

# **Chương 2.1:** **Multi-Protocol Label Switching** **(MPLS)**

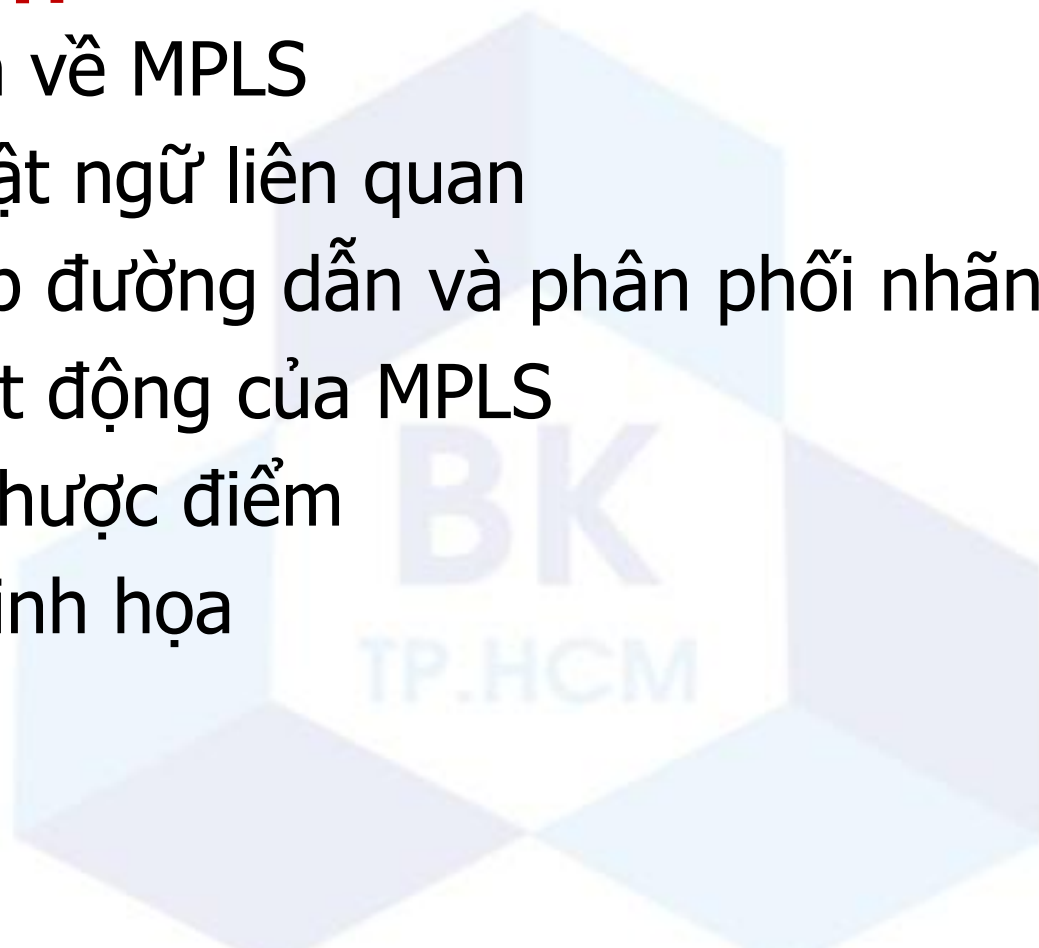
ThS. NGUYỄN CAO ĐẠT  
E-mail: dat@hcmut.edu.vn

TP.HCM

# Nội dung

---

- **Dẫn nhập**
- Căn bản về MPLS
- Các thuật ngữ liên quan
- Thiết lập đường dẫn và phân phối nhãn
- Các hoạt động của MPLS
- Ưu và nhược điểm
- Ví dụ minh họa



# Dẫn nhập

## ■ IP (Internet Protocol)

- Giao thức đầu tiên được xác định và được sử dụng để làm việc Internet toàn cầu
- Nhưng cũng có những nhược điểm

## ■ Các nhược điểm chính

- Không hướng kết nối
- Phần mào đầu IP lớn (ít nhất là 20 byte)
- Mỗi bộ định tuyến có quyết định chuyển tiếp độc lập dựa trên địa chỉ IP
- Định tuyến thực hiện chậm hơn so với chuyển mạch
- Giao thức định tuyến thường được thiết kế để lấy con đường ngắn nhất trên một vài metric.

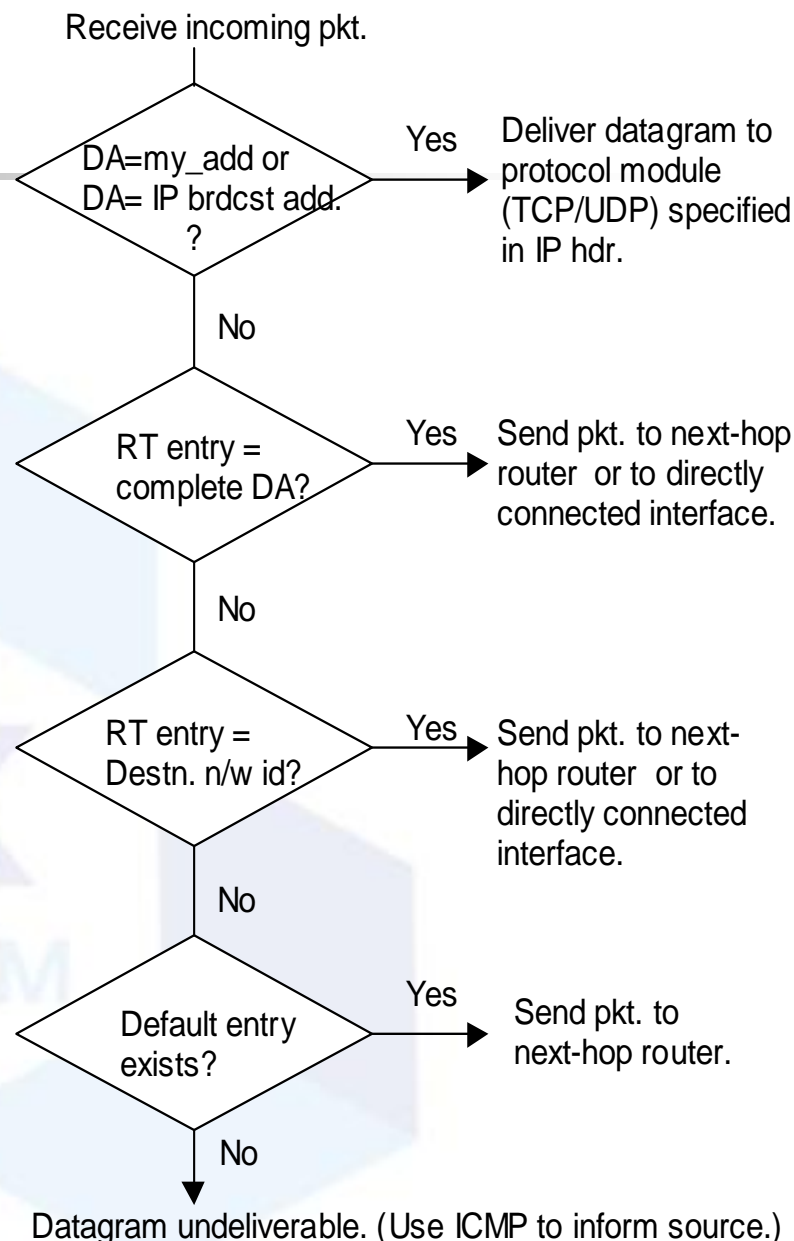
# Dẫn nhập (tt)

## ■ Định tuyến IP

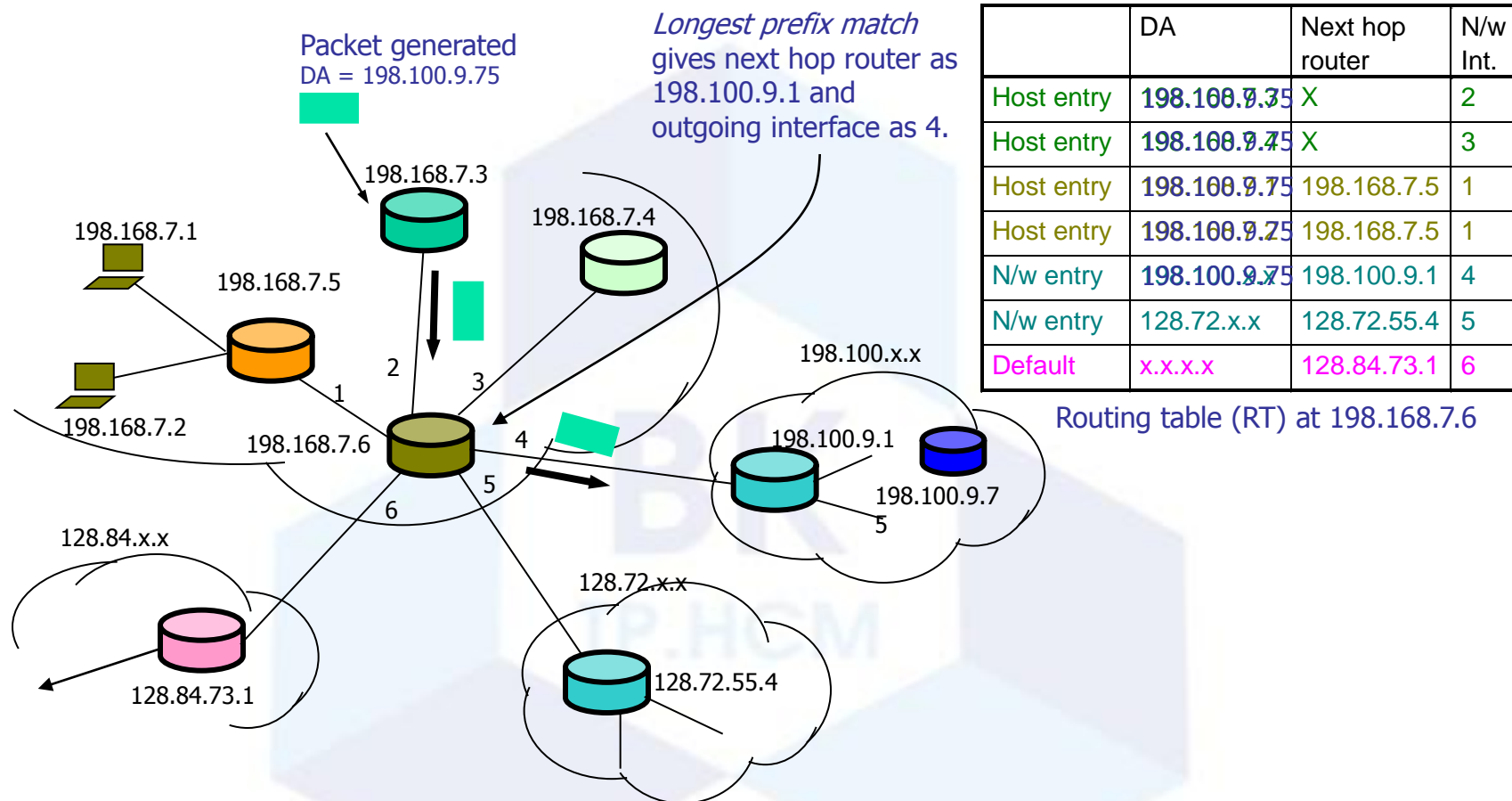
- Chuyển tiếp dựa trên địa chỉ đích đến (Destination address - DA)
- Sao trùng prefix dài nhất

## ■ Bảng định tuyến (Routing table – RT)

	DA	Next hop router	Network Interface
Host entry	198.168.7.3	X	2
Host entry	198.168.7.4	X	3
Host entry	198.168.7.1	198.168.7.5	1
Host entry	198.168.7.2	198.168.7.5	1
N/w entry	198.100.x.x	198.100.9.1	4
N/w entry	128.72.x.x	128.72.55.4	5
Default	x.x.x.x	128.84.73.1	6

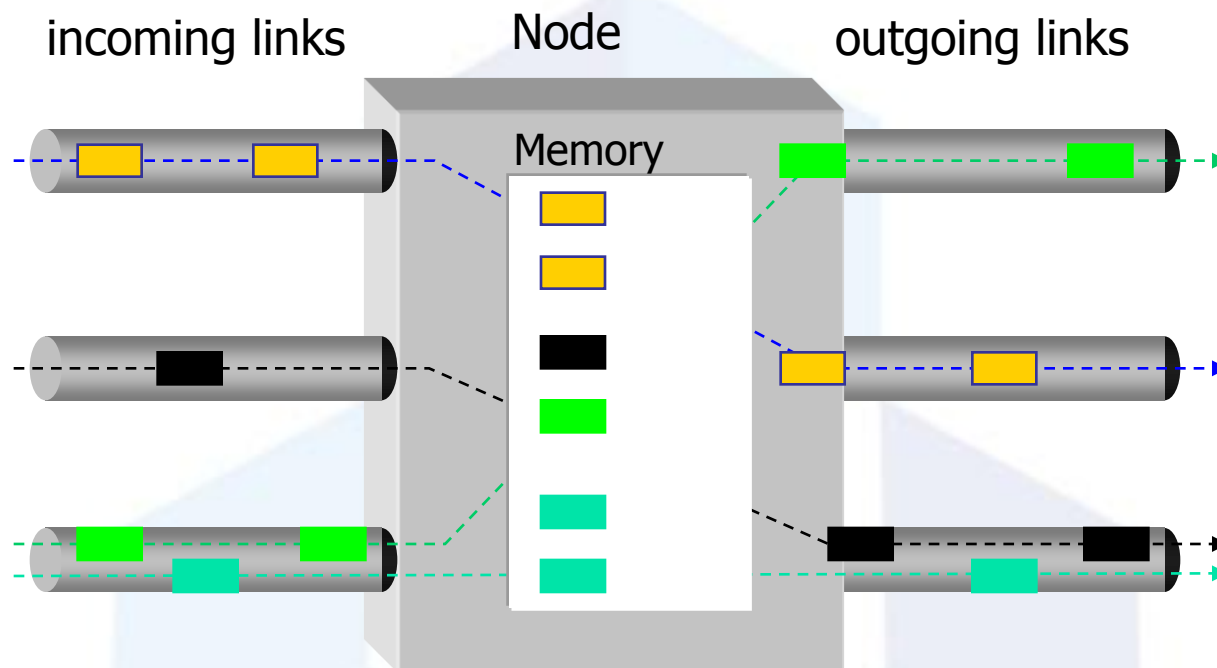


# Dẫn nhập (tt)



# Dẫn nhập (tt)

- Bộ định tuyến IP tốc độ cao ???



