



Quản lý không gian địa chỉ

Chuyển đổi sang IPv6

Tại sao chúng ta cần dung lượng địa chỉ lớn hơn?

- **Dân số Internet**

- Khoảng 973 triệu người dùng vào tháng 11 năm 2005.
- Dân số mới nổi và không gian địa lý chính trị

- **Người dùng di động**

- PDA, bảng vẽ điện tử, sổ tay, v.v.
- Khoảng 20 triệu vào năm 2004.

- **Điện thoại di động**

- Ngành công nghiệp điện thoại di động đã bán ra thị trường hơn 1 tỷ chiếc.

- **Vận tải**

- Dự báo sẽ có 1 tỷ ô tô bán ra vào năm 2008.
- Truy cập Internet trên máy bay, ví dụ như hãng Lufthansa.

- **Thiết bị tiêu dùng**

- Sony đã yêu cầu tất cả các sản phẩm của mình phải hỗ trợ IPv6 vào năm 2005.
- Hàng tỷ thiết bị gia dụng và công nghiệp

Tại sao nên sử dụng IPv6?

- The main reason is that **there simply aren't enough IPv4 address available!**
- There are 4,294,967,296 (2^{32}) IPv4 addresses available.
- When IPv4 was being designed 30 years ago, the creators had no idea the Internet would be as large as it is today.
- VLSM, private IPv4 addresses, and NAT have been used to conserve the use of IPv4 address space.
- Those are short-term solutions.
- The long-term solution is IPv6.

IPv4 và IPv6

IPv4:	4 octets
11000000.10101000.11001001.0111000	
192.168.201.113	
4,294,467,295 IP addresses	

IPv6:	16 octets
11010001.11011100.11001001.01110001.11010001.11011100. 11001100.01110001.11010001.11011100.11001001.01110001. 11010001.11011100.11001001.01110001	
A524:72D3:2C80:DD02:0029:EC7A:002B:EA73	
3.4 x 10 ³⁸ IP addresses	

Hệ thập lục phân

Decimal	Binary	Hexadecimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9

Decimal	Binary	Hexadecimal
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

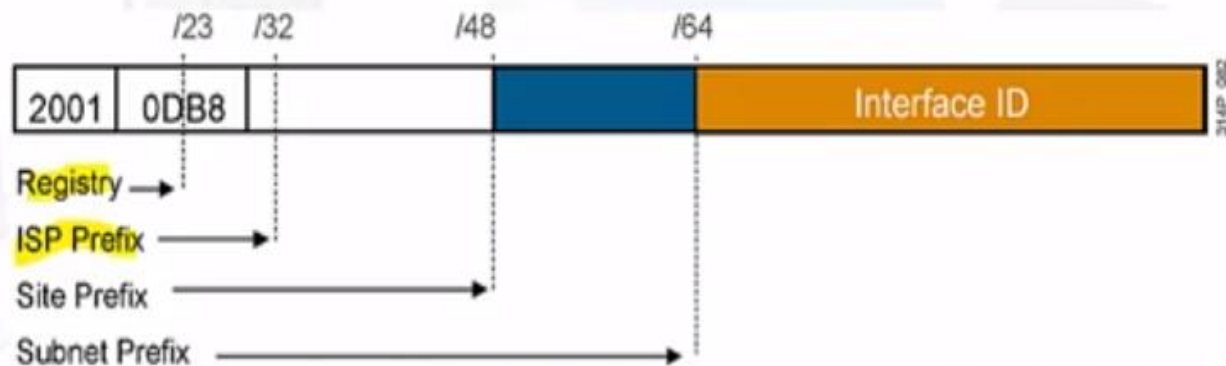
IPv6

- An IPv6 address is **128 bits**.
- 4*the bits of an IPv4 address = 4*the number of possible addresses? **NO**
- Every additional bit **doubles** the number of possible addresses.
- There are 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456 IPv6 addresses.
There are4,294,967,296 IPv4 addresses.
- Example IPv6 address in binary:
001000000000000100001101101110000101100100010111111010101011110101100101011
00010000101111110101011001001001011010101100110111101

↳ ~~32.1.13.184.89.23.234.189.101.98.23.234.201.45.89.189~~

↳ 2001:0DB8:5917:EABD:6562:17EA:C92D:59BD /64
1 2 3 4 5 6 7 8

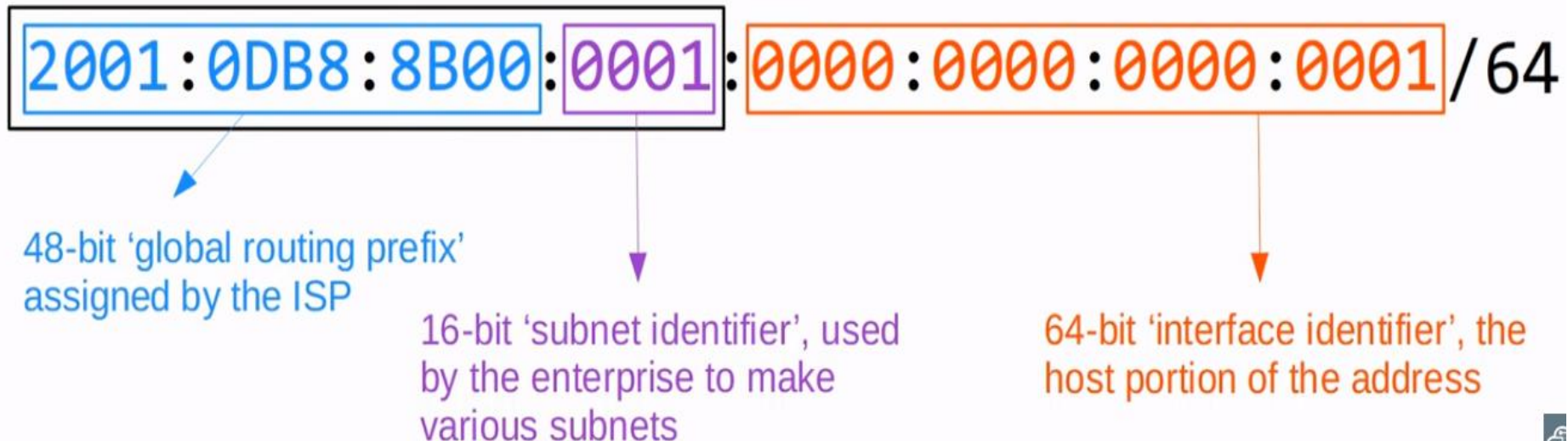
CẤU TRÚC ĐỊA CHỈ IPv6



- Không gian IPv6 được quy hoạch theo khối ngay từ đầu. Các khối IP lớn sẽ được cấp cho các cơ quan quản lý IP cấp vùng (các Registry, như ARIN hay APNIC,...); các cơ quan này lại chia thành các khối nhỏ hơn và cấp xuống cho các ISP; các ISP lại tiếp tục thực hiện chia nhỏ và cấp xuống cho các doanh nghiệp; cuối cùng, doanh nghiệp sẽ chia nhỏ khối IP được cấp thành các subnet.
- Địa chỉ IPv6 không sử dụng subnet – mask trong khai báo địa chỉ mà chỉ sử dụng định dạng prefix – length, ví dụ: 2001:1111:2222:3333:4444:5555:6666:7777/64.

