

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ

PHẠM DUY CẢNH

**NGHIÊN CỨU KỸ THUẬT CHUYỂN ĐỔI DUAL  
STACK 6VPE TỪ IPV4 SANG IPV6 VÀ MÔ PHỎNG  
CẤU HÌNH CHUYỂN ĐỔI TRÊN MÔI TRƯỜNG  
MẠNG IP MPLS**

**Nghành:** Công nghệ Thông tin

**Chuyên ngành:** Truyền dữ liệu và Mạng máy tính

**Mã số:** Chuyên ngành đào tạo thí điểm

**LUẬN VĂN THẠC SĨ CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: TS Trần Trúc Mai**

Hà Nội - 2017

# MỤC LỤC

MỤC LỤC .....	2
THUẬT NGỮ VÀ TỪ VIẾT TẮT .....	4
DANH MỤC HÌNH VẼ .....	6
MỞ ĐẦU .....	8
CHƯƠNG 1 .....	9
TỔNG QUAN VỀ IPV6 .....	9
1.1. Tổng quan về IPv6.....	9
1.2. Đánh giá ưu nhược điểm của IPv6 .....	10
1.2.1. Ưu điểm .....	10
1.2.2. Nhược điểm.....	10
CHƯƠNG 2 .....	11
NGHIÊN CỨU CÁC KỸ THUẬT CHUYỂN ĐỔI IPV4 SANG IPV6.....	11
2.1. Kỹ thuật Dual stack .....	11
2.1.1. Tổng quan về kỹ thuật Dual stack.....	11
2.1.2. Nguyên tắc hoạt động của kỹ thuật Dual stack .....	12
2.1.3. Ứng dụng của kỹ thuật Dual stack .....	12
2.2. Kỹ thuật đường hầm .....	13
2.2.1. Tổng quan về kỹ thuật đường hầm.....	13
2.2.2. Nguyên tắc hoạt động của việc tạo đường hầm: .....	13
2.2.3. Phân loại kỹ thuật đường hầm.....	14
2.2.3.1. Tunnel bằng tay.....	14
2.2.3.2. Tunnel bán tự động (Tunnel Broker) .....	15
2.2.3.3. Tunnel tự động (6to4 tunnel) .....	18
2.2.4. Ứng dụng của kỹ thuật đường hầm .....	20
2.3. Kỹ thuật biên dịch (NAT-PT).....	20
2.3.1. Tổng quan về kỹ thuật biên dịch.....	20
2.3.2. Nguyên tắc hoạt động của kỹ thuật biên dịch .....	20
2.3.3. Ứng dụng của kỹ thuật biên dịch .....	21
2.4. Truyền tải IPv6 trên nền MPLS .....	21
2.4.1. Kỹ thuật 6PE (IPv6 provider edge router) .....	21
2.4.2. Kỹ thuật 6VPE (VPN Provider Edge Router).....	25
CHƯƠNG 3 .....	28
MÔ PHỎNG CẤU HÌNH CHUYỂN ĐỔI TỪ IPV4 SANG IPV6 TRONG MÔI TRƯỜNG MẠNG IP MPLS SỬ DỤNG KỸ THUẬT DUAL STACK 6VPE.	28

3.1.	Bài toán chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 trong môi trường mạng IP MPLS.....	28
3.2.	Mạng chuyên mạch IP MPLS .....	28
3.2.1.	Sự cần thiết của mạng chuyên mạch IP MPLS .....	28
3.2.1.1.	Các công nghệ chuyên mạch truyền thống .....	28
3.2.1.2.	Công nghệ IP/MPLS .....	29
3.2.2.	Hoạt động của mạng chuyên mạch IP MPLS .....	30
3.3.	Lựa chọn kỹ thuật chuyển đổi đáp ứng bài toán .....	31
3.2.3.	Các kỹ thuật đường hầm truyền thống.....	31
3.2.3.1.	Đường hầm bằng tay:.....	31
3.2.3.2.	Đường hầm tự động (6to4 tunnels).....	31
3.2.3.3.	Kỹ thuật NAT .....	32
3.2.3.4.	Kỹ thuật Dual stack.....	33
3.2.3.5.	Kỹ thuật 6PE (IPv6 provider edge router) .....	33
3.2.3.6.	Kỹ thuật 6VPE (IPv6 on VPN Provider Edge Routers).....	34
3.2.4.	Đề xuất kỹ thuật chuyển đổi để giải quyết bài toán đưa ra .....	35
3.3.	Mô phỏng cấu hình chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 sử dụng kỹ thuật Dual stack 6VPE .....	36
3.3.1.	Chương trình sử dụng để mô phỏng mạng.....	36
3.3.2.	Mô hình triển khai:.....	36
3.3.2.1.	Mô hình kết nối hiện tại của một nhà cung cấp dịch vụ.....	36
3.3.2.2.	Yêu cầu của bài toán chuyển đổi.....	37
3.3.3.	Mô phỏng quá trình chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6: .....	37
3.3.3.1.	Mô phỏng mạng IPv4 hiện tại.....	37
3.3.3.2.	Mô phỏng chuyển đổi sử dụng kỹ thuật Dual stack 6VPE .....	38
3.3.4.	So sánh với phương pháp chuyển đổi khác.....	39
3.3.4.1.	Mô phỏng chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 sử dụng kỹ thuật đường hầm bằng tay. ....	39
3.3.4.2.	Mô phỏng chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 sử dụng kỹ thuật đường hầm tự động 6to4.	40
3.3.4.3.	So sánh giữa Kỹ thuật Dual stack 6VPE với Kỹ thuật đường hầm bằng tay, kỹ thuật đường hầm tự động 6to4 .....	40
3.3.4.4.	Đánh giá và kết luận.....	42
	KẾT LUẬN.....	43
	TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	44
	PHỤ LỤC.....	45

## THUẬT NGỮ VÀ TỪ VIẾT TẮT

<b>Từ viết tắt</b>	<b>Giải nghĩa tiếng Anh</b>	<b>Giải nghĩa tiếng Việt</b>
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Chế độ truyền dẫn không đồng bộ
BGP	Border Gateway Protocol	Giao thức cổng đường biên
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol	Giao thức cấu hình động máy chủ
CPE	Customer Premises Equipment	Thiết bị phía khách hàng
IP	Internet Protocol	Giao thức Internet
IPv4	Internet protocol version 4	Giao thức Internet phiên bản 4
IPv6	Internet protocol version 6	Giao thức Internet phiên bản 6
IANA	Internet Assigned Numbers Authority	Tổ chức cấp phát số hiệu Internet
Internet Gateway	Internet Gateway	Cổng kết nối Internet
Internet IPv4	Internet IPv4	Mạng Internet IPv4
Internet IPv6	Internet IPv6	Mạng Internet IPv6
NAT	Network Address Translation	Chuyển đổi địa chỉ mạng
NAT-PT	Network Address Translation – Protocol translation	Chuyển đổi địa chỉ mạng – chuyển đổi giao thức
LDP	Label Distribution Protocol	Giao thức phân phối nhãn
LFIB	Label Forwarding Information Base	Cơ sở thông tin định tuyến nhãn
LIB	Label Information Base	Cơ sở thông tin nhãn
LSP	Label Switching Path	Tuyến chuyển mạch nhãn
MPLS	MuliProtocol Label Switching	Chuyển mạch nhãn đa giao thức
Multicast		Là thuật ngữ được sử dụng để mô tả cách thức truyền tin được gửi từ 1 hoặc nhiều điểm đến 1 tập hợp các điểm khác
P	Provider router	Thiết bị định tuyến trong nhà cung cấp dịch vụ
PE	Provider edge router	Thiết bị định tuyến biên phía nhà cung cấp dịch vụ
6PE	IPv6 provider edge router	Thiết bị định tuyến biên IPv6
6VPE	IPv6 on VPN Provider Edge Routers	Thiết bị định tuyến biên IPv6 trên mạng riêng ảo
QoS	Quality of Service	Chất lượng dịch vụ
Router	Router	Thiết bị định tuyến
Host	Host	Thiết bị đầu cuối người dùng (máy

		tính..)
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol	Giao thức kiểm soát truyền tải/Giao thức Internet
VPN	Virtual Private Network	Mạng riêng ảo
VOIP	Voice over Internet Protocol	Giao thức truyền giọng nói trên nền mạng IP
VRF	VPN Routing and Forwarding	Bảng định tuyến trong mạng VPN

## DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình vẽ 2.1: Kiến trúc Dual stack .....	11
Hình vẽ 2.2: Khai báo Dual stack trên thiết bị định tuyến .....	12
Hình vẽ 2.3: Nguyên tắc hoạt động của Dual stack.....	12
Hình vẽ 2.4: Quá trình chuyển tiếp gói tin qua đường hầm .....	13
Hình vẽ 2.5: Nguyên tắc tạo đường hầm .....	14
Hình vẽ 2.6: Đường hầm bằng tay.....	14
Hình vẽ 2.7: Đường hầm Broker .....	15
Hình vẽ 2.8: Các thành phần của đường hầm Broker.....	16
Hình vẽ 2.9: Đường hầm 6to4 .....	18
Hình vẽ 2.10: Cấu trúc địa chỉ sử dụng trong đường hầm 6to4 .....	19
Hình vẽ 2.11: Sơ đồ kết nối sử dụng đường hầm 6to4.....	19
Hình vẽ 2.12: Hình vẽ mô tả quá trình chuyển dịch IPv6 sang IPv4 .....	20
Hình vẽ 2.13: Nguyên tắc hoạt động của kỹ thuật NAT-PT .....	21
Hình vẽ 2.14: Mô hình ứng dụng của kỹ thuật NAT-PT.....	21
Hình vẽ 2.15: Hoạt động của kỹ thuật 6PE .....	22
Hình vẽ 2.16: Quá trình thiết lập đường chuyển mạch nhãn giữa các 6PE.....	23
Hình vẽ 2.17: Hoạt động định tuyến giữa các 6PE .....	23
Hình vẽ 2.18: Xây dựng ngăn xếp nhãn trong 6PE.....	24
Hình vẽ 2.19: Quá trình chuyển tiếp gói tin trong kỹ thuật 6PE.....	24
Hình vẽ 2.20: Bảng định tuyến trong 6VPE.....	25
Hình vẽ 2.21: Xây dựng ngăn xếp cho 6VPE.....	26
Hình vẽ 2.22: Quá trình chuyển tiếp gói tin trong kỹ thuật 6VPE .....	26
Hình vẽ 3.1: Bài toán chuyển đổi IPv4 IPv6 trên môi trường mạng MPLS .....	28
Hình vẽ 3.2: Hoạt động của định tuyến IP .....	29
Hình vẽ 3.3: Hoạt động của chuyển mạch ATM.....	29
Hình vẽ 3.4: Hoạt động định tuyến và chuyển mạch trong mạng IP/MPLS .....	30
Hình vẽ 3.5: Quá trình đóng gói và chuyển tiếp gói tin trong mạng IP/MPLS..	30
Hình vẽ 3.6: Giải pháp sử dụng kỹ thuật đường hầm bằng tay .....	31
Hình vẽ 3.7: Nguyên lý thiết lập đường hầm tự động .....	32
Hình vẽ 3.8: Giải pháp sử dụng kỹ thuật NAT.....	32
Hình vẽ 3.9: Nguyên lý hoạt động của kỹ thuật 6PE .....	33

Hình vẽ 3.10: Quá trình đóng gói và chuyển tiếp gói tin trong 6VPE .....	34
Hình vẽ 3.11: Quá trình đóng gói và chuyển tiếp gói tin trong kỹ thuật Dual stack 6VPE .....	35
Hình vẽ 3.12: Mô hình kết nối hiện tại của một nhà cung cấp dịch vụ.....	36
Hình vẽ 3.13: Mô hình chuyển đổi IPv4 sang IPv6 sử dụng kỹ thuật.....	38
Dual stack 6VPE.....	38
Hình vẽ 3.14: Mô hình chuyển đổi sử dụng kỹ thuật đường hầm bằng tay .....	39
Hình vẽ 3.15: Mô hình chuyển đổi sử dụng kỹ thuật đường hầm tự động 6to4	40

# MỞ ĐẦU

Trong bối cảnh hiện nay, tài nguyên địa chỉ IPv4 trên thế giới đang cạn kiệt, dẫn đến việc chuyển đổi địa chỉ IPv4 sang IPv6 là xu hướng tất yếu đối với tất cả các nhà cung cấp dịch vụ trên thế giới cũng như tại Việt Nam.

Xuất phát từ yêu cầu thực tế, nội dung của luận văn sẽ nghiên cứu các giải pháp kỹ thuật chuyển đổi IPv4 sang IPv6, đồng thời tập trung vào mô phỏng cấu hình chuyển đổi IPv4 sang IPv6 trên môi trường mạng IP MPLS thông qua kỹ thuật Dual stack 6VPE, là cơ sở ứng dụng chuyển đổi trong môi trường mạng của các nhà cung cấp dịch vụ. Bố cục của luận văn gồm 3 chương:

- ❖ *Chương 1 : Tổng quan về IPv6*
- ❖ *Chương 2 : Nghiên cứu các kỹ thuật chuyển đổi IPv4 sang IPv6*
- ❖ *Chương 3 : Mô phỏng cấu hình chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 sử dụng kỹ thuật Dual stack 6VPE*

Mặc dù bản thân đã có nhiều cố gắng, nỗ lực tốt nhất để hoàn thiện luận văn, song khó tránh khỏi những thiếu sót, rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của quý thầy cô giáo và các bạn.

Xin gửi lời cảm ơn chân thành tới **TS Trần Trúc Mai** người đã tận tình hướng dẫn em trong suốt quá trình hoàn thành bản luận văn này.



# CHƯƠNG 1

## TỔNG QUAN VỀ IPV6

### 1.1. Tổng quan về IPv6

Địa chỉ IPv6 (Internet protocol version 6) là thế hệ địa chỉ Internet phiên bản mới được thiết kế để thay thế cho phiên bản địa chỉ IPv4 trong hoạt động Internet. Địa chỉ IPv4 có chiều dài 32 bit, biểu diễn dưới dạng các cụm số thập phân cách bởi dấu chấm. IPv4 là phiên bản địa chỉ Internet đầu tiên, đồng hành với việc phát triển như vũ bão của hoạt động Internet trong hơn hai thập kỷ vừa qua. Với 32 bit chiều dài, không gian IPv4 gồm khoảng 4 tỉ địa chỉ cho hoạt động mạng toàn cầu.

Do sự phát triển như vũ bão của mạng và dịch vụ Internet, nguồn IPv4 dần cạn kiệt, đồng thời bộc lộ các hạn chế đối với việc phát triển các loại hình dịch vụ hiện đại trên Internet. Phiên bản địa chỉ Internet mới IPv6 được thiết kế để thay thế cho phiên bản IPv4, với hai mục đích cơ bản:

- Thay thế cho nguồn IPv4 cạn kiệt để tiếp nối hoạt động Internet.
- Khắc phục các nhược điểm trong thiết kế của địa chỉ IPv4.

Địa chỉ IPv6 có chiều dài 128 bit, biểu diễn dưới dạng các cụm số hexa phân cách bởi dấu ::. Với 128 bit chiều dài, không gian địa chỉ IPv6 gồm  $2^{128}$  địa chỉ, cung cấp một lượng địa chỉ khổng lồ cho hoạt động Internet. IPv6 được thiết kế với những mục tiêu như sau:

- Không gian địa chỉ lớn hơn và dễ dàng quản lý không gian địa chỉ.
- Khôi phục lại nguyên lý kết nối đầu cuối - đầu cuối của Internet và loại bỏ hoàn toàn công nghệ NAT.
- Quản trị TCP/IP dễ dàng hơn: DHCP được sử dụng trong IPv4 nhằm giảm cấu hình thủ công TCP/IP cho host. IPv6 được thiết kế với khả năng tự động cấu hình mà không cần sử dụng máy chủ DHCP, hỗ trợ hơn nữa trong việc giảm cấu hình thủ công.
- Cấu trúc định tuyến tốt hơn: Định tuyến IPv6 được thiết kế hoàn toàn phân cấp.
- Hỗ trợ tốt hơn Multicast: Multicast là một tùy chọn của địa chỉ IPv4, tuy nhiên khả năng hỗ trợ và tính phổ dụng chưa cao.
- Hỗ trợ bảo mật tốt hơn: IPv4 được thiết kế tại thời điểm chỉ có các mạng nhỏ, biết rõ nhau kết nối với nhau. Do vậy bảo mật chưa phải là một vấn đề được quan tâm. Song hiện nay, bảo mật mạng internet trở thành một vấn đề rất lớn, là mối quan tâm hàng đầu.

- Hỗ trợ tốt hơn cho di động: Thời điểm IPv4 được thiết kế, chưa tồn tại khái niệm về thiết bị IP di động. Trong thế hệ mạng mới, dạng thiết bị này ngày càng phát triển, đòi hỏi cấu trúc giao thức Internet có sự hỗ trợ tốt hơn.

## 1.2. Đánh giá ưu nhược điểm của IPv6

### 1.2.1. Ưu điểm

Số lượng không hạn chế: IPv6 có chiều dài 128 bit, gấp 4 lần chiều dài bit của địa chỉ IPv4 nên đã mở rộng không gian địa chỉ từ khoảng hơn 4 tỷ địa chỉ lên tới một con số khổng lồ là  $2^{128}$  địa chỉ.

Khả năng tự động cấu hình địa chỉ.

Quản lý định tuyến tốt hơn: Địa chỉ IPv6 được thiết kế có cấu trúc đánh địa chỉ và phân cấp định tuyến thống nhất. Phân cấp định tuyến toàn cầu dựa trên một số mức cơ bản đối với các nhà cung cấp dịch vụ. Cấu trúc định tuyến phân cấp giúp cho địa chỉ IPv6 tránh khỏi nguy cơ quá tải bằng thông tin định tuyến toàn cầu khi chiều dài địa chỉ lên tới 128 bit.

Hỗ trợ đa dạng các dịch vụ mới: Với công nghệ IPv6 bằng cách loại bỏ dịch vụ NAT (Network Address Translation), các máy trạm sẽ trực tiếp kết nối với nhau trên nền IP, hỗ trợ mở rộng các dịch vụ mới. Các kết nối ngang hàng sẽ dễ dàng được tạo mới và duy trì, việc kiểm soát chất lượng dịch vụ như VoIP hay Quality of Service (QoS) sẽ trở nên mạnh mẽ hơn.

Hỗ trợ cho quản lý chất lượng mạng: Những cải tiến trong thiết kế của IPv6 như không phân mảnh, định tuyến phân cấp, gói tin IPv6 được thiết kế với mục đích xử lý thật hiệu quả tại thiết bị định tuyến tạo ra khả năng hỗ trợ tốt hơn cho chất lượng dịch vụ QoS. IPv6 có nhiều trường thông tin về QoS hơn so với địa chỉ IPv4.

### 1.2.2. Nhược điểm

Những nguy cơ về tồn tại lỗ hổng bảo mật của IPv4: IPv6 chưa thể tự giải quyết tất cả các tồn tại trong IPv4 về ngăn chặn các loại tấn công.

Khó khăn gặp phải khi triển khai IPv6:

- Phần lớn thiết bị đầu cuối cũ của người sử dụng hiện nay đều không hỗ trợ IPv6 cũng như việc người sử dụng chưa thực sự quan tâm đến IPv6 nên việc triển khai các dịch vụ IPv6 sẽ đối mặt với nhiều khó khăn.

- Việc chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 đòi hỏi sự tốn kém cả về thời gian và kinh phí.

## CHƯƠNG 2

### NGHIÊN CỨU CÁC KỸ THUẬT CHUYỂN ĐỔI IPv4 SANG IPv6

Thủ tục IPv6 phát triển khi IPv4 đã được sử dụng rộng rãi, mạng lưới IPv4 Internet hoàn thiện, hoạt động dựa trên thủ tục này. Trong quá trình triển khai thể hệ địa chỉ IPv6 trên mạng Internet, không thể có một thời điểm nhất định mà tại đó, địa chỉ IPv4 được hủy bỏ, thay thế hoàn toàn bởi thể hệ địa chỉ mới IPv6. Hai thể hệ mạng IPv4, IPv6 sẽ cùng tồn tại trong một thời gian rất dài. Trong quá trình phát triển, các kết nối IPv6 sẽ tận dụng cơ sở hạ tầng sẵn có của IPv4.

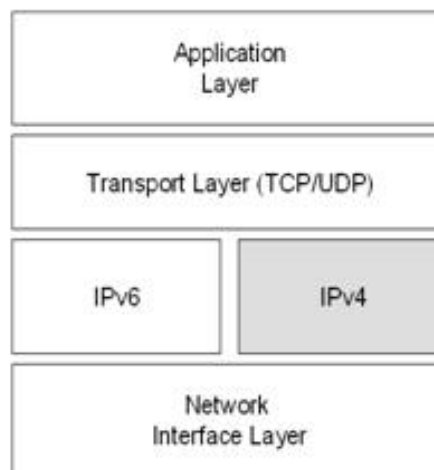
Do vậy cần có những công nghệ phục vụ cho việc chuyển đổi từ địa chỉ IPv4 sang địa chỉ IPv6. Những công nghệ chuyển đổi này, cơ bản có thể phân thành ba loại như sau:

- Công nghệ đường hầm (Tunnel): Công nghệ sử dụng cơ sở hạ tầng mạng IPv4 để truyền tải gói tin IPv6, phục vụ cho kết nối IPv6.
- Dual-stack: Cho phép IPv4 và IPv6 cùng tồn tại trong cùng một thiết bị mạng.
- Công nghệ biên dịch: Thực chất là một dạng thức công nghệ NAT, cho phép thiết bị chỉ hỗ trợ IPv6 có thể giao tiếp với thiết bị chỉ hỗ trợ IPv4.

