



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



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

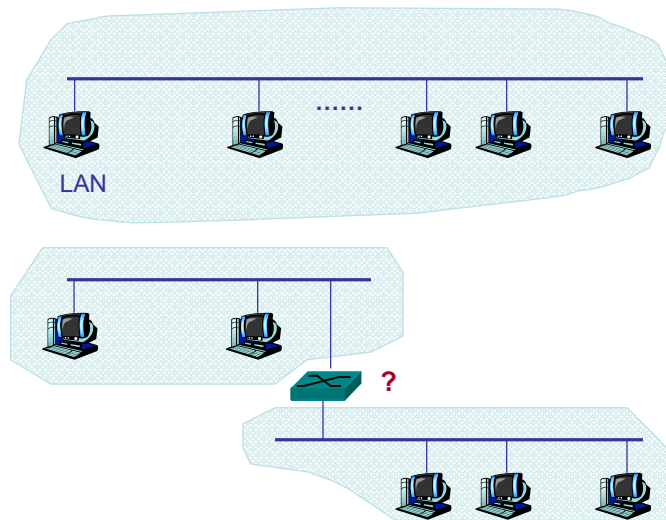
Các phương pháp kết nối

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

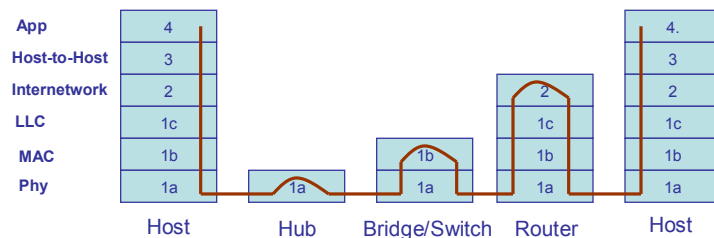
Bridge

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

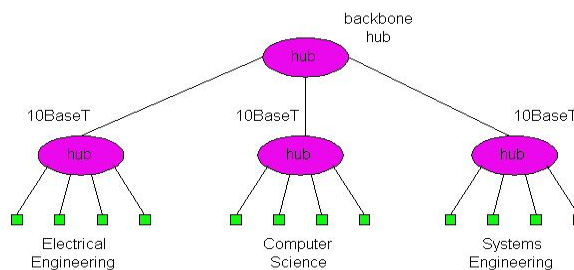
Hub

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

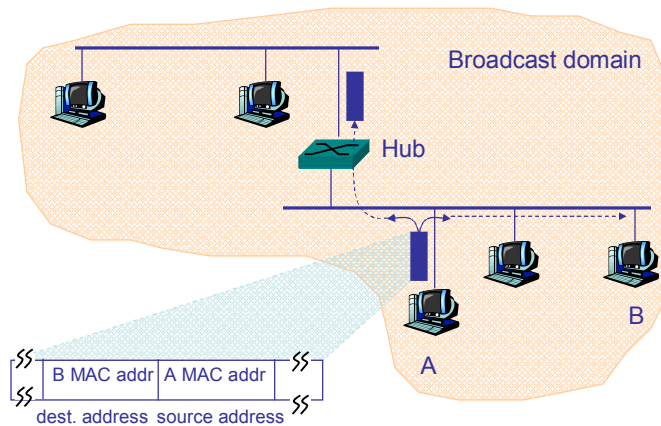
Hub

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

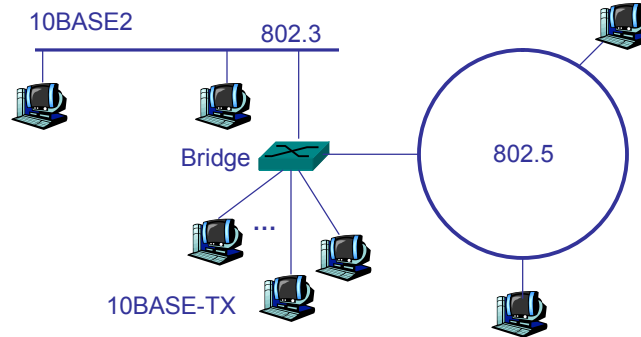
PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



