



1

Lab

Variable Length Subnet Mask và Định tuyến tĩnh

Thực hành Quản trị mạng và Hệ thống

Học kỳ I – Năm học 2023 - 2024

Lưu hành nội bộ

A. TỔNG QUAN

A.1 Mục tiêu

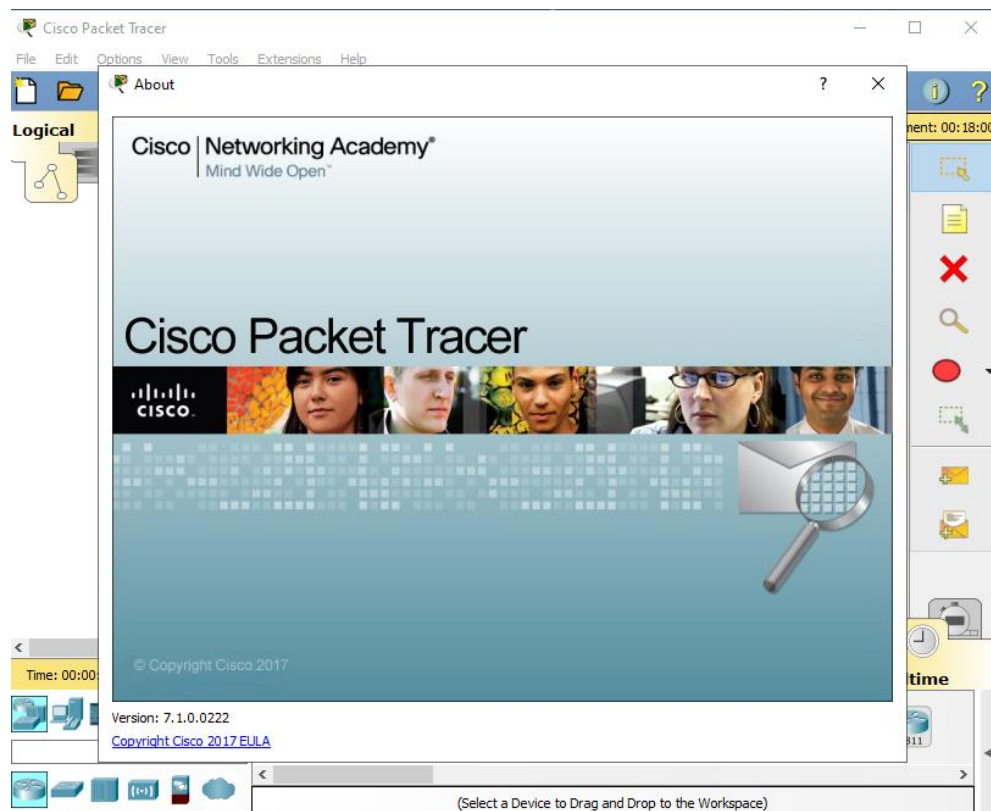
- Làm quen và sử dụng phần mềm Packet Tracer của Cisco để giả lập các mô hình mạng.
- Hiểu rõ được cách chia địa chỉ IP với số host không bằng nhau.
- Xây dựng được mô hình mạng cơ bản và biết cấu hình cơ bản các thiết bị Cisco.
- Hiểu được nguyên tắc định tuyến và cách cấu hình định tuyến tĩnh cho các router.

A.2 Kiến thức nền tảng

- Kiến thức về mạng máy tính căn bản.
- Kiến thức về Variable Length Subnet Mask (VLSM) và định tuyến tĩnh.

A.3 Môi trường thực hành

Sinh viên cài đặt sẵn phần mềm Cisco Packet Tracer trên máy tính.



Hình 1. Giao diện của phần mềm Cisco Packet Tracer

B. Lý thuyết

B.1 Variable Length Subnet Mask

Variable Length Subnet Mask (VLSM) là một kỹ thuật được sử dụng để chia Subnet một cách hiệu quả. Bằng cách sử dụng VLSM, chúng ta có thể chia dải địa chỉ IP cho phù hợp với các lớp mạng có số lượng host khác nhau.

Ví dụ: Một doanh nghiệp có 6 phòng ban khác nhau. Mỗi phòng ban tương ứng với một lớp mạng và số lượng host như sau:

- NET1: 120 host
- NET2: 60 host
- NET3: 10 host
- NET4: 10 host
- NET5: 10 host
- NET6: 10 host

Sử dụng lớp mạng 192.168.1.0/24 để chia mạng con cho các lớp mạng này.