- Tra cứu địa chỉ IP đích đến cho mỗi gói
- Chuyển mạch và quản lý bộ đệm cho gói có kích thước thay đổi

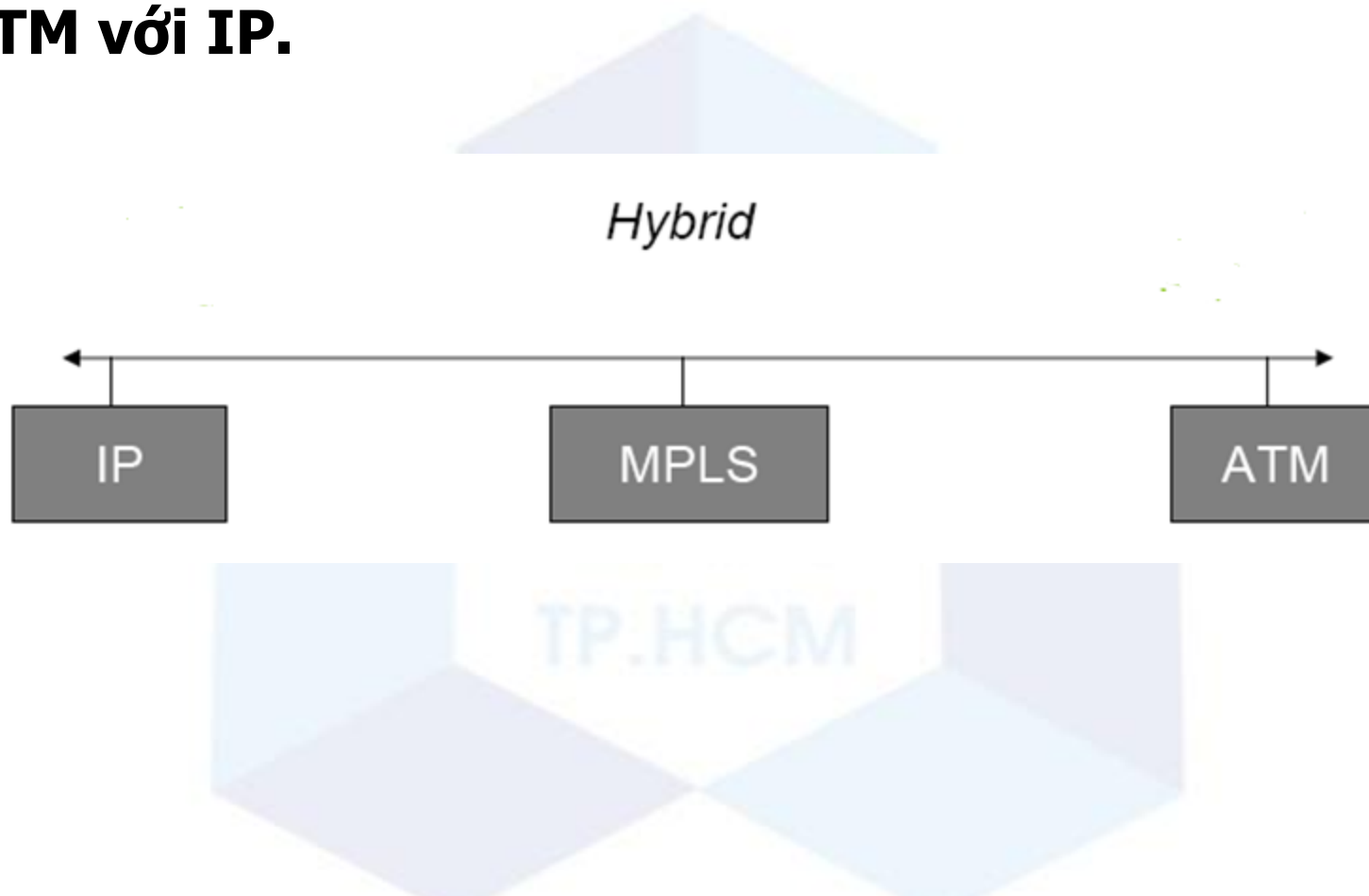
# Dẫn nhập (tt)

## ■ ATM(Asynchronous Transfer Mode)

- Chuẩn ITU standard cho kiến trúc mạng số dịch vụ tích hợp băng thông rộng(*Broadband Integrated Service Digital Network* architecture): 155Mbps đến 622 Mbps hoặc cao hơn
- Linh hoạt và hiệu quả → chuyển mạch gói hiệu suất cao → kích thước gói cố định
- Hỗ trợ đa dịch vụ (thoại, video, dữ liệu)
  - Chất lượng dịch vụ(QoS) đầu cuối đến đầu cuối
  - Mạng có hướng kết nối
  - Mạng mạch ảo
- Nhưng cũng có những nhược điểm
  - Phức tạp, giá thành cao
  - Không được chấp nhận rộng rãi

# Dẫn nhập (tt)

- Kết hợp thuật toán chuyển tiếp được sử dụng trong ATM với IP.

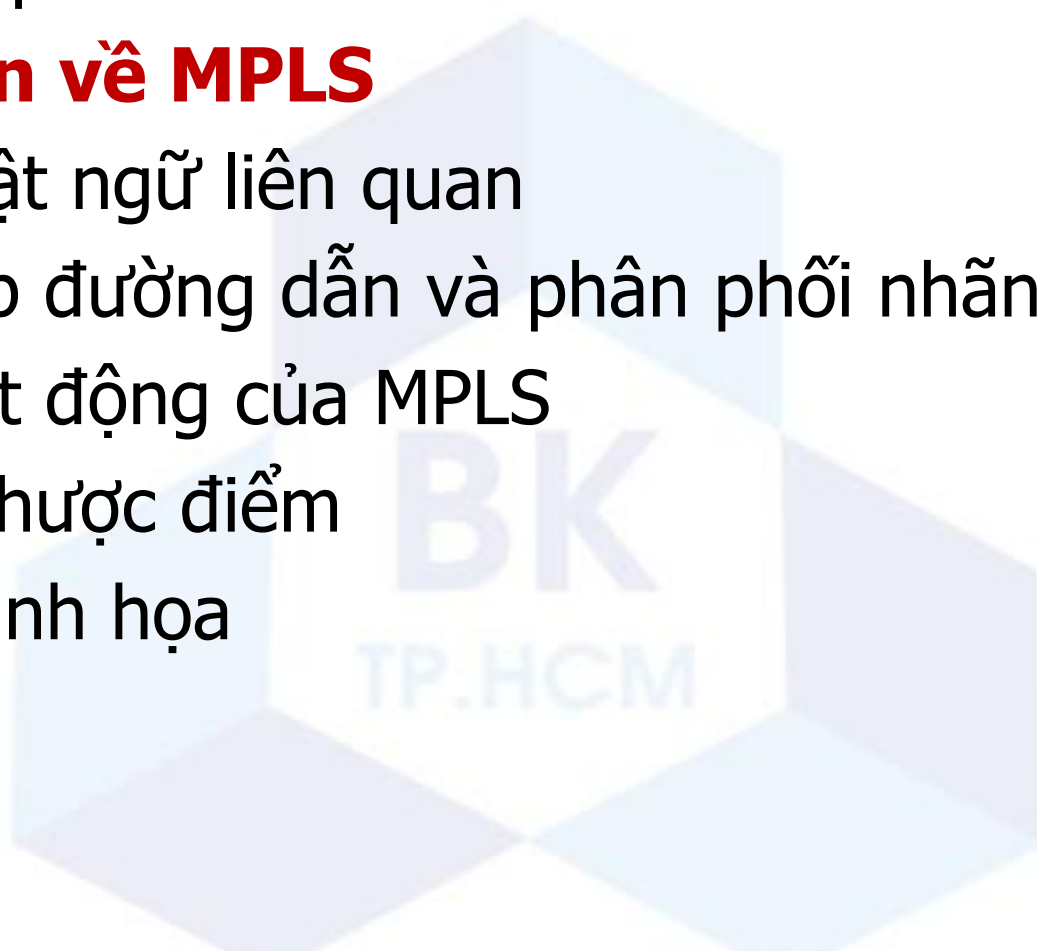




# Nội dung

---

- Dẫn nhập
- **Căn bản về MPLS**
- Các thuật ngữ liên quan
- Thiết lập đường dẫn và phân phối nhãn
- Các hoạt động của MPLS
- Ưu và nhược điểm
- Ví dụ minh họa



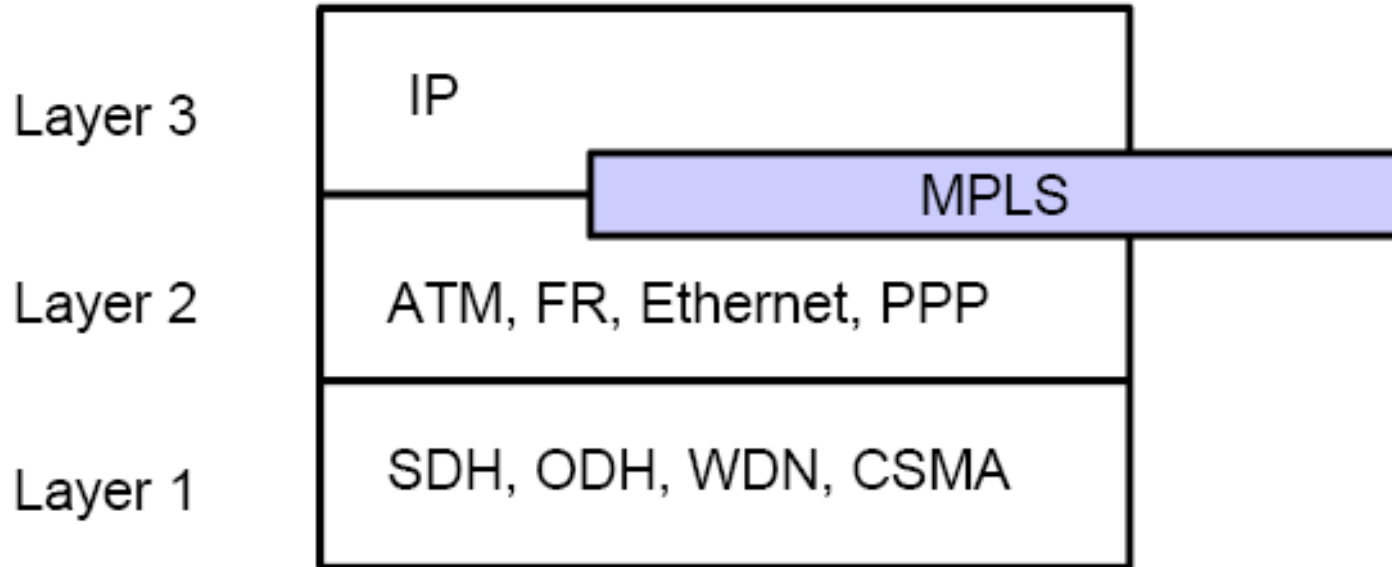
# Căn bản về MPLS

- **MPLS: Multi-Protocol Label Switching**
- Một lược đồ chuyển tiếp được thiết kế nhằm tăng tốc việc chuyển tiếp gói IP(RFC 3031)
- Đưa khái niệm mạch ảo vào IP
- **Mục đích**
  - Chất lượng dịch vụ (QoS)
  - Chuyển tiếp hiệu suất cao
  - Kỹ thuật giao thông (Traffic engineering)
  - Mạng riêng ảo (VPN – Virtual Private Network)

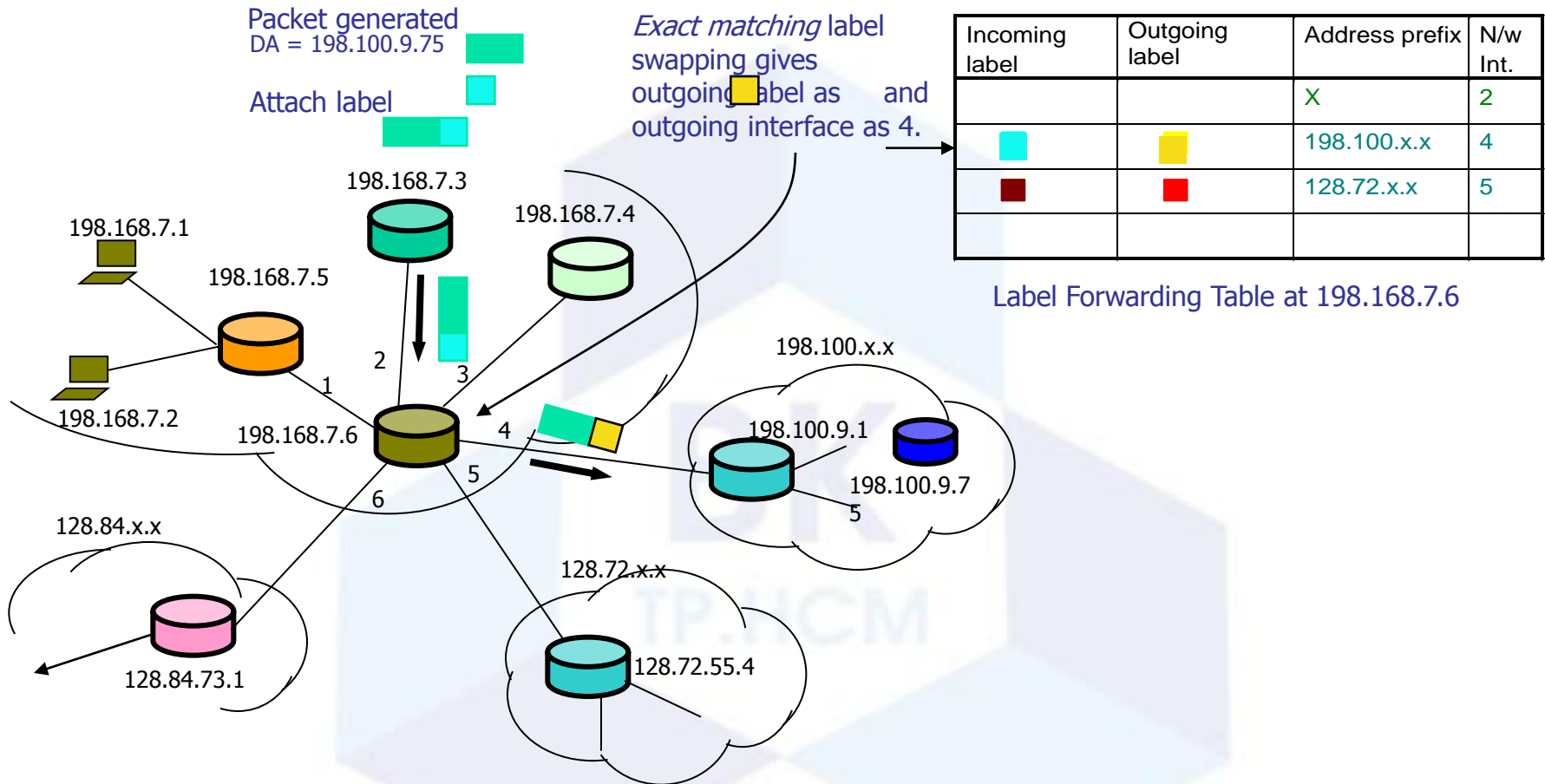
# Căn bản về MPLS (tt)

