

Chương 1.2: Tổng quan về Mạng máy tính (t.t)

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

TP.HCM

Nội dung

■ Chuyển mạch và mạng cục bộ ảo (VLAN)

- So sánh giữa Hub & Switch
- Chuyển mạch tầng 2 & STP
- Mạng cục bộ ảo (VLAN)
- Inter VLAN

■ Giải thuật và giao thức định tuyến

- Các giải thuật định tuyến
- Giải thuật và giao thức định tuyến

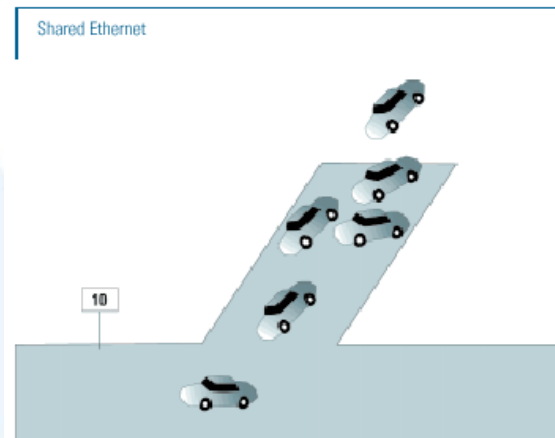
■ Định tuyến trong Internet

- Định tuyến phân cấp
- Định tuyến trong AS
- Định tuyến giữa các AS

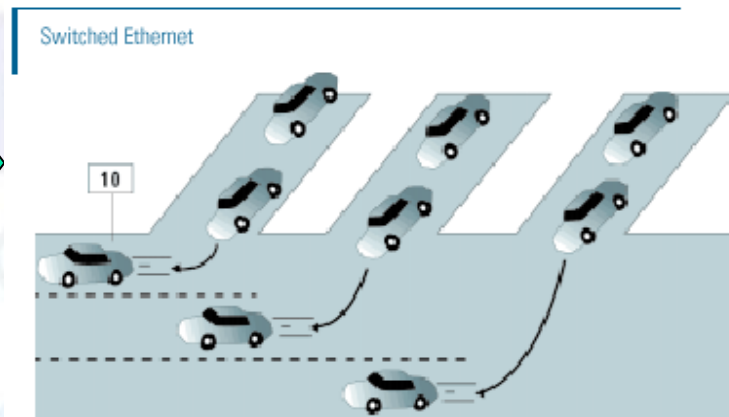
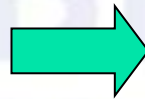
So sánh giữa Hub & Switch



Ethernet Hub



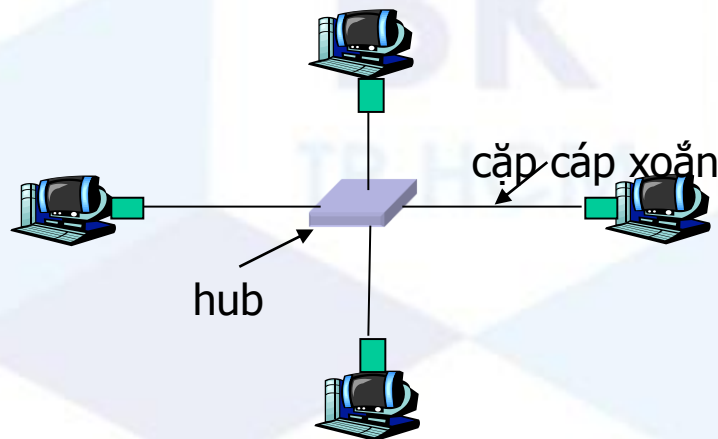
Ethernet Switch



Hub

Hub là những bộ lặp tầng vật lý (“câm”):

- các bit vào trên 1 cổng và đi ra **tất cả** các cổng khác với cùng tốc độ.
- tất cả các nút kết nối tới 1 hub có khả năng đụng độ với nhau.
- không nhớ tạm khung.
- không có CSMA/CD tại hub: NIC của máy phát hiện ra đụng độ.
- Tất cả tạo thành một miền đụng độ.

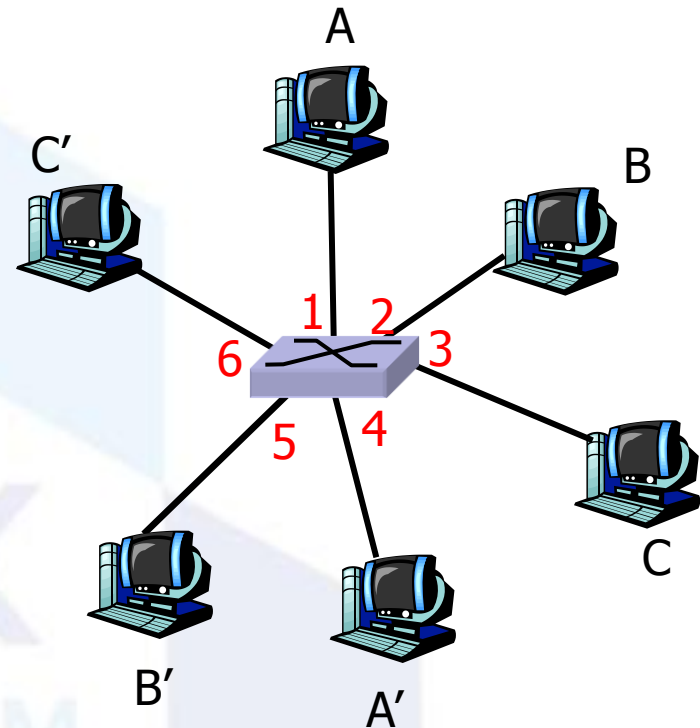


Bộ chuyển mạch tầng 2

- ❑ thiết bị tầng-liên kết: thông minh hơn hub, thực hiện vai trò *chủ động*
 - lưu, chuyển tiếp các khung.
 - kiểm tra địa chỉ MAC của các khung tới, chuyển tiếp khung có **lựa chọn** tới một hoặc nhiều đường ra.
- ❑ *trong suốt*
 - các máy sẽ không biết có sự tồn tại của các bộ chuyển mạch
- ❑ *"plug and play", tự-học*
 - Bộ chuyển mạch không cần phải được cấu hình.

Bộ chuyển mạch tầng 2 (tt)

- ❑ máy có liên kết chuyên biệt, trực tiếp tới bộ chuyển mạch
- ❑ Bộ chuyển mạch nhớ tạm các gói tin
- ❑ g/thức Ethernet được dùng trên *mỗi* liên kết vào, nhưng không có đụng độ; song công
 - mỗi liên kết nằm trong miền đụng độ riêng của mình nó.
- ❑ **chuyển mạch:** A-tới-A' và B-tới-B' đồng thời, không có đụng độ

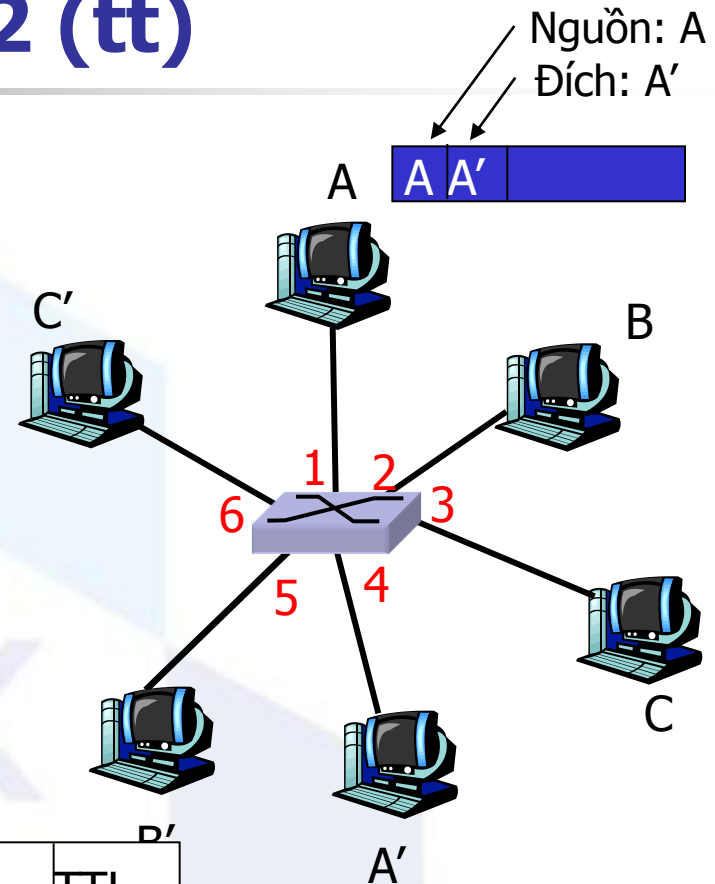


Bộ chuyển mạch với 6 cổng
(1,2,3,4,5,6)

Bộ chuyển mạch tầng 2 (tt)

❑ Bộ chuyển mạch *học được* máy nào có thể tới được qua cổng nào

- khi nhận được khung, Bộ chuyển mạch "học" vị trí của n/gửi: đoạn mạng LAN từ đó khung đi vào
- lưu lại cặp ng/gửi, vị trí trong bảng chuyển mạch



đ/c MAC	cổng	TTL
A	1	60

*Bảng chuyển mạch
(ban đầu trống)*

Bộ chuyển mạch tầng 2 (tt)

Khi một khung tới Bộ chuyển mạch:

1. lưu lại cổng liên kết với máy gửi
2. tìm chỉ mục trong bảng chuyển mạch sử dụng địa chỉ MAC đích
3. **if** tìm thấy mục của đích
 then {
 if nếu đích nằm trên cùng cổng mạng mà từ đó khung tới
 then bỏ khung
 else chuyển tiếp khung tới cổng tương ứng trong bảng chuyển
mạch
 }
 else gửi tràn

*chuyển tiếp tới tất cả các cổng, ngoài trừ
cổng mà từ đó khung tới*

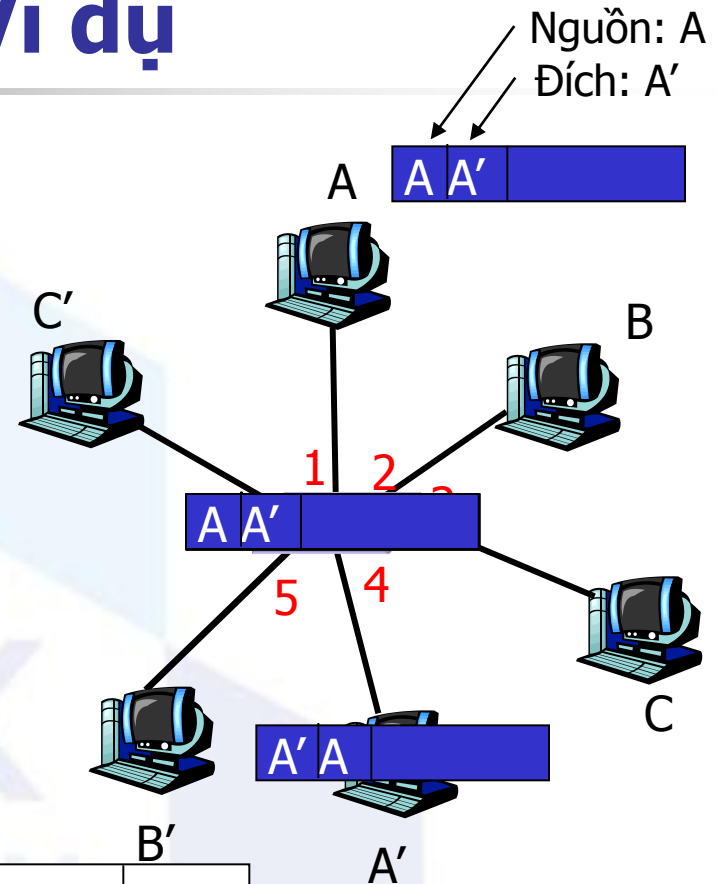
Tự-học, chuyển tiếp: Ví dụ

□ không biết đích:

■ *gửi tràn*

□ vị trí đích A đã biết:

gửi có lựa chọn

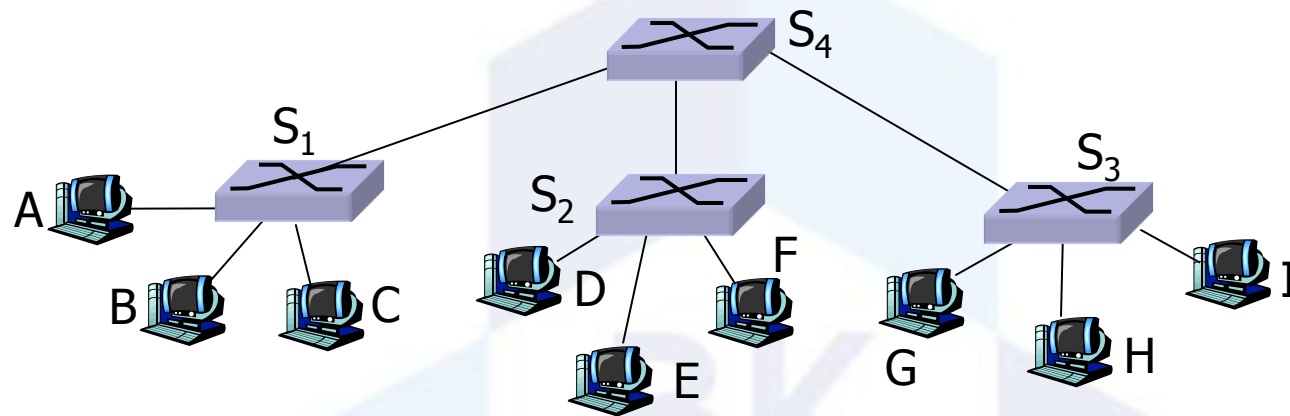


đ/c MAC	cổng	TTL
A	1	60
A'	4	60

*bảng c/m
(ban đầu trống)*

Các Bộ chuyển mạch kết nối với nhau

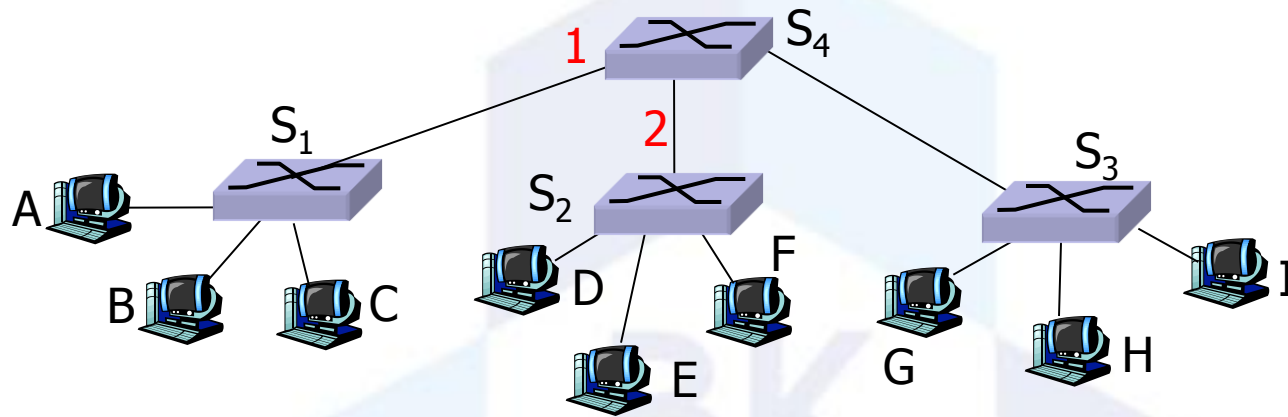
- các Bộ chuyển mạch có thể kết nối với nhau



- H: gửi từ A tới G – làm sao S₁ biết để chuyển khung tới G thông qua S₄ và S₃?
- A: tự học! (làm việc y như trong trường hợp 1 Bộ chuyển mạch!)

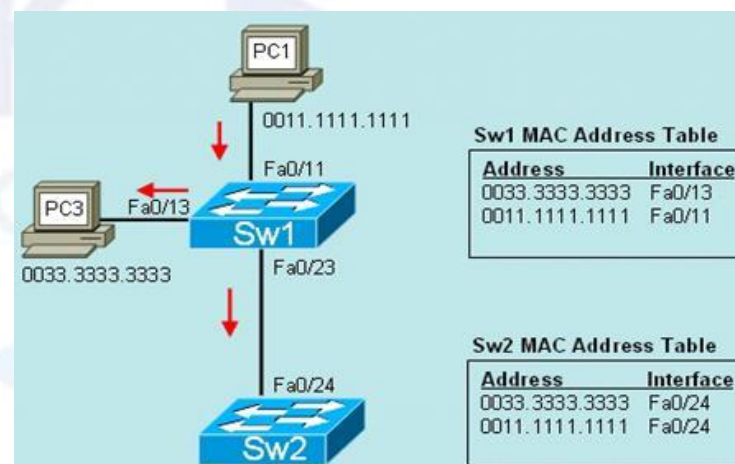
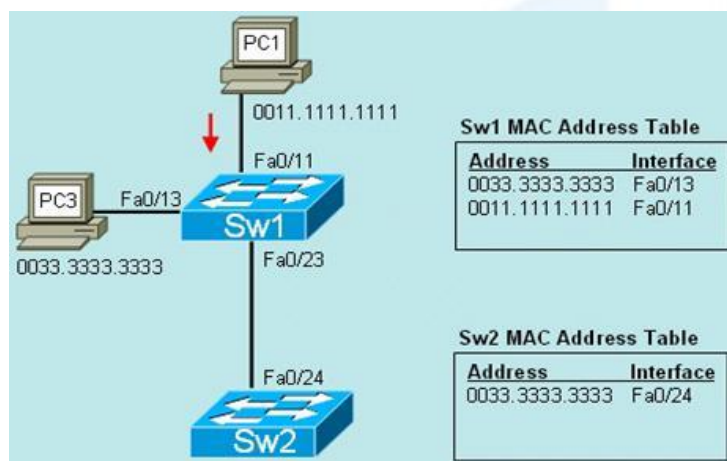
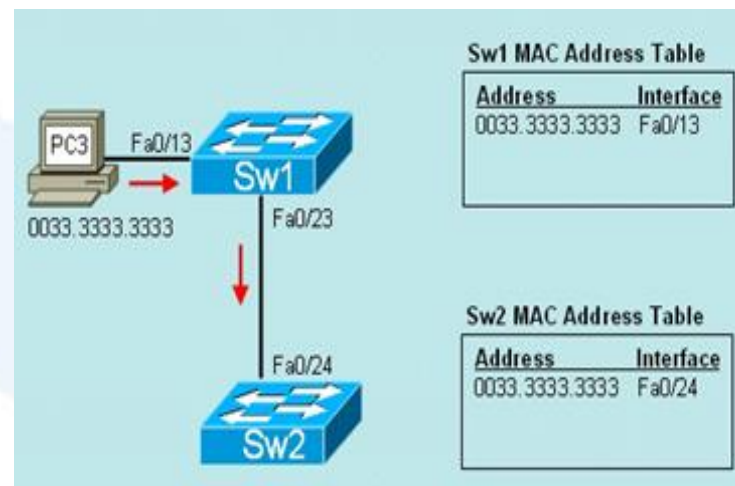
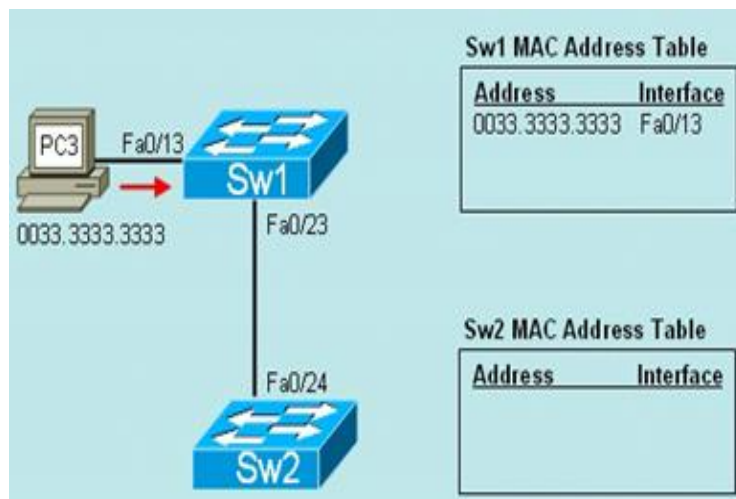
Ví dụ tự-học trong nhiều Bộ chuyển mạch