#### 2.1. Kỹ thuật Dual stack

##### 2.1.1. Tổng quan về kỹ thuật Dual stack

Dual-stack là hình thức thực thi TCP/IP bao gồm cả tầng IP layer của IPv4 và tầng IP layer của IPv6.

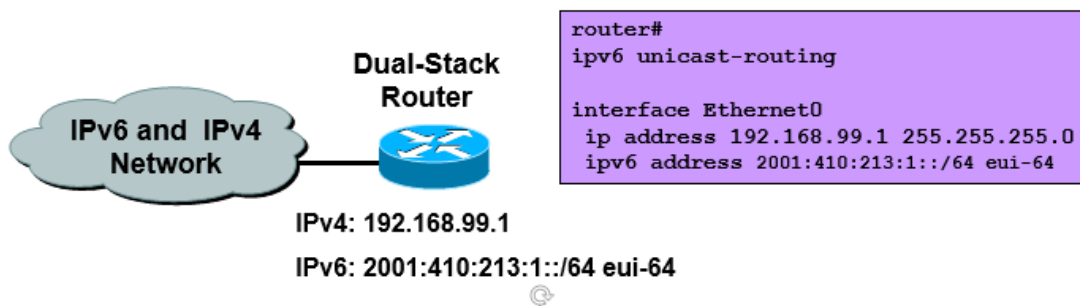


**Hình vẽ 2.1: Kiến trúc Dual stack**

Ứng dụng hỗ trợ dual stack sẽ hoạt động được cả với địa chỉ IPv4 và địa chỉ IPv6.

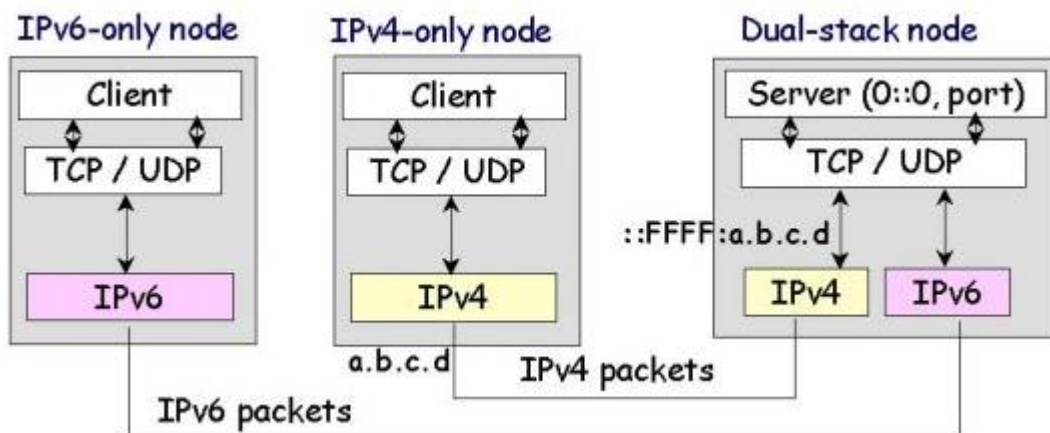
Về ứng dụng hiện nay hoạt động dual stack, có thể lấy ví dụ: hệ điều hành Window XP, 7, 8, 10 ... hệ điều hành của router Cisco.

Dual stack trong hệ điều hành Cisco: Khi người quản trị mạng cấu hình đồng thời cả hai dạng địa chỉ cho một giao diện trên Cisco router, nó sẽ hoạt động dual stack.



**Hình vẽ 2.2: Khai báo Dual stack trên thiết bị định tuyến**

### 2.1.2. Nguyên tắc hoạt động của kỹ thuật Dual stack



**Hình vẽ 2.3: Nguyên tắc hoạt động của Dual stack**

Khi một Host chạy ở chế độ Dual stack, Host này sẽ có thể giao tiếp được với cả mạng IPv4 và mạng IPv6.

Khi truyền tải dữ liệu với mạng IPv4, Host Dual stack sẽ đóng địa chỉ IPv4 trong Packet lớp 3 của gói tin.

Khi truyền tải dữ liệu với mạng IPv6, Host Dual stack sẽ đóng gói địa chỉ IPv6 trong Packet lớp 3 của gói tin.

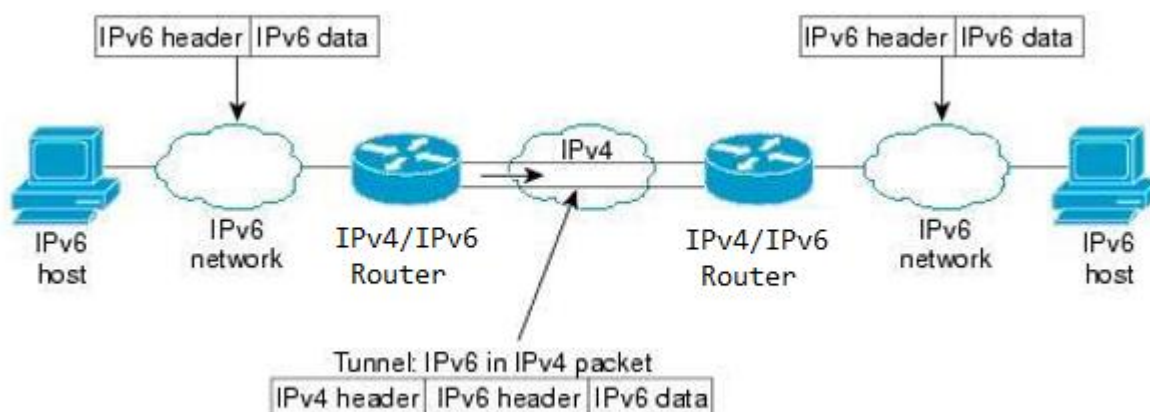
### 2.1.3. Ứng dụng của kỹ thuật Dual stack

Trong quá trình chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 việc triển khai kỹ thuật Dual stack là yêu cầu bắt buộc để đảm bảo hai hệ thống mạng hoạt động song song, có thể triển khai kỹ thuật này trên toàn mạng lưới hoặc tại một vài vị trí trên mạng.

## 2.2. Kỹ thuật đường hầm

### 2.2.1. Tổng quan về kỹ thuật đường hầm

Công nghệ đường hầm là một phương pháp sử dụng cơ sở hạ tầng sẵn có của mạng IPv4 để thực hiện các kết nối IPv6 bằng cách sử dụng các thiết bị mạng có khả năng hoạt động dual-stack tại hai điểm đầu và cuối nhất định. Các thiết bị này “bọc” gói tin IPv6 trong gói tin IPv4 và truyền tải đi trong mạng IPv4 tại điểm đầu và gỡ bỏ gói tin IPv4, nhận lại gói tin IPv6 ban đầu tại điểm đích cuối đường truyền IPv4.



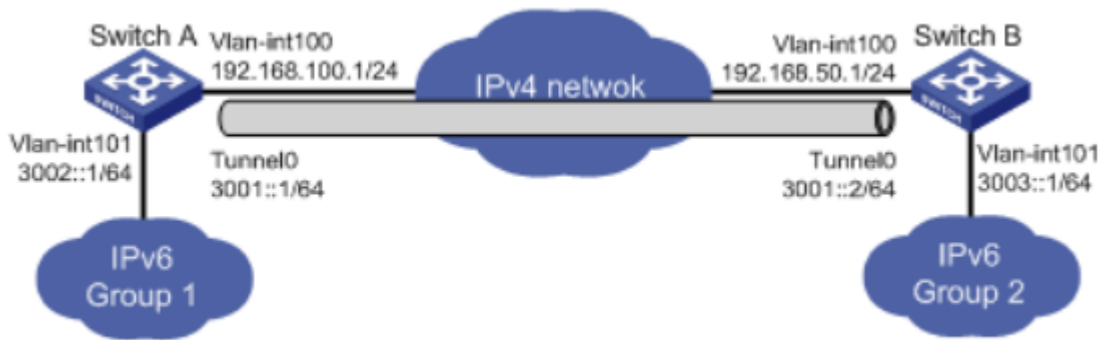
**Hình vẽ 2.4: Quá trình chuyển tiếp gói tin qua đường hầm**

Giá trị của trường Protocol Field trong IPv4 header luôn được xác lập có giá trị 41 để xác định đây là gói tin IPv6 được bọc trong gói tin IPv4. Do vậy để các gói tin có thể truyền đi trên cơ sở hạ tầng mạng IPv4, nếu trên đường kết nối có sử dụng firewall, firewall này cần phải được thiết lập để cho phép gói tin có giá trị Protocol 41 đi qua.

Điểm kết thúc tunnel có thể được xác định tại host hoặc router tạo nên kết nối như sau:

- Router-tới-Router
- Host-tới-Router hoặc Router-tới-Host
- Host-tới-Host

### 2.2.2. Nguyên tắc hoạt động của việc tạo đường hầm:



**Hình vẽ 2.5: Nguyên tắc tạo đường hầm**

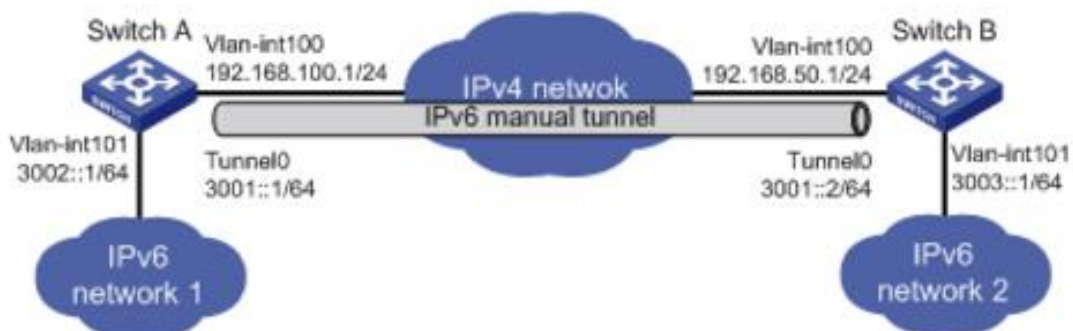
Nguyên tắc của việc tạo đường hầm trong công nghệ tunnel như sau:

- Xác định thiết bị kết nối tại các điểm đầu và cuối đường hầm. Hai thiết bị này phải có khả năng hoạt động với cả địa chỉ IPv4 và IPv6.
- Xác định địa chỉ IPv4 và địa chỉ IPv6 nguồn và đích của giao diện tunnel (hai đầu kết thúc tunnel)
- Trên hai thiết bị kết nối tại đầu và cuối tunnel, thiết lập một giao diện tunnel (giao diện ảo, không phải giao diện vật lí) dành cho những gói tin IPv6 sẽ được bọc trong gói tin IPv4 đi qua.
- Gắn địa chỉ IPv6 cho giao diện tunnel.
- Tạo tuyến (route) để các gói tin IPv6 đi qua giao diện tunnel. Tại đó, chúng được bọc trong gói tin IPv4 có giá trị trường Protocol 41 và chuyển đi dựa trên cơ sở hạ tầng mạng IPv4 và nhờ định tuyến IPv4.

### 2.2.3. Phân loại kỹ thuật đường hầm

Tùy theo công nghệ tunnel, các điểm bắt đầu và kết thúc đường tunnel có thể được cấu hình bằng tay bởi người quản trị, hoặc được tự động suy ra từ địa chỉ nguồn và địa chỉ đích của gói tin IPv6. Đường kết nối tunnel sẽ có dạng kết nối điểm - điểm hay điểm - đa điểm. Dựa theo cách thức thiết lập điểm đầu và cuối đường hầm (tunnel), công nghệ tunnel có thể phân thành ba loại: tunnel bằng tay (Manual Tunnel), tunnel bán tự động (Semi-automated) và tunnel tự động (Automatic).

#### 2.2.3.1. Tunnel bằng tay



**Hình vẽ 2.6: Đường hầm bằng tay**

Tunnel bằng tay là hình thức tạo đường hầm kết nối IPv6 trên cơ sở hạ tầng mạng IPv4, trong đó đòi hỏi phải có cấu hình bằng tay các điểm kết thúc tunnel. Trong tunnel cấu hình bằng tay, các điểm kết cuối đường hầm này sẽ không được suy ra từ các địa chỉ nằm trong địa chỉ nguồn và địa chỉ đích của gói tin.

Thông thường, hình thức tạo đường hầm bằng tay này thường được cấu hình để tạo đường hầm giữa router tới router (hai border router) nhằm kết nối hai mạng IPv6 xác định sử dụng cơ sở hạ tầng mạng IPv4. Nó cũng có thể được cấu hình giữa router và host để kết nối IPv6 host vào một mạng IPv6 từ xa.

Việc cấu hình giao diện tunnel, bao gồm địa chỉ IPv6 gán cho giao diện tunnel, địa chỉ IPv4 của các điểm kết thúc tunnel cần phải được cấu hình bằng tay cùng với tuyến sẽ sử dụng giao diện tunnel.

Tunnel cấu hình bằng tay tương đương với một đường link vĩnh viễn (permanent link) giữa hai miền IPv6 trên cơ sở hạ tầng mạng IPv4, cho một kết nối ổn định giữa hai điểm xác định. Dạng kết nối tunnel này là kết nối điểm – điểm, tạo nên một đường kết nối ổn định, bảo mật, riêng biệt. Tính chất này tương tự như khi ta cấu hình định tuyến tĩnh (static route) so với định tuyến động (dynamic route). Tuy nhiên, nó đòi hỏi cấu hình, quản trị thủ công. Nếu muốn kết nối tới nhiều điểm, sẽ phải tạo nhiều giao diện tunnel và nhiều đường tunnel.

Trong trường hợp một tổ chức có hai phân mạng IPv6 tại hai vùng địa lý và chỉ có cơ sở hạ tầng IPv4 giữa hai phân mạng này. Trong trường hợp đó, để có thể có kết nối IPv6, tạo một tunnel cấu hình bằng tay giữa hai router gateway của hai phân mạng có thể là sự lựa chọn tốt nhất để có một kết nối ổn định.

### 2.2.3.2. Tunnel bán tự động (Tunnel Broker)

Tunnel Broker là hình thức tunnel, trong đó một tổ chức đứng ra làm trung gian, cung cấp kết nối tới Internet IPv6 cho những thành viên đăng ký sử dụng dịch vụ Tunnel Broker do tổ chức cung cấp.



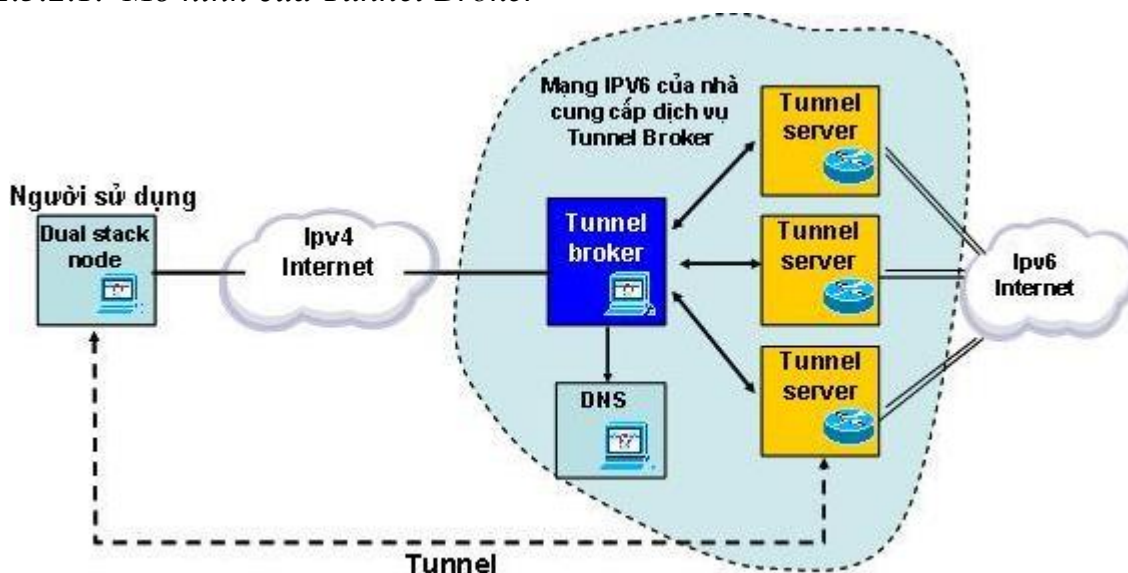
**Hình vẽ 2.7: Đường hầm Broker**

Tổ chức cung cấp dịch vụ Tunnel Broker có vùng địa chỉ IPv6 độc lập, toàn cầu, xin cấp từ các tổ chức quản lý địa chỉ IP quốc tế, mạng IPv6 của tổ chức có kết nối tới Internet IPv6 và những mạng IPv6 khác. Thành viên đăng ký và được cấp quyền sử dụng dịch vụ Tunnel Broker sẽ nhận được những thông tin từ tổ chức quản lý Tunnel Broker để thiết lập đường hầm tunnel từ host hoặc từ router gateway mạng IPv6 của tổ chức mình tới mạng của tổ chức duy trì Tunnel Broker, từ đó kết nối tới được Internet IPv6 hay những mạng IPv6 khác mà tổ chức duy trì Tunnel Broker có kết nối tới.

Người sử dụng sẽ kết nối tới được IPv6 Internet và các mạng IPv6 khác khi đăng ký và được phép sử dụng dịch vụ Tunnel Broker của nhà cung cấp. Người sử dụng sẽ được cung cấp thông tin để thiết lập đường hầm từ host hoặc mạng của mình đến mạng của tổ chức duy trì Tunnel Broker và dùng mạng này như một trung gian để kết nối tới các mạng IPv6 khác. Người đăng ký sử dụng dịch vụ Tunnel Broker sẽ được cấp một vùng địa chỉ thuần IPv6, tùy theo nhu cầu sử dụng từ không gian địa chỉ IPv6 của nhà cung cấp dịch vụ tunnel broker và được chuyển giao một không gian tên miền cấp dưới không gian tên miền của nhà cung cấp dịch vụ Tunnel Broker. Đây là địa chỉ và tên miền hợp lệ toàn cầu, thành viên của Tunnel Broker có thể sử dụng tên miền này để thiết lập IPv6 Website cho phép những mạng IPv6 có kết nối tới mạng của nhà cung cấp dịch vụ Tunnel Broker truy cập tới.

Đường hầm thiết lập giữa người sử dụng và mạng của nhà cung cấp dịch vụ Tunnel Broker được cấu hình trên nguyên lý Tunnel bằng tay.

#### 2.2.3.2.1. Mô hình của Tunnel Broker



**Hình vẽ 2.8: Các thành phần của đường hầm Broker**

Tunnel Broker: là những máy chủ dịch vụ làm nhiệm vụ quản lý thông tin đăng ký, cho phép sử dụng dịch vụ, quản lý việc tạo đường hầm, thay đổi thông tin đường hầm cũng như xóa đường hầm. Trong hệ thống dịch vụ Tunnel Broker của nhà cung cấp, máy chủ Tunnel Broker sẽ liên lạc với



Tunnel Server (thực chất là các dual-stack router) và máy chủ tên miền của nhà cung cấp Tunnel Broker để thiết lập đường hầm phía nhà cung cấp dịch vụ Tunnel Broker và tạo bản ghi tên miền cho người đăng ký sử dụng dịch vụ Tunnel Broker. Người sử dụng thông qua mạng Internet IPv4 sẽ truy cập máy chủ Tunnel Broker và đăng ký tài khoản sử dụng dịch vụ Tunnel Broker thông qua mẫu đăng ký dưới dạng Web.

Tunnel Server: Thực chất là các router dual-stack làm nhiệm vụ cung cấp kết nối để người đăng ký sử dụng dịch vụ kết nối tới để truy cập vào mạng IPv6 của tổ chức cung cấp Tunnel Broker. Các router này là điểm kết thúc tunnel phía nhà cung cấp dịch vụ Tunnel Broker. Tunnel Server nhận yêu cầu từ máy chủ Tunnel Broker và tạo, hoặc xoá đường tunnel phía nhà cung cấp Tunnel Broker.

#### 2.2.3.2.2. Liên hệ giữa người sử dụng, Tunnel broker, Tunnel Server, máy chủ tên miền

Đăng ký sử dụng dịch vụ Tunnel Broker: Nếu người sử dụng chỉ muốn kết nối một host vào mạng IPv6 của nhà cung cấp tunnel broker, sẽ đăng ký dạng host và yêu cầu cấp một địa chỉ (/128). Nếu người sử dụng muốn kết nối một mạng, cần đăng ký và Tunnel Broker sẽ cấp cho một vùng địa chỉ theo nhu cầu (thường là prefix /64 nếu mạng IPv6 của tổ chức chỉ có một subnet duy nhất hoặc prefix /48 nếu mạng IPv6 của tổ chức có nhiều subnet và cần nhiều hơn một prefix /64)

Thiết lập đường hầm phía nhà cung cấp dịch vụ Tunnel Broker: Khi nhận được thông tin đăng ký và chấp nhận yêu cầu, máy chủ Tunnel Broker sẽ liên hệ với Tunnel Server, máy chủ tên miền của nhà cung cấp dịch vụ Tunnel Broker để thiết lập đường hầm phía nhà cung cấp Tunnel Broker và tạo bản ghi tên miền rồi gửi các thông tin cần thiết phục vụ cho người sử dụng tạo đường hầm phía người sử dụng (thông qua email, hoặc web form).

