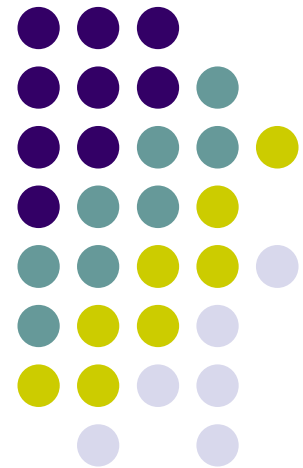


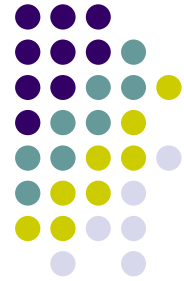
Chương 8: Tầng liên kết dữ liệu

Giảng viên: Ngô Hồng Sơn

Khoa CNTT- ĐHBK Hà Nội
Bộ môn Truyền thông và Mạng máy tính

[cuu duong than cong . com](http://cuuduongthancong.com)





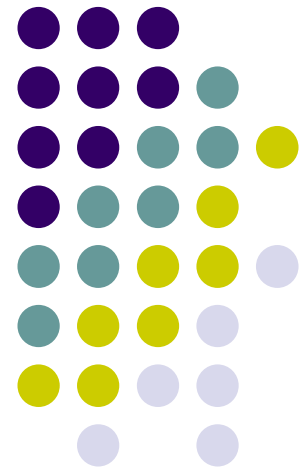
Tổng quan

- Tuần trước: Tầng ứng dụng
 - Mô hình: client-server vs. P2P
 - Case study: HTTP, Mail, FTP...
- Tuần này: Tầng liên kết dữ liệu
 - Dịch vụ:
 - Đóng gói, địa chỉ hóa
 - Phát hiện và sửa lỗi
 - Kiểm soát luồng
 - Kiểm soát truy nhập đường truyền
 - Công nghệ mạng LAN (Local Area Network)
 - Ethernet
 - Wireless LAN
 - Công nghệ mạng WAN (Wide Area Network)
 - Frame relay
 - ATM
 -

Giới thiệu về Tàng liên kết dữ liệu

cuu duong than cong . com

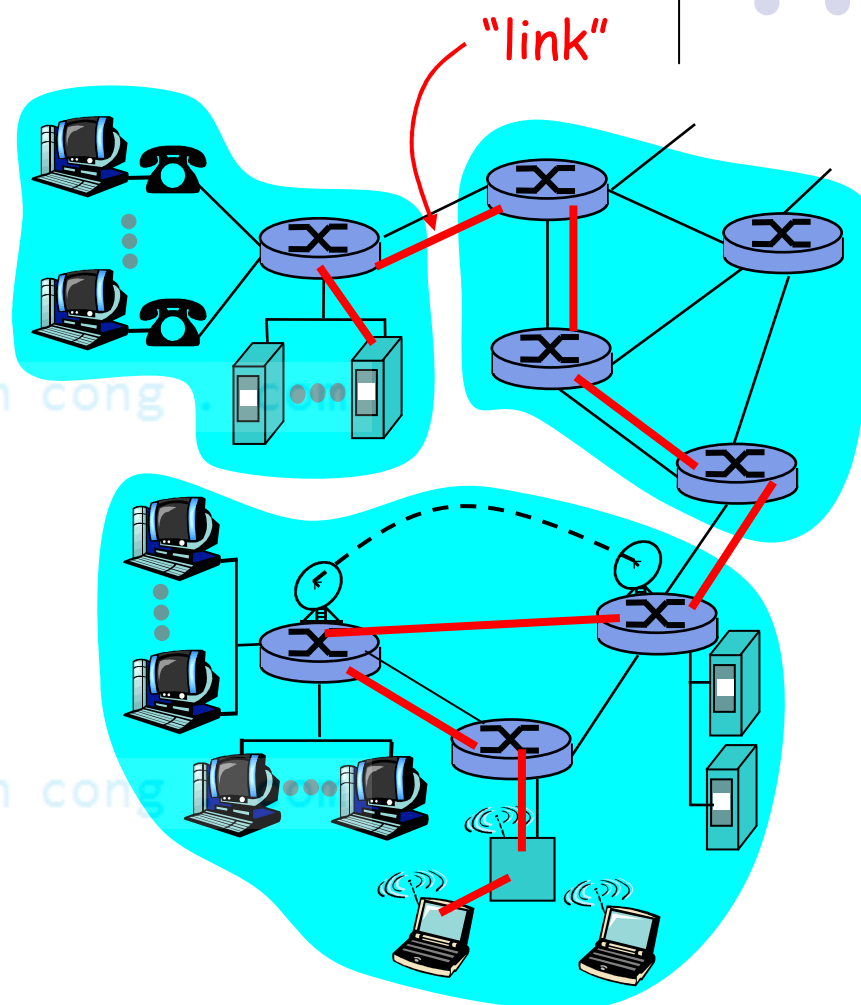
cuu duong than cong . com



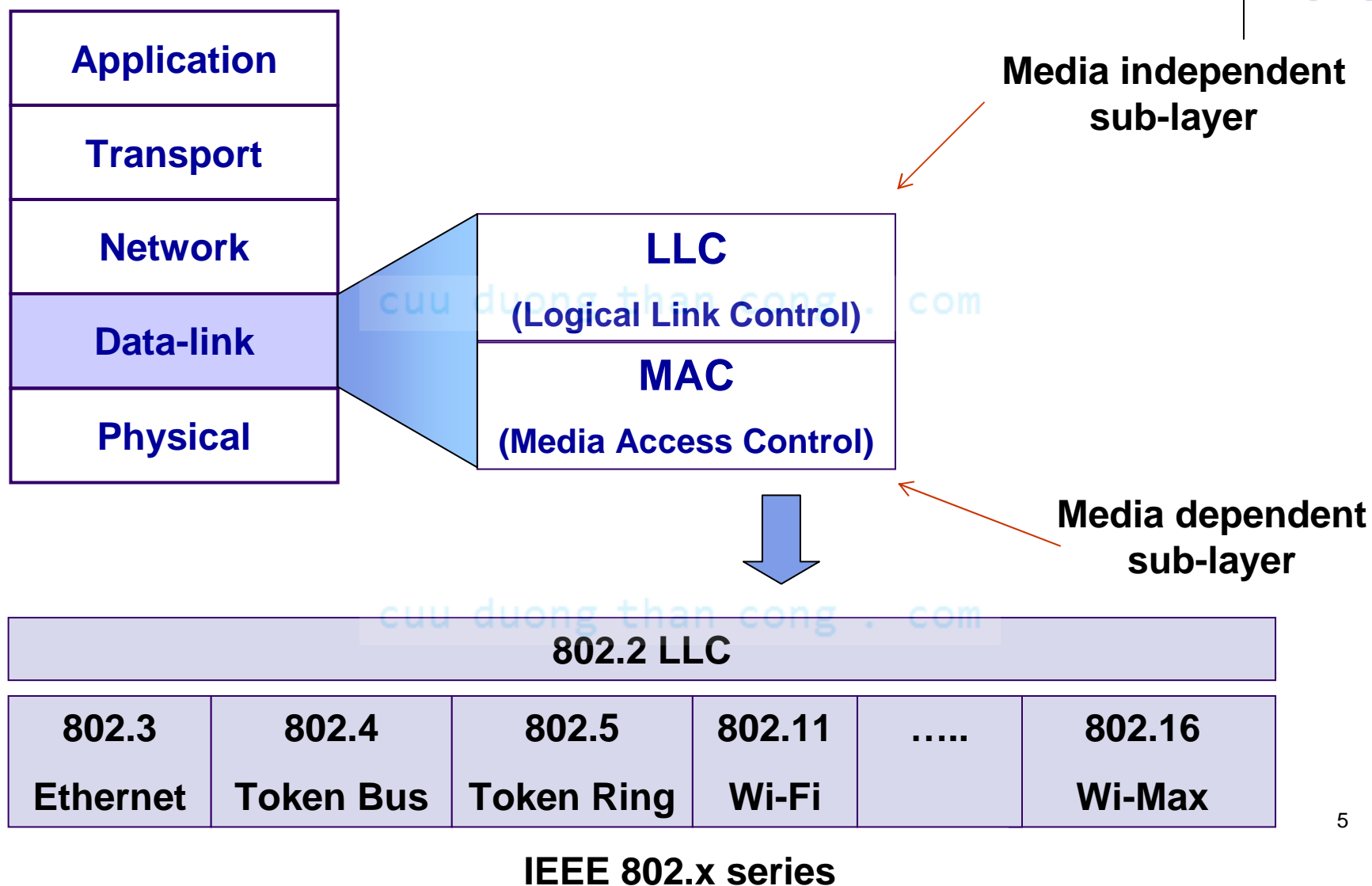
Nút mạng và liên kết



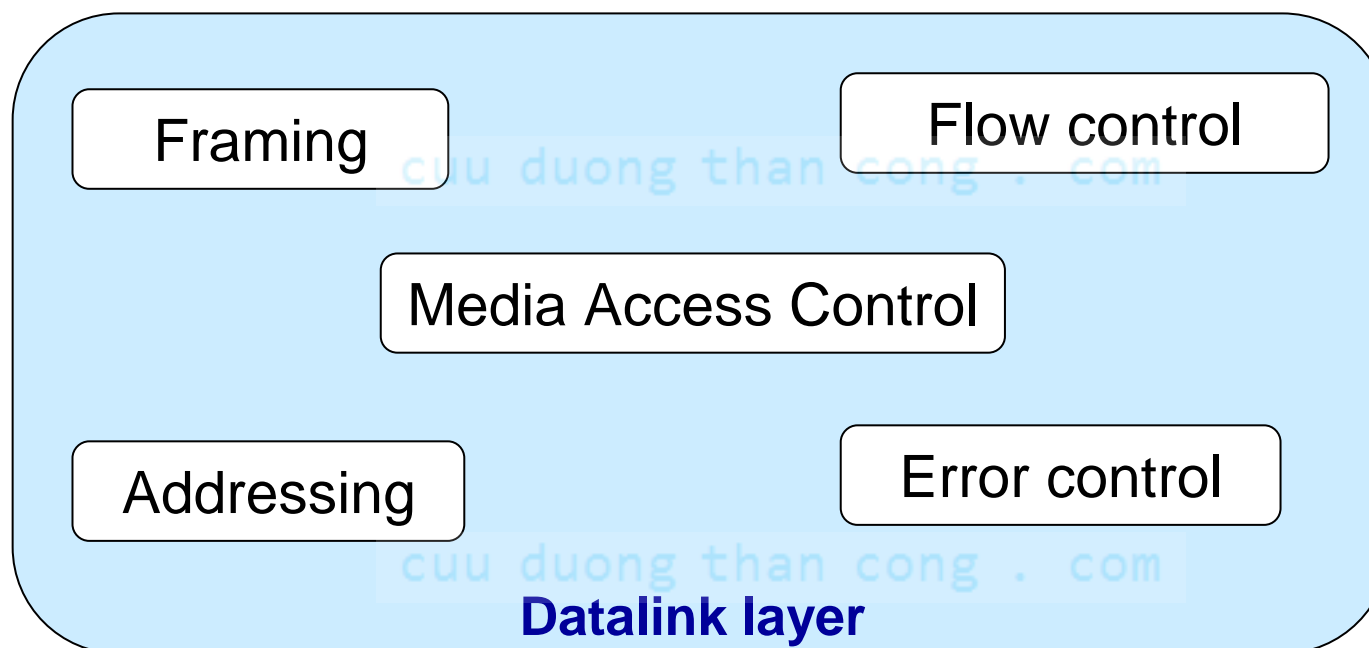
- Nút mạng:
 - PCs, Laptop, Routers, Server...
- Liên kết:
 - Kênh truyền thông giữa các nút kế tiếp
 - Hữu tuyến: Ethernet LAN, ADSL, fiber optic...
 - Không dây: Wi-fi, Wi-Max, vệ tinh,...
- **Tầng liên kết dữ liệu:**
Truyền dữ liệu giữa các thành phần kế tiếp



