s3
192.168.12.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s8

```

6. Cấu hình địa chỉ IP và IGP sử dụng RIP cho R1.2

```

R1.2> sudo nano /etc/netplan/01-netcfg.yaml
network:
 ethernets:
 enp0s8:
 addresses: [10.0.0.1/8]
 enp0s3:
 addresses: [192.168.12.2/24]

> sudo netplan apply

R1.2> sudo nano /etc/quagga/ripd.conf
hostname r12
password zebra
router rip
network 192.168.12.0/24
network 10.0.0.0/8

> sudo service ripd restart

```

7. Xem bảng routing trên R1.2 thấy đã xuất hiện mạng ngoại vùng 172.16.0.0/16. Như vậy là R12 (gateway của mạng 10.0.0.0/8) đã nhận được thông tin đường định tuyến để đi đến mạng ngoại vùng 172.16.0.0/16).

```

R1.2> route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
10.0.0.0 0.0.0.0 255.0.0.0 U 0 0 0 enp0s8
172.16.0.0 192.168.12.1 255.255.0.0 UG 20 0 0 enp0s3
192.168.11.0 192.168.12.1 255.255.255.0 UG 20 0 0 enp0s3
192.168.12.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s3

```

8. Chuyển sang AS 65400, thiết lập địa chỉ IP cho R4:

```

R4> sudo nano /etc/netplan/01-netcfg.yaml
network:
 ethernets:

```

```
enp0s8:
 addresses: [192.168.3.2/24]
enp0s3:
 addresses: [192.168.41.1/24]
```

```
> sudo netplan apply
```

9. Thiết lập cấu hình BGP cho R4 để export tất cả các mạng nội vùng được cập nhật theo IGP OSPF ra bên ngoài (sử dụng khai báo “redistribute ospf”). Lưu ý chỗ này khác với cấu hình BGP trên R1 chỉ export một mạng nội vùng. Với khai báo này, toàn bộ mạng nội vùng của AS 65400 (trong đó có 172.16.0.0/16) sẽ được export bằng BGP ra bên ngoài AS.

```
R4> sudo nano /etc/quagga/bgpd.conf
password zebra
router bgp 65400
neighbor 192.168.3.1 remote-as 65300
redistribute ospf
```

```
> sudo service bgpd restart
```

10. Thiết lập cấu hình IGP sử dụng OSPF cho R4. Để import các mạng ngoại vùng từ BGP vào bên trong AS, sử dụng khai báo “redistribute bgp”.

```
R4> sudo nano /etc/quagga/ospfd.conf
hostname R4
password zebra
router ospf
network 192.168.41.0/24 area 1
redistribute bgp
```

```
> sudo service ospfd restart
```

11. Cấu hình địa chỉ IP và IGP sử dụng OSPF cho R4.1

```
R4.1> sudo nano /etc/netplan/01-netcfg.yaml
network:
 ethernets:
 enp0s8:
 addresses: [192.168.42.1/24]
 enp0s3:
 addresses: [192.168.41.2/24]
```

```
> sudo netplan apply
```

```
R4.1> sudo nano /etc/quagga/ospfd.conf
hostname R4.1
password zebra
router ospf
network 192.168.41.0/24 area 1
network 192.168.42.0/24 area 1
```

```
> sudo service ospfd restart
```

12. Xem bảng routing trên R4.1 thấy đã xuất hiện mạng ngoại vùng 10.0.0.0/8

```
R4.1> route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
10.0.0.0 192.168.41.1 255.0.0.0 UG 20 0 0 enp0s3
192.168.41.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s3
192.168.42.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s8
```

### 13. Cấu hình địa chỉ IP và IGP sử dụng OSPF cho R4.2

```
R4.2> sudo nano /etc/netplan/01-netcfg.yaml
network:
 ethernets:
 enp0s8:
 addresses: [172.16.0.1/16]
 enp0s3:
 addresses: [192.168.42.2/24]

> sudo netplan apply

R4.2> sudo nano /etc/quagga/ospfd.conf
hostname r42
password zebra
router ospf
 network 192.168.42.0/24 area 1
 network 172.16.0.0/16 area 1