Để tính VLSM có nhiều cách, nhưng để tính nhanh thì chúng ta nên thuộc bảng sau đây:

Prefix Length	Decimal
/24	255.255.255.0
/25	255.255.255.128
/26	255.255.255.192
/27	255.255.255.224
/28	255.255.255.240
/29	255.255.255.248
/30	255.255.255.252

Bảng 1. Chuyển đổi prefix length và subnet mask

Công thức và các cách tính VLSM:

- Số subnet được tạo ra $\leq 2^n$ (trong đó n là số bit mượn từ phần Host)
- Số host cần tạo $\leq 2^m - 2$ (với m là số bit của phần Host còn lại sau khi mượn)

Lưu ý: chúng ta sẽ chia subnet cho lớp mạng có số host lớn, sau đó đến các lớp mạng có số host nhỏ hơn (theo thứ tự giảm dần của số host).

VD Cách chia:

Xét dải địa chỉ: 192.168.1.0/24 → còn 8 bit trống (8 bit phần host).

- Xét subnet có 120 host:

$2^7 - 2 = 126 \text{ host} > 120 \text{ host} \rightarrow$ cần 7 bit cho phần host \rightarrow cần lấy $8 - 7 = 1$ bit làm phần net.

→ Dải 192.168.1.0/24 chia được 2 subnet:

- 192.168.1.0/25 Cấp cho 120 host
- 192.168.1.128/25 Còn dư

- Xét subnet có 60 host:

$2^6 - 2 = 62 \text{ host} > 60 \text{ host} \rightarrow$ cần 6 bit cho phần host \rightarrow cần lấy $7 - 6 = 1$ bit làm phần net.

→ Dải 192.168.1.128/25 chia được 2 subnet

- 192.168.1.128/26 Cấp cho 60 host
- 192.168.1.192/26 Còn dư

- Xét 4 subnet có 10 host:

$2^4 - 2 = 14 \text{ host} > 10 \text{ host} \rightarrow$ cần 4 bit cho phần host \rightarrow cần lấy $6 - 4 = 2$ bit làm phần net.

→ Dải 192.168.1.192/26 chia được 4 subnet:

- 192.168.1.192/28 Cấp cho 10 host
- 192.168.1.208/28 Cấp cho 10 host
- 192.168.1.224/28 Cấp cho 10 host
- 192.168.1.240/28 Cấp cho 10 host

Ta có bảng kết quả sau:

Số hosts	Network	Subnet mask	Dải IP	Broadcast
120	192.168.1.0/25	255.255.255.128	.1.1 – .1.126	.1.127
60	192.168.1.128/26	255.255.255.192	.1.129 – .1.190	.1.191
10	192.168.1.192/28	255.255.255.240	.1.193 - .1.206	.1.207
10	192.168.1.208/28	255.255.255.240	.1.209 - .223.222	.1.223
10	192.168.1.224/28	255.255.255.240	.1.225 - .1.238	.1.239
10	192.168.1.240/28	255.255.255.240	.1.241 - .1.254	.1.255

Bảng 2. Kết quả chia IP

B.2 Định tuyến tĩnh

B.2.1 Định tuyến là gì?

Định tuyến là quá trình xác định đường đi tốt nhất trên một mạng máy tính sao cho gói tin được truyền tới được đích thông qua các nút trung gian là các router. Thông

