



## CHƯƠNG 3. KẾT NỐI MẠNG Ở LỚP MAC

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh  
Bộ môn Kỹ thuật thông tin  
Viện Điện tử - Viễn thông  
ĐHBK Hà Nội  
Email: [thanhnh@mail.hut.edu.vn](mailto:thanhnh@mail.hut.edu.vn)



### Nội dung

- Tại sao phải kết nối mạng ở lớp MAC?
- Các phương pháp kết nối mạng ở lớp MAC



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Đặt vấn đề

- Vấn đề gì sẽ xảy ra nếu xây dựng một mạng LAN với số nút lớn và bảo phủ một vùng địa lý rộng?

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



3



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Đặt vấn đề (tiếp...)

- Vấn đề 1: Do chiều dài kênh truyền lớn → chất lượng tín hiệu không đảm bảo do suy hao
- Vấn đề 2: Chiều dài kênh truyền càng lớn, hiệu suất kênh truyền càng giảm do xác suất va đập tăng (802.3)
- Vấn đề 2: trong một miền quảng bá, số nút lớn dẫn đến băng thông chia sẻ cho một nút giảm

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



4



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Kết nối mạng ở lớp MAC

### Mục đích

- Kết nối nhiều mạng LAN, mở rộng vùng hoạt động của mạng LAN
- Tăng hiệu suất hoạt động, tăng băng thông chia sẻ cho một nút bằng cách chia nhỏ một mạng lớn thành nhiều vùng quảng bá (broadcast domain) nhỏ

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



5



Đặt vấn đề

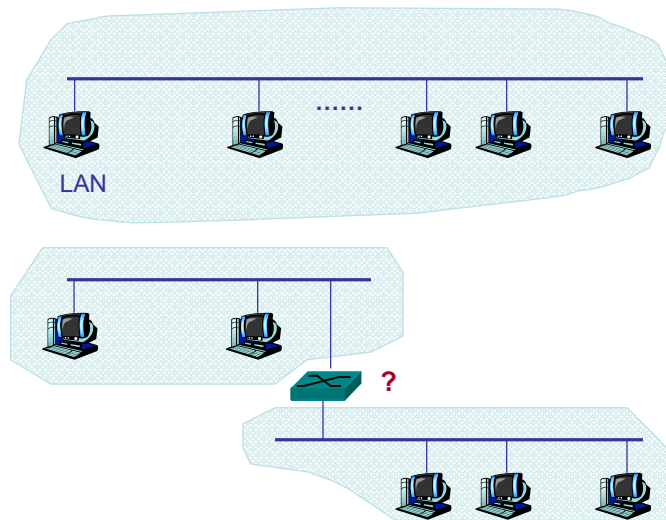
Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Kết nối mạng ở lớp MAC



CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



6



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

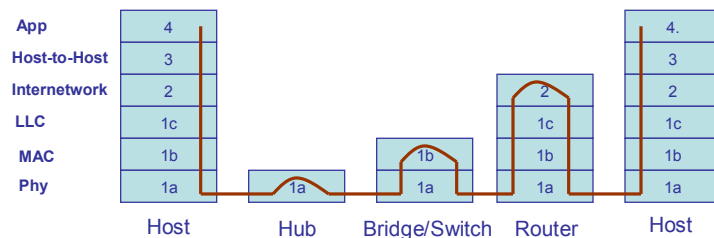
Bridge

IEEE 802.1d

## Phân loại

### Các thiết bị kết nối mạng LAN

- Lớp Vật lý: Hub
- Lớp MAC: Bridge, Switch
- Lớp Mạng: Router (sẽ học trong chương sau)



CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



7



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

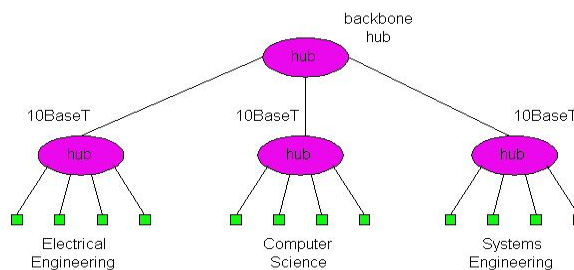
Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Khái niệm hub

- Hub là một bộ khuếch đại tín hiệu (~ repeater), cho phép mở rộng chiều dài kênh truyền.
- Không có cơ chế kiểm tra trạng thái kênh
- Ưu điểm: tăng chiều dài kênh (giải quyết vấn đề 1)
- Nhược điểm: không giải quyết được vấn đề 2 (hiệu suất kênh truyền) và 3 (băng thông)



CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



8



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

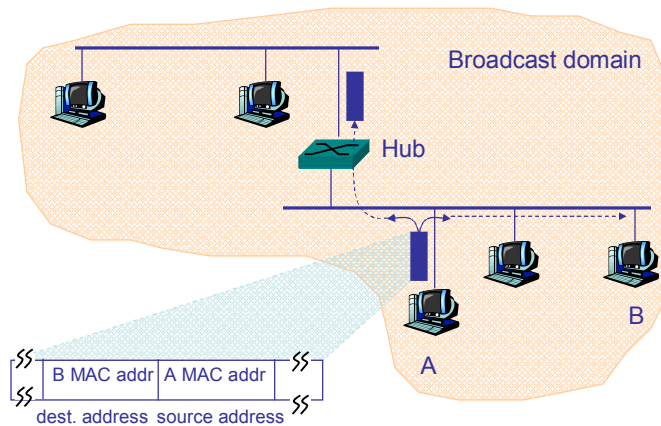
Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Khái niệm hub (tiếp...)

■ A → B:



CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



9



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Khái niệm Bridge

- Cho phép kết nối nhiều mạng LAN có công nghệ khác nhau (TD: Ethernet, Token Ring .v.v.)
- Cho phép phân mảnh một mạng LAN lớn thành nhiều segment hay nhiều vùng quảng bá nhỏ
  - Tăng phạm vi hoạt động về mặt địa lý
  - Tăng hiệu suất sử dụng kênh truyền
  - Tăng thông lượng của từng trạm

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

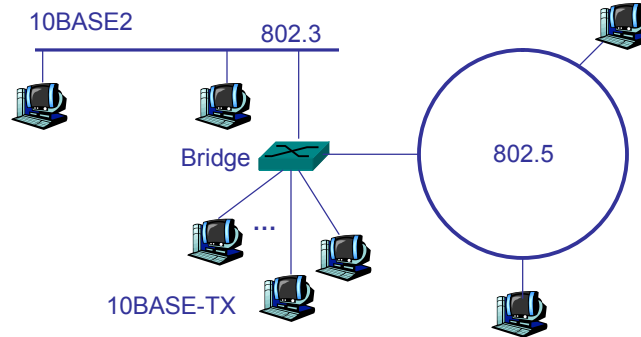
PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