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

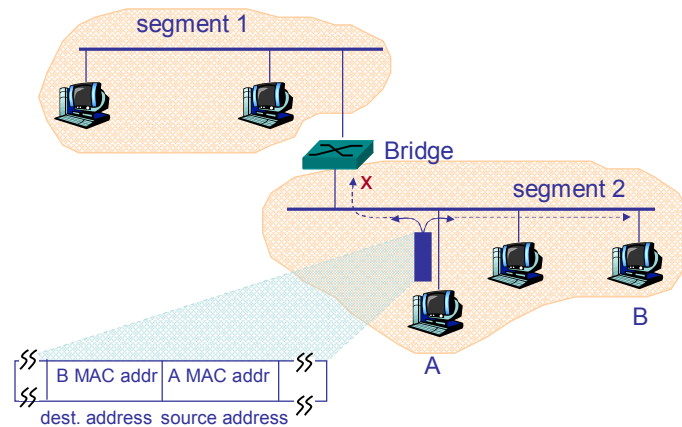


11



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

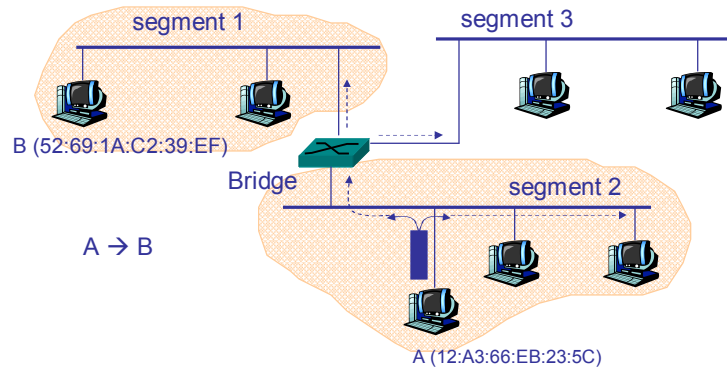
Bridge

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

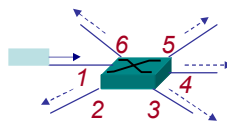
Các phương pháp kết nối

Hub

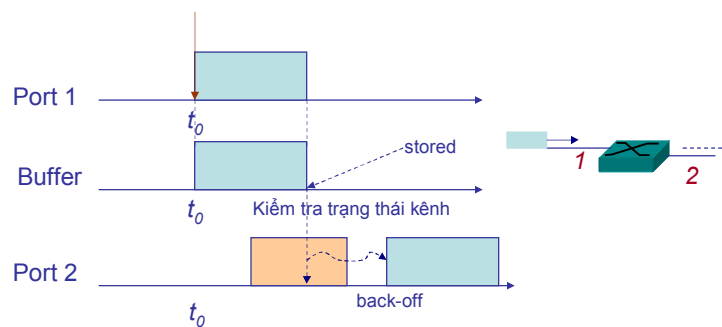
Bridge

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

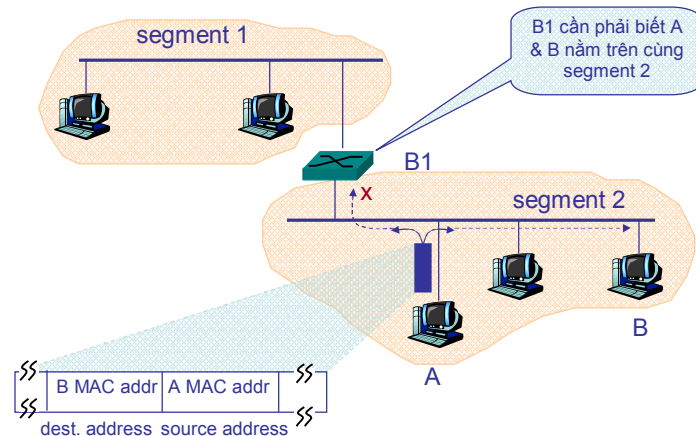
Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

Lọc gói (tiếp...)




CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



18



S E T

Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

Lọc gói (tiếp...)

- Tự học = learning bridge
- Bridge "ghi nhớ" vị trí của một trạm với cổng tương ứng
 - Khi nhận một khung, bridge liền ghi nhớ vị trí của máy gửi
 - Lưu giữ vị trí của máy gửi vào bảng chuyển tiếp (forwarding table)
- Cấu trúc bảng chuyển tiếp
 - {Địa chỉ MAC của trạm, số cổng tương ứng, thời gian sống}

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



19



S E T

Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

Hub

Bridge

IEEE 802.1d

Lọc gói (tiếp...)