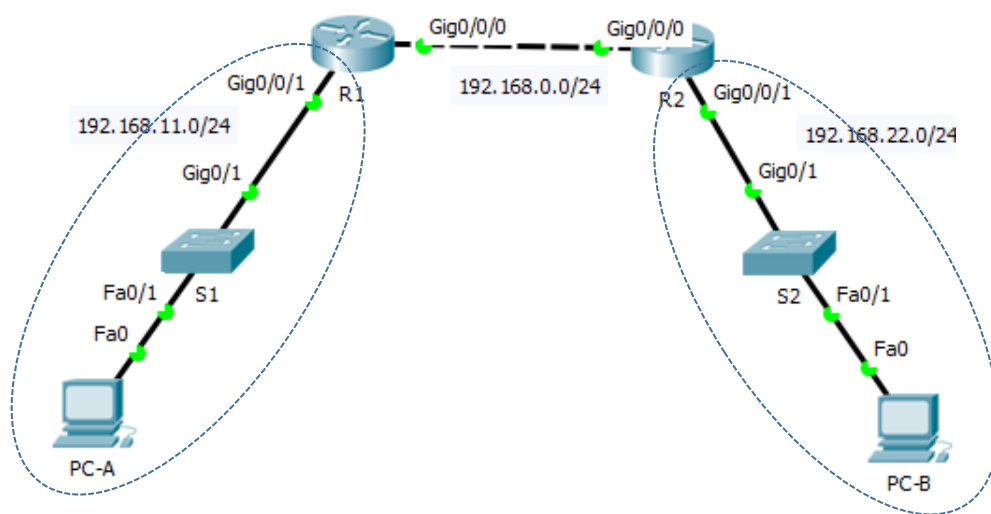
tin về những đường đi này có thể được cập nhật tự động từ các router hoặc do người quản trị chỉ định cho router.

B.2.2 Định tuyến tĩnh là gì?

Định tuyến tĩnh là quá trình router thực hiện chuyển gói dữ liệu tới địa chỉ đích dựa vào địa chỉ IP đích của gói dữ liệu. Thông tin về đường đi tới các mạng khác sẽ được người quản trị cấu hình thủ công cho router. Khi cấu trúc mạng thay đổi, người quản trị mạng phải tự thay đổi bảng định tuyến của router.

B.3 Ví dụ cấu hình định tuyến tĩnh trên Packet Tracer

Dưới đây là một ví dụ về cách cấu hình định tuyến tĩnh cho mô hình ở Hình 2.



Hình 2. Mô hình mạng của ví dụ

Thiết bị	Interface	IPv4	Subnet mask	Default Gateway
R1	G0/0/0	192.168.0.1	255.255.255.0	N/A
	G0/0/1	192.168.11.1	255.255.255.0	N/A
R2	G0/0/0	192.168.0.2	255.255.255.0	N/A
	G0/0/1	192.168.22.1	255.255.255.0	N/A
PC-A	NIC	192.168.11.10	255.255.255.0	192.168.11.1
PC-B	NIC	192.168.22.10	255.255.255.0	192.168.22.1

Mục tiêu là thiết lập các địa chỉ IP cho các thiết bị (PC, Router) và cấu hình định tuyến tĩnh để PC-A và PC-B trong 2 mạng khác nhau có thể giao tiếp với nhau, gồm các bước sau:

- (1) Cấu hình cơ bản: password, hostname, ...
- (2) Cấu hình địa chỉ IP cho các thiết bị (R1, R2, PC-A, PC-B)

(3) Cấu hình định tuyến tĩnh cho các router R1, R2**B.3.1 Cấu hình cơ bản cho thiết bị**

Trên một số thiết bị có thể yêu cầu chúng ta thực hiện một số cấu hình cơ bản như cài đặt password, hostname... Các bước cấu hình ví dụ bên dưới được thực hiện khi truy cập vào terminal của thiết bị cần cấu hình, ở đây là R1.

- **Cấu hình hostname**

Truy cập vào privileged mode.

```
Router> enable
```

Truy cập vào configuration mode.

```
Router# configure terminal
```

Đổi tên hostname của thiết bị với cú pháp **hostname <tên>**.

```
Router(config)# hostname R1
```

- **Cấu hình các mật khẩu**

Thực hiện bằng câu lệnh **enable password <mật khẩu>** trong configuration mode.

```
R1(config)# enable password cisco
```

Cấu hình mã hóa tất cả các mật khẩu cùng lúc bằng lệnh **service password-encryption** trong configuration mode.

```
R1(config)# service password-encryption
```

Cấu hình mật khẩu cho console

```
R1(config)# line console 0          # vào mode cấu hình console
R1(config-line)# password cisco    # đặt password cho console
R1(config-line)# login              # yêu cầu mật khẩu trước khi vào console
```

Cấu hình mật khẩu telnet

```
R1(config)# line vty 0 4
R1(config-line)# password cisco
R1(config-line)# login
```

- **Lưu các cấu hình** đã thiết lập (running config) vào start-up config (privileged mode)

```
R1(config)# exit
R1# copy running-config startup-config
```

- **Kiểm tra cấu hình** đang chạy (mode privileged mode)

```
R1# show running-config
```

B.3.2 Cấu hình địa chỉ IP trên các thiết bị

Ở bước cấu hình địa chỉ IP có 2 loại thiết bị khác nhau là Router và PC.