Tầng liên kết dữ liệu và kiến trúc phân tầng



Tổng quan về các chức năng





Các chức năng (1)

- Đóng gói - Framing:
 - Đơn vị dữ liệu: Frame (khung tin)
 - Bên gửi: đặt gói tin tầng mạng vào khung tin, thêm phần đầu, phần đuôi
 - Bên nhận: Bỏ phần đầu, phần đuôi và lấy gói tin truyền lên tầng mạng
- Địa chỉ hóa - Addressing:
 - Địa chỉ vật lý đặt trong phần đầu gói tin để định danh nút nguồn, nút đích

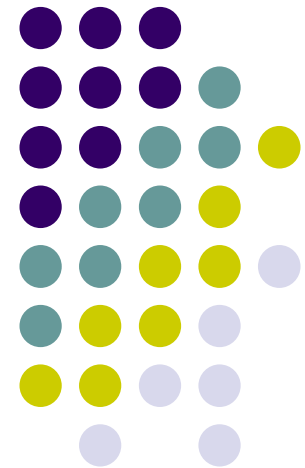


Các chức năng (2)

- Điều khiển truy nhập đường truyền
 - Nếu là mạng đa truy nhập, cần có các giao thức truy nhập đường truyền cho nhiều máy trạm
- Kiểm soát luồng:
 - Kiểm soát tốc độ truyền của bên gửi sao cho bên nhận hoạt động tốt, không bị quá tải
- Kiểm soát lỗi:
 - Phát hiện và sửa các lỗi bit
 - e.g. parity check, checksum, CRC check

Kiểm soát lỗi

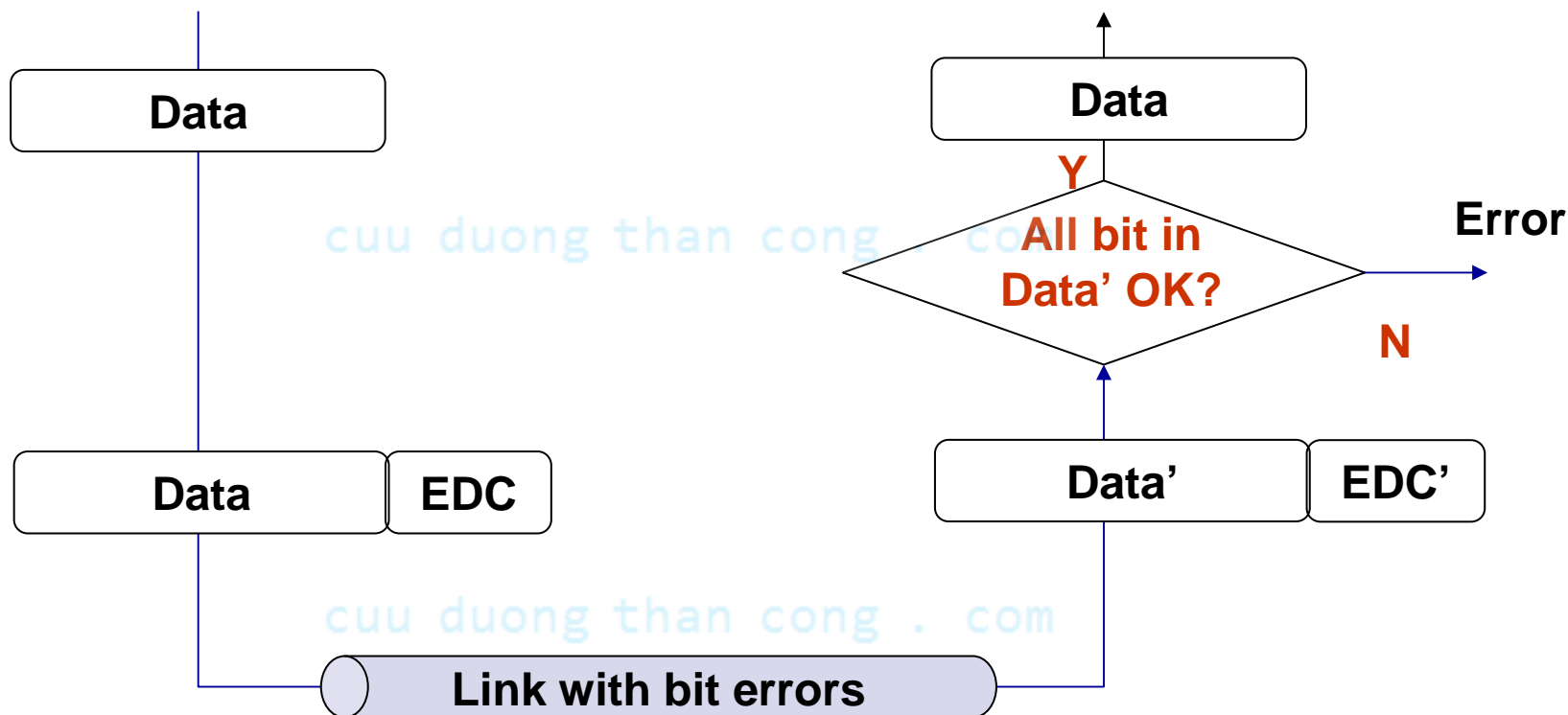
Phát hiện lỗi
Phát hiện và sửa lỗi



Nguyên lý phát hiện lỗi



EDC= Error Detection Code (redundancy)
Mã phát hiện lỗi



Mã chẵn lẻ



- Mã đơn
 - Phát hiện lỗi bit đơn

| | |
|------------------|---|
| 0111000110101011 | 0 |
|------------------|---|

- Mã hai chiều cuu duong than cong . com
 - Phát hiện và sửa lỗi bit đơn

| | | | | |
|--------|---|--|--------|---|
| 101011 | 1 | | 101011 | 1 |
| 111100 | | | 101100 | |
| 011101 | | | 011101 | |
| 001010 | | | 001010 | |

- Khái niệm về checksum của Internet?



Internet checksum (nhắc lại)

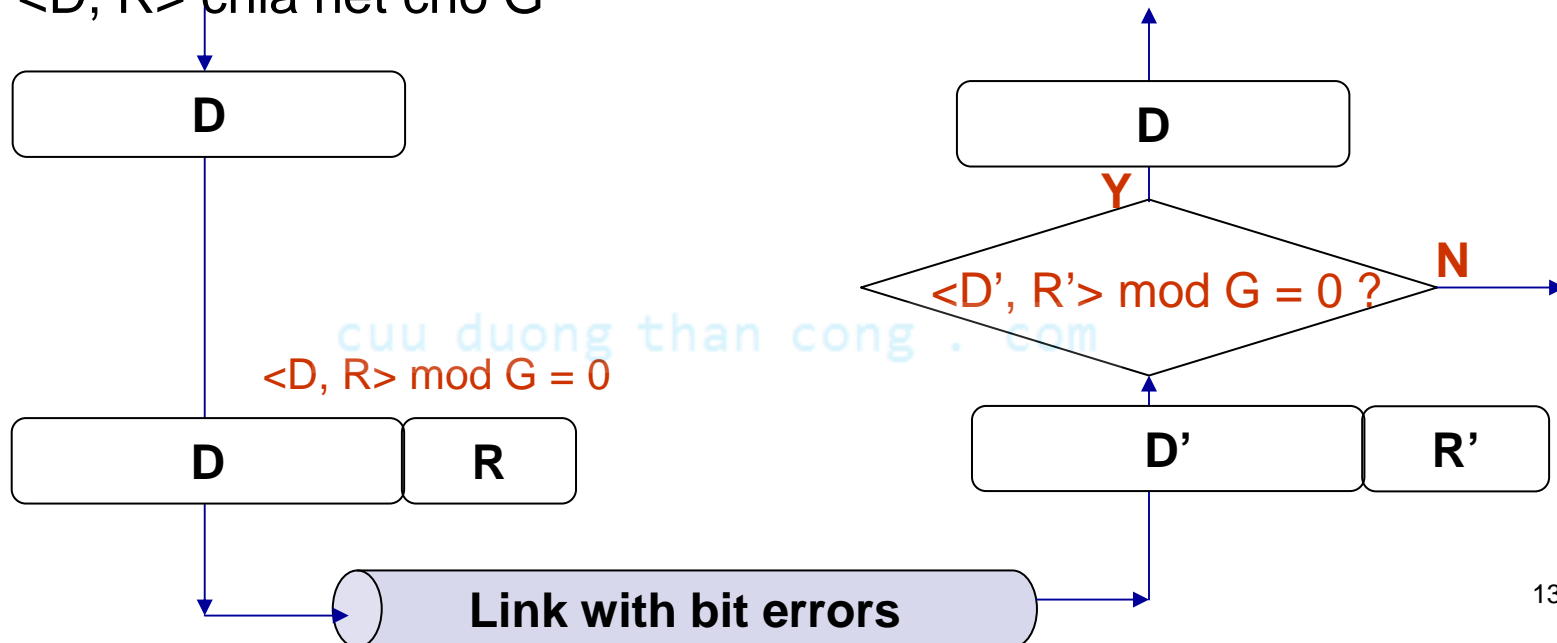
- Mã kiểm tra lỗi độ dài 16 bit
- Tại bên gửi
 - Đặt 16 bit của checksum = 0
 - Tổng theo các số 16 bits
 - Đảo bit tất cả
- Tại bên nhận
 - Tổng tất cả theo các số 16 bit
 - Phải thu được toàn các bit 1
 - Nếu không, gói tin bị lỗi

CRC: Cyclic Redundancy Check

Mã vòng



- Dữ liệu được xem như một số nhị phân: D
- Chọn một chuỗi $r+1$ bit, G (chuỗi sinh – Generator)
- Tìm một chuỗi R độ dài r bit, sao cho chuỗi ghép của D và R là một số nhị phân chia hết cho G (chia modulo 2)
 - $\langle D, R \rangle$ chia hết cho G



CRC: Cách tìm R



- $\langle D, R \rangle$ có thể viết dưới dạng

- $D \cdot 2^r \text{ XOR } R$

- $\langle D, R \rangle$ chia hết cho G

- $D \cdot 2^r \text{ XOR } R = n \cdot G$

- $D \cdot 2^r = n \cdot G \text{ XOR } R$

- Có nghĩa là R là số dư khi chia $D \cdot 2^r$ cho G (phép chia modulo 2)

$$R = D \cdot 2^r \bmod G$$

$R=110$, chuỗi bit gửi đi là

10101001110

D

R

- Ví dụ

| | | |
|----------|----------|----------|
| 10101001 | 000 | G |
| 1001 | D | 1001 |
| | | 1011110 |

1110

1001

1110

1001

1111

1001

1100

1001

1010

1001

110

R

CRC biểu diễn dưới dạng đa thức

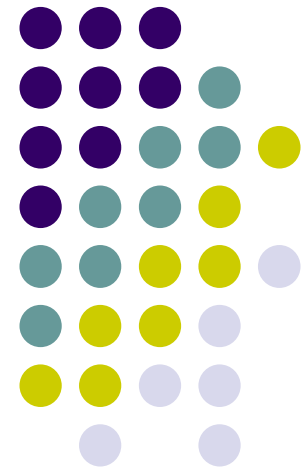


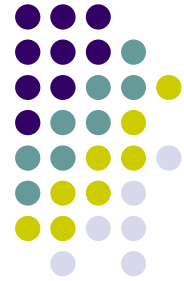
- $1011 : x^3 + x + 1$
- Ví dụ một số mã CRC được sử dụng trong thực tế:
 - $\text{CRC-8} = x^8 + x^2 + x + 1$
 - $\text{CRC-12} = x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + x$
 - $\text{CRC-16-CCITT} = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$
 - $\text{CRC-32} = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$
- G càng dài, mã CRC phát hiện lỗi càng hiệu quả
- CRC được sử dụng rộng rãi trong thực tế
 - Wi-fi, ATM, Ethernet...
 - Phép toán XOR được cài đặt bởi phần cứng
 - Phát hiện chuỗi bit bị lỗi có độ dài nhỏ hơn $r+1$ bit

Kiểm soát truy nhập đường truyền

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com





Các dạng liên kết

- Điểm-nối-điểm
 - ADSL
 - Telephone modem
 - Leased Line....
- Quảng bá
 - Mạng LAN truyền thống với hình trạng bus hay mạng hình sao dùng hub (công nghệ lỗi thời)
 - Wireless LAN, radio network, mobile network
 - HFC:
 - ...
- Các mạng quảng bá cần giao thức điều khiển truy nhập để tránh xung đột -> Giao thức đa truy nhập

Phân loại các giao thức đa truy nhập



- Chia kênh:
 - Chia tài nguyên của đường truyền thành nhiều phần nhỏ (Thời gian - TDMA, Tần số - FDMA, Mã - CDMA)
 - Chia từng phần nhỏ đó cho các nút mạng
- Truy nhập ngẫu nhiên:
 - Kênh không được chia, cho phép đồng thời truy nhập, chấp nhận là có xung đột (collision)
 - Cần có cơ chế để phát hiện và tránh xung đột
 - e.g. Pure Aloha, Slotted Aloha, CSMA/CD, CSMA/CA...
- Làn lượt:
 - Theo hình thức quay vòng
 - Token Ring, Token Bus....