## ■ Vị trí

- MPLS được bố trí giữa tầng 2 và 3



# Căn bản về MPLS (tt)

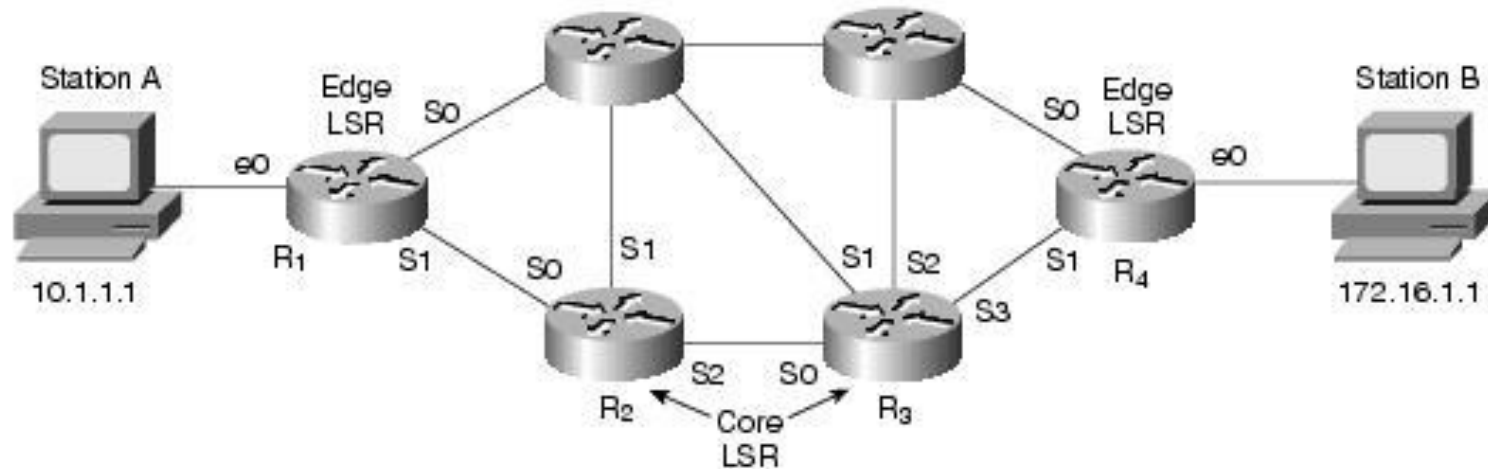


# Căn bản về MPLS (tt)

## ■ Các đặc điểm chính

- Một đường dẫn được thiết lập giữa hai điểm cuối
- Các gói tin được chia thành các lớp tương đương
- Mỗi lớp tương đương kết hợp với một nhãn
- Gói tin sẽ được đính kèm nhãn nói trên
- Nhãn(hơn là địa chỉ IP đích đến) được dùng để xác định node kế tiếp và nhãn kế tiếp

# Căn bản về MPLS (tt)



Router	Incoming label	Incoming interface	Destination network	Outgoing interface	Outgoing label
R <sub>1</sub>	—	e0	172.16.1	S1	6
R <sub>2</sub>	6	S0	172.16.1	S2	11
R <sub>3</sub>	11	S0	172.16.1	S3	7
R <sub>4</sub>	7	S1	172.16.1	e0	—

# Căn bản về MPLS (tt)

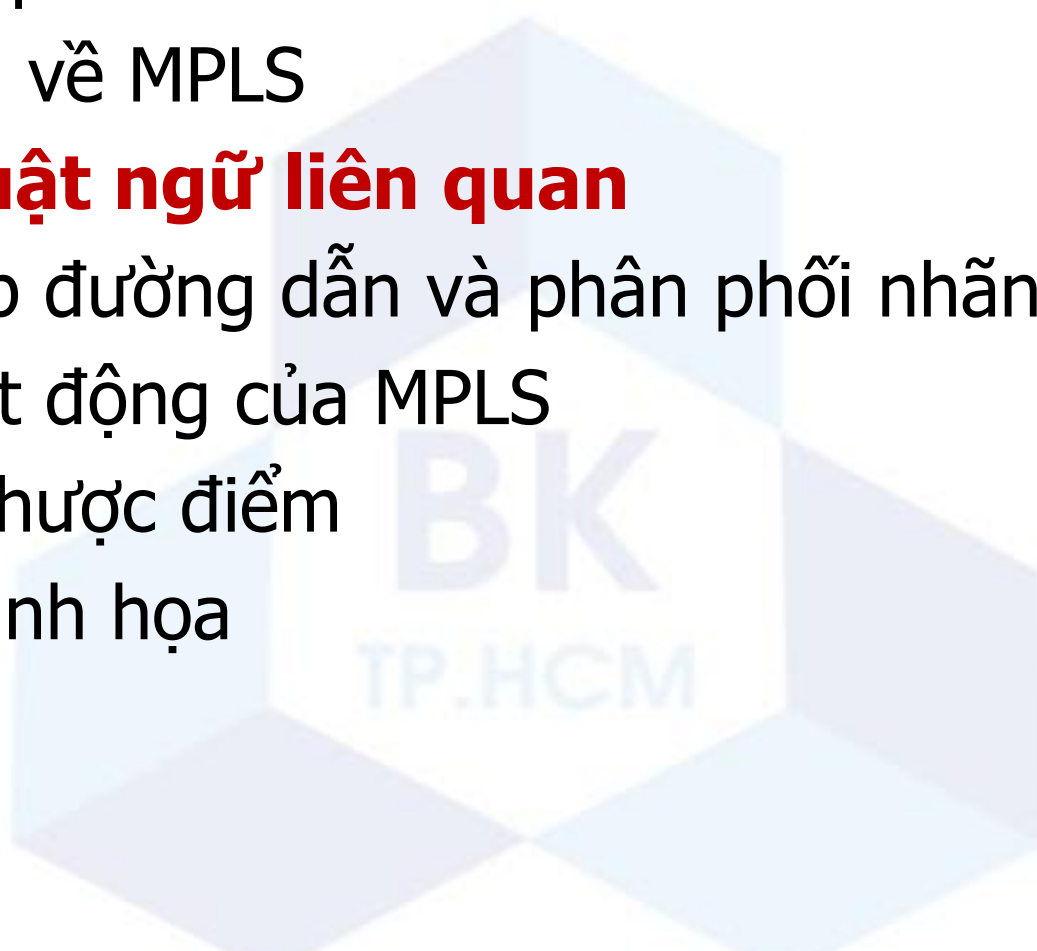
## ■ So sánh các cơ chế chuyển tiếp

	Forwarding	Control Protocols
Ethernet	Dest MAC address Exact match	Learning Spanning tree
IP	Dest IP address Longest prefix match	Routing protocol
MPLS	Label, Dest IP Address	Flexible signaling Routing Protocol

# Nội dung

---

- Dẫn nhập
- Căn bản về MPLS
- **Các thuật ngữ liên quan**
- Thiết lập đường dẫn và phân phối nhãn
- Các hoạt động của MPLS
- Ưu và nhược điểm
- Ví dụ minh họa

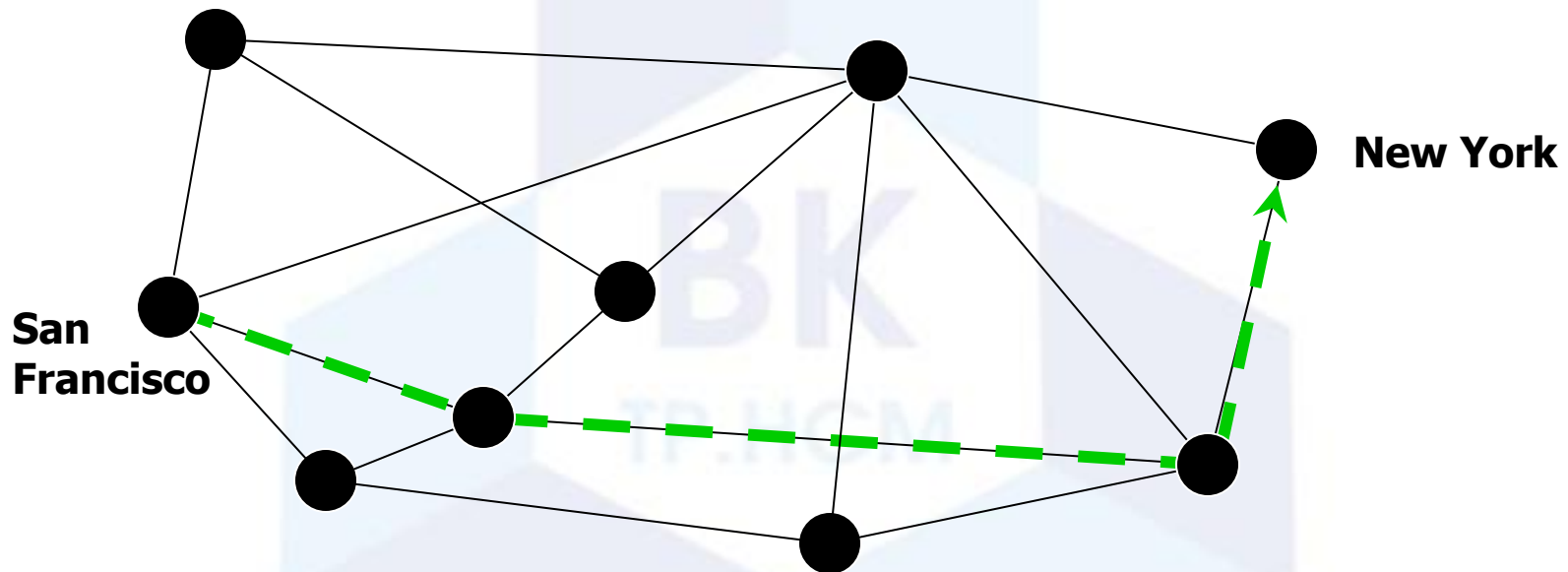




# Các thuật ngữ liên quan

## ■ Đường chuyển mạch nhãn

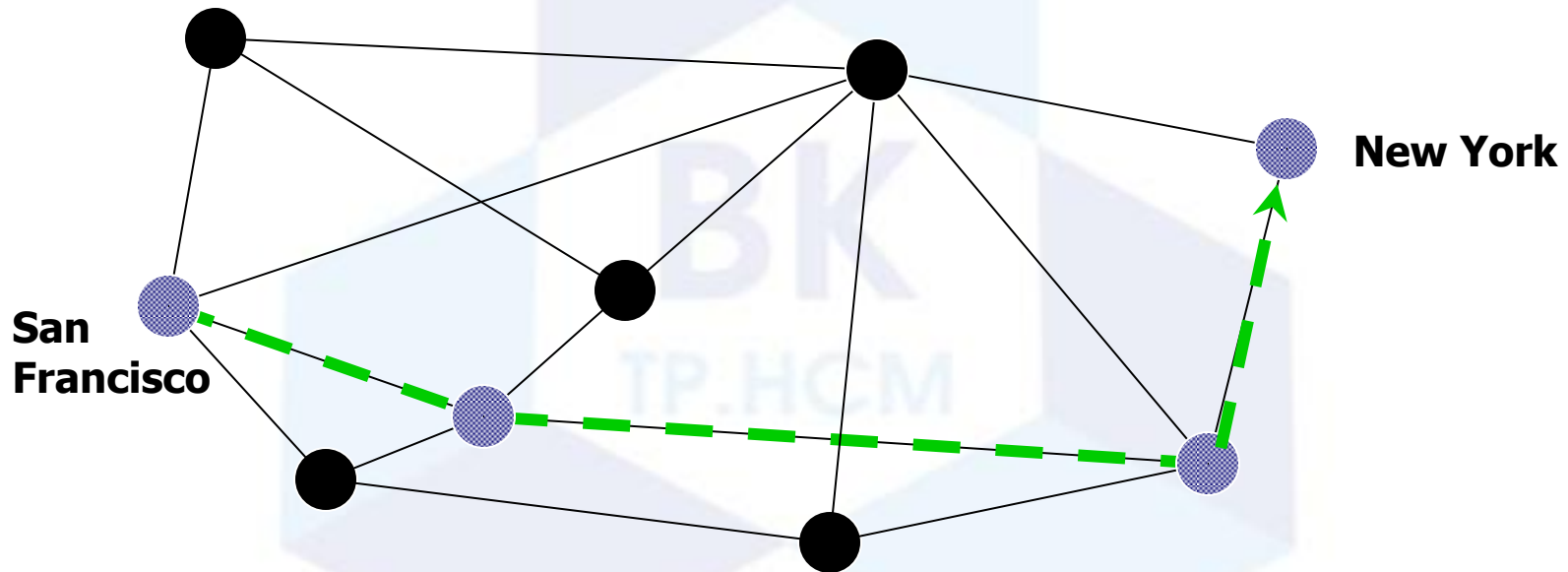
- Label-switched path (LSP)
- Đường đơn đi qua nội mạng