10



## Kết nối nhiều công nghệ LAN



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh

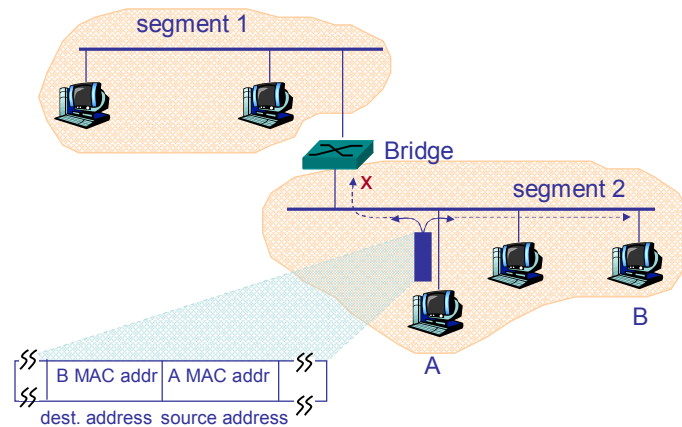


11



## Phân mảnh mạng LAN

■ A → B



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



12



S E T

Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

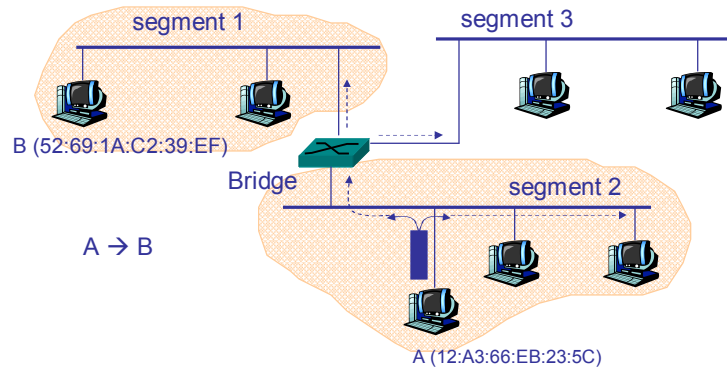
Bridge

IEEE 802.1d

## Khái niệm Bridge

### ■ Nhận xét:

- Địa chỉ MAC có dạng phẳng (flat address), không có cấu trúc → không định tuyến được bằng địa chỉ MAC khi gửi khung MAC liên mạng LAN



CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



13



S E T

Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Bridge theo chuẩn IEEE802.1d

### ■ Bridge đang được sử dụng hiện nay được chuẩn hóa trong **IEEE802.1d**

### ■ Nguyên tắc:

- “Store-and-Forward”, kiểm tra trạng thái kênh trước khi gửi gói sang một segment khác (no-frill bridge)
- Tự “học” (learning bridge)
- Cho phép tạo cây bắc cầu tối thiểu (MPT – minimum spanning tree)

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



14



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## "No-frill bridge"

- Là chức năng đơn giản nhất theo chuẩn IEEE 802.1d
- Khi nhận được khung dữ liệu trên một giao diện, bridge kiểm tra trạng thái các kênh nằm trên các giao diện còn lại, nếu kênh truyền rồi → gửi dữ liệu

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



15



Đặt vấn đề

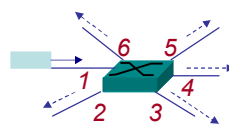
Các phương pháp kết nối

Hub

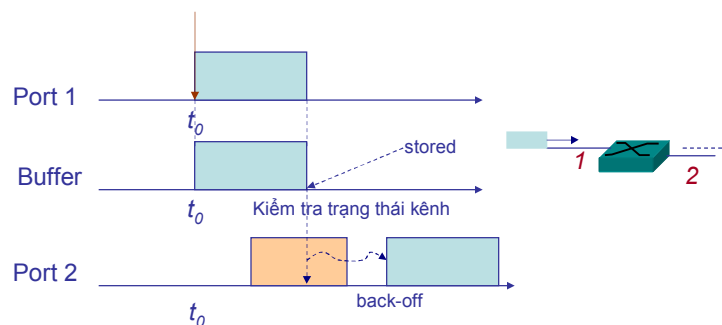
Bridge

IEEE 802.1d

## "No-frill bridge" (tiếp...)



Dữ liệu nhận được trên một cổng được chuyển đến các cổng còn lại



CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



16





Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Lọc gói (frame filter)

- Để tăng hiệu suất kênh truyền, learning bridge sử dụng cơ chế lọc gói (frame filtering)
- Nguyên tắc lọc:
  - Frame tới một trạm trong cùng 1 segment sẽ không được gửi sang các segment khác
- Câu hỏi:
  - Làm sao để biết địa chỉ đích của một frame nằm ở segment nào?