Tìm độ dài tiền tố

- Typically, an enterprise requesting IPv6 addresses from their ISP will receive a /48 block.
- Typically, IPv6 subnets use a /64 prefix length.
- That means an enterprise has 16 bits to use to make subnets.
- The remaining 64 bits can be used for hosts.



Các tính năng

Không gian địa chỉ lớn hơn:

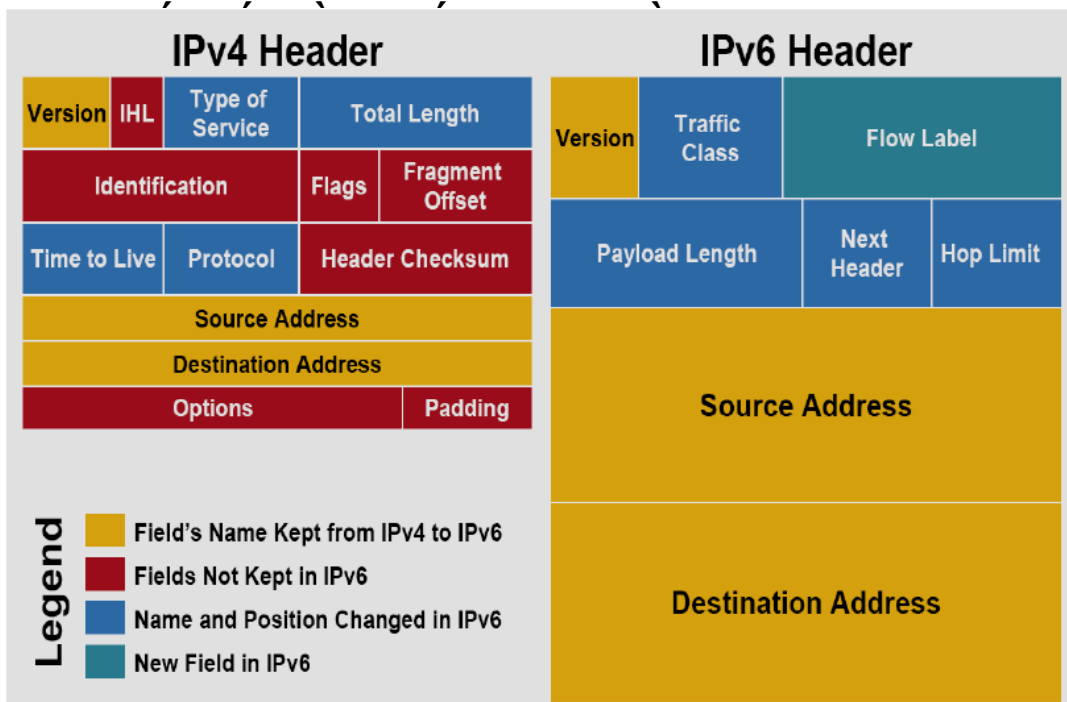
- Khả năng tiếp cận và tính linh hoạt toàn cầu
- Tự động cấu hình
- Cắm là chạy

Tiêu đề đơn giản hơn:

- Hiệu quả định tuyến
- Khả năng mở rộng hiệu năng và tốc độ chuyển tiếp
- Không có chương trình phát sóng nào
- Tiêu đề mở rộng

Sự phong phú của quá trình chuyển đổi:

- Xếp chồng kép
- 6to4 và đường hầm điều khiển bằng tay
- Bản dịch



Biểu diễn địa chỉ IPv6

Định dạng:

- **x:x:x:x:x:x:x** , trong đó **x** là trường thập lục phân 16 bit
 - Không phân biệt chữ hoa chữ thường đối với các chữ cái A, B, C, D, E và F trong hệ thập lục phân.
- Các số 0 đứng đầu trong một trường là tùy chọn.
- Các dãy số 0 liên tiếp có thể được biểu diễn dưới dạng :: chỉ một lần cho mỗi địa chỉ.

Ví dụ:

- **2031:0000:130F:0000:0000:09C0:876A:130B**
 - Có thể được biểu diễn dưới dạng 2031:0:130f::9c0:876a:130b
 - Không thể được biểu diễn dưới dạng 2031::130f::9c0:876a:130b
- **FF01:0:0:0:0:0:0:1** → **FF01::1**
- **0:0:0:0:0:0:0:1** → **::1**
- **0:0:0:0:0:0:0:0** → **::**

Các loại địa chỉ IPv6

- **Unicast:**

- Địa chỉ này dành cho một máy chủ giao diện duy nhất.
- IPv6 có 3 loại Unicast .

Global Unicast cùng địa chỉ IP công cộng IPv4

Link-local : tự động theo liên kết

Unicast cục bộ duy nhất: cùng địa chỉ IP riêng IPv4

- **Đa hướng:**

- Một-nhiều
- Giúp sử dụng mạng hiệu quả hơn.
- Sử dụng phạm vi địa chỉ lớn hơn

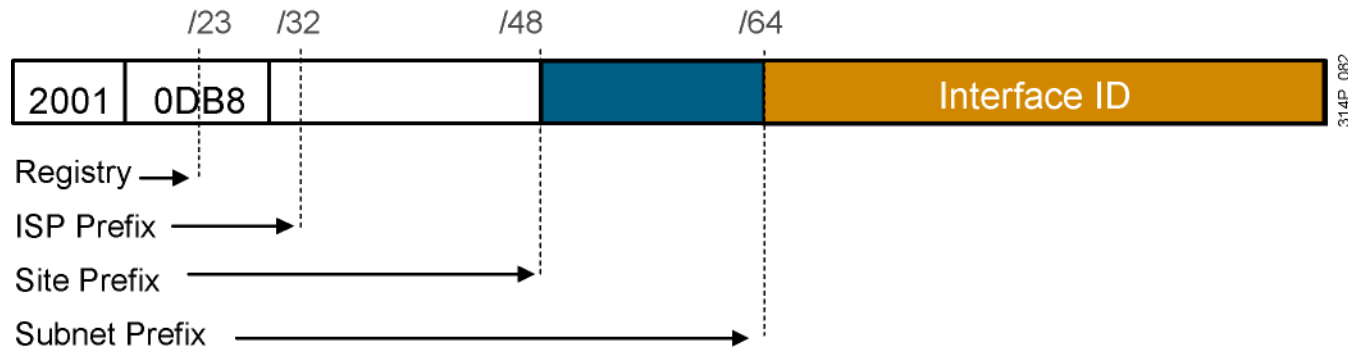
- **Anycast :**

- Phân bổ địa chỉ từ một đến gần nhất (từ không gian địa chỉ unicast)
- Nhiều thiết bị cùng chia sẻ một địa chỉ.
- Tất cả các nút anycast nên cung cấp dịch vụ đồng nhất.
- Các thiết bị nguồn gửi gói dữ liệu đến địa chỉ anycast.
- Bộ định tuyến sẽ quyết định thiết bị gần nhất để đến được đích đó.
- Thích hợp cho các dịch vụ cân bằng tải và phân phối nội dung.

