

Tầng liên kết và các mạng LAN: Nội dung

5.1 Giới thiệu, các dịch vụ

5.2 Phát hiện và sửa lỗi

5.3 Các giao thức đa truy nhập

5.4 Các mạng LAN

- Định địa chỉ, ARP
- Ethernet
- Các switch
- Các VLAN

5.5 Chuyển mạch nhãn đa giao thức (MPLS)

5.6 Mạng trung tâm dữ liệu

5.7 Vòng đời của một yêu cầu web

Tầng liên kết 5-59

Switch Ethernet

❖ **Thiết bị tầng liên kết: có nhiệm vụ**

- Lưu và chuyển tiếp các frame Ethernet
- Kiểm tra địa chỉ MAC của frame đến, **chọn** và chuyển tiếp frame tới một hoặc nhiều liên kết ra
- Khi frame được chuyển tiếp trên segment, dùng CSMA/CD để truy nhập segment

❖ ***Trong suốt***

- Các host không cần biết đến sự có mặt của các switch

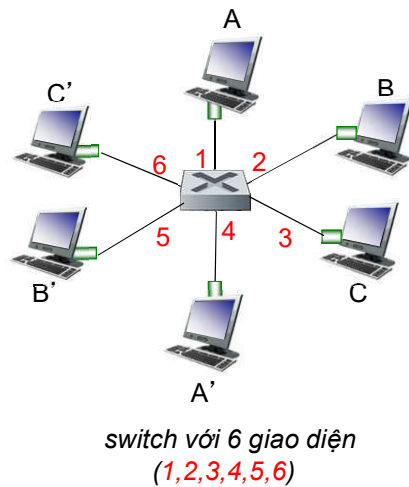
❖ ***Plug-and-play, tự học***

- Các switch không cần được cấu hình

Tầng liên kết 5-60

Switch: Đa truyền đồng thời

- ❖ Các host trực tiếp kết nối với switch
- ❖ Các gói tin đệm trong switch
- ❖ Giao thức Ethernet được dùng trên *mỗi* liên kết đến, nhưng không tranh chấp; truyền song công.
 - Mỗi liên kết là vùng tranh chấp của riêng nó.
- ❖ **Chuyển mạch:** A-tới-A' và B-tới-B' có thể truyền đồng thời, mà không bị tranh chấp.



Tăng liên kết 5-61

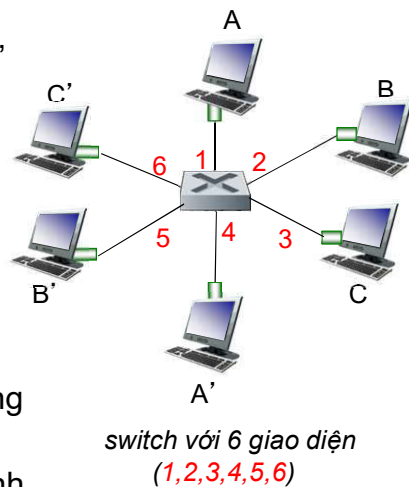
Bảng chuyển tiếp trong Switch

Hỏi: Làm thế nào switch biết được A' có thể truy cập thông qua giao diện 4, B' có thể truy cập được thông qua giao diện 5?

- ❖ **Trả lời:** Mỗi switch có một **bảng chuyển mạch**, mỗi mục:
 - (Địa chỉ MAC của host, giao diện tới host, nhãn thời gian)
 - Nhìn giống như bảng định tuyến!

Hỏi: Cách tạo các mục và duy trì trong bảng chuyển mạch như thế nào?

- Một số giống như giao thức định tuyến?

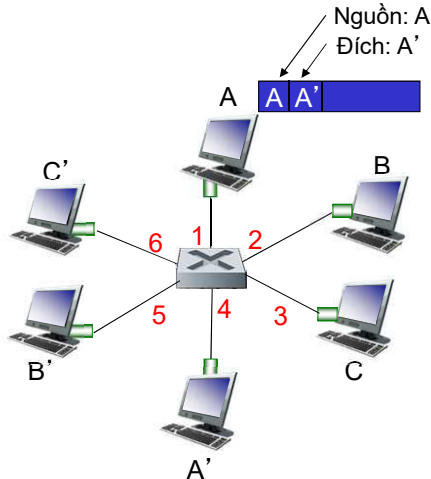


Tăng liên kết 5-62

Switch: tự học

- ❖ Switch **học** để biết những host nào có thể được truy nhập đến thông qua những giao diện nào

- Khi nhận được frame, switch “học” vị trí của bên gửi: segment LAN đi đến
- Ghi cặp bên gửi/vị trí vào trong bảng chuyển mạch



Địa chỉ MAC	Giao diện	TTL
A	1	60

Bảng chuyển mạch
(khởi tạo rỗng)

Tăng liên kết 5-63

Switch: lọc/chuyển tiếp frame

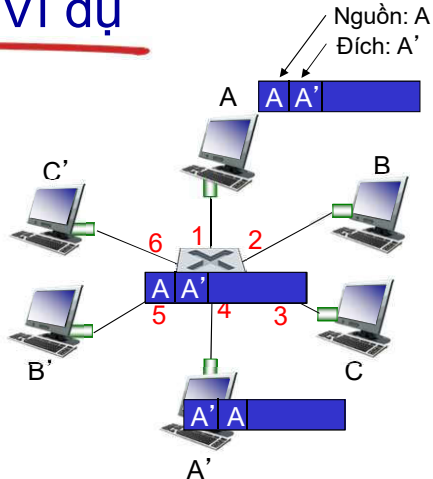
Khi switch nhận được frame:

1. Ghi lại liên kết đến, địa chỉ MAC của host gửi
2. Đánh chỉ mục bảng chuyển mạch dùng địa chỉ MAC đích
3. if mục được tìm thấy cho đích
 then {
 if đích trên segment mà từ đó frame đến
 then bỏ qua frame
 else chuyển tiếp frame trên giao diện được xác định bởi mục
 }
 else ngập tràn /* chuyển tiếp trên tất cả các giao diện ngoại trừ giao diện đến*/

Tăng liên kết 5-64

Tự học, chuyển tiếp: Ví dụ

- ❖ Đích frame, A', vị trí không được biết: *tràn ngập*
- ❖ Vị trí đích A được biết:
Lựa chọn gửi chỉ trên một liên kết



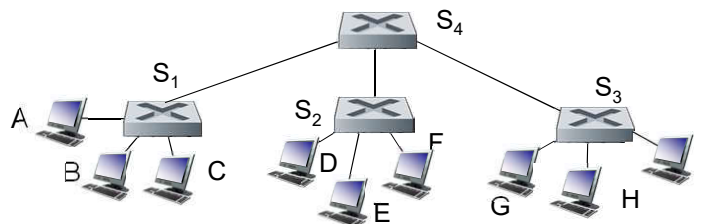
Địa chỉ MAC	Giao diện	TTL
A	1	60
A'	4	60

Bảng chuyển mạch
(khởi tạo rỗng)

Tăng liên kết 5-65

Kết nối các switch

- ❖ Các switch có thể được kết nối với nhau



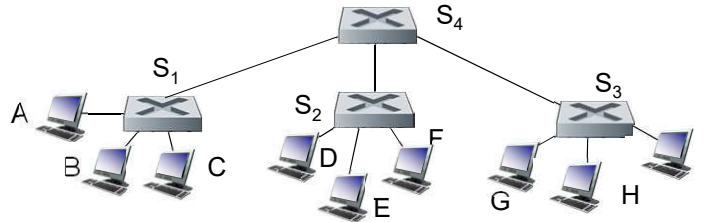
Hỏi: gửi từ A đến G – Làm thế nào S₁ biết cách chuyển tiếp frame hướng đích G qua S₄ và S₃?

- ❖ **Trả lời:** tự học! (làm theo đúng cách trong trường hợp switch đơn!)

Tăng liên kết 5-66

Ví dụ tự học nhiều switch

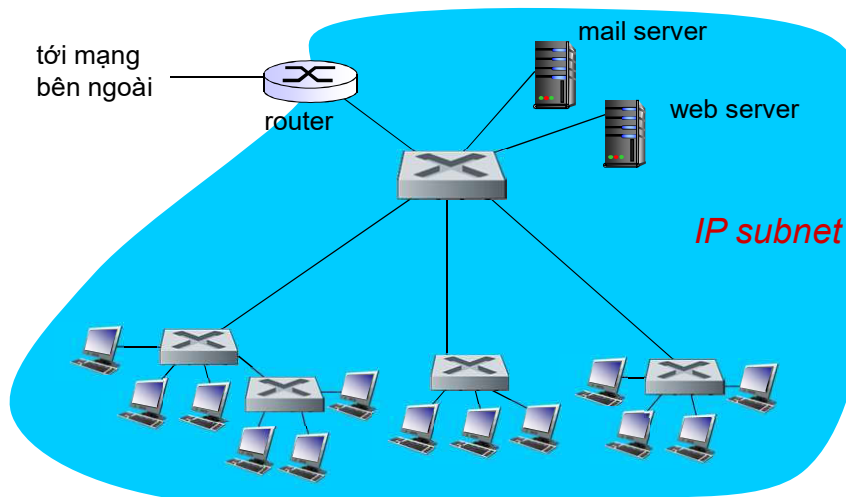
Giả sử C gửi frame tới I, I trả lời lại C



- ❖ **Hỏi:** Đưa ra các bảng chuyển mạch và chuyển tiếp gói tin trong S₁, S₂, S₃, S₄

Tăng liên kết 5-67

Mạng nội bộ trong một tổ chức



Tăng liên kết 5-68

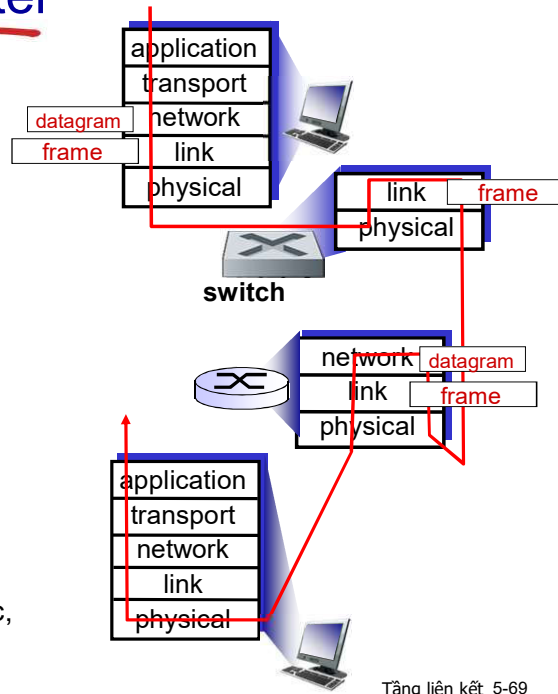
Các switch và router

Cả hai đều có chức năng lưu và chuyển tiếp (store-and-forward):