Giả sử C gửi gói cho I, I phản hồi cho C

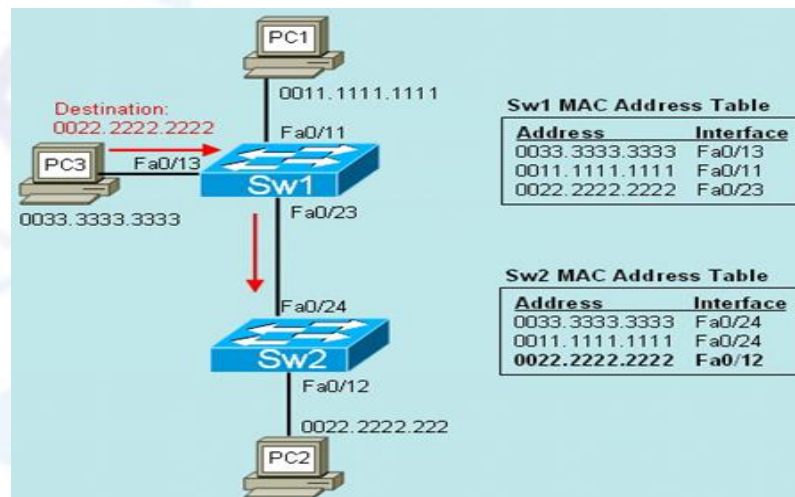
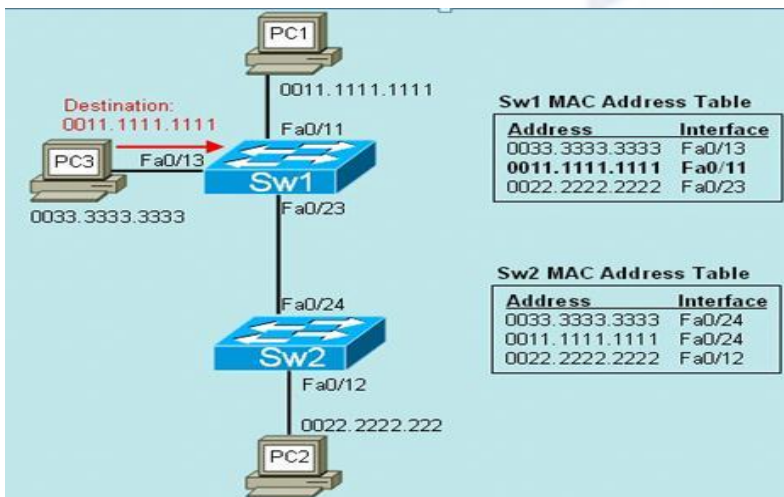
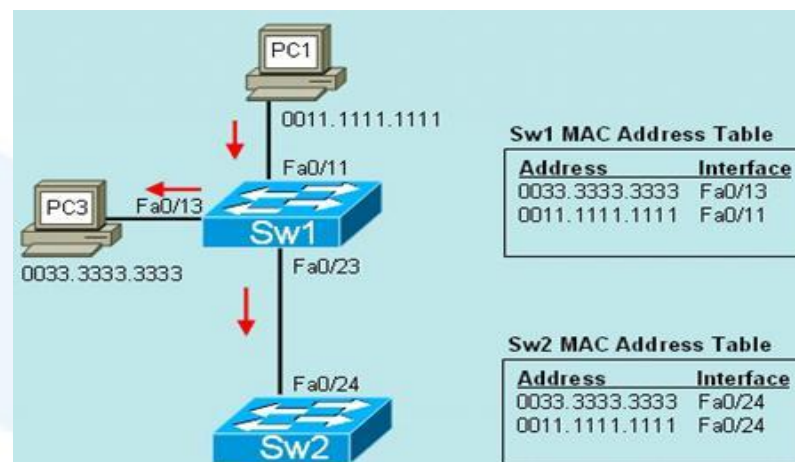
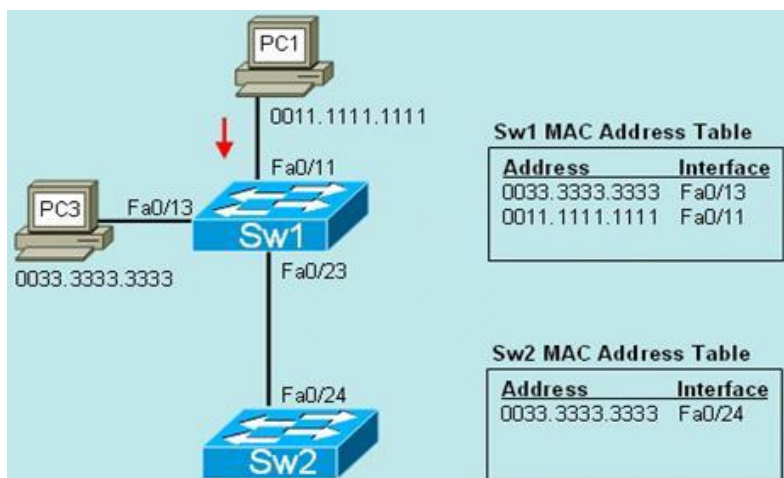


- H: hãy ghi ra bảng chuyển mạch và sự chuyển tiếp gói trong S_1, S_2, S_3, S_4

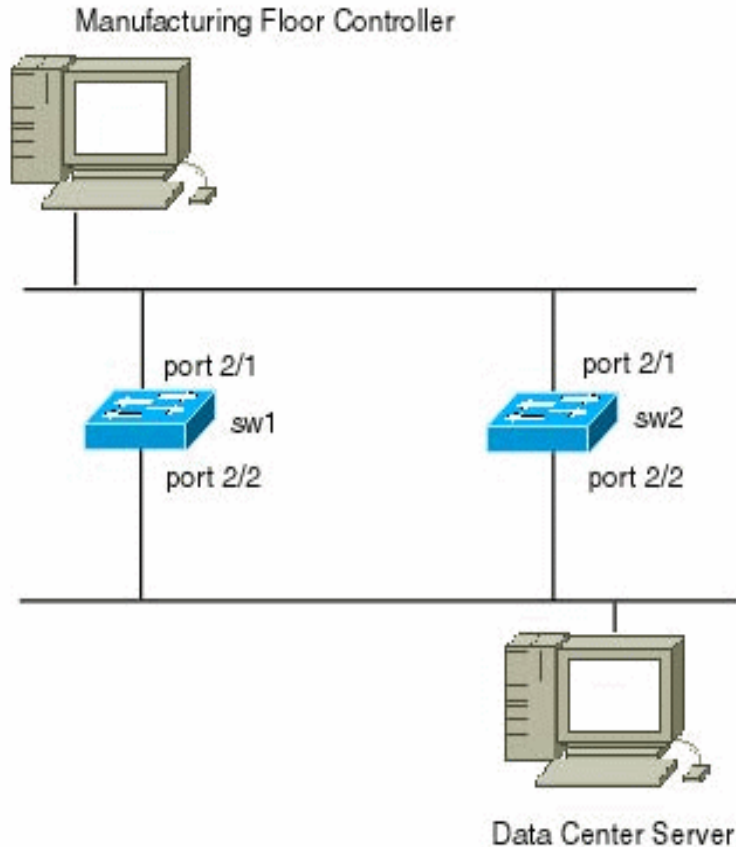
Một ví dụ cụ thể



Một ví dụ cụ thể (t.t)



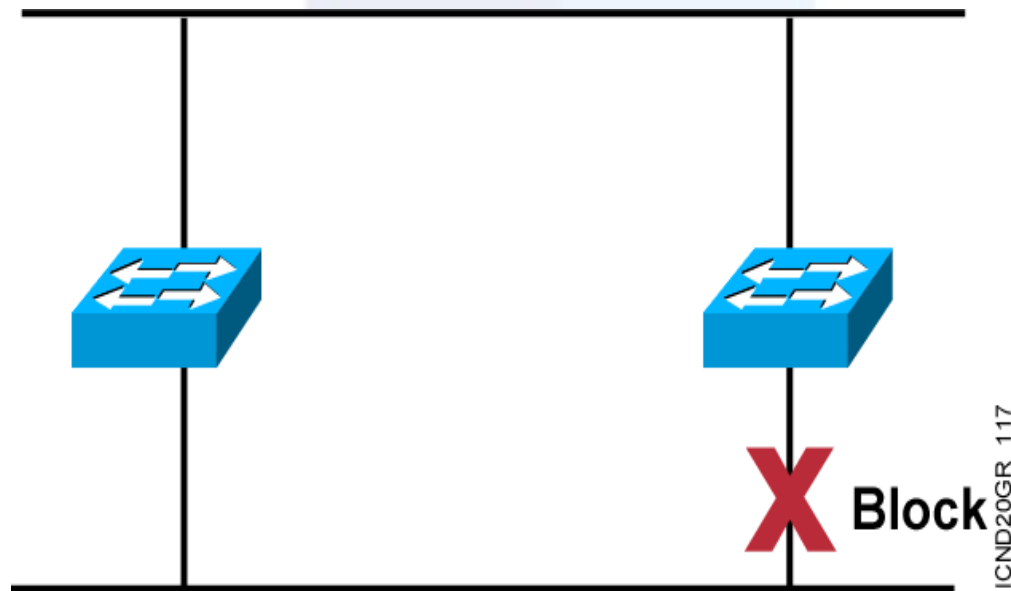
Tránh lặp vòng trong chuyển mạch



- ❑ Liên kết dự phòng giữa các thiết bị chuyển mạch nhằm tăng cường độ ổn định và khả năng kháng lỗi của hệ thống mạng.
- ❑ Tuy nhiên chúng thường gây ra nhiều vấn đề khác vì các khung dữ liệu có thể gửi đến tất cả các liên kết cùng một lúc.
- ❑ Điều này tạo ra vòng mạng.

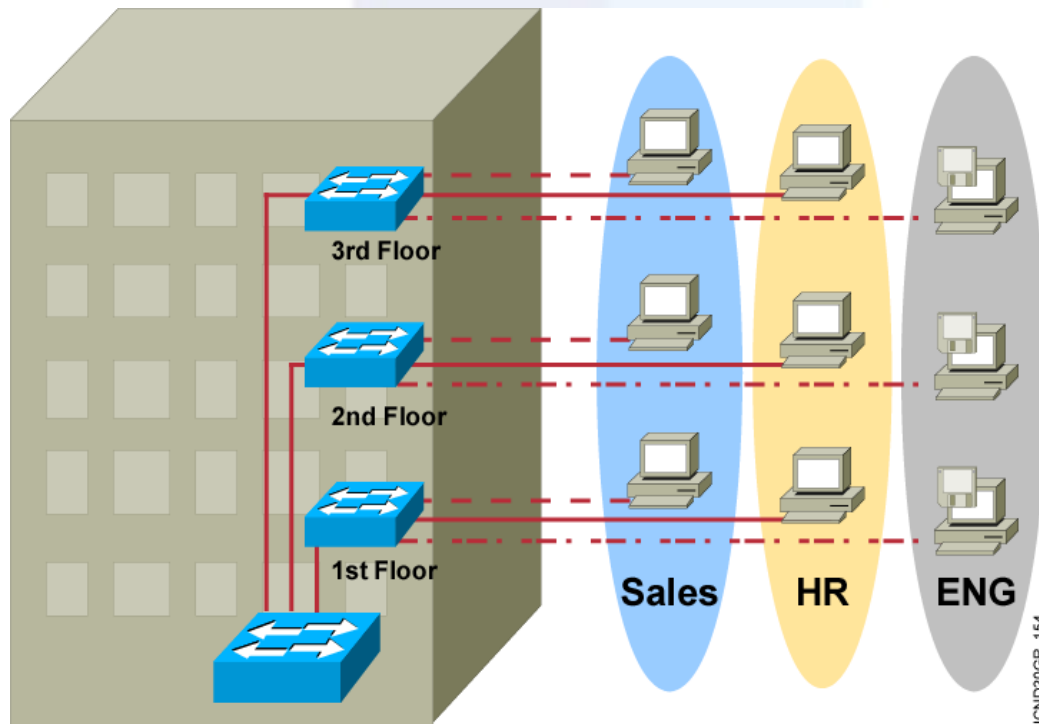
Spanning-Tree Protocol (STP)

- Giao thức Spanning-Tree được dùng trong mạng chuyển mạch để loại bỏ vòng mạng.