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



17



Đặt vấn đề

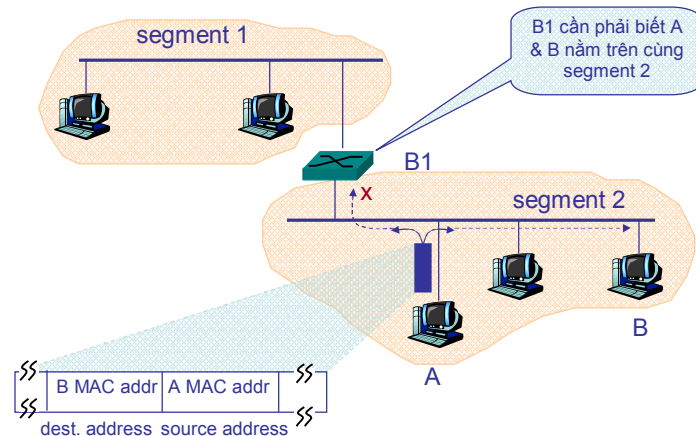
Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Lọc gói (tiếp...)




CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



18

 <b>S E T</b>	<h2 style="text-align: center;">Lọc gói (tiếp...)</h2> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tự học = learning bridge</li> <li>■ Bridge “ghi nhớ” vị trí của một trạm với cổng tương ứng             <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Khi nhận một khung, bridge liền ghi nhớ vị trí của máy gửi</li> <li>□ Lưu giữ vị trí của máy gửi vào bảng chuyển tiếp (forwarding table)</li> </ul> </li> <li>■ Cấu trúc bảng chuyển tiếp             <ul style="list-style-type: none"> <li>□ {Địa chỉ MAC của trạm, số cổng tương ứng, thời gian sống}</li> </ul> </li> </ul>
Đặt vấn đề	
Các phương pháp kết nối	
Hub	
Bridge	
IEEE 802.1d	
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN</span> <span>PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh</span>  <span>19</span> </div>

 <b>S E T</b>	<h2 style="text-align: center;">Lọc gói (tiếp...)</h2> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Khi bridge nhận được một khung:             <ul style="list-style-type: none"> <li><b>if</b> địa chỉ đích nằm trong cùng mạng LAN</li> <li><b>then</b> bỏ khung</li> <li><b>else {</b> tìm địa chỉ đích trong bảng chuyển tiếp                 <ul style="list-style-type: none"> <li><b>if</b> tìm thấy địa chỉ đích</li> <li><b>then</b> chuyển tiếp khung tới cổng tương ứng;</li> <li><b>else</b> gửi khung tới tất cả các cổng; /* trừ cổng trên đó bridge nhận được khung*/</li> </ul> </li> <li><b>}</b></li> </ul> </li> </ul>
Đặt vấn đề	
Các phương pháp kết nối	
Hub	
Bridge	
IEEE 802.1d	
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN</span> <span>PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh</span>  <span>20</span> </div>



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

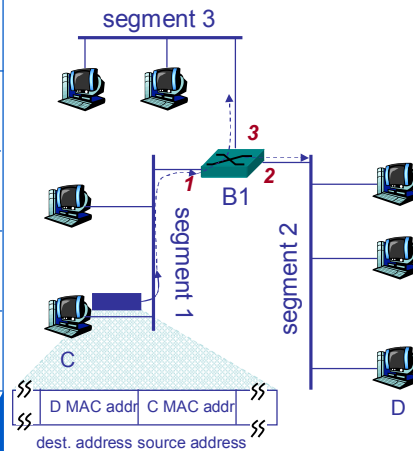
Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Lọc gói (tiếp...)