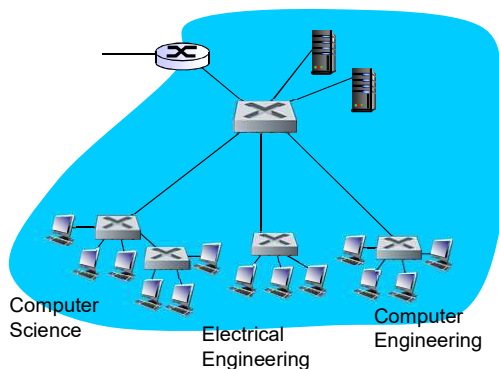
- **router**: thiết bị tầng mạng (kiểm tra phần tiêu đề tầng mạng)
- **switch**: thiết bị tầng liên kết (kiểm tra phần tiêu đề tầng liên kết)

Cả hai đều có bảng chuyển tiếp:

- **router**: tính toán bảng chuyển tiếp dùng các giải thuật định tuyến và địa chỉ IP
- **switch**: học bảng chuyển tiếp dùng kỹ thuật ngập lụt, tự học, và địa chỉ MAC



VLAN: Động lực



Xem xét:

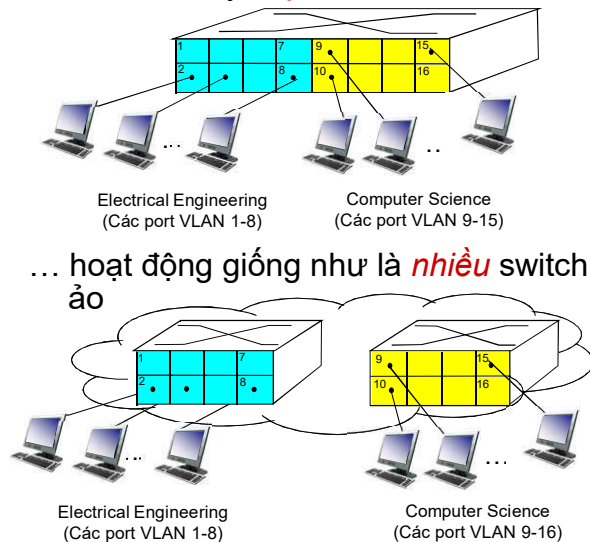
- ❖ Người dùng CS chuyển văn phòng tới EE, nhưng muốn kết nối với switch của CS?
- ❖ Miền quảng bá đơn:
 - Tất cả lưu lượng quảng bá tầng 2 (ARP, DHCP, không biết vị trí của địa chỉ MAC đích) đều phải đi qua toàn bộ LAN.
 - Các vấn đề an toàn/sự riêng tư và hiệu suất.

VLAN

Virtual Local Area Network

Các switch hỗ trợ khả năng VLAN có thể được cấu hình để xác định nhiều mạng LAN ảo trên cơ sở hạ tầng mạng LAN vật lý duy nhất.

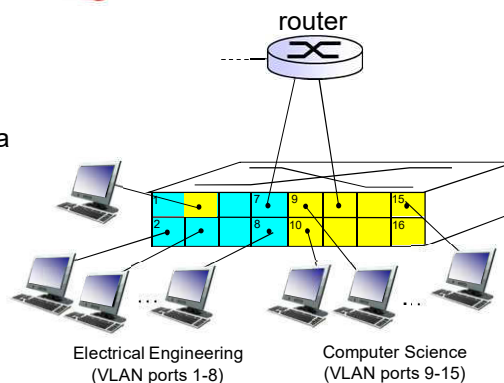
VLAN dựa trên cổng: Các port switch được nhóm lại (bởi phần mềm quản lý switch) để thành một switch vật lý **duy nhất**



Tăng liên kết 5-71

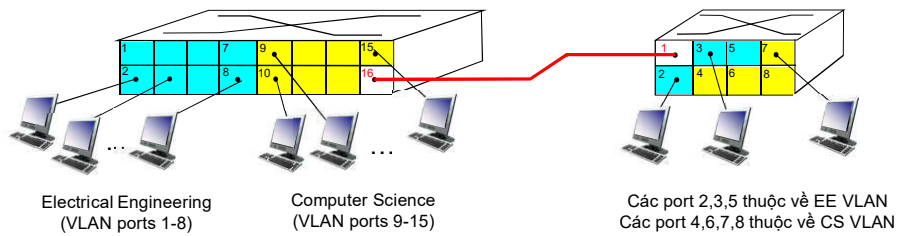
VLAN dựa trên cổng

- ❖ **Cô lập lưu lượng:** các frame tới/từ các port 1-8 **chỉ** có thể tới các port 1-8
 - Cũng có thể xác định VLAN dựa trên địa chỉ MAC của các điểm cuối (endpoint), thay vì các port của switch
- ❖ **Thành viên động:** các port có thể được gán động giữa các VLAN
- ❖ **Chuyển tiếp giữa các VLAN:** được thực hiện thông qua định tuyến (chỉ như là các switch riêng)
 - Thực tế các nhà cung cấp bán các switch được kết hợp với các router