Mạng cục bộ ảo (VLAN)

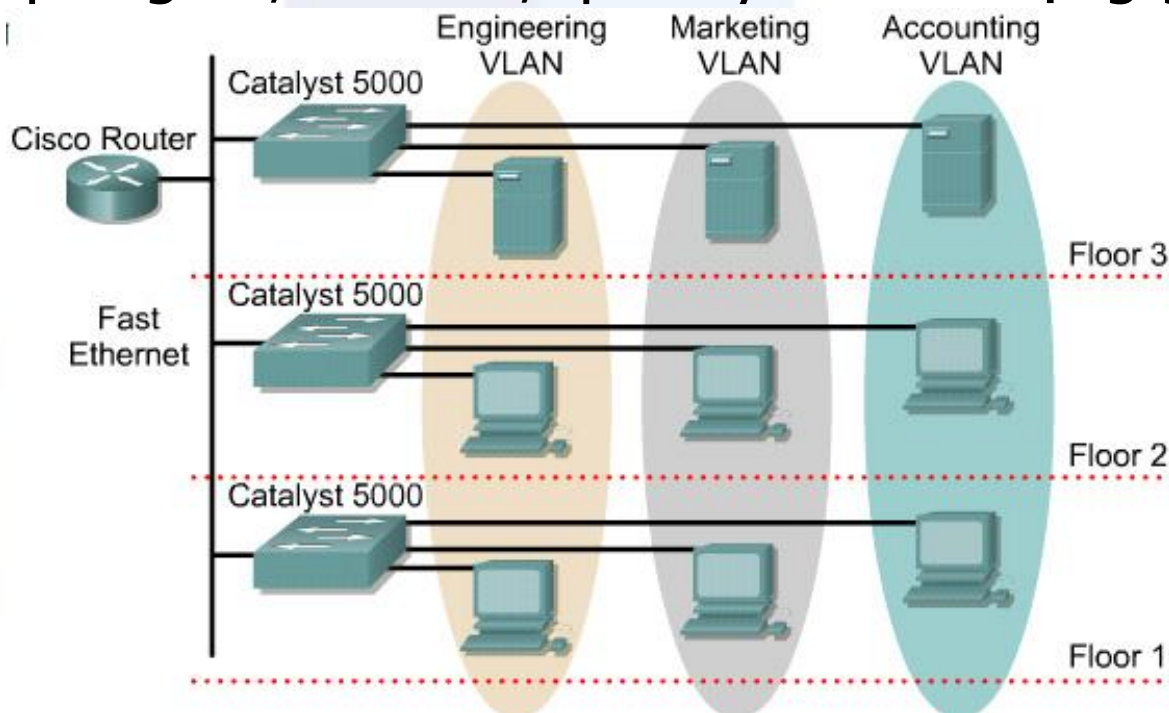
- Phân chia luận lý mạng chuyển mạch dựa trên chức năng công việc hoặc các ứng dụng của tổ chức thành các miền quảng bá không phụ thuộc vào vị trí địa lý hoặc các kết nối mạng.



ICND20GR_154

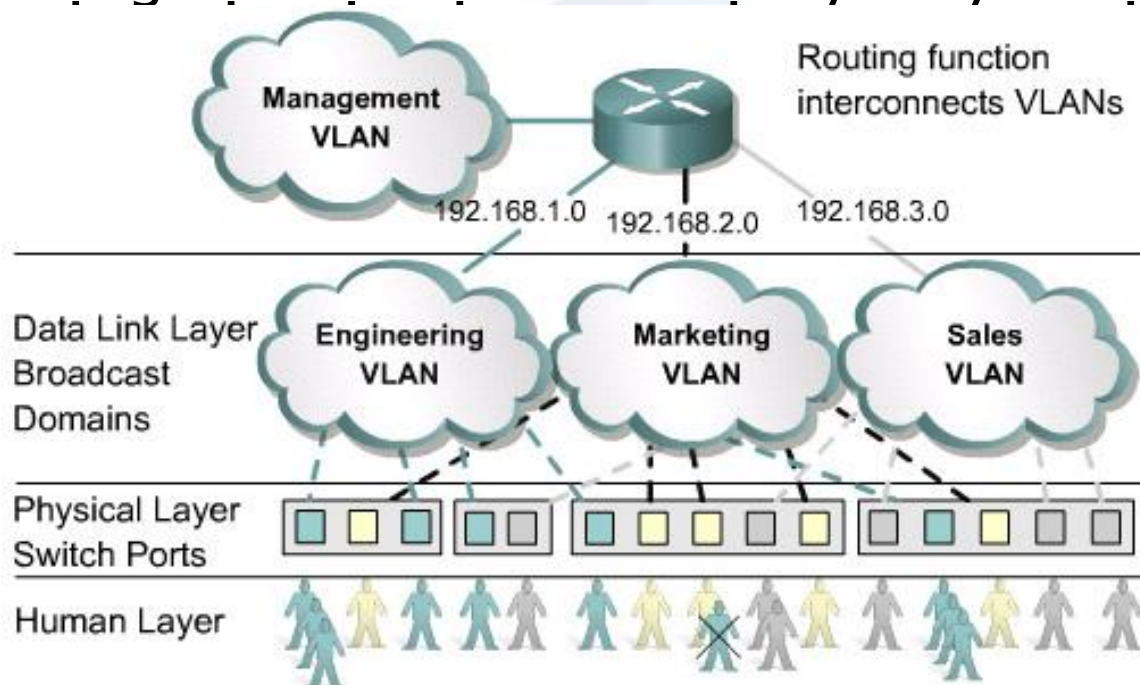
Mạng cục bộ ảo (VLAN) (tt)

- Các khung dữ liệu chỉ được chuyển giữa các cổng thuộc cùng một VLAN.
- Bộ định tuyến trong cấu trúc liên kết VLAN cung cấp khả năng lọc quảng bá, an ninh, quản lý và lưu lượng giao thông.



Lợi ích của mạng cục bộ ảo

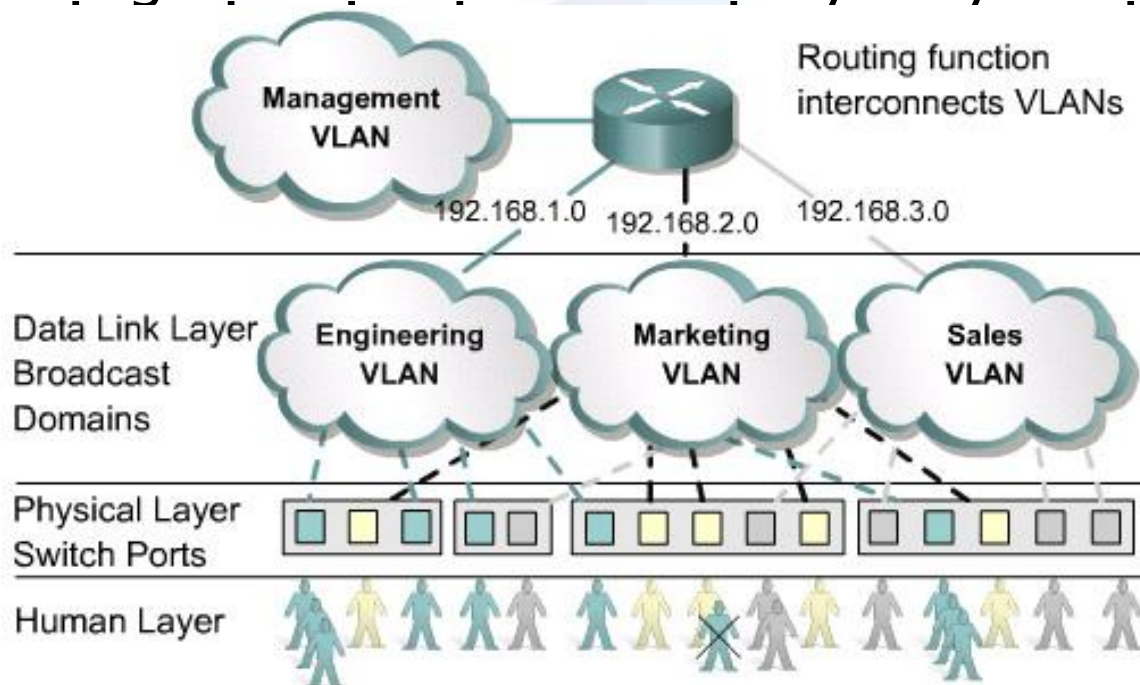
- Lợi ích chính của VLAN là cho phép người quản trị mạng tổ chức mạng cục bộ một cách luận lý thay vì vật lý.



All users attached to the same switch port must be in the same VLAN.

Lợi ích của mạng cục bộ ảo

- Lợi ích chính của VLAN là cho phép người quản trị mạng tổ chức mạng cục bộ một cách luận lý thay vì vật lý.



All users attached to the same switch port must be in the same VLAN.

Phân loại VLAN

- ◆ Có ba loại VLAN cơ bản
 - VLAN dựa trên cổng
 - VLAN dựa trên MAC
 - VLAN dựa trên giao thức
- ◆ Phần mào đầu của khung dữ liệu được đóng gói hoặc sửa đổi để thể hiện VLAN ID trước khi khung dữ liệu được gửi ra trên liên kết giữa các chuyển mạch.
- ◆ Trước khi chuyển tiếp đến thiết bị đích, phần mào đầu cũng khung dữ liệu sẽ được thay đổi lại thành định dạng ban đầu.

Phân loại VLAN (tt)

- ◆ Có hai phương pháp chính để gắn thẻ trên khung dữ liệu(frame tagging): Inter-Switch Link (ISL) và 802.1Q.
- ◆ ISL từng là phổ biến nhất, nhưng bây giờ đã được thay thế bằng 802.1Q.

ISL

40 bits	4 bits	4 bits	48 bits	16 bits	24 bits	24 bits	15 bits	1 bits	16 bits	16 bits	<i>Ethernet Frame</i> 1500 bytes plus 18 byte header (1518 bytes)	32 bits
DA	TYPE	USER	SA	LEN	SNAP/ LLC	HSA	VLAN ID	BPDU/ CDP	INDX	Reserved		FCS (CRC)

IEEE 802.1Q

SA and DA MACs	802.1q Tag	Type/Length Field	Data (max 1500 bytes)	<i>New CRC</i>
-------------------	---------------	----------------------	--------------------------	--------------------