# Các thuật ngữ liên quan(tt)

## ■ Bộ định tuyến chuyển nhãn

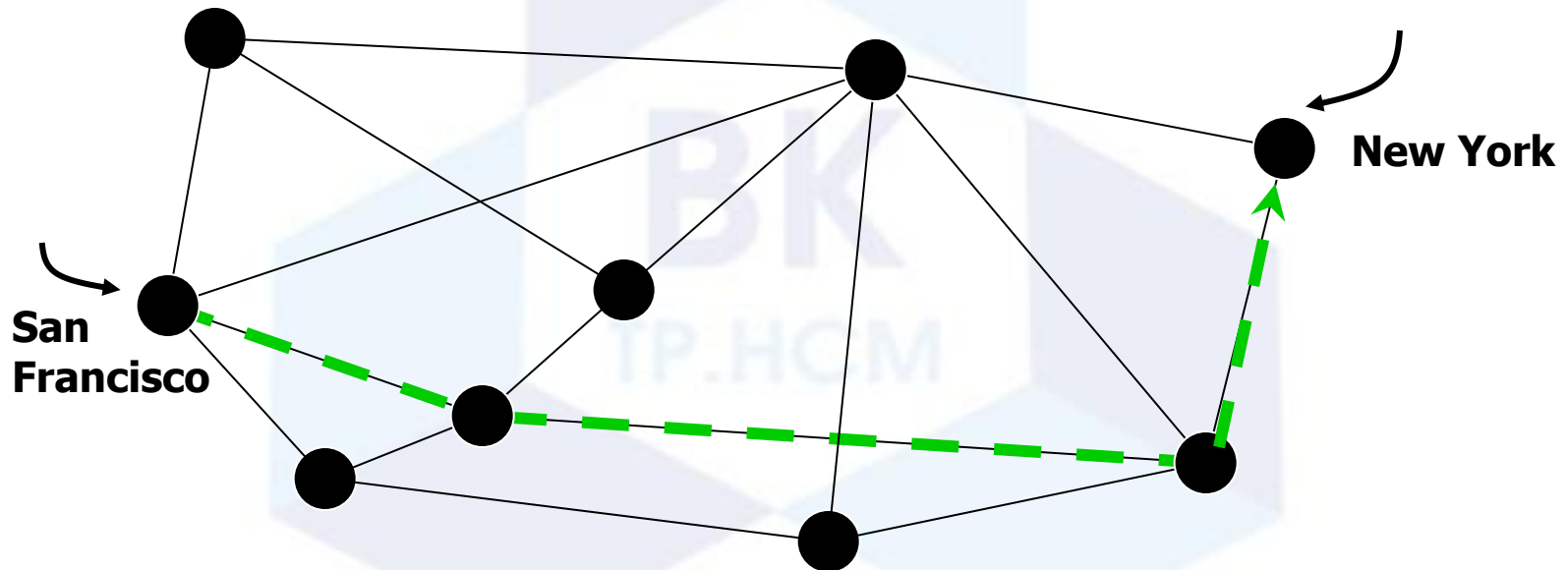
- Label-switching router(LSR)
- Chuyển tiếp gói MPLS
- Thiết lập LSP



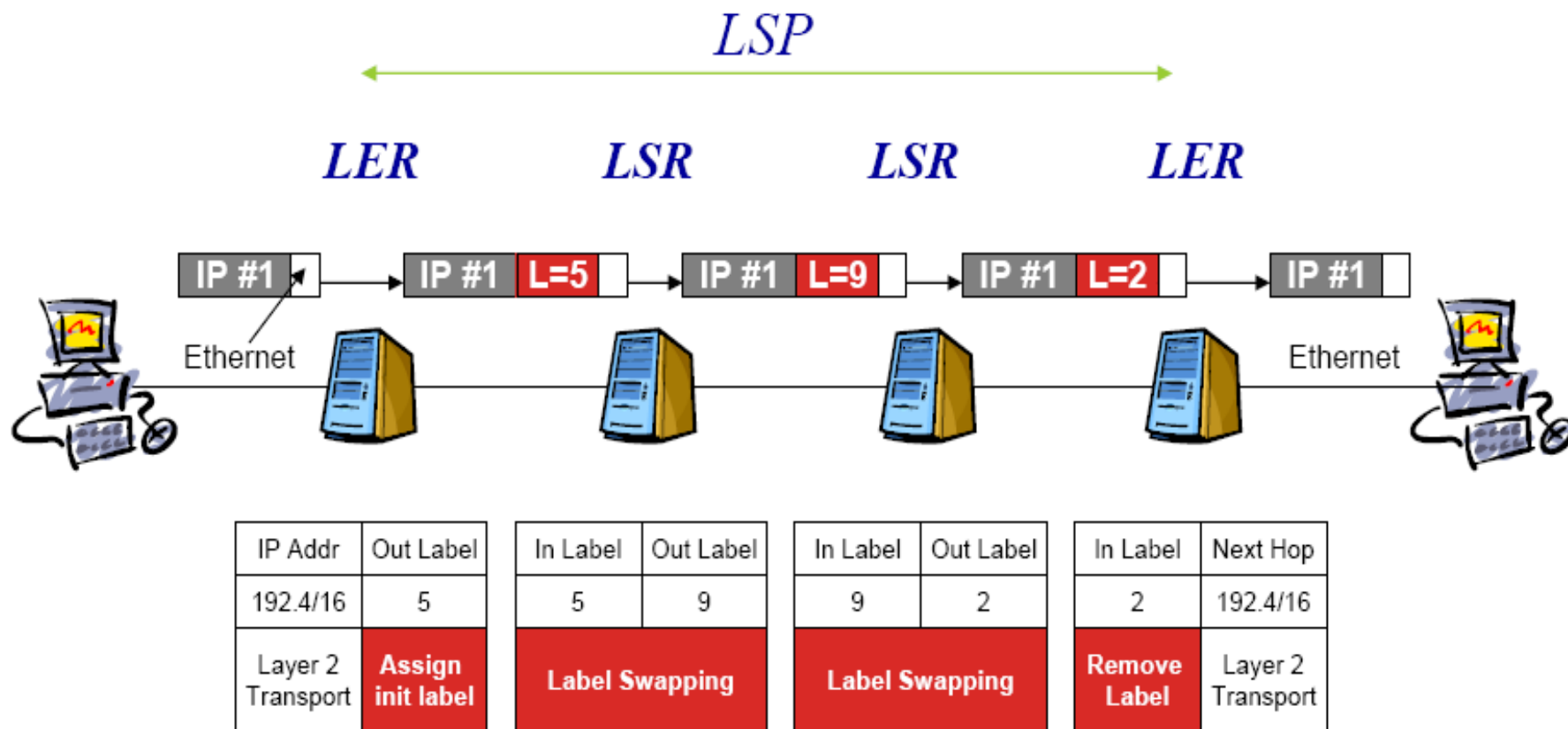
# Các thuật ngữ liên quan(tt)

## ■ Bộ định tuyến cạnh nhãn

- Label Edge Router (LER)
- Các bộ định tuyến vào và ra của LSP
- Thực hiện các thao tác push, pop phần mào đầu MPLS



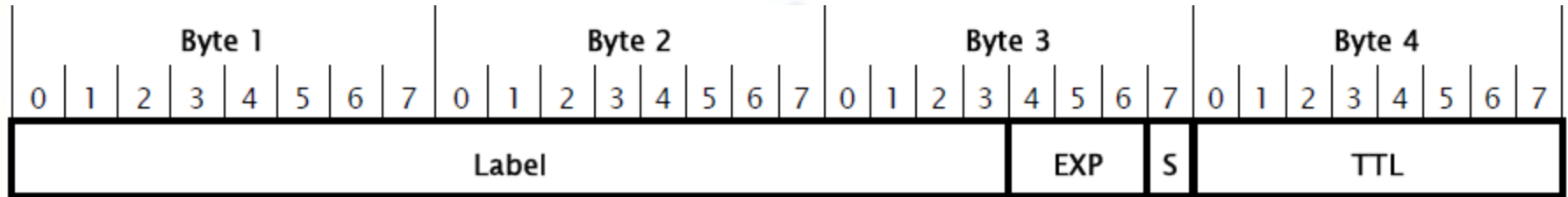
# Các thuật ngữ liên quan(tt)



“ROUTE AT EDGE, SWITCH IN CORE”

# Các thuật ngữ liên quan(tt)

## ■ Định dạng nhãn MPLS

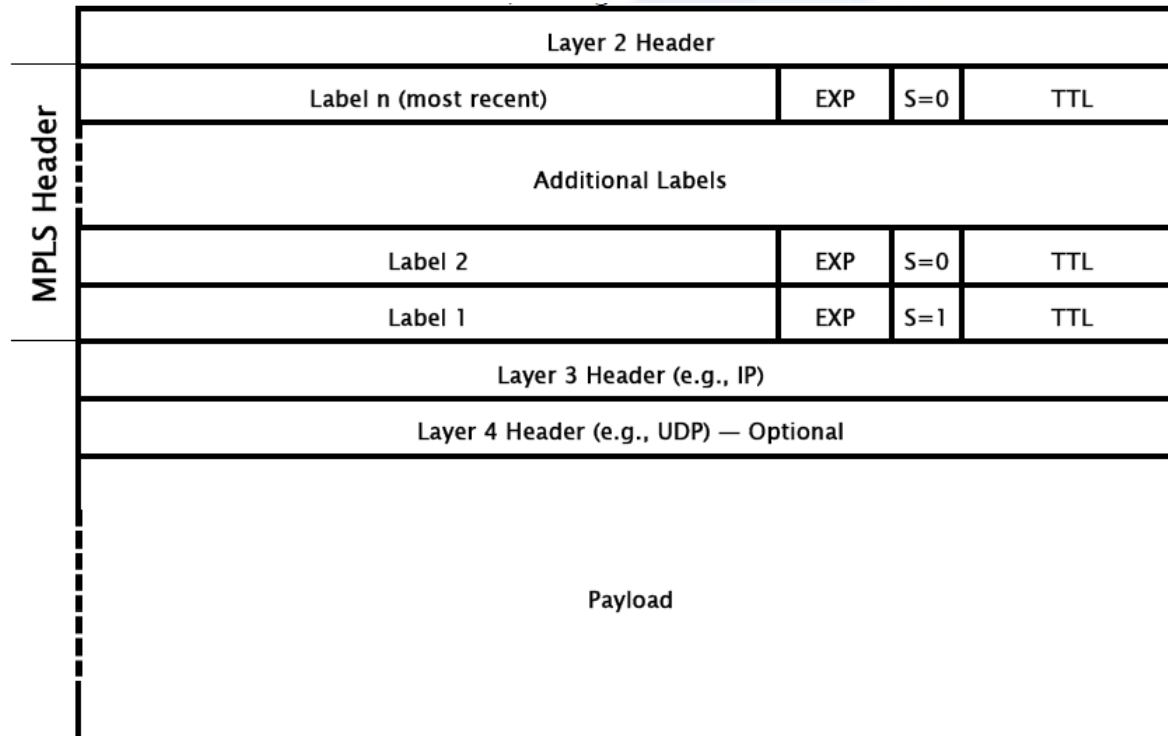


- Nhãn: 20 bits
- Thử nghiệm: 3 bits, phân lớp dịch vụ
- Bit xếp chồng
- Thời gian sống (TTL - Time to live): 8 bits