Địa chỉ Unicast IPv6

- **Các loại địa chỉ unicast IPv6:**
 - Toàn cầu: Bắt đầu với 2000:: - Liên kết cục bộ: bắt đầu bằng FE80:: - Độc nhất – Unicast cục bộ
- **Một giao diện duy nhất có thể được gán nhiều địa chỉ IPv6 thuộc bất kỳ loại nào: unicast, anycast hoặc multicast.**

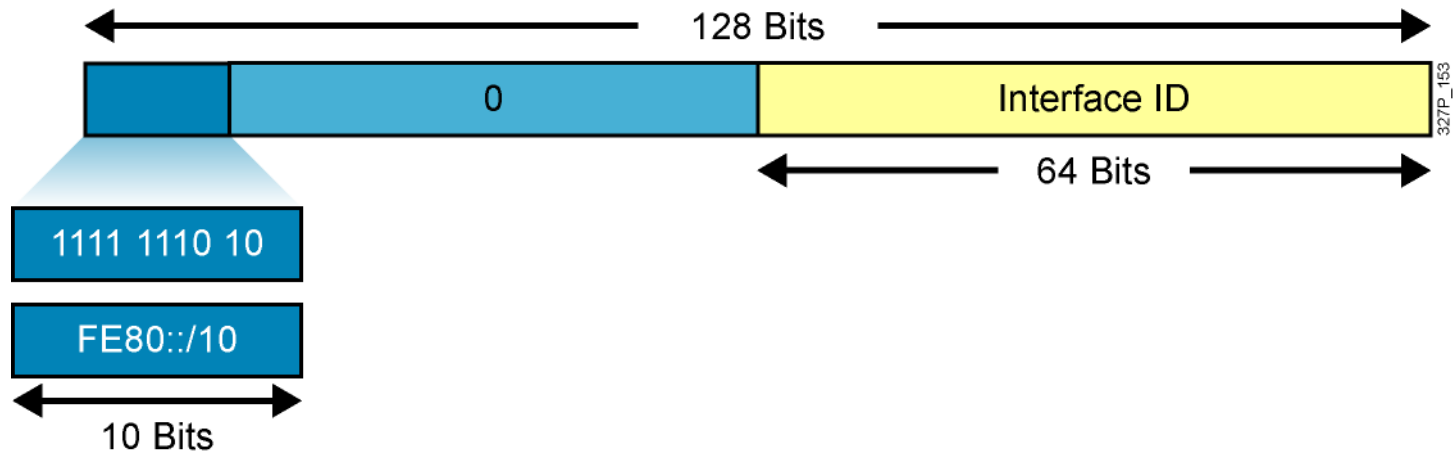
IPv6 Global Unicast



IPv6 có cùng định dạng địa chỉ cho địa chỉ unicast toàn cầu và địa chỉ anycast.

- Sử dụng tiền tố định tuyến toàn cầu — một cấu trúc cho phép tổng hợp thông tin lên trên, cuối cùng là đến nhà cung cấp dịch vụ Internet (ISP).
- Gói tin unicast toàn cầu bắt đầu với 3 bit 001- \rightarrow 2000:: $/3$
- Mỗi giao diện hỗ trợ IPv6 đều chứa ít nhất một địa chỉ loopback (::1/ 128) và một địa chỉ link-local.
- Tùy chọn, mỗi giao diện có thể có nhiều địa chỉ cục bộ và toàn cầu duy nhất.

Địa chỉ liên kết cục bộ



- Địa chỉ liên kết cục bộ có phạm vi giới hạn trong liên kết đó và được tạo động trên tất cả các giao diện IPv6 bằng cách sử dụng tiền tố liên kết cục bộ cụ thể FE80::/10 và mã định danh giao diện 64 bit.
- Địa chỉ liên kết cục bộ được sử dụng để cấu hình địa chỉ tự động, phát hiện láng giềng và phát hiện bộ định tuyến. Địa chỉ liên kết cục bộ cũng được nhiều giao thức định tuyến sử dụng.
- Khi giao tiếp với địa chỉ liên kết cục bộ, bạn phải chỉ định giao diện đầu ra vì mọi giao diện đều được kết nối với FE80::/10.

Địa chỉ liên kết cục bộ

- **Link-local** IPv6 addresses are automatically generated on IPv6-enabled interfaces.
- Use command `R1(config-if)# ipv6 enable` on an interface to enable IPv6 on an interface.
- Uses the address block `FE80::/10` (`FE80::` to `FEBF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF`)
- However, the standard states that the 54 bits after `FE80/10` should be all 0, so you won't see link local addresses beginning with `FE9`, `FEA`, or `FEB`. Only `FE8`.
- The interface ID is generated using EUI-64 rules.

```
R1(config-if)#do show ipv6 interface brief
GigabitEthernet0/0    [up/up]
FE80::EF8:22FF:FE36:8500
2001:DB8::EF8:22FF:FE36:8500
GigabitEthernet0/1    [up/up]
FE80::EF8:22FF:FE36:8501
2001:DB8:0:1:EF8:22FF:FE36:8501
GigabitEthernet0/2    [up/up]
FE80::EF8:22FF:FE36:8502
2001:DB8:0:2:EF8:22FF:FE36:8502
GigabitEthernet0/3    [administratively down/down]
unassigned
```



Độc nhất – Unicast cục bộ

- Tương tự như địa chỉ IP riêng v4.
- Bắt đầu với FC00::/7
- Trước Unique, nó là cục bộ của trang web và bắt đầu bằng FEC0::/10
- Unique thay thế cho site local

Đa hướng

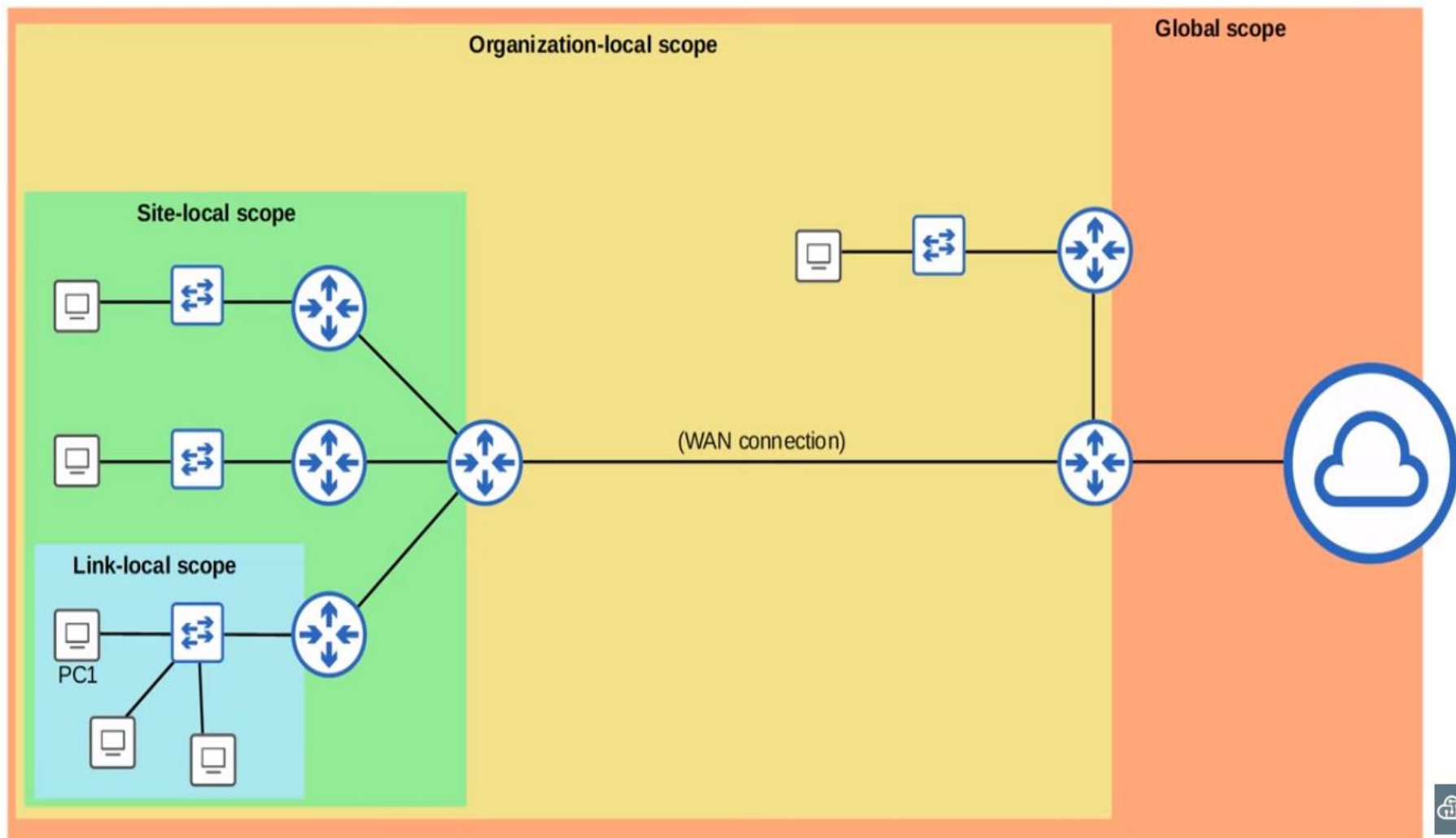
- FF00::/8 tương đương với lớp D trong IPv4.