Các loại liên kết VLAN

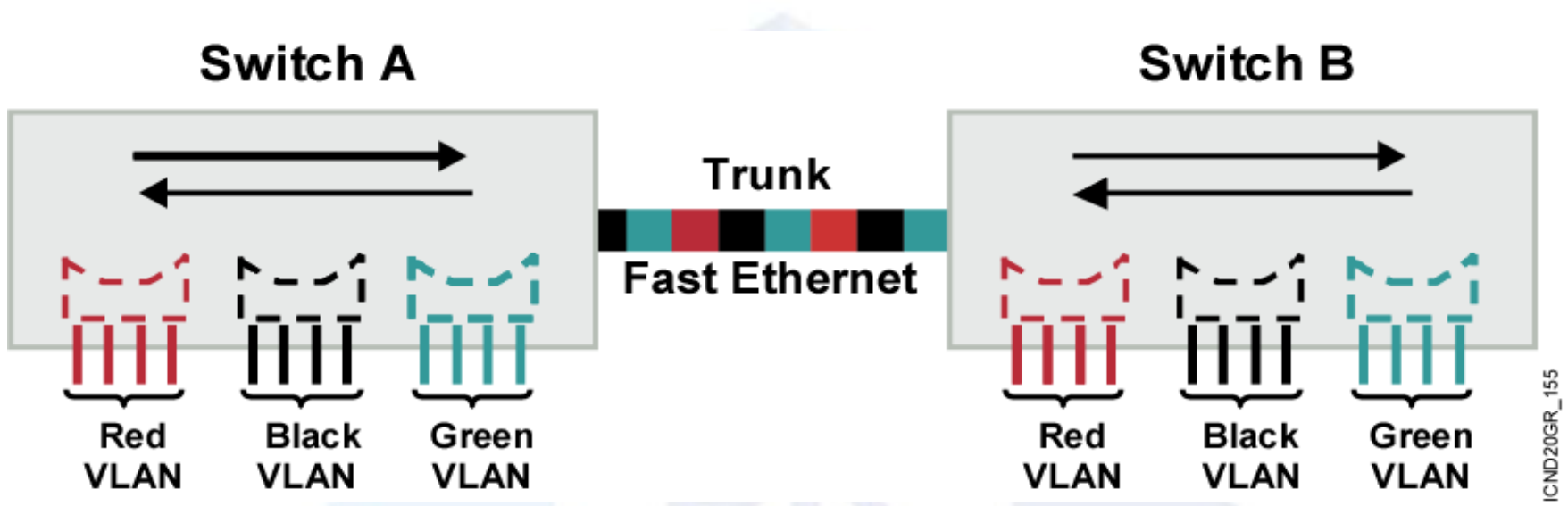
■ Liên kết Access

- ❑ Liên kết này chỉ thuộc về một VLAN
- ❑ Nó được tham chiếu như *native VLAN*.
- ❑ Bất kỳ thiết bị gắn vào liên kết này đều không biết gì về VLAN
- ❑ Các chuyển mạch sẽ loại bỏ thông tin VLAN trong khung dữ liệu trước khi gửi đến thiết bị nói trên.

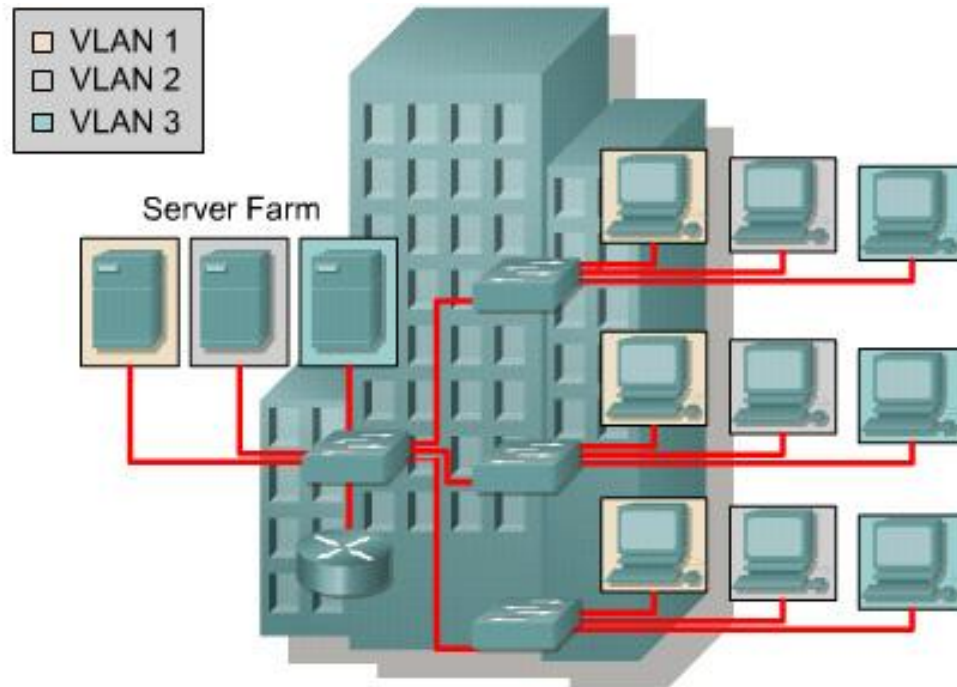
■ Liên kết Trunk

- ❑ Trunk có thể mang nhiều VLANs
- ❑ Một liên kết trunk thường là liên kết điểm-điểm 100Mbps hoặc 1000Mbps giữa hai chuyển mạch hoặc chuyển mạch và bộ định tuyến

Các loại liên kết VLAN (tt)



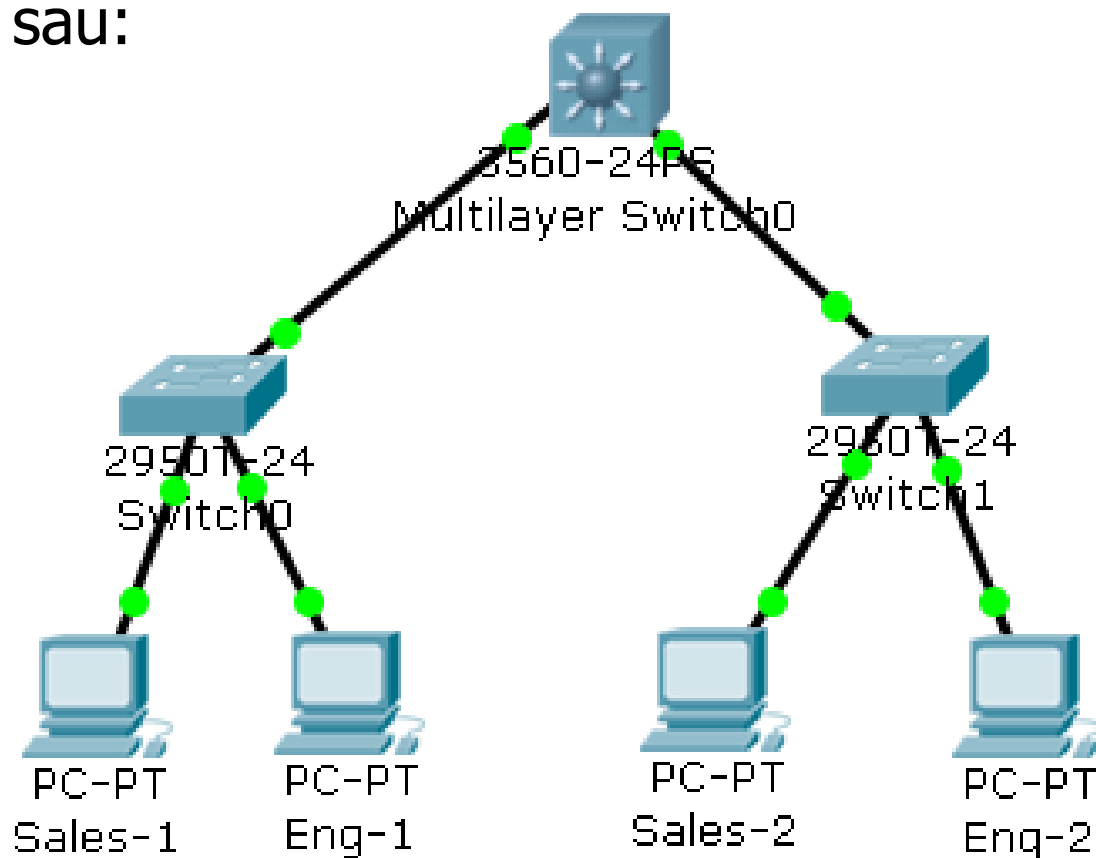
Inter VLAN



- A switch creates a broadcast domain
- VLANs help manage broadcast domains
- VLANs can be defined on port groups, users, or protocols
- LAN switches and network management software provide a mechanism to create VLANs

Bài tập

- Sử dụng Packet Tracer xây dựng mạng máy tính theo sơ đồ sau:



VLAN 1: Management
172.28.1.0/24
VLAN 2: Sales
172.28.2.0/24
VLAN 3: Engineering
172.28.3.0/24

Nội dung

■ Chuyển mạch và mạng cục bộ ảo (VLAN)

- So sánh giữa Hub & Switch
- Chuyển mạch tầng 2 & STP
- Mạng cục bộ ảo (VLAN)
- Inter VLAN

■ Giải thuật và giao thức định tuyến

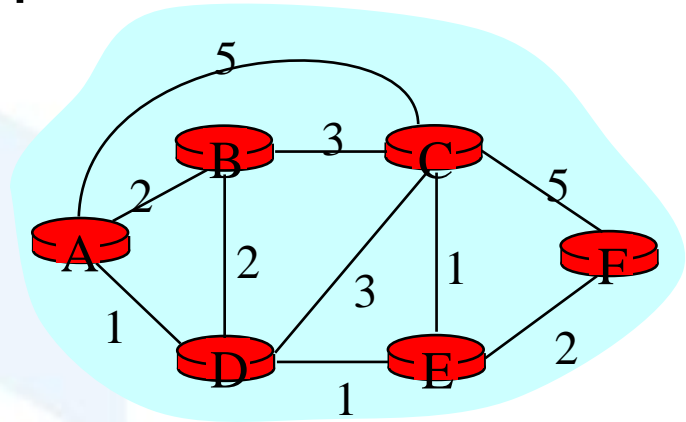
- Các giải thuật định tuyến
- Giải thuật và giao thức định tuyến