- **Cấu hình địa chỉ IP trên các router**

Phần dưới thực hiện gán IP của lớp mạng 192.168.0.0/24 và 192.168.11.0/24 cho các interface GigabitEthernet 0/0/0 (G0/0/0) và GigabitEthernet 0/0/1 (G0/0/1) của R1.

```
R1(config)# interface GigabitEthernet 0/0/0
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# ip address 192.168.0.1 255.255.255.0

R1(config)# interface GigabitEthernet 0/0/1
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# ip address 192.168.11.1 255.255.255.0
```

Cấu hình interface tương tự trên R2

```
R2(config)# interface GigabitEthernet 0/0/0
R2(config-if)# no shutdown
R2(config-if)# ip address 192.168.0.2 255.255.255.0

R2(config)# interface GigabitEthernet 0/0/1
R2(config-if)# no shutdown
R2(config-if)# ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
```

Kiểm tra cấu hình interface (mode privileged)

```
R1# show ip interface brief
```

```
R1#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol
GigabitEthernet0/0/0     192.168.0.1     YES manual up          up
GigabitEthernet0/0/1     192.168.11.1    YES manual up          up
Vlan1                    unassigned      YES unset  administratively down down
R1#
```

- **Cấu hình địa chỉ IP cho các PC**

Trên các PC có giao diện để gán địa chỉ IP kèm theo các thông tin liên quan đến subnet mask và default gateway.

PC-A

Physical	Config	Desktop	Programming	Attributes
IP Configuration				
IP Configuration				
<input type="radio"/> DHCP <input checked="" type="radio"/> Static				
IP Address		192.168.11.10		
Subnet Mask		255.255.255.0		
Default Gateway		192.168.11.1		
DNS Server		0.0.0.0		

PC-B

Physical	Config	Desktop	Programming	Attributes
IP Configuration				
IP Configuration				
<input type="radio"/> DHCP <input checked="" type="radio"/> Static				
IP Address		192.168.22.10		
Subnet Mask		255.255.255.0		
Default Gateway		192.168.22.1		
DNS Server		0.0.0.0		

B.3.3 Cấu hình định tuyến tĩnh trên các router

Việc định tuyến tĩnh được cấu hình bằng câu lệnh **ip route** trên các router (ở configuration mode) để thiết lập 2 loại định tuyến tĩnh chính:

- Static route đến một mạng cụ thể

```
Router(config)# ip route network mask { next-hop-ip | exit-intf }
```

- Static default route

```
Router(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 { exit-intf | next-hop-ip }
```

Sử dụng lệnh **ip route** để cấu hình định tuyến tĩnh với các tham số như sau:

Router(config)# ip route network-address subnet-mask {ip-address exit-intf}	
Parameter	Description
network-address	Destination network address of the remote network to be added to the routing table
subnet-mask	<ul style="list-style-type: none"> Subnet mask of the remote network to be added to the routing table. The subnet mask can be modified to summarize a group of networks.
ip-address	<ul style="list-style-type: none"> Commonly referred to as the next-hop router's IP address. Typically used when connecting to a broadcast media (i.e., Ethernet). Commonly creates a recursive lookup
exit-intf	<ul style="list-style-type: none"> Use the outgoing interface to forward packets to the destination network. Also referred to as a directly attached static route. Typically used when connecting in a point-to-point configuration.
distance	<ul style="list-style-type: none"> (Optional) Configures an administrative distance. Typically used to configure a floating static route.

Hình 3. Các tham số cấu hình định tuyến tĩnh

Cấu hình định tuyến tĩnh trên R1

```
R1(config)#ip route 192.168.22.0 255.255.255.0 192.168.0.2
```

Cấu hình định tuyến tĩnh trên R2

```
R2(config)#ip route 192.168.11.0 255.255.255.0 192.168.0.1
```

Kiểm tra cấu hình định tuyến trên các router bằng lệnh **show ip route**

```
R1# show ip route
```

```
R1#sh ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    192.168.0.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.0.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0/0
L       192.168.0.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0/0
    192.168.11.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.11.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0/1
L       192.168.11.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0/1
S       192.168.22.0/24 [1/0] via 192.168.0.2
```

```
R2# show ip route
```

```
R2#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    192.168.0.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.0.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0/0
L       192.168.0.2/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0/0
S       192.168.11.0/24 [1/0] via 192.168.0.1
    192.168.22.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.22.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0/1
L       192.168.22.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0/1
```

Kiểm tra kết nối giữa các PC

```
C:\>ping 192.168.22.10

Pinging 192.168.22.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.22.10: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.22.10: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.22.10: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.22.10: bytes=32 time<1ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.22.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

```
C:\>ping 192.168.11.10

Pinging 192.168.11.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.11.10: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.11.10: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.11.10: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.11.10: bytes=32 time<1ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.11.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

Kiểm tra đường đi giữa 2 PC bằng lệnh `tracert` trên PC.

```
C:\>tracert 192.168.22.10

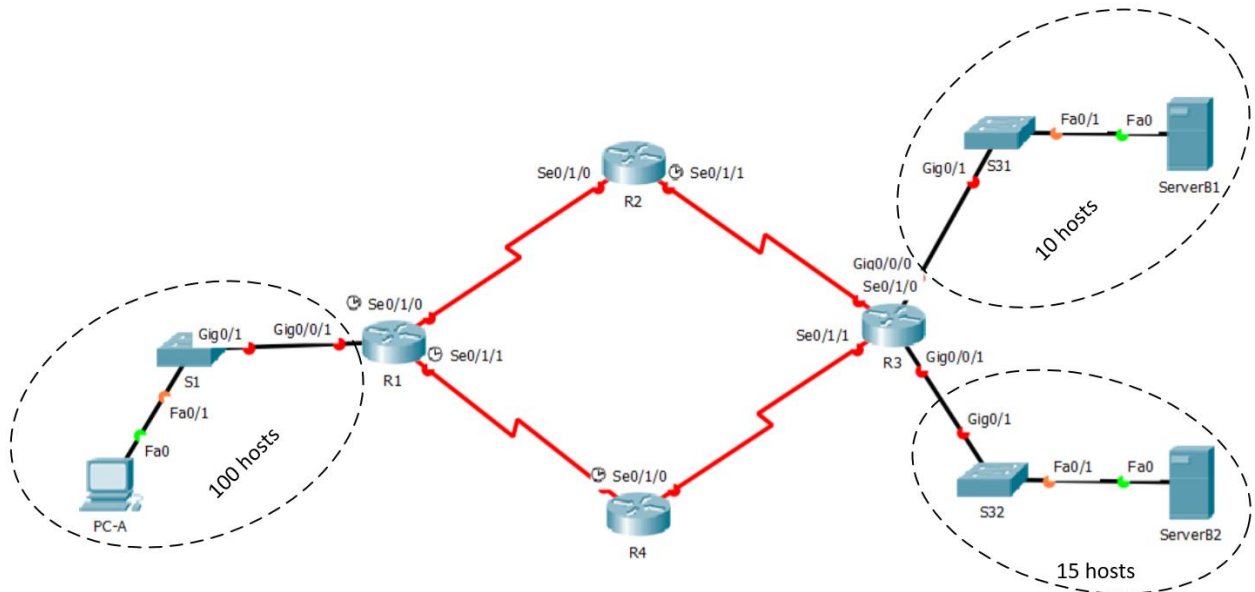
Tracing route to 192.168.22.10 over a maximum of 30 hops:

  0  1 ms    0 ms    0 ms    192.168.11.1
  1  0 ms    0 ms    0 ms    192.168.0.2
  2  0 ms    0 ms    0 ms    192.168.22.10

Trace complete.
```

C. Nội dung thực hành

Cho mô hình mạng sau (sử dụng file Packet Tracer **.pkt** đính kèm):



Hình 4. Mô hình mạng cho bài thực hành

Với mô hình này, sinh viên cần thực hiện các yêu cầu sau:

- Chia địa chỉ IP cho các mạng con.
- Cấu hình cơ bản cho các thiết bị.
- Cấu hình Interface cho các thiết bị.
- Cấu hình định tuyến tĩnh.

C.1 Chia địa chỉ IP cho các mạng con

Yêu cầu 1. Sử dụng lớp mạng **10.x.y.0/24**, với **x** và **y** là 2 số cuối của MSSV của 2 bạn trong nhóm để chia các mạng con cho mô hình của bài thực hành với số host phù hợp.

Lưu ý: trường hợp nhóm 1 người thì lấy **x** và **y** là 4 số cuối của MSSV. VD: 1456 → x = 14, y = 56.

Sinh viên hoàn thành bảng sau:

Số hosts	Network	Subnet mask	Dải IP	Broadcast
...

Yêu cầu 2. Sử dụng các mạng con đã chia được ở **Yêu cầu 1** cho các thiết bị của mô hình, lập bảng địa chỉ IP cho các thiết bị với lưu ý bên dưới.

Lưu ý:

- Sử dụng *địa chỉ đầu tiên* của lớp mạng để gán cho default gateway.
- Sử dụng *địa chỉ cuối cùng* của lớp mạng được gán cho PC hoặc Server.

Thiết bị	Interface	Địa chỉ IP	Subnet Mask	Default Gateway
R1	G0/0/1			
	S0/1/0			
	S0/1/1			
R2	S0/1/0			
	S0/1/1			
R3	G0/0/0			
	G0/0/1			
	S0/1/0			
	S0/1/1			
R4	S0/1/0			
	S0/1/1			
PC-A	NIC			
ServerB1	NIC			
ServerB2	NIC			

C.2 Thực hiện cấu hình cơ bản cho các thiết bị

Yêu cầu 3. Sinh viên thực hiện cấu hình cơ bản cho các thiết bị (các router và các switch).

- Cấu hình hostname.
- Cấu hình mật khẩu cho privileged mode.
- Cấu hình mật khẩu cho console.
- Cấu hình mật khẩu telnet.

(Lưu ý: mật khẩu đặt cho các thiết bị là **insecclab).**

C.3 Cấu hình Interface cho các thiết bị

Yêu cầu 4. Sinh viên thực hiện cấu hình địa chỉ IP cho các Router và PC theo bảng chia địa chỉ IP ở **Yêu cầu 2**.

- Thực hiện cấu hình địa chỉ IP cho các thiết bị.
- Kiểm tra trên các router bằng lệnh **show ip interface brief**.

C.4 Cấu hình định tuyến tĩnh

Yêu cầu 5. Sinh viên thực hiện cấu hình định tuyến tĩnh cho mô hình mạng với yêu cầu bên dưới.

Cấu hình định tuyến tĩnh trên các thiết bị router thỏa các yêu cầu sau:

- Từ **PC-A** đi đến **ServerB1, ServerB2** có 2 đường đi:
 - Đường chính: PC-A → R1 → R2 → R3 → ServerB1, ServerB2
 - Đường dự phòng: PC-A → R1 → R4 → R3 → ServerB1, ServerB2
- Từ **ServerB1, ServerB2** đi đến **PC-A**:
 - Đường chính: ServerB1, ServerB2 → R3 → R2 → R1 → PC-A
 - Đường dự phòng: ServerB1, ServerB2 → R3 → R4 → R1 → PC-A

Gợi ý 1: Sử dụng tham số *distance* trong lệnh **ip route** để tạo đường đi dự phòng.

Gợi ý 2: Sử dụng lệnh **ping** và **tracert** trên PC để kiểm tra kết nối và đường đi.

Đối với những đường dự phòng, kiểm tra bằng cách tắt router R2 hoặc R4 và kiểm tra.

D. Nộp báo cáo

- Sinh viên thực hiện bài thực hành theo nhóm đã đăng ký.
- Sinh viên sử dụng file Packet Tracer (.pkt) được cung cấp sẵn để làm bài thực hành.
- Sinh viên có thể chọn 1 trong 2 hình thức để báo cáo:
 - Hình thức 1: Báo cáo trên lớp trong buổi thực hành, GVTH sẽ chấm điểm trực tiếp. Dựa trên kết quả sinh viên thực hiện.
 - Hình thức 2: Nộp **file ZIP** bao gồm file báo cáo **PDF** kèm theo file **PKT** đã cấu hình. File báo cáo **PDF** cần mô tả đầy đủ các bước thực hiện, hình ảnh minh chứng của các lệnh được thực hiện và kết quả kiểm tra ở từng bước cấu hình.

Đặt tên theo định dạng: **[Mã lớp]-Lab1_NhomX.zip**

- Khuyến khích sinh viên báo cáo theo hình thức 1.

HẾT