Purpose	IPv6 Address	IPv4 Address
All nodes/hosts (functions like broadcast)	FF02::1	224.0.0.1
All routers	FF02::2	224.0.0.2
All OSPF routers	FF02::5	224.0.0.5
All OSPF DRs/BDRs	FF02::6	224.0.0.6
All RIP routers	FF02::9	224.0.0.9
All EIGRP routers	FF02::A	224.0.0.10

Phạm vi địa chỉ đaicast

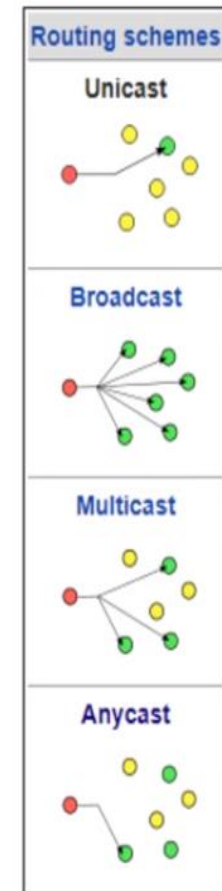
- IPv6 defines multiple multicast 'scopes' which indicate how far the packet should be forwarded.
- The addresses in the previous slide all use the 'link-local' scope (FF02), which stays in the local subnet.
- IPv6 multicast scopes:
 - ↳ **Interface-local** (FF01): The packet doesn't leave the local device. Can be used to send traffic to a service within the local device.
 - ↳ **Link-local** (FF02): The packet remains in the local subnet. Routers will not route the packet between subnets.
 - ↳ **Site-local** (FF05): The packet can be forwarded by routers. Should be limited to a single physical location (not forwarded over a WAN)
 - ↳ **Organization-local** (FF08): Wider in scope than site-local (an entire company/organization).
 - ↳ **Global** (FF0E): No boundaries. Possible to be routed over the Internet.

Phạm vi địa chỉ multicast



Địa chỉ

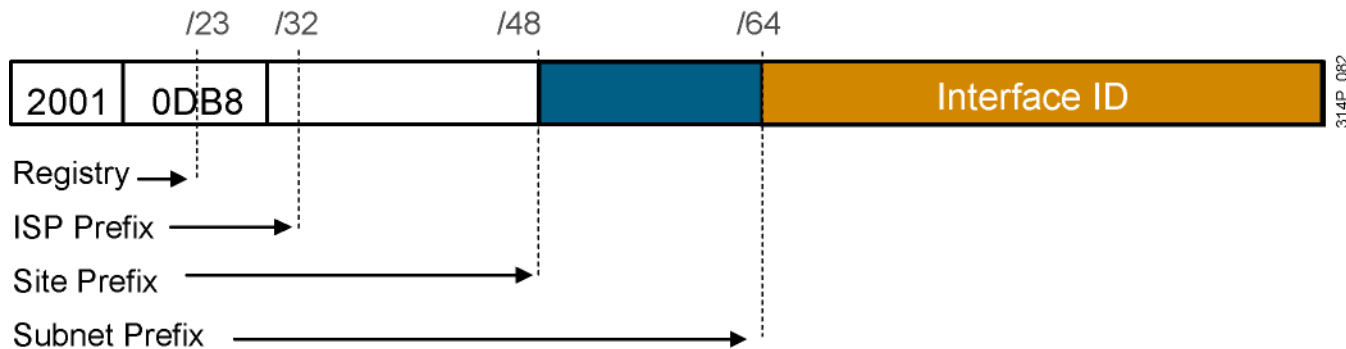
- **Anycast** is a new feature of IPv6.
- Anycast is 'one-to-one-of-many'
- Multiple routers are configured with the same IPv6 address.
 - They use a routing protocol to advertise the address.
 - When hosts sends packets to that destination address, routers will forward it to the nearest router configured with that IP address (based on routing metric).
- There is no specific address range for anycast addresses. Use a regular unicast address (global unicast, unique local) and specify it as an anycast address:
R1(config-if)# **ipv6 address 2001:db8:1:1::99/128 anycast**



Địa chỉ

```
R1(config)#int g0/0
R1(config-if)#ipv6 address 2001:db8:1:1::99/128 anycast
R1(config-if)#
R1(config-if)#do show ipv6 interface g0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::EF8:22FF:FE36:8500
  No Virtual link-local address(es):
  Global unicast address(es):
    2001:DB8::EF8:22FF:FE36:8500, subnet is 2001:DB8::/64 [EUI]
    2001:DB8:1:1::99, subnet is 2001:DB8:1:1::99/128 [ANY]
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::2
    FF02::1:FF00:99
    FF02::1:FF36:8500
  MTU is 1500 bytes
  ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
  ICMP redirects are enabled
  ICMP unreachables are sent
  ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
  ND reachable time is 30000 milliseconds (using 30000)
  ND advertised reachable time is 0 (unspecified)
```