# Các thuật ngữ liên quan(tt)

## ■ Gói MPLS (MPLS packet)

- Gói IP được đóng gói trong gói MPLS

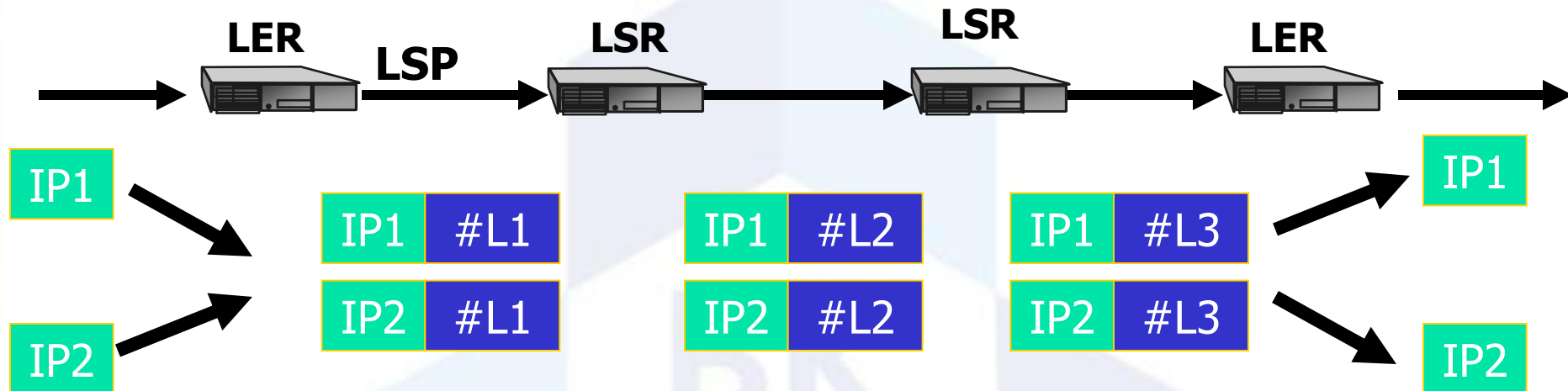


- Gói IP được khôi phục ở cuối LSP, TTL cũng vậy

# Các thuật ngữ liên quan(tt)

## ■ Lớp chuyển tiếp tương đương

### ■ Forwarding Equivalence Classes

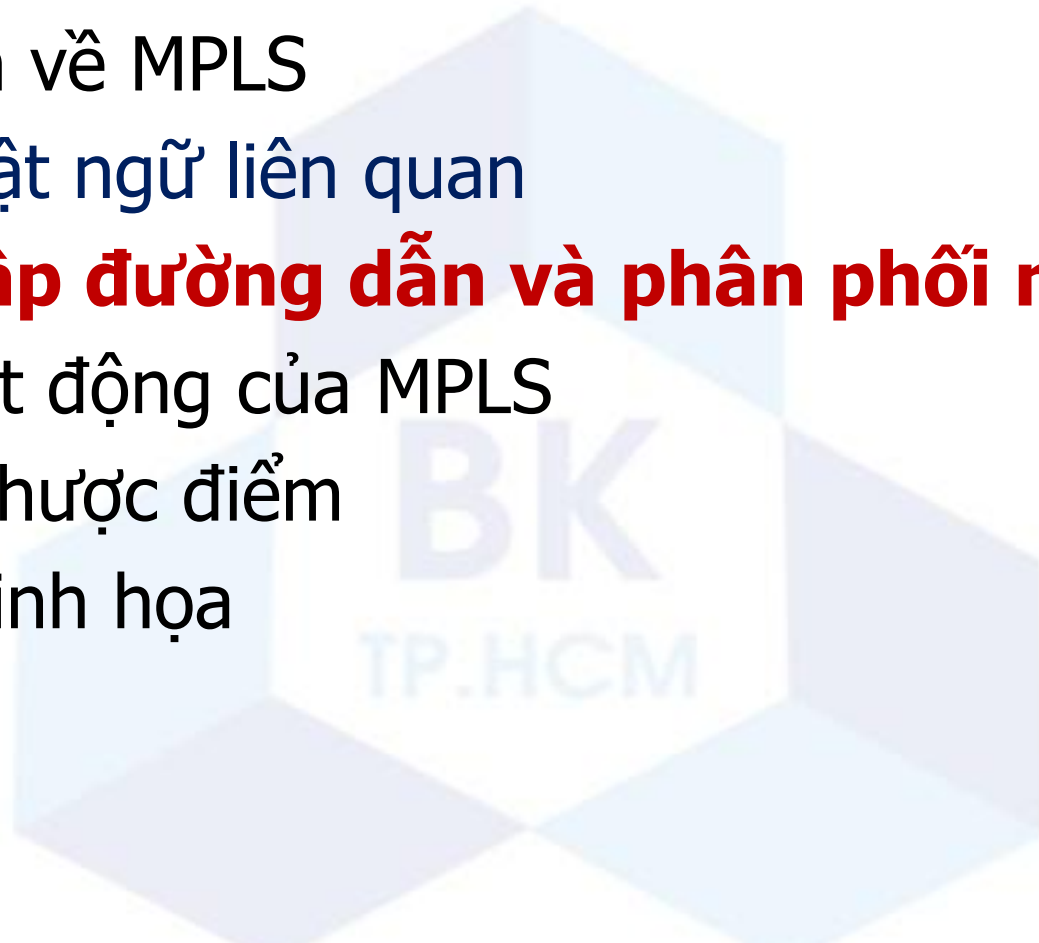


- FEC = “Một tập các gói được đối xử theo cùng một cách bởi một bộ định tuyến”
- Khái niệm về FECs cung cấp tính linh hoạt và khả năng mở rộng.

# Nội dung

---

- Dẫn nhập
- Căn bản về MPLS
- Các thuật ngữ liên quan
- **Thiết lập đường dẫn và phân phối nhãn**
- Các hoạt động của MPLS
- Ưu và nhược điểm
- Ví dụ minh họa



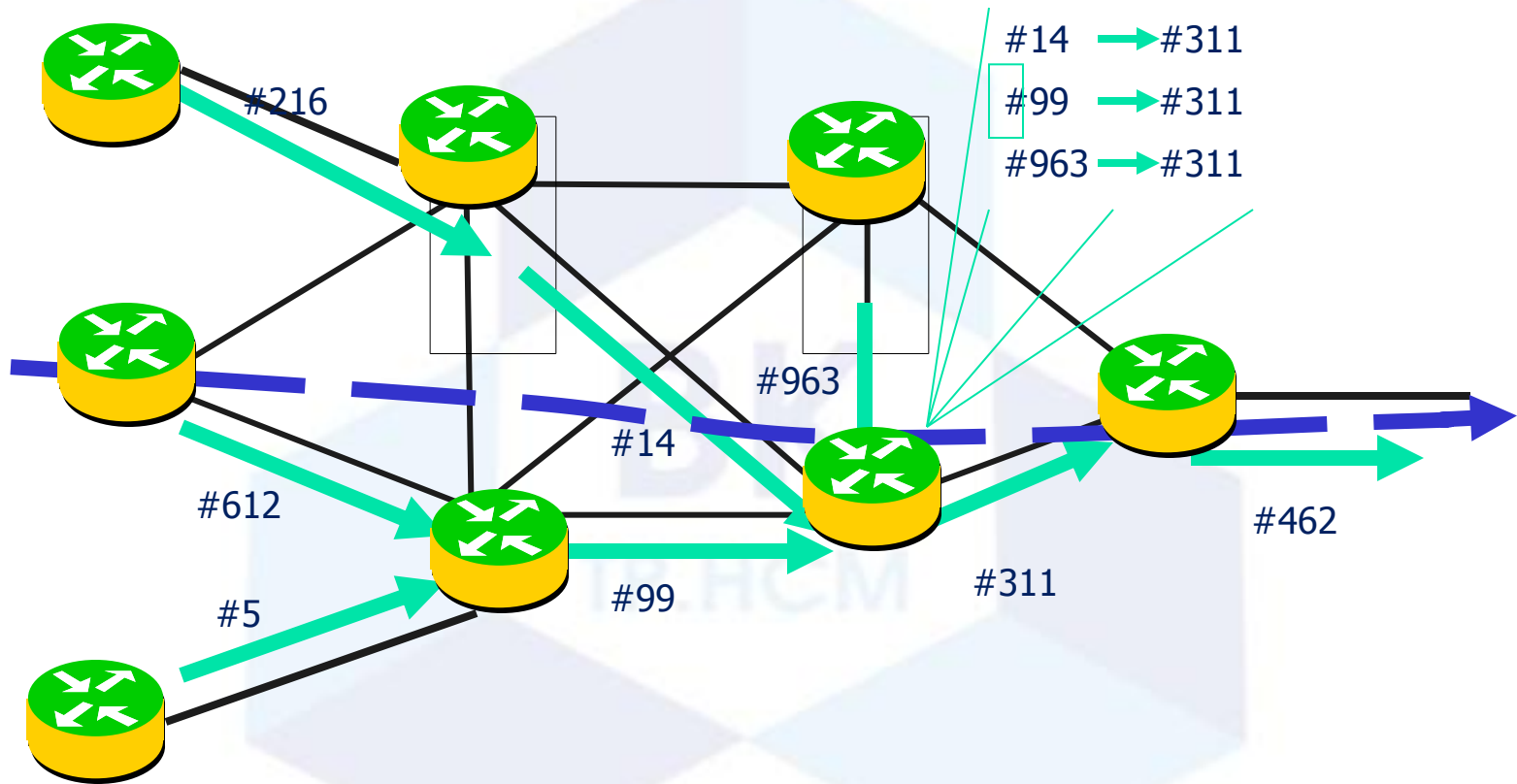


# Thiết lập đường dẫn và phân phối nhãn

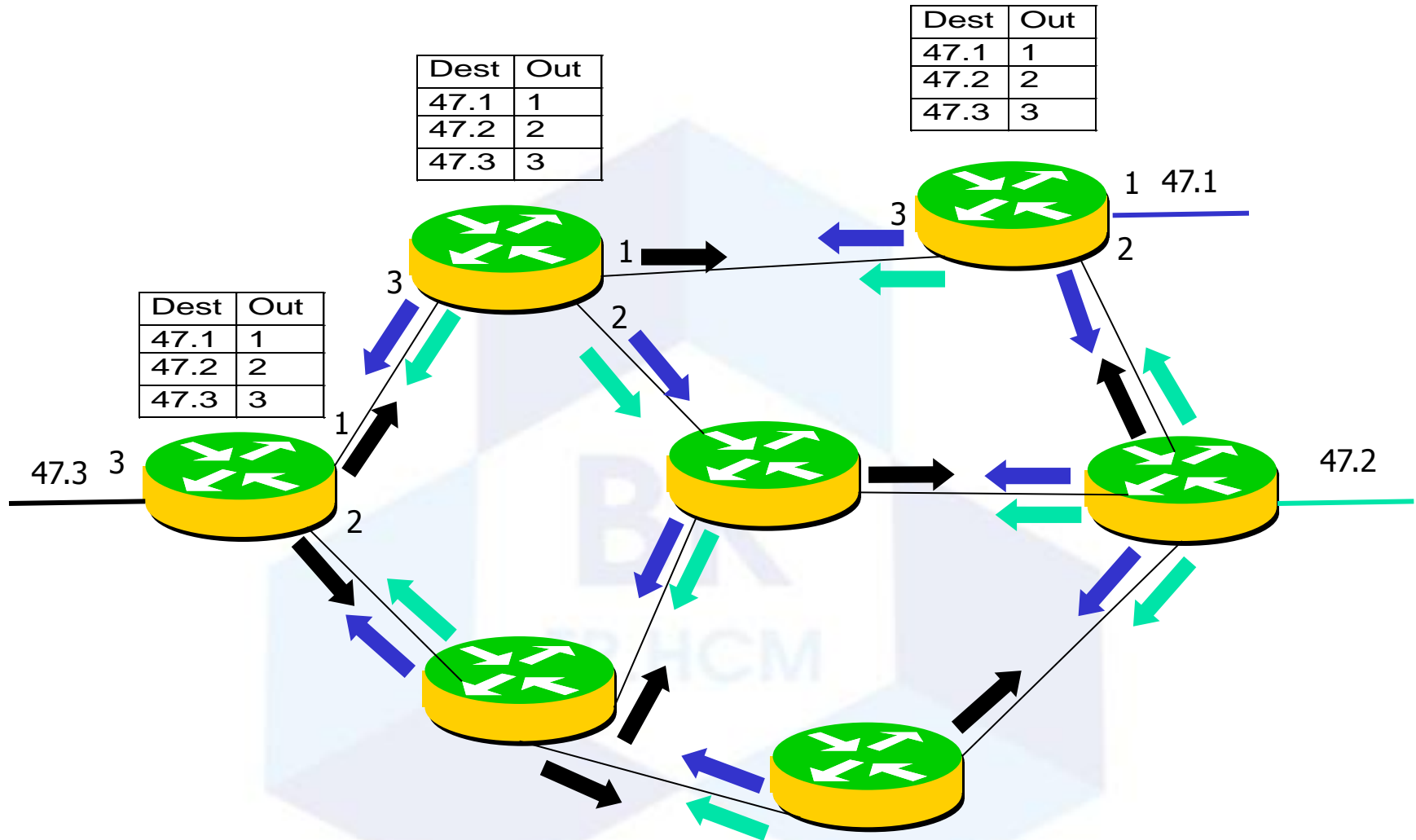
## ■ Thiết lập đường dẫn

- MPLS cung cấp hai tùy chọn để thiết lập một LSP
  - Định tuyến hop-by-hop
    - Mỗi LSR lựa chọn hop tiếp theo cho một FEC nhất định.
    - Các LSR hỗ trợ nhiều giao thức định tuyến có sẵn.
  - Định tuyến rõ
    - Tương tự định tuyến từ nguồn
    - LSR đầu tiên xác định danh sách các node đi qua.
- Các thiết lập LSP cho một FEC là một chiều.
- Lưu lượng truy cập trở lại phải LSP khác.

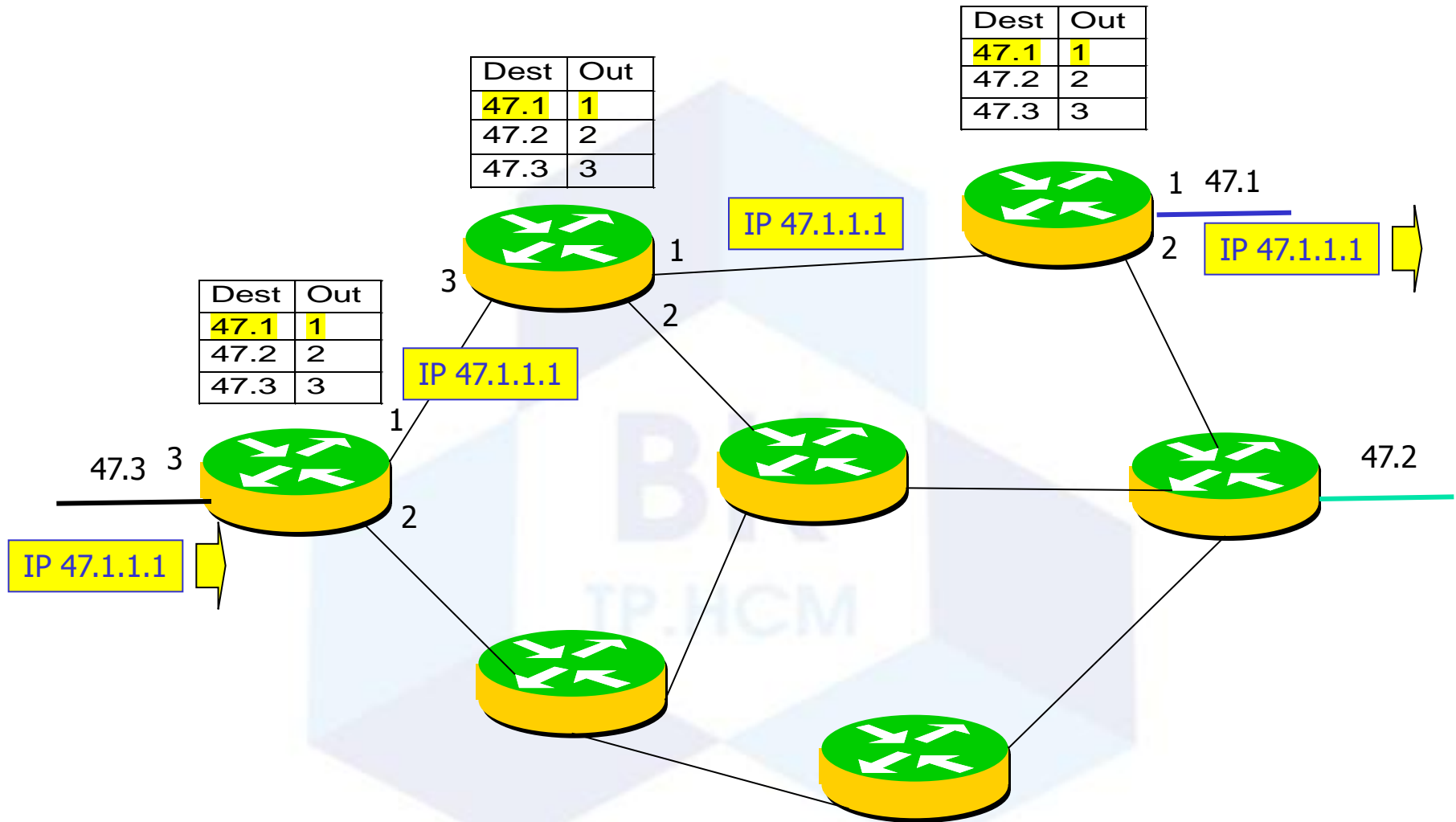
# Thiết lập LSP dựa trên định tuyến hop-by-hop