Tăng liên kết 5-72

VLAN mở rộng qua nhiều switch

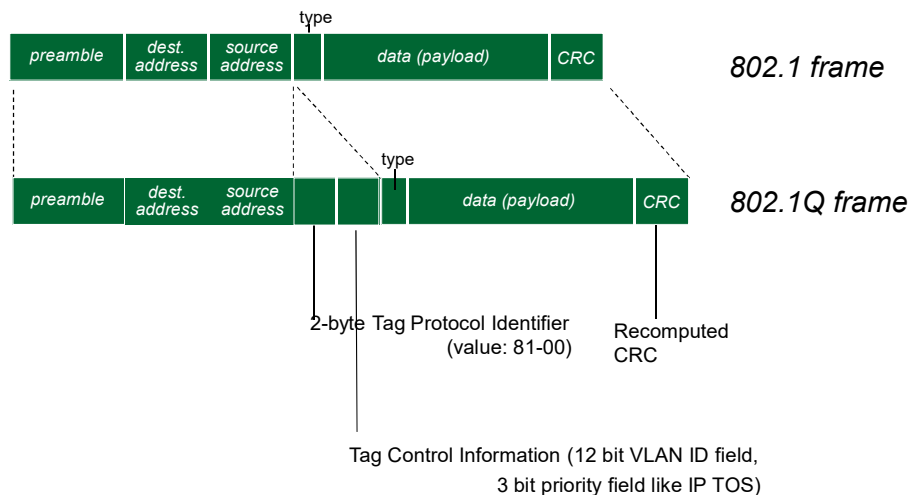


❖ **Trunk port:** mang các frame giữa các VLAN được xác định qua nhiều switch vật lý.

- Các frame được chuyển tiếp bên trong VLAN giữa các switch cần mang thông tin ID của VLAN.
- Giao thức 802.1q thêm/xóa các trường tiêu đề bổ sung của frame được chuyển tiếp giữa các trunk port.

Tăng liên kết 5-73

Định dạng frame 802.1Q VLAN



Tăng liên kết 5-74

Tầng liên kết và các mạng LAN: Nội dung

5.1 Giới thiệu, các dịch vụ

5.2 Phát hiện và sửa lỗi

5.3 Các giao thức đa truy nhập

5.4 Các mạng LAN

- Định địa chỉ, ARP
- Ethernet
- Các switch
- Các VLAN

5.5 Chuyển mạch nhãn đa giao thức (MPLS)

5.6 Mạng trung tâm dữ liệu

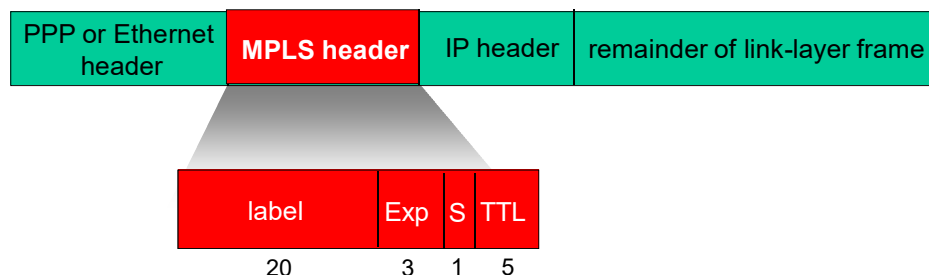
5.7 Vòng đời của một yêu cầu web

Tầng liên kết 5-75

Chuyển mạch nhãn đa giao thức

(Multiprotocol label switching - MPLS)

- ❖ Mục tiêu ban đầu: chuyển mạch IP tốc độ cao sử dụng nhãn chiều dài cố định (thay vì dùng địa chỉ IP)
 - Tìm kiếm nhanh sử dụng định danh chiều dài cố định (thay vì so khớp prefix ngắn nhất)
 - Dựa theo cách tiếp cận mạch ảo (VC)
 - Nhưng IP datagram vẫn giữ địa chỉ IP!



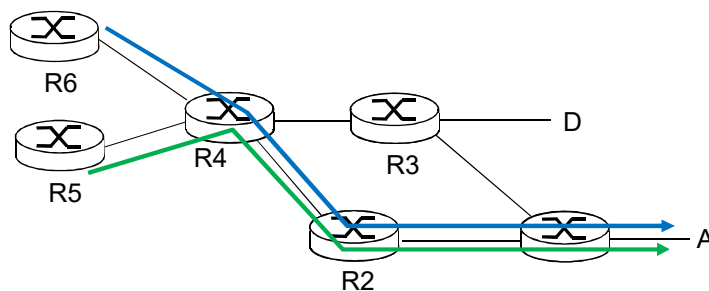
Tầng liên kết 5-76

Các router có khả năng MPLS

- ❖ Còn được gọi là các router chuyển mạch nhãn
- ❖ Chuyển tiếp các gói tin tới giao diện ra chỉ dựa trên giá trị nhãn (không *kiểm tra* địa chỉ IP)
 - Bảng chuyển tiếp MPLS khác với bảng chuyển tiếp IP
- ❖ **Tính mềm dẻo:** các quyết định chuyển tiếp MPLS có thể khác với các quyết định chuyển tiếp của IP
 - Dùng địa chỉ đích và nguồn để định hướng luồng tới cùng đích theo các cách khác nhau (kỹ thuật luồng)
 - Định tuyến lại luồng nhanh chóng nếu liên kết bị lỗi: có các đường đi dự phòng được tính toán từ trước (hữu dụng cho VoIP).

Tăng liên kết 5-77

So sánh đường đi của MPLS với IP

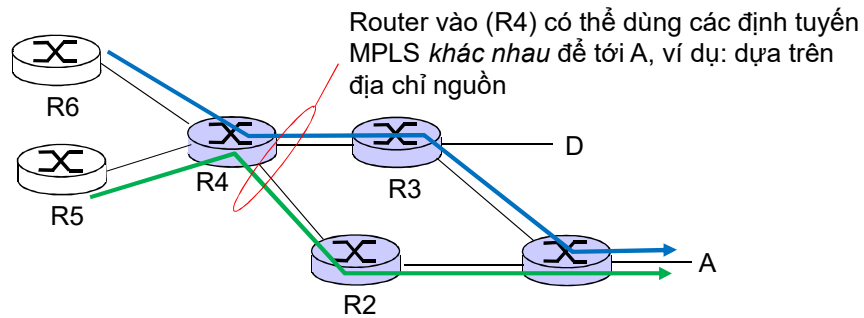


- ❖ **Định tuyến IP:** đường đi tới đích chỉ được xác định bởi địa chỉ đích



Tăng liên kết 5-78

So sánh đường đi của MPLS với IP



- ❖ **Định tuyến IP:** đường đi tới đích chỉ được xác định bởi địa chỉ đích
- ❖ **Định tuyến MPLS:** đường đi tới đích có thể được xác định dựa trên địa chỉ nguồn và địa chỉ đích
 - **Định tuyến lại nhanh:** có đường đi dự phòng trong trường hợp liên kết bị lỗi