### C gửi một khung tới D



- C gửi khung
- B1 nhận khung trên cổng 1
- B1 không có thông tin về vị trí của D
- B1 chuyển tiếp khung qua cổng 2 và 3
- B1 cập nhật vị trí của C ở cổng 1
- segment 3 bỏ qua khung
- D nhận khung

Bảng chuyển tiếp (Forwarding table)

MAC Addr.	Port	TTL
C	1	60

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



21



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

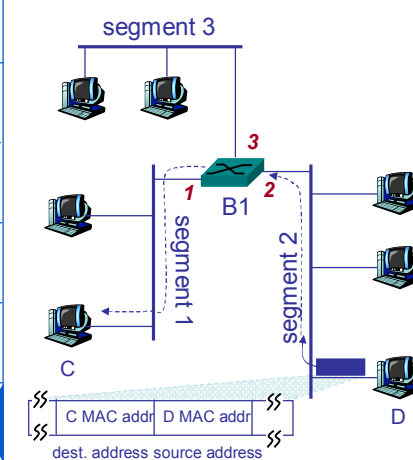
Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Lọc gói (tiếp...)

### D trả lời một khung dữ liệu tới C



- D gửi khung
- B1 nhận khung trên cổng 2
- B1 cập nhật vị trí của D
- B1 tìm vị trí của C ở bảng chuyển tiếp
- B1 chuyển tiếp khung qua cổng 1
- C nhận khung

Bảng chuyển tiếp (Forwarding table)

MAC Addr.	Port	TTL
C	1	60
D	2	60

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



22



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

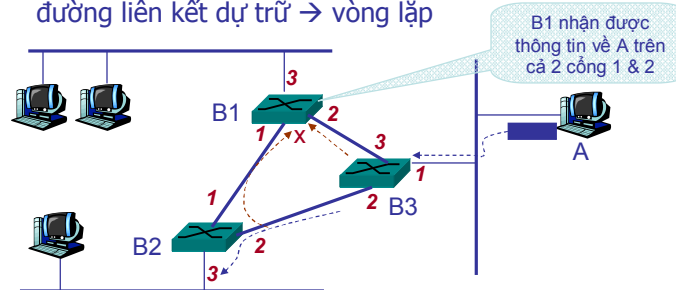
Bridge

IEEE 802.1d

## Lọc gói (tiếp...)

### ■ Nhận xét:

- Cơ chế lọc gói chỉ hoạt động khi đồ hình mạng (topology) không xuất hiện vòng lặp
- Trong thực tế, để tăng độ tin cậy, có thể thiết lập các đường liên kết dự trữ → vòng lặp



CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



23



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Cây bắc cầu (spanning tree)

### ■ Để tránh vòng lặp:

- Tạo ra một đồ hình cây logic trên đồ hình vật lý

### ■ Giao thức STP:

- STP: Spanning Tree Protocol
- Giao thức lớp LLC để tạo ra một đồ hình cây bắc cầu
- Do Radia Perlman phát triển, được đưa vào chuẩn IEEE 802.1d

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



24



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## STP

- Bridge sử dụng STP để trao đổi *bản tin cấu hình* cho phép thực hiện:
  - Trong các bridge của tất cả các mạng LAN, lựa chọn **bridge gốc** (root bridge)
  - Tính toán **khoảng cách ngắn nhất** từ chính nó đến bridge gốc
  - Đối với mỗi mạng LAN, lựa chọn một **bridge ủy quyền** (designated bridge) trên mạng đó. Bridge ủy quyền sẽ gửi các khung dữ liệu đến bridge gốc
  - Chọn **cổng gốc** (root port) là đường ngắn nhất từ chính nó đến bridge gốc
  - Chọn các cổng nằm trong spanning tree (cổng gốc và một số cổng khác)
- Mỗi bridge được gán một số hiệu nhận dạng (bridge ID.) dài 6 byte.

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



25



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## STP (tiếp...)