- Khi bridge nhận được một khung:
 - if** địa chỉ đích nằm trong cùng mạng LAN
 - then** bỏ khung
 - else {** tìm địa chỉ đích trong bảng chuyển tiếp
 - if** tìm thấy địa chỉ đích
 - then** chuyển tiếp khung tới cổng tương ứng;
 - else** gửi khung tới tất cả các cổng; /* trừ cổng trên đó bridge nhận được khung*/
 - }**

CHƯƠNG 3 – KẾT NỐI MẠNG LAN

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



20



Đặt vấn đề

Các phương pháp kết nối

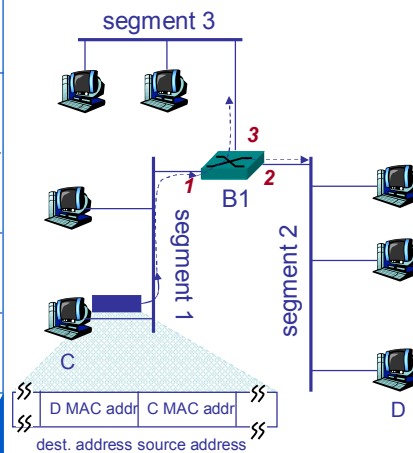
Hub

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

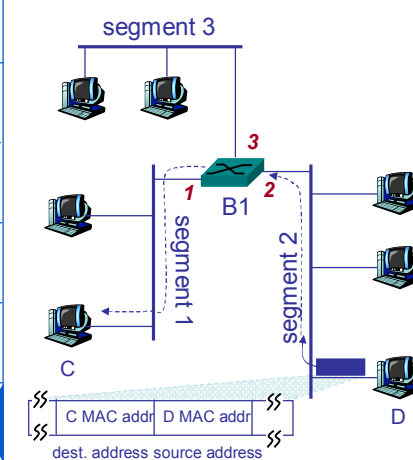
Hub

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

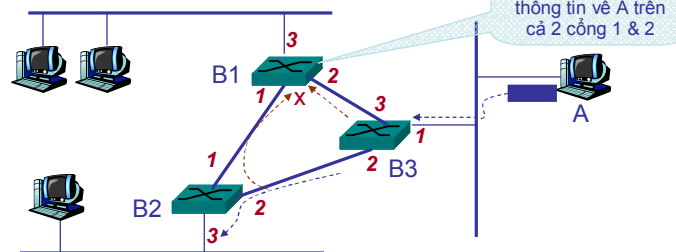
Bridge

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
Port 2	12	85	47
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

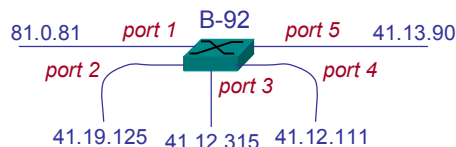
PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



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

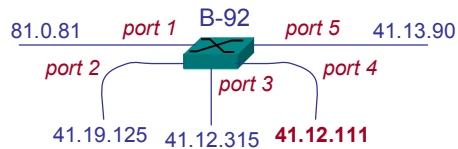
Các phương pháp kết nối

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

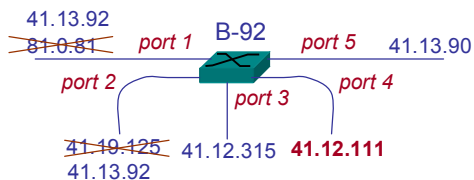
Các phương pháp kết nối

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

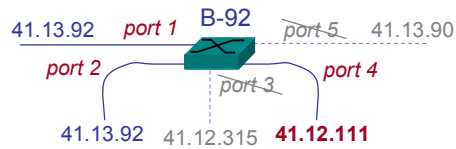
Các phương pháp kết nối

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

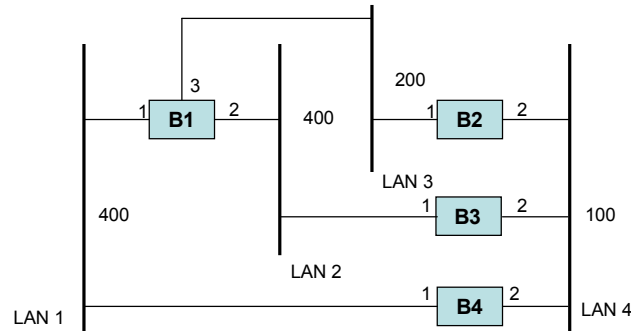
Các phương pháp kết nối

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