Gán địa chỉ Unicast toàn cầu IPv6



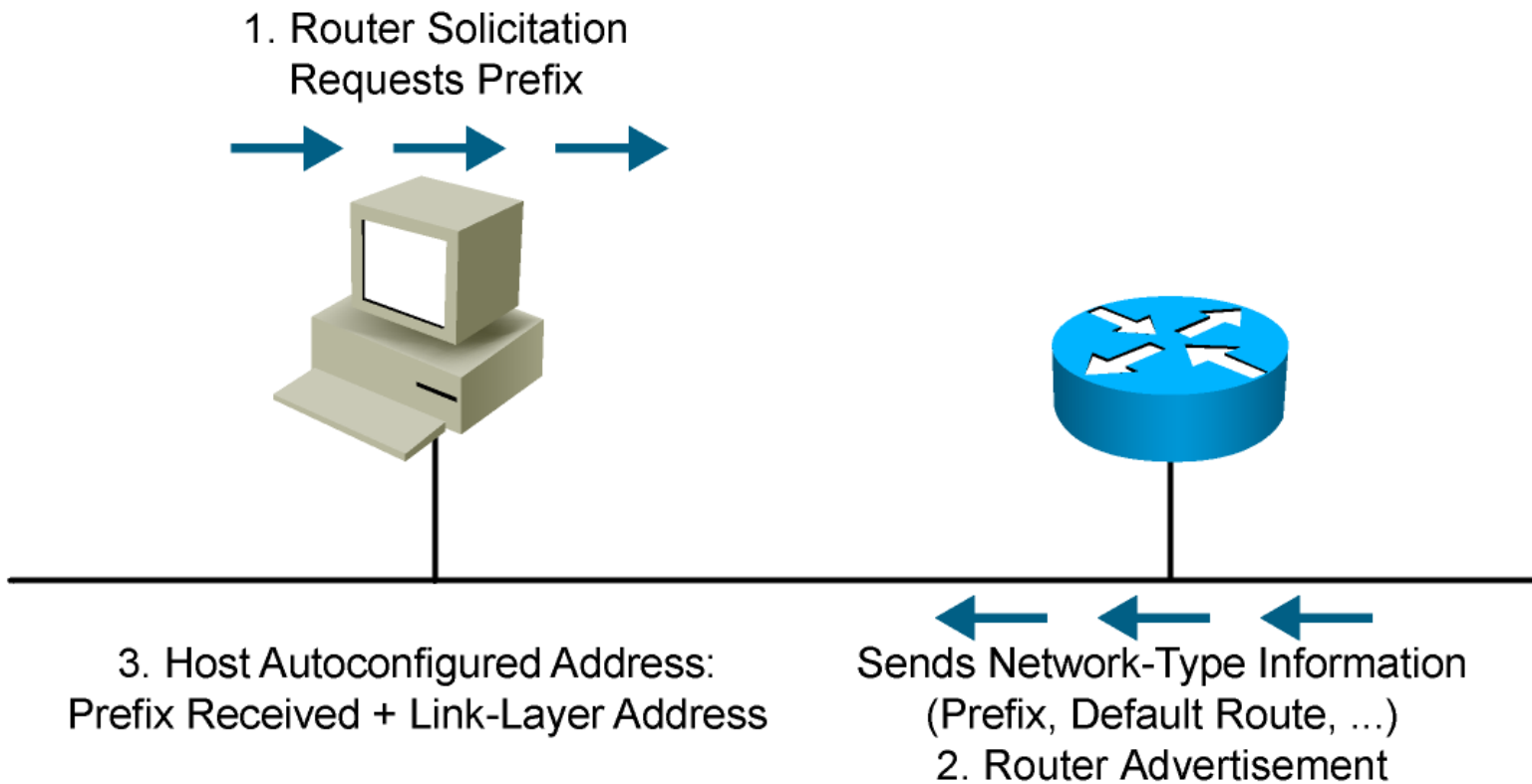
- **Gán tĩnh**

- Gán ID giao diện thủ công
- Gán ID giao diện EUI-64

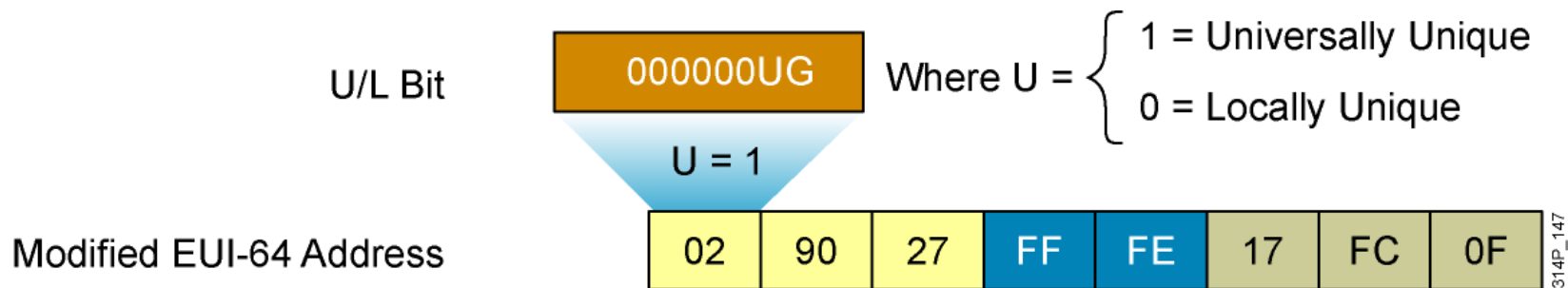
- **Phân công động**

- Tự cấu hình không trạng thái
- DHCPv6 (có trạng thái)

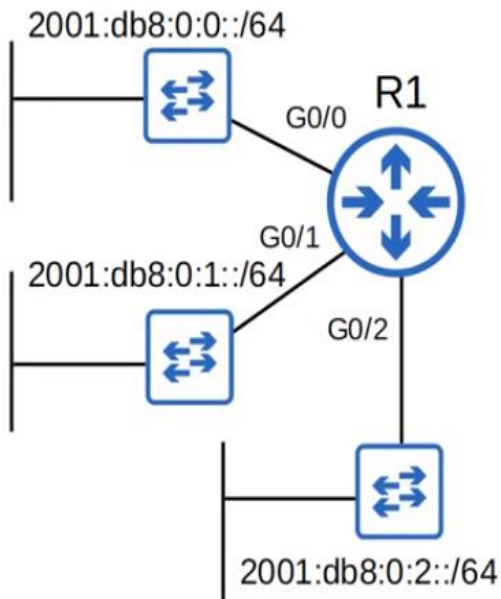
Tự cấu hình không trạng thái



Mã định danh giao diện IPv6 EUI-64



- Cisco có thể sử dụng định dạng EUI-64 cho mã định danh giao diện.
- Định dạng này mở rộng địa chỉ MAC 48 bit thành 64 bit bằng cách chèn chuỗi “FFFE” vào 16 bit ở giữa.
- Để đảm bảo địa chỉ được chọn là địa chỉ MAC Ethernet duy nhất, bit U/L được đặt thành 1 cho phạm vi toàn cục (0 cho phạm vi cục bộ).



- EUI stands for Extended Unique Identifier
- (Modified) EUI-64 is a method of converting a MAC address (48 bits) into a 64-bit interface identifier.
- This interface identifier can then become the 'host portion' of a /64 IPv6 address.

• How to convert the MAC address:

1: Divide the MAC address in half

1234 5678 90AB → 1234 56 | 78 90AB

2: Insert FFFE in the middle

1234 56FF FE78 90AB

3: Invert the 7th bit

1234 56FF FE78 90AB → 1034 56FF FE78 90AB

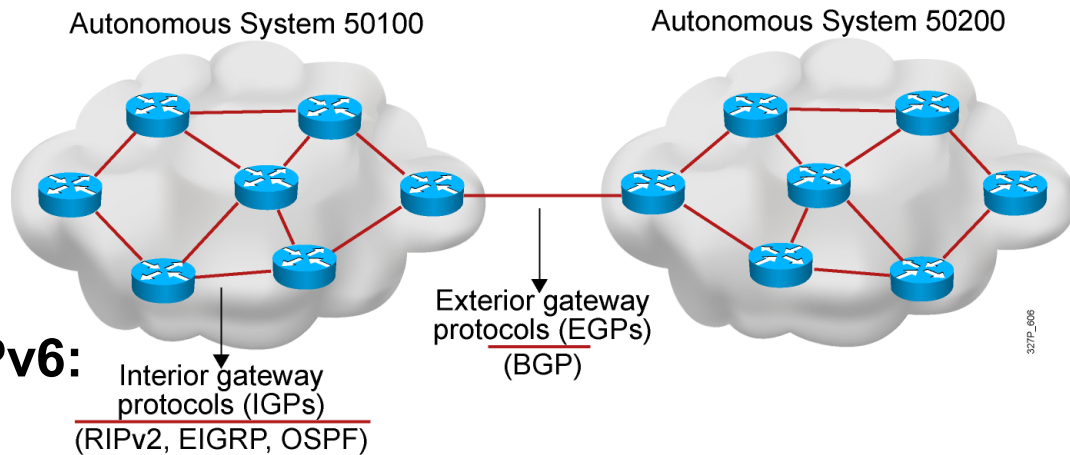


DHCPv6 (Có trạng thái)

DHCPv6 là phiên bản cập nhật của DHCP dành cho IPv4:

- Hỗ trợ địa chỉ mới
- Cho phép kiểm soát tốt hơn so với cấu hình tự động không trạng thái.
- Có thể dùng để đánh số lại.
- Có thể được sử dụng để đăng ký tên miền tự động cho máy chủ bằng DNS động.

Giao thức định tuyến IPv6



- **Các loại định tuyến IPv6:**

- Tĩnh
- RIPng (RFC 2080)
- OSPF v3 (RFC 2740)
- IS-IS cho IPv6
- MP- BGP 4 (RFC 2545/2858)
- EIGRP cho IPv6

- **Lệnh `ipv6 unicast-routing` là cần thiết để kích hoạt IPv6 trước khi cấu hình bất kỳ giao thức định tuyến nào.**

Giao thức OSPF phiên bản 3 (OSPFv3) (RFC 2740)

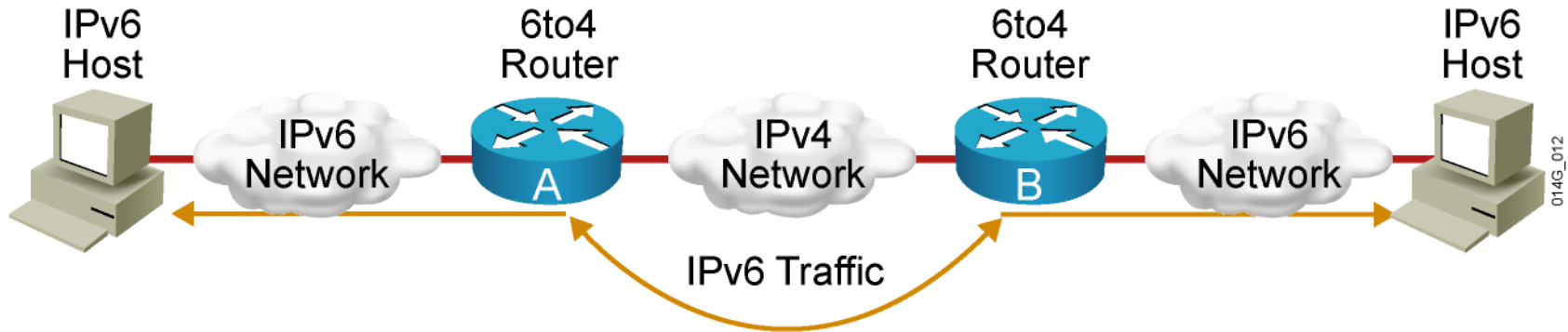
Tương tự như IPv4

- Cơ chế vẫn tương tự, nhưng phần bên trong của giao thức đã được viết lại hoàn toàn.

Các tính năng được cập nhật cho IPv6

- Mọi ngữ nghĩa dành riêng cho IPv4 đều bị loại bỏ.
- Mang theo địa chỉ IPv6
- Địa chỉ liên kết cục bộ được sử dụng làm nguồn
- Vận chuyển IPv6
- Giao thức OSPF cho IPv6 hiện là một tiêu chuẩn được IETF đề xuất.

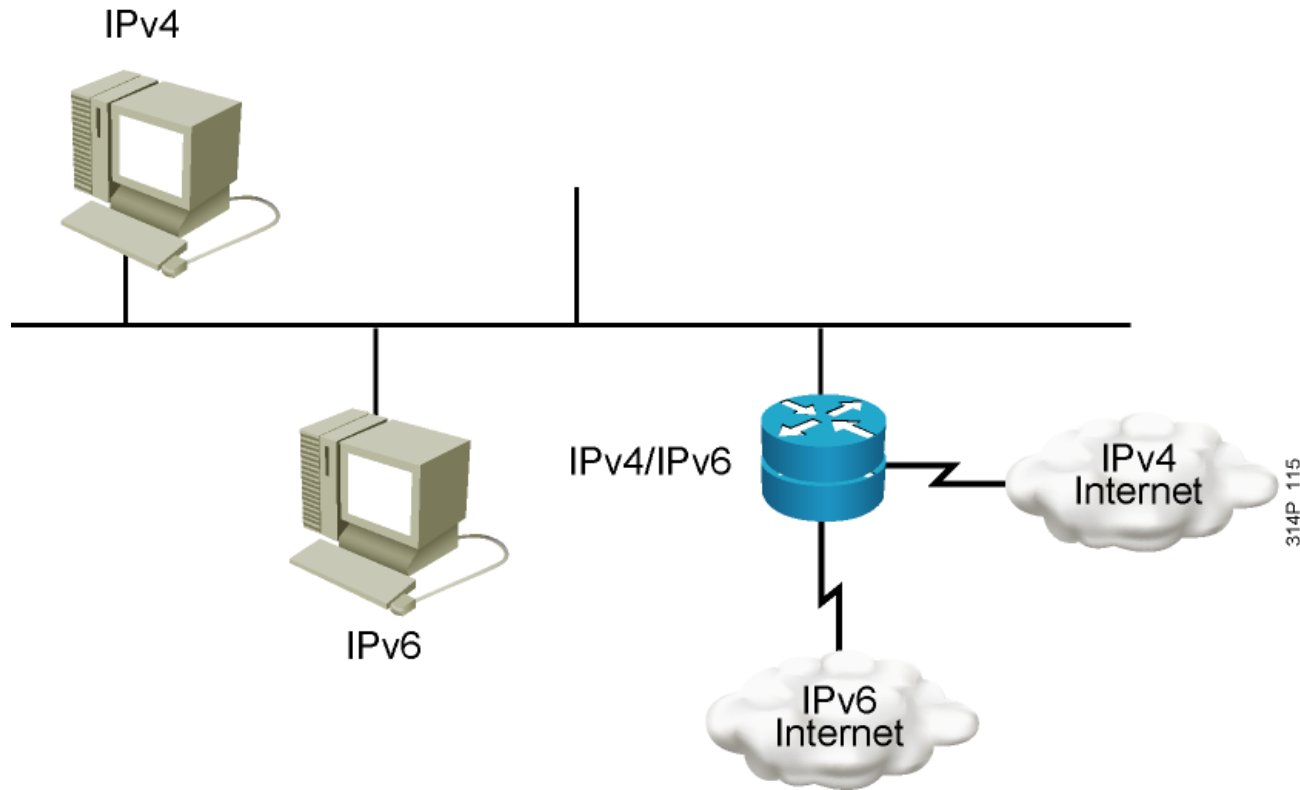
Chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6



Sự phong phú trong quá trình chuyển đổi có nghĩa là:

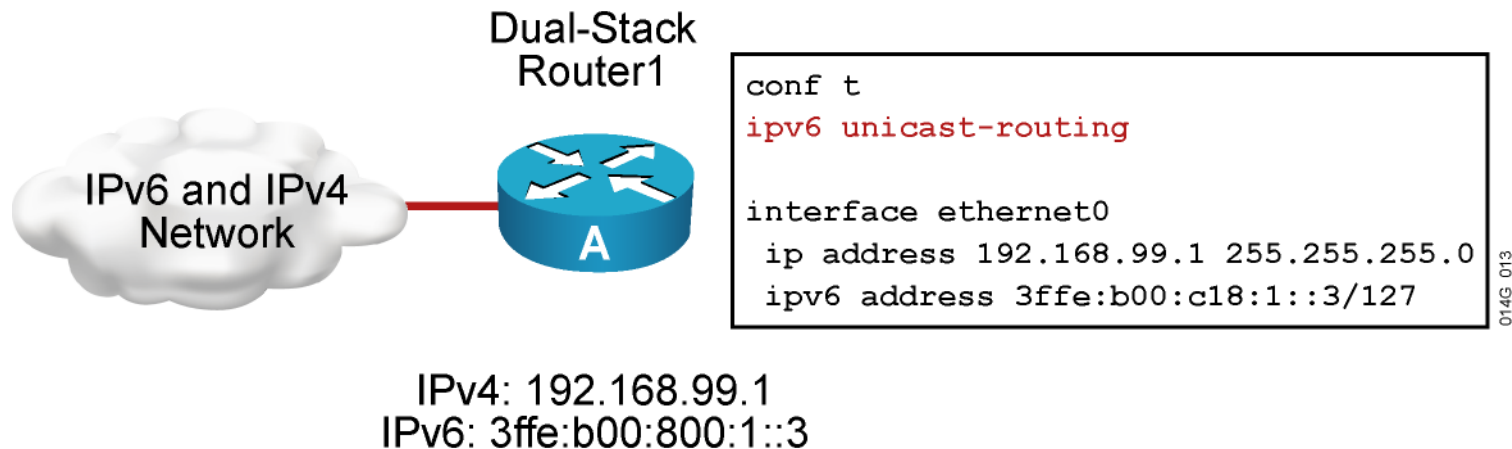
- Không có ngày cố định để chuyển đổi; không cần phải chuyển đổi tất cả cùng một lúc.
- Có nhiều cơ chế chuyển đổi khác nhau:
 - Xếp chồng kép
 - Đường hầm điều khiển bằng tay
 - Đường hầm 6to4
 - Đường hầm ISATAP
 - Đường hầm Teredo
- Các cơ chế tương thích khác nhau:
 - Proxy và dịch thuật (NAT-PT)

Cisco IOS Dual Stack



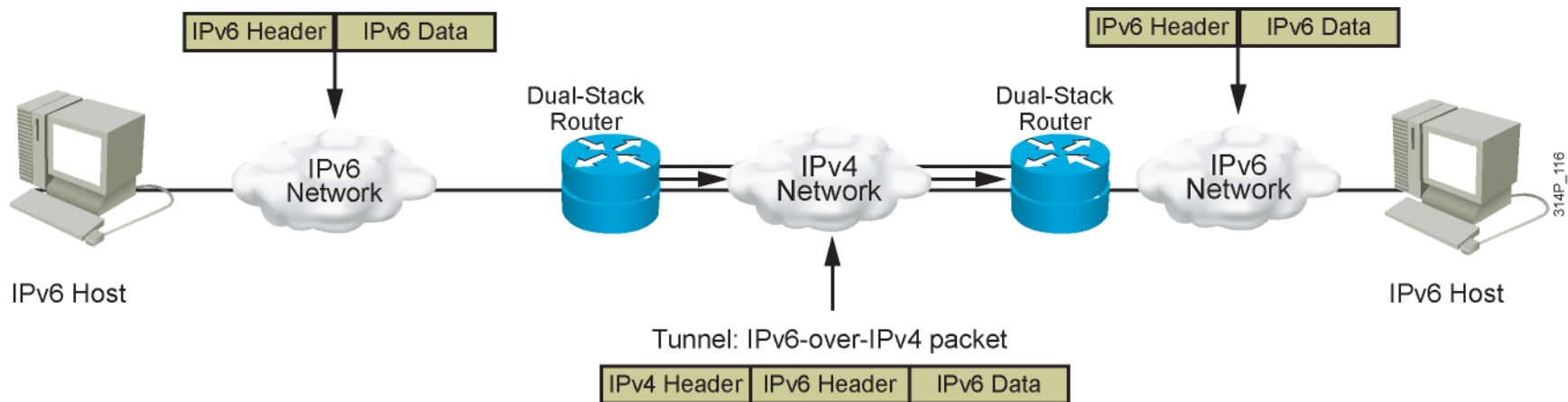
Kiến trúc dual stack là một phương pháp tích hợp trong đó một nút mạng có khả năng triển khai và kết nối với cả mạng IPv4 và IPv6.

Cisco IOS Dual Stack (Tiếp theo)



Khi cả IPv4 và IPv6 được cấu hình trên cùng một giao diện, giao diện đó được coi là giao diện hỗ trợ cả hai IPv4 và IPv6.

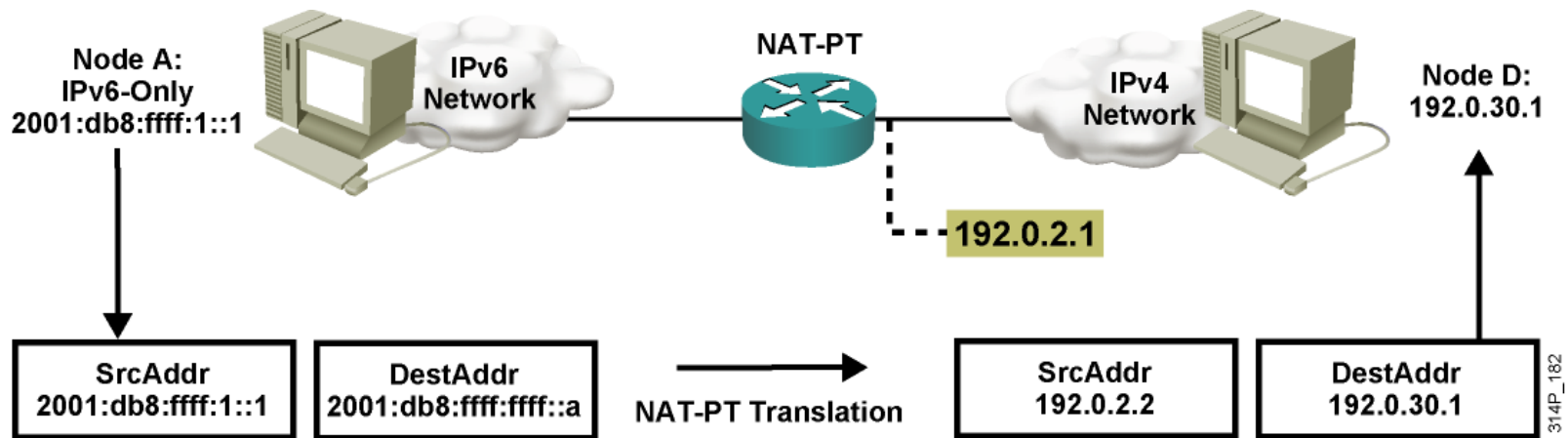
Đường hầm IPv6



Đường hầm (tunneling) là một phương pháp tích hợp trong đó gói tin IPv6 được đóng gói bên trong một giao thức khác, chẳng hạn như IPv4. Phương pháp đóng gói này là IPv4.