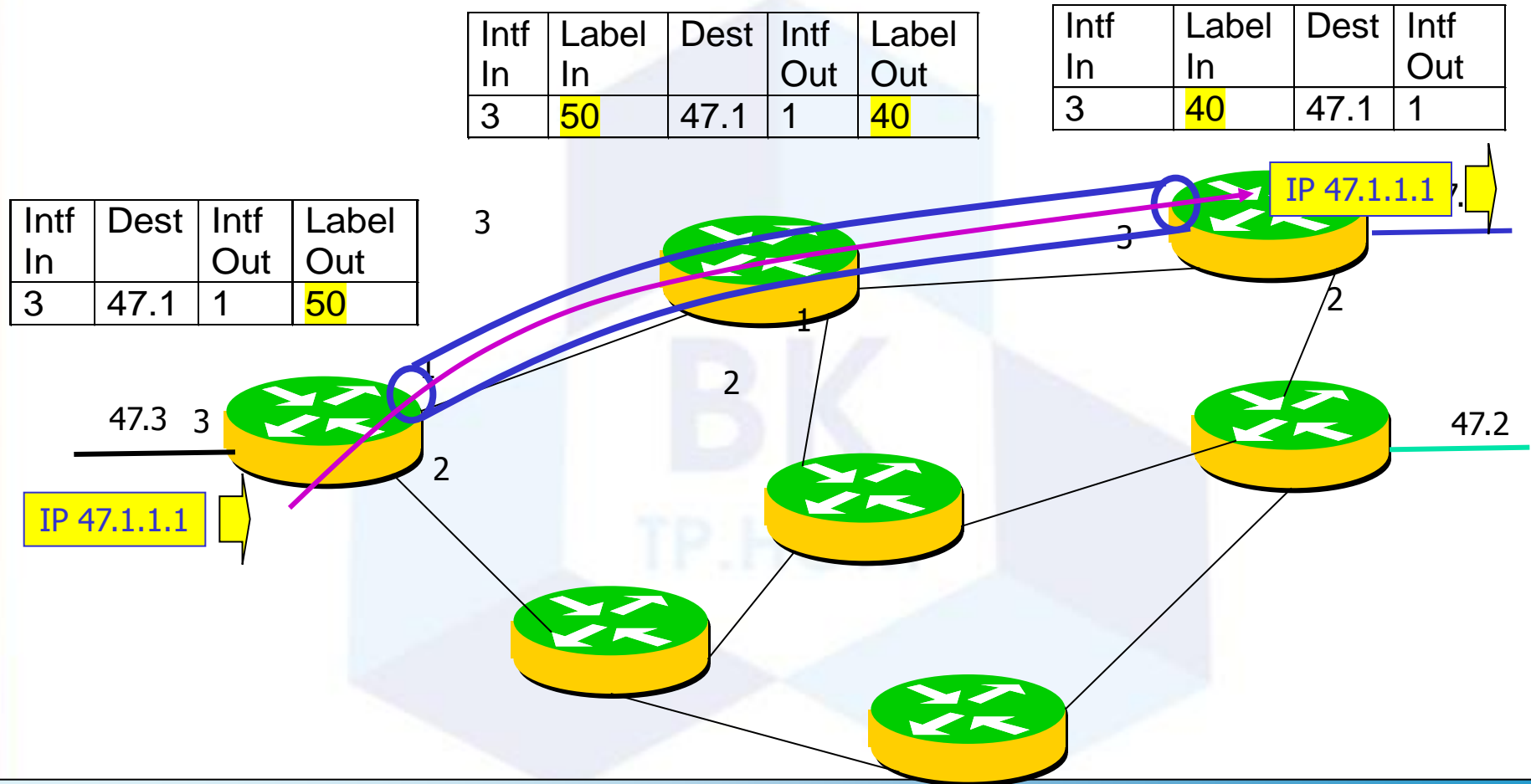
# MPLS được xây dựng trên IP



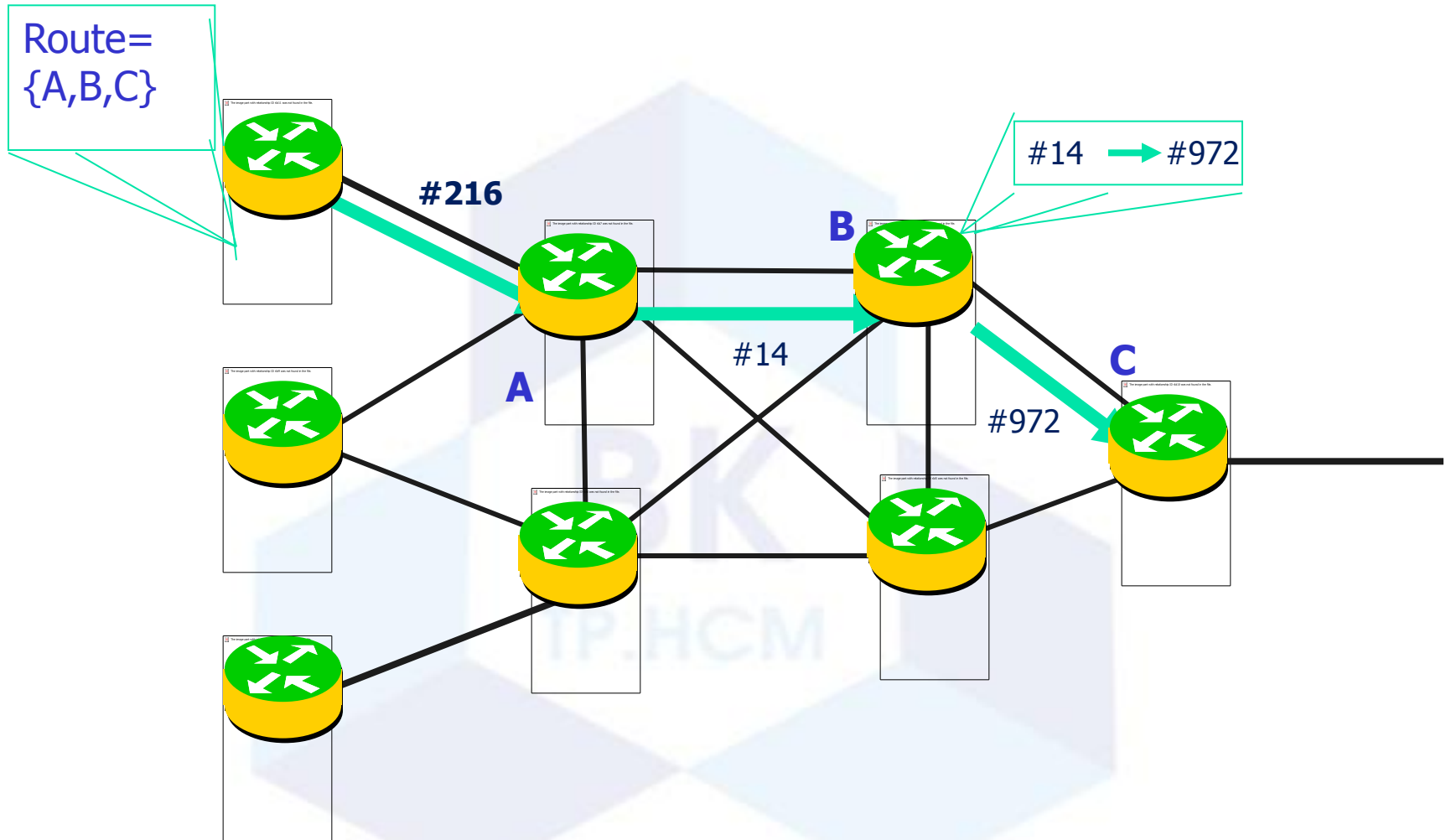
# Chuyển tiếp trong IP



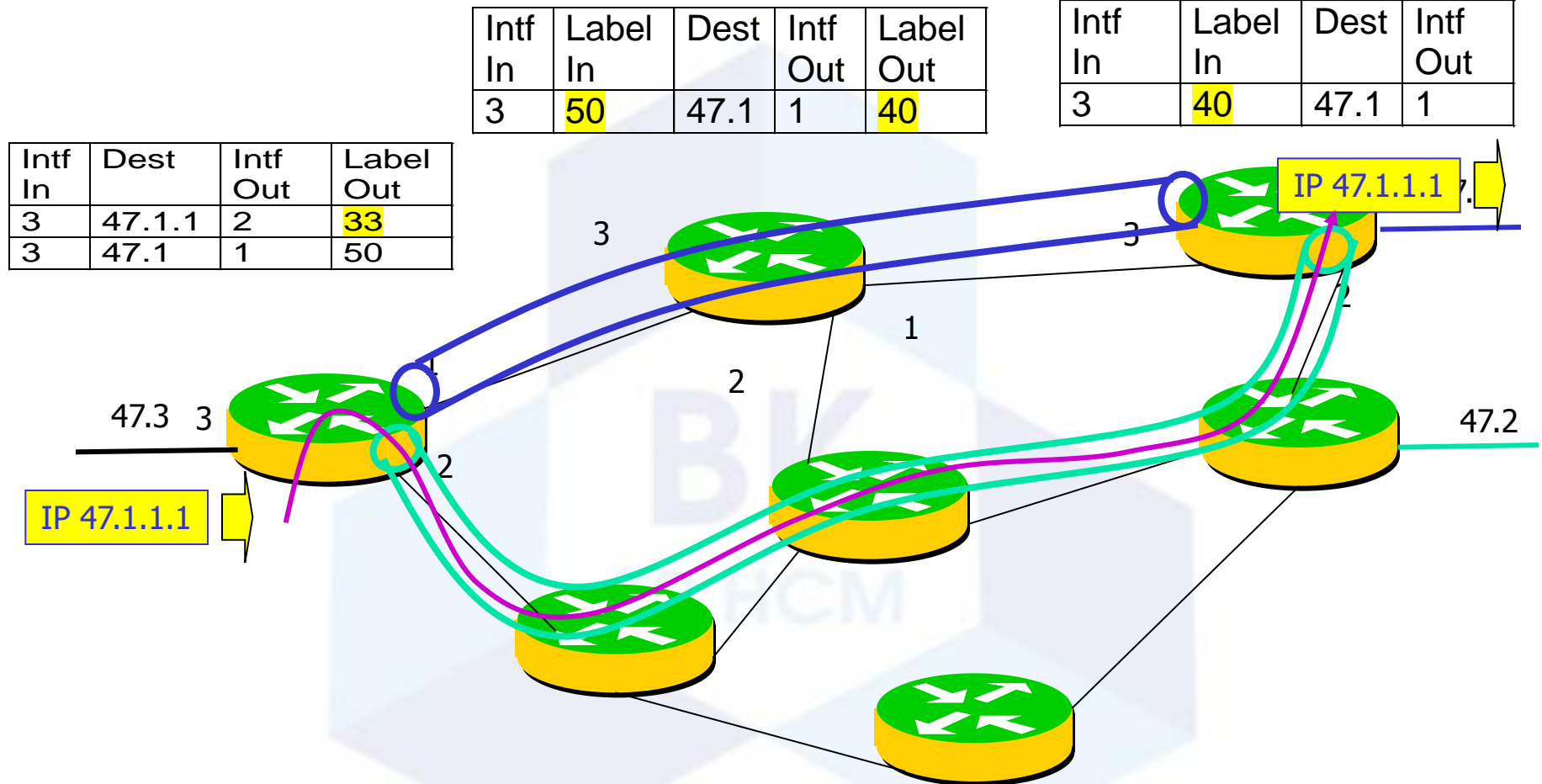
# Label Switched Path (LSP) trên IP



# Định tuyến rõ



# Định tuyến rõ trên IP



# Thiết lập đường dẫn và phân phối nhãn (tt)

## ■ Phân phối nhãn

- MPLS không xác định một phương pháp duy nhất để phân phối nhãn
- BGP đã được tăng cường để bổ sung thông tin nhãn trong nội dung của giao thức
- RSVP cũng được mở rộng để hỗ trợ trao đổi bổ sung thông tin nhãn.
- IETF cũng đã định nghĩa một giao thức mới được gọi là giao thức phân phối nhãn (Label Distribution Protocol - LDP) cho việc phân phối nhãn
- Các mở rộng của giao thức LDP cũng được xác định để hỗ trợ định tuyến rõ dựa trên các yêu cầu chất lượng dịch vụ.



# Thiết lập đường dẫn và phân phối nhãn (tt)

## ■ Giao thức phân phối nhãn

- Label Distribution Protocol (LDP)
- Một giao thức tầng ứng dụng cho việc phân phối nhãn đến các LSR.
- Được dùng để ánh xạ các FEC đến các nhãn lần lượt để tạo LSP.
- Các phiên LDP được thiết lập giữa các peer LDP trong mạng MPLS (không nhất thiết phải liền kề).
- Đôi khi sử dụng OSPF hoặc BGP.