Các phương pháp chia kênh

- FDMA: frequency division multiple access
- TDMA: time division multiple access
- CDMA: code division multiple access

cuu duong than cong . com

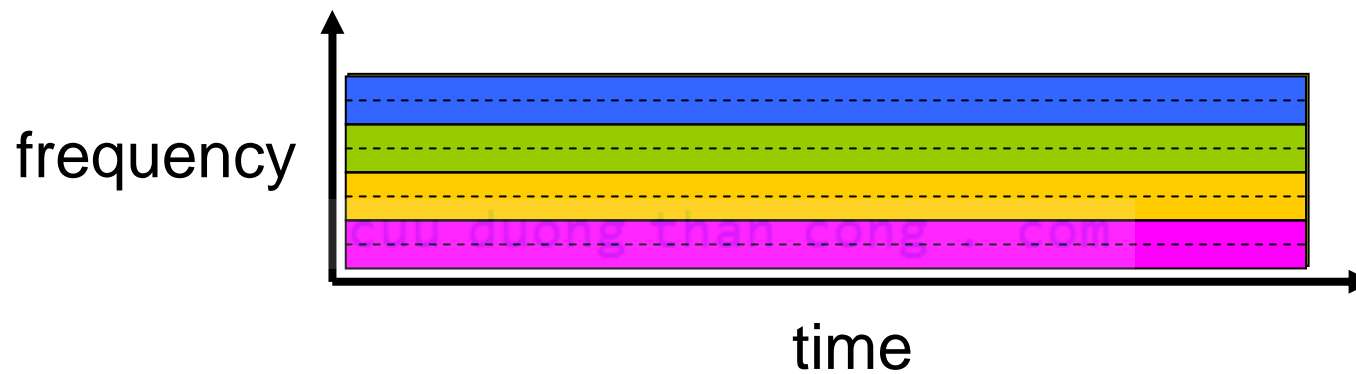
TDMA và FDMA

Ví dụ:

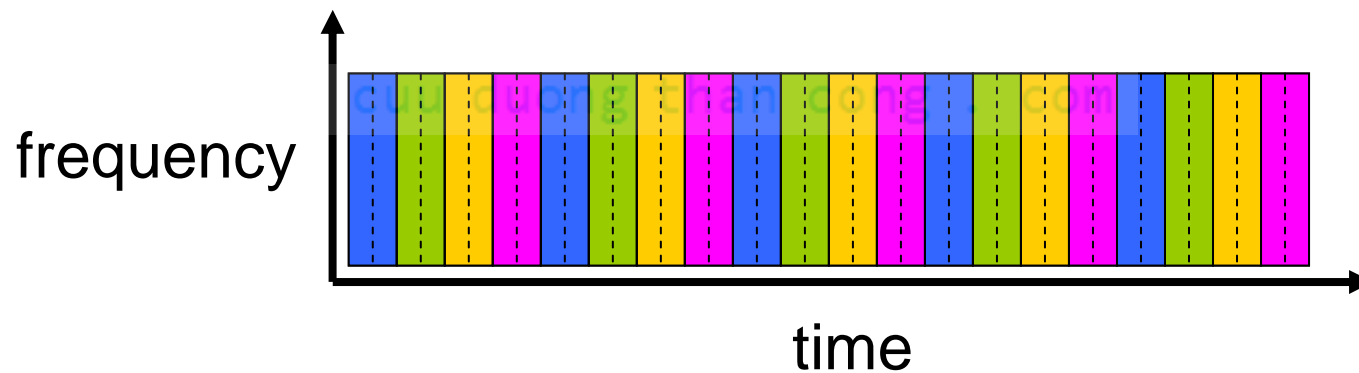
4 kênh



FDMA



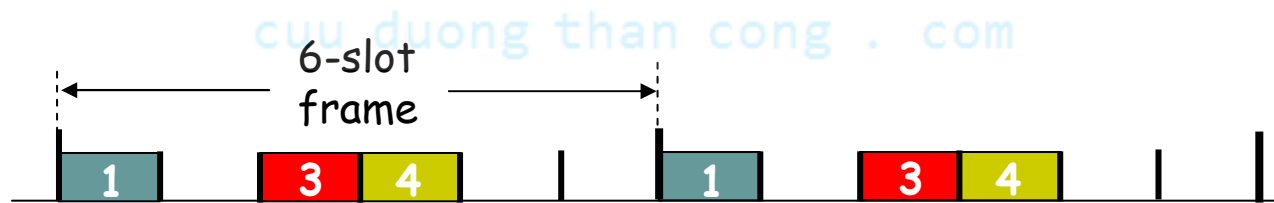
TDMA:



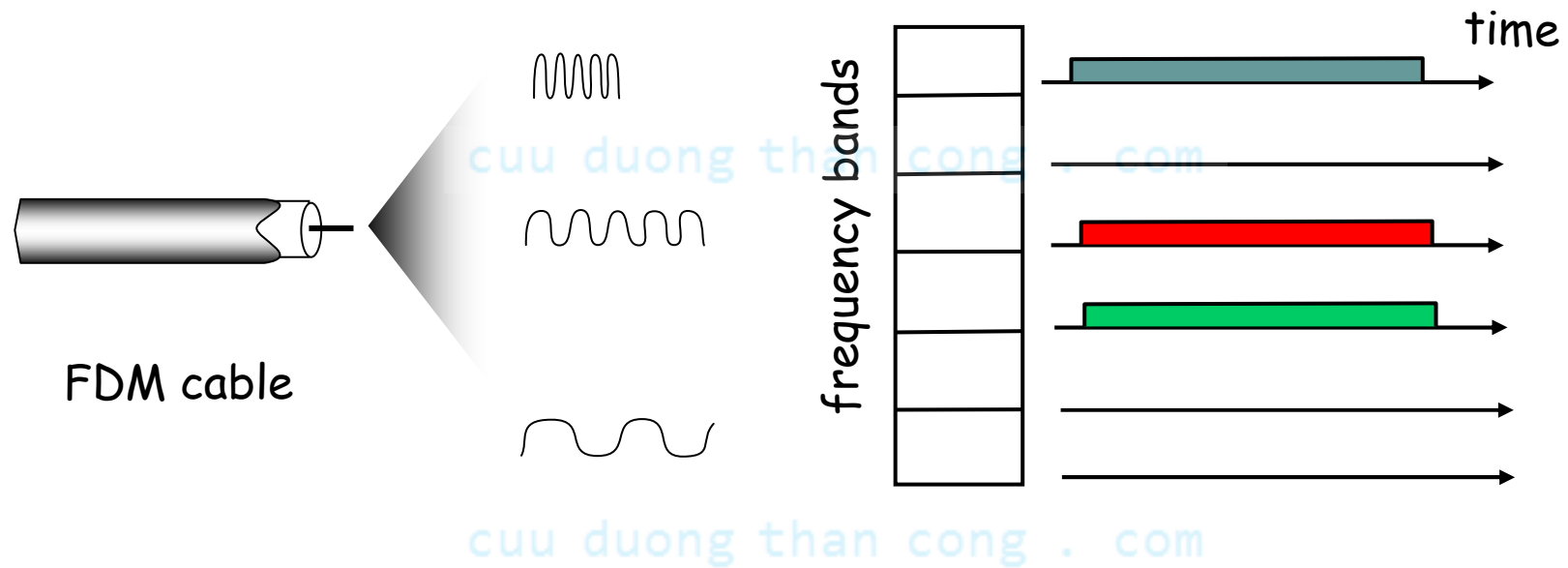


TDMA: Ví dụ

- Mạng LAN có 6 máy, 1,3,4 hoạt động. 2, 5, 6 nghỉ



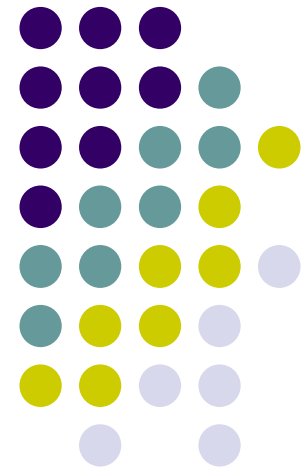
FDMA: Ví dụ



Các phương pháp truy cập ngẫu nhiên

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

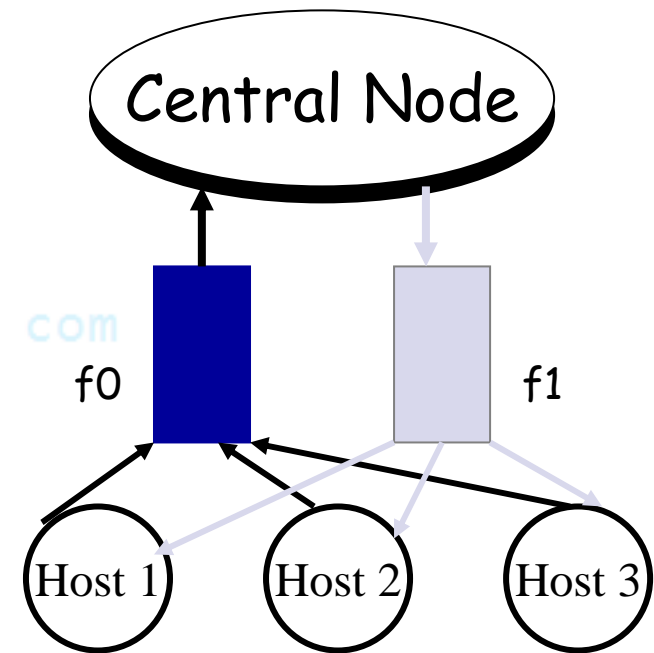


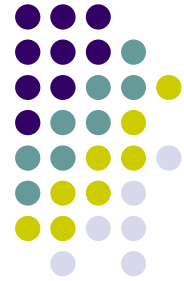
Aloha

- Packet-Switched Radio Network
- Các nút truyền trên một tần số (f_0)
- Nút trung tâm nhận và truyền lại một tần số khác (f_1)