> sudo service ospfd restart
```

### 14. Xem bảng routing trên R4.2 thấy đã xuất hiện mạng ngoại vùng 10.0.0.0/8

```
R4.3> route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
10.0.0.0 192.168.42.1 255.0.0.0 UG 20 0 0 enp0s3
172.16.0.0 0.0.0.0 255.255.0.0 U 0 0 0 enp0s8
192.168.41.0 192.168.42.1 255.255.255.0 UG 20 0 0 enp0s3
192.168.42.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s3
```

15. Quay lại AS 65100 xem bảng routing trên R1, thấy xuất hiện đường định tuyến đến mạng ngoại vùng 172.16.0.0/8 và cả 192.168.42.0/24. Lý do là BGP router R4 được khai báo “*redistribute ospf*” nên BGP R4 lan truyền tất cả các đường định tuyến mạng nội vùng được cập nhật theo OSPF. Lưu ý là mạng nội vùng 192.168.41.0/24 đối với R4 không được cập nhật theo OSPF vì kết nối trực tiếp, vì vậy nó không được lan truyền theo BGP ra bên ngoài.

```
R1> route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
10.0.0.0 192.168.12.2 255.0.0.0 UG 20 0 0 enp0s8
172.16.0.0 192.168.11.1 255.255.0.0 UG 20 0 0 enp0s3
192.168.11.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s3
192.168.12.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s8
192.168.42.0 192.168.11.1 255.255.255.0 UG 20 0 0 enp0s3
```

16. Về trở lại R1.2 để xem bảng định tuyến của router nội vùng AS 65100 này, thấy xuất hiện đường định tuyến đến mạng ngoại vùng 172.16.0.0/8 và cả 192.168.42.0/24:

```
R1.2> route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
10.0.0.0 0.0.0.0 255.0.0.0 U 0 0 0 enp0s8
172.16.0.0 192.168.12.1 255.255.0.0 UG 20 0 0 enp0s3
192.168.11.0 192.168.12.1 255.255.255.0 UG 20 0 0 enp0s3
192.168.12.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s3
192.168.42.0 192.168.12.1 255.255.255.0 UG 20 0 0 enp0s3
```

17. Thiết lập một máy trạm trong mạng nội bộ 10.0.0.0/8, đặt default gateway là R1.2 (10.0.0.1) và thấy kết nối ping thành công đến 172.16.0.01:

```

host> sudo nano /etc/netplan/01-netcfg.yaml
network:
 ethernets:
 enp0s3:
 dhcp4: false
 addresses: [10.0.0.15/8]

> sudo netplan apply

> sudo route add default gateway 10.0.0.1
> route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
0.0.0.0 10.0.0.1 0.0.0.0 UG 0 0 0 enp0s3
10.0.0.0 0.0.0.0 255.0.0.0 U 0 0 0 enp0s3