Thông tin được gửi tới người sử dụng thường bao gồm:

- Địa chỉ IPv4 phía client (người sử dụng, địa chỉ này do người sử dụng cung cấp cho Tunnel Broker khi đăng ký). Đây sẽ là địa chỉ IPv4 của đầu tunnel phía người sử dụng.
- Địa chỉ IPv4 phía server (địa chỉ IPv4 của một dual-stack router của nhà cung cấp Tunnel Broker, là các Tunnel server). Đây là địa chỉ IPv4 của đầu tunnel phía nhà cung cấp dịch vụ tunnel broker.
- Địa chỉ IPv6 phía client. Đây là địa chỉ IPv6 thuộc vùng địa chỉ IPv6 của nhà cung cấp dịch vụ Tunnel Broker cấp cho người đăng ký để sử dụng cho mạng IPv6 và cho kết nối.
- Địa chỉ IPv6 phía server (Địa chỉ IPv6 của dual-stack router của nhà cung cấp Tunnel Broker)
- Tên miền nhà cung cấp Tunnel Broker cấp cho người sử dụng. Đây là tên miền hợp lệ toàn cầu, đăng ký trên máy chủ tên miền của nhà cung cấp dịch vụ Tunnel Broker.

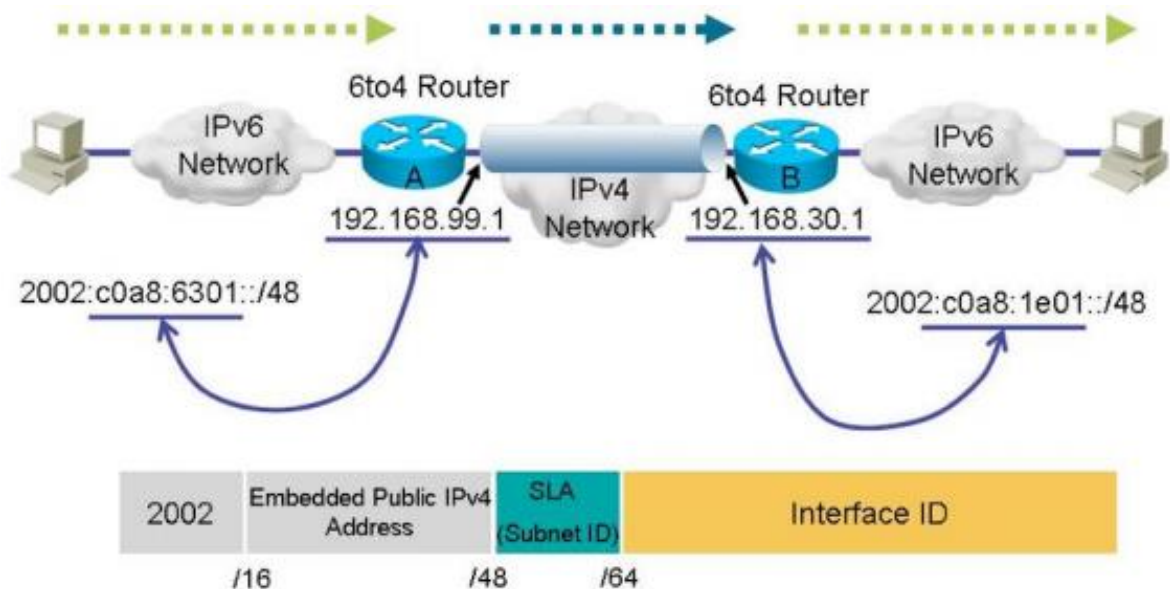
Thiết lập đường hầm phía người sử dụng:

- Dựa trên những thông tin nhận được, người sử dụng sẽ cấu hình bằng tay trên host hoặc router của mình đường hầm tunnel kết nối với mạng của nhà cung cấp dịch vụ tunnel broker. Trên các hệ điều hành khác nhau và các thiết bị mạng khác nhau có hỗ trợ IPv6 sẽ cung cấp các tập hợp lệnh tương ứng để cấu hình tunnel.

- Trong nhiều trường hợp, tổ chức cung cấp dịch vụ Tunnel Broker xây dựng các chương trình Client giúp người sử dụng không phải trực tiếp gõ lệnh để thiết lập tunnel mà chỉ việc cài đặt chương trình và giao tiếp với chương trình qua giao diện.

### 2.2.3.3. Tunnel tự động (6to4 tunnel)

Tunnel tự động là công nghệ tunnel trong đó không đòi hỏi phải cấu hình địa chỉ IPv4 của điểm bắt đầu và kết thúc tunnel bằng tay.



**Hình vẽ 2.9: Đường hầm 6to4**

Nói tới đường hầm tự động, người ta thường nhắc tới kỹ thuật 6to4 tunnel. Kỹ thuật 6to4 tunnel cho phép truy cập Internet IPv6 mà không cần nhiều thủ tục hay cấu hình phức tạp, bằng cách sử dụng địa chỉ IPv6 đặc biệt có tiền tố prefix 2002::/16 đã được IANA cấp dành riêng cho công nghệ 6to4, kết hợp với địa chỉ IPv4 toàn cầu.

Tunnel 6to4 cho phép những miền IPv6 6to4 tách biệt có thể kết nối qua mạng IPv4 tới những miền IPv6 6to4 khác. Điểm khác biệt cơ bản nhất giữa tunnel tự động 6to4 và tunnel cấu hình bằng tay là ở chỗ đường hầm 6to4 là dạng kết nối điểm – đa điểm. Trong đó, các router không được cấu hình thành từng cặp mà chúng coi môi trường kết nối IPv4 là một môi trường kết nối vật lý ảo. Chính địa chỉ IPv4 gắn trong địa chỉ IPv6 sẽ được sử dụng để tìm thấy đầu bên kia của đường tunnel.

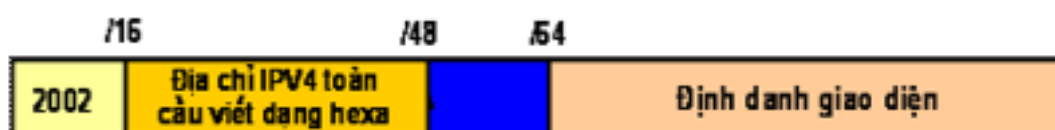
Kỹ thuật tunnel 6to4 được sử dụng khi kết nối nhiều mạng IPv6 riêng biệt, trong đó mỗi mạng có ít nhất một đường kết nối tới mạng IPv4 chung sử dụng địa chỉ IPv4 toàn cầu.

### 2.2.3.3.1. Địa chỉ IPv6 sử dụng trong 6to4 tunnel

IANA đã phân bổ dành riêng một prefix địa chỉ cho công nghệ tunnel 6to4 toàn cầu. Đó là 2002::/16

Prefix địa chỉ này, kết hợp với 32 bit địa chỉ IPv4 sẽ tạo nên một prefix địa chỉ 6to4 kích cỡ /48 duy nhất toàn cầu sử dụng cho một mạng IPv6.

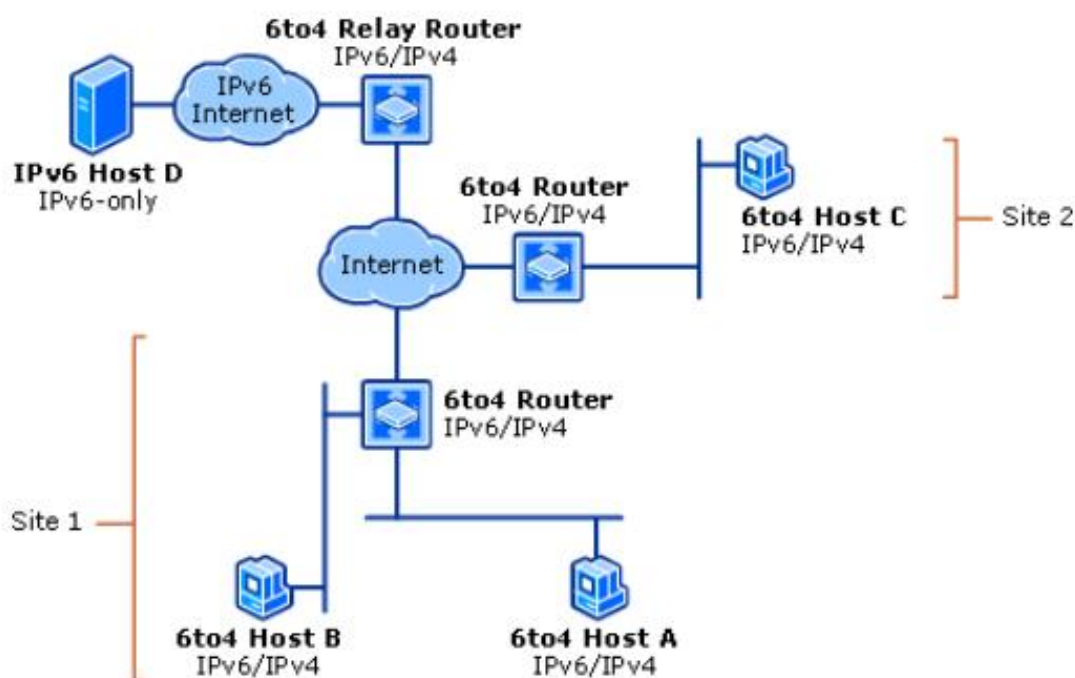
Prefix /48 địa chỉ IPv6 tương ứng một địa chỉ IPv4 toàn cầu được tạo nên theo nguyên tắc trên hình vẽ dưới đây:



**Hình vẽ 2.10: Cấu trúc địa chỉ sử dụng trong đường hầm 6to4**

Ví dụ, nếu một router đang nối vào Internet IPv4 với địa chỉ 203.119.9.15. Khi đó chúng ta sẽ có một vùng địa chỉ IPv6 6to4 như sau: 2002:cb77:090f::/48

### 2.2.3.3.2. Các thành phần của tunnel 6to4, cung cấp kết nối IPv6 toàn cầu



**Hình vẽ 2.11: Sơ đồ kết nối sử dụng đường hầm 6to4**

6to4 host: Là bất kỳ host IPv6 nào được cấu hình với ít nhất một địa chỉ 6to4, địa chỉ 6to4 có thể được tự động cấu hình.

6to4 router: Là một router dual-stack hỗ trợ sử dụng giao diện 6to4. Router này sẽ chuyển tiếp lưu lượng có gán địa chỉ 6to4 giữa những 6to4 host trong một site và tới những router 6to4 khác hoặc tới 6to4 relay router trong mạng IPv4 Internet.

6to4 relay router: Là một dual stack router thực hiện chuyển tiếp lưu lượng có địa chỉ 6to4 của những router 6to4 trên Internet và host trên IPv6 Internet (sử dụng địa chỉ IPv6 chính thức, cung cấp bởi tổ chức quản lý địa chỉ toàn cầu). 6to4 relay router là một 6to4 router được cấu hình để hỗ trợ chuyển tiếp định tuyến giữa địa chỉ 6to4 và địa chỉ IPv6 chính thức (địa chỉ IPv6 định danh toàn cầu). 6to4 relay router sẽ là gateway kết nối giữa mạng 6to4 và IPv6 Internet. Nhờ đó giúp cho những mạng IPv6 6to4 có thể kết nối tới Internet IPv6.

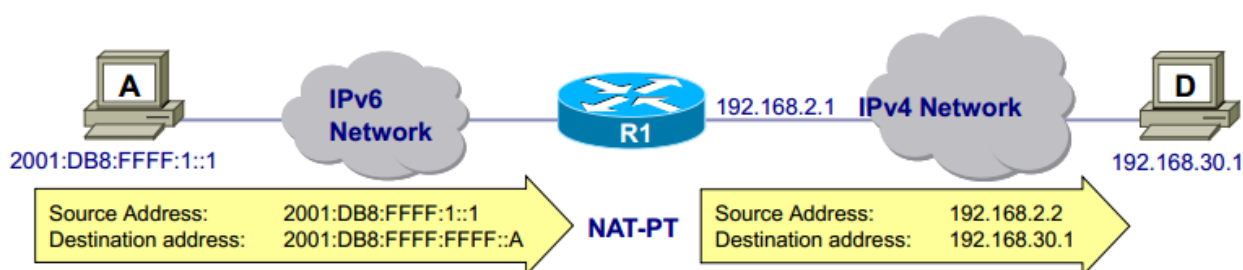
## 2.2.4. Ứng dụng của kỹ thuật đường hầm

Kỹ thuật đường hầm được sử dụng trong trường hợp cần kết nối giữa các phân hệ mạng IPv6 thông qua mạng trung gian IPv4.

## 2.3. Kỹ thuật biên dịch (NAT-PT)

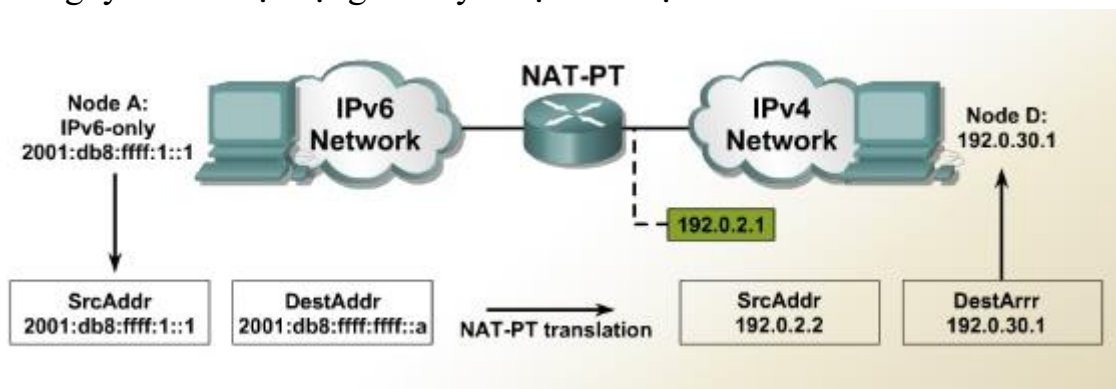
### 2.3.1. Tổng quan về kỹ thuật biên dịch

Kỹ thuật biên dịch thực chất là một dạng kỹ thuật NAT, thực hiện biên dịch địa chỉ, cho phép host chỉ hỗ trợ IPv6 có thể nói chuyện với host chỉ hỗ trợ IPv4. Công nghệ phổ biến được sử dụng là NAT-PT. Thiết bị cung cấp dịch vụ NAT-PT sẽ biên dịch header và địa chỉ cho phép IPv6 host nói chuyện với IPv4 host.



**Hình vẽ 2.12: Hình vẽ mô tả quá trình chuyển dịch IPv6 sang IPv4**

### 2.3.2. Nguyên tắc hoạt động của kỹ thuật biên dịch



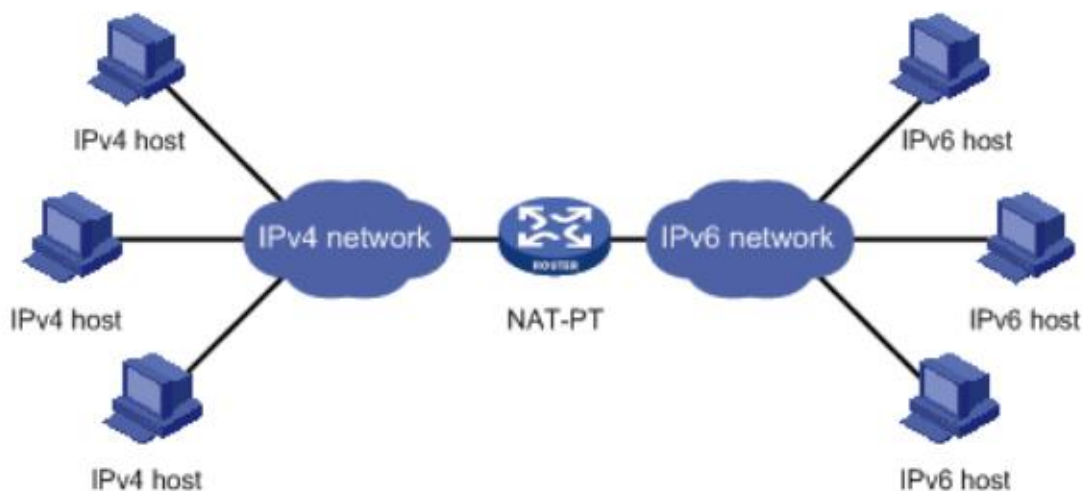
### Hình vẽ 2.13: Nguyên tắc hoạt động của kỹ thuật NAT-PT

Các gói tin từ mạng IPv4 sang mạng IPv6 khi qua bộ định tuyến NAT – PT sẽ được chuyển đổi gói tin IPv6 với địa chỉ nguồn là một địa chỉ IPv6 nằm trong NAT Prefix. Trong trường hợp NAT tĩnh mỗi địa chỉ trong NAT Prefix tương ứng với một địa chỉ IPv4 ban đầu (ánh xạ 1:1). Trong trường hợp NAT động một địa chỉ IPv6 trong NAT Prefix này có thể dùng cho một hoặc nhiều địa chỉ IPv4. Các gói tin trao đổi qua lại giữa các site IPv4 và IPv6 cần có sự thay đổi về cấu trúc. Khi gói tin rời khỏi mạng IPv4 sang mạng IPv6 (hay ngược lại IPv6 sang IPv4) thông qua bộ định tuyến NAT – PT, phần đầu IPv4 được tách ra và thay thế bởi phần đầu IPv6.

Trên hình vẽ, Node A (IPv6) muốn giao tiếp được với Node D (IPv4), thì địa chỉ của Node A (IPv6) cần được chuyển đổi thành IPv4 khi đi qua thiết bị NAT-PT, cũng như vậy Node D (IPv4) muốn giao tiếp được với Node A (IPv6) thì địa chỉ của Node D (IPv4) cần được chuyển đổi thành IPv6 khi đi qua thiết bị NAT-PT.

#### 2.3.3. Ứng dụng của kỹ thuật biên dịch

Kỹ thuật biên dịch thường được triển khai trên thiết bị biên giữa mạng IPv4 và mạng IPv6, cho phép mạng IPv4 và mạng IPv6 có thể giao tiếp được với nhau thông qua việc chuyển đổi địa chỉ.



### Hình vẽ 2.14: Mô hình ứng dụng của kỹ thuật NAT-PT

#### 2.4. Truyền tải IPv6 trên nền MPLS

Các kỹ thuật truyền tải lưu lượng IPv6 trên nền mạng IPv4 MPLS bao gồm:

##### 2.4.1. Kỹ thuật 6PE (IPv6 provider edge router)

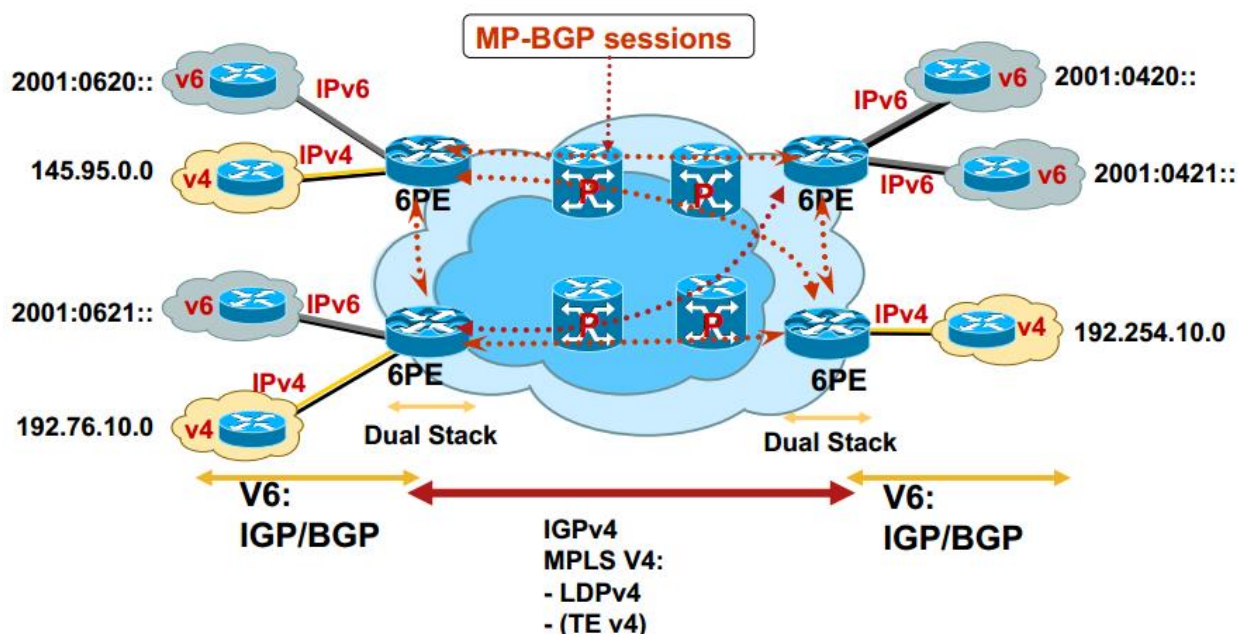
##### 2.4.1.1. Tổng quan về 6PE

Cung cấp kết nối IPv6 toàn cầu trên mạng lõi IPv4 MPLS, cho phép các địa điểm IPv6 kết nối với nhau qua mạng lõi IPv4 MPLS thông qua các đường chuyên mạch nhãn (LSPs).

Hỗ trợ đồng thời dịch vụ IPv4, IPv6 qua mạng lõi MPLS.

Cho phép cung cấp các dịch vụ.