# Thiết lập đường dẫn và phân phối nhãn (tt)

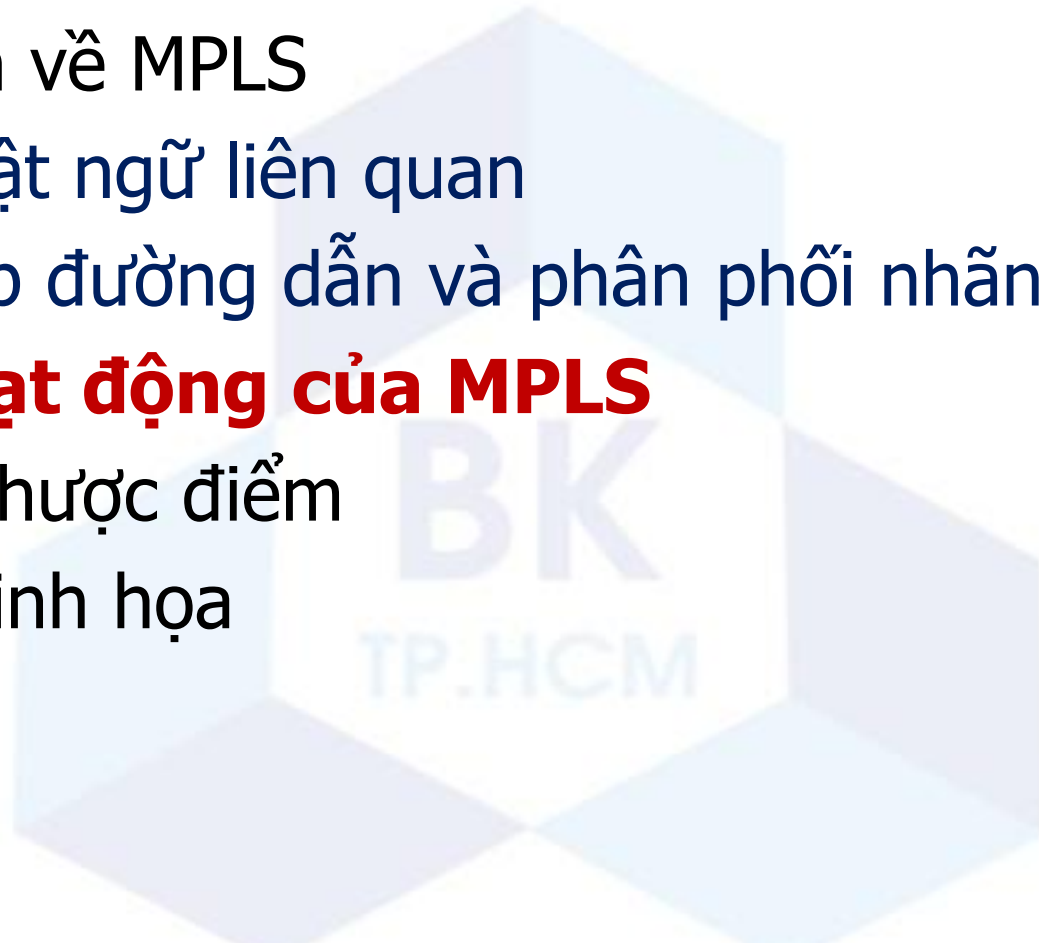
## ■ Các loại thông điệp LDP

- Discovery : thông báo và duy trì sự hiện diện của một LSR trong mạng
- Session: Thiết lập, duy trì, kết thúc các phiên làm việc giữa các peer LDP
- Advertisement: Tạo, thay đổi, xoác các nhãn ánh xạ cho các FEC
- Notification: cung cấp thông tin tư vấn và thông tin lỗi

# Nội dung

---

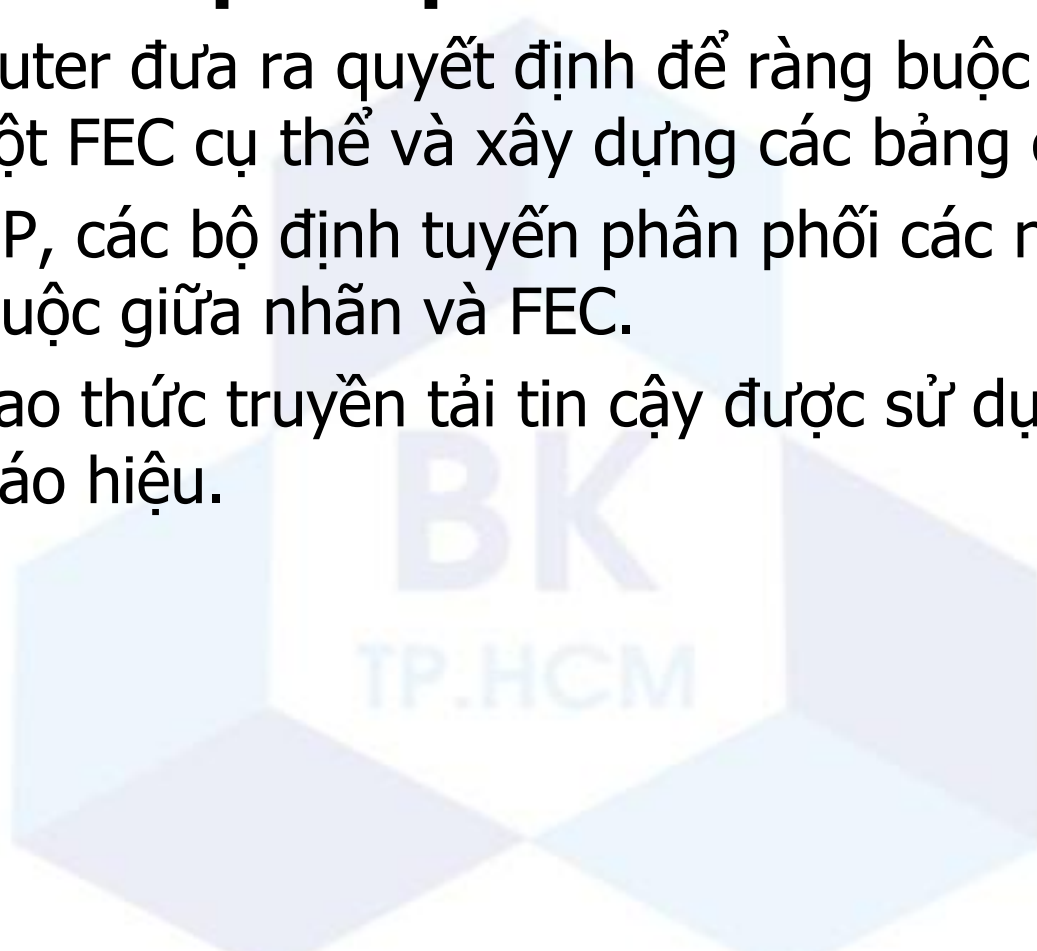
- Dẫn nhập
- Căn bản về MPLS
- Các thuật ngữ liên quan
- Thiết lập đường dẫn và phân phối nhãn
- **Các hoạt động của MPLS**
- Ưu và nhược điểm
- Ví dụ minh họa



# Các hoạt động của MPLS

## ■ Tạo nhãn và phân phối nhãn

- Các router đưa ra quyết định để ràng buộc một nhãn cho một FEC cụ thể và xây dựng các bảng của chúng.
- Với LDP, các bộ định tuyến phân phối các nhãn và các ràng buộc giữa nhãn và FEC.
- Một giao thức truyền tải tin cậy được sử dụng cho giao thức báo hiệu.



# Các hoạt động của MPLS (tt)

## ■ Tạo bảng

- Khi nhận được cam kết ràng buộc nhãn, mỗi LSR tạo ra các mục trong LIB (label information base).
- Nội dung của bảng sẽ định nghĩa ánh xạ giữa một nhãn và một FEC, ánh xạ giữa cổng vào và nhãn đầu vào đến cổng đầu ra và nhãn đầu ra.
- Các mục này được cập nhật bất cứ khi nào đàm phán lại các ràng buộc nhãn xảy ra.

## ■ Tạo LSP

- Các LSP được tạo ra theo hướng ngược lại để tạo ra các mục trong LIB.

# Các hoạt động của MPLS (tt)

## ■ Ví dụ LIB

Input Port	Incoming Port Label	Output Port	Outgoing Port Label
1	3	3	6
2	9	1	7

# Các hoạt động của MPLS (tt)

DA	Next hop router	N/w Int.
128.89.10.x	198.168.7.6	1
179.69.x.x	198.168.7.6	1

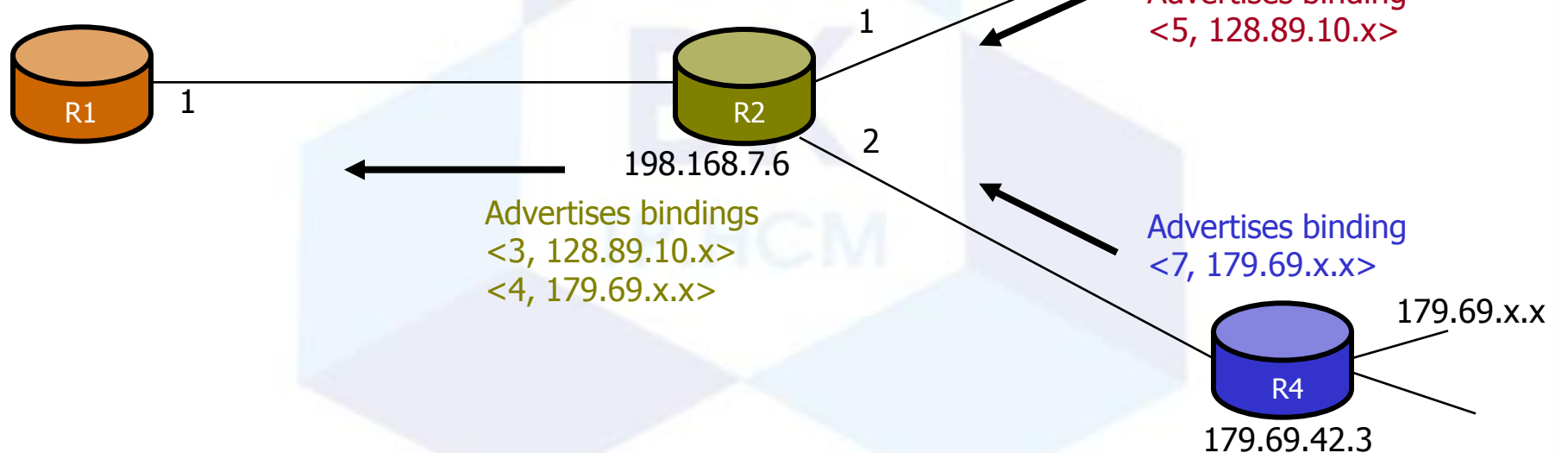
In label	Out label	Address Prefix	N/w Int.
X	3	128.89.10.x	1
X	4	179.69.x.x	1

DA	Next hop router	N/w Int.
128.89.10.x	128.89.10.1	1
179.69.x.x	179.69.42.3	2

In label	Out label	Address Prefix	N/w Int.
3	5	128.89.10.x	1
4	7	179.69.x.x	2

Routing Table

Label Table



# Các hoạt động của MPLS (tt)

## ■ Chuyển tiếp gói

- LER tiếp nhận có thể không có bất kỳ nhãn cho gói tin này vì nó xuất hiện lần đầu.
- Trong một mạng IP, nó sẽ tìm thấy địa chỉ phù hợp nhất để tìm ra LSR kết tiếp.
- LSR sẽ bắt đầu yêu cầu nhãn đối với LSR kế tiếp.
- Mỗi bộ định tuyến trung gian sẽ nhận được một nhãn từ bộ định tuyến LER đầu ra và đi ngược đến LSR đầu tiên. Các thiết lập LSP được chỉ định bằng cách sử dụng LDP hoặc bất kỳ giao thức báo hiệu khác.

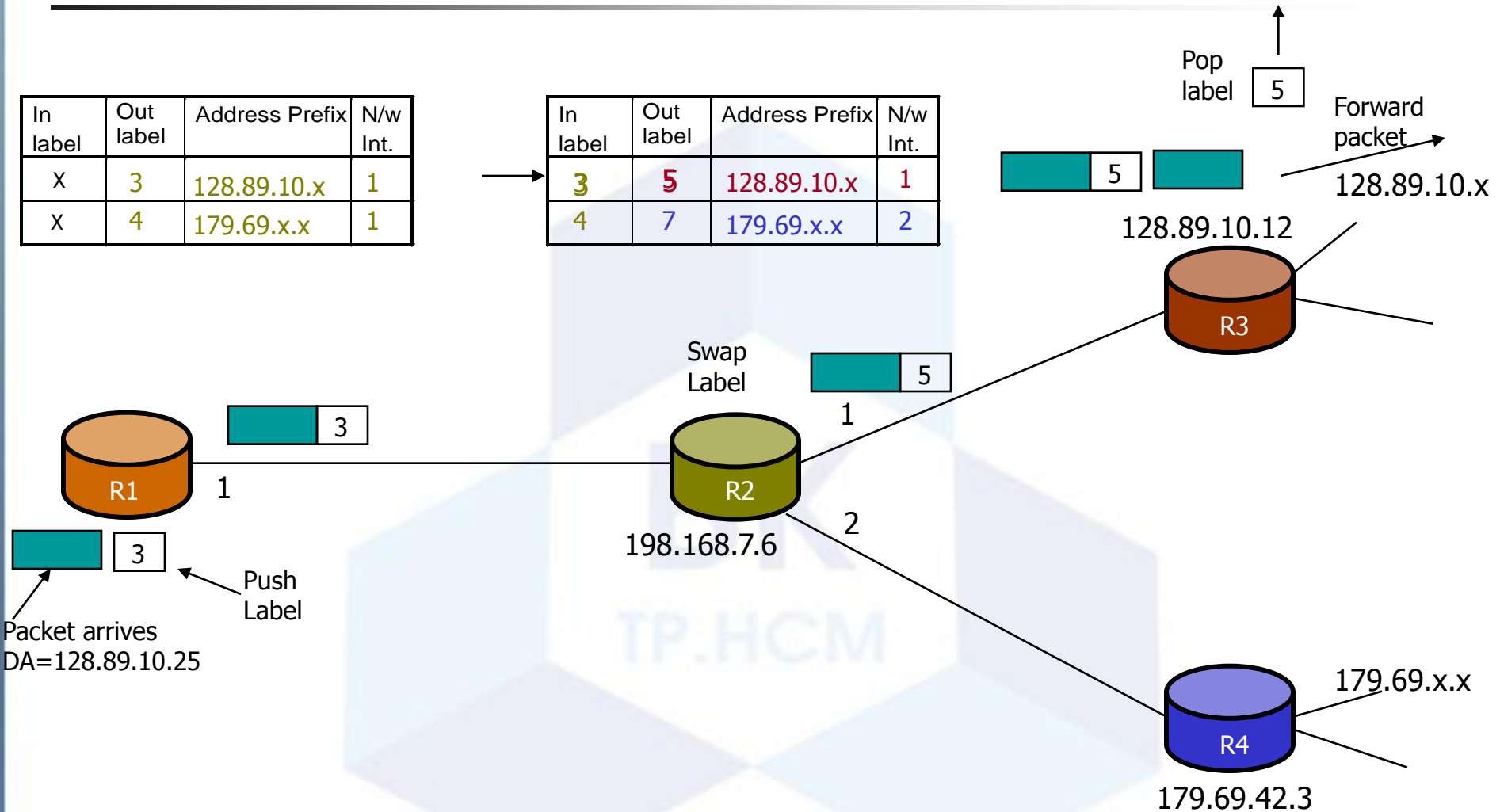


# Các hoạt động của MPLS (tt)

## ■ Chuyển tiếp gói (tt)

- Các LSR sẽ cập nhật thông tin này vào LIB.
- LSR đầu tiên sẽ chèn phần mào đầu MPLS với nhãn tương ứng và chuyển tiếp gói tin đến LSR kế tiếp.
- Mỗi LSR tiếp theo sẽ kiểm tra nhãn trong gói tin nhận được, thay thế nó bằng nhãn tương ứng và chuyển tiếp nó.
- Khi gói tin đến LER đầu ra, nó sẽ được loại bỏ nhãn MPLS tương ứng và chuyển nó đến đích.