- Bao gồm tiêu đề IPv4 20 byte không có tùy chọn và tiêu đề IPv6 cùng dữ liệu tải trọng.
- Yêu cầu bộ định tuyến hỗ trợ cả giao thức mạng và hệ điều hành (dual-stack).

Bản dịch—NAT-PT



- Giao thức dịch NAT (NAT-Protocol Translation - NAT-PT) là một cơ chế dịch nằm giữa mạng IPv6 và mạng IPv4.
- Nhiệm vụ của bộ chuyển đổi là dịch các gói tin IPv6 thành gói tin IPv4 và ngược lại.

Kích hoạt IPv6 trên bộ định tuyến Cisco

RouterX(config)#

```
định tuyến unicast ipv6
```

- Cho phép chuyển tiếp lưu lượng IPv6

RouterX(config-if)#

```
địa chỉ ipv6 tiền tố ipv6 / độ dài tiền tố eui-64
```

- Cấu hình địa chỉ IPv6 của giao diện

Ví dụ về cấu hình địa chỉ IPv6

LAN: 2001:db8:c18:1::/64

Ethernet 0



```
ipv6 unicast-routing
interface Ethernet0
  ipv6 address 2001:db8:c18:1::/64 eui-64
```

MAC address: 0260.3e47.1530

```
RouterX# show ipv6 interface Ethernet0
Ethernet0 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::260:3EFF:FE47:1530
Global unicast address(es):
  2001:DB8:C18:1:260:3EFF:FE47:1530, subnet is 2001:DB8:C18:1::/64
Joined group address(es):
  FF02::1:FF47:1530
  FF02::1
  FF02::2
MTU is 1500 bytes
```

Cấu hình định tuyến tĩnh cho IPv6

```
RouterX(config)#ipv6 unicast-routing  
RouterX(config)#ipv6 route prefix/prefix-  
độ dài [ ip next-hop|giao diện đầu ra ]
```

Cấu hình OSPFv3 trong phần mềm Cisco IOS

- **Tương tự như OSPFv2**
 - Thêm tiền tố “ipv6” vào các lệnh giao diện và chế độ EXEC hiện có.
- **Giao diện được cấu hình trực tiếp**
 - Thay thế lệnh mạng
- **Chế độ bộ định tuyến IPv6 “gốc”**
 - Không phải là chế độ con của lệnh router ospf.

Kích hoạt OSPFv3 trên toàn cầu

```
định tuyến unicast ipv6  
!  
bộ định tuyến ipv6 ospf 1  
router-id 2.2.2.2
```

Kích hoạt OSPFv3 trên giao diện

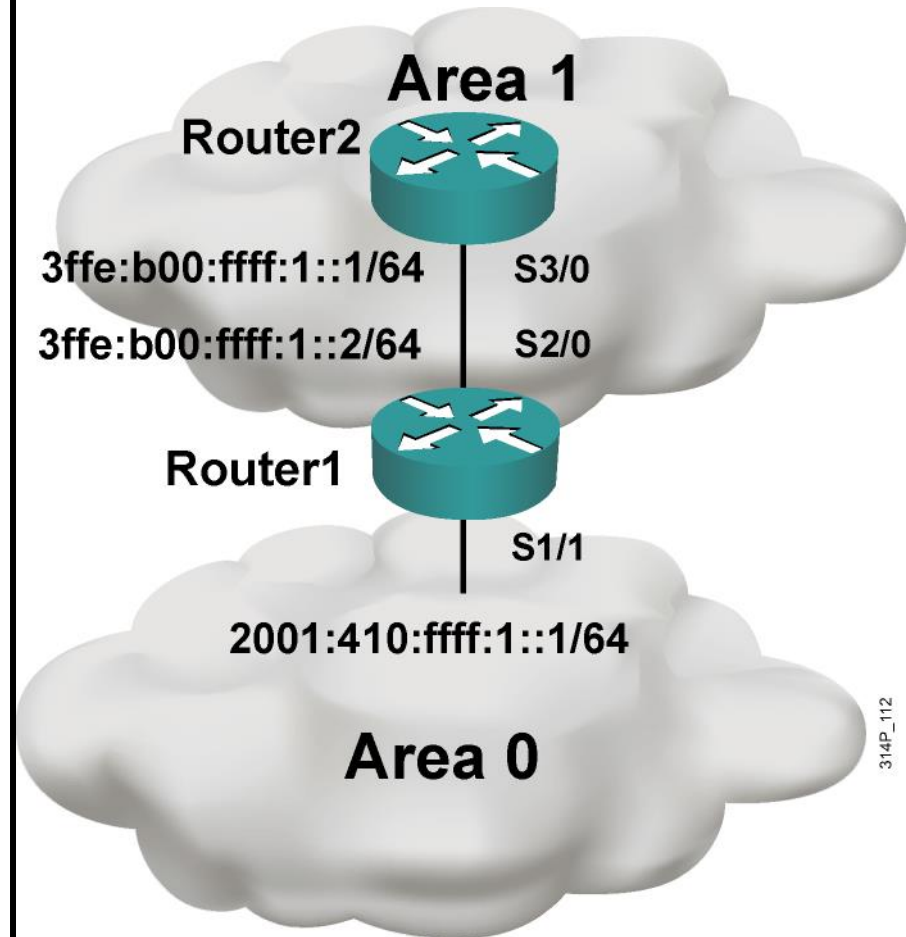
```
giao diện Ethernet0/0
```

```
Địa chỉ IPv6 3FFE:FFFF:1::1/64
```

```
ipv6 ospf 1 area 0
```

Ví dụ cấu hình OSPFv3

```
Bộ định tuyến 1#  
giao diện S1/1  
Địa chỉ IPv6 2001:410:ffff:1::1/64  
ipv6 ospf 100 area 0  
  
giao diện S2/0  
Địa chỉ IPv6 3FFE:B00:FFFF:1::2/64  
ipv6 ospf 100 area 1  
  
bộ định tuyến ipv6 ospf 100  
router-id 10.1.1.3  
  
Bộ định tuyến 2#  
giao diện S3/0  
Địa chỉ IPv6 3FFE:B00:FFFF:1::1/64  
ipv6 ospf 100 area 1  
  
bộ định tuyến ipv6 ospf 100  
router-id 10.1.1.4
```





CISCO