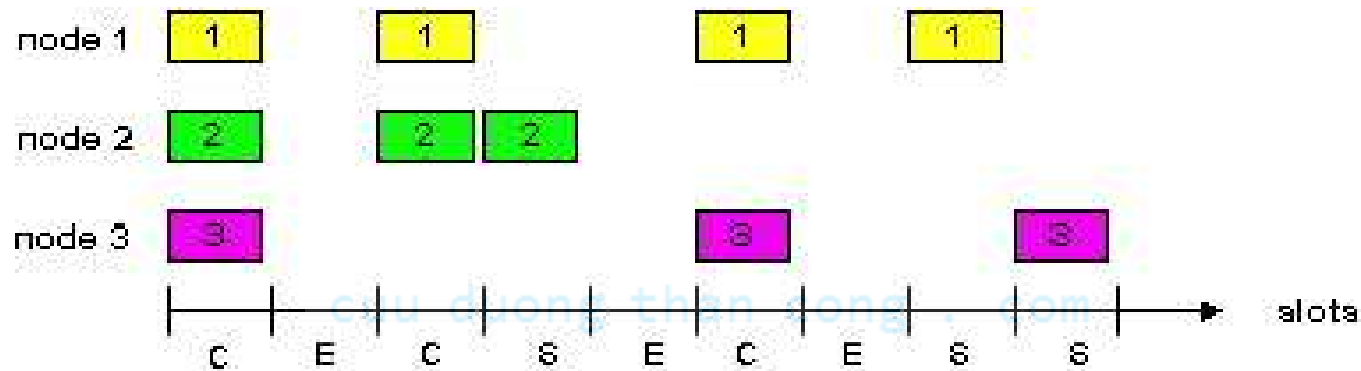
Nếu có hai nút cùng truyền: Xung đột

- Nếu có xung đột, nút vừa truyền sẽ nhận được một gói tin bị lỗi, nó sẽ đợi một thời gian ngẫu nhiên trước khi truyền lại





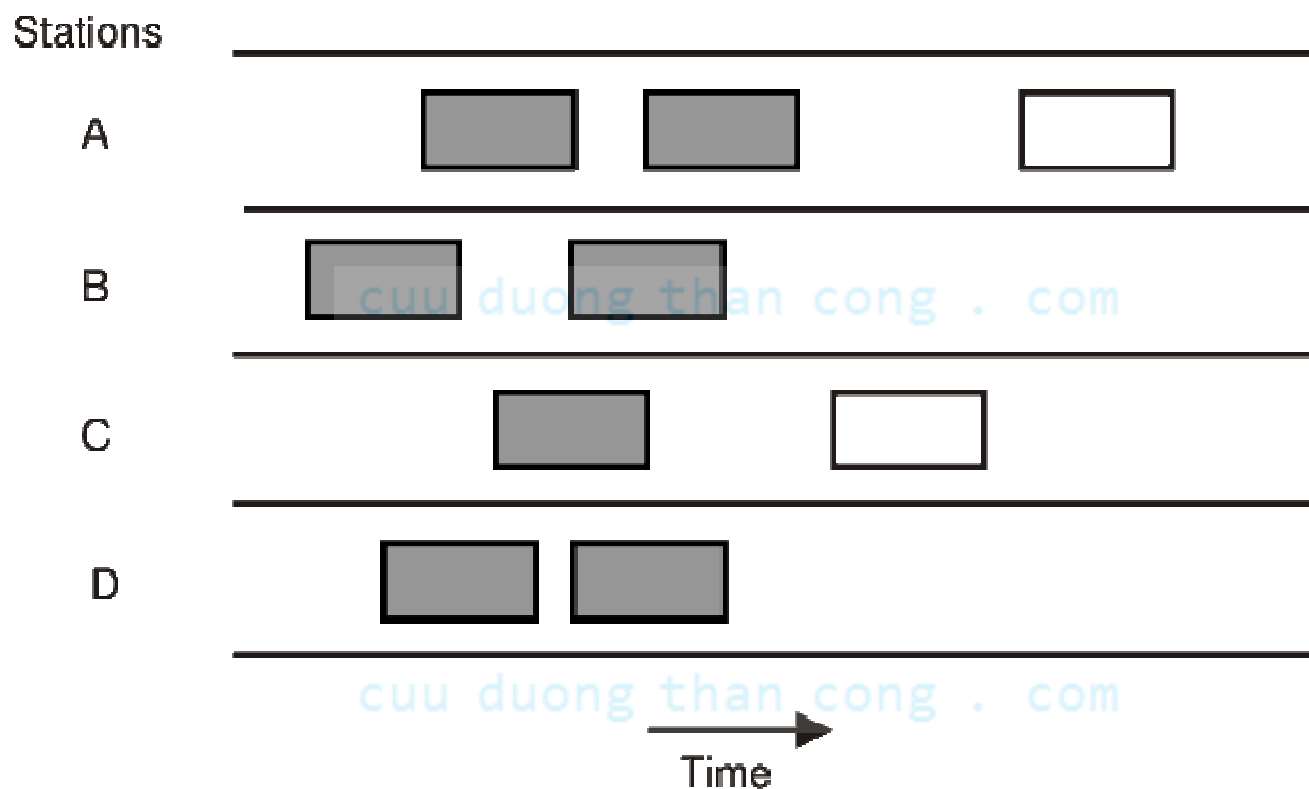
Slotted ALOHA



- Thời gian được chia làm các khe (slot) bằng nhau
- Dữ liệu có cùng kích thước (1 slot)
- Các nút phải đồng bộ hóa thời gian

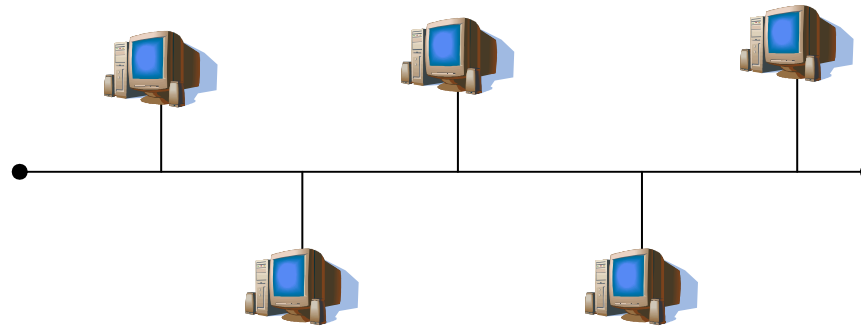


Pure ALOHA



Hiệu quả kém hơn Slotted ALOHA!

CSMA/CD



cuu duong than cong . com

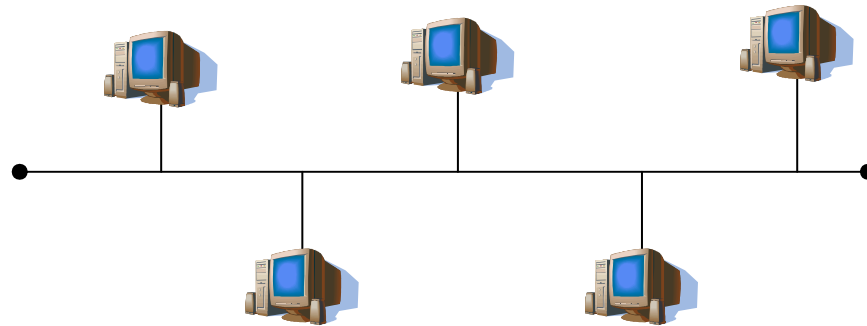
- Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (Đa truy nhập, có phát hiện xung đột)
- Thế nào là CSMA/CD: trong một cuộc họp
 - Multiple Access:
 - Collision:
 - CSMA: “Listen before talk”
 - CD
 - “Listen while talking”

cuu duong than cong . com





CSMA/CD

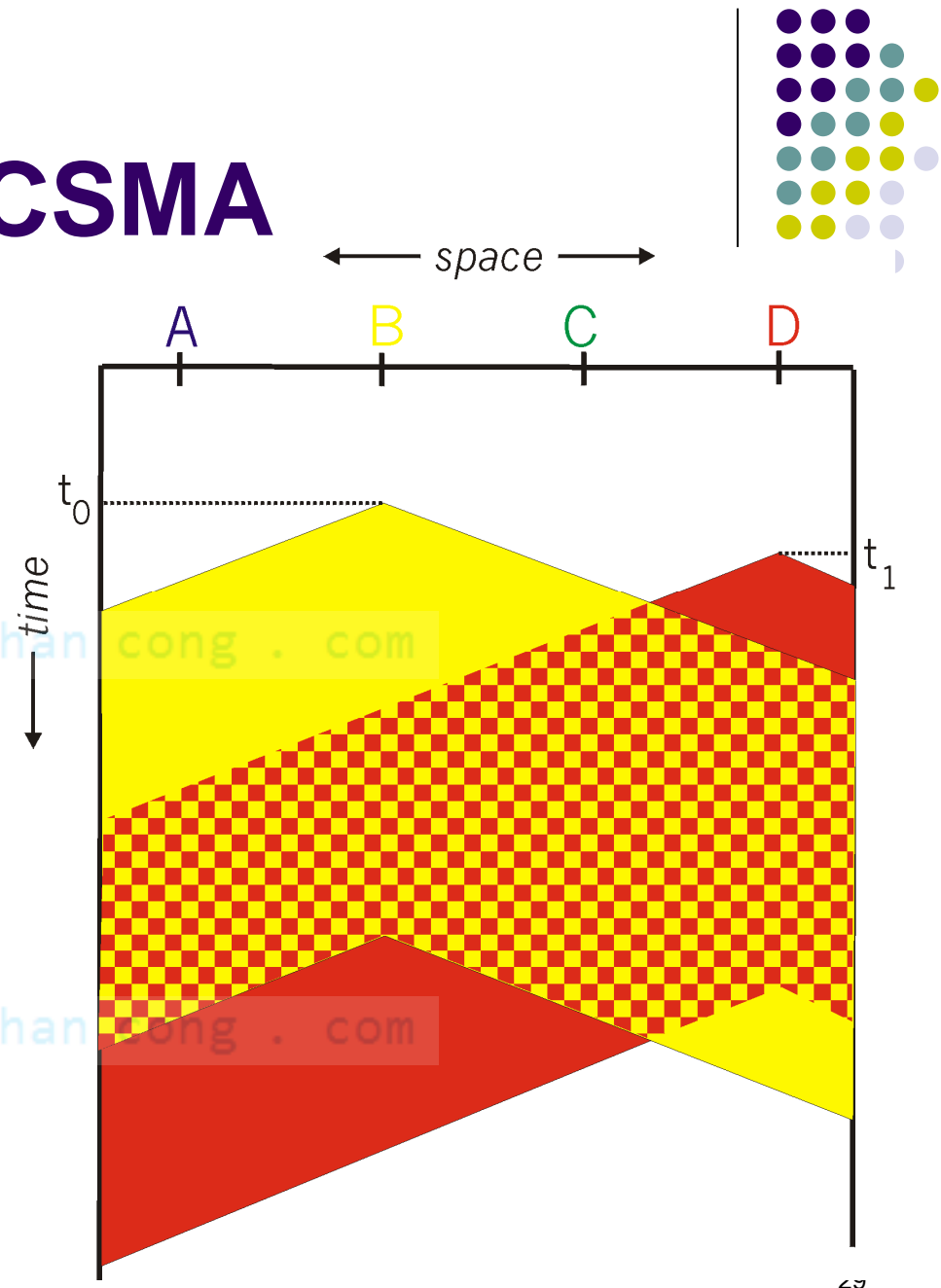


- **CSMA**: Các máy nghe trước muốn truyền:
 - Nếu kênh rỗi, truyền toàn bộ dữ liệu
 - Nếu kênh bận, chờ (rút lui và quay lại)
- Tại sao lại có xung đột?