Root ID cost transmitter

- Cấu trúc bản tin STP
  - Root ID: số hiệu nhận dạng bridge gốc
  - Cost: khoảng cách (giá) từ bridge gửi bản tin (transmitting bridge) STP đến bridge gốc
  - Transmitter: bridge gửi bản tin STP
- Bridge khởi đầu bằng việc gửi các bản tin với bridge gốc là chính nó, khoảng cách bằng 0
- Bridge cũng đồng thời nhận bản tin từ các bridge khác và lựa chọn bản tin "tốt nhất" trên từng giao diện

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



26



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## STP (tiếp...)

### ■ Bản tin C1 "tốt hơn" C2 nếu:

- $\text{root\_ID}(C1) < \text{root\_ID}(C2)$
- $\text{root\_ID}(C1) = \text{root\_ID}(C2)$ ,  
 $\text{cost}(C1) < \text{cost}(C2)$
- $\text{root\_ID}(C1) = \text{root\_ID}(C2)$ ,  
 $\{\text{cost}(C1) = \text{cost}(C2)\}$ ,  
 $\text{transmitting\_bridge\_ID}(C1) < \text{transmitting\_bridge\_ID}(C2)$

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



27



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## STP (tiếp...)

### ■ So sánh 2 bản tin C1 và C2: C1 tốt hơn C2

	C1			C2		
	Root ID	Cost	Transmitter	Root ID	Cost	Transmitter
A	29	15	35	31	12	32
B	35	15	80	35	18	38
C	35	80	39	35	80	40

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



28



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Thiết lập cây dựa trên bản tin STP

- Bước 1: lựa chọn bridge gốc
  - Bridge gốc là bridge có giá trị tối thiểu trong các bản tin nhận được
  - Thí dụ: bridge B có ID là 18 và nó nhận được các bản tin sau trên các cổng → bridge gốc là bridge có ID 12 (nhận trên cổng 2)

	Root ID	Cost	Transmitter
Port 1	12	93	51
<b>Port 2</b>	<b>12</b>	<b>85</b>	<b>47</b>
Port 3	81	0	81
Port 4	15	31	27

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



29



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Thiết lập cây dựa trên bản tin STP (tiếp...)

- Bước 2: tính toán khoảng cách từ B tới bridge gốc:
  - Nếu B là bridge gốc → khoảng cách tới chính nó là 0
  - Nếu B không phải bridge gốc: khoảng cách từ B → bridge gốc là khoảng cách trên bản tin tốt nhất cộng với khoảng cách từ B đến transmitter
  - B chọn cổng ngắn nhất đến bridge đích → **cổng gốc** (root port)
  - Thí dụ (tiếp thí dụ trang trước): giả thiết khoảng cách từ B (ID=18) đến bridge 47 là 1 → khoảng cách đến bridge gốc (ID=12) là 86 thông qua cổng 2 nối với bridge 47; cổng gốc: port 2
  - Chú ý: nếu bridge có 2 cổng đến bridge gốc với khoảng cách như nhau: cổng nào có transmitter nhỏ hơn sẽ được chọn làm cổng gốc

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



30



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Thiết lập cây dựa trên bản tin STP (tiếp...)

- Bước 3: Lựa chọn bridge ủy quyền (bridge gửi các khung dữ liệu trong mạng LAN đến bridge gốc)
  - Bridge B tính toán bản tin cấu hình mà nó sẽ quảng bá trên các cổng trên các cổng
  - Bản tin cấu hình: {12.86.18} → khoảng cách ngắn nhất đến bridge gốc (ID=12) là 86, thông qua bridge 18.
  - B là bridge ủy quyền trên các cổng 1, 3, 4 → gửi bản tin cấu hình {12.86.18} trên các cổng này

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



31



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Thiết lập cây dựa trên bản tin STP (tiếp...)