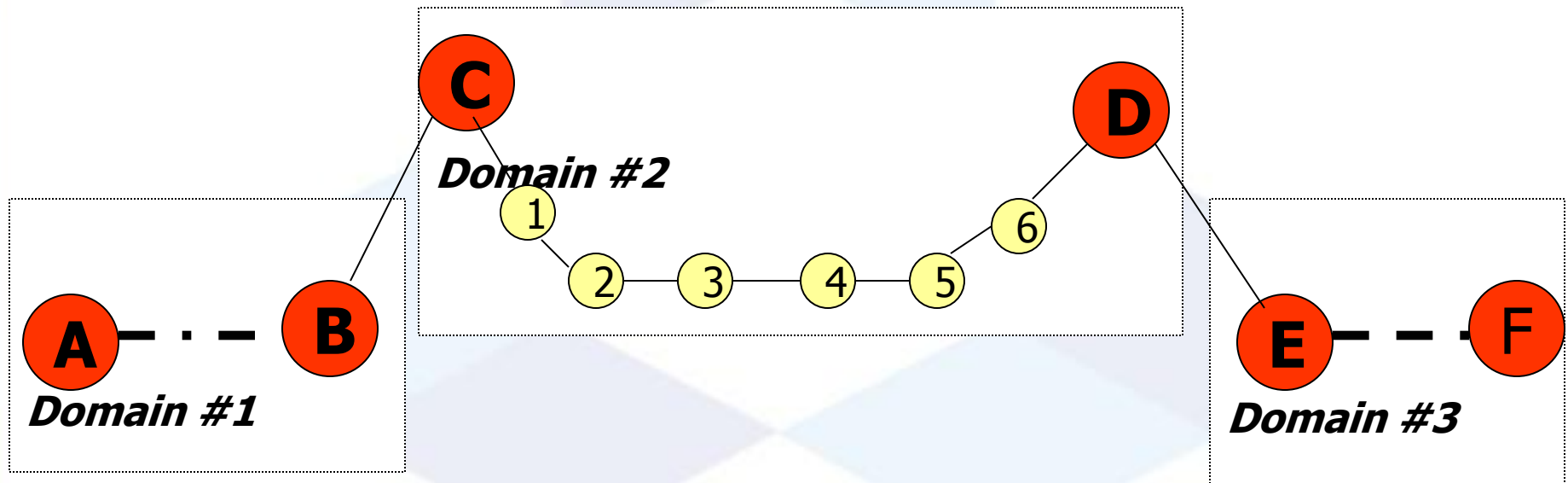
# Các hoạt động của MPLS (tt)



# Các hoạt động của MPLS (tt)

## ■ Hoạt động thứ bậc trong MPLS

- A,B,C,D,E,F: dùng BGP
- 1,2,3,4,5,6: dùng OSPF



# Các hoạt động của MPLS (tt)

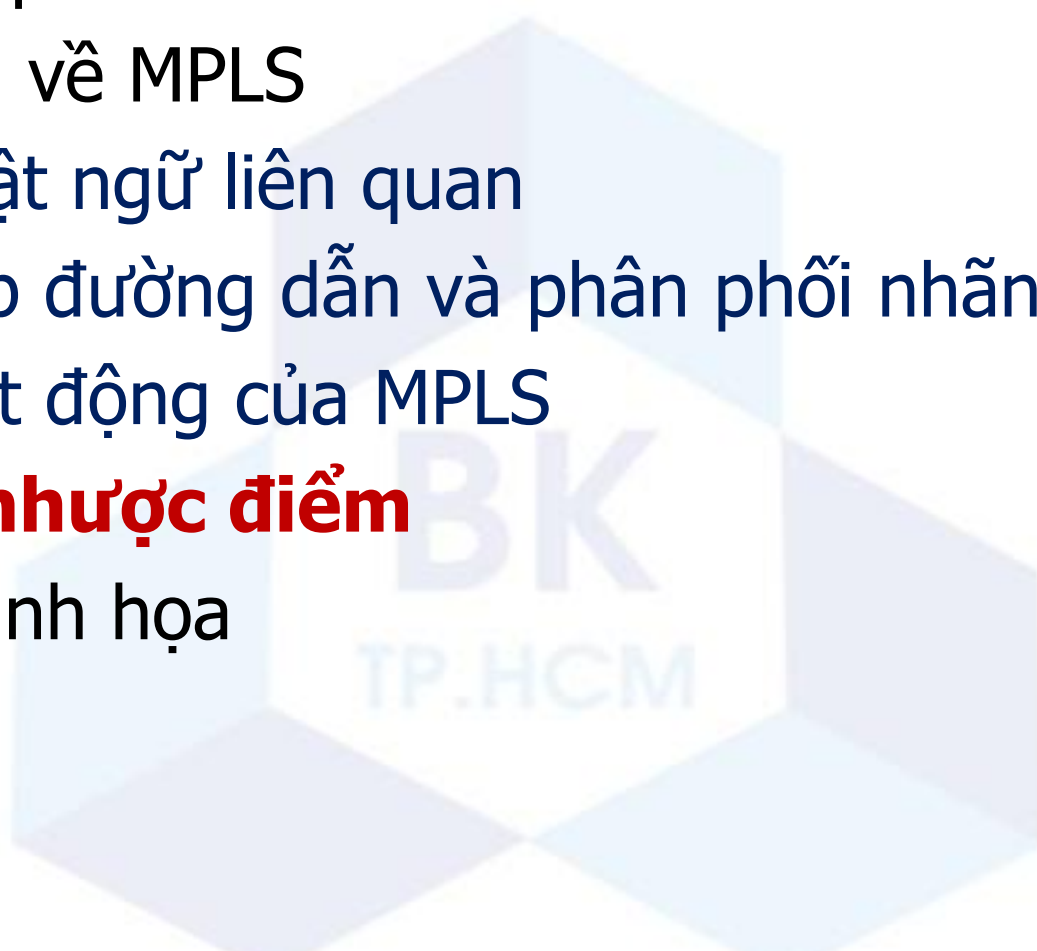
## ■ Hoạt động thứ bậc trong MPLS (tt)

- Khi gói tin IP đi qua miền # 2, nó sẽ chứa hai nhãn, mã hóa như là một "nhãn xếp chồng (label stack)"
- Nhãn hiệu cấp cao hơn được sử dụng giữa các bộ định tuyến C và D, được đóng gói bên trong một nhãn cấp thấp hơn được sử dụng trong miền # 2.
- Hoạt động tại C
  - C cần phải trao đổi nhãn BGP với D
  - C cũng cần phải thêm một nhãn OSPF
  - Do đó, C đẩy xuống nhãn BGP và cho biết thêm một nhãn cấp dưới

# Nội dung

---

- Dẫn nhập
- Căn bản về MPLS
- Các thuật ngữ liên quan
- Thiết lập đường dẫn và phân phối nhãn
- Các hoạt động của MPLS
- **Ưu và nhược điểm**
- Ví dụ minh họa



# Ưu và nhược điểm

## ■ Ưu điểm

- Cải thiện hiệu suất chuyển tiếp gói trong mạng
- Hỗ trợ chất lượng dịch vụ(QoS) và phân lớp dịch vụ(CoS)
- Hỗ trợ khả năng mở rộng mạng

## ■ Khuyết điểm

- Một tầng được bổ sung
- Các bộ định tuyến phải “hiểu” MPLS

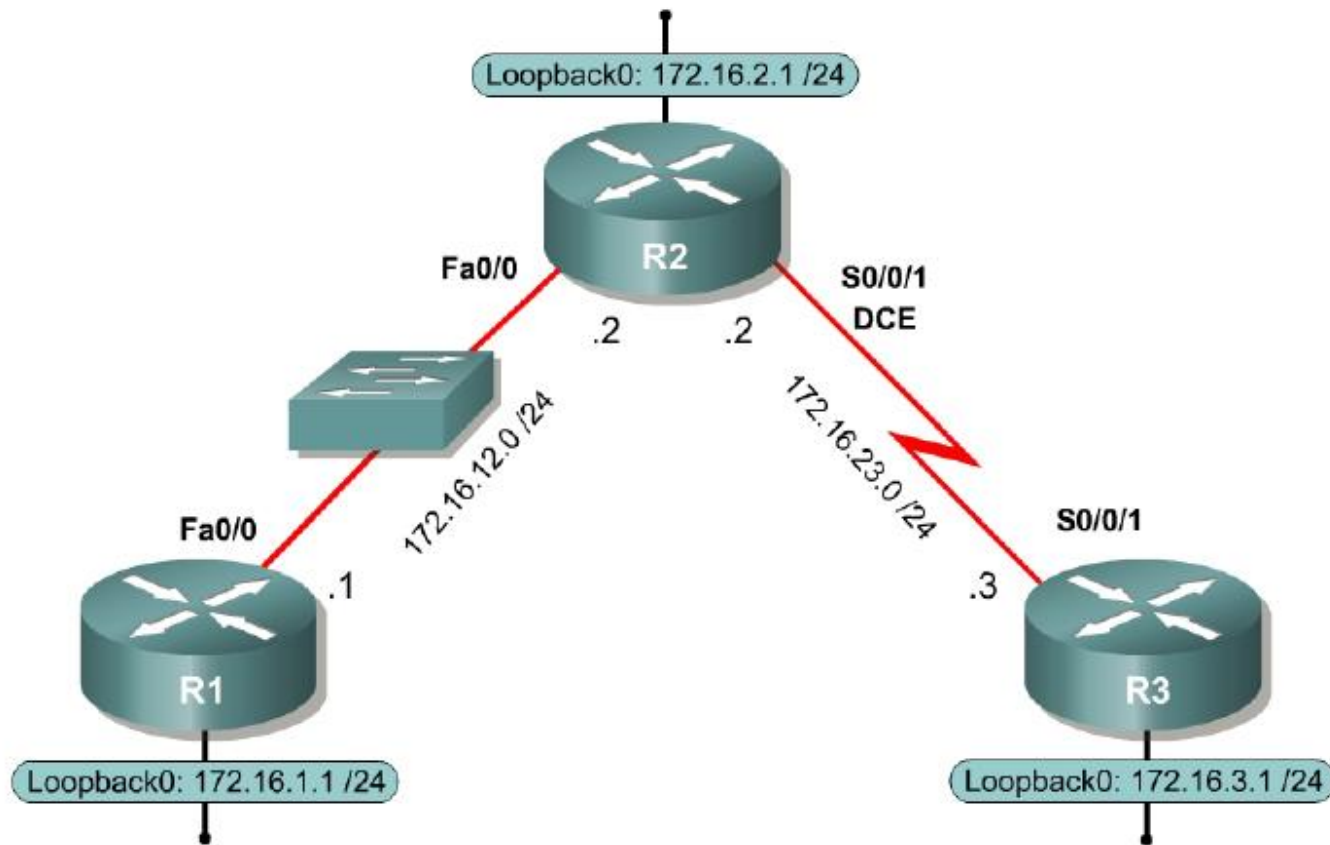
# Nội dung

---

- Dẫn nhập
- Căn bản về MPLS
- Các thuật ngữ liên quan
- Thiết lập đường dẫn và phân phối nhãn
- Các hoạt động của MPLS
- Ưu và nhược điểm
- **Ví dụ minh họa**

# Ví dụ minh họa

- Dùng GNS3 để tạo đồ hình mạng như sau:





# Ví dụ minh họa (tt)

- Cấu hình mạng dùng EIGRP như giao thức định tuyến
- Kiểm tra kết nối từ R1

```
R1# traceroute 172.16.3.1
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Tracing the route to 172.16.3.1
```

```
 1 172.16.12.2 0 msec 0 msec 0 msec|
 2 172.16.23.3 16 msec 12 msec *
```

# Ví dụ minh họa (tt)

- Cấu hình MPLS trên IP
- Kiểm tra lại kết nối từ R1

```
R1# traceroute 172.16.3.1
```

```
Type escape sequence to abort.  
Tracing the route to 172.16.3.1
```

```
 1 172.16.12.2 [MPLS: Label 17 Exp 0] 44 msec 44 msec 48 msec  
 2 172.16.23.3 12 msec 12 msec *
```

- Đã có sự khác biệt giữa hai lần kiểm tra kết nối
- Trong một mạng lớn hơn, nhấn thêm vào/thay đổi/loại bỏ để dễ dàng thấy hơn.