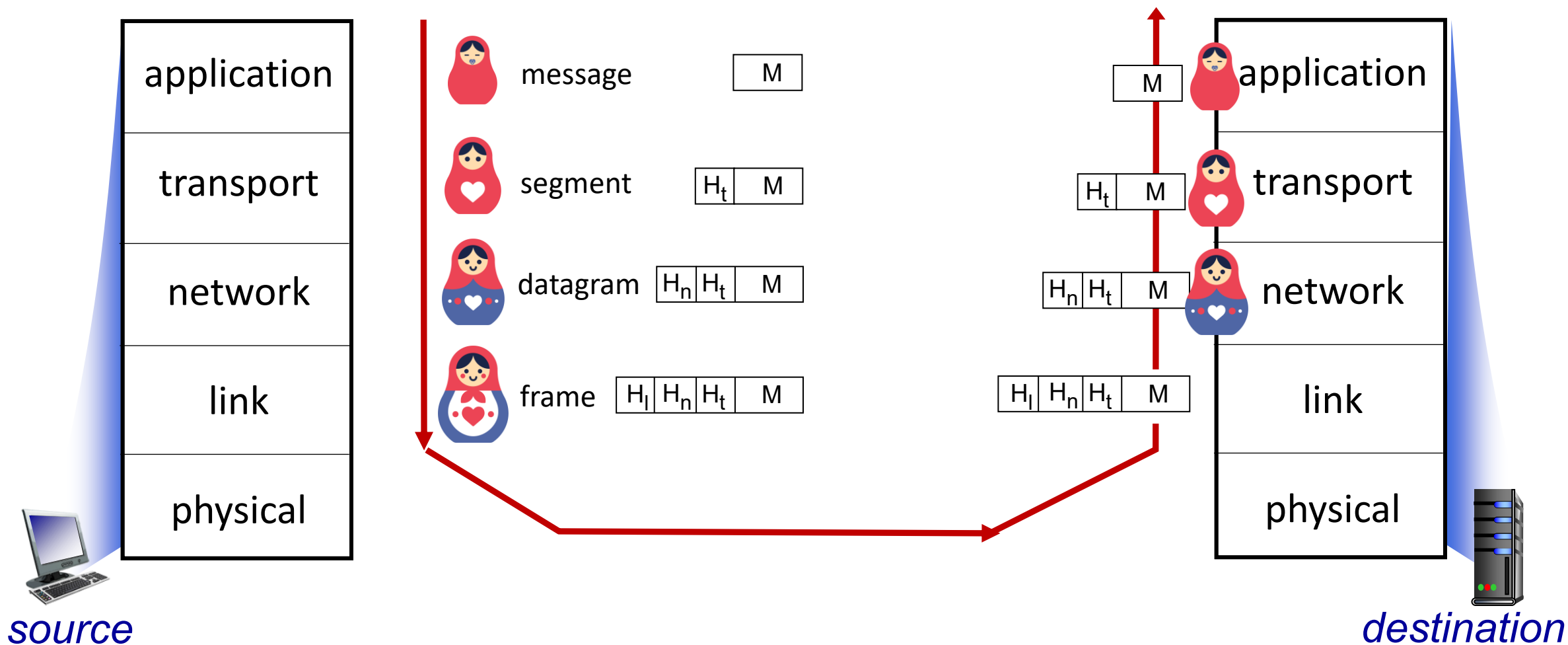


Dịch vụ, phân lớp, và đóng gói



Chapter 6

The Link Layer and LANs

A note on the use of these PowerPoint slides:

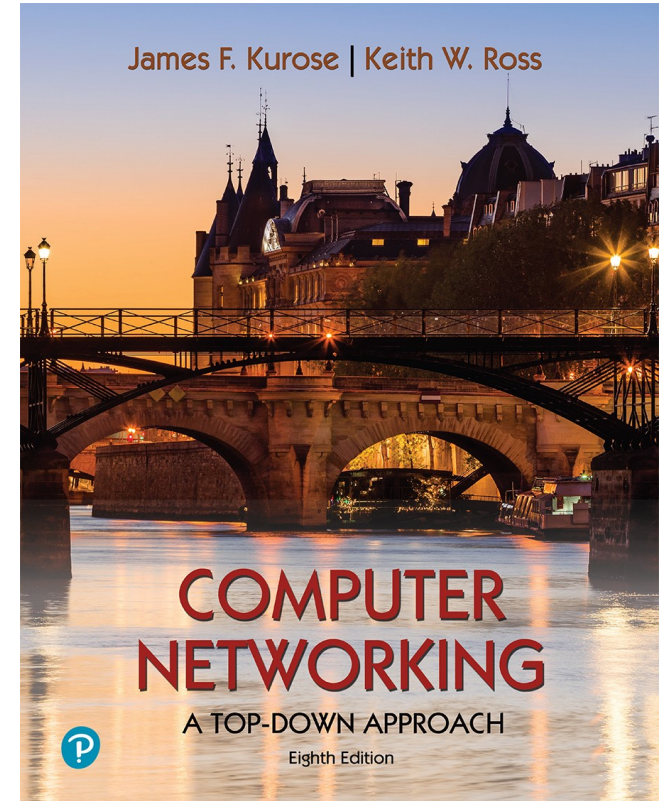
We're making these slides freely available to all (faculty, students, readers). They're in PowerPoint form so you see the animations; and can add, modify, and delete slides (including this one) and slide content to suit your needs. They obviously represent a *lot* of work on our part. In return for use, we only ask the following:

- If you use these slides (e.g., in a class) that you mention their source (after all, we'd like people to use our book!)
- If you post any slides on a www site, that you note that they are adapted from (or perhaps identical to) our slides, and note our copyright of this material.

For a revision history, see the slide note for this page.

Thanks and enjoy! JFK/KWR

All material copyright 1996-2020
J.F Kurose and K.W. Ross, All Rights Reserved



*Computer Networking: A
Top-Down Approach*

8th edition

Jim Kurose, Keith Ross
Pearson, 2020

Lớp liên kết và LAN: Mục tiêu

- Hiểu được các nguyên tắc đằng sau các dịch vụ lớp liên kết (dữ liệu):
 - Phát hiện lỗi, sửa lỗi
 - Chia sẻ kênh quảng bá: đa truy cập
 - Địa chỉ lớp liên kết
 - Mạng cục bộ: Ethernet, VLAN
- Mạng trung tâm dữ liệu



Lớp vật lý, LANs: Lộ trình

- Giới thiệu
- Phát hiện lỗi, sửa lỗi
- Giao thức đa truy cập
- Mạng LAN
 - Địa chỉ, ARP
 - Ethernet
 - Bộ chuyển mạch
 - VLAN
- Mạng trung tâm dữ liệu



- Một ngày trong cuộc sống lướt Web

Lớp vật lý, LANs: Lộ trình

- **Giới thiệu**
- Phát hiện lỗi, sửa lỗi
- Giao thức đa truy cập
- Mạng LAN
 - Địa chỉ, ARP
 - Ethernet
 - Bộ chuyển mạch
 - VLAN
- Mạng trung tâm dữ liệu



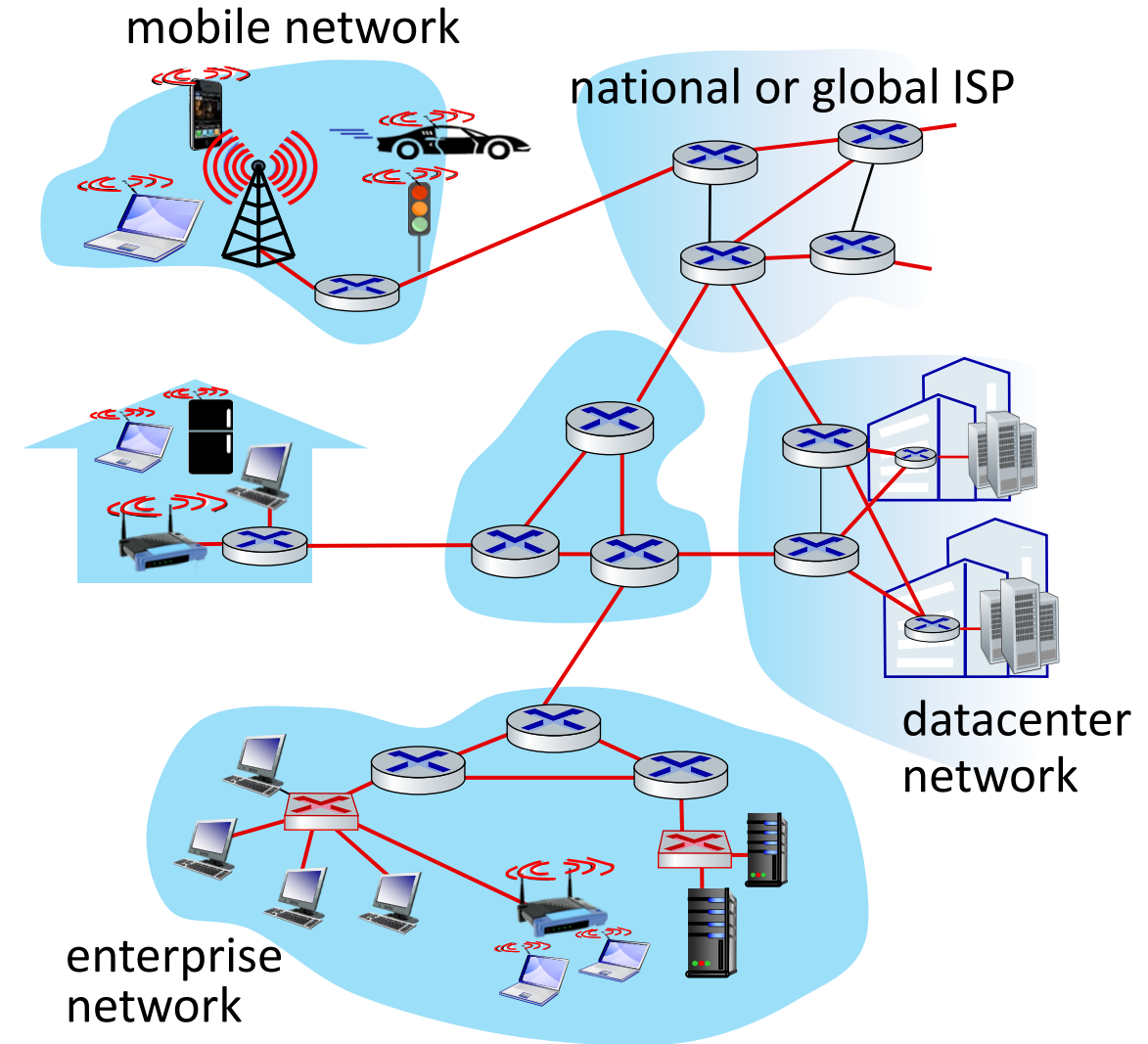
- Một ngày trong cuộc sống lướt Web

Lớp liên kết: Giới thiệu

Thuật ngữ:

- Host và routers: các nốt (nodes)
- Kênh truyền thông kết nối các nốt lân cận theo đường truyền thông: liên kết
 - Có dây
 - Không dây
 - Mạng LAN
- Gói tin lớp liên kết: *khung (dữ liệu)*, đóng gói tin datagram

Lớp liên kết có trách nhiệm chuyển gói tin datagram từ một nốt đến nốt liền kề vật lý qua một liên kết



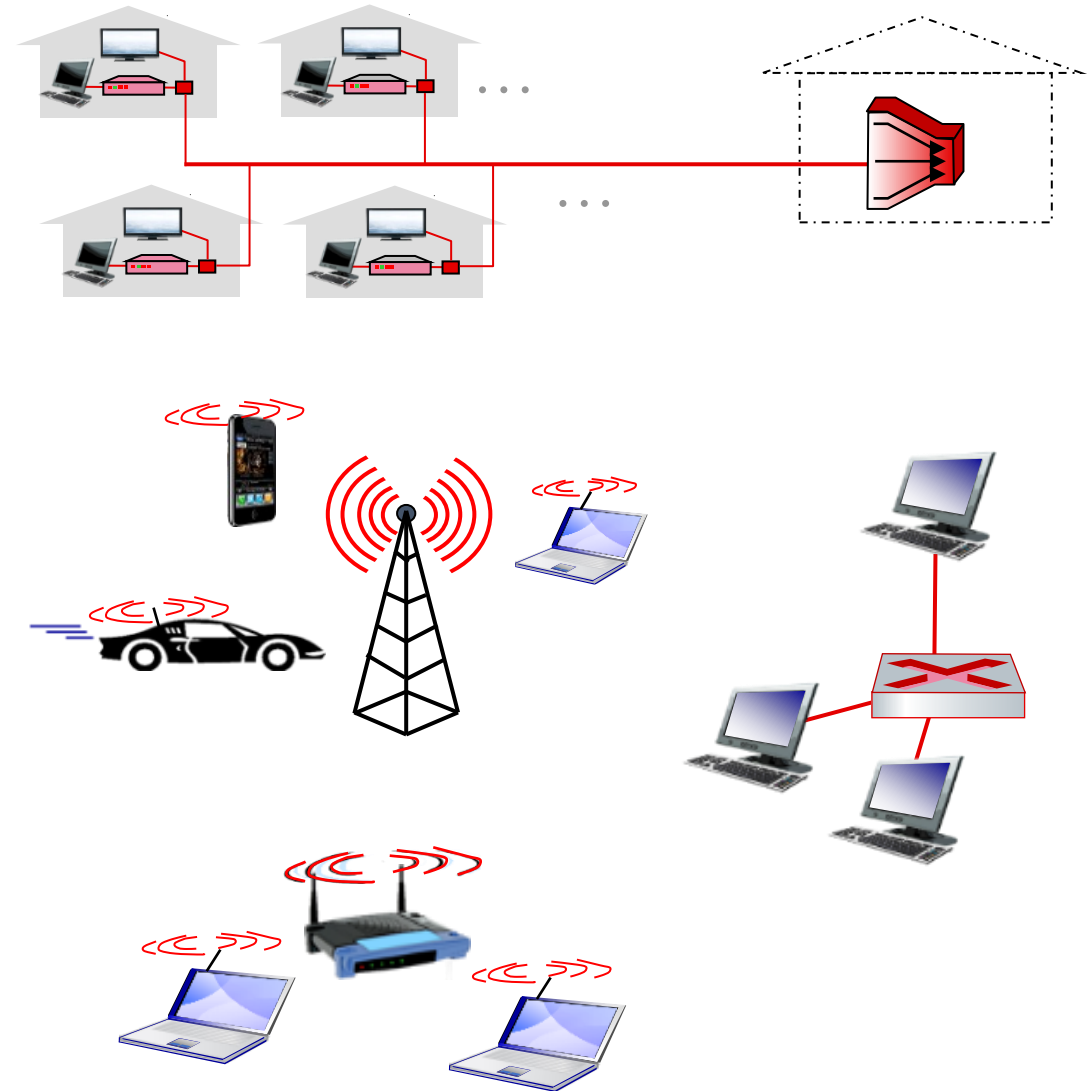
Lớp liên kết: Dịch vụ

■ Đóng khung, truy cập liên kết:

- Đóng gói datagram vào khung, thêm tiêu đề, đoạn mã kết thúc
- Truy cập kênh nếu phương tiện được chia sẻ
- Địa chỉ “MAC” trong tiêu đề khung xác định nguồn, đích (khác với địa chỉ IP!)