Độ trễ lan truyền

Xung đột trong CSMA

- Giả sử kênh truyền có 4 nút
- Tín hiệu điện từ lan truyền từ nút này đến nút kia mất một thời gian nhất định (trễ lan truyền)
- Ví dụ:





CSMA/CD: Tóm tắt

- Máy trạm nghe trước khi muốn truyền
 - Bận: Rút lui, sau đó quay lại tiếp tục nghe
 - Rỗi: Bắt đầu truyền, vừa truyền vừa “nghe ngóng” xem có xung đột hay không
 - Nghe trong thời gian bao lâu?
 - Nếu phát hiện thấy xung đột: Hủy bỏ quá trình truyền và quay lại trạng thái rút lui
- Sau khi rút lui, khi nào thì quay lại
 - *Exponential back-off*

So sánh chia kênh và truy nhập ngẫu nhiên

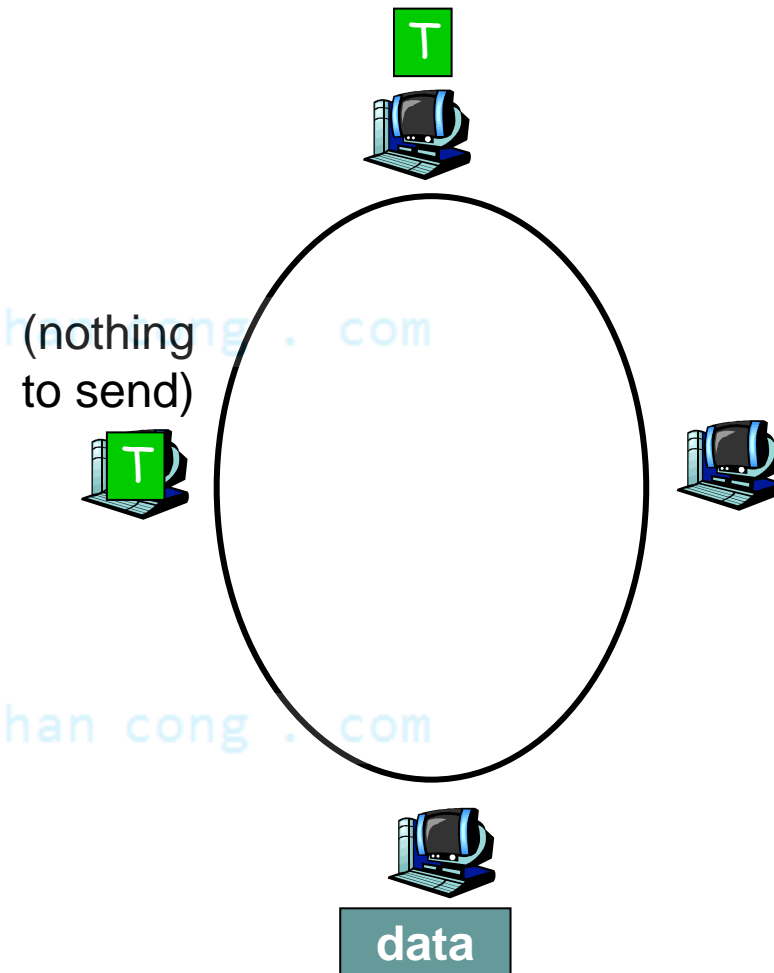


- Chia kênh
 - Hiệu quả, công bằng cho đường truyền với lưu lượng lớn
 - Lãng phí nếu chúng ta cấp kênh con cho một nút chỉ cần lưu lượng nhỏ
- Truy nhập ngẫu nhiên
 - Khi tải nhỏ: Hiệu quả vì mỗi nút có thể sử dụng toàn bộ kênh truyền
 - Tải lớn: Xung đột tăng lên
- Phương pháp quay vòng: Có thể dung hòa ưu điểm của hai phương pháp trên

Token Ring – Mạng vòng dùng thẻ bài



- Một “thẻ bài” luân chuyển lần lượt qua từng nút mạng
- Nút nào giữ thẻ bài sẽ được gửi dữ liệu
- Gửi xong phải chuyển thẻ bài đi
- Một số vấn đề
 - Tốn thời gian chuyển thẻ
 - Trễ
 - Mất thẻ bài....



Tổng kết các phương pháp kiểm soát đa truy nhập



- Chia kênh
- Truy nhập ngẫu nhiên
- Quay vòng
- Phân tích ưu, nhược điểm

cuu duong than cong . com



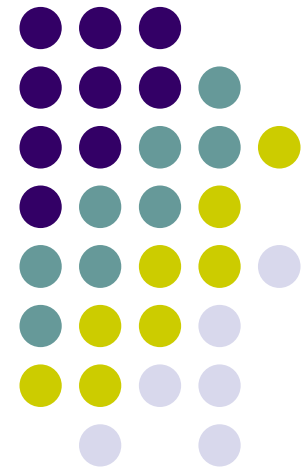
Thảo luận

- Trong phương pháp CSMA/CD, khi lượng dữ liệu cần gửi tăng lên thì:
 - Xung đột tăng lên?
 - Thông lượng tăng lên?
- Trong phương pháp TDMA, xung đột sẽ tăng lên khi lượng dữ liệu cần gửi tăng lên?
- Khi lượng dữ liệu cần gửi là rất nhiều, phương pháp Token Ring là kém hơn so với CSMA/CD
- Câu hỏi: Giải thích một cách định lượng hiệu quả của các phương pháp truy cập đường truyền (Bài tập lớn)

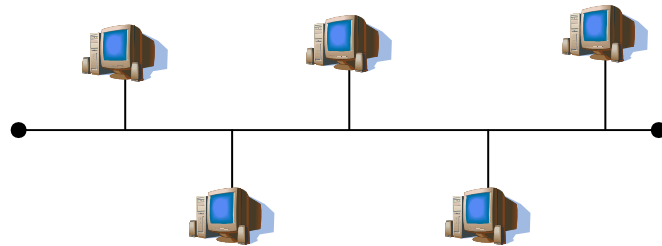
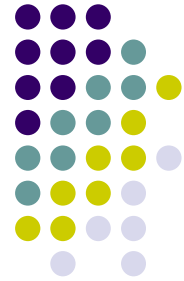
LAN: Local Area Network

cuu duong than cong . com

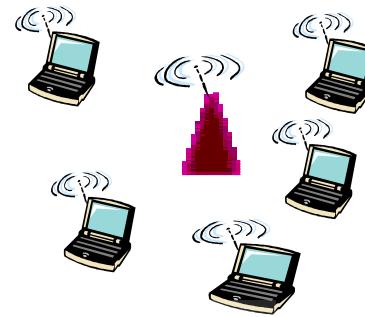
cuu duong than cong . com



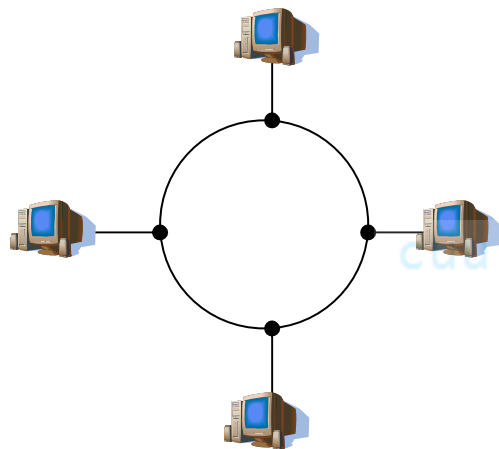
LAN topology



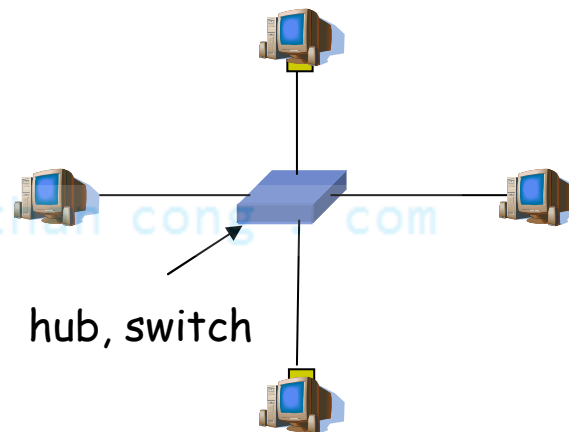
Bus



WLAN



Ring

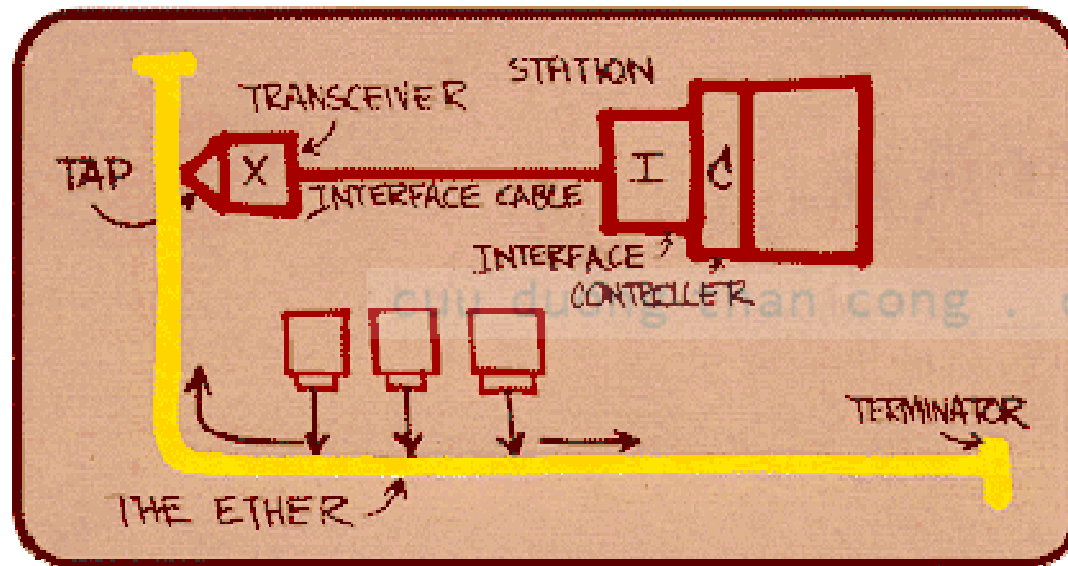


Star



Mạng Lan Ethernet

- IEEE 802.3
- Tốc độ đa dạng: 10 Mbps – 10 Gbps...
 - Ethernet: 10BaseT, 10Base2...
 - Fast Ethernet: 100BaseT
 - Giga Ethernet [duong than cong . com](http://duongthancong.com)

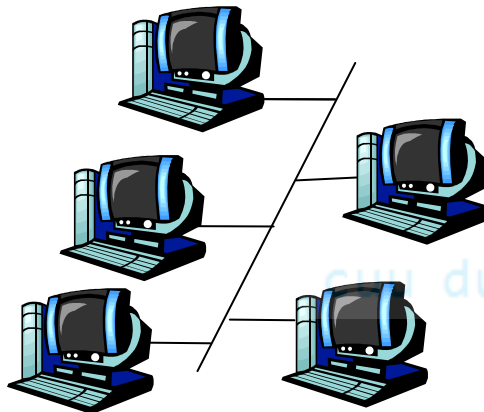


Metcalfe's Ethernet sketch

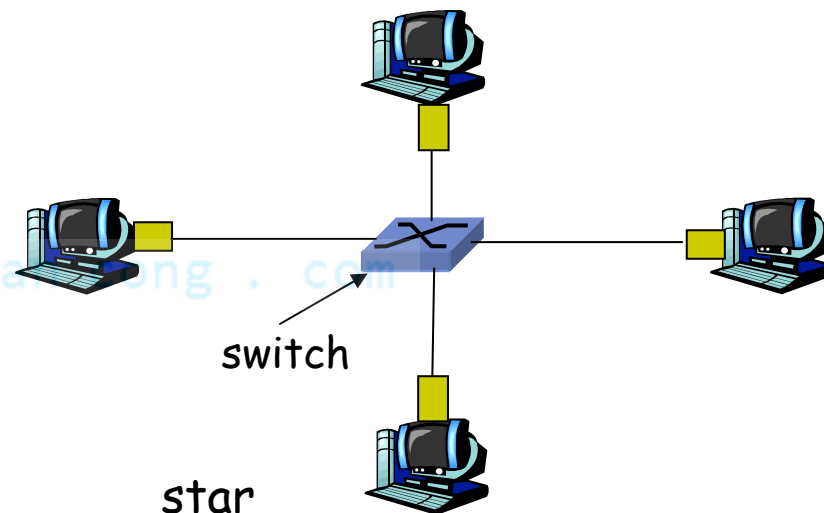
Mạng hình sao



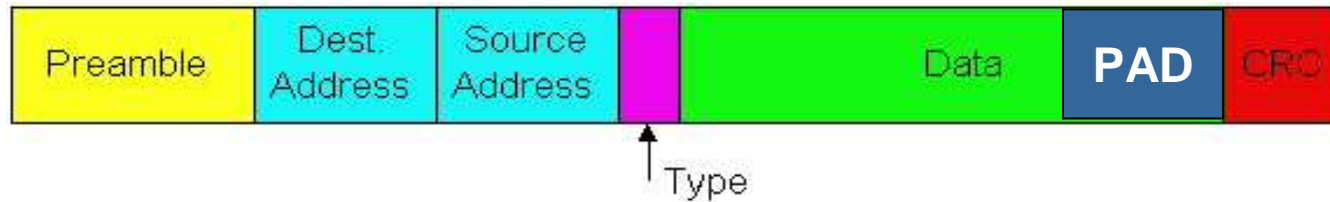
- Mạng dạng bus từng phổ biến trước đây
 - Các nút mạng cùng chia sẻ một đường trục
- Ngày nay: Chủ yếu là mạng hình sao
 - Một bộ chuyển mạch trung tâm với nhiều cổng Ethernet
 - Bộ chuyển mạch có thể tạo liên kết độc lập cho 2 nút mạng bất kỳ
 - Không xung đột
 - Không giao thức đa truy nhập .



bus: coaxial cable



Cấu trúc đơn vị dữ liệu của Ethernet



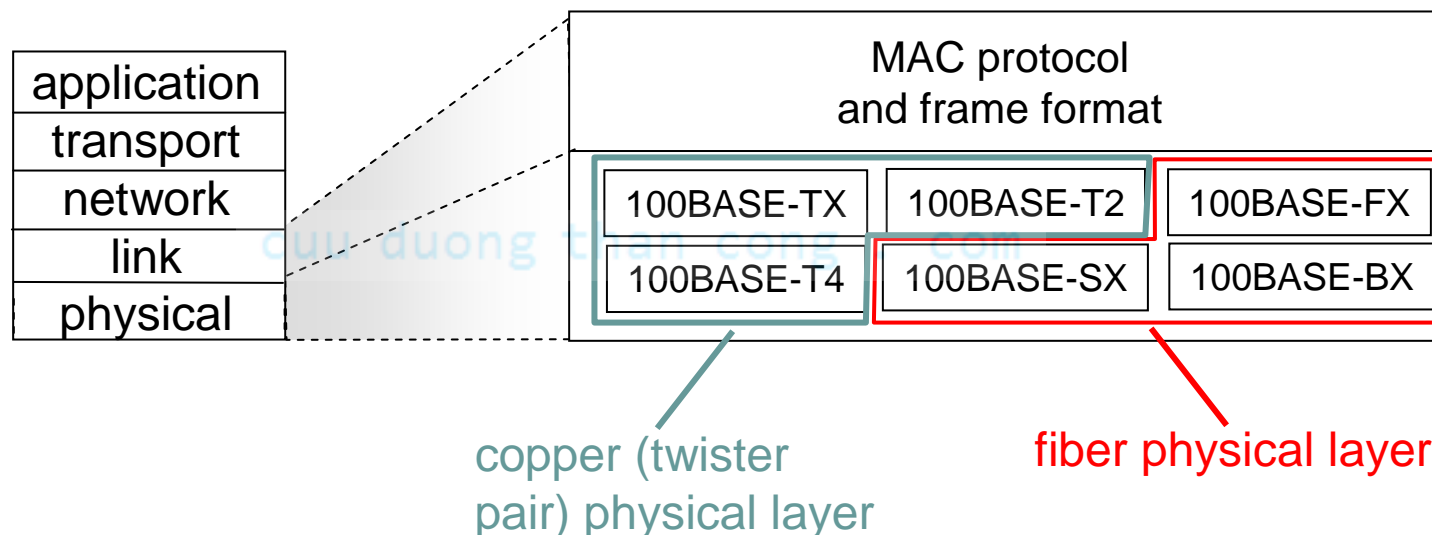
- **Preamble:** Bắt đầu một khung tin
- **Address:** Địa chỉ vật lý của trạm nguồn, trạm đích
 - 6 bytes
- **Type:** Giao thức tầng trên (IP, Novell IPX, AppleTalk, ...)
- **PAD:** Phần thêm vào cho khung tin đủ độ dài (nếu cần thiết)
- **CRC:** Mã kiểm soát lỗi

Chuẩn mạng cục bộ 802.3

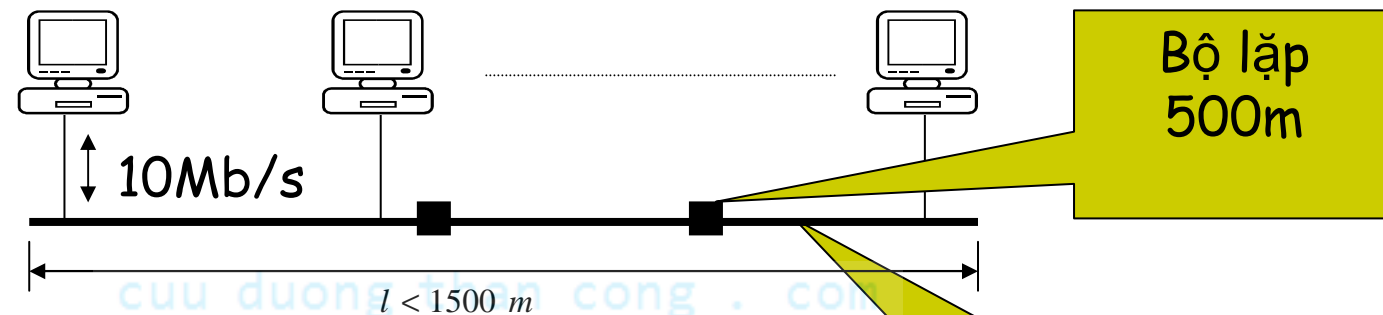
Ethernet Standards



- Link & Physical Layers
- MAC: CSMA/CD
- Có nhiều chuẩn Ethernet khác nhau
 - Cùng giao thức MAC và cấu trúc Frame
 - Tốc độ khác nhau: 2 Mbps, 10 Mbps, 100 Mbps, 1Gbps, 10G bps
 - Phương tiện truyền khác nhau: Cáp quang, cáp đồng trục, cáp xoắn đôi.



Ethernet cổ điển



$$PROP_{\max} = l / c = 1500 / 2.5 \times 10^8 = 6 \mu s$$

$$TRANSP > 2PROP \Rightarrow TRANSP > 12 \mu s$$

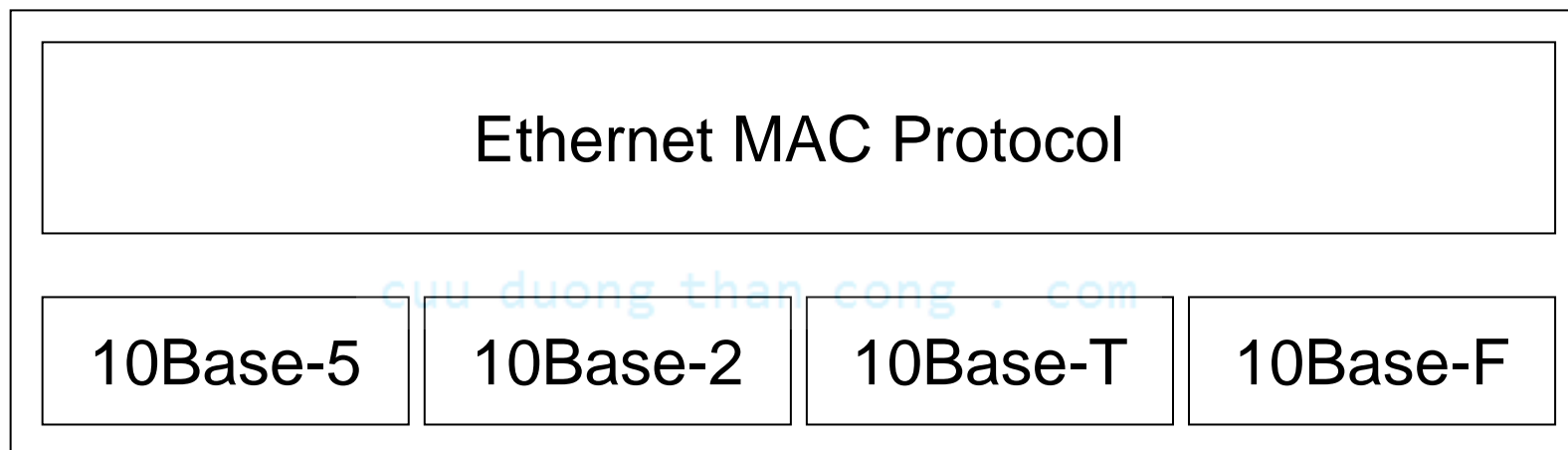
$$\therefore \text{Packetsize} \geq (12 \mu s) \times 10 \text{ Mb} / s = 120 \text{ bits}$$

Thực tế, Min packet size = 512 bits.

- Thêm thời gian phát hiện xung đột.
- Cho phép “repeaters” đủ thời gian khuếch đại tín hiệu.



Chuẩn Ethernet 10Mb/s



10Base-5: Cáp đồng trục béo, max = 500m.

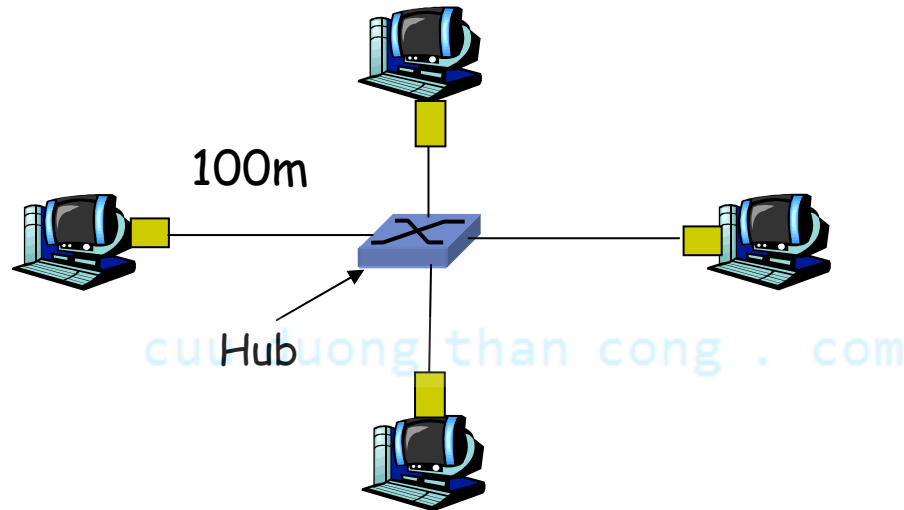
10Base-2: Cáp đồng trục gầy, max ~ 200m (180m).

10Base-T: Dùng cáp xoắn đôi (twisted-pair) CAT 3

10Base-F: Dùng cáp sợi quang.