■ Định tuyến trong Internet

- Định tuyến phân cấp
- Định tuyến trong AS
- Định tuyến giữa các AS

Giải thuật định tuyến

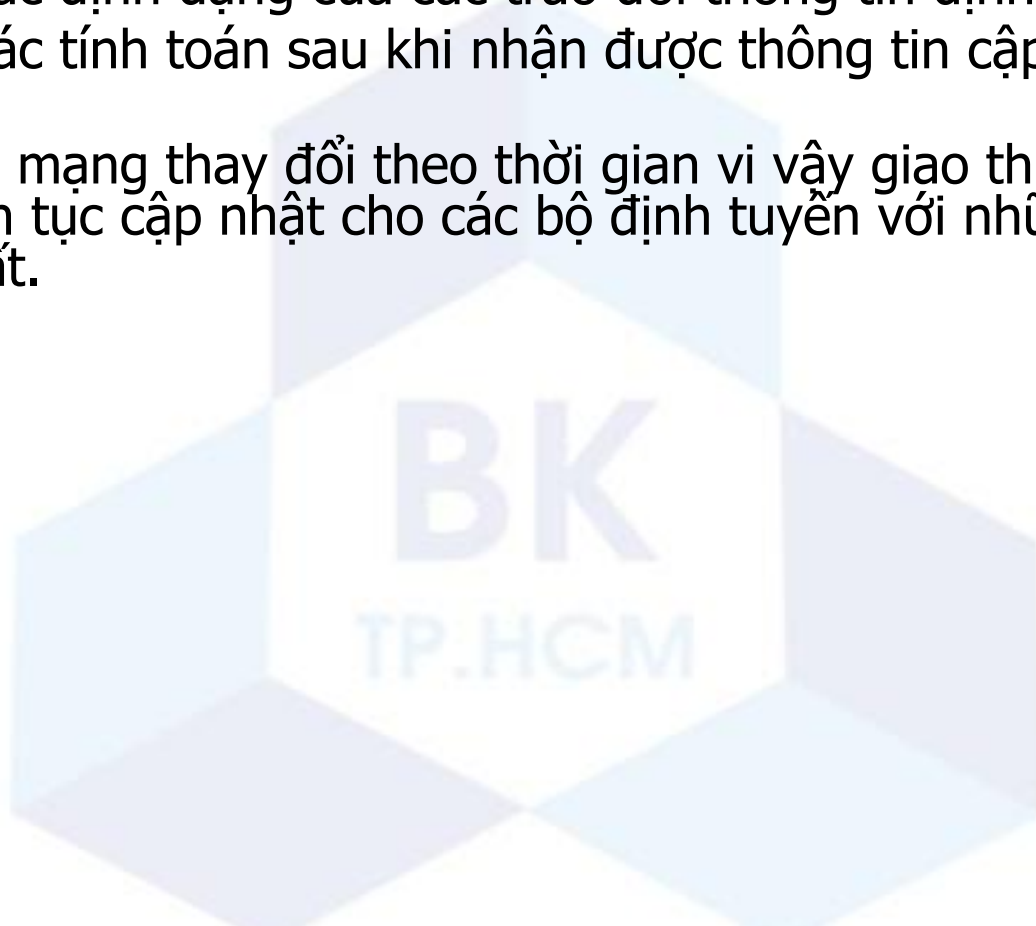
- Tìm đường đi “tốt nhất” đi đến một đích
- Đồ thị trừu tượng
 - Nodes: các bộ định tuyến
 - Cạnh: liên kết vật lý
- Giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết (Dijkstra)
 - Mỗi node biết đầy đủ thông tin cấu trúc liên kết và chi phí liên kết.
 - Chạy thuật toán định tuyến để tìm đường đi ngắn nhất cho các điểm đến
 - Véc tơ khoảng cách (Bellman-Ford)
 - Dựa vào danh sách các khoảng cách của tất cả các điểm đến từ tất cả các node láng giềng, tính toán đường đi ngắn nhất đến các đích.
 - Vấn đề được biết: đếm đến vô cùng



Giải thuật và giao thức định tuyến

■ Giao thức định tuyến

- Mô tả các định dạng của các trao đổi thông tin định tuyến
- Mô tả các tính toán sau khi nhận được thông tin cập nhật định tuyến
- Đồ hình mạng thay đổi theo thời gian vì vậy giao thức định tuyến phải liên tục cập nhật cho các bộ định tuyến với những thay đổi mới nhất.



Giải thuật Dijkstra

1 **Khởi tạo:**

2 $N' = \{u\}$

3 với mọi nốt v

4 nếu v kề với u

5 thì $D(v) = c(u, v)$

6 ngoài ra $D(v) = \infty$

7

8 **Lặp**

9 tìm w không thuộc N' sao cho $D(w)$ là min

10 thêm w vào N'

11 cập nhật $D(v)$ cho tất cả v kề với w và ko thuộc N' :

12 $D(v) = \min(D(v), D(w) + c(w, v))$

13 /* chi phí mới tới v hoặc là chi phí cũ tới v hoặc là chi phí

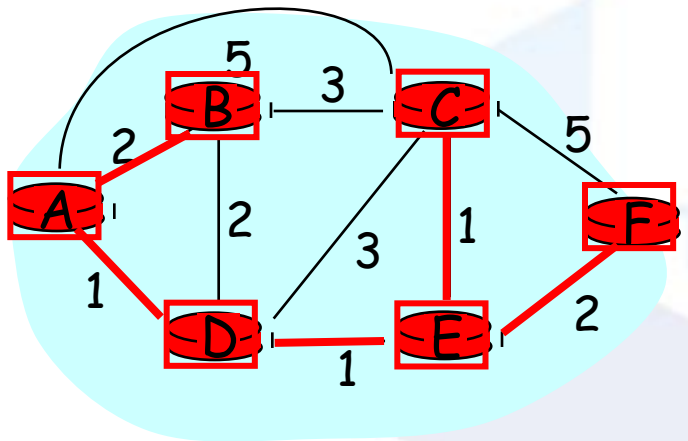
14 tuyến ngắn nhất tới w cộng với chi phí từ w tới v */

15 **tới khi tất cả các nốt đều thuộc N'**

Ví dụ về giải thuật Dijkstra

Step	start N	D(B),p(D(C),p(D(D),p(D(E),p(D(F),p(
→ 0	A	B)	C)	D)	E)	F)
→ 1	AD	2,A	5,A	1,A	infinity	infinity
→ 2	ADB	2,A	4,D		2,D	infinity
→ 3	ADBE		4,D		2,D	infinity
→ 4	ADBEC		3,E			4,E
→ 5	ADEBCF					4,E

Bảng chuyển tiếp tại node A:



Đích đến	Liên kết
B	(A, B)
D	(A, D)
E	(A, D)
C	(A, D)
F	(A, D)

Giải thuật Véc tơ khoảng cách

Phương trình Bellman-Ford (lập trình động)

Xác định

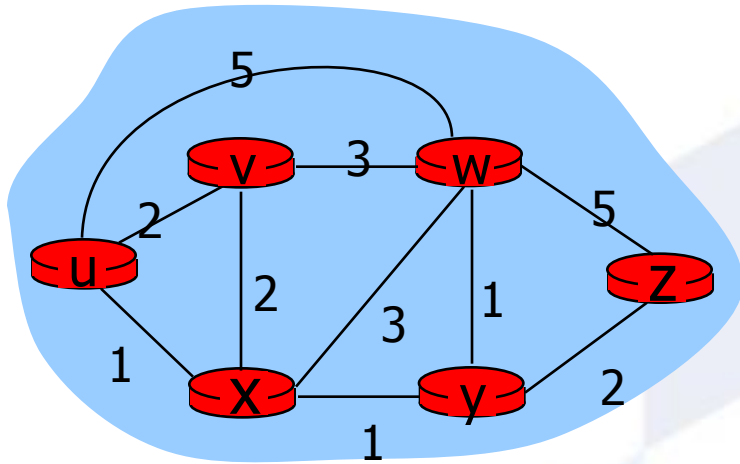
$d_x(y) :=$ chí phí của tuyến đường rẻ nhất từ x tới y

Khi đó

$$d_x(y) = \min_v \{c(x,v) + d_v(y)\}$$

với min được lấy trên tất cả hàng xóm v của x

Ví dụ về giải thuật Véc tơ khoảng cách



Rõ ràng, $d_v(z) = 5$, $d_x(z) = 3$, $d_w(z) = 3$

phương trình B-F:

$$\begin{aligned} d_u(z) &= \min \{ c(u,v) + d_v(z), \\ &\quad c(u,x) + d_x(z), \\ &\quad c(u,w) + d_w(z) \} \\ &= \min \{ 2 + 5, \\ &\quad 1 + 3, \\ &\quad 5 + 3 \} = 4 \end{aligned}$$

node mà đạt được giá trị min sẽ là node tiếp theo trong tuyến đường ngắn nhất → bảng chuyển tiếp

So sánh giữa trạng thái liên kết và véc tơ khoảng cách

Sự phức tạp của th/điệp

- Trạng thái liên kết: với n node, E liên kết, $O(nE)$ th/đ được gửi
- Véc tơ khoảng cách: chỉ trao đổi giữa hàng xóm với nhau
 - t/gian hội tụ thay đổi

Tốc độ hội tụ

- Trạng thái liên kết: $O(n^2)$ giải thuật cần $O(nE)$ thông điệp
 - có thể có dao động
- Véc tơ khoảng cách: thời gian hội tụ thay đổi
 - có thể có vòng lặp định tuyến
 - vẫn đề đếm-tới-vô-cùng

Sức chịu đựng: nếu bộ định tuyến trực trặc?

Trạng thái liên kết:

- node có thể quảng bá chi phí *liên kết* sai
- mỗi node chỉ tính toán bảng của *riêng* nó

Véc tơ khoảng cách:

- node có thể quảng bá chi phí *tuyến đường* sai
- mỗi bảng của node được dùng bởi các node khác
 - lỗi lan truyền trong mạng

Nội dung

■ Chuyển mạch và mạng cục bộ ảo (VLAN)

- So sánh giữa Hub & Switch
- Chuyển mạch tầng 2 & STP
- Mạng cục bộ ảo (VLAN)
- Inter VLAN

■ Giải thuật vào giao thức định tuyến

- Các giải thuật định tuyến
- Giải thuật và giao thức định tuyến

■ Định tuyến trong Internet

- Định tuyến phân cấp
- Định tuyến trong AS
- Định tuyến giữa các AS

Định tuyến Phân Cấp

- Sự định tuyến từ đầu đến giờ dựa trên điều kiện lý tưởng
- tất cả bộ định tuyến đều giống y nhau
- mạng “phẳng”
- ... *không* đúng trong thực tế

kích thước: với 200 triệu
đích đến:

- không thể lưu tất cả đích trong bảng chuyển tiếp!
- sự trao đổi bảng chuyển tiếp sẽ làm nghẽn đường truyền!

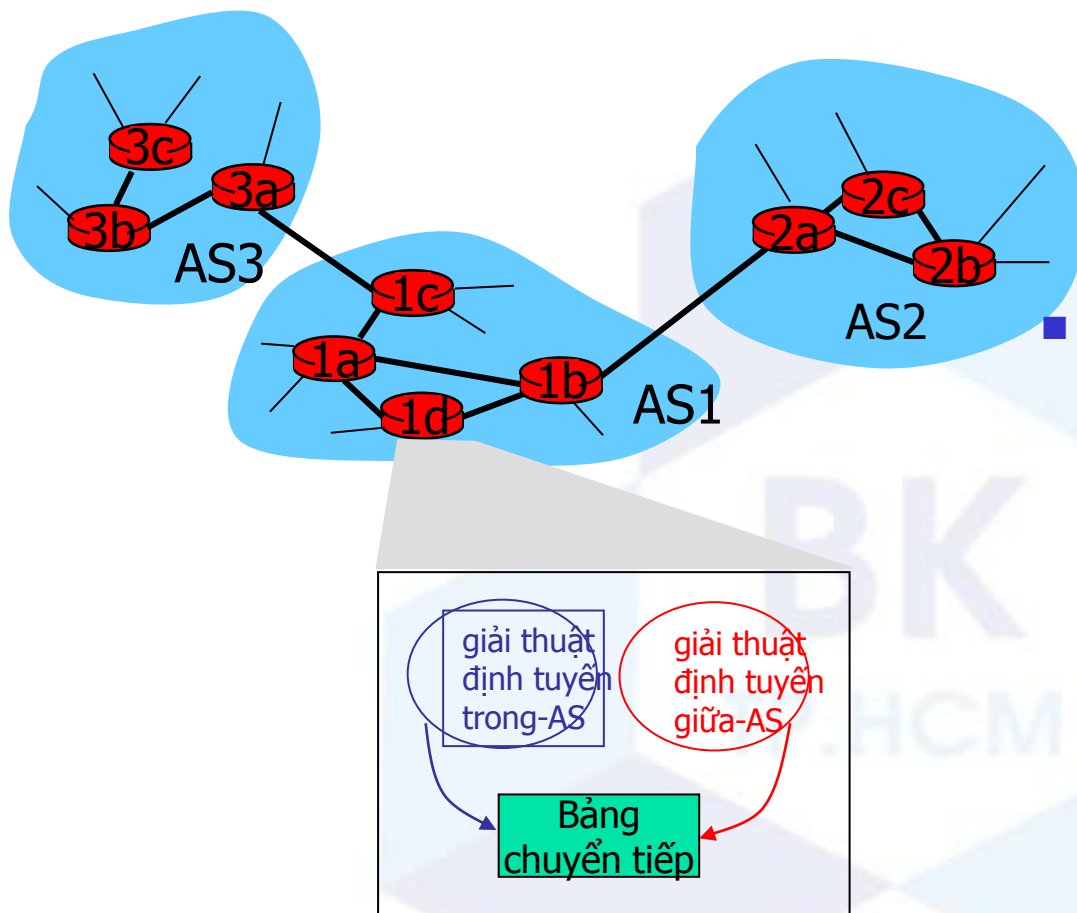
tự chủ trong quản lý

- internet = mạng của mạng
- mỗi quản trị viên có thể muốn kiểm soát sự định tuyến bên trong mạng của họ