Router chỉ IP

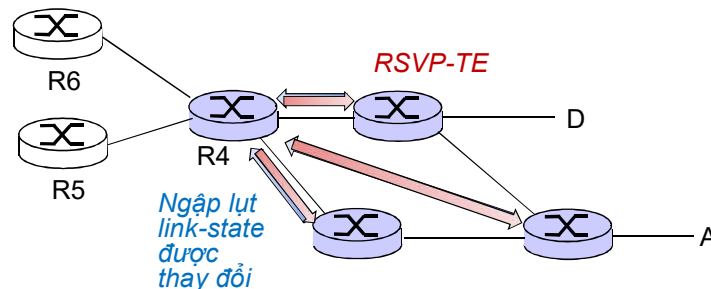


Router MPLS và IP

Tăng liên kết 5-79

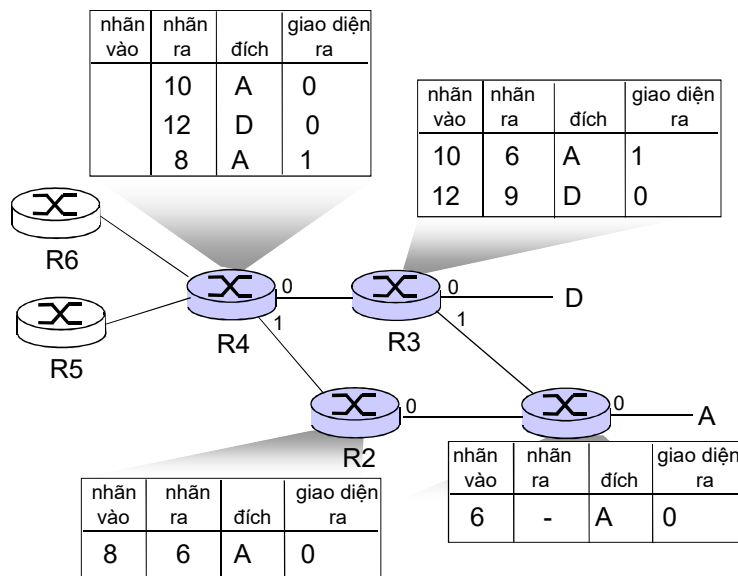
Báo hiệu trong MPLS

- ❖ Thay đổi OSPF, các giao thức ngập lụt link-state IS-IS để mang thông tin cho định tuyến MPLS
 - Ví dụ: bảng thông liên kết, tổng bảng thông của liên kết “dự phòng”
- ❖ Mục router MPLS sử dụng giao thức báo hiệu RSVP-TE để thiết lập chuyển tiếp MPLS tại dòng downstream của các router.



Tăng liên kết 5-80

Các bảng chuyển tiếp MPLS



Tầng liên kết 5-81

Tầng liên kết và các mạng LAN: Nội dung

5.1 Giới thiệu, các dịch vụ

5.2 Phát hiện và sửa lỗi

5.3 Các giao thức đa truy nhập

5.4 Các mạng LAN

- Định địa chỉ, ARP
- Ethernet
- Các switch
- Các VLAN

5.5 Chuyển mạch nhãn đa giao thức (MPLS)

5.6 Mạng trung tâm dữ liệu

5.7 Vòng đời của một yêu cầu web

Tầng liên kết 5-82

Mạng trung tâm dữ liệu (Data center networks)

- ❖ 10 đến 100 nghìn host, thường được kết hợp chặt chẽ:
 - Thương mại điện tử (e-business) (ví dụ: Amazon)
 - Các máy chủ nội dung (content-server) (Ví dụ: YouTube, Akamai, Apple, Microsoft)
 - search engines, khai phá dữ liệu (Ví dụ: Google)
- ❖ Thách thức:
 - Nhiều ứng dụng, mỗi ứng dụng phục vụ một số lượng rất lớn các client
 - Quản lý/cân bằng tải, xử lý các vấn đề về mạng, tắc nghẽn dữ liệu.



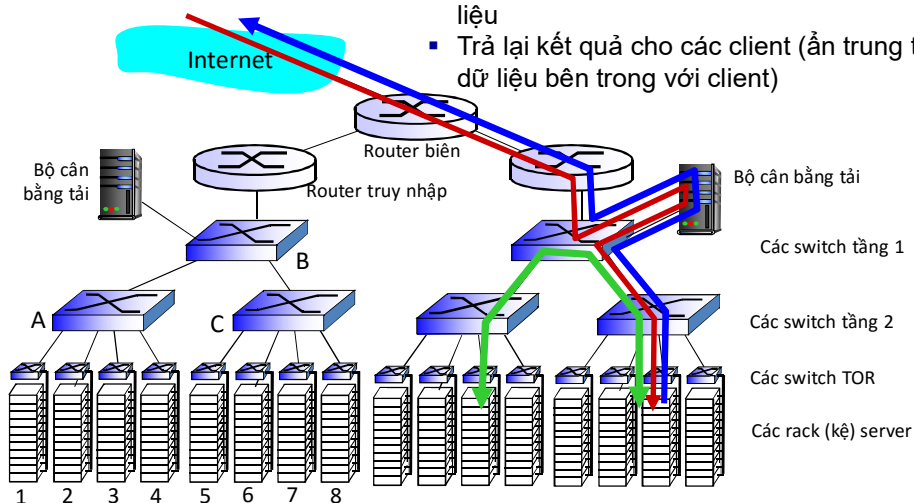
Bên trong một container 40-ft của Microsoft, tại trung tâm dữ liệu ở Chicago

Tầng liên kết 5-83

Mạng trung tâm dữ liệu

Bộ cân bằng tải: định tuyến tầng ứng dụng

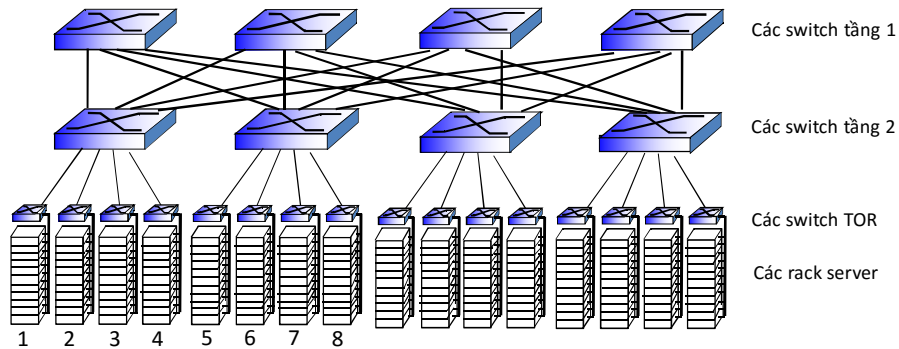
- Nhận các yêu cầu từ client ở phía ngoài
- Chỉ đạo công việc bên trong trung tâm dữ liệu
- Trả lại kết quả cho các client (trung tâm dữ liệu bên trong với client)



Tầng liên kết 5-84

Mạng trung tâm dữ liệu

- ❖ Kết nối rất nhiều các switch và các kệ (rack):
 - Tăng thông lượng giữa các kệ (có thể có nhiều đường đi)
 - Tăng độ tin cậy thông qua dự phòng.



Tầng liên kết 5-85

Tầng liên kết và các mạng LAN: Nội dung

- 5.1 Giới thiệu, các dịch vụ
- 5.2 Phát hiện và sửa lỗi
- 5.3 Các giao thức đa truy nhập
- 5.4 Các mạng LAN
 - Định địa chỉ, ARP
 - Ethernet
 - Các switch
 - Các VLAN
- 5.5 Chuyển mạch nhãn đa giao thức (MPLS)
- 5.6 Mạng trung tâm dữ liệu
- 5.7 Vòng đời của một yêu cầu web

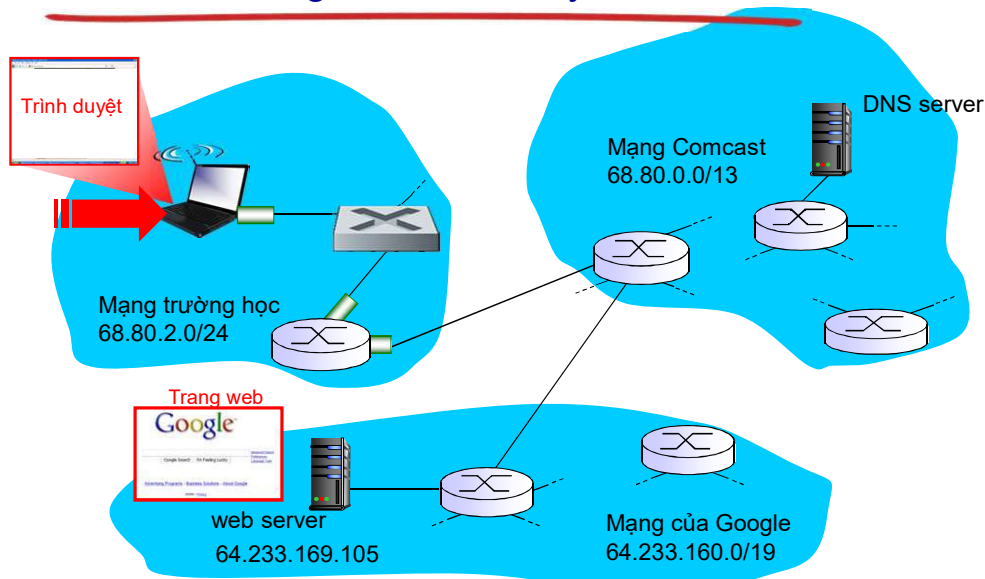
Tầng liên kết 5-86

Tổng hợp: Vòng đời của một yêu cầu web

- ❖ Hành trình đi xuống chồng giao thức đã hoàn thành!
 - Tầng ứng dụng, tầng giao vận, tầng mạng, tầng liên kết.
- ❖ Đặt tất cả mọi thứ lại cùng nhau: tổng hợp!
 - **Mục đích:** xác định, xem xét, hiểu các giao thức (tại tất cả các tầng) liên quan trong một kịch bản khá đơn giản: yêu cầu một trang web.
 - **Kịch bản:** Sinh viên thực hiện yêu cầu/đáp ứng từ hệ thống mạng trong trường: www.google.com