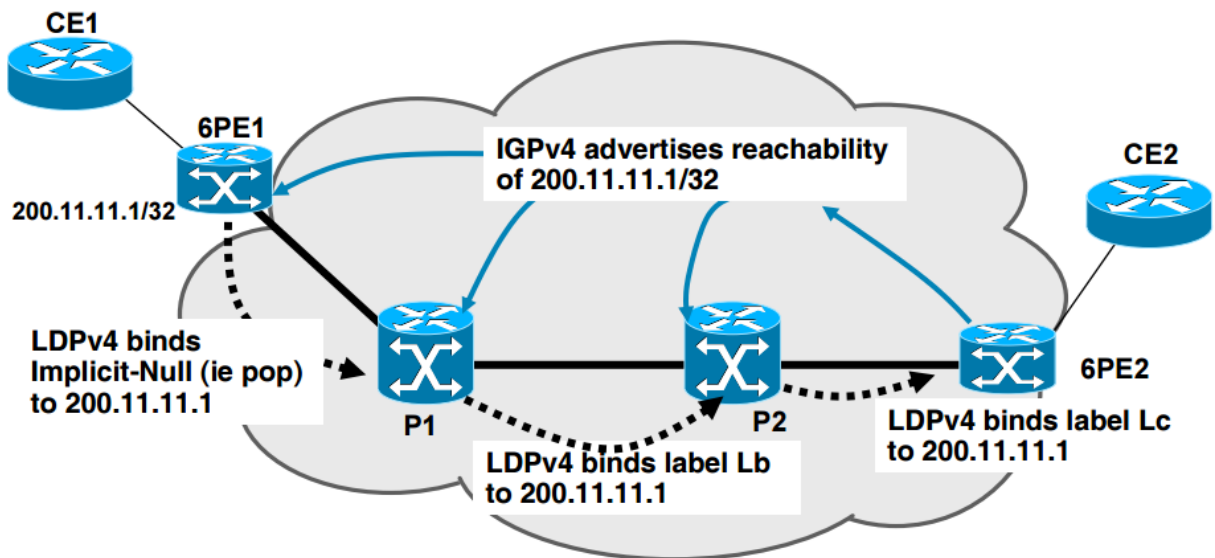
- Truy cập Internet.
- Kết nối ngang hàng.
- Truy cập vào các dịch vụ IPv6 được cung cấp bởi bản thân nhà cung cấp dịch vụ.



**Hình vẽ 2.15: Hoạt động của kỹ thuật 6PE**

- Cơ sở hạ tầng mạng lõi IPv4 MPLS không hề biết về IPv6.
- Các thiết bị định tuyến biên (PE) được cập nhật để hỗ trợ 6PE được gọi là 6PE.
- IPv6 được trao đổi giữa các 6PE thông qua giao thức BGP.
- Gói tin IPv6 được truyền giữa các 6PE bên trong đường chuyên mạch nhãn IPv4.

#### 2.4.1.2. Thiết lập đường chuyên mạch nhãn giữa các 6PE

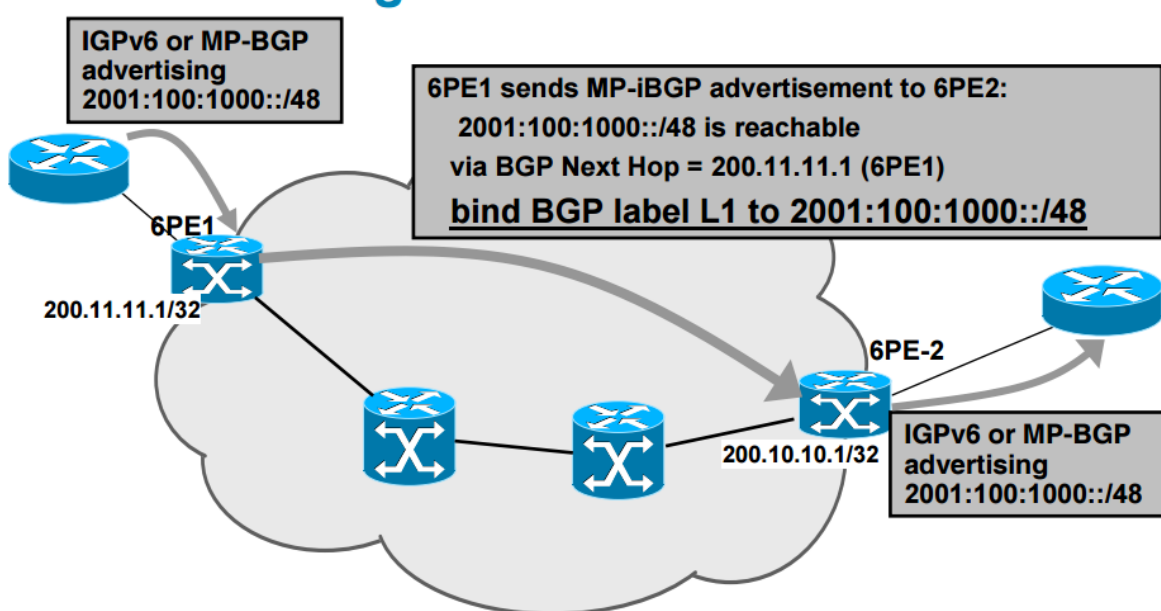


**Hình vẽ 2.16: Quá trình thiết lập đường chuyển mạch nhãn giữa các 6PE**

Thông qua giao thức định tuyến nội vùng IGPv4, các thiết bị định tuyến trong miền MPLS học được các tuyến đường trên mạng.

Thông qua giao thức phân phối nhãn LDPv4, các thiết bị định tuyến gán nhãn tương ứng với mỗi tuyến đích.

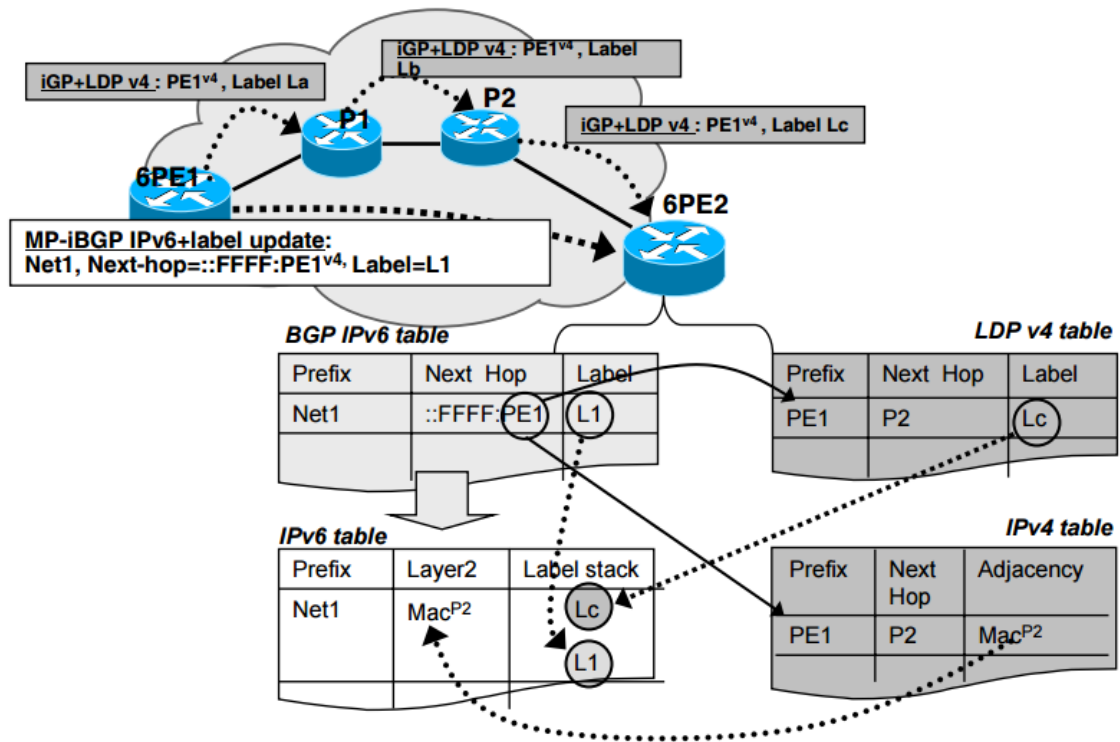
#### 2.4.1.3. Định tuyến giữa các 6PE



**Hình vẽ 2.17: Hoạt động định tuyến giữa các 6PE**

Thông qua giao thức định tuyến nội vùng IGPv6 hoặc MP-BGP các tuyến thuộc phân đoạn thuê bao (CE) được quảng bá vào trong miền MPLS, thiết bị 6PE sẽ quảng bá tới các thiết bị 6PE khác thông qua giao thức MP-IBGP kèm theo nhãn BGP, thiết bị 6PE đích sẽ quảng bá tới thuê bao (CE) thông qua giao thức định tuyến nội vùng IGPv6 hoặc MP-BGP.

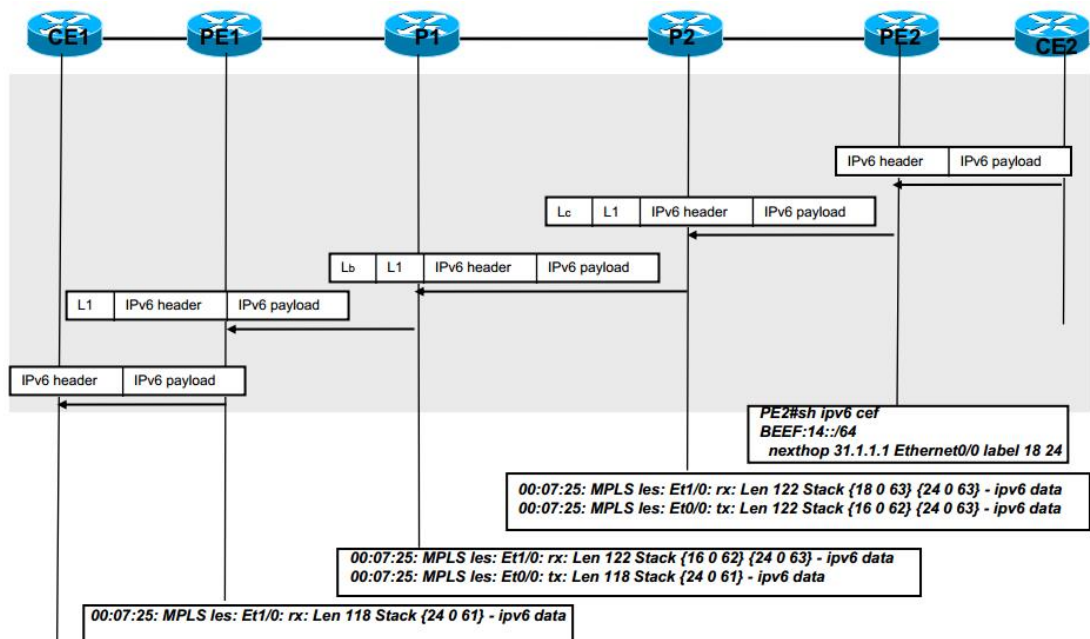
#### 2.4.1.4. Xây dựng ngăn xếp nhãn



**Hình vẽ 2.18: Xây dựng ngăn xếp nhãn trong 6PE**

Ngăn xếp nhãn nằm trong bảng IPv6 table được xây dựng từ hai bảng là BGP IPv6 và LDP v4. Trên hình vẽ với mạng đích Net1, ngăn xếp nhãn trong bảng IPv6 table của PE2 sẽ bao gồm hai nhãn: Nhãn Lc là nhãn cần phải đóng để truyền tải gói tin tới PE hàng xóm (PE1) – đây là PE kết nối trực tiếp tới mạng đích Net1, nhãn L1 là nhãn cần phải đóng vào để truyền tải gói tin tới đúng mạng đích Net1.

#### 2.4.1.5. Quá trình chuyển tiếp gói tin



**Hình vẽ 2.19: Quá trình chuyển tiếp gói tin trong kỹ thuật 6PE**



Gói tin IPv6 được gán 02 nhãn khi đi vào miền MPLS, một nhãn (L1) được sử dụng để nhận biết mạng đích, một nhãn (Lc) được sử dụng để trao đổi, chuyển tiếp gói tin trong miền MPLS. Khi tới thiết bị PE đích (PE1) thiết bị này sẽ bóc nhãn L1 để truyền tải gói tin tới đúng mạng đích.

## 2.4.2. Kỹ thuật 6VPE (VPN Provider Edge Router)

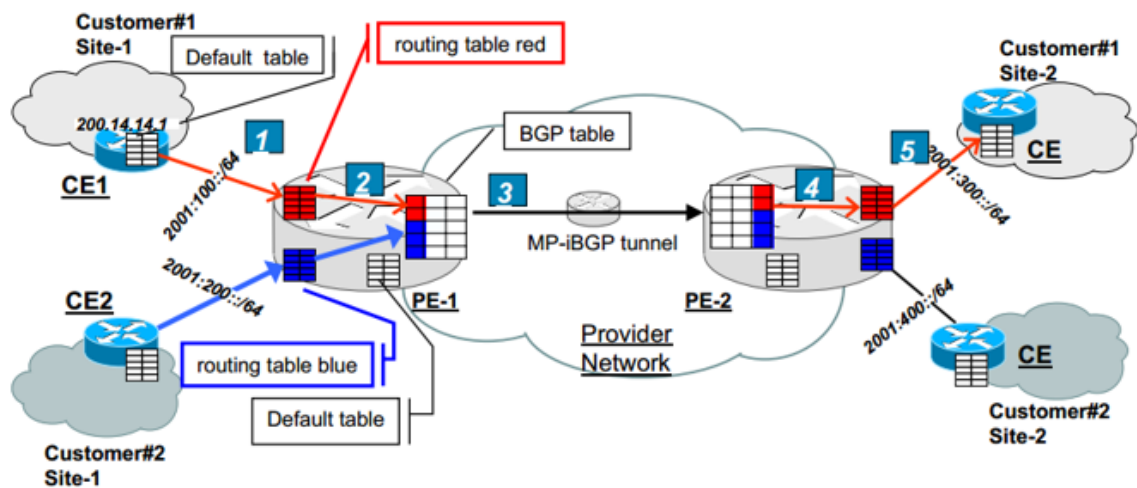
### 2.4.2.1. Tổng quan về 6PVE

Kỹ thuật 6VPE cho phép truyền tải lưu lượng IPv6 trong mạng riêng ảo (VPN) qua mạng lõi IPv4 MPLS. Một mạng riêng ảo IPv6 MPLS hoạt động tương tự như mạng riêng ảo IPv4 MPLS, chỉ cần nâng cấp IOS cho thiết bị định tuyến để được hỗ trợ dịch vụ IPv6 MPLS.

Dịch vụ IPv6 VPN là giống như dịch vụ IPv4 VPN.

Hỗ trợ đồng thời dịch vụ IPv4, IPv6 VPN qua mạng lõi MPLS.

### 2.4.2.2. Bảng định tuyến trong 6VPE

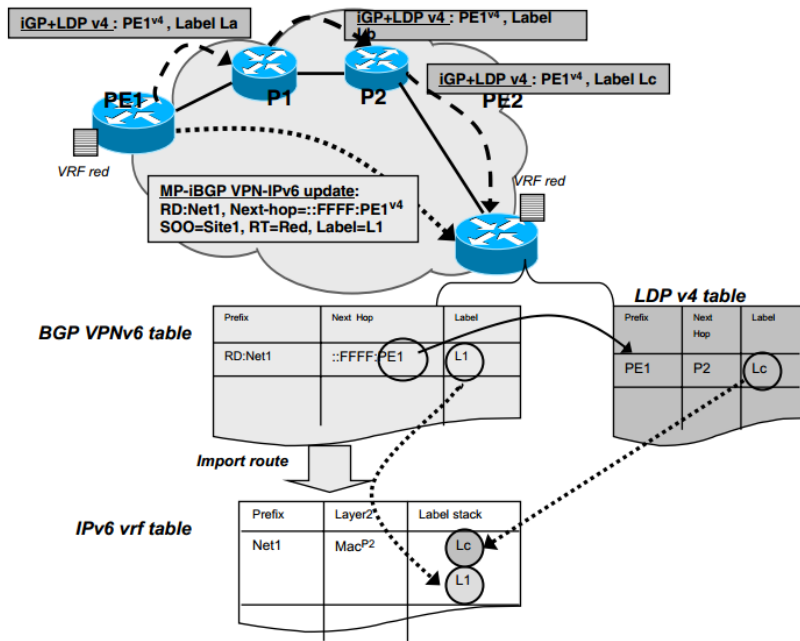


**Hình vẽ 2.20: Bảng định tuyến trong 6VPE**

Tại thiết bị 6VPE sẽ bao gồm các bảng:

- Một tập các bảng định tuyến IPv6 riêng (màu xanh, đỏ)
- Bảng định tuyến mặc định (IPv4 hoặc IPv6)
- Một bảng BGP

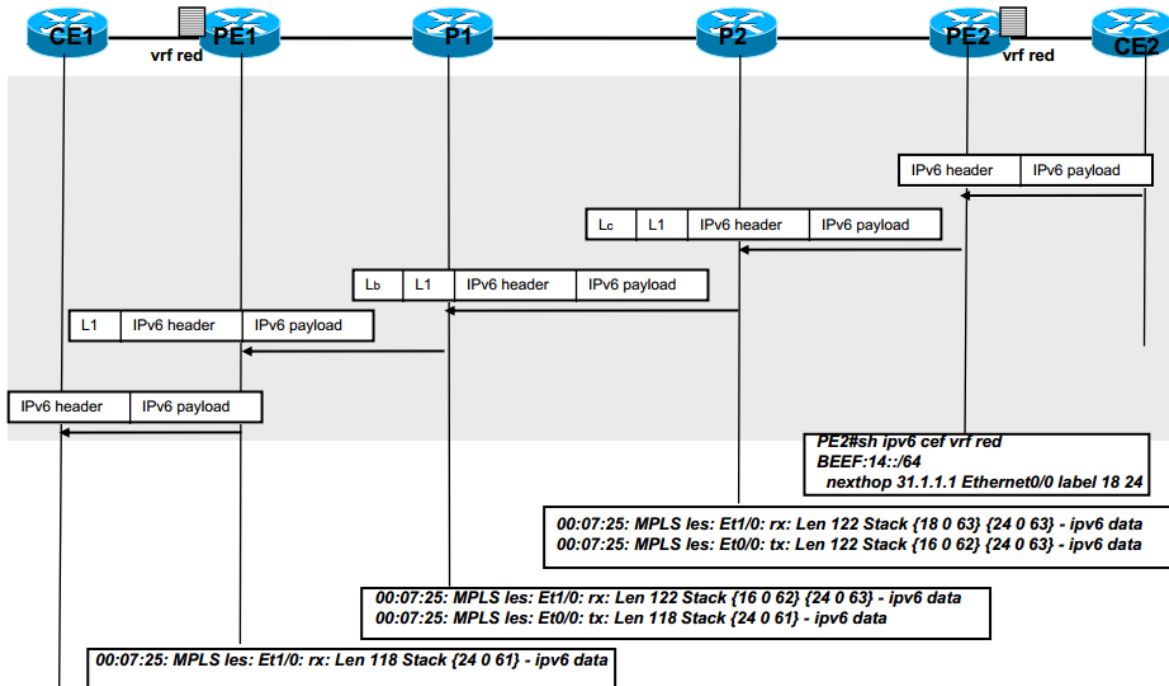
### 2.4.2.3. Xây dựng ngăn xếp nhãn cho 6VPE



**Hình vẽ 2.21: Xây dựng ngăn xếp cho 6VPE**

Ngăn xếp nhãn nằm trong bảng IPv6 vrf table được xây dựng từ hai bảng là BGP VPNv6 và LDP v4. Trên hình vẽ với mạng đích Net1, ngăn xếp nhãn trong bảng IPv6 table của PE2 sẽ bao gồm hai nhãn: Nhãn Lc là nhãn cần phải đóng vào để truyền tải gói tin tới PE hàng xóm (PE1) – đây là PE kết nối trực tiếp tới mạng đích Net1, nhãn L1 là nhãn cần phải đóng vào để truyền tải gói tin tới đúng mạng đích Net1 thuộc VPN RED.

2.4.2.4. Quá trình chuyển tiếp gói tin



**Hình vẽ 2.22: Quá trình chuyển tiếp gói tin trong kỹ thuật 6VPE**

Gói tin IPv6 được gán 02 nhãn khi đi vào miền MPLS, một nhãn (L1) được sử dụng để nhận biết mạng đích thuộc VPN Red, một nhãn (Lc) được sử dụng để trao đổi, chuyển tiếp gói tin trong miền MPLS. Khi tới thiết bị PE đích (PE1) thiết bị này sẽ bóc nhãn L1 để truyền tải gói tin tới đúng mạng đích thuộc VPN Red.