- Bước 4: Lựa chọn cổng nằm trong cây bắc cầu (spanning tree)
  - Cổng gốc (port 2)
  - Các cổng mà B là bridge ủy quyền (port 1, 3, 4)
  - Các cổng không được lựa chọn sẽ được chuyển sang trạng thái không hoạt động (blocking state)

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



32





## Thiết lập cây dựa trên bản tin STP (tiếp...)

### ■ Chú ý:

- Khi một bridge nhận ra nó không phải là bridge gốc → ngừng phát bản tin cấu hình với nó là gốc
- Chỉ có bridge gốc phát bản tin cấu hình theo chu kỳ

Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

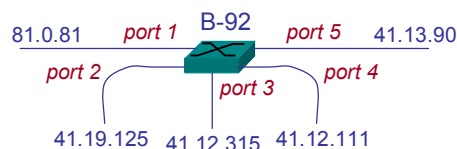
PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



33



## Thí dụ 1



- Bridge B-92 (ID=92) có 5 cổng và nhận được bản tin cấu hình như hình vẽ
- Giả thiết khoảng cách từ B-92 đến tất cả các LAN liền kề là 1

Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



34



Đặt vấn đề

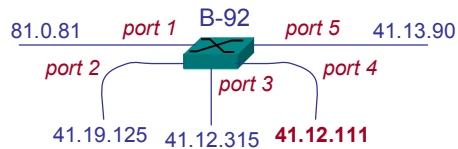
Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Thí dụ 1 (tiếp...)



- Bản tin tốt nhất: 41.12.111 trên port 4
- B-92 đặt cổng 4 là cổng gốc
- Tính toán bản tin cầu hình: {41.13.92}

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



35



Đặt vấn đề

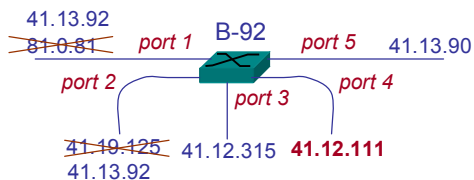
Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Thí dụ 1 (tiếp...)



- So sánh bản tin {41.13.92} với các bản tin nhận được trên cổng 1, 2, 4, 5
- {41.13.92} tốt hơn các bản tin nhận được trên cổng 1 và 2
- B-92 là bridge ủy quyền trên các cổng 1 và 2

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



36



Đặt vấn đề

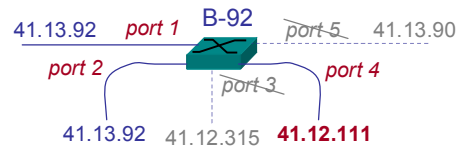
Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Thí dụ 1 (tiếp...)



- B-92 chọn cổng 4 (cổng gốc) và cổng 1, 2 vào cây bắc cầu
- Chuyển cổng 3, 5 sang trạng thái không hoạt động

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



37



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Câu hỏi

- Phương pháp xây dựng spanning tree trong IEEE802.1d sử dụng thuật toán gì trong 2 thuật toán:
  - Prim?
  - Kruskal?

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



38



Đặt vấn đề

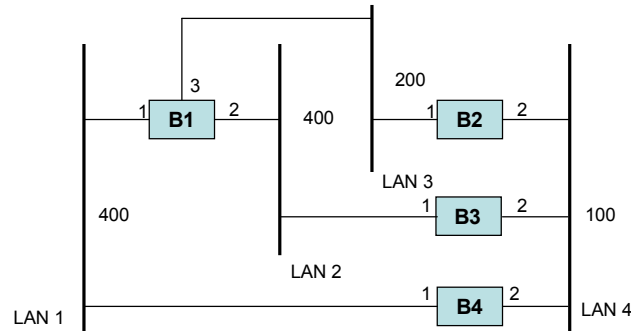
Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

## Bài tập



- Giả thiết đã chọn được B1 là nút gốc, giải thích quá trình tạo cây bắc cầu

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



39



## Tài liệu tham khảo

- Radia Perlman, Interconnections: Bridges, Routers, Switches, and Internetworking Protocols, Addison-Wesley 1999