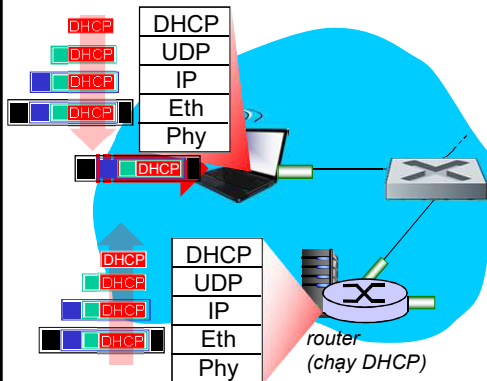
Tầng liên kết 5-87

Kịch bản: Vòng đời của một yêu cầu web



Tầng liên kết 5-88

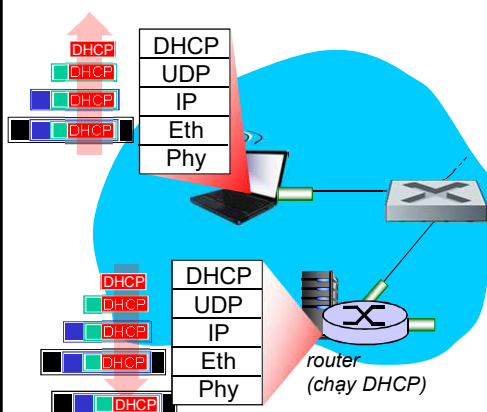
Kết nối đến Internet



- ❖ Việc kết nối đến máy tính cần có địa chỉ IP của máy, địa chỉ của router hop đầu tiên, địa chỉ của DNS server: dùng **DHCP**
- ❖ DHCP request **được đóng gói** trong **UDP**, được đóng gói trong **IP**, được đóng gói trong **802.3 Ethernet**
- ❖ Ethernet frame **quảng bá** (dest: FFFFFFFFFFFFFFFF) trên LAN, được nhận tại router đang chạy **DHCP** server
- ❖ Ethernet **mở gói** thành IP, IP mở gói thành UDP, UDP mở gói thành DHCP

Tầng liên kết 5-89

Kết nối đến Internet

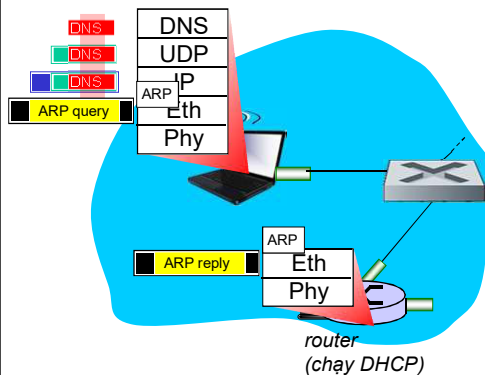


- ❖ DHCP server định dạng **DHCP ACK** chứa địa chỉ IP của client, địa chỉ IP của router hop đầu tiên cho client, tên và địa chỉ IP của DNS server
- ❖ Đóng gói tại DHCP server, frame được chuyển tiếp (**học chuyển mạch**) qua LAN, việc mở gói tại client
- ❖ DHCP client nhận trả lời DHCP ACK

Bây giờ, client có địa chỉ IP, biết được tên và địa chỉ của DNS server, địa chỉ IP của router của hop đầu tiên của nó.

Tầng liên kết 5-90

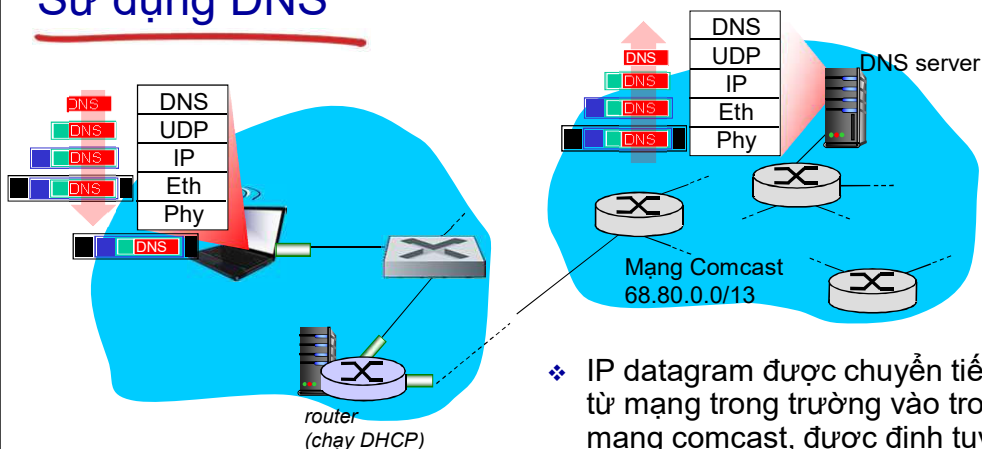
ARP (trước DNS, trước HTTP)



- ❖ Trước khi gửi yêu cầu **HTTP**, cần địa chỉ IP của **www.google.com**: **DNS**
- ❖ Truy vấn DNS được tạo ra, được đóng gói trong UDP, được đóng gói trong IP, được đóng gói trong Ethernet. Để gửi frame tới router, cần địa chỉ MAC của giao diện router: **ARP**
- ❖ **ARP query** quảng bá, được nhận bởi router mà sẽ trả lời với **ARP reply**, cho biết địa chỉ MAC của giao diện router.
- ❖ Lúc này, client biết địa chỉ MAC của router hop đầu tiên, do đó có thể gửi frame chứa truy vấn DNS