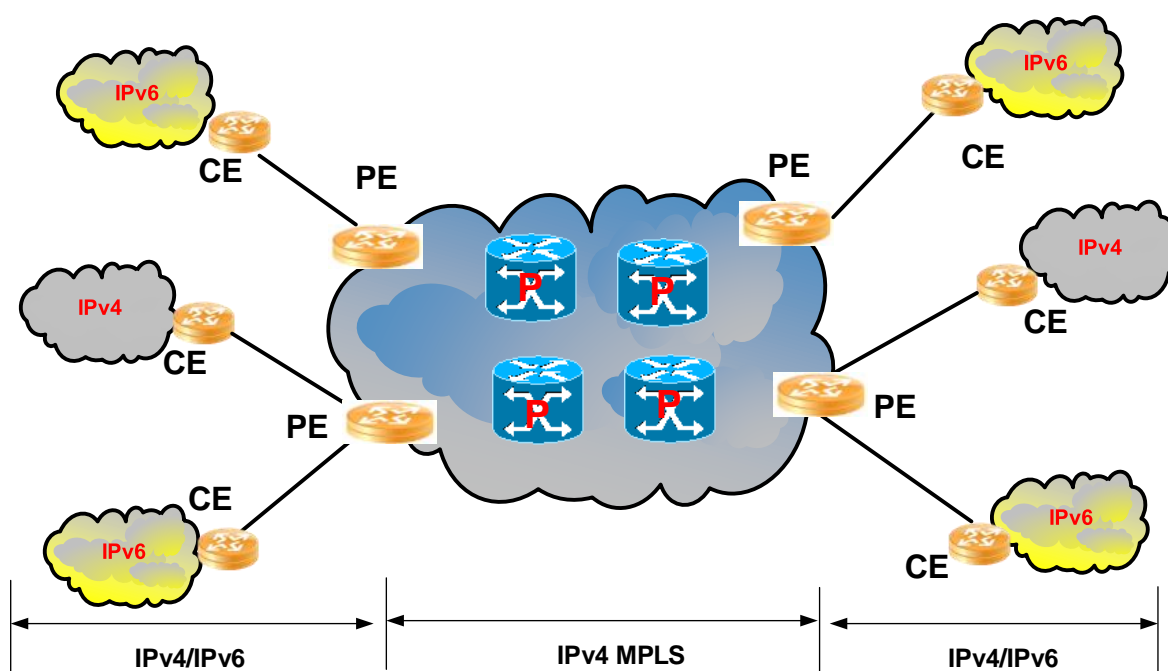
# CHƯƠNG 3

## MÔ PHỎNG CẤU HÌNH CHUYỂN ĐỔI TỪ IPV4 SANG IPV6 TRONG MÔI TRƯỜNG MẠNG IP MPLS SỬ DỤNG KỸ THUẬT DUAL STACK 6VPE

### 3.1. Bài toán chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 trong môi trường mạng IP MPLS

Hiện nay hầu hết mạng lõi chuyển mạch của các nhà cung cấp dịch vụ viễn thông đều triển khai trên nền công nghệ IP/MPLS, lúc đầu triển khai mạng lưới, toàn bộ phần IP đều sử dụng phiên bản IPv4. Đến thời điểm hiện tại, dải IPv4 Public toàn cầu đang cạn kiệt, yêu cầu chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 là hết sức cần thiết.

Bài toán tập trung thực hiện chuyển đổi IPv4 sang IPv6 trong môi trường mạng IP MPLS mà không làm thay đổi cấu trúc mạng lõi của hệ thống.



**Hình vẽ 3.1: Bài toán chuyển đổi IPv4 IPv6 trên môi trường mạng MPLS**

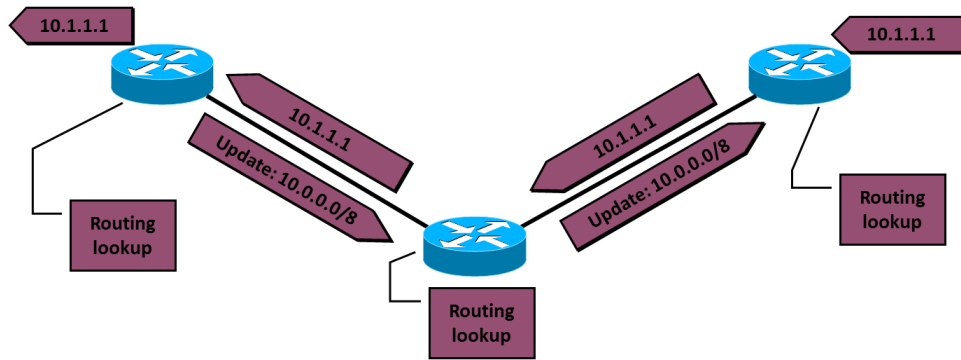
### 3.2. Mạng chuyển mạch IP MPLS

#### 3.2.1. Sự cần thiết của mạng chuyển mạch IP MPLS

##### 3.2.1.1. Các công nghệ chuyển mạch truyền thống

Công nghệ IP:

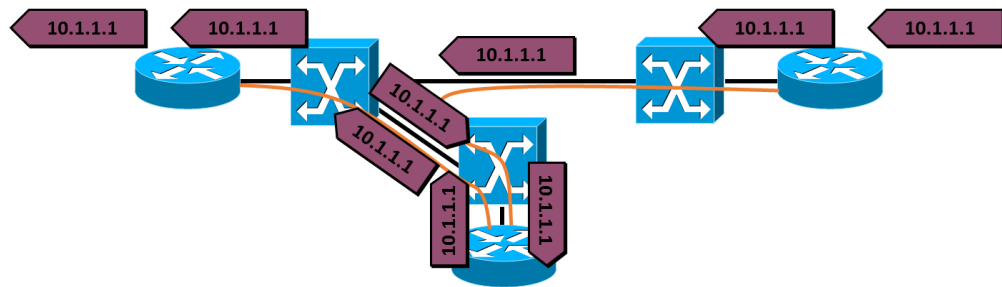
- Quá trình chuyển tiếp gói tin được thực hiện thông qua việc tra bảng định tuyến trên mỗi router trên đường tới đích.
- Mỗi router có thể phải lưu trữ một bảng định tuyến với số lượng tuyến rất lớn (trong mạng internet có thể lên tới hơn 100,000 tuyến).



**Hình vẽ 3.2: Hoạt động của định tuyến IP**

Công nghệ ATM:

- Quá trình chuyển tiếp gói tin được thực hiện thông qua việc xử lý ở lớp 2 nên quá trình chuyển tiếp nhanh hơn trong mạng IP.
- Quá trình chuyển tiếp gói tin dựa trên các kênh ảo phải thiết lập thủ công (manually established) nên không tự động chuyển đổi sang kênh kết nối khác khi kết nối chính bị lỗi, cũng như kênh được thiết lập không phải là tuyến đường tốt nhất.



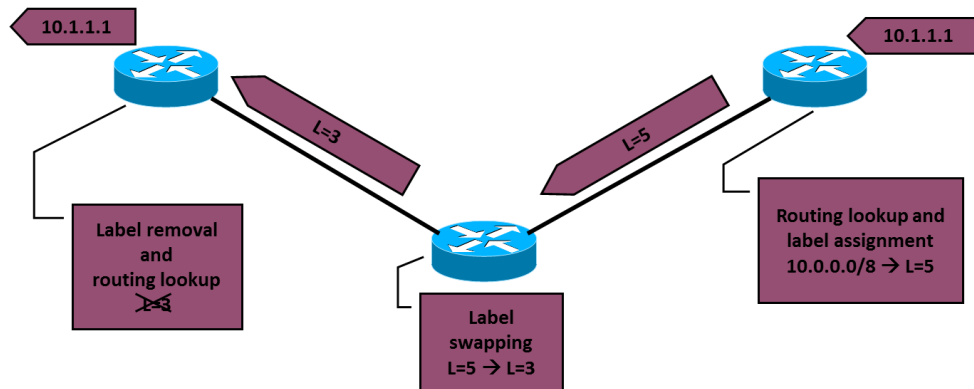
**Hình vẽ 3.3: Hoạt động của chuyển mạch ATM**

### 3.2.1.2. Công nghệ IP/MPLS

MPLS là kết hợp của định tuyến tối ưu IP và chuyển mạch nhanh ATM.

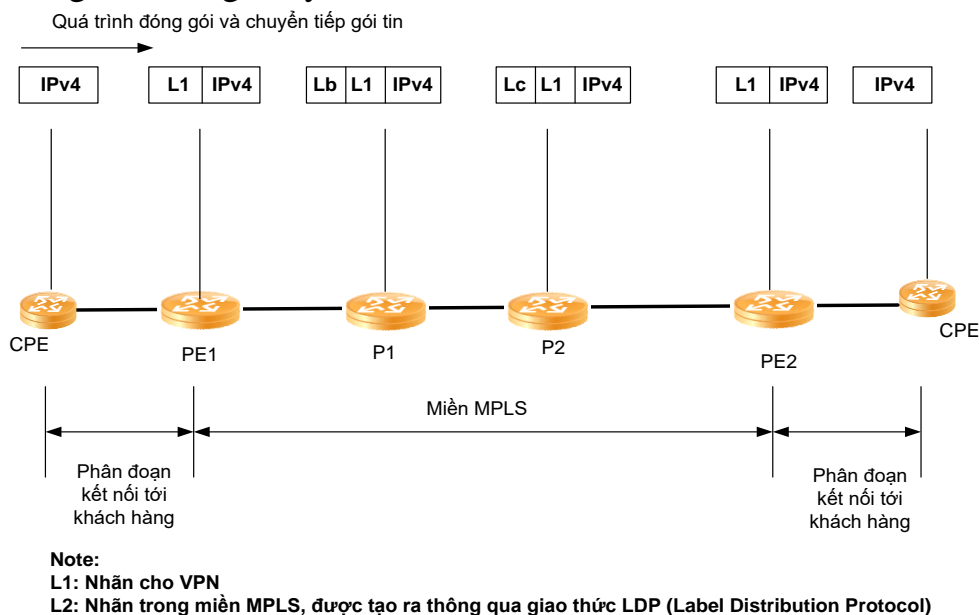
Chỉ thiết bị router biên phải thực hiện tìm kiếm trong bảng định tuyến để chuyển tiếp gói tin, cũng như tìm ra đường đi tốt nhất tới đích, tự động chuyển hướng kết nối khác nếu kết nối chính bị lỗi.

Thiết bị router Core chuyển tiếp gói tin dựa trên tìm kiếm nhãn (label) và trao đổi nhãn nên rất đơn giản và quá trình chuyển tiếp rất nhanh.



**Hình vẽ 3.4: Hoạt động định tuyến và chuyển mạch trong mạng IP/MPLS**

### 3.2.2. Hoạt động của mạng chuyển mạch IP MPLS



**Hình vẽ 3.5: Quá trình đóng gói và chuyển tiếp gói tin trong mạng IP/MPLS**

Trong hình vẽ, các thiết bị P, PE thuộc miền MPLS, thiết bị CPE đặt tại khách hàng.

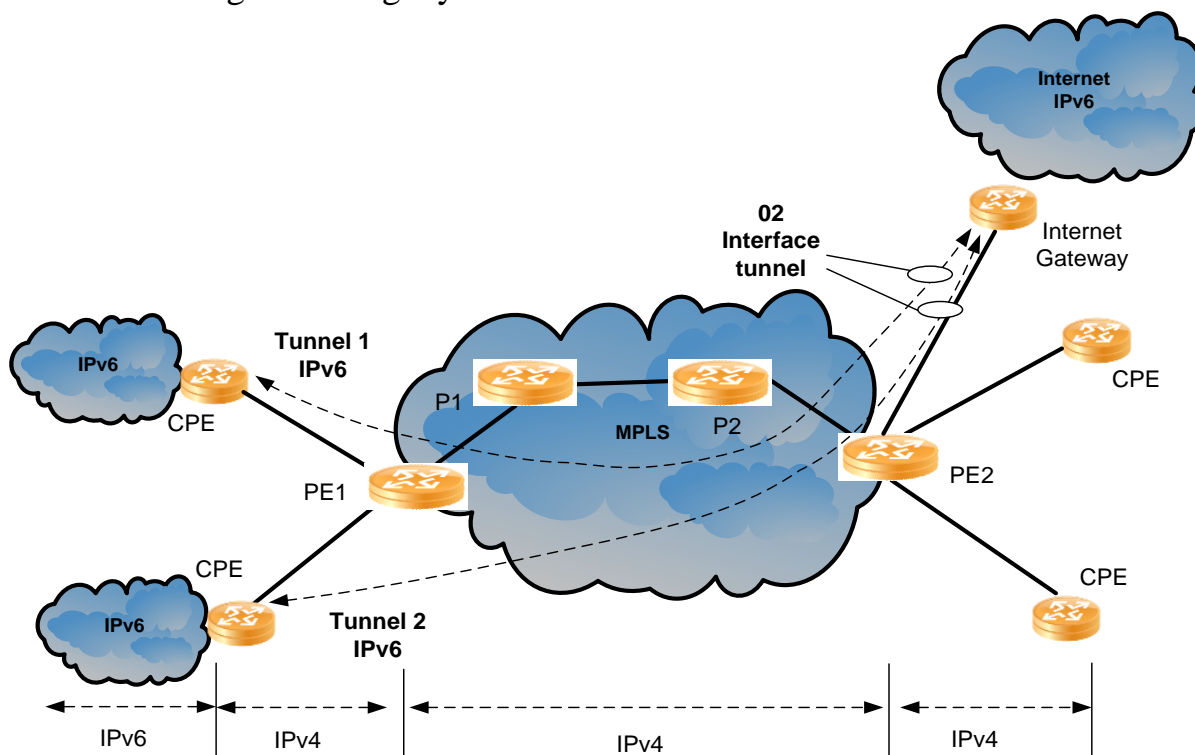
Quá trình đóng gói và chuyển tiếp gói tin qua mạng IP/MPLS:

- Gói tin được đóng nhãn khi đi vào môi trường mạng MPLS, trong đó nhãn đầu tiên là nhãn VPN (kênh riêng ảo), cho phép gói tin được chuyển tiếp tới đúng đích trong cùng VPN, nhãn thứ hai được tạo ra bởi giao thức phân phối nhãn (LDP) sử dụng để chuyển tiếp gói tin trong môi trường mạng MPLS, thông qua LDP việc chuyển tiếp gói tin trong miền MPLS được diễn ra nhanh hơn do chỉ thực hiện việc trao đổi nhãn, không phải xử lý, bóc tách gói tin lên tới lớp 3 (lớp IP).
- Nhãn VPN được xử lý tại các thiết bị PE trong miền MPLS
- Nhãn LDP được xử lý trên các thiết bị P, PE trong miền MPLS

### 3.3. Lựa chọn kỹ thuật chuyển đổi đáp ứng bài toán

#### 3.2.3. Các kỹ thuật đường hầm truyền thống

##### 3.2.3.1. Đường hầm bằng tay:



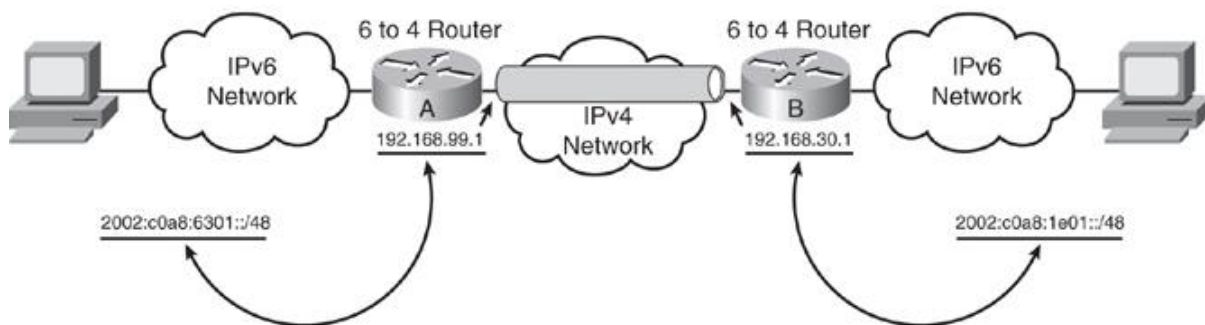
**Hình vẽ 3.6: Giải pháp sử dụng kỹ thuật đường hầm bằng tay**

Đường hầm được cấu hình bằng tay tại các thiết bị điểm đầu và điểm cuối đường hầm. Để giải quyết bài toán cần thiết lập một loạt các đường hầm từ thiết bị CPE đặt tại khách hàng và thiết bị Cổng Internet (Internet Gateway) của nhà cung cấp dịch vụ.

Hạn chế:

- Phương thức này có thể được áp dụng cho một số lượng hạn chế các kết nối từ xa, bởi nếu kết nối số lượng lớn thì việc thiết lập và vận hành sẽ rất vất vả, trên thiết bị Internet Gateway sẽ phải tạo tới hàng triệu giao diện tunnel nếu có hàng triệu khách hàng kết nối vào mạng, cũng như phải tạo ra hàng triệu tuyến route tới từng khách hàng.
- Việc cấu hình tunnel được thiết lập, khai báo cả trên thiết bị CPE và thiết bị Internet Gateway, ngoài ra không phải thiết bị CPE nào cũng hỗ trợ khai báo kỹ thuật Tunnel.

##### 3.2.3.2. Đường hầm tự động (6to4 tunnels)



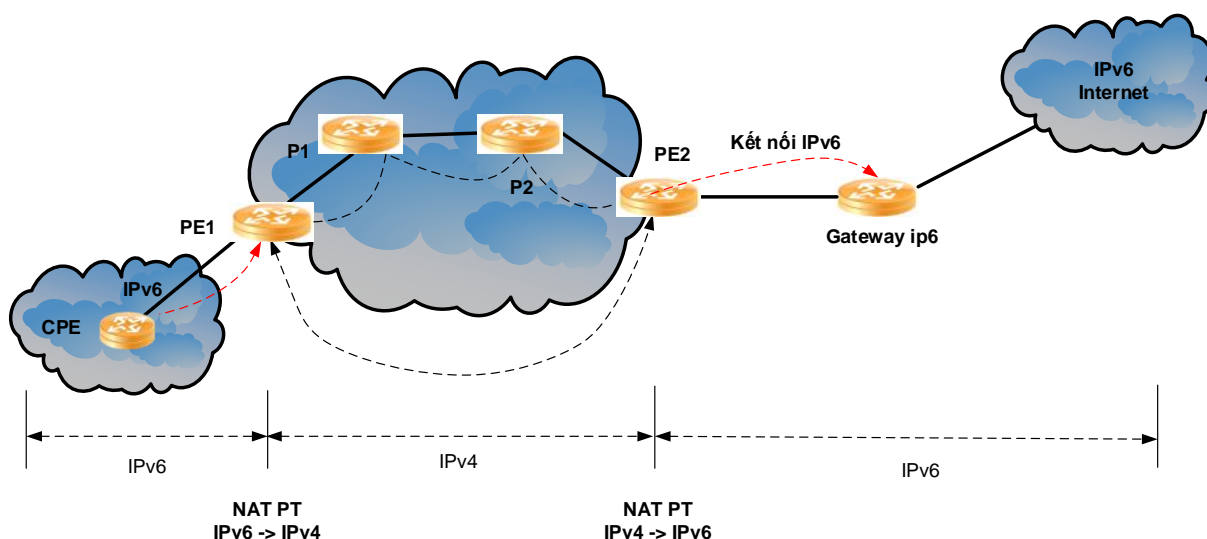
**Hình vẽ 3.7: Nguyên lý thiết lập đường hầm tự động**

Kỹ thuật 6to4 tunnels cho phép truy cập Internet IPv6 mà không cần nhiều thủ tục hay cấu hình phức tạp, bằng cách sử dụng địa chỉ IPv6 đặc biệt có tiền tố 2002::/16 đã được IANA cấp dành riêng cho công nghệ 6to4, kết hợp với địa chỉ IPv4 toàn cầu.

Hạn chế:

- Do đặc tính của kỹ thuật này chỉ hỗ trợ định tuyến tĩnh hoặc định tuyến BGP4+.
- Địa chỉ IPv6 sử dụng trong 6to4 tunnels được tạo ra thông qua địa chỉ IPv4 toàn cầu, vì vậy bị hạn chế về không gian địa chỉ do phụ thuộc vào không gian của địa chỉ IPv4.

### 3.2.3.3. Kỹ thuật NAT



**Hình vẽ 3.8: Giải pháp sử dụng kỹ thuật NAT**

Sử dụng kỹ thuật NAT: khi đó sẽ cần có 02 phân chặng chuyển đổi địa chỉ được thực hiện trên các thiết bị PE của mạng, bao gồm chuyển đổi IPv6 -> IPv4; IPv4 -> IPv6, đồng thời các thiết bị biên phía nhà cung cấp dịch vụ cũng cần hỗ trợ kỹ thuật NAT để thực hiện việc chuyển đổi địa chỉ.

Mục đích ban đầu của kỹ thuật NAT nhằm sử dụng hiệu quả, tiết kiệm địa chỉ IPv4 Public. Địa chỉ IPv6 ra đời đã khắc phục được nhược điểm



này do có lượng địa chỉ vô cùng lớn, khi triển khai IPv6 nếu vẫn sử dụng NAT sẽ không phát huy hết những ưu điểm của dịch vụ IPv6, đặc biệt kỹ thuật NAT có nhiều hạn chế trong việc triển khai các dịch vụ yêu cầu địa chỉ nguồn đích không thay đổi trong suốt quá trình truyền tải.

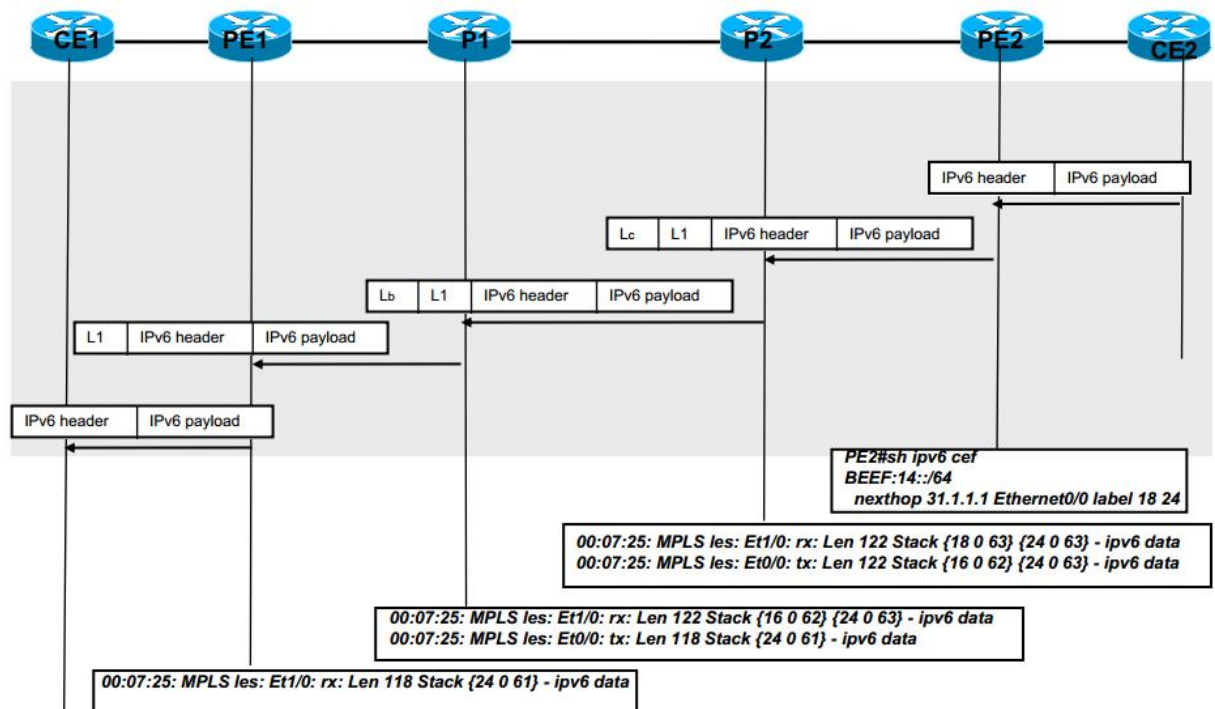
Triển khai NAT trên toàn bộ thiết bị PE làm quá trình quản lý vận hành mạng lưới phức tạp, tăng xử lý tải trên các thiết bị PE.

### 3.2.3.4. Kỹ thuật Dual stack

Mạng IP4 đã tồn tại từ lâu, việc chuyển đổi hoàn toàn IP4 sang IPv6 sẽ không thể thực hiện ngay được mà đòi hỏi phải có một giai đoạn chạy đồng thời cả hai dịch vụ IPv4 và IPv6. Để đáp ứng bài toán này chắc chắn phải sử dụng kỹ thuật Dual Stack. Tuy nhiên kỹ thuật Dual stack sẽ phù hợp khi triển khai trên phân đoạn từ khách hàng đến mạng nhà cung cấp dịch vụ, do khách hàng chạy cả hai dịch vụ IPv4, IPv6. Nếu triển khai Dual stack trên cả mạng lõi MPLS sẽ làm thay đổi cấu trúc mạng lõi, tốn kém địa chỉ kết nối, tăng chi phí vận hành khai thác, không đáp ứng bài toán đặt ra là chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 nhưng không làm thay đổi cấu trúc mạng lõi.

### 3.2.3.5. Kỹ thuật 6PE (IPv6 provider edge router)

Kỹ thuật 6PE hoạt động với nguyên lý và đặc điểm cơ bản như sau:

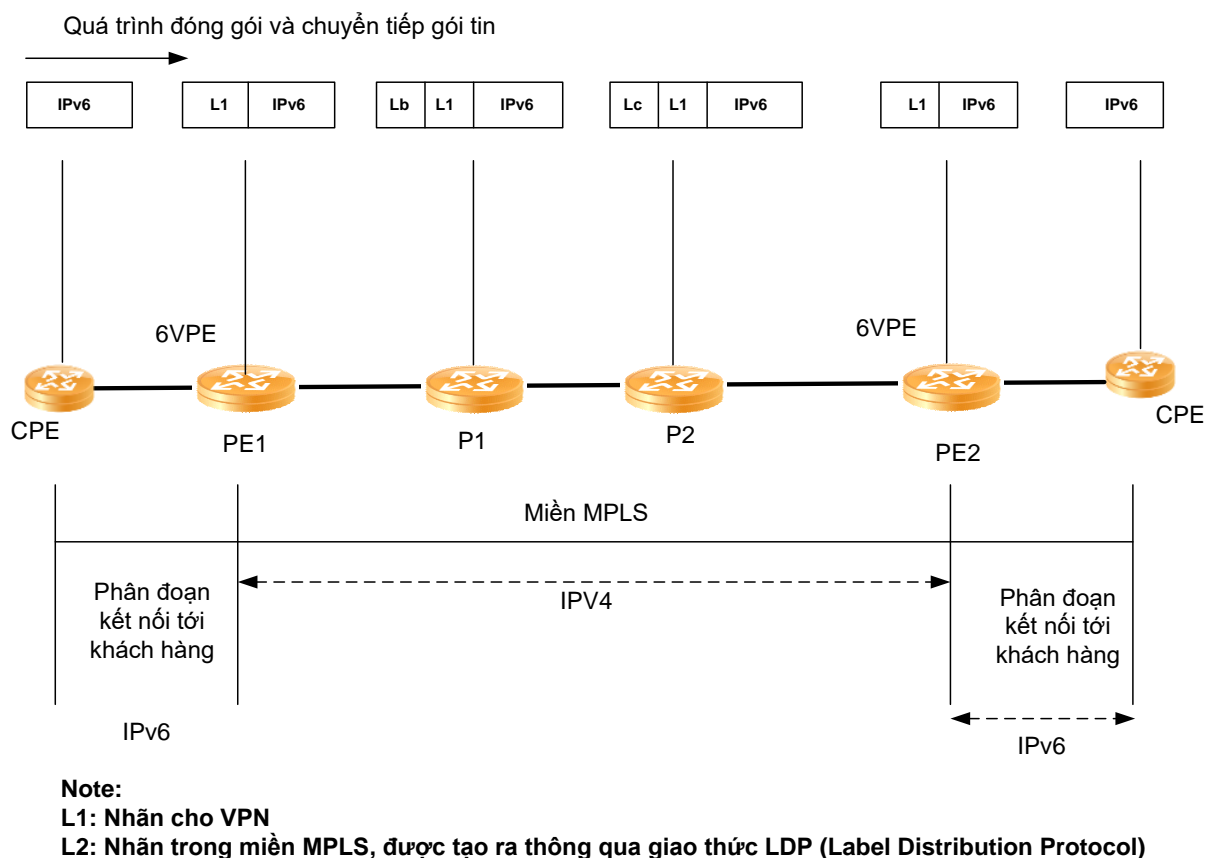


**Hình vẽ 3.9: Nguyên lý hoạt động của kỹ thuật 6PE**

- Cung cấp kết nối IPv6 toàn cầu trên mạng lõi IPv4 MPLS, cho phép các địa điểm IPv6 kết nối với nhau qua mạng lõi IPv4 MPLS thông qua các đường chuyển mạch nhân (LSPs).
- Hỗ trợ đồng thời dịch vụ IPv4, IPv6 qua mạng lõi MPLS.
- Ưu, nhược điểm của kỹ thuật này: phù hợp cho việc triển khai trên nền mạng lõi IPv4 MPLS, tuy nhiên với đặc tính cung cấp kết nối IPv6

toàn cầu, kỹ thuật này chỉ phù hợp cho triển khai cung cấp dịch vụ Internet tới đơn vị sử dụng, không phù hợp khi triển khai cung cấp các kênh riêng ảo cho các khách hàng.

### 3.2.3.6. Kỹ thuật 6VPE (IPv6 on VPN Provider Edge Routers)



**Hình vẽ 3.10: Quá trình đóng gói và chuyển tiếp gói tin trong 6VPE**

Kỹ thuật 6VPE hoạt động với nguyên lý và đặc điểm cơ bản như sau:

- Là một cơ chế sử dụng mạng lõi IPv4 MPLS để cung cấp dịch vụ VPN IPv6, kế thừa những ưu điểm của mạng lõi IPv4 MPLS, loại bỏ việc triển khai Dualstack trong mạng lõi, giúp tiết giảm chi phí vận hành và địa chỉ kết nối.
- Hoạt động tương tự như IPv4 VPN over MPLS, chỉ khác là phân đoạn kết nối giữa khách hàng và nhà cung cấp dịch vụ chạy IPv6.
- Việc khai báo dịch vụ IPv6 VPN tương tự như khai báo dịch vụ IPv4 VPN đang chạy
- Bảng định tuyến IPv6 dành riêng cho từng khách hàng, tăng cường bảo mật và cho phép phân tách dịch vụ.
- Không làm thay đổi mạng lõi IPv4 MPLS.

Những điểm nổi bật so với các công nghệ truyền thống:

- Với một dịch vụ (chẳng hạn như dịch vụ Internet) trên thiết bị PE, thiết bị Internet Gateway chỉ cần khai báo một lần VPN Internet để chạy

cho toàn bộ khách hàng sử dụng dịch vụ này; Khi phát sinh khách hàng mới trên thiết bị PE chỉ cần khai báo thông tin về địa chỉ kết nối tới khách hàng và đưa vào VPN Internet đã tạo trước đó, trên thiết bị Internet Gateway không cần khai báo gì thêm.

- Thiết bị CPE phía khách hàng chỉ là các thiết bị đầu cuối đơn giản (máy tính, camera, IP Phone ...) hỗ trợ địa chỉ IPv4, IPv6 là có thể sử dụng được dịch vụ, nếu có thêm các thiết bị chuyên dụng như Router, Firewall thì chỉ là tăng thêm bảo mật cho hệ thống của khách hàng.

- Hỗ trợ đa dạng các giao thức định tuyến trên kết nối giữa thiết bị CPE và thiết bị PE: định tuyến tĩnh, định tuyến động (RIP, OSPF, BGP...)

- Hỗ trợ đa dạng các dịch vụ viễn thông, đáp ứng tốt các dịch vụ yêu cầu địa chỉ kết nối end to end không thay đổi trong suốt quá trình truyền tải.

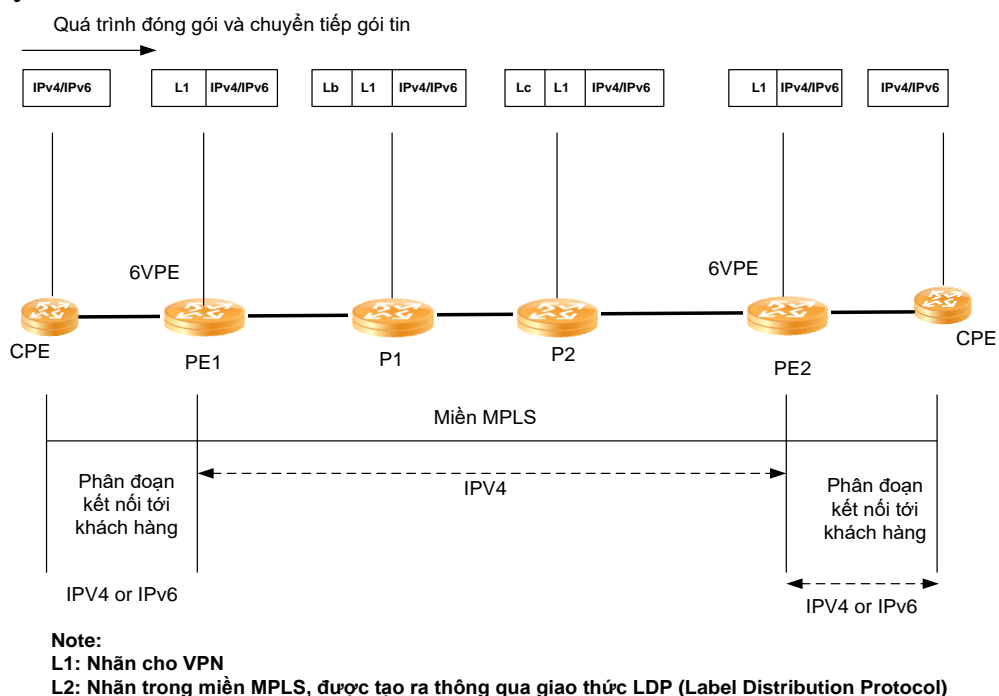
- Không làm thay đổi cấu trúc mạng lõi IPv4 MPLS.

- Có thể cung cấp các dịch vụ kết nối toàn cầu (như Internet), đồng thời cũng có thể cung cấp các kênh riêng ảo phục vụ cho các bài toán kết nối riêng của đơn vị sử dụng.

### 3.2.4. Đề xuất kỹ thuật chuyển đổi để giải quyết bài toán đưa ra

Sử dụng kỹ thuật Dual stack 6VPE. Đây là kỹ thuật được sử dụng để triển khai IPv6 VPN trên nền MPLS, kết hợp Dual stack trên thiết bị Router biên MPLS của nhà cung cấp dịch vụ, nhằm đảm bảo cung cấp đồng thời cả dịch vụ IPv4 và IPv6 tới khách hàng trong quá trình chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 mà không cần thay đổi kiến trúc mạng lõi MPLS.

Quá trình đóng gói và chuyển tiếp gói tin qua mạng IP/MPLS khi triển khai kỹ thuật Dual stack 6VPE:



**Hình vẽ 3.11: Quá trình đóng gói và chuyển tiếp gói tin trong kỹ thuật Dual stack 6VPE**

Gói tin IPv4/IPv6 được gán nhãn L1 khi đi vào cổng của thiết bị PE, nhãn này để chuyển gói tin vào VPN phù hợp, là cơ sở chuyển gói tin tới đúng đích. Khi dịch chuyển trong miền MPLS, gói tin được gán nhãn thứ hai (Lb, Lc ...), nhãn này được tạo ra bởi giao thức phân phối nhãn (LDP) sử dụng để chuyển tiếp gói tin trong môi trường mạng MPLS, thông qua LDP việc chuyển tiếp gói tin trong miền MPLS được diễn ra nhanh hơn do chỉ thực hiện việc trao đổi nhãn, không phải xử lý, bóc tách gói tin lên tới lớp 3 (lớp IP). Khi gói tin chuyển đến thiết bị PE đích sẽ thực hiện bóc các nhãn này và chuyển gói tin thuần IP tới mạng khách hàng tương ứng.

### 3.3. Mô phỏng cấu hình chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 sử dụng kỹ thuật Dual stack 6VPE

#### 3.3.1. Chương trình sử dụng để mô phỏng mạng

Phần mềm GNS3

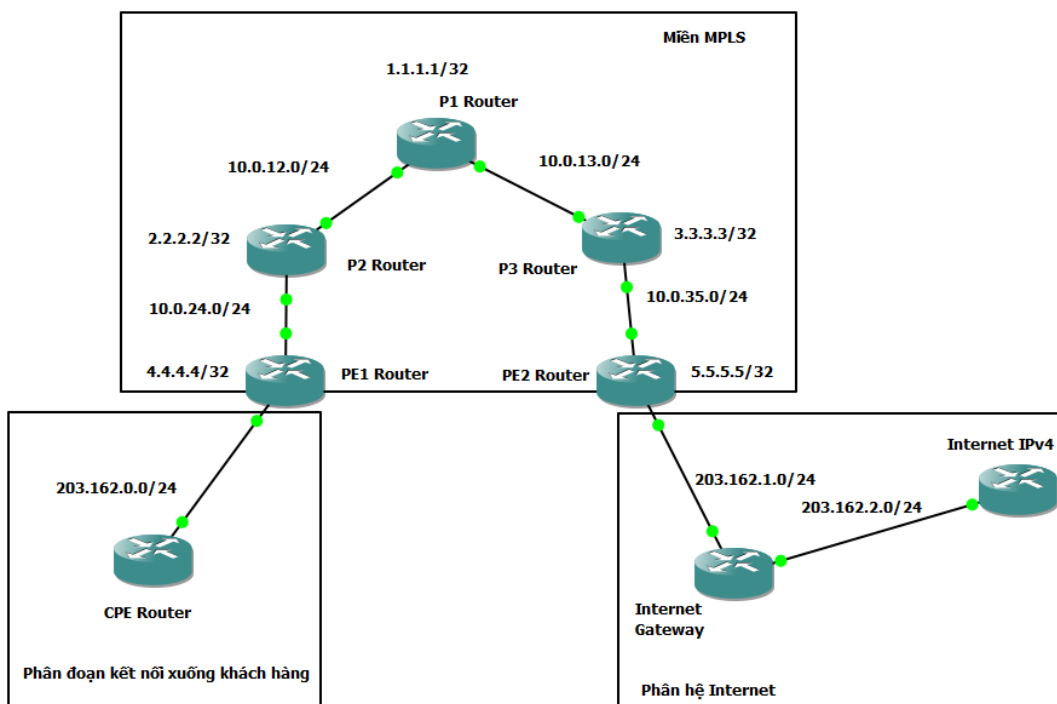
Các thiết bị định tuyến trong miền MPLS sử dụng hệ điều hành cho dòng Router hỗ trợ IPv4, IPv6, các giao thức định tuyến, chuyển mạch nhãn và hỗ trợ 6VPE.

Các thiết bị định tuyến còn lại sử dụng hệ điều hành cho dòng Router hỗ trợ IPv4, IPv6 và các giao thức định tuyến.

#### 3.3.2. Mô hình triển khai:

##### 3.3.2.1. Mô hình kết nối hiện tại của một nhà cung cấp dịch vụ

Trong mục 3.1 đã đề cập đến mô hình tổng quan của một nhà cung cấp dịch vụ với nhiều thiết bị P, PE Router. Trong khuôn khổ của bài toán mô phỏng, đề xuất thử nghiệm với mô hình 03 P Router, 02 PE Router như dưới đây (không thay đổi thành phần của mạng MPLS, chỉ khác về số lượng):



**Hình vẽ 3.12: Mô hình kết nối hiện tại của một nhà cung cấp dịch vụ**

Mô hình kết nối gồm 03 phân hệ:

*Phân hệ MPLS*: chính là mạng lõi của nhà cung cấp dịch vụ, hiện sử dụng công nghệ chuyển mạch nhãn MPLS, trong đó:

- PE1, PE2 là thiết bị định tuyến biên của nhà cung cấp dịch vụ, thiết bị này được kết nối trực tiếp với mạng khách hàng, cung cấp dịch vụ IPv4 tới khách hàng. Các thiết bị PE cũng được kết nối vào thiết bị định tuyến lõi thông qua địa chỉ IPv4.

- P là thiết bị định tuyến lõi của nhà cung cấp dịch vụ, chuyển tiếp lưu lượng giữa các thiết bị PE của mạng MPLS.

*Phân hệ kết nối Internet*: cung cấp cổng kết nối ra mạng Internet ngoài.

- Internet gateway là thiết bị định tuyến cổng Internet, cung cấp cổng kết nối Internet sang mạng IPv4.

*Phân hệ khách hàng*: bao gồm thiết bị đầu cuối và đường truyền kết nối tới khách hàng.

- CPE: thiết bị mạng đặt tại khách hàng, chạy dịch vụ IPv4.

### 3.3.2.2. Yêu cầu của bài toán chuyển đổi

Cấu hình chuyển đổi mô hình hiện tại để có thể cung cấp dịch vụ IPv6 tới khách hàng thông qua nền mạng lõi IPv4 MPLS đang chạy mà không làm thay đổi cấu hình thiết bị mạng lõi MPLS.

### 3.3.3. Mô phỏng quá trình chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6:

#### 3.3.3.1. Mô phỏng mạng IPv4 hiện tại

*Phân hệ MPLS*

Khai báo địa chỉ IP để kết nối giữa thiết bị PE1, P1, P2, P3, PE2.

Khai báo định tuyến OSPF giữa các thiết bị định tuyến trong miền MPLS

Khai báo chuyển mạch nhãn MPLS, giao thức phân phối nhãn LDP giữa các thiết bị định tuyến trong miền MPLS

Khai báo giao thức định tuyến BGP giữa các thiết bị PE1, PE2 để mang lưu lượng khách hàng, tránh việc thiết bị định tuyến lõi P1, P2, P3 Router phải xử lý thông tin định tuyến khách hàng làm tăng tải xử lý trên thiết bị lõi.

Khai báo dịch vụ VPN MPLS trên các thiết bị PE1, PE2 để chuyển tiếp lưu lượng khách hàng vào kênh riêng ảo phù hợp.

*Phân hệ kết nối tới khách hàng*

Khai báo địa chỉ IP, định tuyến trên thiết bị PE1 Router, CPE Router

*Phân hệ kết nối ra Internet*

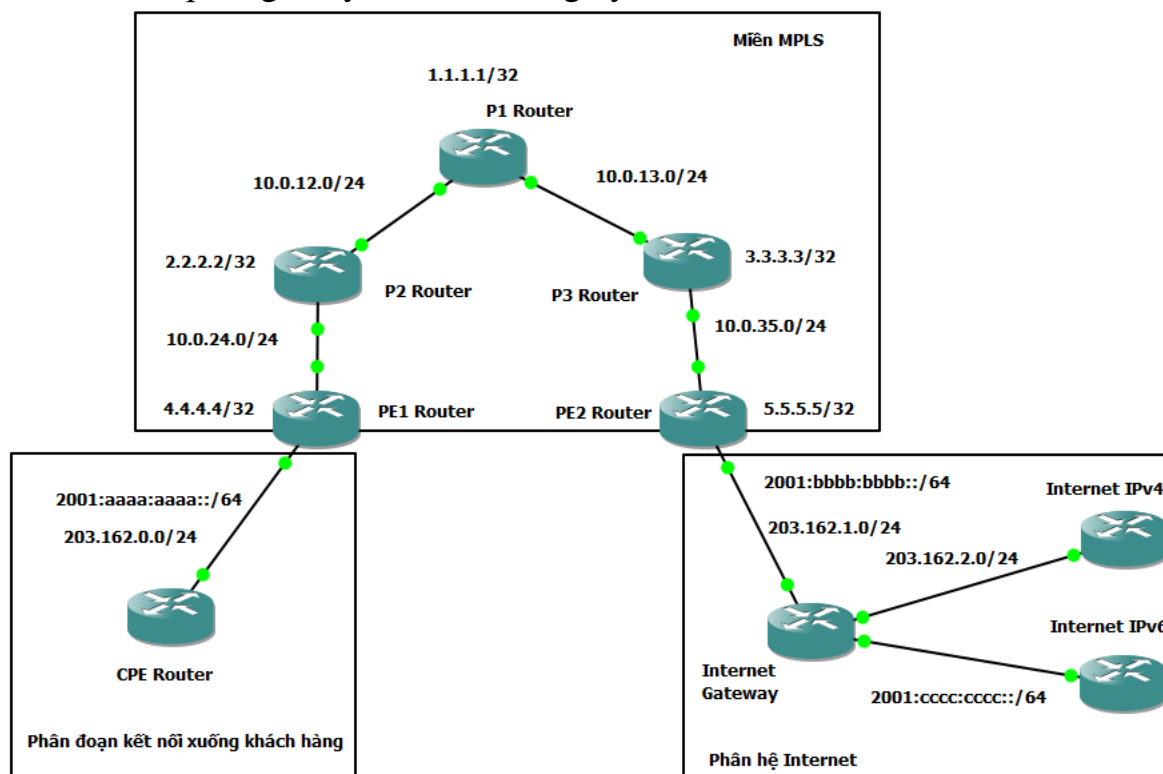
Khai báo IP, định tuyến trên các thiết bị PE2 Router, Internet Gateway

*Kiểm tra dịch vụ*

Kiểm tra kết nối giữa thiết bị CPE Router và Internet Gateway

Kiểm tra kết nối giữa thiết bị CPE Router và Internet IPv4

### 3.3.3.2. Mô phỏng chuyển đổi sử dụng kỹ thuật Dual stack 6VPE



**Hình vẽ 3.13: Mô hình chuyển đổi IPv4 sang IPv6 sử dụng kỹ thuật Dual stack 6VPE**

#### *Phân hệ MPLS*

- Kích hoạt định tuyến IPv6 trên các thiết bị PE1, PE2, CPE Router, Internet Gateway, Internet IPv6.
- Nâng cấp VPN MPLS trên thiết bị PE1, PE2 để hỗ trợ cả dịch vụ IPv4 và IPv6.
- Kích hoạt ipv6 cef trên các thiết bị PE1, PE2
- Khai báo BGP Peering VPNv6 và quảng bá thông tin IPv6 qua VPN MPLS
- Khai báo IPv6 trên phân đoạn kết nối xuống khách hàng
- Khai báo IPv6 trên phân đoạn kết nối tới thiết bị Internet Gateway

#### *Phân hệ Internet:*

Trên thiết bị Internet Gateway Router: khai báo địa chỉ IPv6 trên kết nối tới thiết bị PE2 và trên kết nối tới thiết bị Internet IPv6, định tuyến về dải IPv6 khách hàng.

Trên thiết bị Internet IPv6: khai báo địa chỉ IPv6 kết nối tới thiết bị Internet Gateway, định tuyến về dải IPv6 của nhà cung cấp dịch vụ.

#### *Phân hệ khách hàng:*

Khai báo trên thiết bị CPE

- Thiết bị định tuyến phía khách hàng (CPE Router) khai báo IPv6 kết nối tới mạng của nhà cung cấp dịch vụ.

- Khai báo tuyến default route trở về thiết bị PE1 thuộc mạng của nhà cung cấp dịch vụ.

*Kiểm tra dịch vụ:*

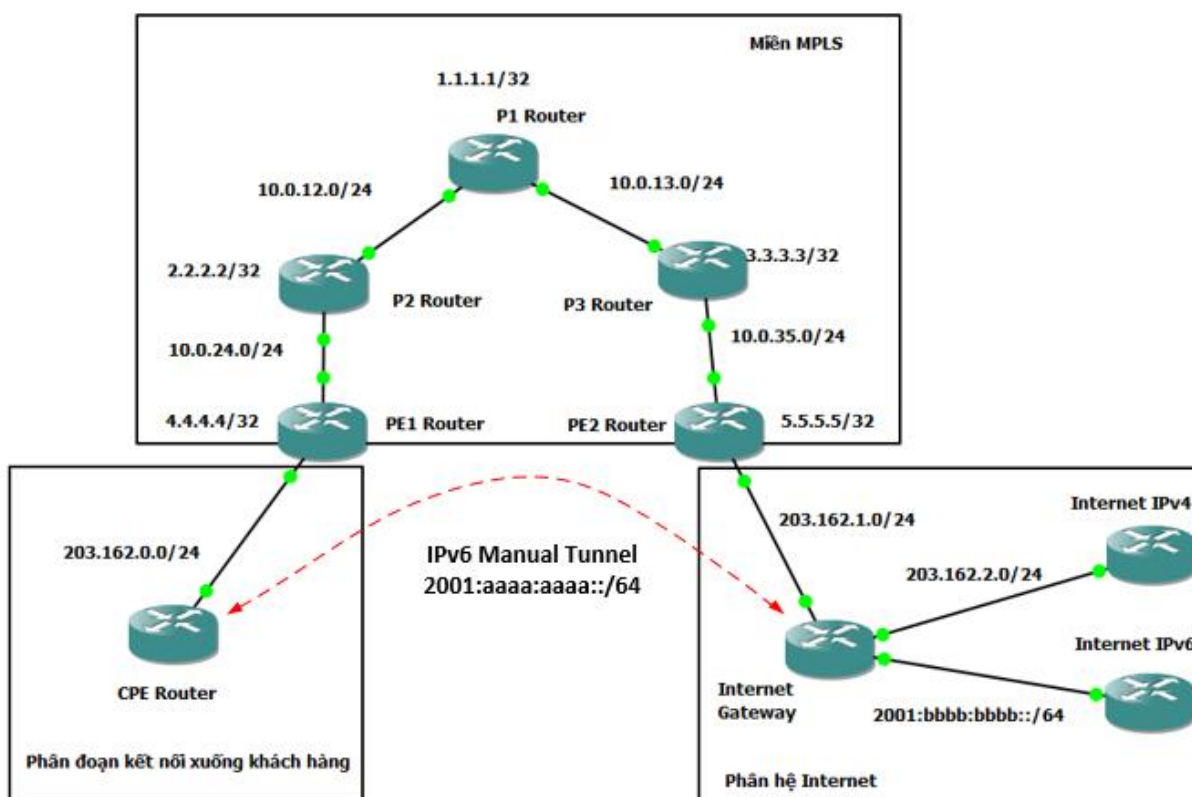
Phân chặng kiểm tra dịch vụ:

- Từ thiết bị Internet Gateway: ping ra mạng IPv6
- Từ thiết bị PE2: ping ra mạng IPv6
- Từ thiết bị PE1: ping ra mạng IPv6
- Từ thiết bị CE đặt tại khách hàng: ping ra mạng IPv6

Cấu hình chi tiết như *phụ lục kèm theo*

### 3.3.4. So sánh với phương pháp chuyển đổi khác

3.3.4.1. Mô phỏng chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 sử dụng kỹ thuật đường hầm bằng tay.



**Hình vẽ 3.14: Mô hình chuyển đổi sử dụng kỹ thuật đường hầm bằng tay**

*Thiết lập dịch vụ*

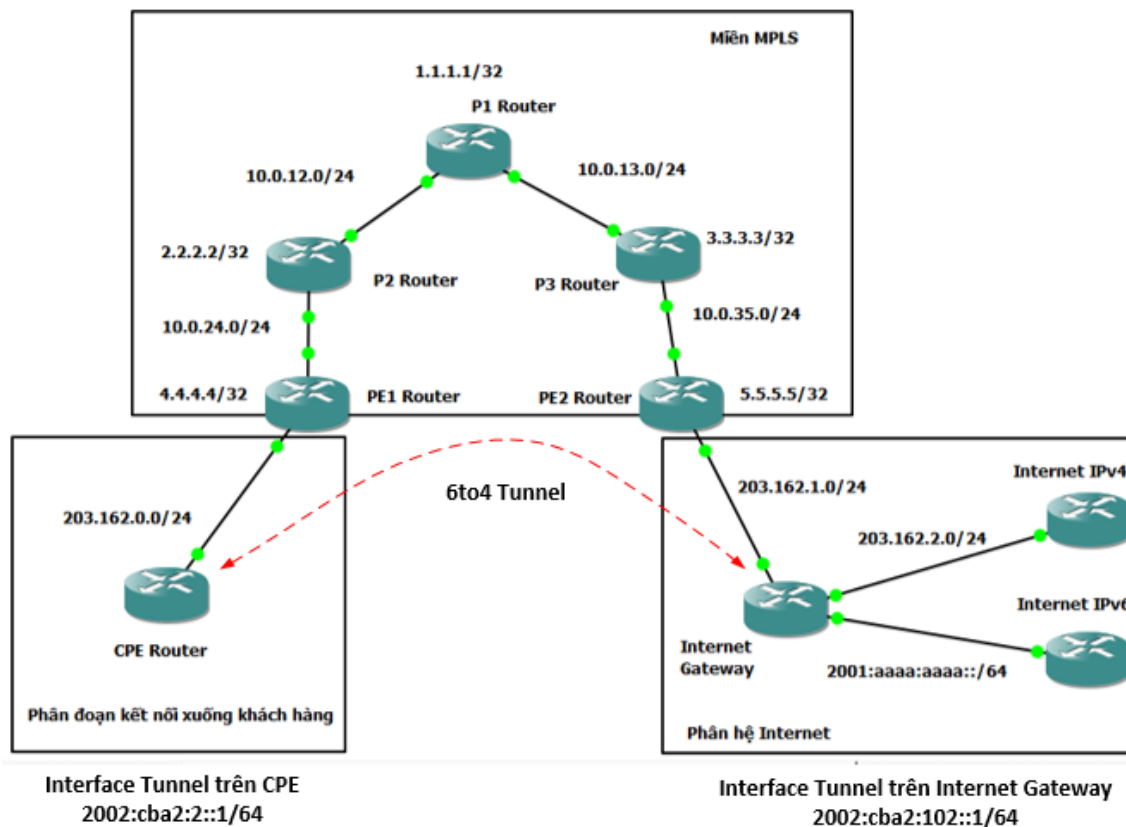
- Thiết lập đường hầm bằng tay IPv6 giữa thiết bị CPE Router và thiết bị Internet Gateway
- Khai báo kết nối IPv6 giữa thiết bị Internet Gateway và thiết bị Internet IPv6
- Trên thiết bị CPE Router khai báo default route qua thiết bị Internet Gateway để kết nối được ra mạng Internet IPv6.
- Trên thiết bị Internet IPv6 định tuyến về dải IPv6 kết nối giữa CPE Router và Internet Gateway.

*Kiểm tra dịch vụ*

- Kiểm tra kết nối từ thiết bị CPE Router ra mạng Internet IPv6.

Cấu hình chi tiết như phụ lục kèm theo

3.3.4.2. Mô phỏng chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 sử dụng kỹ thuật đường hầm tự động 6to4



**Hình vẽ 3.15: Mô hình chuyển đổi sử dụng kỹ thuật đường hầm tự động 6to4**

*Thiết lập dịch vụ*

- Thiết lập đường hầm tự động 6to4 giữa thiết bị CPE Router và thiết bị Internet Gateway.
- Khai báo kết nối IPv6 giữa thiết bị Internet Gateway và thiết bị Internet IPv6.
- Trên thiết bị CPE Router khai báo default route qua thiết bị Internet Gateway để kết nối được ra mạng Internet IPv6.
- Trên thiết bị Internet IPv6 định tuyến về dải IPv6 kết nối giữa CPE Router và Internet Gateway.

*Kiểm tra dịch vụ*

- Kiểm tra kết nối từ thiết bị CPE Router ra mạng Internet IPv6.

Cấu hình chi tiết như phụ lục kèm theo

3.3.4.3. So sánh giữa Kỹ thuật Dual stack 6VPE với Kỹ thuật đường hầm bằng tay, kỹ thuật đường hầm tự động 6to4



Nội dung	Kỹ thuật đường hàm bằng tay	Kỹ thuật đường hàm tự động 6to4	Kỹ thuật Dual stack 6VPE
Yêu cầu đối với thiết bị CPE	Hỗ trợ IPv4, IPv6 và hỗ trợ thiết lập đường hàm bằng tay	Hỗ trợ IPv4, IPv6 và hỗ trợ thiết lập đường hàm tự động 6to4	Hỗ trợ IPv4, IPv6
Yêu cầu đối với thiết bị PE	IPv4	IPv4	Hỗ trợ Dual stack (IPv4, IPv6), 6VPE
Thay đổi Core MPLS	Qua mô phỏng được mô tả trong phần Phụ lục, việc khai báo cấu hình được ngoài miền MPLS	Qua mô phỏng được mô tả trong phần Phụ lục, việc khai báo cấu hình được ngoài miền MPLS	Qua mô phỏng được mô tả trong phần Phụ lục việc khai báo chỉ thực hiện trên thiết bị biên MPLS (PE), không thay đổi phần Core (P) MPLS
Không gian địa chỉ	Không gian địa chỉ IPv6 toàn cầu	Địa chỉ IPv6 sử dụng trong 6to4 tunnel được tạo ra thông qua địa chỉ IPv4 toàn cầu, vì vậy bị hạn chế về không gian địa chỉ do <i>phụ thuộc vào không gian của địa chỉ IPv4.</i> Subnet sử dụng cho đường hàm 6to4 bị giới hạn trong dải 2002::/16	Không gian địa chỉ IPv6 toàn cầu
Thiết lập, vận hành khai thác	Việc cấu hình đường hàm được khai báo trên cả điểm đầu và điểm cuối của đường hàm. Qua mô phỏng được mô tả trong phần phụ lục cho thấy khi số lượng đường hàm lớn thì việc thiết lập và vận	Khi khai báo đường hàm 6to4 chỉ cần khai báo nguồn của đường hàm.	Qua mô phỏng được mô tả trong phần phụ lục, việc khai báo ban đầu phức tạp, tuy nhiên khi đã thiết lập được sẵn các VPN thì việc đưa các kết nối vào VPN tương ứng rất đơn giản.

	hàng vật vủ.		
Mô hình kết nối	Điểm – Điểm	Điểm – Đa điểm	Điểm – Điểm Điểm – Đa điểm
Giao thức mạng	IP	IP	IP/MPLS

#### 3.3.4.4. Đánh giá và kết luận

Dual stack 6VPE là kỹ thuật phù hợp để thực hiện chuyển đổi IPv4 sang IPv6 qua môi trường mạng MPLS IPv4, mà không làm thay đổi cấu trúc mạng lõi.

## KẾT LUẬN

Việc chuyển đổi địa chỉ IPv4 sang IPv6 là xu hướng tất yếu đối với tất cả các nhà cung cấp dịch vụ trên thế giới cũng như tại Việt Nam. Kỹ thuật chuyển đổi Dual stack 6VPE là phù hợp khi thực hiện chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 qua môi trường mạng MPLS IPv4, trong đó Dual stack được triển khai trên phân đoạn từ thiết bị biên của nhà cung cấp dịch vụ xuống khách hàng, và kết nối ra mạng ngoài; 6VPE triển khai giữa các thiết bị biên MPLS; cấu hình trên thiết bị lõi MPLS không thay đổi. Sau một thời gian nghiên cứu, luận văn đã tổng kết được các vấn đề sau:

- ❖ Tổng quan về IPv6, đánh giá ưu, nhược điểm của địa chỉ IPv6.
- ❖ Nghiên cứu các kỹ thuật chuyển đổi IPv4 sang IPv6, từ tổng quan, nguyên tắc hoạt động đến ứng dụng của từng kỹ thuật.
- ❖ Mô phỏng cấu hình chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 trong môi trường mạng IPv4 MPLS sử dụng kỹ thuật Dual stack 6VPE, trong đó có so sánh với kết quả mô phỏng cấu hình chuyển đổi khi sử dụng kỹ thuật đường hầm bằng tay và tự động, qua đó khẳng định ưu điểm của kỹ thuật Dual stack 6VPE khi chuyển đổi trên môi trường IPv4 MPLS. Nội dung mô phỏng cũng là tài liệu tham khảo để triển khai chuyển đổi trong thực tế.
- ❖ Ứng dụng trong việc cung cấp dịch vụ IPv6 tới khách hàng thông qua môi trường mạng IPv4 MPLS của nhà cung cấp dịch vụ viễn thông, mà không làm thay đổi cấu hình trên thiết bị mạng lõi MPLS.

Vì thời gian có hạn, kiến thức còn hạn chế nên bản luận văn khó tránh khỏi những thiếu sót, rất mong nhận được ý kiến góp ý của các thầy cô.

Em xin trân trọng cảm ơn !

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

## Tiếng Việt

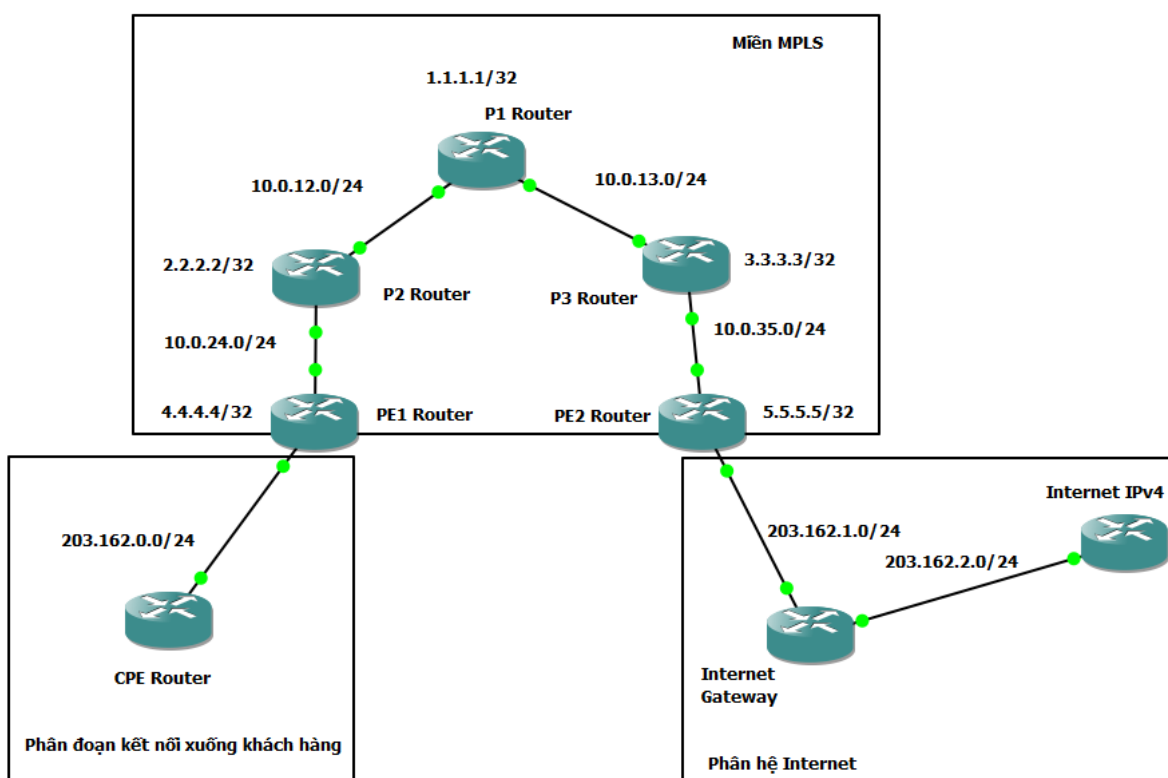
- 1) Nguyễn Thị Thu Thủy , Giới Thiệu Về Thế Hệ Địa Chỉ Internet Mới IPv6, NXB Bưu Điện 2006,
- 2) Website: <https://www.vnnic.vn/>

## Tiếng Anh

- 3) Shannon McFarland, Muninder Sambi, Nikhil Sharma, and Sanjay Hooda *IPv6 for Enterprise Networks*, Copyright © 2011 Cisco Systems, Inc
- 4) *Analysis of ipv6 transition*, International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC) Vol.6, No.5, September 2014
- 5) *IPv4-to-IPv6 Transition and Co-Existence Strategies* By Tim Rooney Director, Product Management BT Diamond IP, Revised and Updated 2011 Edition
- 6) *A Detail Comprehensive Review on IPv4-to-IPv6 Transition and Co-Existence Strategies*, International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) Volume 4 Issue 4, April 2015
- 7) Rick Graziani, *IPv6 Fundamentals: A Straightforward Approach to Understanding IPv6*, Cisco Press, First Printing October 2012
- 8) Website: <http://www.cisco.com/>; <https://www.gns3.com/>

# PHỤ LỤC

## 1. Mô phỏng mạng MPLS IPv4 hiện tại



Hình vẽ 1: Mô hình mạng hiện tại

- Phân hệ MPLS
  - Khai báo địa chỉ IP để kết nối giữa thiết bị PE1, P1, P2, P3, PE2.
  - Khai báo định tuyến OSPF giữa các thiết bị định tuyến trong miền MPLS
  - Khai báo chuyển mạch nhãn MPLS, giao thức phân phối nhãn LDP giữa các thiết bị định tuyến trong miền MPLS

P1 Router:

```
ip cef
```

```
mpls label protocol ldp
```

```
!
```

```
interface Loopback0
```

```
ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
```

```
!
```

```
interface FastEthernet0/0
```

```
ip address 10.0.12.1 255.255.255.0
```

```
no shut
mpls mtu 1560
mpls label protocol ldp
mpls ip
!
interface FastEthernet0/1
ip address 10.0.13.1 255.255.255.0
no shut
mpls mtu 1560
mpls label protocol ldp
mpls ip
!
router ospf 1
log-adjacency-changes
network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0
network 10.0.12.0 0.0.0.255 area 0
network 10.0.13.0 0.0.0.255 area 0
```

#### P2 Router:

```
ip cef
mpls label protocol ldp
!
interface Loopback0
ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
!
interface FastEthernet1/0
ip address 10.0.12.2 255.255.255.0
no shut
mpls mtu 1560
```

```
mpls label protocol ldp
mpls ip
!
interface FastEthernet1/1
ip address 10.0.24.1 255.255.255.0
no shut
mpls mtu 1560
mpls label protocol ldp
mpls ip
!
router ospf 1
log-adjacency-changes
network 2.2.2.2 0.0.0.0 area 0
network 10.0.12.0 0.0.0.255 area 0
network 10.0.24.0 0.0.0.255 area 0
!
mpls ldp router-id Loopback0
```

### P3 Router:

```
ip cef
mpls label protocol ldp
!
interface Loopback0
ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
!
interface FastEthernet1/0
ip address 10.0.13.2 255.255.255.0
no shut
mpls mtu 1560
```

```
mpls label protocol ldp
mpls ip
!
interface FastEthernet1/1
ip address 10.0.35.1 255.255.255.0
no shut
mpls mtu 1560
mpls label protocol ldp
mpls ip
!
router ospf 1
log-adjacency-changes
network 3.3.3.3 0.0.0.0 area 0
network 10.0.13.0 0.0.0.255 area 0
network 10.0.35.0 0.0.0.255 area 0
!
mpls ldp router-id Loopback0
```

#### PE1 Router:

```
ip cef
mpls label protocol ldp
!
interface Loopback0
ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
interface FastEthernet1/0
ip address 10.0.24.2 255.255.255.0
no shut
mpls mtu 1560
mpls label protocol ldp
```



```

mpls ip
!
router ospf 1
log-adjacency-changes
network 4.4.4.4 0.0.0.0 area 0
network 10.0.24.0 0.0.0.255 area 0
!
mpls ldp router-id Loopback0

```

PE2 Router:

```

ip cef
mpls label protocol ldp
!
interface Loopback0
ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
!
interface FastEthernet1/0
ip address 10.0.35.2 255.255.255.0
no shut
mpls mtu 1560
mpls label protocol ldp
mpls ip
!
router ospf 1
log-adjacency-changes
network 5.5.5.5 0.0.0.0 area 0
network 10.0.35.0 0.0.0.255 area 0
!
mpls ldp router-id Loopback0

```

- Khai báo giao thức định tuyến BGP giữa các thiết bị PE1, PE2 để mang lưu lượng khách hàng, tránh việc thiết bị định tuyến lõi P Router phải xử lý thông tin định tuyến khách hàng làm tăng tải xử lý trên thiết bị lõi.
- Khai báo dịch vụ VPN MPLS trên các thiết bị PE1, PE2 để chuyển tiếp lưu lượng khách hàng vào kênh riêng ảo phù hợp.