> ping 172.16.0.1
PING 172.16.0.1 (172.16.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=1 ttl=57 time=2.43 ms
64 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=2 ttl=57 time=1.97 ms
64 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=3 ttl=57 time=2.38 ms
64 bytes from 172.16.0.1: icmp_seq=4 ttl=57 time=2.77 ms
^C
--- 172.16.0.1 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3006ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.971/2.393/2.777/0.290 ms

```

18. Nếu sử dụng tracepath để xem đường đi từ trạm làm việc này đến mạng ngoại vùng 172.16.0.0/16 sẽ thấy các gói tin ICMP gửi từ các router BGP (là các router trung gian trên đường đi đến đích 172.16.0.0/16) không gửi thành công đến trạm làm việc hiện tại. **Hãy suy nghĩ tìm nguyên nhân và đề xuất giải pháp???**

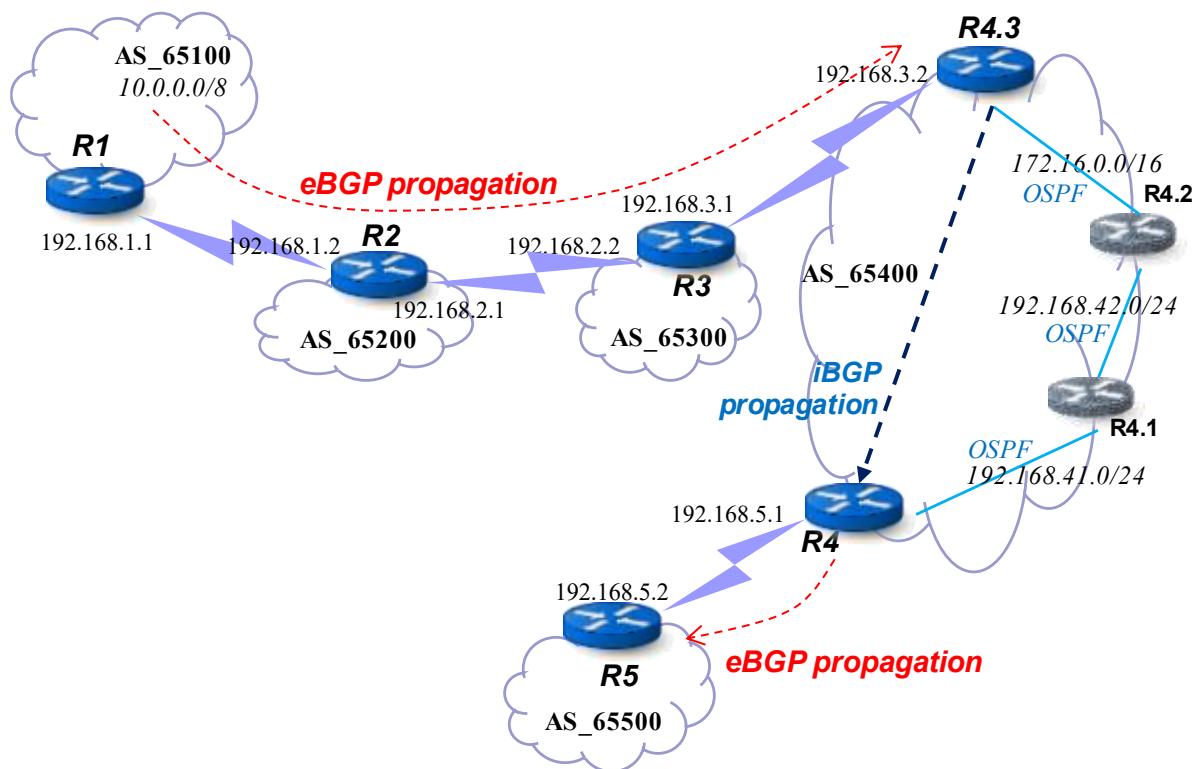
```

> tracepath -n 172.16.0.1
1?: [LOCALHOST] pmtu 1500
1: 10.0.0.1 0.323ms
1: 10.0.0.1 0.244ms
2: 192.168.12.1 0.512ms
3: 192.168.11.1 0.613ms
4: no reply
5: no reply
6: no reply
7: no reply
8: 172.16.0.1 2.349ms reached
Resume: pmtu 1500 hops 8 back 8

```

## 6.4 eBGP và iBGP

Các router BGP kết nối “láng giềng” với nhau để loan báo các network giữa các AS. Bài thực hành này mô phỏng trường hợp các router BGP kết nối giữa 2 AS (eBGP) hoặc kết nối cùng trong 1 AS (iBGP). Sơ đồ mạng như trong hình vẽ bên dưới. Để network 10.0.0.0/8 của AS 65100 được loan báo đến AS 65500, các BGP router R1, R1, R3 và R4.3 sử dụng eBGP. Khi vào đến AS 65400, BGP router R4.3 sử dụng iBGP để loan báo network 10.0.0.0/8 đến BGP router R4. Cuối cùng, BGP router R4 lại sử dụng eBGP để loan báo đến R5.



1. Cấu hình network và BGP cho các router R1, R2, R3 như bài trên. Cấu hình network R4.3:

```
R4.3> sudo nano /etc/netplan/01-netcfg.yaml
network:
 ethernets:
 enp0s3:
 dhcp4: false
 addresses: [192.168.3.2/24]
 enp0s8:
 dhcp4: false
 addresses: [172.16.0.2/16]
> sudo netplan apply
```

2. Cấu hình OSPF và BGP cho router R4.3. Lưu ý là R4.3 có 2 router BGP láng giềng là R3 (thuộc AS 65300) và R4 thuộc cùng AS 65400:

```
R4.3> sudo nano /etc/quagga/ospfd.conf
hostname r43
password zebra
router ospf
 network 172.16.0.0/16 area 1
> sudo service ospfd restart

R4.3> sudo nano /etc/quagga/bgpd.conf
password zebra
router bgp 65400
 neighbor 192.168.3.1 remote-as 65300
 neighbor 192.168.41.1 remote-as 65400
> sudo service bgpd restart
```

3. Cấu hình địa chỉ IP và IGP (OSPF) cho các router R4.1 và R4.2 như bài trước. Cấu hình BGP R4 cũng có 2 router BGP láng giềng là R5 (thuộc AS 65500) và R4.3 thuộc cùng AS 65400:

```
R4> sudo nano /etc/quagga/ospfd.conf
hostname r4
password zebra
router ospf
 network 192.168.41.0/24 area 1

> sudo service ospfd restart

R4> sudo nano /etc/quagga/bgpd.conf
password zebra
router bgp 65400
 neighbor 172.16.0.2 remote-as 65400
 neighbor 192.168.5.2 remote-as 65500

> sudo service bgpd restart
```

4. Vào console của Zebra trên R4.3 để kiểm tra bảng routing (có đủ thông tin về các nguồn cập nhật từng RTE hơn là chỉ dùng lệnh *route*), thấy đã có network 10.0.0.0/8 được cập nhật theo BGP và các network trong AS 65400 được cập nhật theo OSPF:

```
R4.3> telnet 127.0.0.1 2601
Trying 127.0.0.1...

R43> show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
 O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, P - PIM, A - Babel, N - NHRP,
 > - selected route, * - FIB route

B>* 10.0.0.0/8 [20/0] via 192.168.3.1, enp0s3, 00:11:58
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo
O 172.16.0.0/16 [110/10] is directly connected, enp0s8, 00:08:16
C>* 172.16.0.0/16 is directly connected, enp0s8
C>* 192.168.3.0/24 is directly connected, enp0s3
O>* 192.168.41.0/24 [110/30] via 172.16.0.1, enp0s8, 00:08:06
O>* 192.168.42.0/24 [110/20] via 172.16.0.1, enp0s8, 00:08:06
```

5. Vào console của Zebra trên R4 để kiểm tra bảng routing, không thấy xuất hiện mạng 10.0.0.0/8 mặc dù vào console của BGP cũng trên R4 thấy AS path 10.0.0.0/8:

```
R4> telnet 127.0.0.1 2601
Trying 127.0.0.1...

r4> show ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
 O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, P - PIM, A - Babel, N - NHRP,
 > - selected route, * - FIB route

C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo
O>* 172.16.0.0/16 [110/30] via 192.168.41.2, enp0s3, 03:30:50
C>* 192.168.5.0/24 is directly connected, enp0s9
O 192.168.41.0/24 [110/10] is directly connected, enp0s3, 07:08:03
C>* 192.168.41.0/24 is directly connected, enp0s3
O>* 192.168.42.0/24 [110/20] via 192.168.41.2, enp0s3, 07:07:51
r4> exit

R4> telnet 127.0.0.1 2605
Trying 127.0.0.1...
```

```
r4> show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 192.168.56.204
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, = multipath,
 i internal, r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i – IGP, e – EGP, ? – incomplete
```

| Network   | Next Hop    | Metric | LocPrf | Weight | Path          |
|-----------|-------------|--------|--------|--------|---------------|
| i10.0.0.0 | 192.168.3.1 | 100    | 0      | 65300  | 65200 65100 i |

Displayed 1 out of 1 total prefixes

Lý do là R4 được kết nối láng giềng với R4.3 nên nhận được thông tin về network 10.0.0.0/8 theo giao thức BGP và xây dựng AS path vào bảng BGP routing của mình (chú ý là AS path của R4 đi đến mạng 10.0.0.0/8 giống như AS path trên R4.3 và có cùng next hop là R3). Tuy nhiên, network 10.0.0.0/8 không được lan tỏa vào trong AS 65400 (R4 không nhận được network này thông qua IGP OSPF) và như vậy các router nội bộ của AS65400 không biết đường routing đến mạng 10.0.0.0/8. Đây là lý do R4 không cập nhập mạng 10.0.0.0/8 từ bảng BGP routing vào bảng routing của router (vì R4 không xác định được next hop cho network 10.0.0.0/8 – phân biệt với next hop trong bảng routing BGP là router AS láng giềng). Nếu xem bảng routing của các router nội bộ AS65400 cũng sẽ không thấy đường đi đến 10.0.0.0/8:

```
r4.1> route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
172.16.0.0 192.168.42.2 255.255.0.0 UG 20 0 0 enp0s8
192.168.41.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s3
192.168.42.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s8
```

```
R4.2> route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
172.16.0.0 0.0.0.0 255.255.0.0 U 0 0 0 enp0s8
192.168.41.0 192.168.42.1 255.255.255.0 UG 20 0 0 enp0s3
192.168.42.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s3
```

6. Cấu hình địa chỉ IP và BGP cho R5, kiểm tra bảng routing BGP không thấy mạng 10.0.0.0/8 được lan truyền từ R4 đến R5:

```
R5> sudo nano /etc/netplan/01-netcfg.yaml
network:
 ethernets:
 enp0s8:
 addresses: [192.168.5.2/24]
```

```
> sudo netplan apply
```

```
R5> sudo nano /etc/quagga/bgpd.conf
password zebra
router bgp 65500
neighbor 192.168.5.1 remote-as 65400
```

```
> sudo service bgpd restart
```

```
R5> telnet 127.0.0.1 2605
Trying 127.0.0.1...
```

```
r5> show ip route
No BGP prefixes displayed, 0 exist
```



Cũng như lý do bên trên, bảng routing BGP của R4 nhận được thông tin mạng 10.0.0.0/8 nhưng nó không xác định được next hop để đi đến mạng này nên không quảng bá tiếp mạng 10.0.0.0/8 sang BGP láng giềng là R5.

7. Cấu hình “redistribute bgp” OSPF trên R4.3 để lan tỏa các bản ghi BRP vào nội bộ AS 65400. Xem bảng routing của R4.3 thấy xuất hiện mạng 10.0.0.0/8:

```
R4.3> sudo nano /etc/quagga/ospfd.conf
hostname r43
password zebra
router ospf
network 172.16.0.0/16 area 1

redistribute bgp

> sudo service ospfd restart

> route -n
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
10.0.0.0 192.168.3.1 255.0.0.0 UG 20 0 0 enp0s3
172.16.0.0 0.0.0.0 255.255.0.0 U 0 0 0 enp0s8
192.168.3.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 enp0s3
192.168.41.0 172.16.0.1 255.255.255.0 UG 20 0 0 enp0s8
192.168.42.0 172.16.0.1 255.255.255.0 UG 20 0 0 enp0s8
```

8. Kiểm tra bảng routing BGP trên R4 thấy xuất hiện mạng 10.0.0.0/8 đã được cập nhật từ R4.3. Đối chiếu với bước 5 thấy AS path đến mạng 10.0.0.0/8 tại R4 giống như tại R4.3 (đều lấy R3 với địa chỉ 192.168.3.1 là next hop)

```
R4> telnet 127.0.0.1 2605
Trying 127.0.0.1...

r4> show ip bgp
BGP table version is 0, local router ID is 192.168.56.204
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, = multipath,
 i internal, r RIB-failure, S Stale, R Removed
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

 Network Next Hop Metric LocPrf Weight Path
 10.0.0.0 192.168.3.1 100 0 65300 65200 65100 i

Displayed 1 out of 1 total prefixes
```

9. Trên R5, kiểm tra BGP láng giềng đã thấy R4 tuy nhiên mạng 10.0.0.0/8 vẫn chưa được lan tỏa từ R4.  
**Hãy suy nghĩ tìm nguyên nhân và đề xuất giải pháp???**

```
R5> telnet 127.0.0.1 2605
Trying 127.0.0.1...

r5> show ip bgp neighbors
BGP neighbor is 192.168.5.1, remote AS 65400, local AS 65500, external link
BGP version 4, remote router ID 192.168.56.204
BGP state = Established, up for 03:58:09
.....

r5> show ip bgp
No BGP prefixes displayed, 0 exist
```