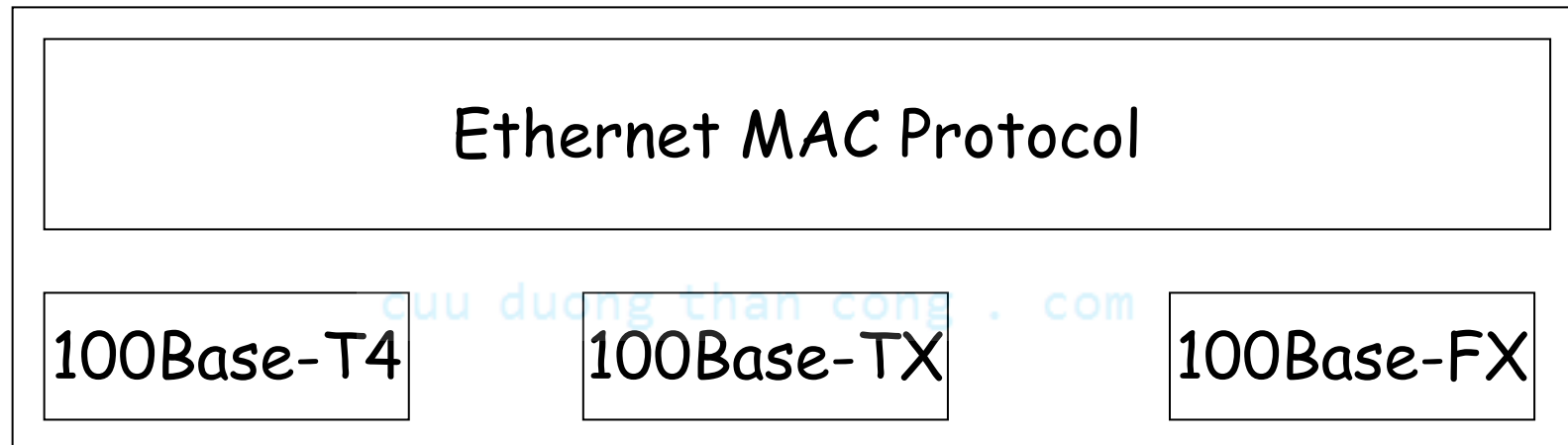
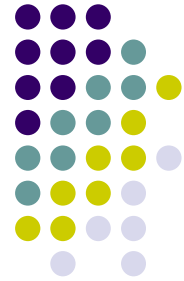


10Base-T



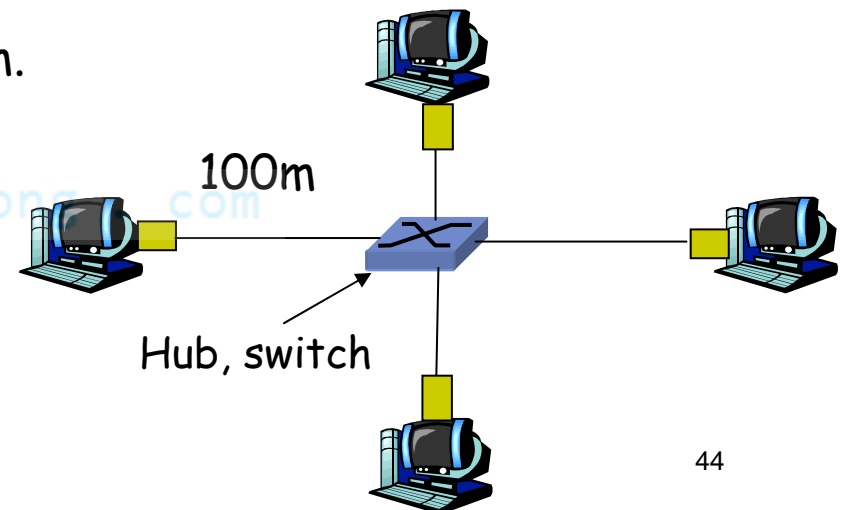
- Sử dụng hub trung tâm, cáp TP CAT 3 (4 cặp dây xoắn).
- Dễ lắp đặt và quản trị
- Làm Ethernet trở nên phổ biến hơn

“Fast Ethernet” 100Mb/s



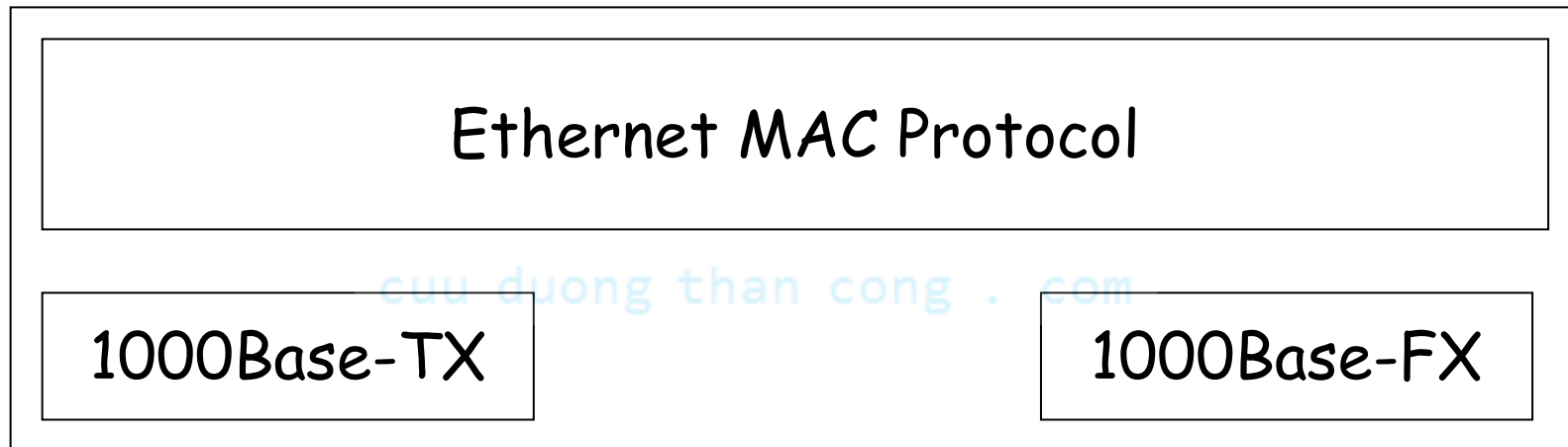
Mạng hình sao, Độ dài cáp 100m.

100Base-T4: Cáp TP CAT 3 .
100Base-TX: Cáp TP CAT 5.
100Base-FX: Cáp sợi quang.





“Gigabit Ethernet” 1Gbps



1000Base-TX: 4 cặp dây xoắn, CAT 6.

1000Base-FX: Cáp sợi quang.

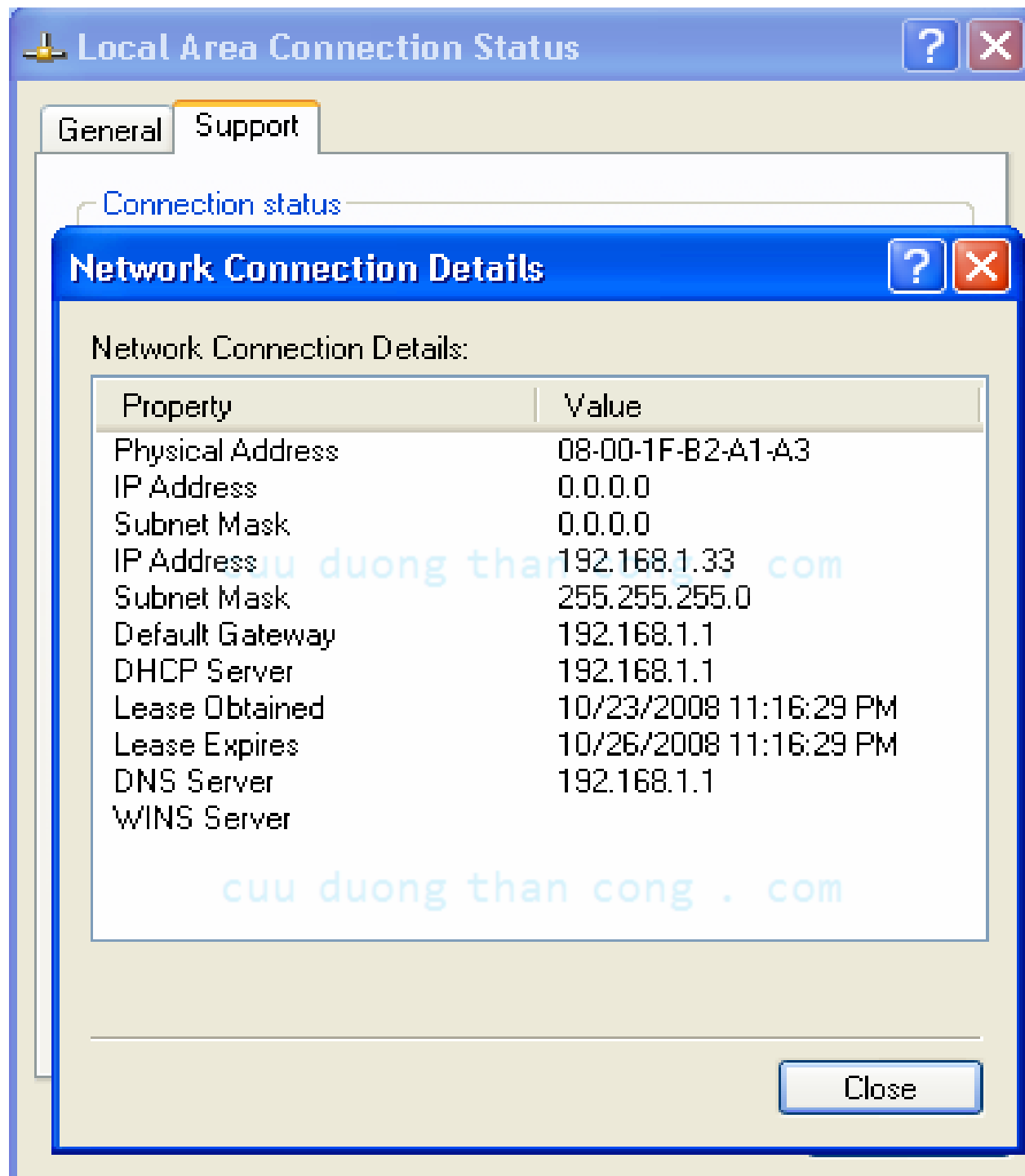
cuu duong than cong . com



Địa chỉ MAC và ARP

- Địa chỉ IP :
 - 32-bit
 - Dùng trong tầng mạng IP
- Địa chỉ MAC :
 - Dùng trong tầng liên kết dữ liệu
 - 48 bit