PE1 Router:

```

router bgp 65512
no synchronization
bgp log-neighbor-changes
redistribute connected
redistribute static
neighbor 5.5.5.5 remote-as 65512
neighbor 5.5.5.5 update-source Loopback0
no auto-summary
!
address-family vpnv4
neighbor 5.5.5.5 activate
neighbor 5.5.5.5 send-community extended
exit-address-family
!
address-family ipv4 vrf TEST
no synchronization
redistribute connected
exit-address-family
!
ip vrf TEST
rd 65512:10001
route-target export 65512:10001
route-target import 65512:10001

```

PE2 Router:

```

router bgp 65512
  no synchronization
  bgp log-neighbor-changes
  redistribute connected
  redistribute static
  neighbor 4.4.4.4 remote-as 65512
  neighbor 4.4.4.4 update-source Loopback0
  no auto-summary
  !
  address-family vpnv4
    neighbor 4.4.4.4 activate
    neighbor 4.4.4.4 send-community extended
  exit-address-family
  !
  address-family ipv4 vrf TEST
    no synchronization
    redistribute connected
    redistribute static
    default-information originate
  exit-address-family
  !
  ip vrf TEST
    rd 65512:10001
    route-target export 65512:10001
    route-target import 65512:10001

```

- Phân hệ kết nối tới khách hàng

PE1 Router:

```

interface FastEthernet1/1
  no shut

```

```
ip vrf forwarding TEST
ip address 203.162.0.1 255.255.255.0
!
ip route vrf TEST 0.0.0.0 0.0.0.0 203.162.1.2
```

- Khai báo trên thiết bị CPE và thiết bị Internet Gateway

CPE Router:

```
interface FastEthernet0/0
no shut
ip address 203.162.0.2 255.255.255.0
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 203.162.0.1
```

- Phân hệ kết nối ra Internet

PE2 Router:

```
interface FastEthernet1/1
no shut
vrf forwarding TEST
ip address 203.162.1.1 255.255.255.0
```

Internet Gateway:

```
interface FastEthernet0/0
no shut
ip address 203.162.1.2 255.255.255.0
interface FastEthernet0/1
no shut
ip address 203.162.2.1 255.255.255.0
!
ip route 203.162.0.0 255.255.255.0 203.162.1.1
```

Khai báo trên thiết bị Internet IPv4:

```
interface FastEthernet0/0
no shut
ip address 203.162.2.2 255.255.255.0
```

!

```
ip route 203.162.0.0 255.255.255.0 203.162.2.1
```

```
ip route 203.162.1.0 255.255.255.0 203.162.2.1
```

- Kiểm tra dịch vụ
- Kiểm tra kết nối giữa thiết bị CPE Router và Internet Gateway:

```
CPE# ping 203.162.1.2
```

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 203.162.1.2, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 84/104/144 ms

- Kiểm tra kết nối giữa thiết bị CPE Router và Internet IPv4:

```
CPE#ping 203.162.2.2
```

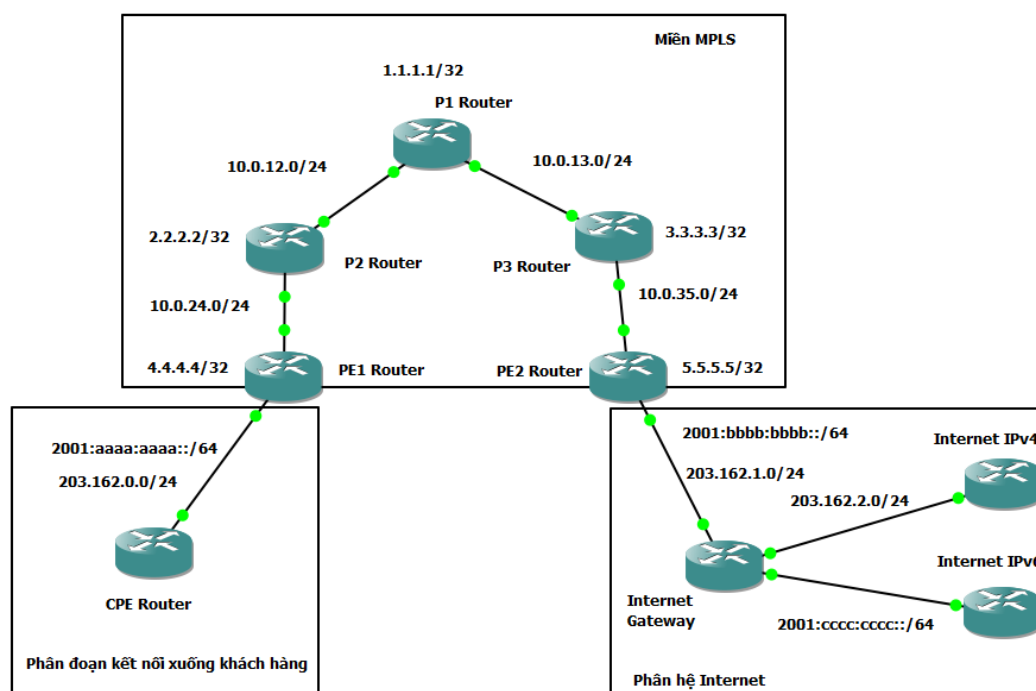
Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 203.162.2.2, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 720/927/1152 ms

## 2. Mô phỏng chuyển đổi sử dụng kỹ thuật Dual stack 6VPE



Hình vẽ 2: Mô hình chuyển đổi sử dụng kỹ thuật Dual stack 6VPE

- Kích hoạt định tuyến IPv6 trên các thiết bị PE1, PE2, CPE Router, Internet Gateway, Internet IPv6.

```
ipv6 unicast-routing
```

- Nâng cấp VPN MPLS trên thiết bị PE1, PE2 để hỗ trợ cả dịch vụ IPv4 và IPv6.

```
#vrf upgrade-cli multi-af-mode common-policies vrf TEST
```

You are about to upgrade to the multi-AF VRF syntax commands.

You will loose any IPv6 address configured on interfaces  
belonging to upgrated VRFs.

Are you sure ? [yes]: yes

Number of VRFs upgraded: 1

```
(config)#vrf definition TEST
```

```
(config-vrf)#address-family ipv6
```

- Kích hoạt *ipv6 cef* trên các thiết bị PE1, PE2
- Khai báo BGP Peering VPNv6 và quảng bá thông tin IPv6 qua VPN MPLS

PE1 Router:

```
router bgp 65512
```

```
address-family vpnv6
```

```
neighbor 5.5.5.5 activate
```

```
neighbor 5.5.5.5 send-community extended
```

```
exit-address-family
```

```
address-family ipv6 vrf TEST
```

```
redistribute connected
```

```
no synchronization
```

```
exit-address-family
```

PE2 Router:

```
router bgp 65512
```

```
address-family vpnv6
```

```

neighbor 4.4.4.4 activate
neighbor 4.4.4.4 send-community extended
exit-address-family
address-family ipv6 vrf TEST
  redistribute connected
  redistribute static
  default-information originate
  no synchronization
exit-address-family

```

- Khai báo IPv6 trên phân đoạn kết nối xuống khách hàng

PE1 Router:

```

interface FastEthernet1/1
  ipv6 address 2001:aaaa:aaaa::1/64

```

- Khai báo IPv6 trên phân đoạn kết nối tới thiết bị Internet Gateway

PE2 Router:

```

interface FastEthernet1/1
  ipv6 address 2001:bbbb:bbbb::1/64

```

- Trên thiết bị Internet Gateway Router: khai báo địa chỉ IPv6 trên kết nối tới thiết bị PE2 và trên kết nối tới thiết bị Internet IPv6, định tuyến về dải IPv6 khách hàng.

```

interface fastEthernet 0/0
  ipv6 address 2001:bbbb:bbbb::2/64

```

!

```

interface fastEthernet 1/0
  ipv6 address 2001:cccc:cccc::1/64
  ipv6 route 2001:aaaa:aaaa::/64 2001:bbbb:bbbb::1

```

- Trên thiết bị Internet IPv6: khai báo địa chỉ IPv6 kết nối tới thiết bị Internet Gateway, định tuyến về dải IPv6 của nhà cung cấp dịch vụ.

```

interface FastEthernet1/0
  ipv6 address 2001:cccc:cccc::2/64

```

!

```
ipv6 route 2001:aaaa:aaaa::/64 2001:cccc:cccc::1
```

```
ipv6 route 2001:bbbb:bbbb::/64 2001:cccc:cccc::1
```

- Khai báo trên thiết bị CPE

Thiết bị định tuyến phía khách hàng (CPE Router) khai báo IPv6 kết nối tới mạng của nhà cung cấp dịch vụ.

Khai báo tuyến default route trở về thiết bị PE1 thuộc mạng của nhà cung cấp dịch vụ.

```
interface fastEthernet 0/0
```

```
ipv6 address 2001:aaaa:aaaa::2/64
```

!

```
ipv6 route ::/0 2001:aaaa:aaaa::1
```

- Kiểm tra dịch vụ:

Phân chặng kiểm tra dịch vụ:

- Từ thiết bị Internet Gateway: ping ra mạng IPv6

```
Gateway#ping 2001:cccc:cccc::2
```

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:CCCC:CCCC::2, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 76/147/188 ms

- Từ thiết bị PE2: ping ra mạng IPv6

```
PE2#ping vrf TEST ipv6 2001:cccc:cccc::2
```

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:CCCC:CCCC::2, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 224/356/488 ms

- Từ thiết bị PE1: ping ra mạng IPv6



PE1#ping vrf TEST ipv6 2001:cccc:cccc::2

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:CCCC:CCCC::2, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 912/1058/1188 ms

CPE#ping 2001:cccc:cccc::2

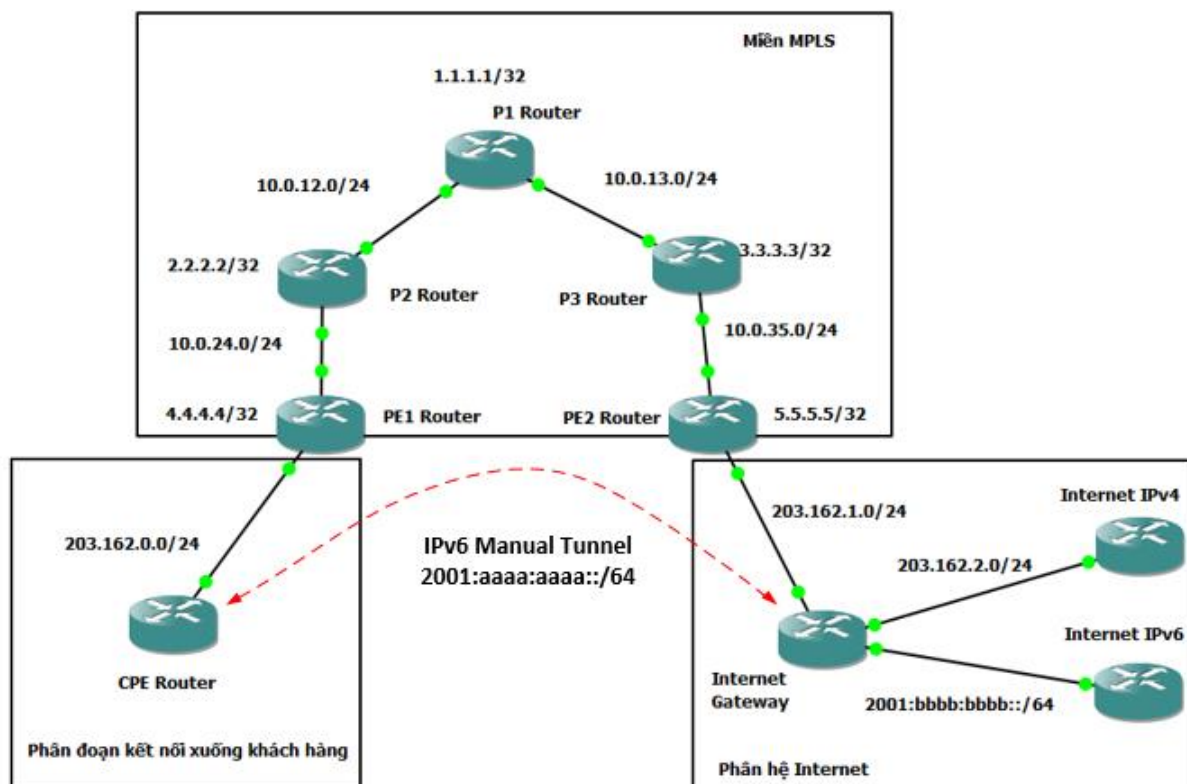
Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:CCCC:CCCC::2, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 780/940/1220 ms

### 3. Cấu hình sử dụng kỹ thuật đường hầm bằng tay



Hình vẽ 3: Mô hình chuyển đổi sử dụng kỹ thuật đường hầm bằng tay

### **Trên thiết bị CPE:**

```
ipv6 unicast-routing
interface FastEthernet0/0
    no shut
    ip address 203.162.0.2 255.255.255.0
interface tunnel 0
    ipv6 address 2001:aaaa:aaaa::1/64
    tunnel source FastEthernet0/0
    tunnel destination 203.162.1.2
    tunnel mode ipv6ip
ipv6 route ::/0 2001:aaaa:aaaa::2
```

### **Trên thiết bị Internet Gateway:**

```
ipv6 unicast-routing
interface fastEthernet 0/0
    no shut
    ip address 203.162.1.2 255.255.255.0
interface fastEthernet 1/1
    ipv6 address 2001:bbbb:bbbb::1/64
interface tunnel 0
    ipv6 address 2001:aaaa:aaaa::2/64
    tunnel source FastEthernet0/0
    tunnel destination 203.162.0.2
    tunnel mode ipv6ip
```

### **Trên thiết bị Internet IPv6:**

```
ipv6 unicast-routing
interface FastEthernet1/0
```

ipv6 address 2001:bbbb:bbbb::2/64

ipv6 route 2001:aaaa:aaaa::/64 2001:bbbb:bbbb::1

### **Kết quả kiểm tra:**

- Từ thiết bị CPE đặt tại khách hàng: ping tới thiết bị Internet Gateway và mạng Internet IPv6.

CPE#ping 2001:bbbb:bbbb::1

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:BBBB:BBBB::1, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 732/966/1120 ms

CPE#ping 2001:bbbb:bbbb::2

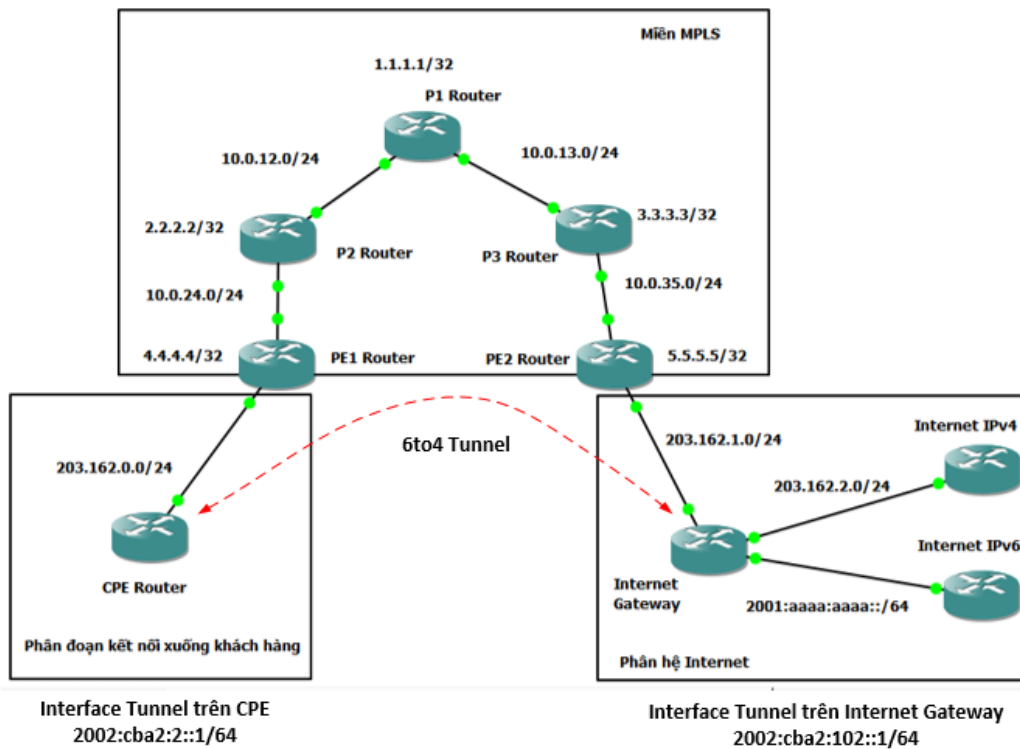
Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:BBBB:BBBB::2, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 936/1181/1332 ms

## **4. Cấu hình sử dụng kỹ thuật 6to4 Tunnel**



**Hình vẽ 3: Mô hình chuyển đổi sử dụng kỹ thuật đường hầm tự động 6to4**

**Trên thiết bị CPE:**

```

ipv6 unicast-routing
interface FastEthernet0/0
no shut
ip address 203.162.0.2 255.255.255.0
interface tunnel 0
ipv6 address 2002:cba2:2::1/64
tunnel source FastEthernet0/0
tunnel mode ipv6ip 6to4
ipv6 route 2002::/16 tunnel 0
ipv6 route ::/0 2002:cba2:102::1

```

**Trên thiết bị Internet Gateway:**

```

ipv6 unicast-routing
interface fastEthernet 0/0
no shut

```

```
ip address 203.162.1.2 255.255.255.0
interface fastEthernet 1/1
  ipv6 address 2001:aaaa:aaaa::1/64
interface tunnel 0
  ipv6 address 2002:cba2:102::1/64
  tunnel source FastEthernet0/0
  tunnel mode ipv6ip 6to4
ipv6 route 2002::/16 tunnel 0
```

### **Trên thiết bị Internet IPv6:**

```
ipv6 unicast-routing
interface FastEthernet1/0
  ipv6 address 2001:aaaa:aaaa::2/64
ipv6 route 2002::/16 2001:aaaa:aaaa::1
```

### **Kết quả kiểm tra:**

- Từ thiết bị CPE đặt tại khách hàng: ping tới thiết bị Internet Gateway và mạng Internet IPv6.

```
CPE#ping 2001:aaaa:aaaa::1
```

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:AAAA:AAAA::1, timeout is 2 seconds:

!!!!

```
CPE#ping 2001:aaaa:aaaa::2
```

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:AAAA:AAAA::2, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 980/1152/1404 ms