Định tuyến Phân Cấp

- Gộp bộ định tuyến vào những khu vực, “các hệ thống tự trị” (AS)
 - các bộ định tuyến trong cùng AS chạy cùng giao thức định tuyến
 - giao thức định tuyến “trong-AS”
 - bộ định tuyến trong các AS khác nhau có thể chạy những giao thức định tuyến trong-AS khác nhau
- Bộ định tuyến cổng (Gateway router)
- Có đường liên kết trực tiếp tới bộ định tuyến trong AS khác

Các AS kết nối lẫn nhau

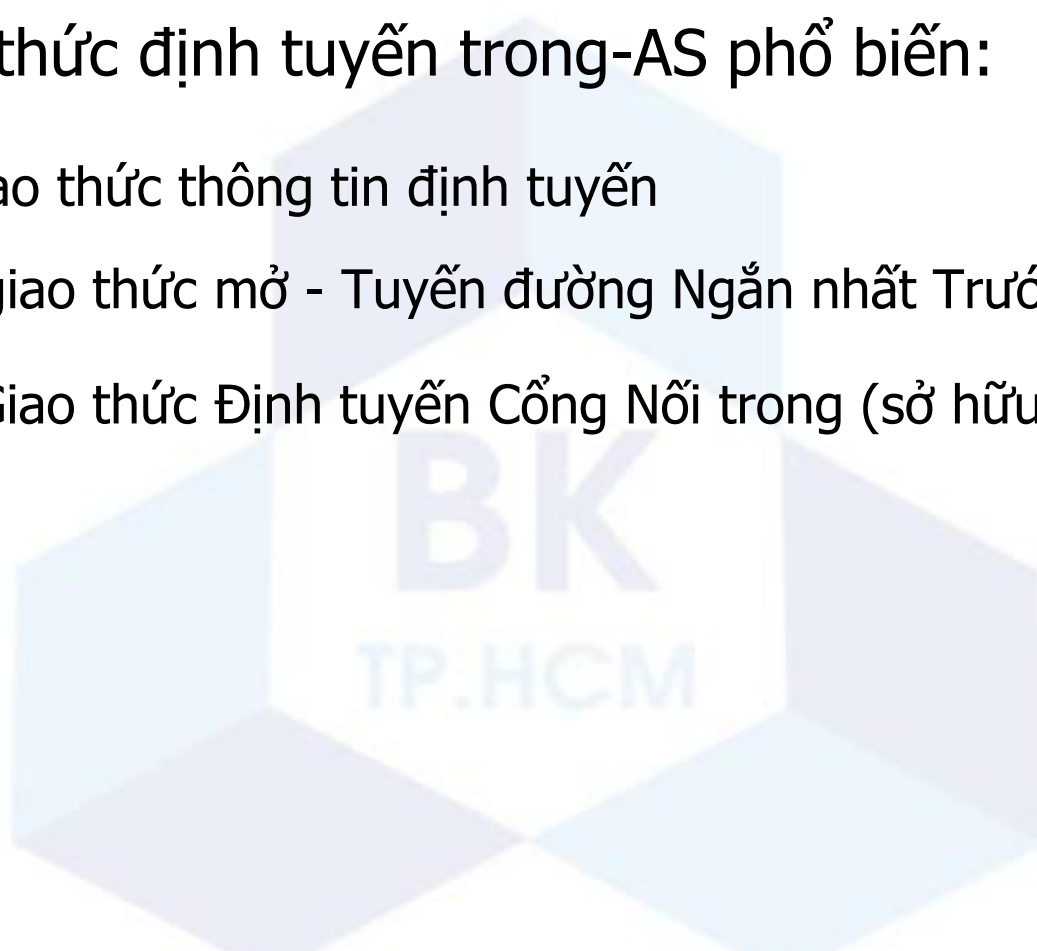


■ bảng chuyển tiếp được cấu hình bởi cả giải thuật định tuyến trong- và giữa-AS

- trong-AS thiết lập các mục cho các đích trong mạng
- giữa-AS và trong-AS thiết lập các mục cho các đích bên ngoài

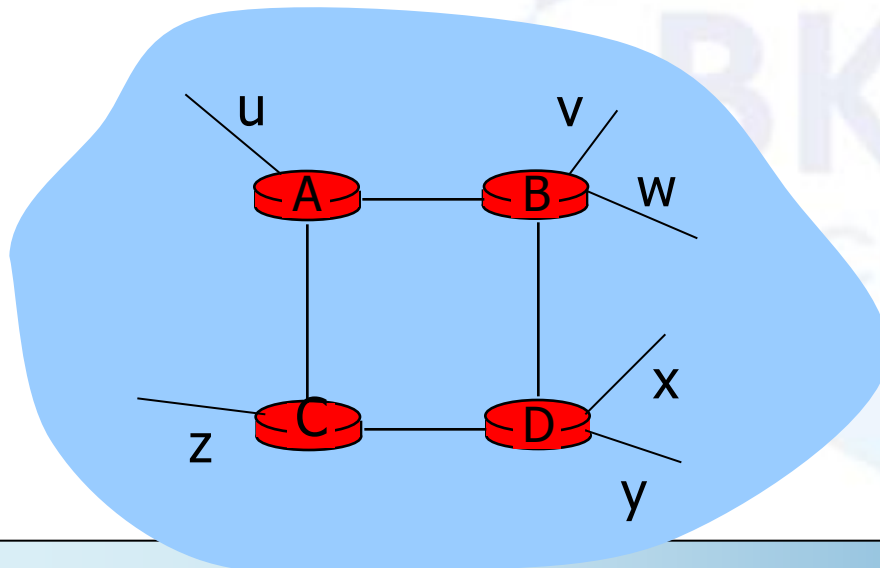
Định tuyến trong-AS

- Còn được biết là **Giao thức cổng nối trong (IGP)**
- Các giao thức định tuyến trong-AS phổ biến:
 - RIP: Giao thức thông tin định tuyến
 - OSPF: giao thức mở - Tuyến đường Ngắn nhất Trước tiên
 - IGRP: Giao thức Định tuyến Cổng Nối trong (sở hữu của Cisco)



RIP (Giao thức thông tin định tuyến)

- Sử dụng giải thuật véc tơ khoảng cách
- Được tích hợp trong bản phân phối BSD-UNIX 1982
- Đơn vị đo khoảng cách: số hop (max = 15 hop)
(hop - thiết bị mạng mà gói tin đi qua)

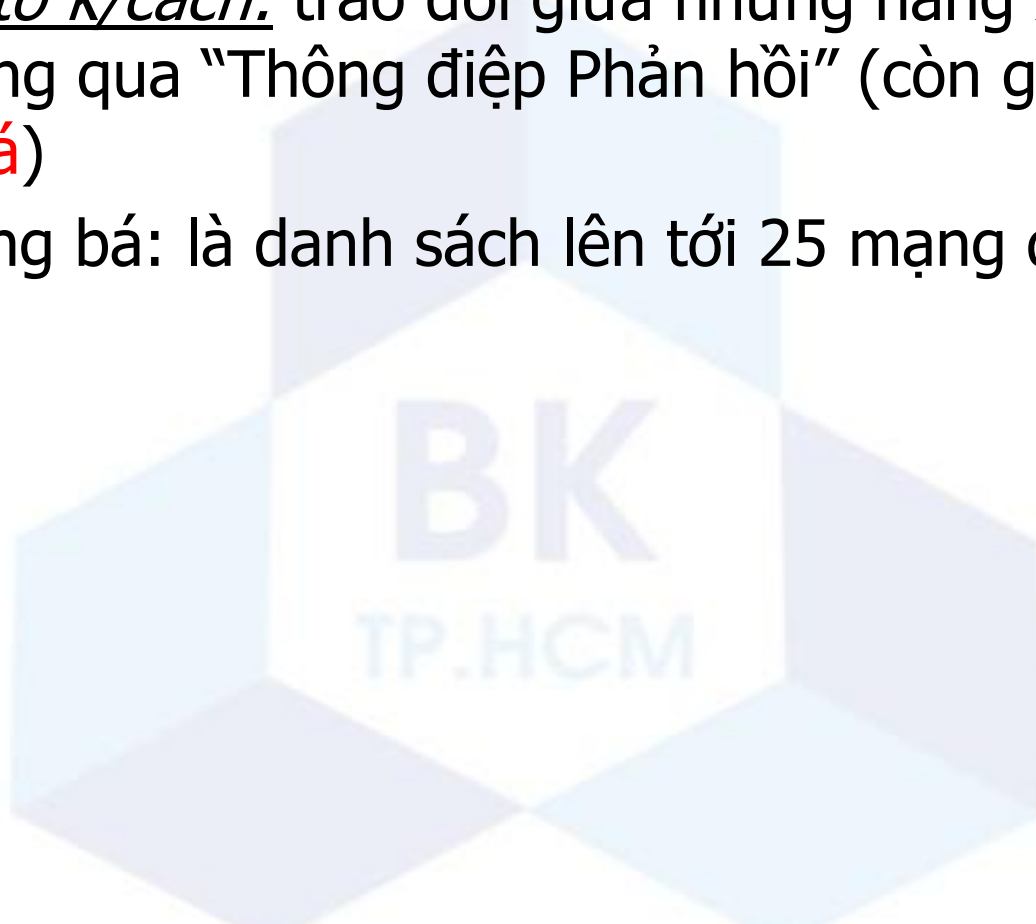


Từ bộ định tuyến A tới mạng c

<u>đích</u>	<u>hops</u>
u	1
v	2
w	2
x	3
y	3
z	2

Sự quảng bá trong RIP

- các véc-tơ k/cách: trao đổi giữa những hàng xóm mỗi 30 s thông qua “Thông điệp Phản hồi” (còn gọi là **quảng bá**)
- mỗi quảng bá: là danh sách lên tới 25 mạng đích trong AS



RIP: Liên kết hỏng và phục hồi

Nếu không nghe thấy quảng bá nào sau 180 s → hàng xóm/liên kết xem như đã chết

- Tuyến đường đi qua hàng xóm bị hủy.
- Gửi quảng bá mới cho các hàng xóm khác.
- Những hàng xóm theo lượt lại gửi quảng bá mới đi (nếu bảng đt thay đổi).
- Thông tin về liên kết bị hỏng sẽ nhanh chóng (?) lan truyền trong toàn mạng.
- "*nhiễm độc ngược*" sử dụng để ngăn chặn vòng lặp ping-pong (khoảng cách vô tận = 16 hop).