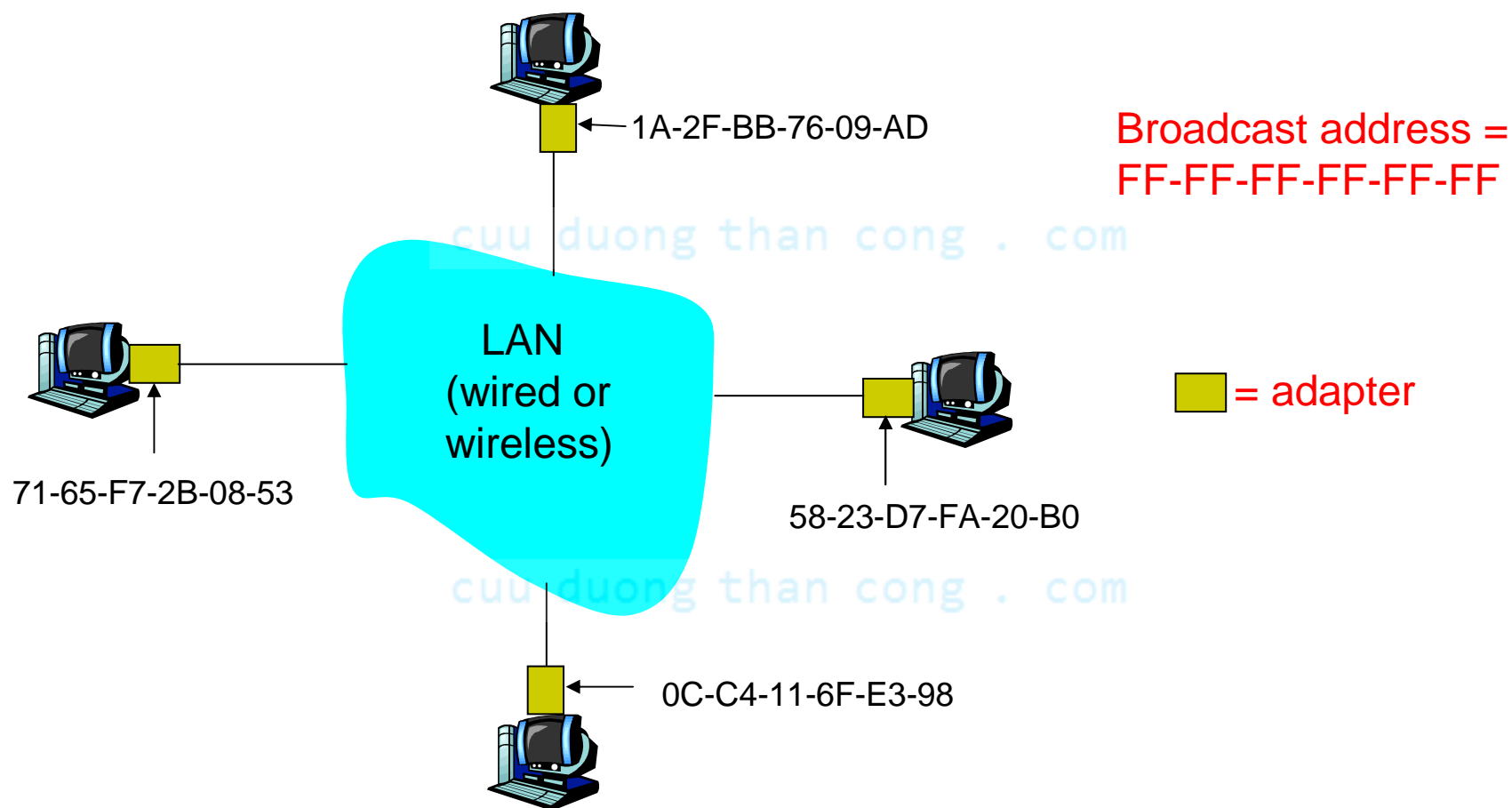
cuu duong than cong . com





ARP và địa chỉ MAC

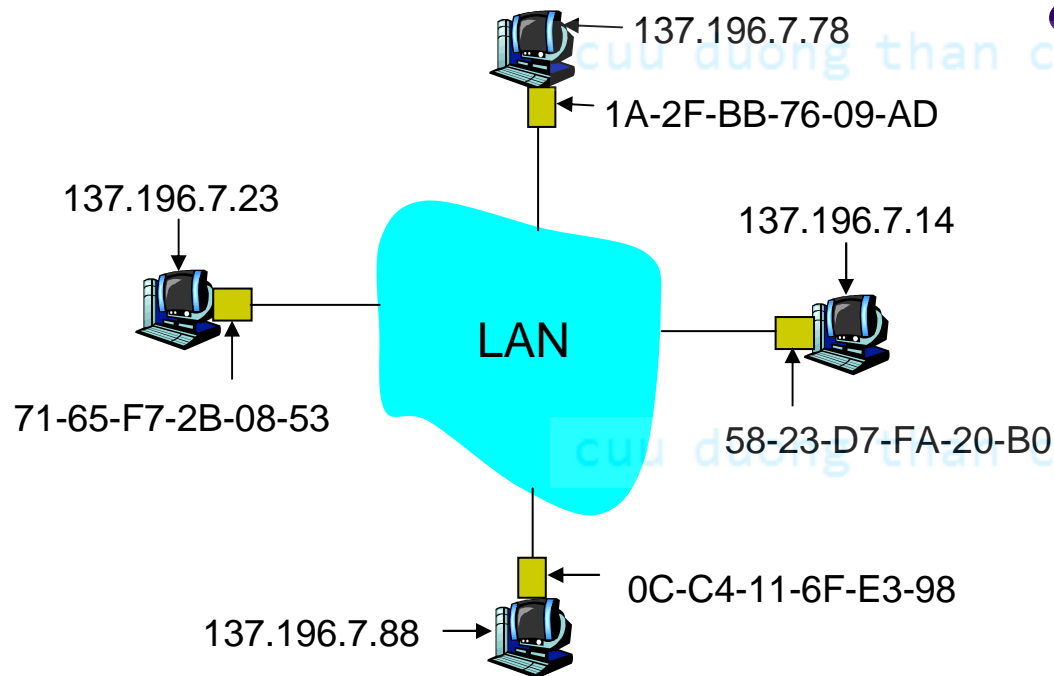
Mỗi card mạng có một địa chỉ MAC



ARP: Address Resolution Protocol



Vấn đề: Xác định địa chỉ MAC từ địa chỉ IP



- Mỗi nút mạng (host, router) có một bảng **ARP**
- ARP table: Ánh xạ địa chỉ IP/MAC của một số nút trong mạng
< IP address; MAC address; TTL >
- TTL (Time To Live): khoảng 20 min.)

Giao thức ARP : Hoạt động trên cùng một mạng

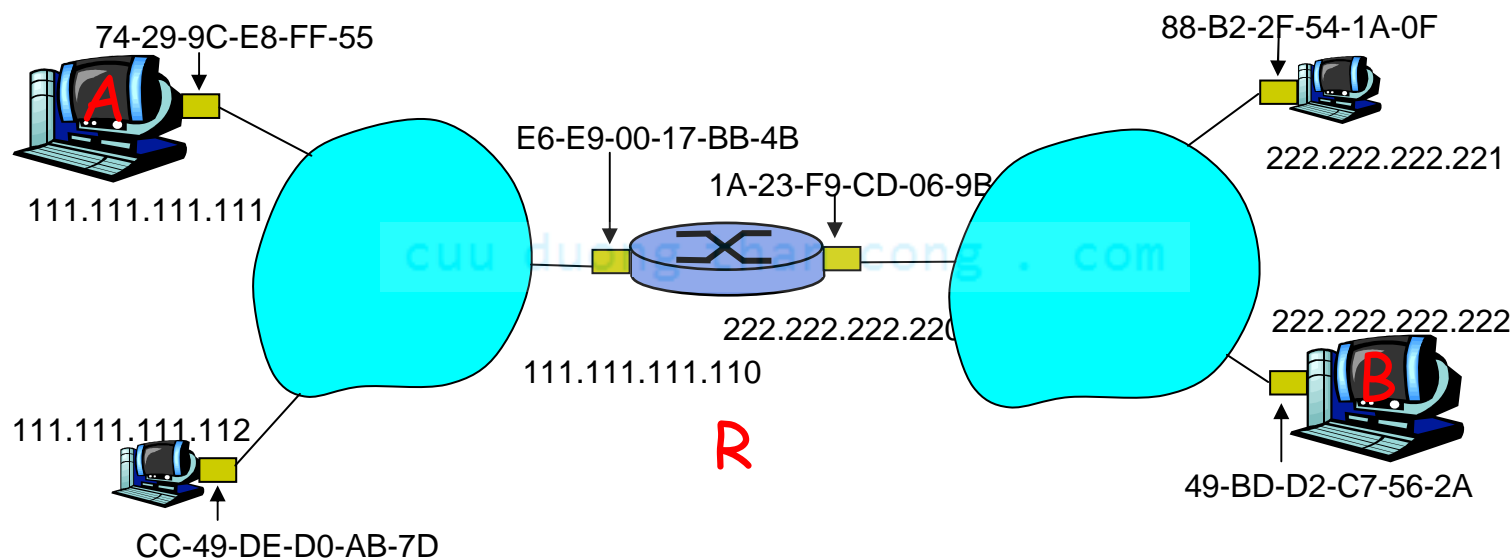


- A muốn gửi dữ liệu tới B mà không biết đ/c MAC của B
- A quảng bá một gói tin ARP, trong đó chỉ ra đ/c IP của B
 - Quảng bá ntn?
 - Phạm vi gói tin được quảng bá?
- B nhận được đ/c này sẽ trả lời A đ/c MAC của mình
 - Làm sao biết A gửi?
- A lưu lại đ/c MAC của B và gửi tin đến B
- ARP là một giao thức “plug-and-play”
- Nếu muốn ARP mở rộng phạm vi hoạt động sang một mạng khác?
 - ARP Proxy

Ví dụ: chuyển gói tin giữa hai máy



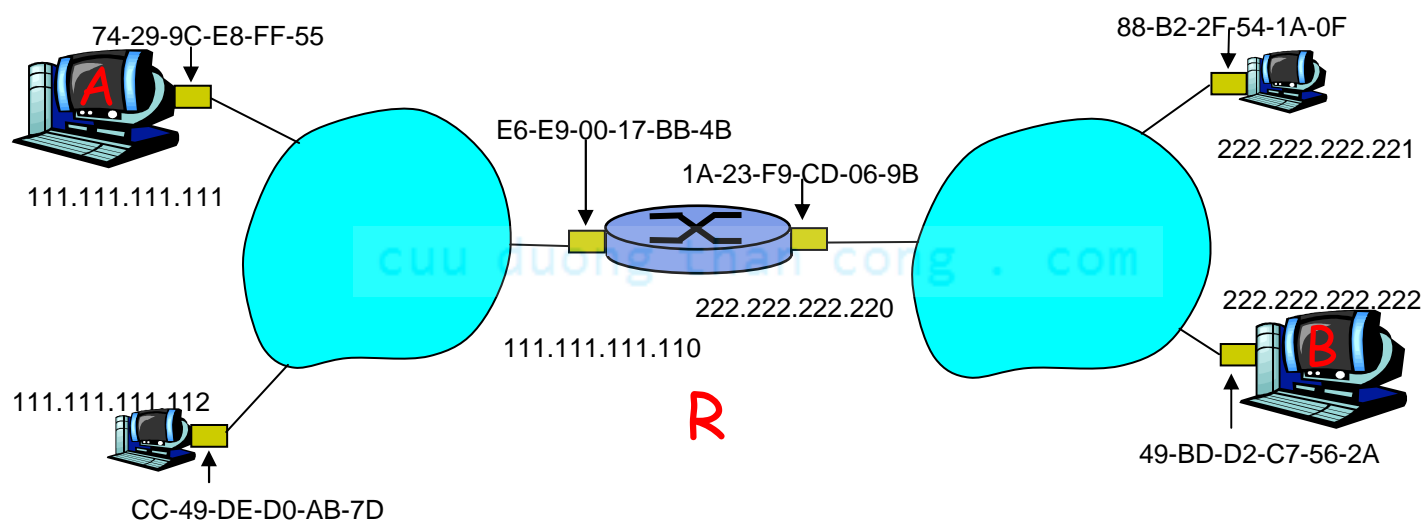
Giả sử A biết đ/c IP của B



cuu duong than cong . com



- A tạo một gói tin IP, địa chỉ nguồn A, địa chỉ đích B
- A dùng ARP để lấy đ/c MAC của router: 111.111.111.110
- A tạo một frame, đ/c đích là router, đặt gói tin vào
- A chuyển frame tới R
- R nhận frame
- R đọc địa chỉ IP của B từ trong khung tin
- R dùng ARP để tìm đ/c MAC của B
- R tạo một frame, đặt gói tin vào và chuyển đến B



Tuần tới



- More about LAN:
 - Bridge and Switch
 - WLAN
- Physical layer issues

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com



Acknowledgment

- Bài giảng có sử dụng các tư liệu và hình vẽ từ:
 - Tài liệu của trường đại học Keio và Ritsumeikan
 - Tài liệu “Computer Network, a top down approach” của J.F Kurose và K.W. Ross

cuu duong than cong . com