■ Truyền tin cậy giữa các nốt liền kề

- Chúng ta đã biết làm thế nào để làm điều này!
- Hiếm khi được sử dụng trên các liên kết có lỗi bit thấp
- Liên kết không dây: tỷ lệ lỗi cao



Lớp liên kết: Dịch vụ (tiếp)

■ Kiểm soát lưu lượng:

- Tạo nhịp độ giữa các nốt gửi và nhận liên kề

■ Phát hiện lỗi:

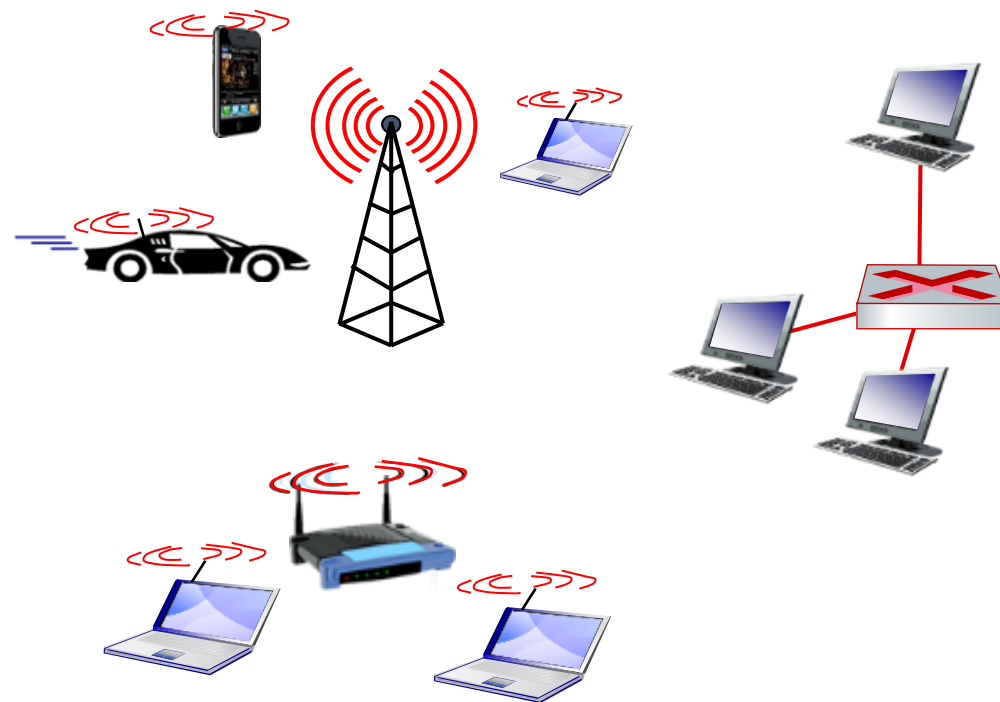
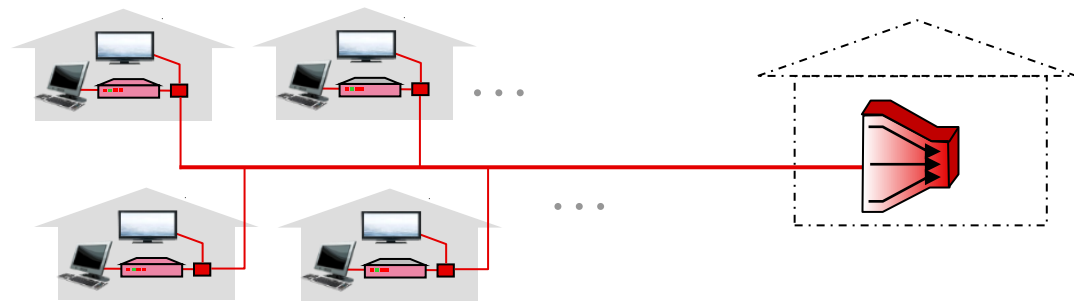
- Lỗi do suy giảm tín hiệu, nhiễu
- Bên thu phát hiện lỗi, truyền lại tín hiệu hoặc bỏ khung dữ liệu

■ Sửa lỗi:

- Bên nhận xác định *và sửa chữa* (các) lỗi bit mà không cần truyền lại

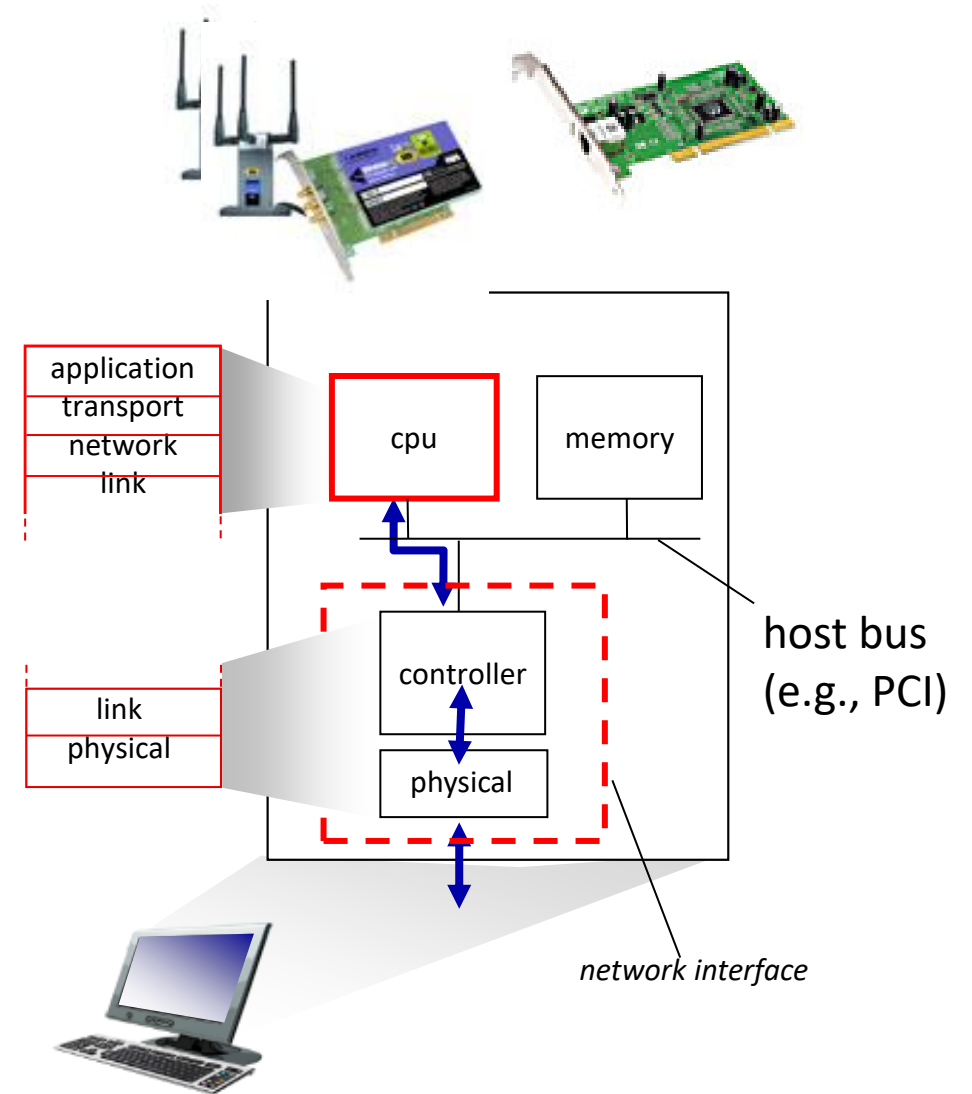
■ Bán song công và song công hoàn toàn:

- Với bán song công, các nốt ở cả hai đầu của liên kết có thể truyền, nhưng không đồng thời

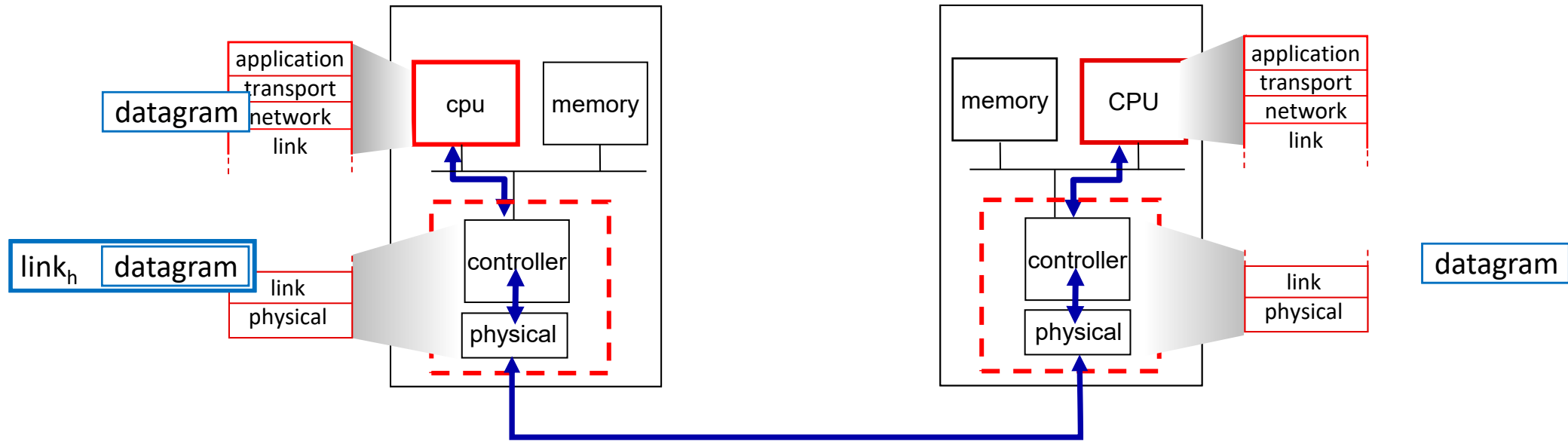


Lớp liên kết được thực thi ở đâu?

- Trong mỗi và mọi host
- Lớp liên kết được triển khai trong *thẻ giao diện mạng* (NIC: Network Interface Card) hoặc trên chip
 - Ethernet, thẻ Wi-Fi hoặc chip
 - Thực hiện lớp liên kết và vật lý
- Gắn vào các bus hệ thống của host
- Sự kết hợp của phần cứng, phần mềm và firmware



Giao diện truyền thông



Bên gửi:

- Đóng gói datagram vào khung dữ liệu
- Thêm các bit kiểm tra lỗi, truyền dữ liệu tin cậy, kiểm soát luồng, v.v.

Bên nhận:

- Tìm lỗi, truyền dữ liệu tin cậy, kiểm soát luồng, v.v.
- Trích xuất datagram, chuyển đến lớp trên ở bên nhận

Lớp vật lý, LANs: Lộ trình

- Giới thiệu
- Phát hiện lỗi, sửa lỗi
- Giao thức đa truy cập
- Mạng LAN
 - Địa chỉ, ARP
 - Ethernet
 - Bộ chuyển mạch
 - VLAN
- Mạng trung tâm dữ liệu



- Một ngày trong cuộc sống lướt Web

Lớp vật lý, LANs: Lộ trình

- Giới thiệu
- Phát hiện lỗi, sửa lỗi
- Giao thức đa truy cập
- **Mạng LAN**
 - Địa chỉ, ARP
 - Ethernet
 - Bộ chuyển mạch
 - VLAN
- Mạng trung tâm dữ liệu



- Một ngày trong cuộc sống lướt Web

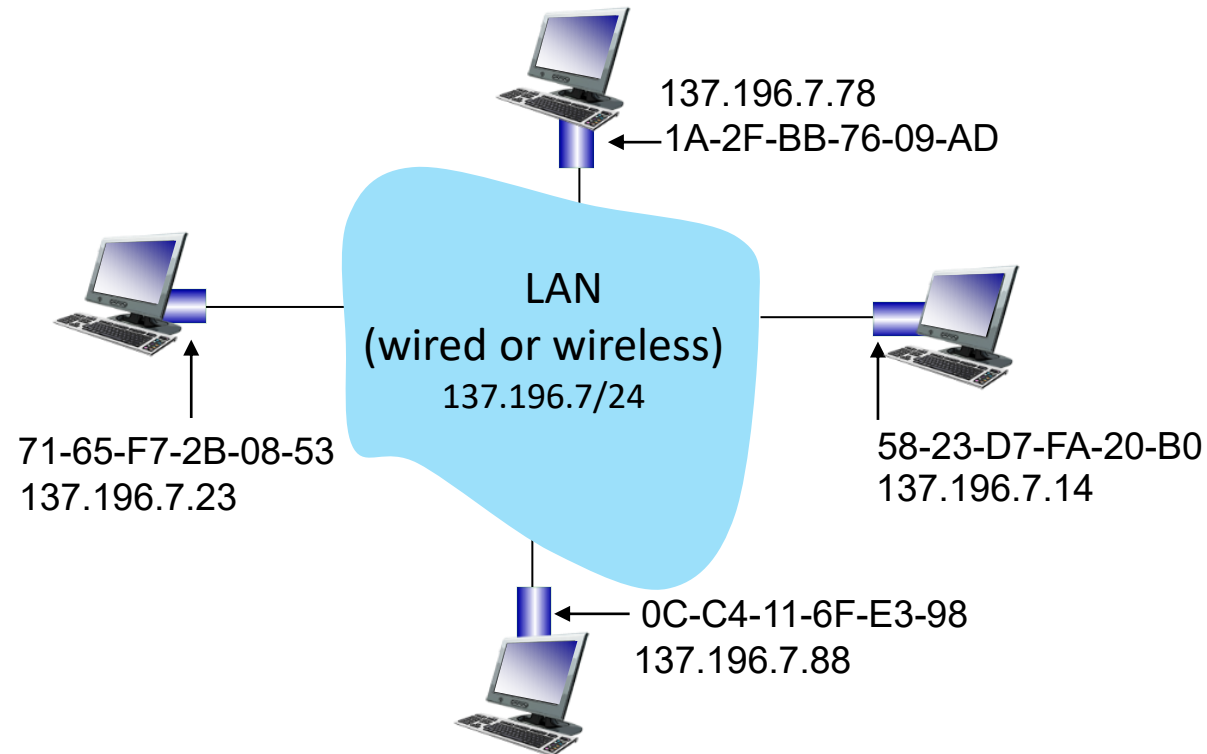
Địa chỉ MAC

- Địa chỉ IP 32 bits:
 - *Địa chỉ lớp mạng* cho giao diện
 - Được sử dụng để chuyển tiếp ở lớp mạng
 - Ví dụ: 128.119.40.136
- Địa chỉ MAC (hay LAN hay vật lý hay Ethernet):
 - Chức năng: được sử dụng “cục bộ” để truyền khung dữ liệu từ giao diện này sang giao diện được kết nối vật lý khác (cùng mạng con, theo nghĩa địa chỉ IP)
 - Địa chỉ MAC 48 bits (đối với hầu hết các mạng LAN) được ghi trong ROM NIC, đôi khi cũng có thể thiết lập bởi phần mềm
 - Ví dụ: 1A-2F-BB-76-09-AD
 - Ký hiệu thập lục phân (cơ số 16)*
(mỗi “chữ số” đại diện cho 4 bit)

Địa chỉ MAC

Mỗi giao diện trên mạng LAN

- Có một địa chỉ MAC 48 bits duy nhất
- Có một địa chỉ IP 32 bits duy nhất cục bộ (như chúng ta đã thấy)

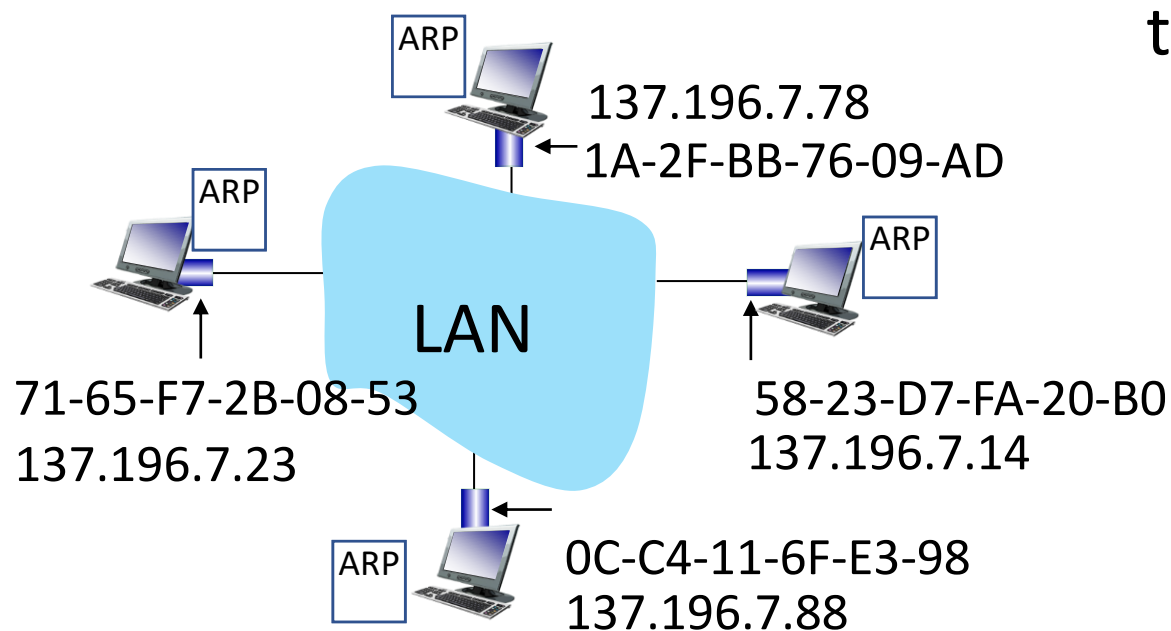


Địa chỉ MAC

- Phân bổ địa chỉ MAC do IEEE quản lý
- Nhà sản xuất mua một phần không gian địa chỉ MAC (để đảm bảo tính duy nhất)
- Sự giống nhau:
 - Địa chỉ MAC: như số căn cước công dân
 - Địa chỉ IP: như địa chỉ bưu chính
- Địa chỉ phẳng MAC: tính di động
 - Có thể di chuyển giao diện từ mạng LAN này sang mạng LAN khác
 - Nhớ lại địa chỉ IP *không* di động: phụ thuộc vào mạng con IP mà nó được đính kèm

ARP: Giao thức phân giải địa chỉ

Câu hỏi: Cách xác định địa chỉ MAC của giao diện khi biết địa chỉ IP của nó?



Bảng ARP: mỗi nút IP (host, bộ định tuyến) trên mạng LAN đều có bảng ARP

- Ánh xạ địa chỉ IP/MAC cho một số nút mạng LAN:
< địa chỉ IP; Địa chỉ MAC; TTL >
- TTL (Time To Live): thời gian sau đó ánh xạ địa chỉ sẽ bị quên (thường là 20 phút)

Hoạt động của giao thức ARP

Ví dụ: A muốn gửi gói tin datagram cho B

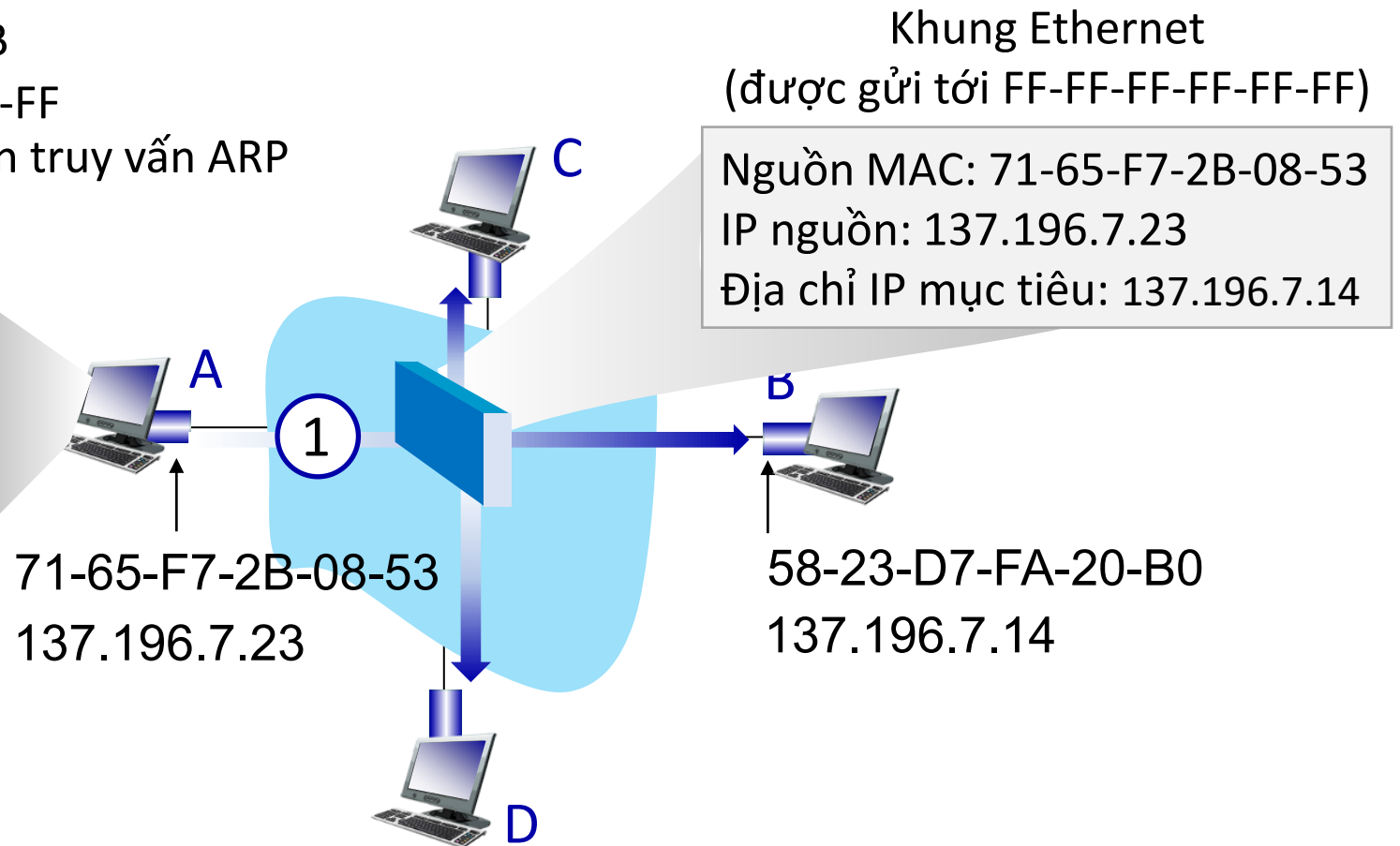
- Địa chỉ MAC của B không có trong bảng ARP của A nên A sử dụng ARP để tìm địa chỉ MAC của B

ARP quảng bá, chứa địa chỉ IP của B

- ①
- Địa chỉ MAC đích = FF-FF-FF-FF-FF-FF
 - Tất cả các nút trên mạng LAN nhận truy vấn ARP

Bảng ARP tại A

Địa chỉ IP	Địa chỉ MAC	TTL



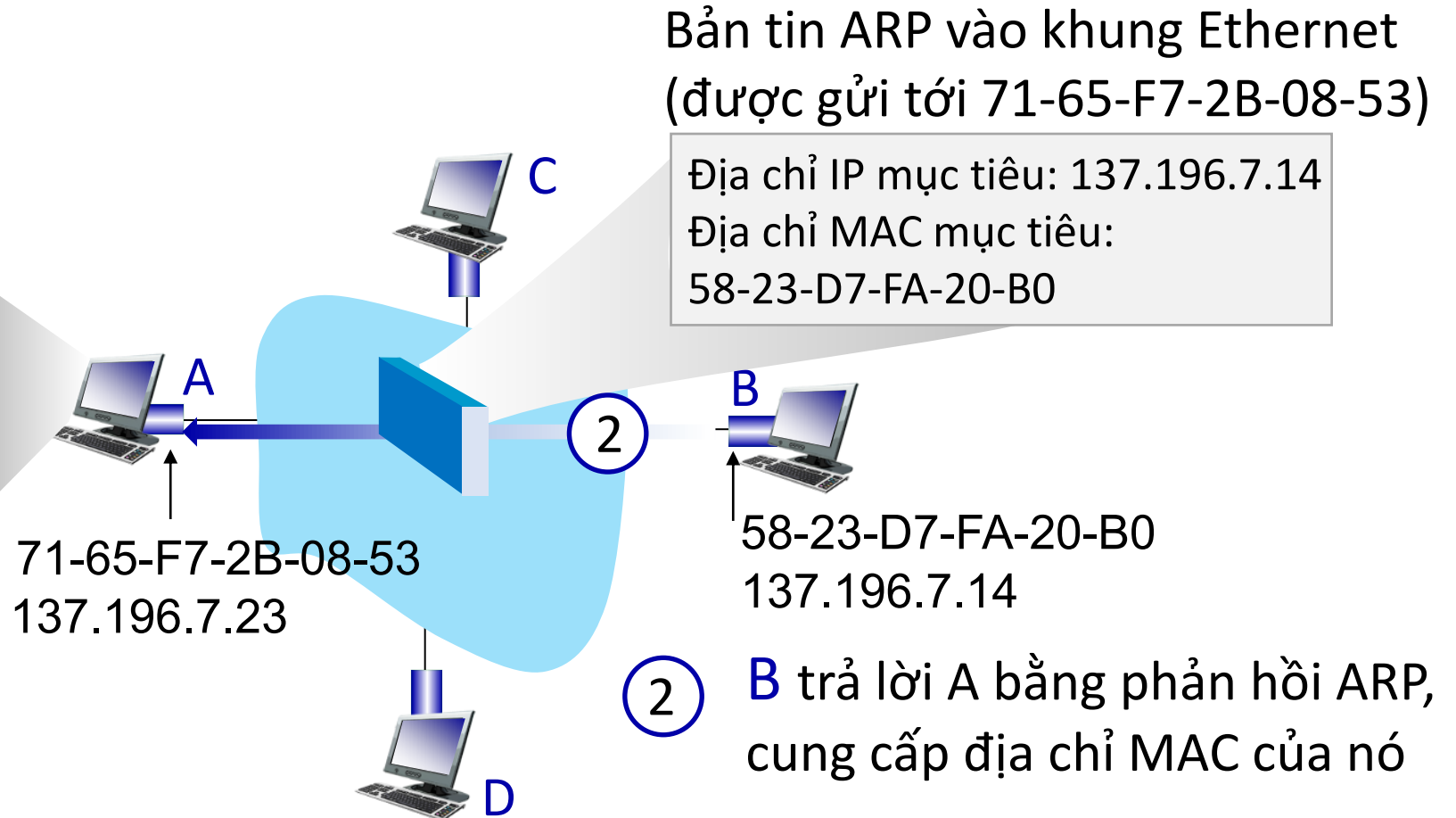
Hoạt động của giao thức ARP

Ví dụ: A muốn gửi gói tin datagram cho B

- Địa chỉ MAC của B không có trong bảng ARP của A nên A sử dụng ARP để tìm địa chỉ MAC của B

Bảng ARP tại A

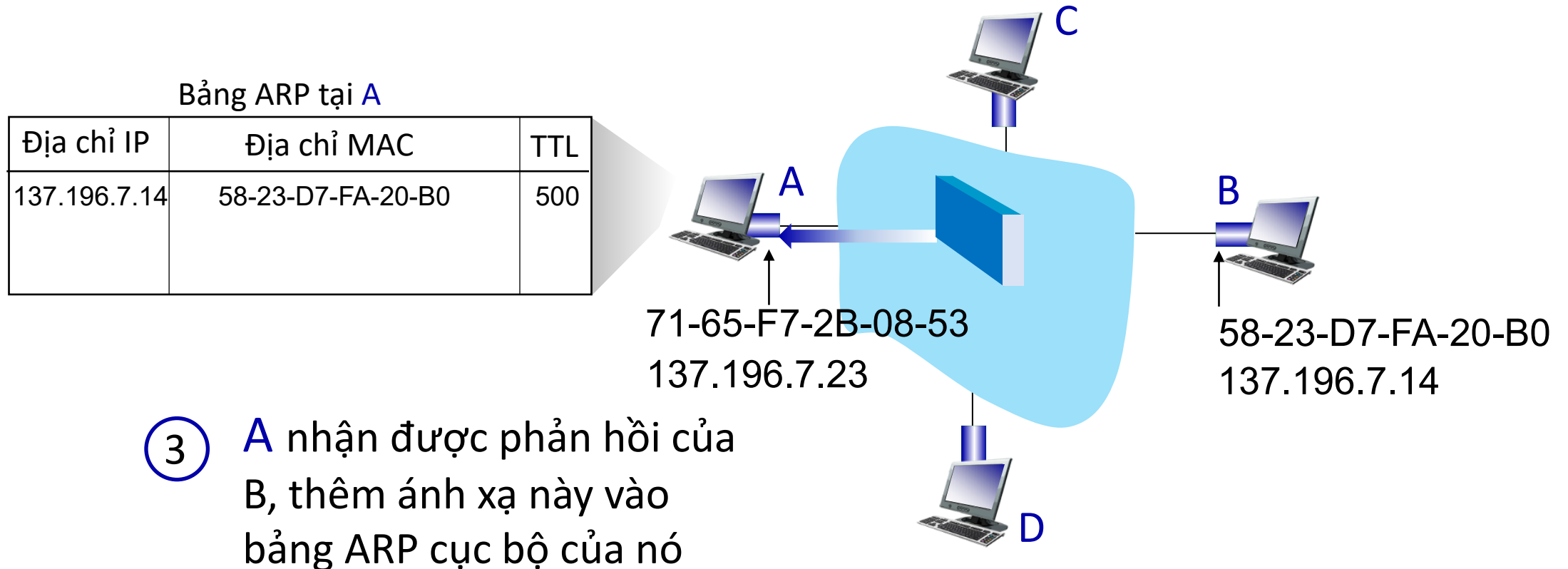
Địa chỉ IP	Địa chỉ MAC	TTL



Hoạt động của giao thức ARP

Ví dụ: A muốn gửi gói tin datagram cho B

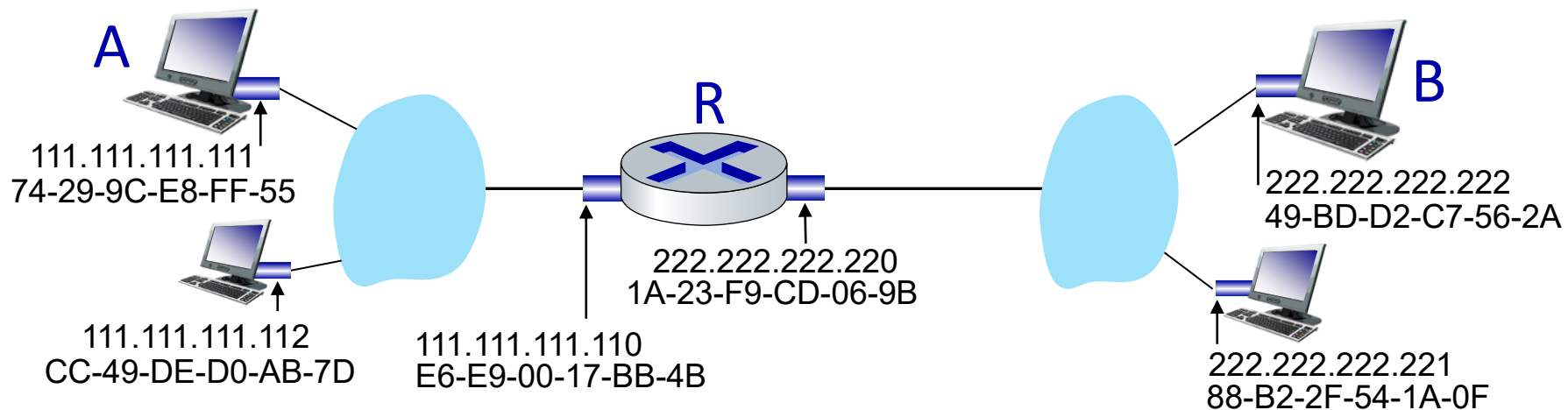
- Địa chỉ MAC của B không có trong bảng ARP của A nên A sử dụng ARP để tìm địa chỉ MAC của B



Định tuyến sang mạng con khác: Địa chỉ

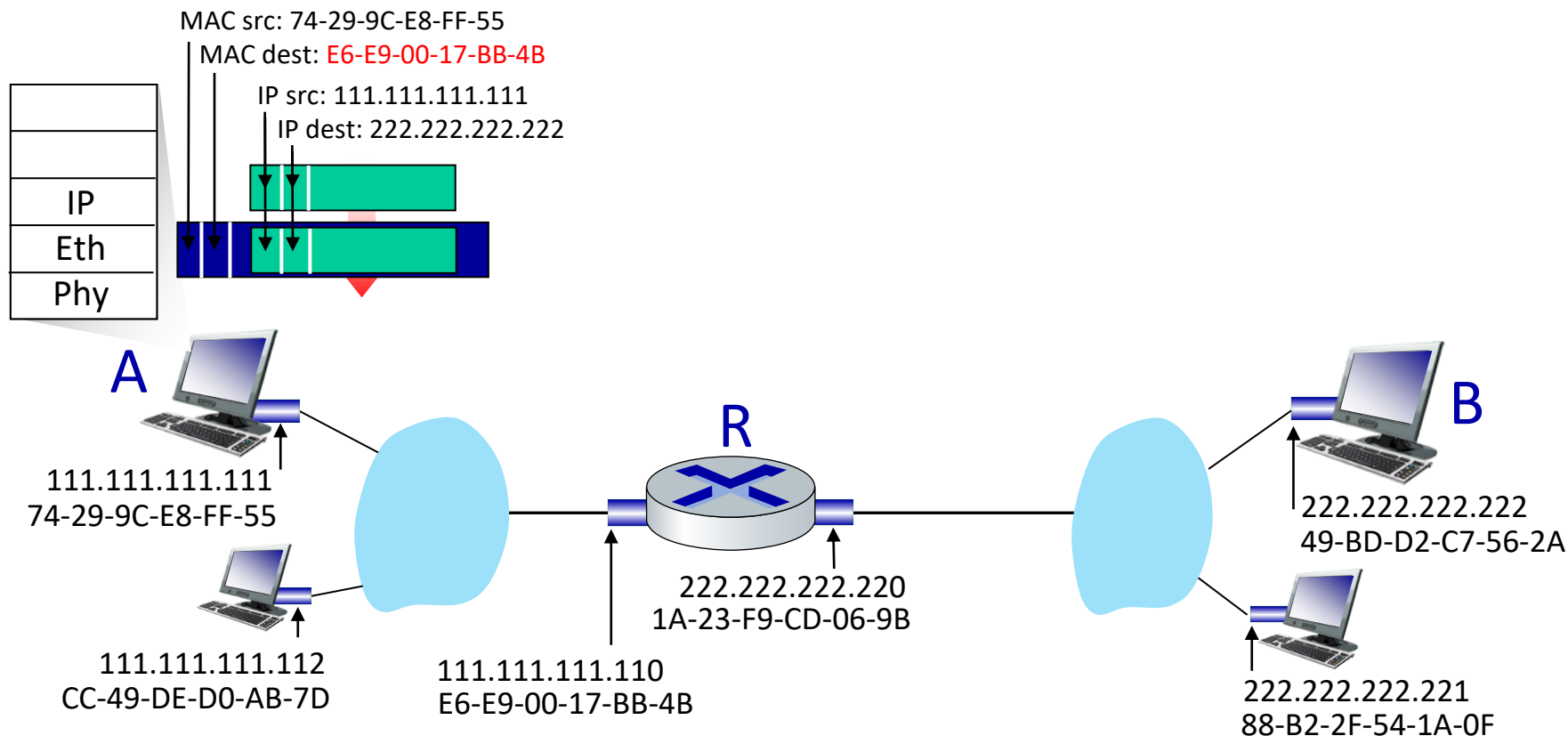
Hướng dẫn: gửi datagram từ A đến B qua R

- Tập trung vào địa chỉ - ở lớp IP (datagram) và lớp MAC (frame)
- Giả sử:
 - A biết địa chỉ IP của B
 - A biết địa chỉ IP của bộ định tuyến bước nhảy đầu tiên (first hop router – default gateway), R (bằng cách nào?)
 - A biết địa chỉ MAC của R (bằng cách nào?)



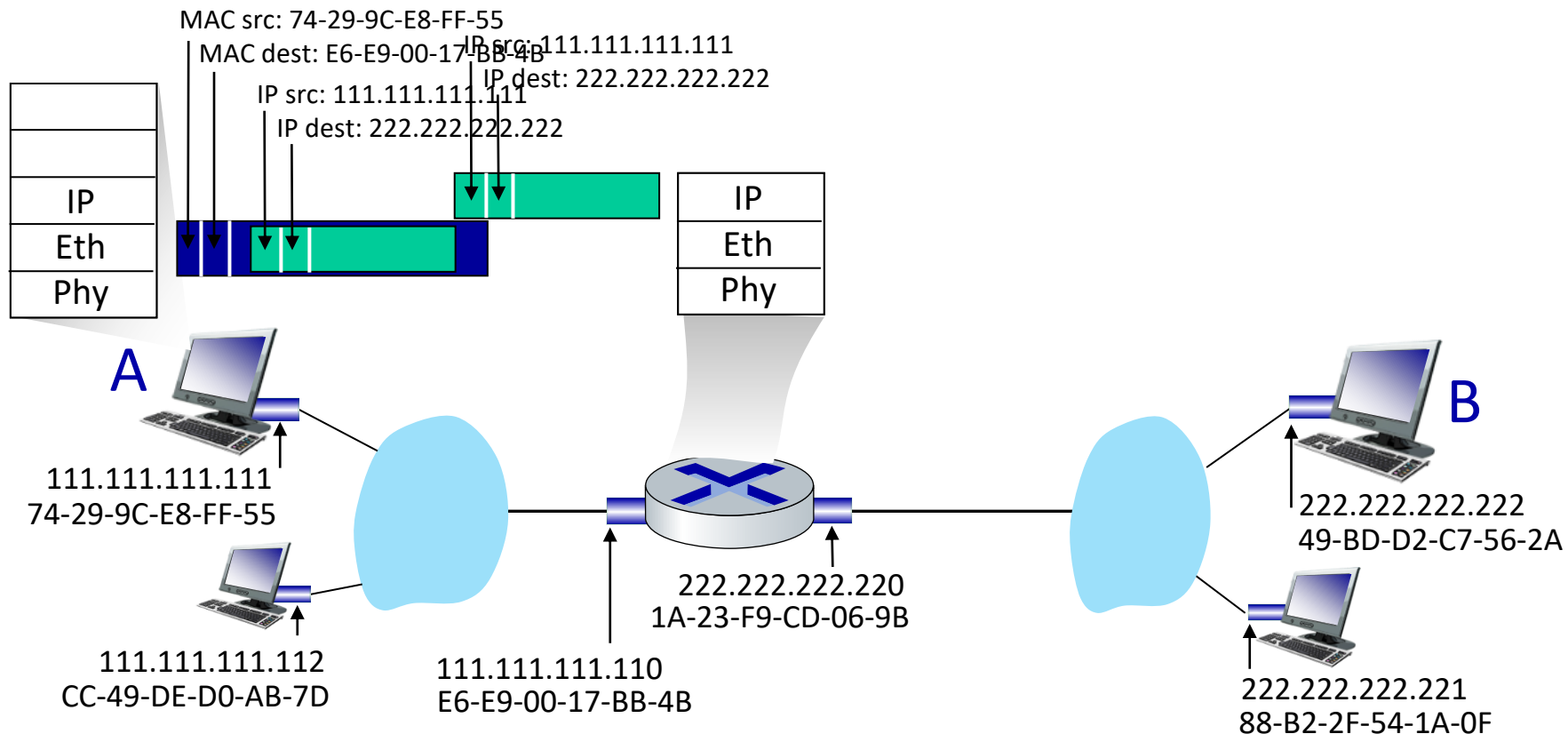
Định tuyến sang mạng con khác: Địa chỉ

- A tạo IP datagram với IP nguồn A, đích B
- A tạo khung lớp liên kết chứa gói dữ liệu IP A-to-B
 - **Địa chỉ MAC của R** là đích đến của khung dữ liệu



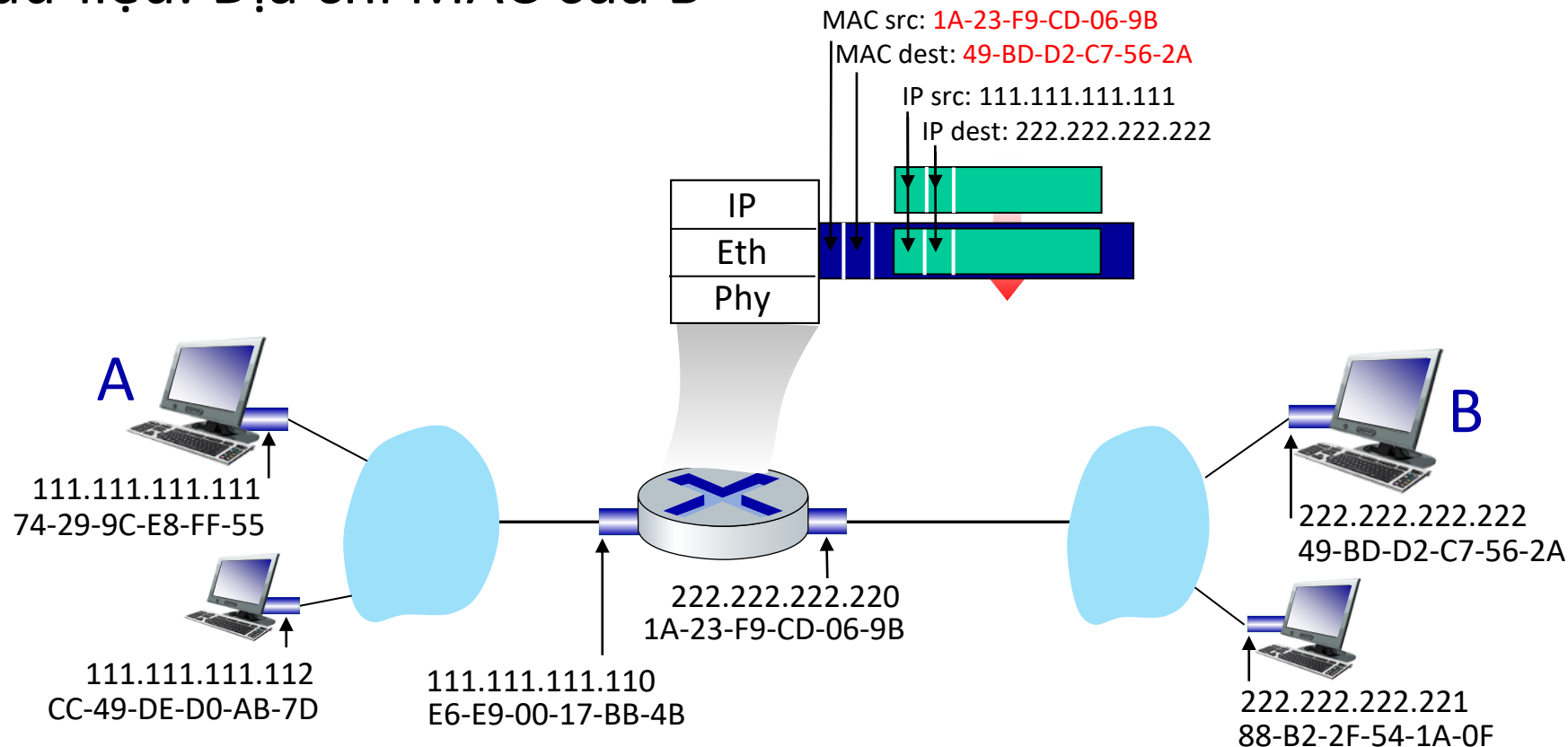
Định tuyến sang mạng con khác: Địa chỉ

- Khung dữ liệu được gửi từ A đến R
- Khung dữ liệu nhận được tại R, chuyển gói tin datagram tới IP



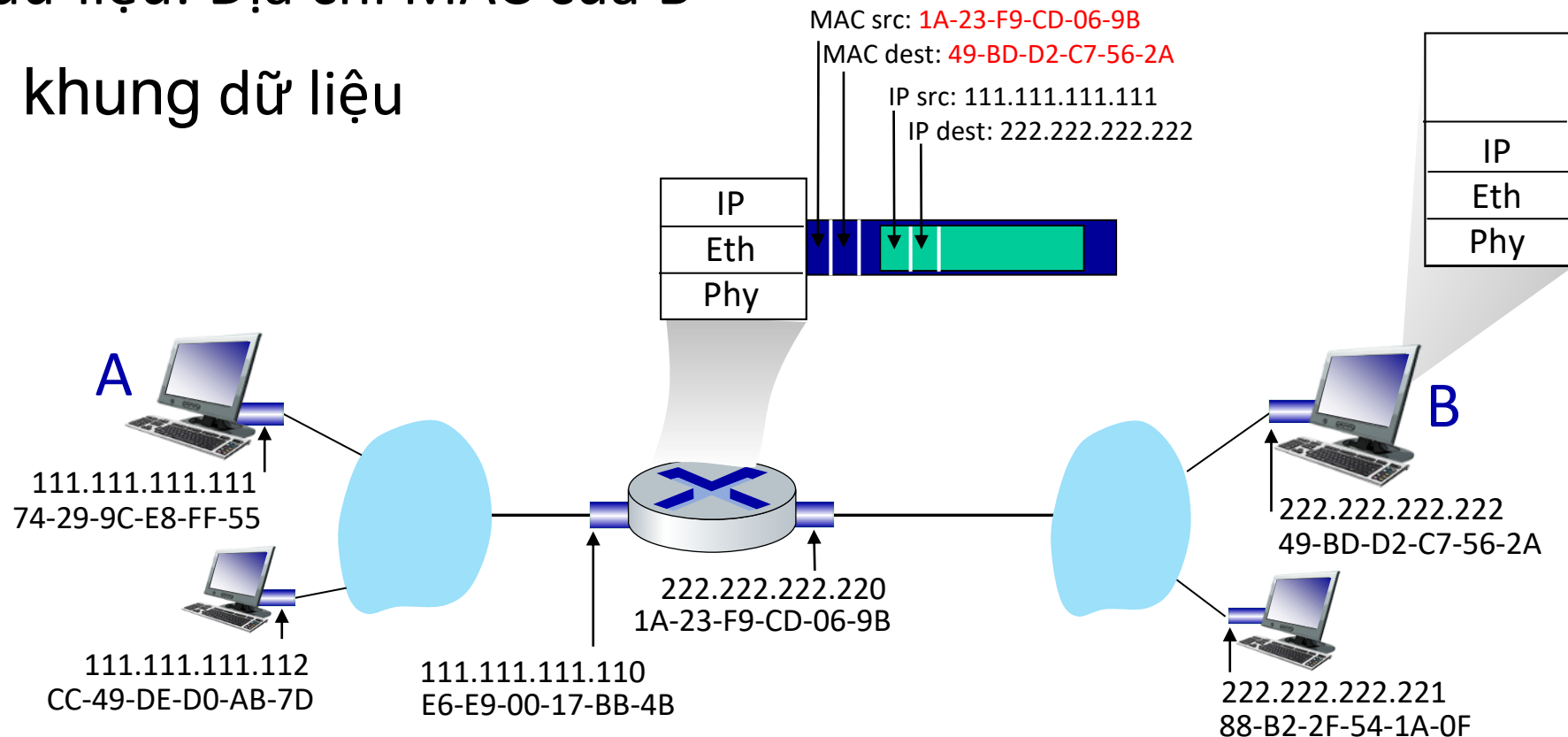
Định tuyến sang mạng con khác: Địa chỉ

- R xác định giao diện gửi đi, chuyển gói tin datagram với nguồn IP A, đích B tới lớp liên kết
- R tạo khung dữ liệu lớp liên kết chứa gói dữ liệu IP A-to-B. Địa chỉ đích của khung dữ liệu: Địa chỉ MAC của B



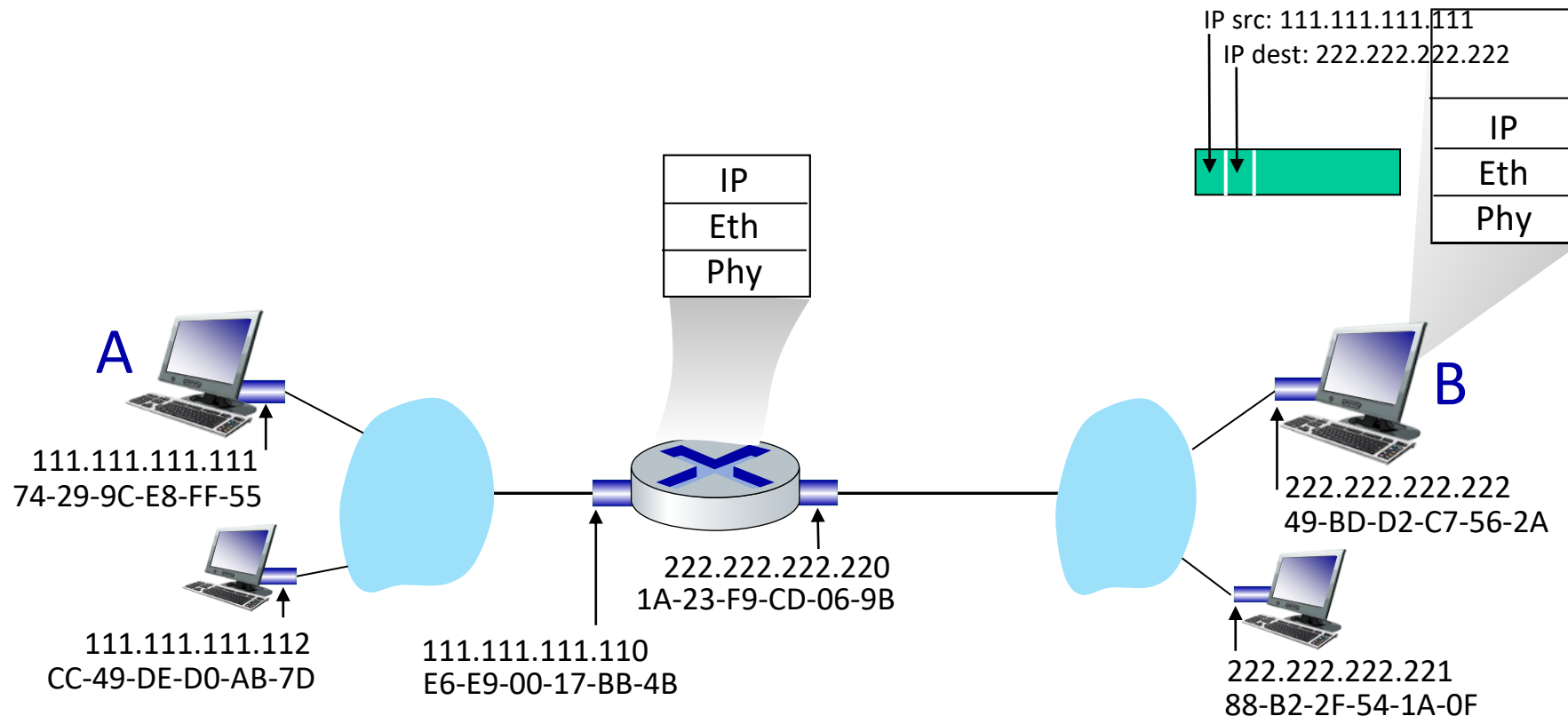
Định tuyến sang mạng con khác: Địa chỉ

- R xác định giao diện gửi đi, chuyển gói tin datagram với nguồn IP A, đích B tới lớp liên kết
- R tạo khung dữ liệu lớp liên kết chứa gói dữ liệu IP A-to-B. Địa chỉ đích của khung dữ liệu: Địa chỉ MAC của B
- Truyền khung dữ liệu



Định tuyến sang mạng con khác: Địa chỉ

- B nhận khung dữ liệu, trích xuất địa chỉ IP của gói tin datagram B
- B chuyển gói tin datagram lên chồng giao thức tới IP



Lớp vật lý, LANs: Lộ trình

- Giới thiệu
- Phát hiện lỗi, sửa lỗi
- Giao thức đa truy cập
- Mạng LAN
 - Địa chỉ, ARP
 - **Ethernet**
 - Bộ chuyển mạch
 - VLAN
- Mạng trung tâm dữ liệu



- Một ngày trong cuộc sống lướt Web

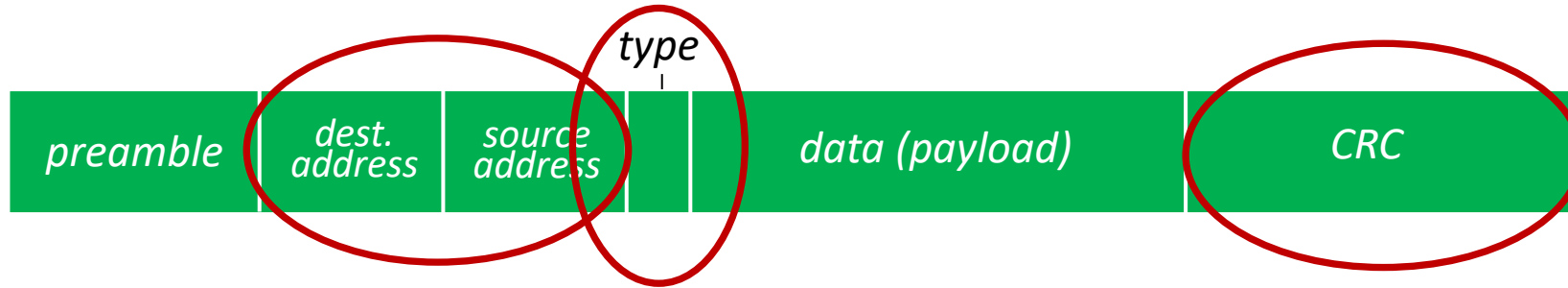
Cấu trúc khung Ethernet

- Giao diện gửi đóng gói tin datagram IP (hoặc gói tin giao thức lớp mạng khác) trong khung Ethernet



- **Preamble:**
 - Được sử dụng để đồng bộ xung của bên nhận và bên gửi
 - 7 byte 10101010 theo sau là một byte 10101011

Cấu trúc khung Ethernet (tiếp)



- **Địa chỉ:** địa chỉ MAC đích nguồn có độ dài 6 bytes
 - Nếu bộ điều hợp (adapter) nhận được khung có địa chỉ đích khớp hoặc với địa chỉ quảng bá (ví dụ: gói tin ARP), nó sẽ chuyển dữ liệu trong khung tới giao thức lớp mạng
 - Mặt khác, bộ điều hợp loại bỏ khung
- **Loại:** chỉ giao thức lớp cao hơn
 - Chủ yếu là IP nhưng cũng có thể có những thứ khác, ví dụ: Novell IPX, AppleTalk
 - Được sử dụng để tách kênh lên tại bên thu
- **CRC:** kiểm tra dự phòng theo chu kỳ tại bên thu
 - Được phát hiện lỗi: khung dữ liệu bị loại bỏ

Lớp vật lý, LANs: Lộ trình

- Giới thiệu
- phát hiện lỗi, sửa lỗi
- Nhiều giao thức truy cập
- **Mạng LAN**
 - Định địa chỉ, ARP
 - Ethernet
 - **Switches**
 - VLAN
- Ảo hóa liên kết: MPLS
- Mạng trung tâm dữ liệu



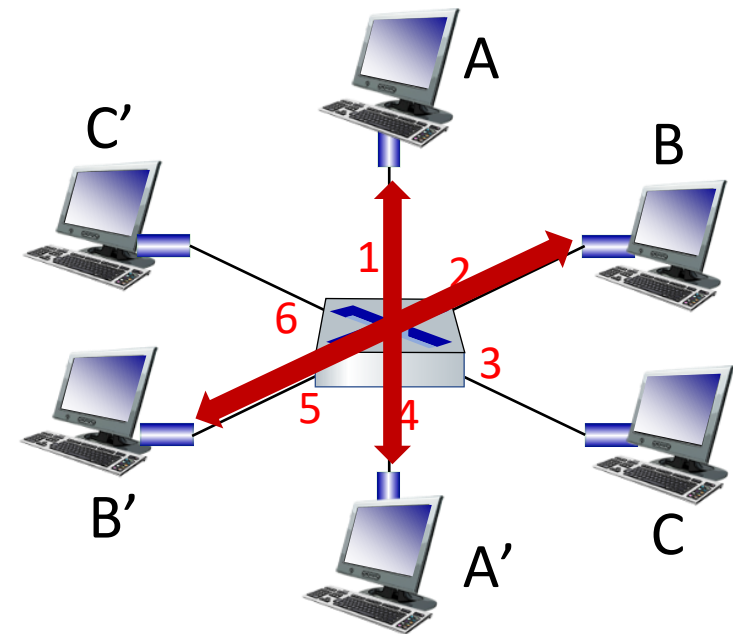
- a day in the life of a web request

Bộ chuyển mạch Ethernet

- Switch là thiết bị **lớp liên kết**: đóng vai trò **tích cực**
 - Lưu trữ, chuyển tiếp khung Ethernet
 - Kiểm tra địa chỉ MAC của khung dữ liệu đến, chuyển tiếp khung dữ liệu **có chọn lọc** tới một hoặc nhiều liên kết ra khi khung dữ liệu được chuyển tiếp trên phân đoạn, sử dụng CSMA/CD để truy cập phân đoạn
- **Trong suốt**: Host **không biết** về sự hiện diện của thiết bị chuyển mạch
- **Cắm-và-chạy, tự học**
 - Bộ chuyển mạch không cần phải được cấu hình

Chuyển mạch: Nhiều lần truyền đồng thời

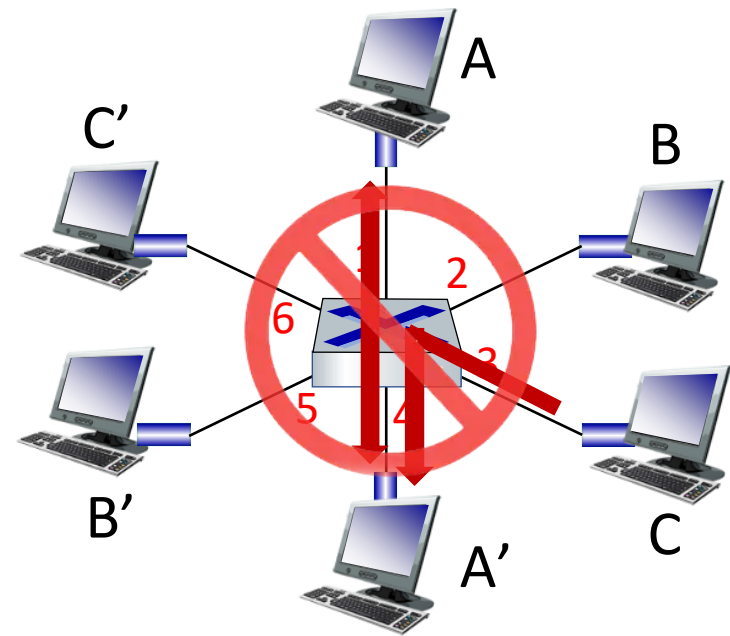
- Host có kết nối chuyên dụng, trực tiếp tới bộ chuyển mạch
- Bộ chuyển mạch lưu trữ gói tin vào bộ đệm
- Giao thức Ethernet được sử dụng trên *mỗi* liên kết đến, vì vậy:
 - Không va chạm; song công hoàn toàn
 - Mỗi liên kết là miền xung đột riêng của nó
- **Chuyển đổi:** A-to-A' và B-to-B' có thể truyền đồng thời mà không có xung đột



switch with six
interfaces (1,2,3,4,5,6)

Chuyển mạch: Nhiều lần truyền đồng thời

- Host có kết nối chuyên dụng, trực tiếp tới bộ chuyển mạch
- Bộ chuyển mạch lưu trữ gói tin vào bộ đệm
- Giao thức Ethernet được sử dụng trên *mỗi* liên kết đến, vì vậy:
 - Không va chạm; song công hoàn toàn
 - Mỗi liên kết là miền xung đột riêng của nó
- **Chuyển đổi:** A-to-A' và B-to-B' có thể truyền đồng thời mà không có xung đột
 - Nhưng A-to-A' và C to A' không thể xảy ra đồng thời



Chuyển mạch: Bảng chuyển tiếp

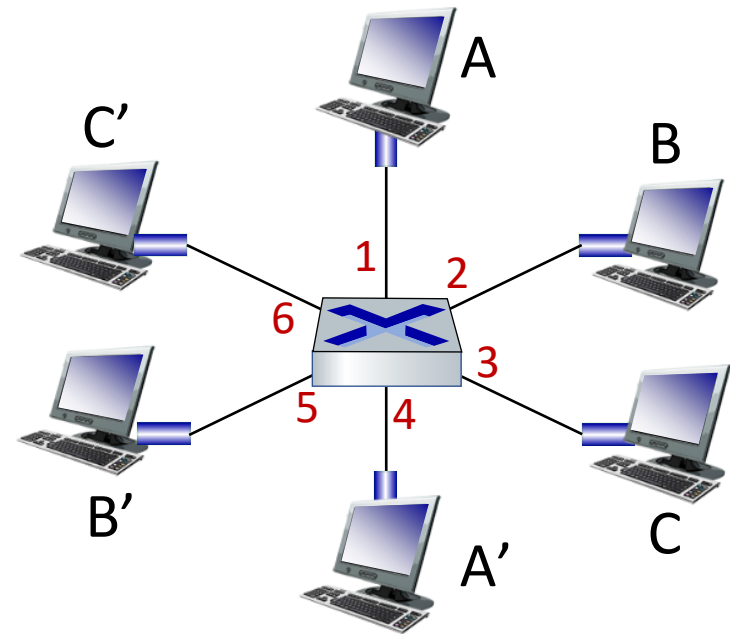
Q: Làm cách nào để bộ chuyển mạch biết A' có thể truy cập qua giao diện 4, B' có thể truy cập qua giao diện 5?

A: Mỗi bộ chuyển mạch có một **bảng chuyển mạch**, mỗi mục hay cặp ánh xạ:

- (Địa chỉ MAC của host, giao diện để truy cập host, dấu thời gian)
- Tương tự như một bảng định tuyến!

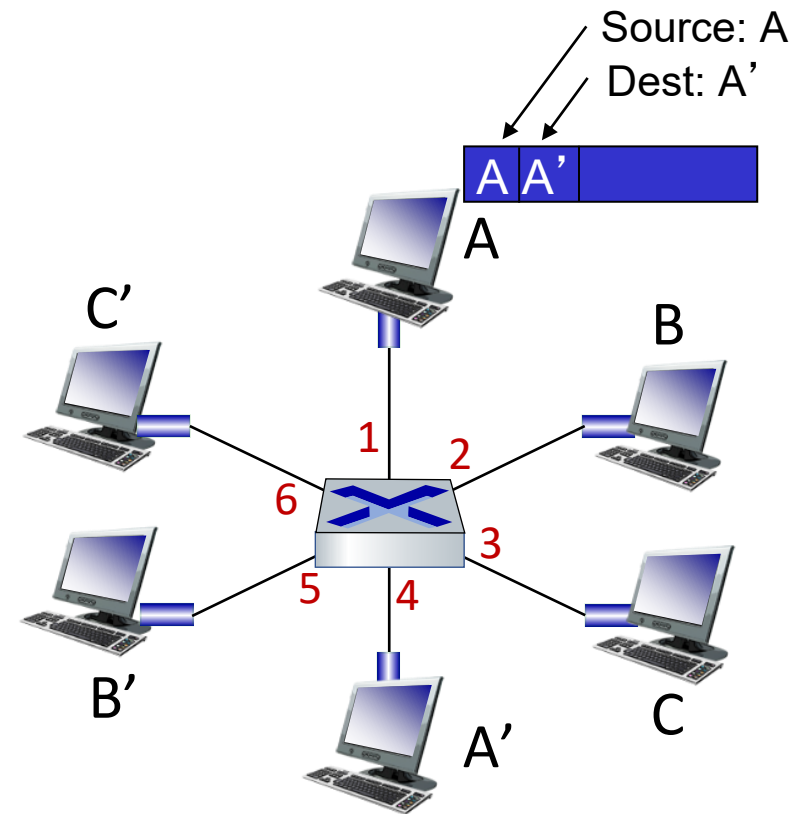
Q: Các mục được tạo, duy trì trong bảng chuyển mạch như thế nào?

- Một cái gì đó tương tự như một giao thức định tuyến?



Chuyển mạch: Tự học

- Bộ chuyển mạch *học* host nào có thể được truy cập thông qua giao diện nào
 - Khi nhận được khung dữ liệu, bộ chuyển mạch “học” của bên gửi: phân đoạn LAN đến
 - Ghi lại cặp bên gửi/vị trí trong bảng chuyển mạch



MAC addr	interface	TTL
A	1	60

*Switch table
(initially empty)*

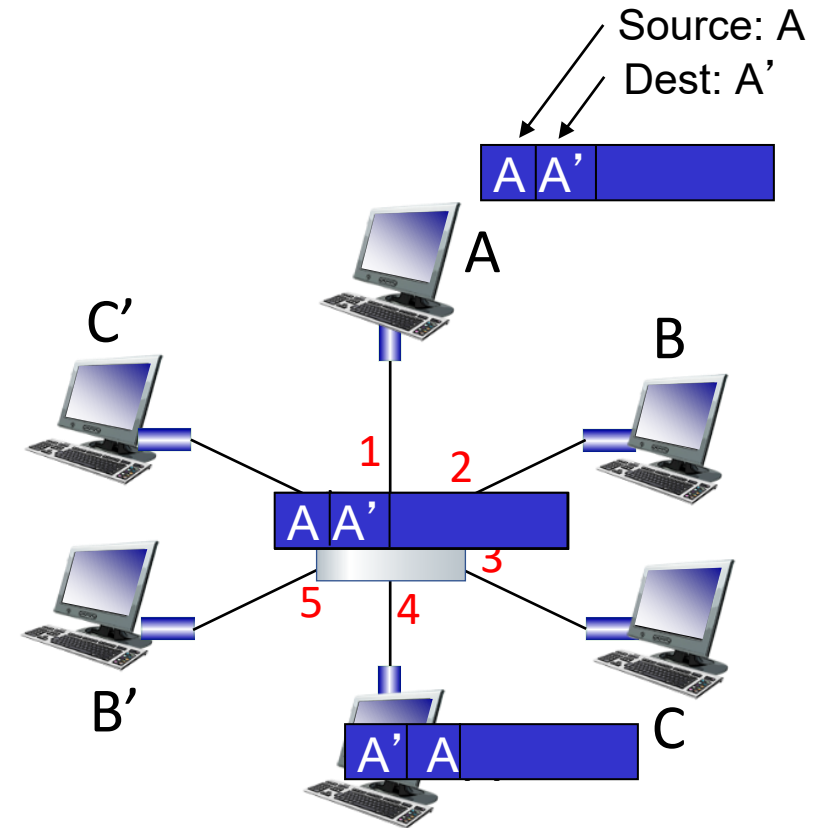
Chuyển mạch: Lọc khung dữ liệu và chuyển tiếp

Khi khung dữ liệu được nhận tại bộ chuyển mạch:

1. Ghi lại liên kết đến, địa chỉ MAC của host gửi
2. Trỏ đến cặp ánh xạ trong bảng chuyển mạch sử dụng địa chỉ MAC đích
3. **Nếu** cặp ánh xạ được tìm thấy cho đích đến
thì {
 nếu đích đến trên phân đoạn là nơi mà nó vừa được gửi đi
 thì loại bỏ khung dữ liệu
 nếu không thì chuyển tiếp khung dữ liệu trên giao diện được chỉ định
 bởi cặp ánh xạ
}
 nếu không thì flood /* chuyển tiếp đến tất cả các giao diện ngoại trừ giao diện đến */

Tự học, chuyển tiếp: Ví dụ

- Đích đến khung dữ liệu, A', vị trí không xác định: **flood**
- Vị trí đích đến A đã biết: **gửi có chọn lọc chỉ trên một liên kết**



MAC addr	interface	TTL
A	1	60
A'	4	60

*switch table
(initially empty)*

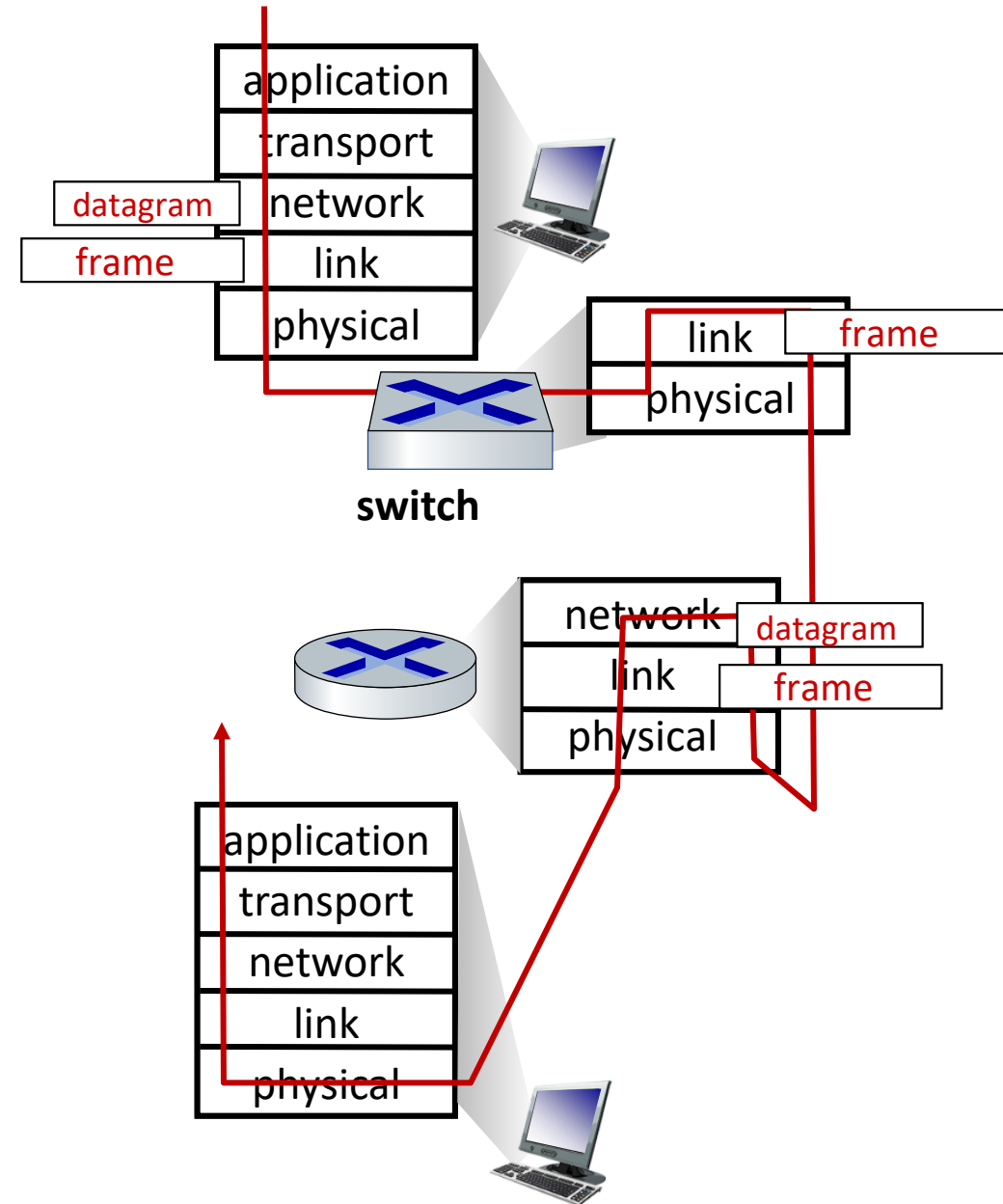
Switches với Routers

Cả hai đều lưu trữ và chuyển tiếp:

- *Bộ định tuyến*: thiết bị lớp mạng (kiểm tra tiêu đề lớp mạng)
- *Bộ chuyển mạch*: thiết bị lớp liên kết (kiểm tra tiêu đề lớp liên kết)

Cả hai đều có bảng chuyển tiếp:

- *Bộ định tuyến*: tính toán bảng bằng thuật toán định tuyến, địa chỉ IP
- *Bộ chuyển mạch*: học bảng chuyển tiếp bằng cách sử dụng địa chỉ MAC, cơ chế học tập và flooding



Lớp vật lý, LANs: Lộ trình

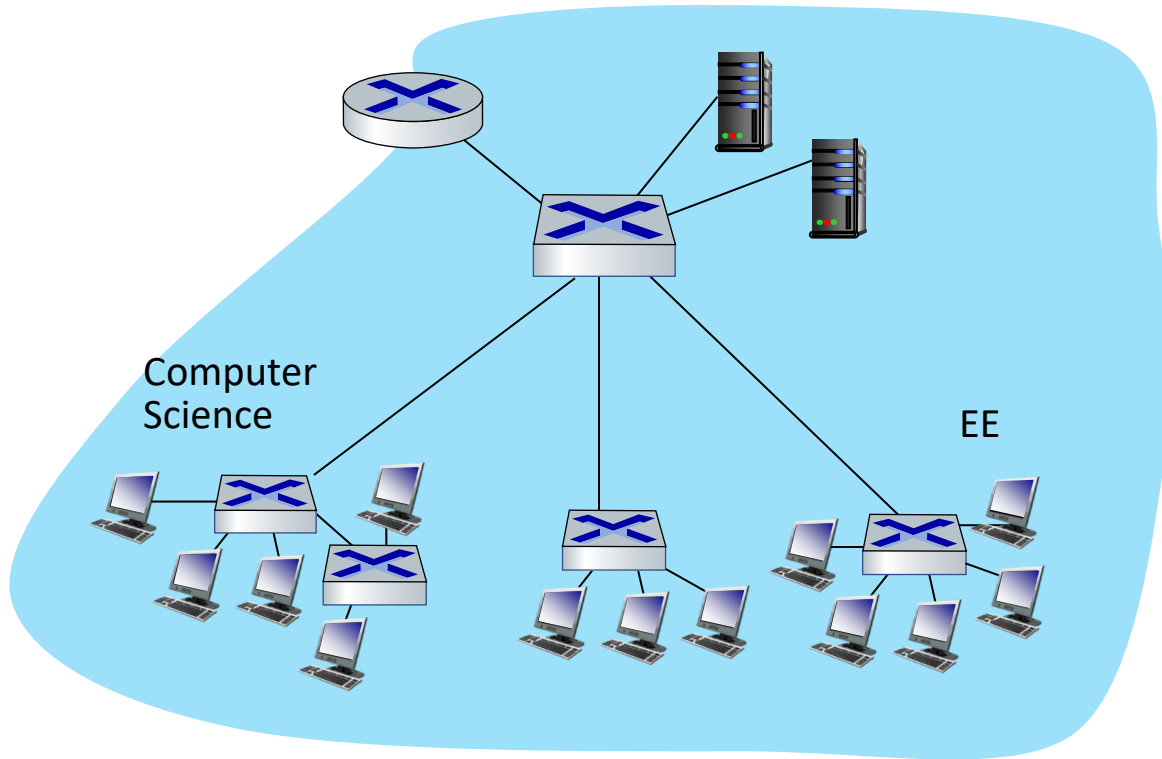
- Giới thiệu
- Phát hiện lỗi, sửa lỗi
- Nhiều giao thức truy cập
- **Mạng LAN**
 - Định địa chỉ, ARP
 - Ethernet
 - Switches
 - **VLAN**
- Ảo hóa liên kết: MPLS
- Mạng trung tâm dữ liệu



- Một ngày trong cuộc đời của một yêu cầu web

Virtual LANs (VLANs): Động lực

Q: Điều gì sẽ xảy ra khi quy mô kích thước mạng LAN, người dùng thay đổi điểm kết nối?

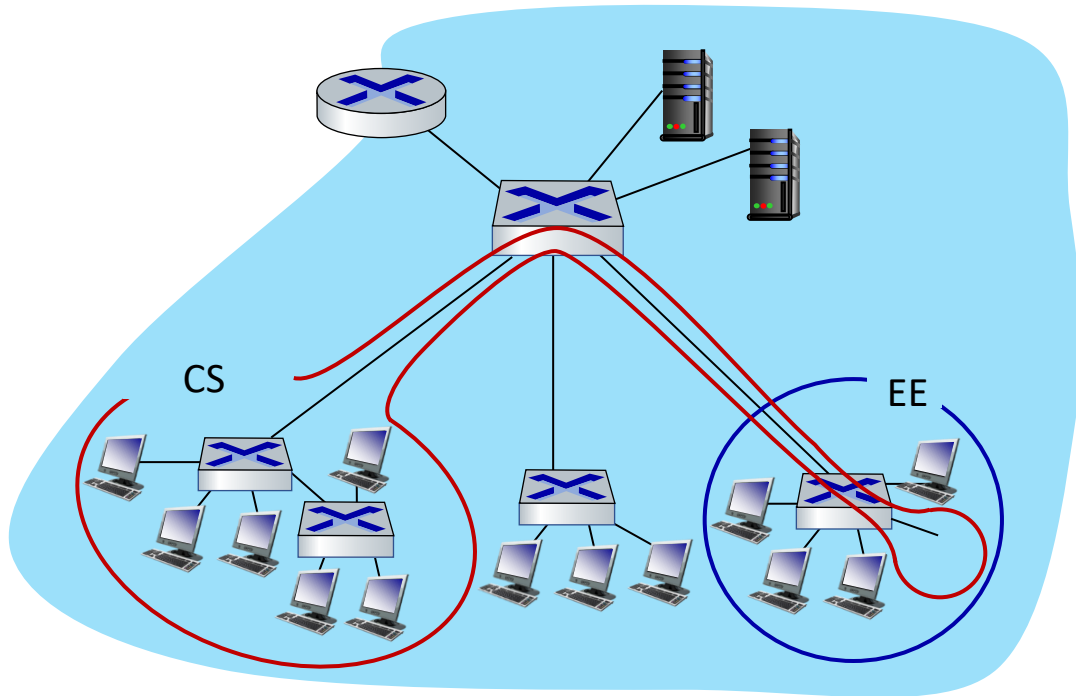


Miền quảng bá duy nhất:

- **Mở rộng quy mô:** Tất cả lưu lượng quảng bá lớp liên kết (ARP, DHCP, MAC không xác định) phải thông qua toàn bộ mạng LAN
- Hiệu quả, bảo mật, các vấn đề riêng tư

Virtual LANs (VLANs): Động lực

Q: Điều gì sẽ xảy ra khi quy mô kích thước mạng LAN, người dùng thay đổi điểm kết nối?



Miền quảng bá duy nhất:

- **Mở rộng quy mô:** Tất cả lưu lượng quảng bá lớp liên kết (ARP, DHCP, MAC không xác định) phải thông qua toàn bộ mạng LAN
- Hiệu quả, bảo mật, các vấn đề riêng tư

Những vấn đề quản trị:

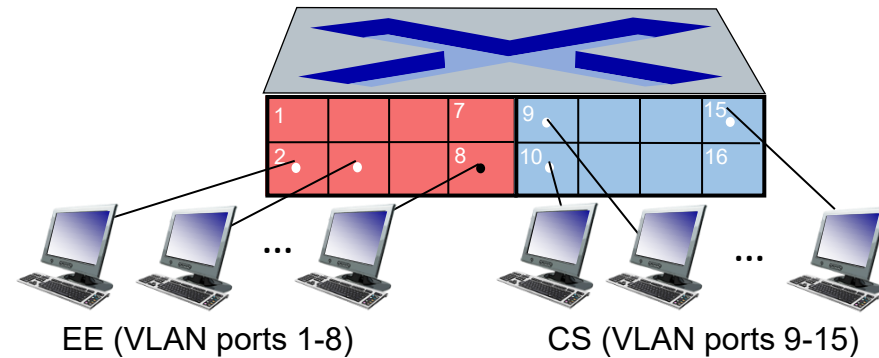
- Người dùng CS chuyển văn phòng sang EE - được gắn **vật lý** vào bộ chuyển mạch EE, nhưng muốn duy trì kết nối **logically** với bộ chuyển mạch CS

VLANs dựa trên cổng

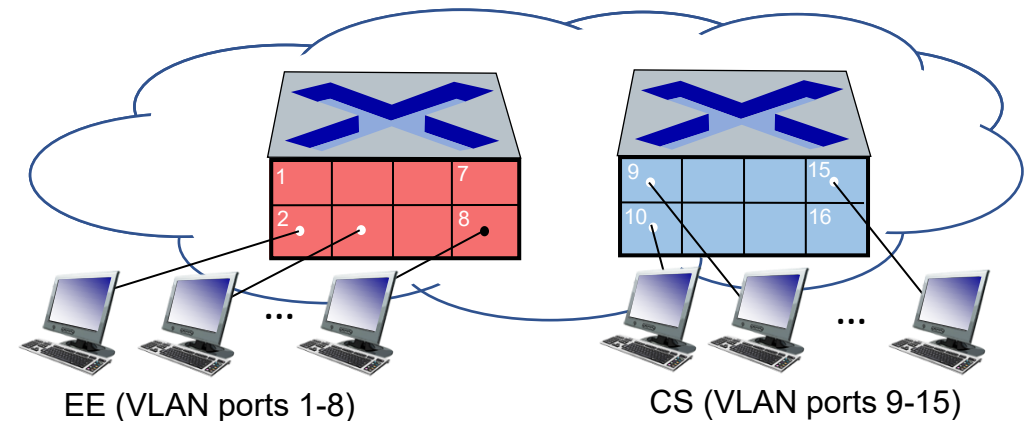
Mạng cục bộ ảo (VLAN:
Virtual Local Area Network)

Các bộ chuyển mạch hỗ trợ
khả năng VLAN có thể
được cấu hình để xác định
nhiều mạng LAN *ảo* trên hạ
tầng các LAN vật lý đơn lẻ

VLANs dựa trên cổng: các cổng chuyển mạch được
nhóm lại (bằng phần mềm quản lý chuyển mạch)
sao cho một bộ chuyển mạch vật lý **duy nhất** ...

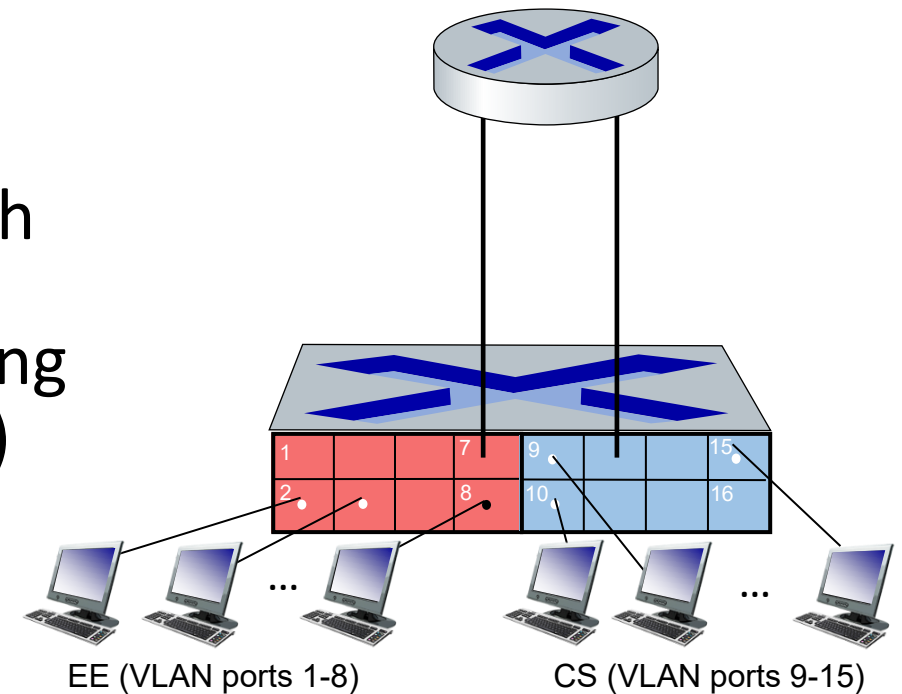


... hoạt động như **nhiều** bộ chuyển mạch ảo

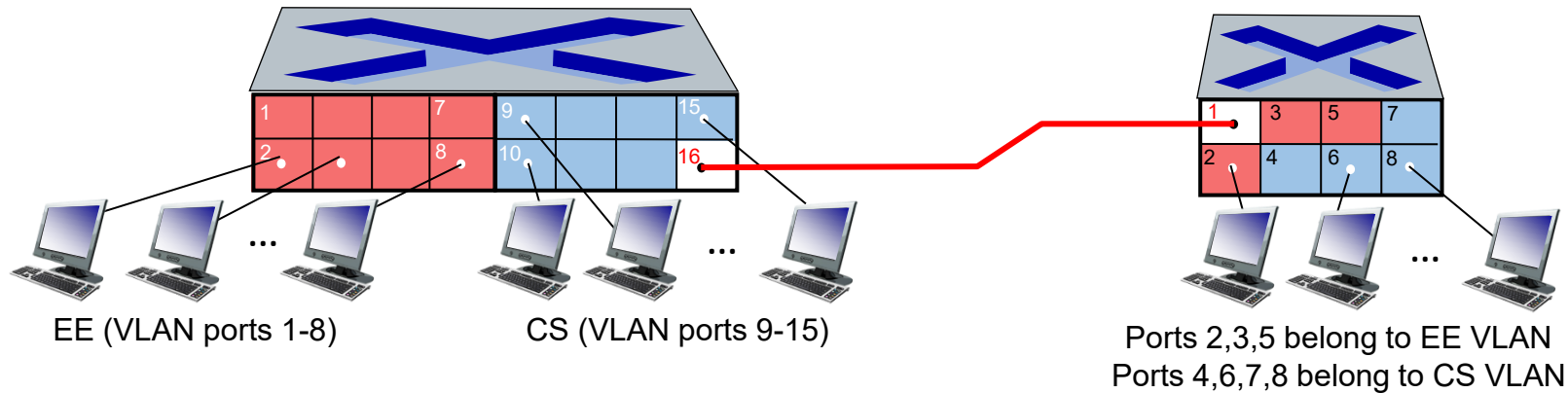


VLANs dựa trên cổng

- **Cách ly lưu lượng:** các khung đến/từ cổng 1 -8 *chỉ có thể* chạm tới cổng 1 -8
 - cũng có thể xác định VLAN dựa trên địa chỉ MAC của điểm cuối, thay vì cổng chuyển mạch
- **Thành viên động:** các cổng có thể được gán động giữa các VLAN (thay đổi được bằng phần mềm)
- **Chuyển tiếp giữa các VLAN:** được thực hiện thông qua định tuyến (giống như với các bộ chuyển mạch riêng biệt)
 - Trong thực tế, các nhà cung cấp bán bộ chuyển mạch kết hợp với bộ định tuyến



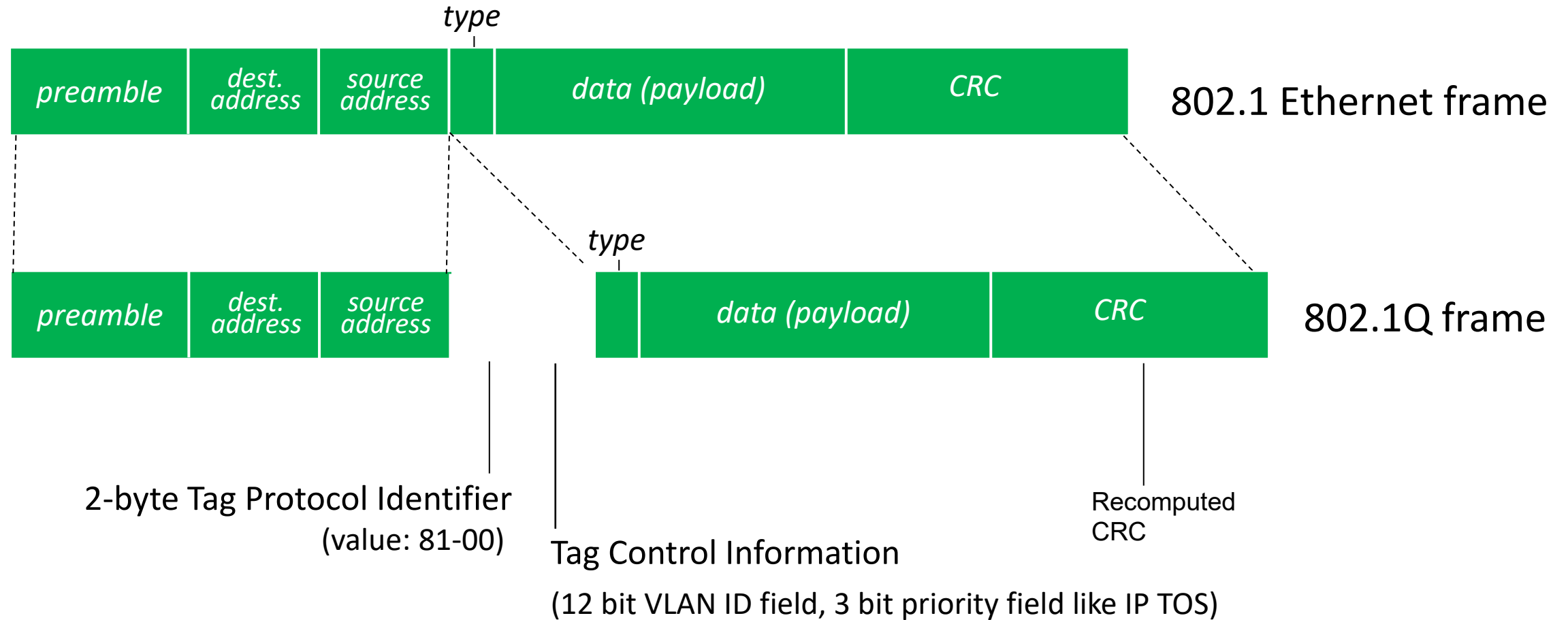
VLAN mở rộng nhiều thiết bị chuyển mạch



Cổng trung kế (trunk port): chuyển các khung dữ liệu giữa các VLAN được xác định qua nhiều thiết bị chuyển mạch vật lý

- Các khung được chuyển tiếp trong VLAN giữa các thiết bị chuyển mạch không thể là khung chuẩn 802.1 (phải mang thông tin VLAN ID)
- Giao thức 802.1q thêm/xóa các trường tiêu đề bổ sung cho các khung được chuyển tiếp giữa các cổng trung kế

Định dạng khung VLAN 802.1Q



Lớp vật lý, LANs: Lộ trình

- Giới thiệu
- Phát hiện lỗi, sửa lỗi
- Giao thức đa truy cập
- Mạng LAN
 - Địa chỉ, ARP
 - Ethernet
 - Bộ chuyển mạch
 - VLAN
- **Mạng trung tâm dữ liệu**



- Một ngày trong cuộc sống lướt Web

Lớp vật lý, LANs: Lộ trình

- Giới thiệu
- Phát hiện lỗi, sửa lỗi
- Giao thức đa truy cập
- Mạng LAN
 - Địa chỉ, ARP
 - Ethernet
 - Bộ chuyển mạch
 - VLAN
- Mạng trung tâm dữ liệu

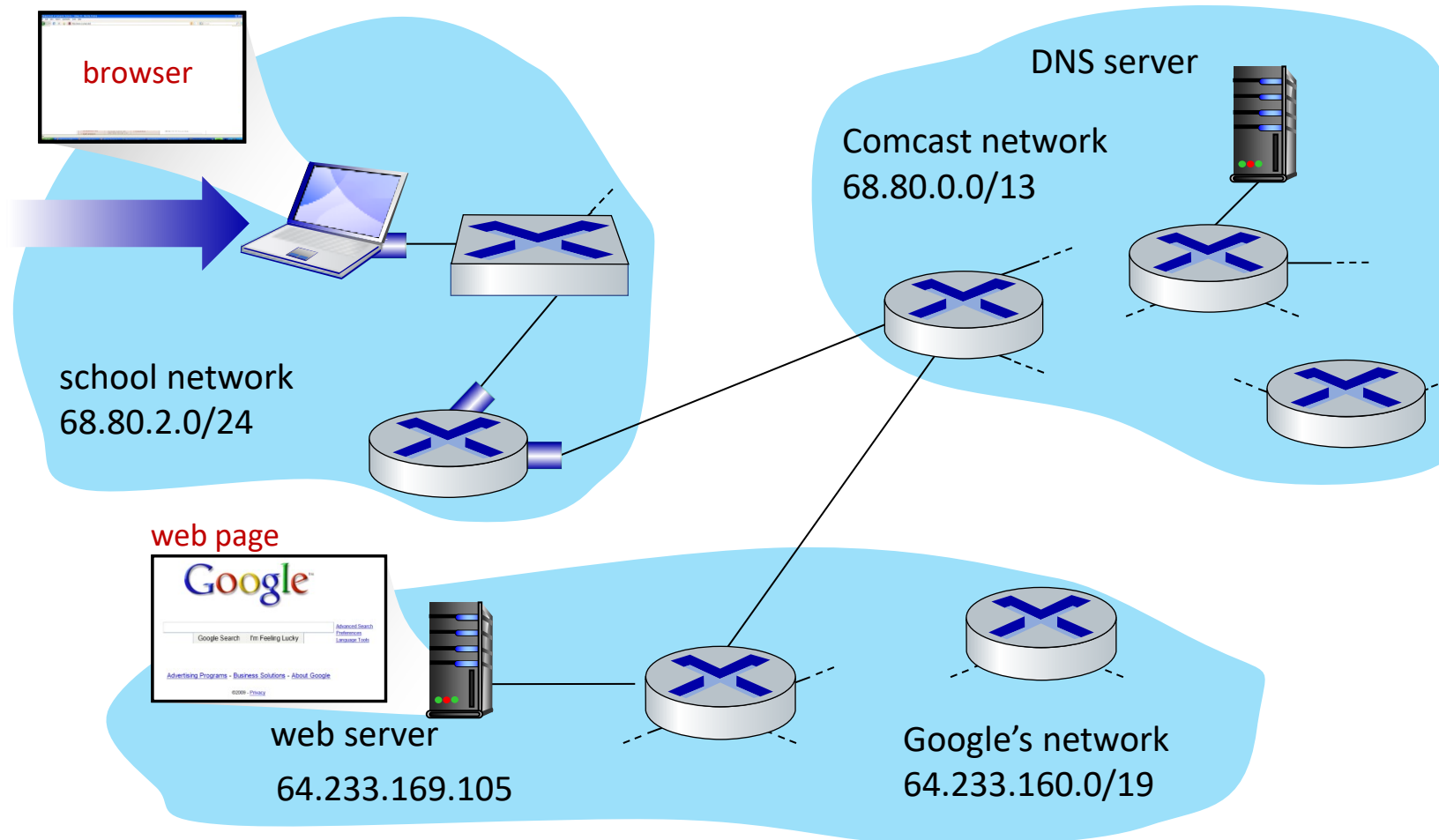


- Một ngày trong cuộc sống lướt Web

Một ngày trong cuộc sống lướt Web

- Hành trình của chúng ta xuống chồng giao thức đã hoàn tất!
 - Lớp ứng dụng, giao vận, mạng, liên kết
- Hợp tất cả lại với nhau: tổng hợp - Synthesis!
 - **Mục tiêu:** Xác định, xem xét, hiểu các giao thức (ở tất cả các lớp) liên quan đến tình huống có vẻ đơn giản: yêu cầu trang trang Web www
 - **Kịch bản:** Sinh viên kết nối Laptop vào mạng của nhà trường, yêu cầu/nhận thông tin từ trang Web www.google.com
 - **Ghi chú:** Địa chỉ bộ định tuyến bước nhảy đầu tiên (first-hop router) còn được gọi là cổng ra mặc định (default gateway)

Một ngày trong cuộc sống: Kịch bản

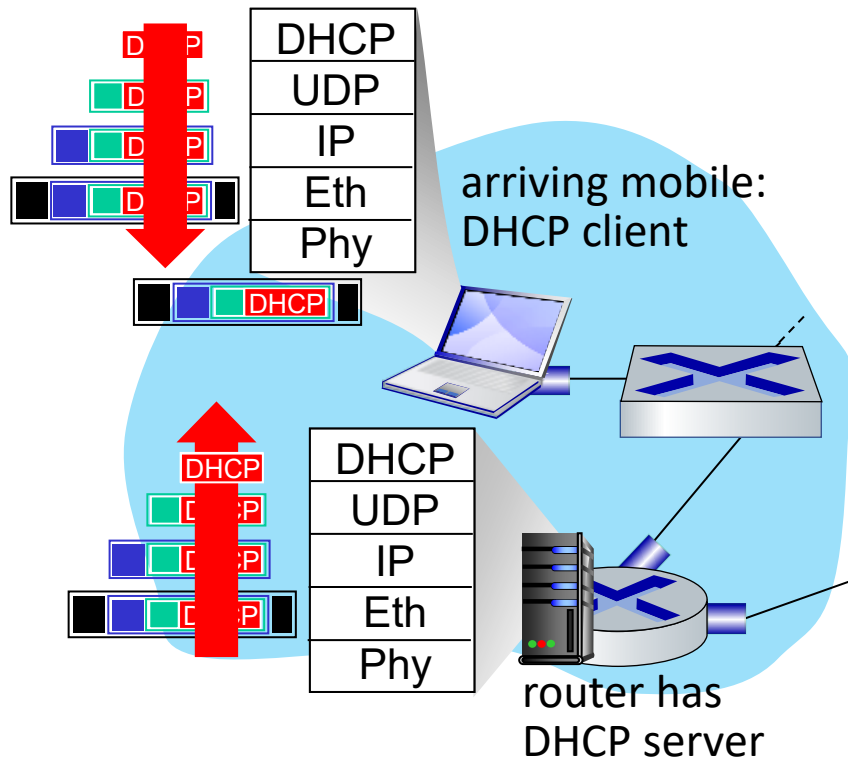


Kịch bản:

- Laptop kết nối vào mạng ...
- Yêu cầu trang Web: www.google.com

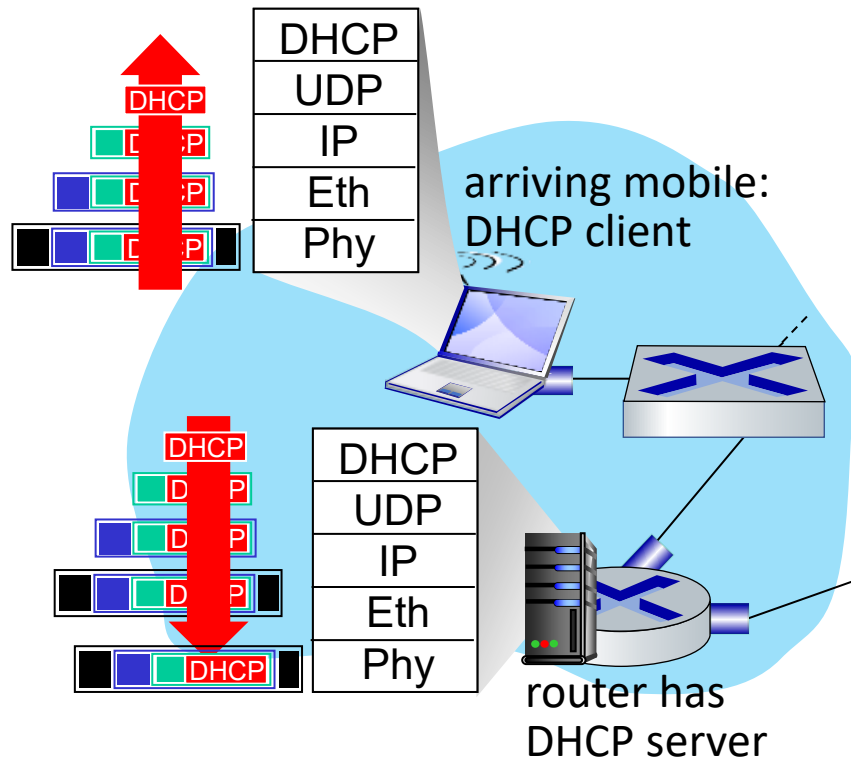
Sounds simple! 

Một ngày trong cuộc sống: Kết nối Internet



- Laptop cần lấy địa chỉ IP của chính nó, địa chỉ của default gateway, địa chỉ của máy chủ DNS: sử dụng **DHCP**
- Yêu cầu DHCP được đóng gói trong **UDP**, được đóng gói trong **IP**, được đóng gói trong Ethernet **802.3**
- **Quảng bá** khung Ethernet (MAC đích: FFFFFFFFFFFFFFFF) trên mạng LAN, được nhận tại bộ định tuyến chạy dịch vụ máy chủ **DHCP**
- Ethernet được tách thành IP, UDP được tách thành DHCP

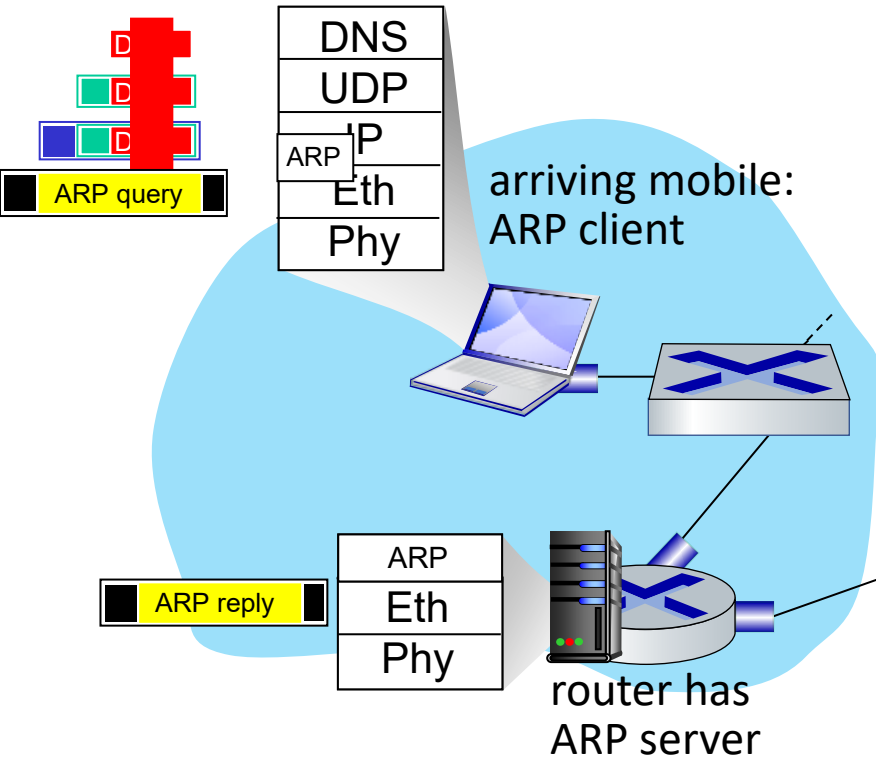
Một ngày trong cuộc sống: Kết nối Internet



- Máy chủ DHCP tạo **DHCP ACK** chứa địa chỉ IP cho Laptop, địa chỉ IP của default gateway cho Laptop, tên và địa chỉ IP của máy chủ DNS
- Đóng gói tại máy chủ DHCP, chuyển tiếp khung dữ liệu (**cơ chế học chuyển mạch**) qua mạng LAN, tách kênh tại Laptop
- DHCP Laptop nhận phản hồi DHCP ACK

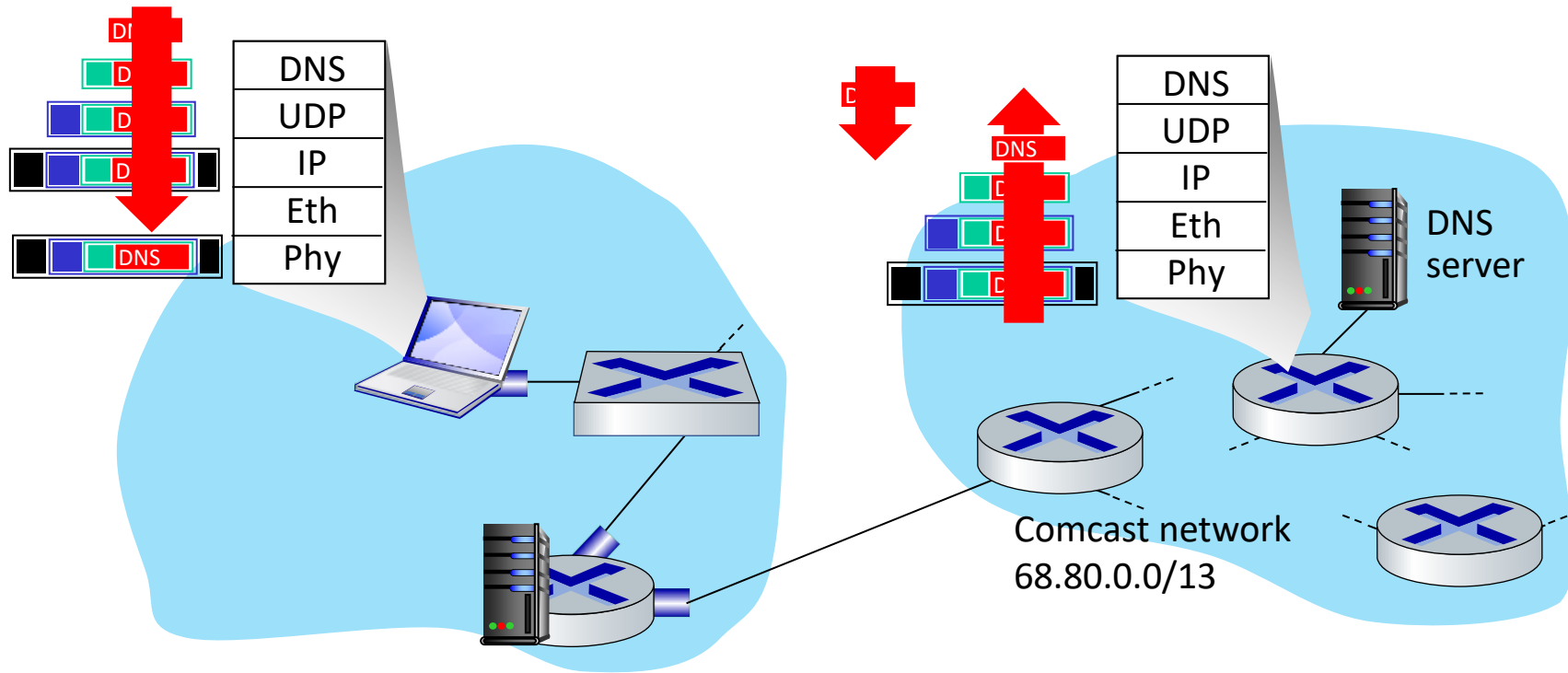
Laptop hiện có địa chỉ IP, biết tên và địa chỉ của máy chủ DNS, địa chỉ IP của default gateway của nó

Một ngày trong cuộc sống: trước và sau HTTP



- Trước khi gửi **HTTP** yêu cầu, cần biết địa chỉ IP của `www.google.com` : **DNS**
- Truy vấn DNS được tạo, được đóng gói trong UDP, được đóng gói trong IP, được đóng gói trong Ethernet. Để gửi khung tới bộ định tuyến, cần có địa chỉ MAC của giao diện bộ định tuyến: **ARP**
- **Truy vấn ARP**, được bộ định tuyến nhận, trả lời bằng **phản hồi ARP** cung cấp địa chỉ MAC của giao diện bộ định tuyến
- Laptop bây giờ biết địa chỉ MAC của default gateway, vì vậy bây giờ có thể gửi khung dữ liệu chứa truy vấn DNS

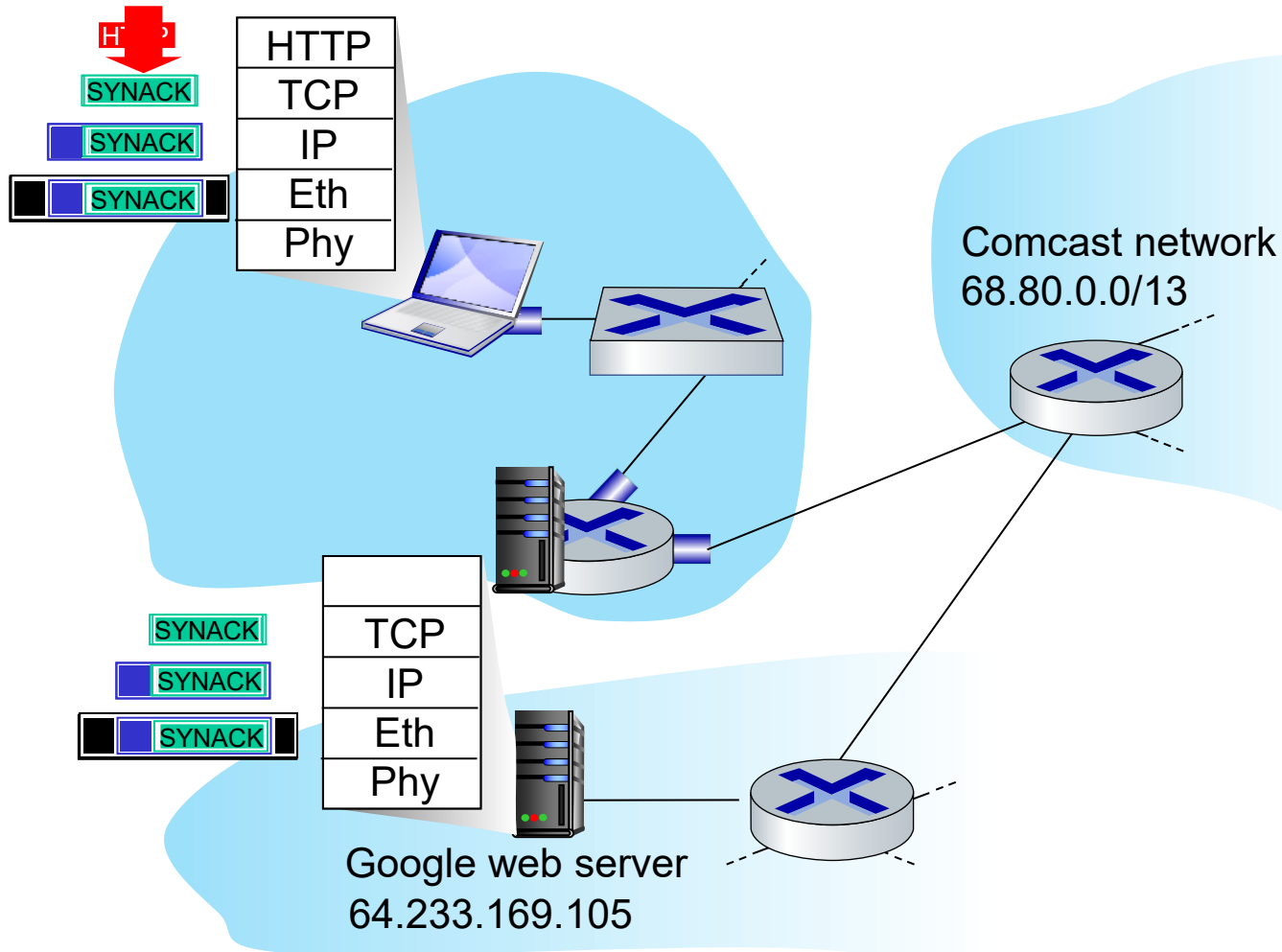
Một ngày trong cuộc sống: Sử dụng DNS



- Tách kênh tới DNS
- DNS trả lời Laptop bằng địa chỉ IP của www.google.com

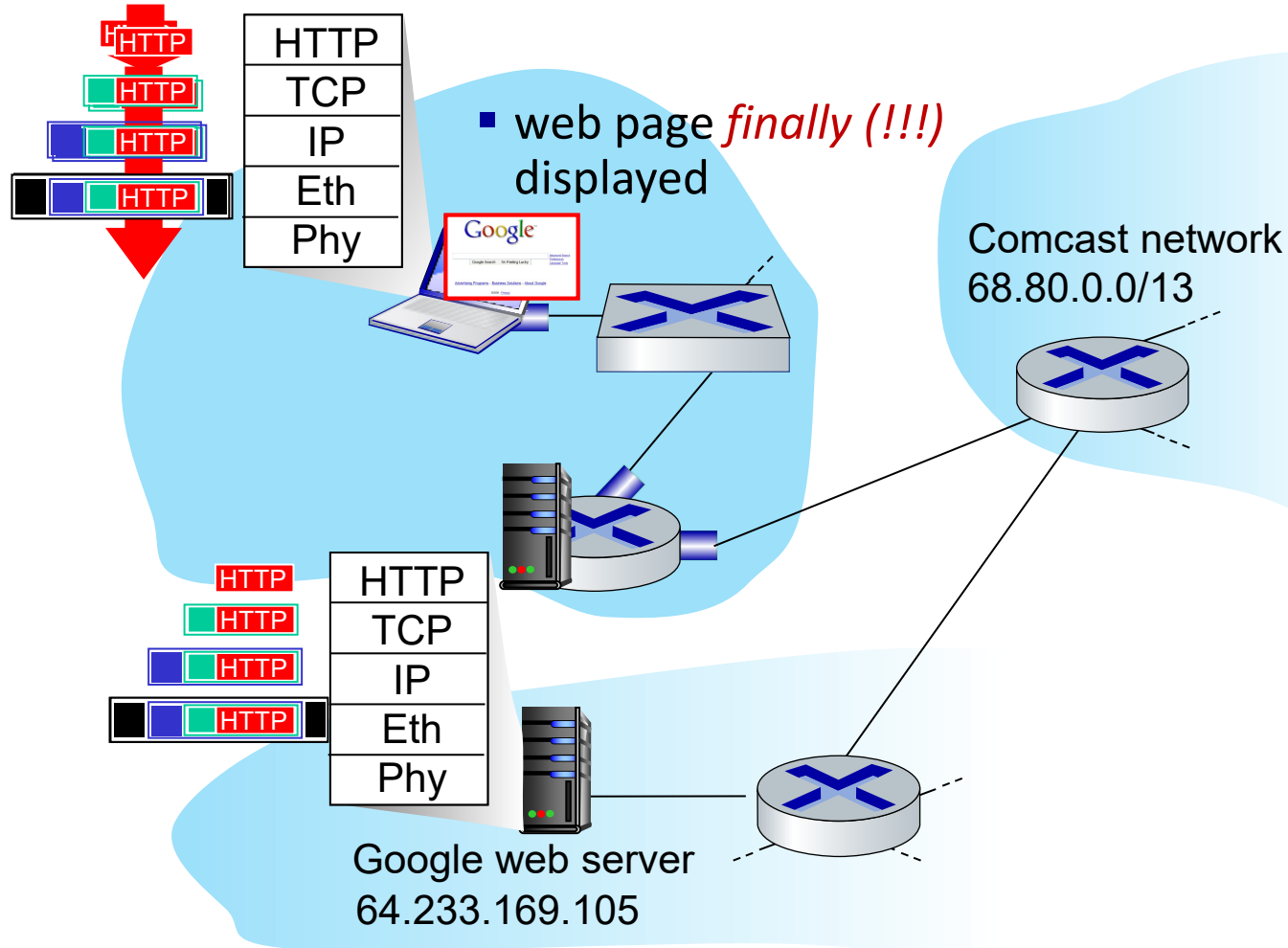
- Gói dữ liệu IP chứa truy vấn DNS được chuyển tiếp qua chuyển mạch LAN từ Laptop đến default gateway
- Gói dữ liệu IP được chuyển tiếp từ mạng nhà trường vào mạng Comcast, được định tuyến (các bảng được tạo bởi các giao thức định tuyến **RIP, OSPF, IS-IS** và/hoặc **BGP**) tới máy chủ DNS

Kết nối TCP mang gói tin HTTP



- Để gửi yêu cầu HTTP, trước tiên, Laptop sẽ thiết lập **TCP socket** tới máy chủ Web
- TCP **SYN** (bước 1 trong bắt tay 3 bước TCP) liên miền được định tuyến đến máy chủ Web
- Máy chủ web phản hồi với **TCP SYNACK** (bước 2 trong quá trình bắt tay 3 bước của TCP)
- Kết nối TCP được thiết lập!

Yêu cầu/phản hồi HTTP



- Yêu cầu HTTP được gửi vào TCP socket
- Gói dữ liệu IP chứa yêu cầu HTTP được định tuyến tới www.google.com
- Máy chủ Web trả lời bằng phản hồi HTTP (chứa trang Web)
- Gói dữ liệu IP chứa phản hồi HTTP được định tuyến trở lại Laptop

Chapter 6: Tổng hợp

- Nguyên tắc đằng sau các dịch vụ lớp liên kết dữ liệu:
 - Phát hiện lỗi, sửa lỗi
 - Chia sẻ kênh quảng bá: đa truy cập
 - Địa chỉ lớp liên kết
- Khởi tạo, triển khai các công nghệ lớp liên kết khác nhau
 - Ethernet
 - LAN, VLAN chuyển mạch
- Tổng hợp: Một ngày trong cuộc sống lướt Web

Chapter 6: Let's take a breath

- Hành trình từng bước xuống chông giao thức **hoàn tất** (trừ lớp vật lý)
- Hiểu biết vững chắc về các nguyên tắc mạng, hãy thực hành!
- có thể dừng ở đây Nhưng có thể tham khảo chủ đề thú vị hơn !
 - Không dây
 - Bảo mật