Tầng liên kết 5-91

Sử dụng DNS

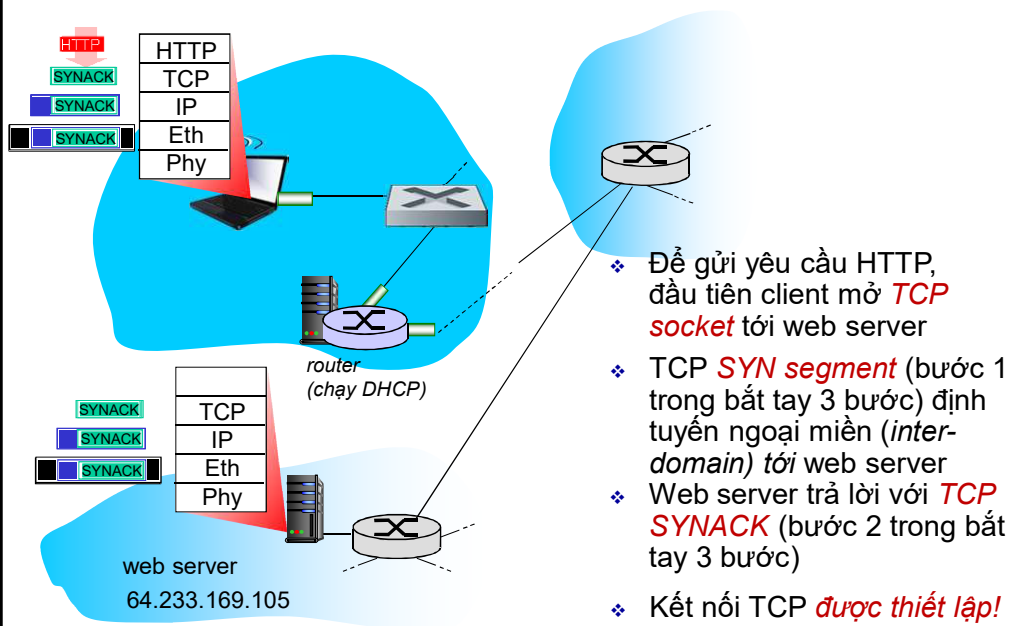


- ❖ IP datagram chứa truy vấn DNS được chuyển tiếp qua switch LAN từ client tới router hop đầu tiên

- ❖ IP datagram được chuyển tiếp từ mạng trong trường vào trong mạng comcast, được định tuyến (các bảng được tạo ra bởi các giao thức định tuyến **RIP**, **OSPF**, **IS-IS** và/hoặc **BGP**) tới DNS server
- ❖ DNS server trả lời lại client với địa chỉ IP của **www.google.com**

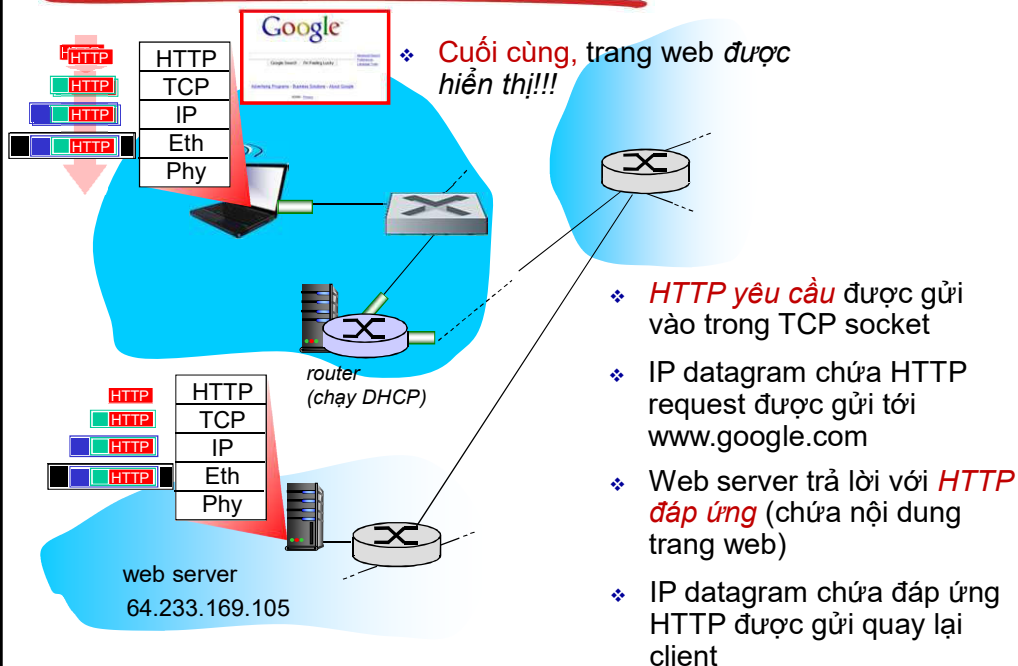
Tầng liên kết 5-92

Kết nối TCP mang thông điệp HTTP



Tăng liên kết 5-93

HTTP yêu cầu/đáp ứng



Tăng liên kết 5-94

Chương 5: Tổng kết

- ❖ Nguyên lý các dịch vụ bên trong tầng liên kết dữ liệu:
 - Phát hiện và sửa lỗi
 - Chia sẻ các kênh truyền chung: đa truy nhập
 - Định địa chỉ tầng liên kết
- ❖ Hiện thực và cài đặt một số công nghệ tầng liên kết
 - Ethernet
 - switched LANS, VLANs
 - MPLS
- ❖ Tổng hợp: Vòng đời của một yêu cầu web

Tầng liên kết 5-95

Chương 5: Tổng kết

- ❖ Còn *rất nhiều* chủ đề thú vị đáng quan tâm!
 - Mạng không dây
 - Đa phương tiện (multimedia)
 - An ninh mạng
 - Quản trị mạng
 - ...

Tầng liên kết 5-96