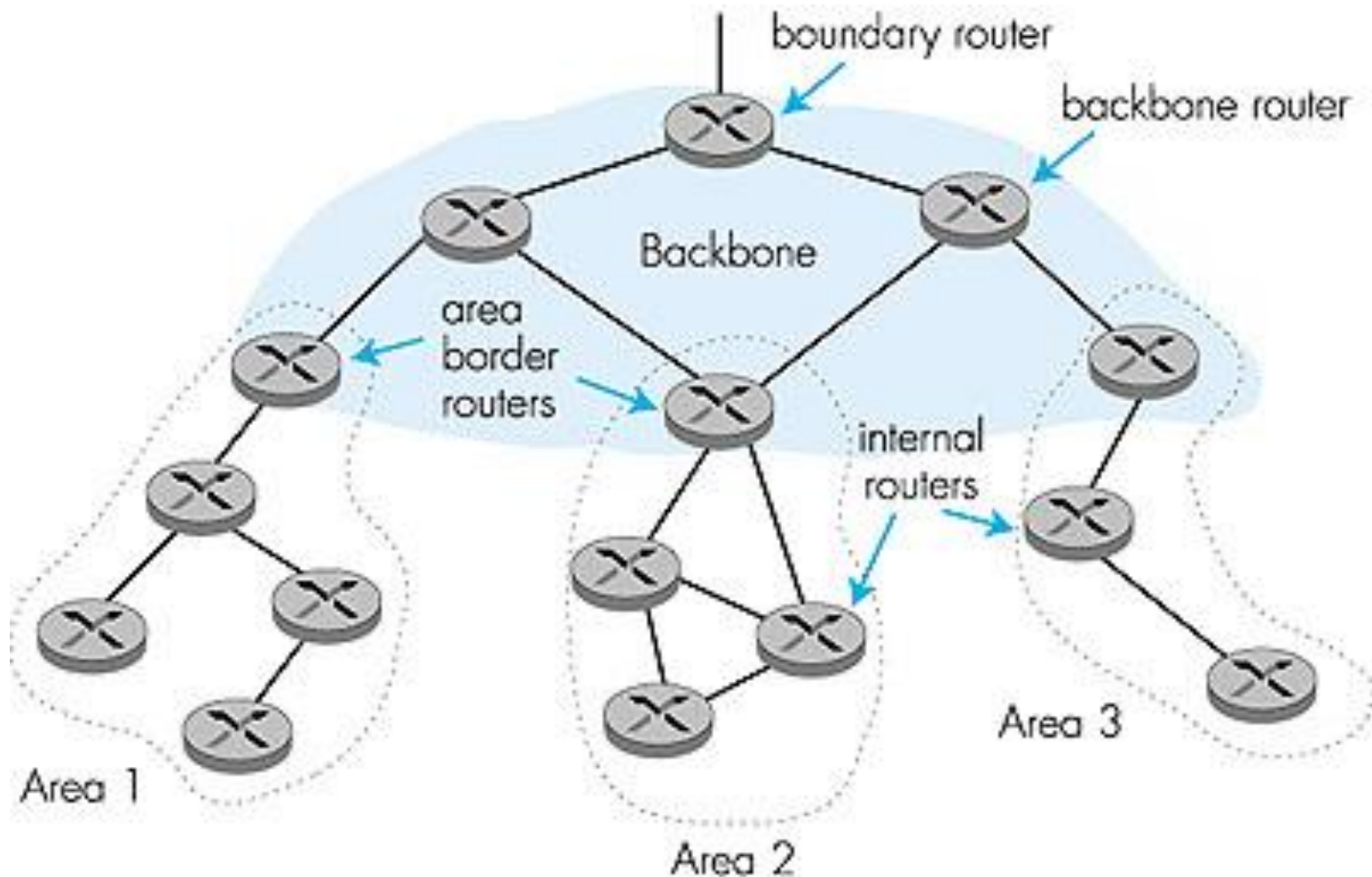
OSPF (Open Shortest Path First)

- “open”: mở, miễn phí (tương tự mã nguồn mở)
- Sử dụng giải thuật trạng thái liên kết
 - Phổ biến gói tin trạng thái liên kết
 - Thông tin toàn bộ đồ thị mạng nằm ở mỗi node
 - Sử dụng giải thuật Dijkstra để tính tuyến đường
- Gói quảng bá OSPF chứa một mục cho mỗi bộ định tuyến hàng xóm
- các quảng bá được phổ biến ra **toàn** AS (bằng cách gửi tràn - flooding)
 - Thông điệp trong OSPF được truyền trực tiếp trong IP (thay vì TCP hoặc UDP)

Những đặc điểm “đặc biệt” của OSPF (không có RIP)

- **Bảo mật:** tất cả thông điệp OSPF đều được xác thực (để phòng ngừa phá hoại)
- Cho phép **nhiều tuyến đường** cùng chi phí (RIP chỉ có 1)
- Đối với mỗi liên kết, nhiều đơn vị chi phí cho những **TOS** khác nhau (vd, chi phí của liên kết xét “low” cho best effort; high cho real time)
- Tích hợp hỗ trợ truyền đơn và **truyền nhiều đích:** (multicast)
 - Truyền đa OSPF (MOSPF) sử dụng cùng một cơ sở dữ liệu đồ hình như OSPF
- OSPF **phân tầng** trong những vùng lớn.

OSPF phân tầng



OSPF phân tầng

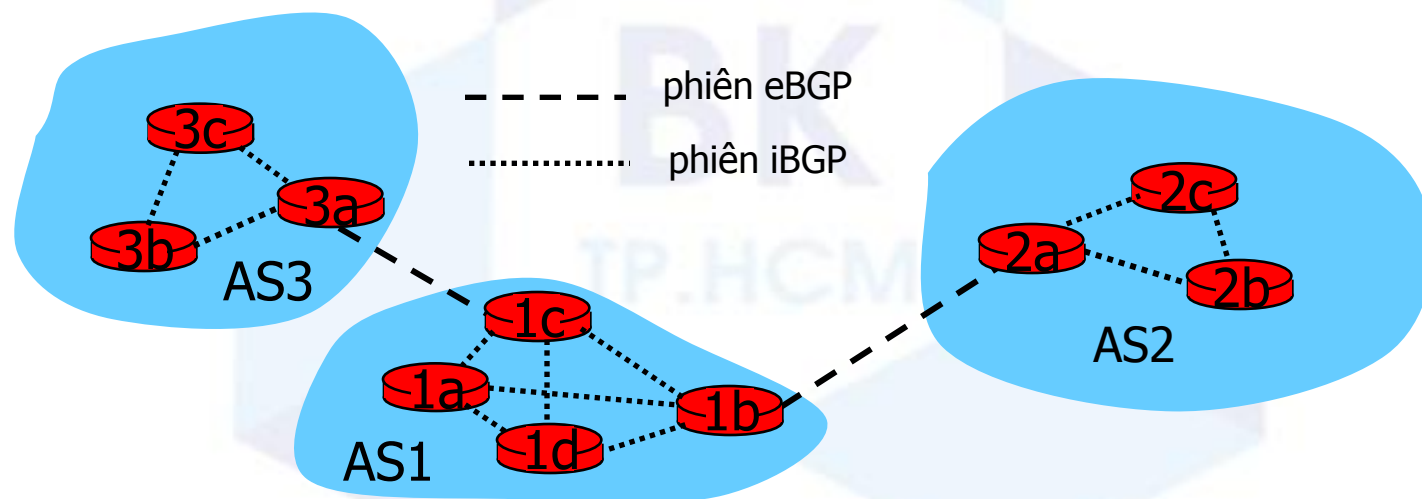
- **hệ thống phân cấp 2-cấp:** khu vực cục bộ, xương sống.
 - Các quảng bá trạng thái-liên kết chỉ lan truyền trong khu vực này
 - mỗi node đều có sơ đồ mạng cụ thể của khu vực; chỉ biết được hướng (tuyến đường ngắn nhất) tới những mạng trong những vùng khác.
- **bộ định tuyến biên vùng:** “tổng hợp” các khoảng cách tới các mạng trong vùng của nó, quảng bá cho những bộ định tuyến biên vùng khác.
- **bộ định tuyến xương sống:** chạy OSPF giới hạn trong xương sống.
- **bộ định tuyến Biên giới:** kết nối tới các AS khác.

Định tuyến giữa-AS trong Internet : BGP

- **Giao thức cổng biên - BGP:** /là chuẩn đang được dùng trên thực tế
- BGP c/cấp cho mỗi AS một phương tiện để :
 1. Có được thông tin về k/năng tới được mạng con từ các AS lân cận.
 2. Lan truyền thông tin k/n tới được cho tất cả các bộ định tuyến nội bộ AS.
 3. Xác định các tuyến đường "tốt" đến mạng con dựa trên thông tin k/n tới được và chính sách..
- cho phép mạng con quảng bá sự tồn tại của nó tới toàn Internet: *"Tôi ở đây"*

Căn bản của BGP

- những cặp bộ định tuyến (thành viên của BGP) trao đổi thông tin định tuyến thông qua kết nối TCP bán-thường trực: **phiên BGP**
 - phiên BGP không cần phải tương ứng với liên kết vật lý.
- khi AS2 quảng bá một mạng con cho AS1:
 - AS2 **hứa** là nó sẽ chuyển tiếp dữ liệu tới mạng đó.
 - AS2 có thể gộp các mạng con lại trong gói quảng bá của nó



Thuộc tính đường đi & tuyến đường BGP

- những tiền tố mạng (prefix) được quảng bá có chứa những thông số BGP.
 - tiền tố mạng + thông số = “tuyến đường”
- hai thuộc tính quan trọng:
 - **Đường đi-AS**: chứa các AS mà những quảng bá tiền tố mạng prefix đã đi qua: vd: AS 67, AS 17
 - **hop-tiếp theo**: chỉ ra bất AS-nội bộ cụ thể để đến AS hop-tiếp theo. (có thể có nhiều liên kết từ AS hiện tại đến AS-hop-tiếp theo)
- khi bất cổng nhận được quảng bá tuyến đường, nó dùng **chính sách nhập khẩu** để quyết định chấp nhận/từ chối.

Tại sao phải tách biệt sự định tuyến Trong- và Giữa-AS?

Chính sách:

- Giữa-AS: quản trị viên muốn kiểm soát lưu lượng của họ được định tuyến như thế nào, ai định tuyến qua mạng của họ.
- Trong-AS: chỉ có một quản trị viên, vì vậy không cần phải có chính sách quyết định.

Sự mở rộng:

- Định tuyến phân cấp tiết kiệm kích thước bảng , giảm lưu lượng các cập nhật.

Hiệu suất:

- Trong-AS: có thể tập trung cho hiệu suất.
- Giữa-AS: các chính sách có thể lấn át hiệu suất.

Bài tập

- Sử dụng Packet Tracer xây dựng mạng máy tính theo sơ đồ sau:

