

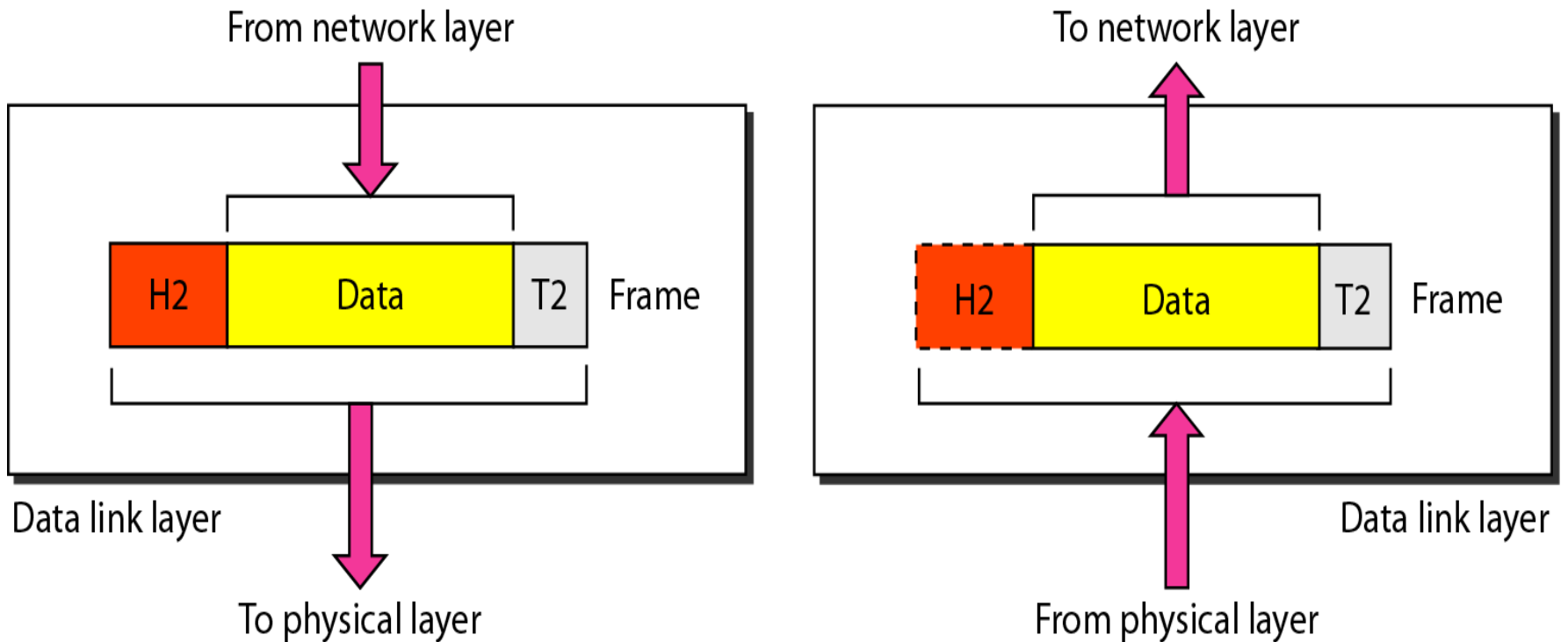
Chương 4

DATA LINK LAYER

Tài liệu sử dụng :

- Ngô Hồng Sơn, ĐH BK Hà nội
- Addision Wesley – Computer Networking. A Top-down Approach

Vị trí của Data link Layer



Data link layer

Chức năng

- **Data Link Layer**

- Chịu trách nhiệm di chuyển các frame từ một node tới node kế tiếp
- Tầng data link chia nhỏ dòng các bit chuyển đến từ tầng network thành các khối bit gọi là **frame**.
- Tầng data link thực hiện :
 - Xác định node kế tiếp và cập nhật header chứa địa chỉ vật lý (physical address) của node nguồn và node kế tiếp
 - Flow control và error control

Các dịch vụ (1)

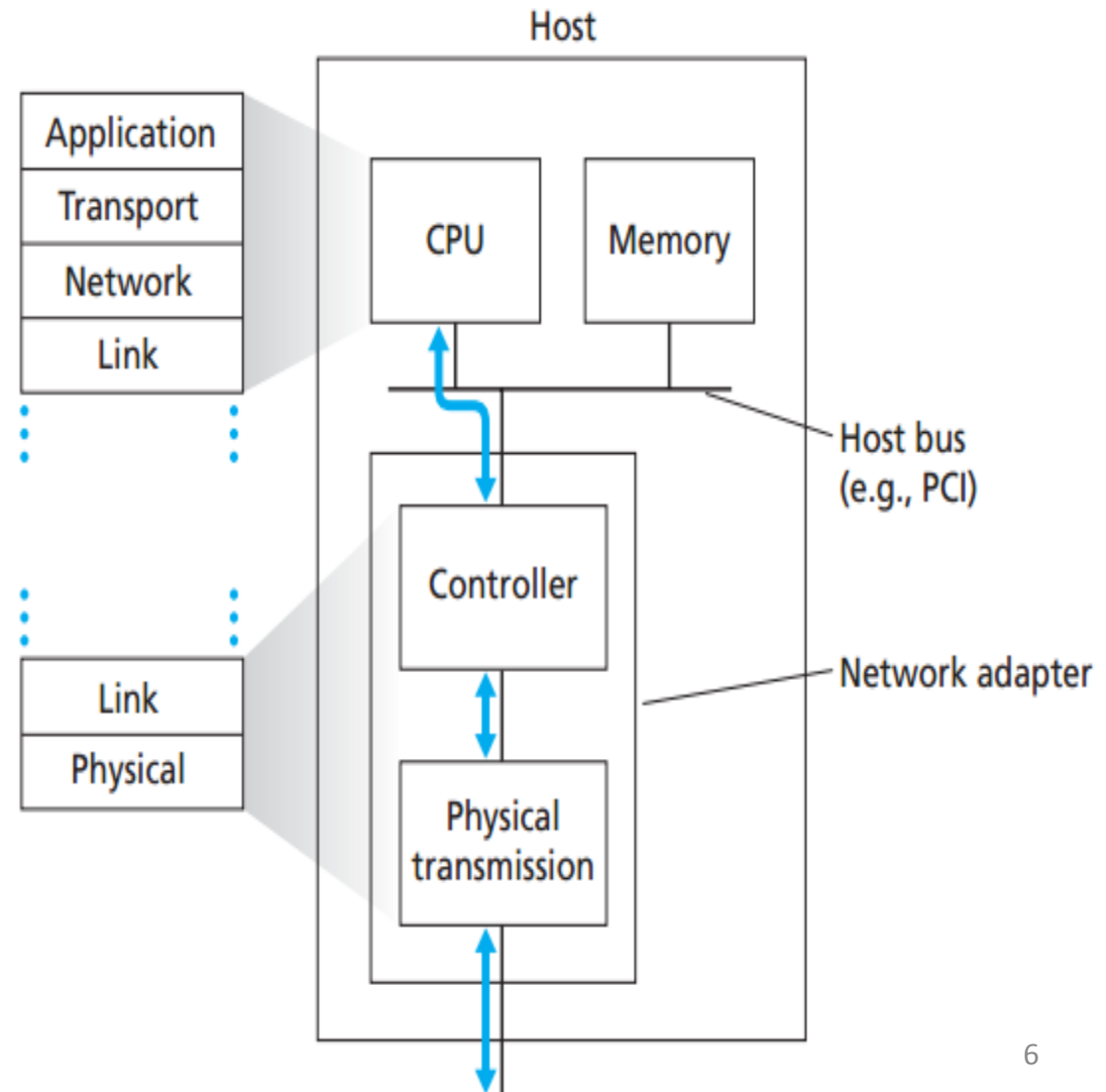
- Đóng gói dữ liệu (Framing)
 - Một datagram di chuyển xuống từ network-layer được đóng gói thành 1 frame ở link-layer
 - Cấu trúc của frame được quy định cụ thể bởi giao thức link-layer
- Điều khiển truy cập đường truyền (Link access)
 - Giao thức MAC (medium access control) qui định cách thức một frame được truyền trong hai kiểu kết nối point-to-point links và broadcast links

Các dịch vụ (2)

- Truyền dữ liệu tin cậy (Reliable delivery)
 - Giao thức ở link-layer đảm bảo truyền datagram tới đích mà ko lỗi. Hỗ trợ truyền tin cậy chủ yếu trong wireless link
- Phát hiện và sửa lỗi (Error detection and correction)
 - Được thực hiện tại link-layer hardware

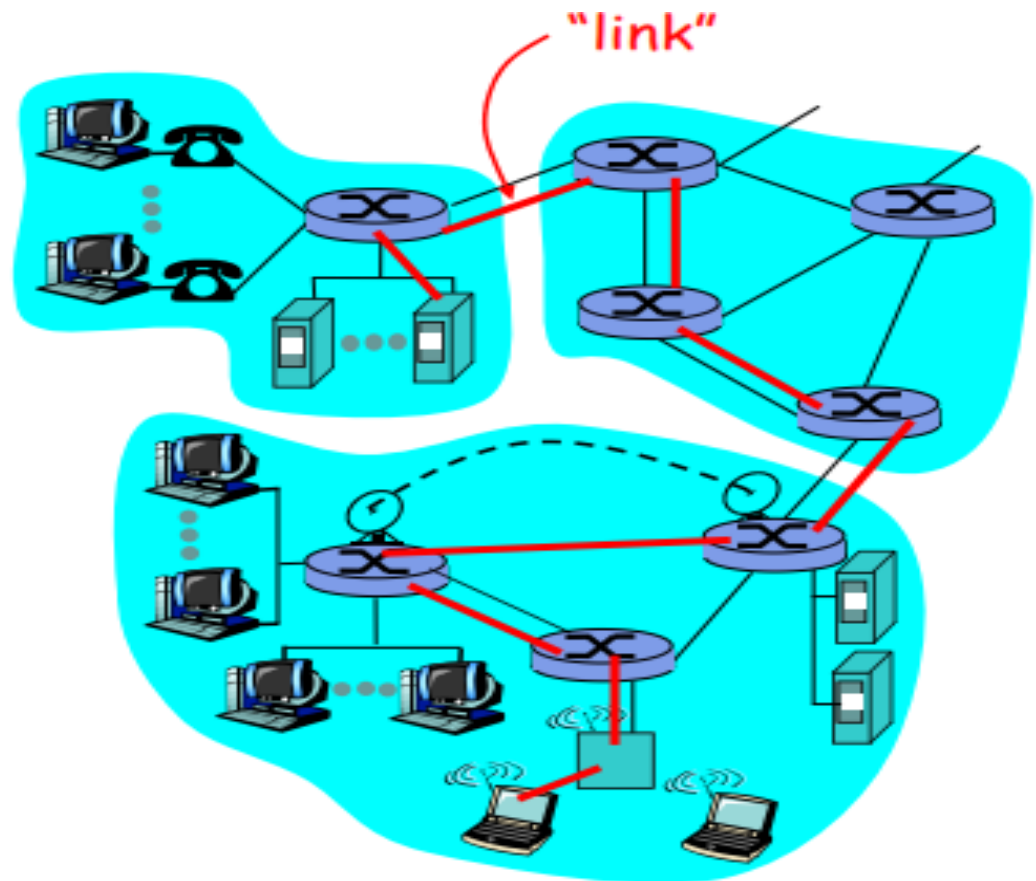
Hiện thực link layer

- Link layer được hiện thực trong một **network adapter**
- Các dịch vụ của link-layer được thực hiện tại **controller** trong network adapter



Thuật ngữ

- Node: host (PCs, laptop, server), router, WIFI access point
- Link : có dây hay không dây
- Next node ?



Kiểm soát truy nhập đường truyền

- Hai loại kết nối
 - **point-to-point link (điểm-điểm)** : một đường truyền duy nhất kết nối 2 node . Nhiều giao thức link-layer được thiết kế trên dạng kết nối này : PPP , HDLC
Thường có trong ADSL , Telephone modem, Leased Line...
 - **broadcast link (quảng bá)** : nhiều node chia sẻ cùng một đường truyền. Một frame được gửi từ 1 node đến 1 node sẽ được truyền đi tới tất cả các node trên mạng – gọi là broadcast hay quảng bá
Thường có trong mạng LAN truyền thống (bus hay star topology); Wireless LAN, radio network, mobile network, ...

Kiểm soát truy nhập đường truyền

- **Vấn đề multiple access trong mạng quảng bá:**
 - Nếu có từ 2 node cùng truyền các frame tại 1 thời điểm -> các node nhận nhiều frame cùng lúc. Kết quả, các frame đang truyền bị **va chạm (collision)** tại các node nhận – signals của các frame bị va chạm không thể tách biệt rõ ràng
- => mất các frame đã gửi, lãng phí băng thông của kênh truyền

Kiểm soát truy nhập đường truyền

- **Vấn đề multiple access trong mạng quảng bá (tiếp)**

=> Dẫn tới nhu cầu phải phối hợp việc truyền dữ liệu giữa các node để tránh xung đột , gây lãng phí băng thông

=> Hiện thực bằng các **giao thức đa truy nhập** (multiple access protocols) ở link-layer

Phân loại các giao thức đa truy nhập

- **Chia kênh (channel partitioning)**
 - Chia tài nguyên của đường truyền thành nhiều phần nhỏ (thời gian – **TDMA**, Tần số - **FDMA** , Mã -**CDMA**)
 - Chia từng phần nhỏ đó cho từng node
- **Truy nhập ngẫu nhiên (random access)**
 - Không chia kênh, cho phép đồng thời truy nhập, chấp nhận có xung đột (collision)
 - Cung cấp cơ chế phát hiện và tránh xung đột
 - **Pure Aloha, Slotted Aloha, CSMA/CD, CSMA/CA ,...**
- **Quay vòng (taking-turn)**
 - Các node chiếm kênh truyền theo hình thức quay vòng
 - **Token Ring, Token bus ,...**

Các phương pháp chia kênh

- TDMA : Time division multiple access
- FDMA : Frequency division multiple access
- CDMA : Code division multiple access

Các phương pháp chia kênh

- **TDMA**

- Phân chia thời gian truyền trên kênh theo time frames và time slots
- Mỗi node chỉ thực hiện truyền các bit dữ liệu khi đến lượt và trong time slot của mình

- **FDMA**

- Tạo ra N kênh truyền có tần số khác nhau cho N node

- **CDMA**

- Mỗi node sử dụng một mã riêng để mã hóa các bit dữ liệu mà nó gửi đi

Các phương pháp chia kênh

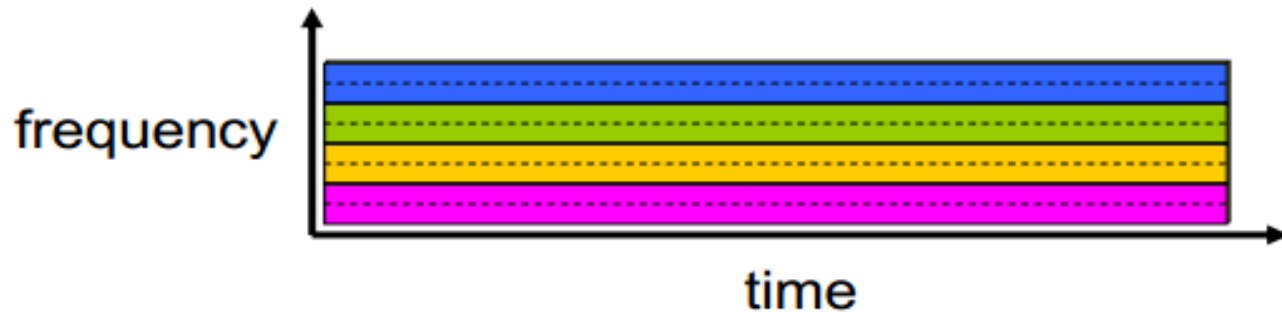
TDMA và FDMA

Ví dụ:

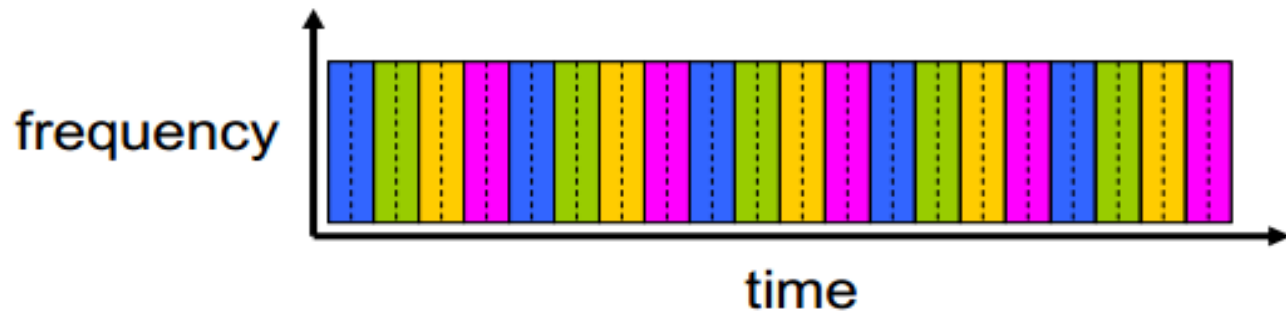
4 kênh



FDMA



TDMA:

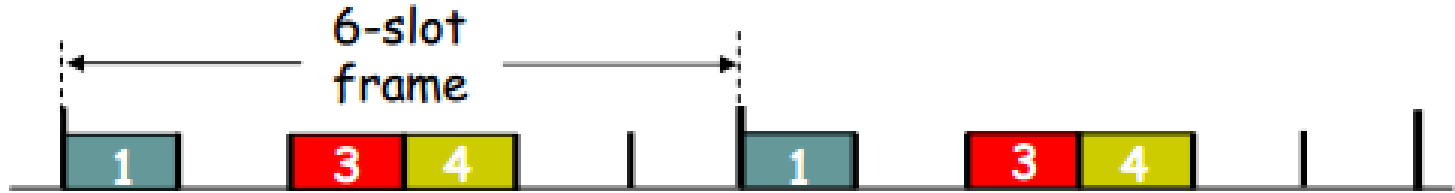


Các phương pháp chia kênh

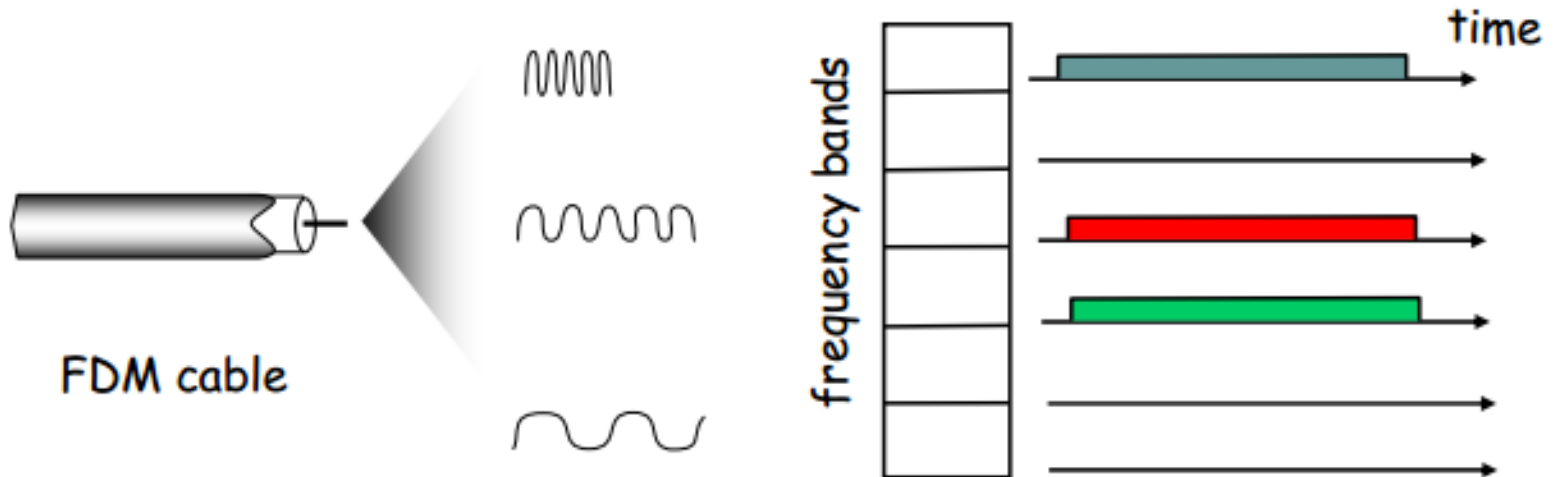
- Ví dụ mạng LAN có 6 máy :
máy 1,3,4 hoạt động; máy 2,5,6 nghỉ

*Ưu / nhược
điểm ?*

TDMA



FDMA



Các phương pháp chia kênh

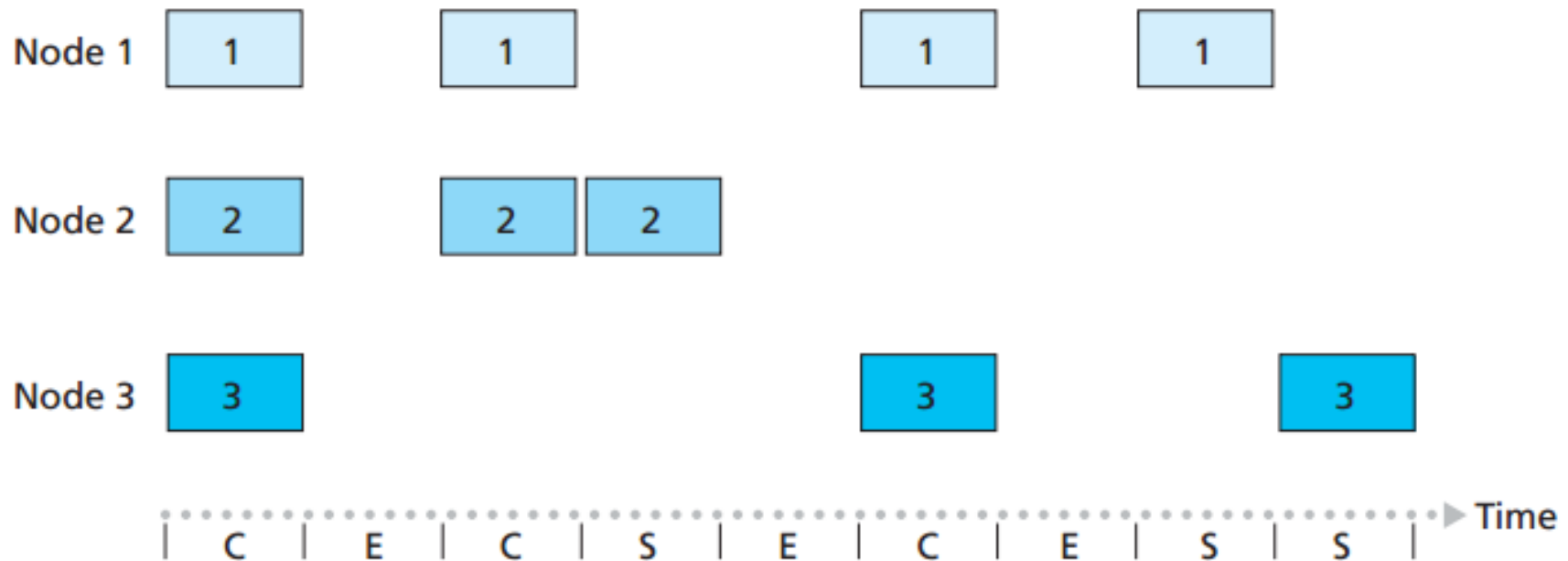
- Cả 3 pp : cho phép đa truy nhập , ngăn chặn được đụng độ
- TDMA : nhược điểm
 - mỗi nút bị giới hạn ở băng thông trung bình $R/Nbps$ ngay cả khi nó là nút duy nhất vào kênh truyền
 - một nút phải luôn luôn chờ đợi đến lượt của mình, ngay cả khi chỉ có nó là nút cần gửi
- FDMA : nhược điểm
 - nút bị giới hạn ở băng thông trung bình $R/Nbps$ ngay cả khi nó là nút duy nhất vào kênh truyền
- CDMA : sử dụng trong điện thoại di động

Các phương pháp truy cập ngẫu nhiên

- Đặc điểm :
 - Dữ liệu của node truyền chiếm toàn bộ kênh truyền
 - Cho phép đa truy nhập, chấp nhận va chạm
 - Khi các node gặp va chạm : truyền lại frame sau 1 khoảng thời gian chờ
 - Node có thể phải truyền lại nhiều lần

Các phương pháp truy cập ngẫu nhiên

Slotted ALOHA



Key:

C = Collision slot

E = Empty slot

S = Successful slot

Các phương pháp truy cập ngẫu nhiên

Slotted ALOHA

- Thời gian được chia thành khoảng đều nhau (time slot) đủ để truyền một frame
- Các node chỉ bắt đầu truyền frame vào lúc bắt đầu một time slot
- Nếu gặp va chạm, node chờ đợi một khoảng thời gian ngẫu nhiên và truyền lại khi bắt đầu một time slot
- Đòi hỏi phải đồng bộ thời gian giữa các node

Các phương pháp truy cập ngẫu nhiên

CSMA/CD

- Đặc trưng:
 - **Carrier sensing** : node “lắng nghe” đường truyền trước khi truyền.
Nếu đường truyền đang “bận”, nó chờ cho đến khi phát hiện đường truyền “rảnh” trong khoảng ngắn thời gian và bắt đầu truyền
 - **Collision detection** : node lắng nghe kênh truyền trong khi thực hiện truyền.
Nếu node phát hiện xung đột (có node khác cũng đang truyền), node hủy bỏ quá trình truyền và chờ một khoảng thời gian ngẫu nhiên trước khi lặp lại vòng lặp sense-transmit-wait

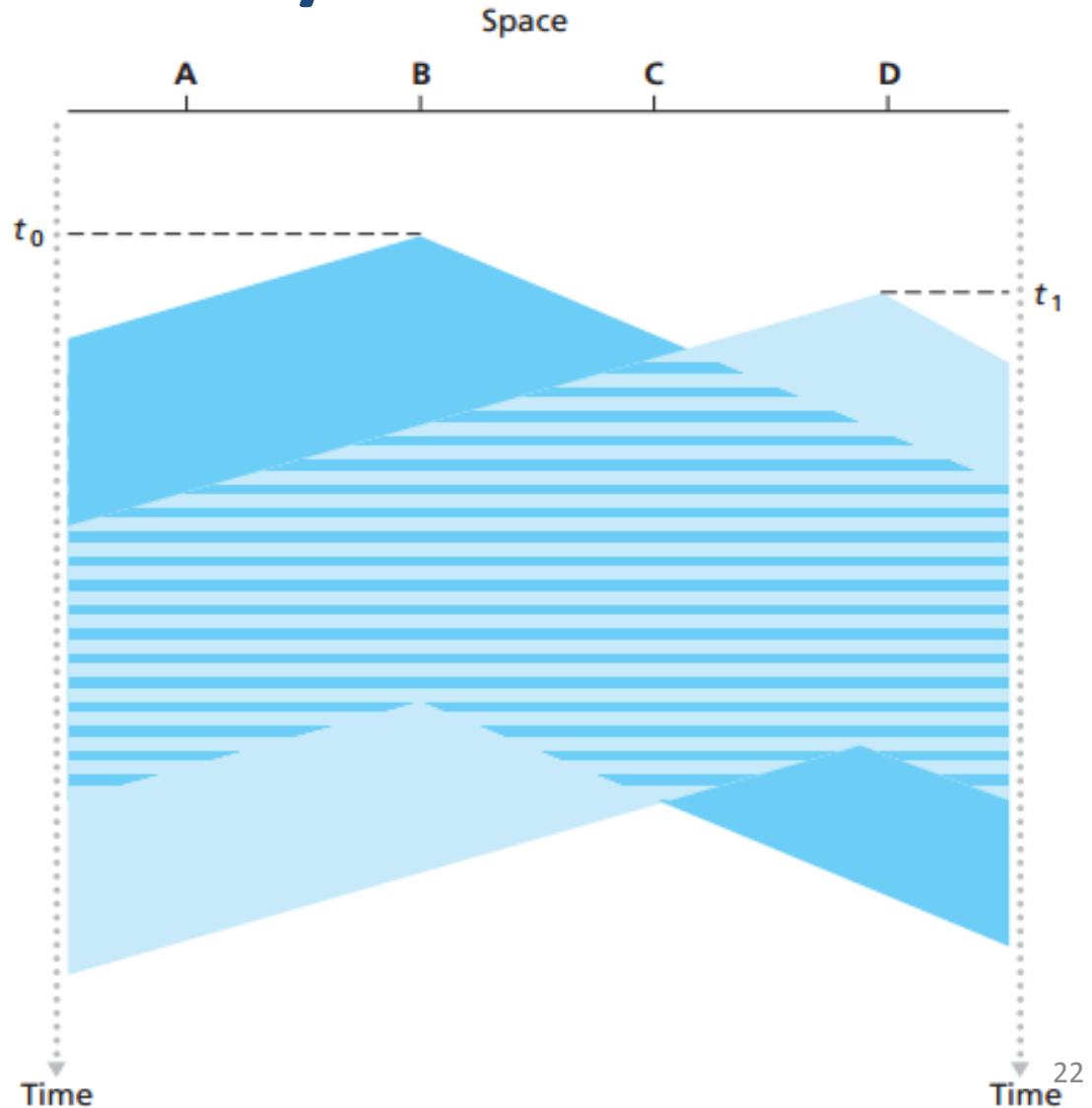
Các phương pháp truy cập ngẫu nhiên

CSMA/CD

- Vấn đề
 - Tại sao lại có xung đột khi đã “lắng nghe” trước khi truyền ?
 - Độ trễ lan truyền
 - Khoảng thời gian chờ ngẫu nhiên tốt là bao nhiêu
 - Để node ko phải chờ đợi lâu
 - Để tránh va chạm nữa
- => sử dụng một thuật toán (trong Ethernet)

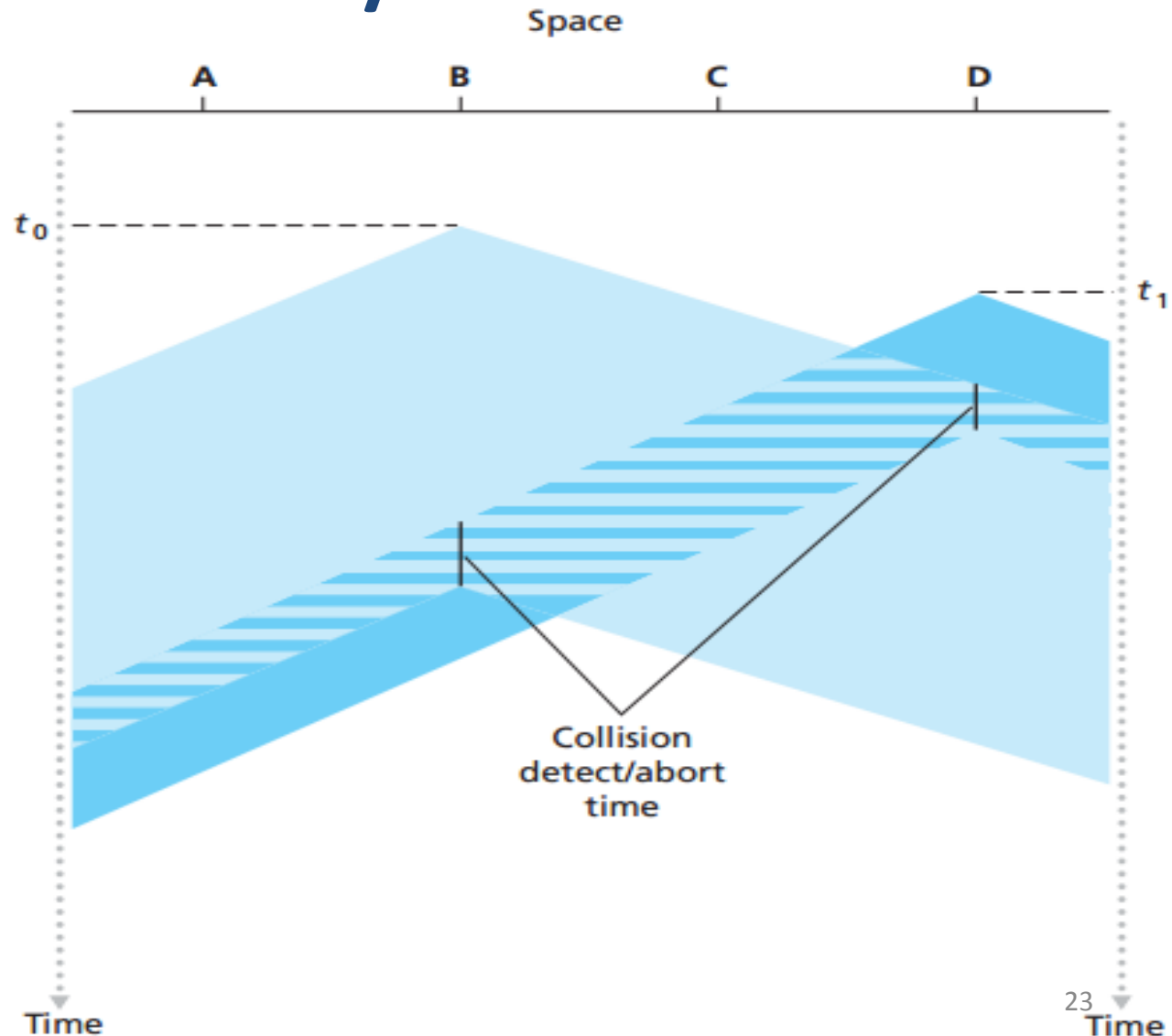
Các phương pháp truy cập ngẫu nhiên CSMA/CD

Hai node truyền dữ liệu
có va chạm



Các phương pháp truy cập ngẫu nhiên CSMA/CD

CSMA
với collision detection



Các phương pháp truy cập ngẫu nhiên

CSMA/CD

1. Adapter nhận một datagram từ network layer, đóng gói thành một link-layer frame, và đặt vào adapter buffer
2. Nếu adapter lắng nghe thấy kênh truyền rảnh – nghĩa là ko có signal nào truyền vào adapter, nó bắt đầu truyền frame. Ngược lại, nếu thấy kênh truyền bận, nó chờ cho đến khi thấy kênh truyền rảnh thì bắt đầu truyền frame
3. Trong khi truyền, adapter lắng nghe có signal đến từ các adapter khác không
4. Nếu adapter truyền toàn bộ frame mà chưa có signal đến từ các adapter khác => truyền thành công

Ngược lại, nếu adapter đang truyền và phát hiện có signal từ các adapter khác => nó hủy truyền frame. Adapter chờ một khoảng thời gian ngẫu nhiên và lặp lại bước 2

Các phương pháp truy cập quay vòng

- **Token Ring** – mạng vòng dùng thẻ bài
 - Sử dụng một frame đặc biệt gọi là token (thẻ bài)
Token được chuyển lần lượt giữa các node theo 1 thứ tự nhất định
 - Node chỉ truyền dữ liệu của nó khi nhận được token.
 - Gửi dữ liệu xong / hoặc ko có nhu cầu gửi dữ liệu, node phải chuyển token cho node kế tiếp

Các phương pháp truy cập quay vòng

- **Token Ring** – Một số vấn đề :
 - Tốn thời gian chuyển token
 - Mất token

Tóm tắt

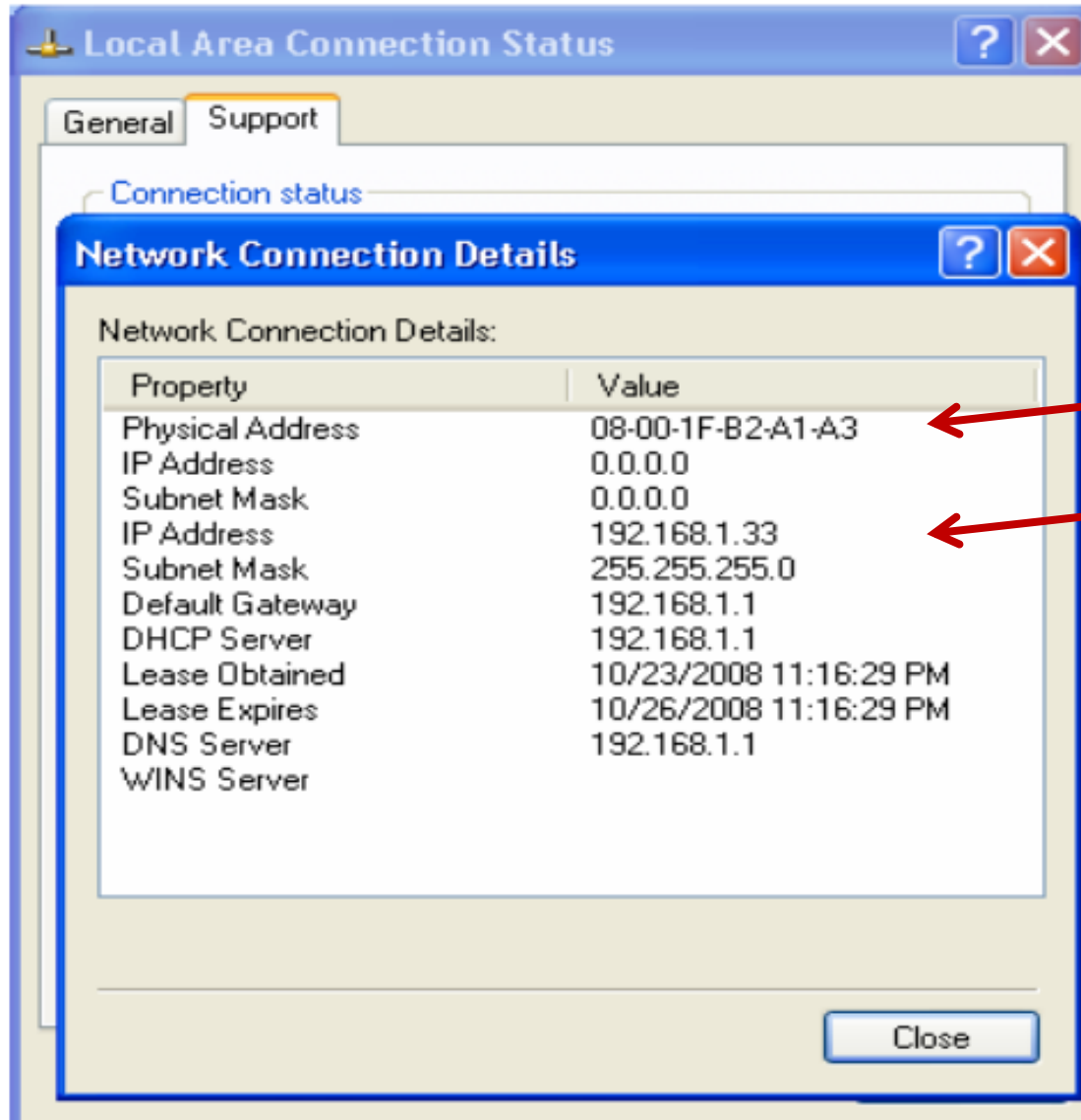
Các pp kiểm soát đa truy nhập

- Gồm 3 phương pháp
 - Chia kênh
 - Truy cập ngẫu nhiên
 - Truy cập quay vòng
- Ưu nhược điểm

Địa chỉ MAC và ARP

- Địa chỉ IP
 - Dùng trong tầng Network
 - 32 bit , biểu diễn bằng số Dec
 - Địa chỉ có cấu trúc
- Địa chỉ MAC
 - Dùng trong tầng Data link
 - 48 bit , biểu diễn bằng số Hex
 - Địa chỉ không cấu trúc
 - **Là địa chỉ của 1 adapter** (nằm trong host và router)

Địa chỉ MAC và ARP



Địa chỉ MAC và ARP

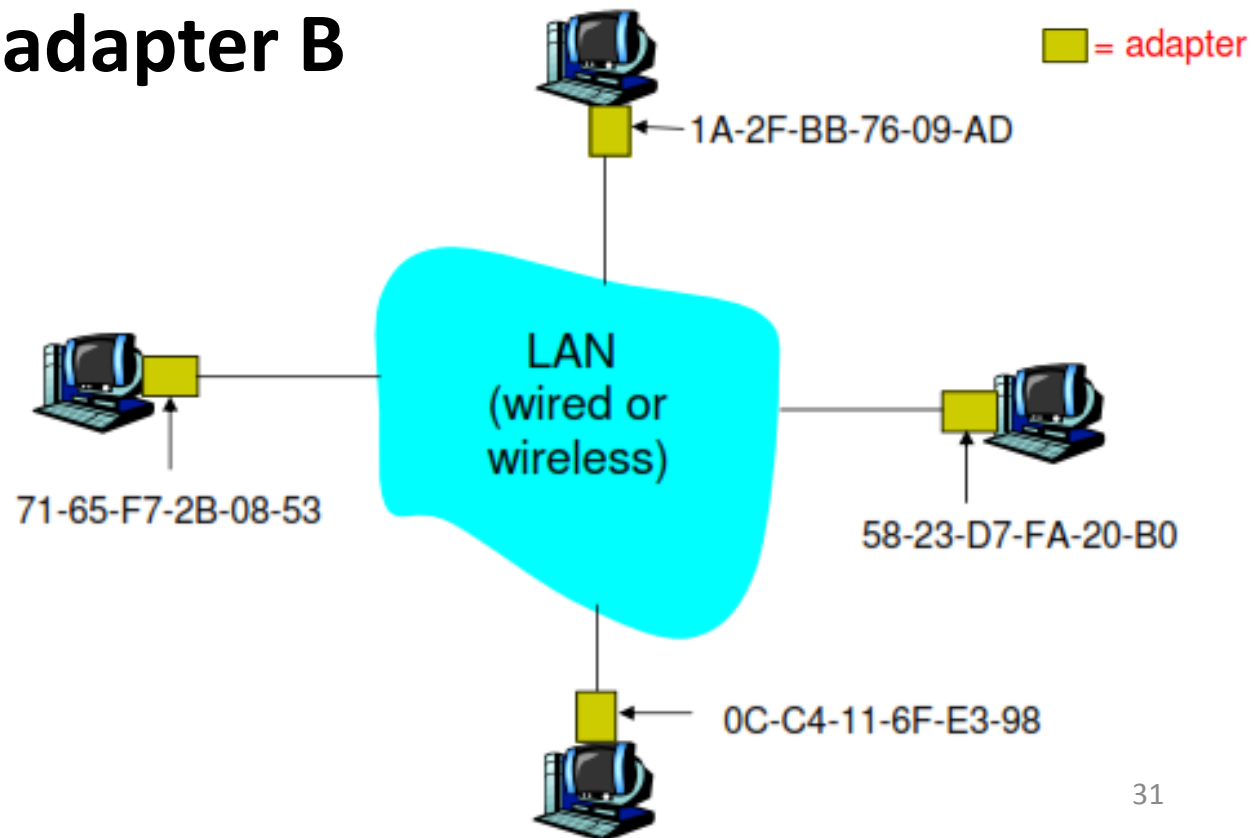
- Một adapter A muốn gửi một frame cho một adapter B
 - **Adapter A phải có địa chỉ MAC của adapter B**
 - Adapter A chèn địa chỉ MAC của adapter B vào frame và gửi frame vào mạng -> frame được chuyển tới switch -> switch gửi frame ra tất cả các port của nó (**broadcast**) và tới tất cả các máy trong LAN. Các adapter khi nhận frame, kiểm tra MAC address, nếu trùng thì chuyển frame lên tầng trên, ngược lại thì hủy frame.
- Một adapter A có thể muốn gửi frame cho tất cả các adapter
 - Adapter A dùng địa chỉ MAC đích có dạng **FF-FF-FF-FF-FF-FF** (gọi là **MAC broadcast address**)

Địa chỉ MAC và ARP

- Mỗi card mạng có một địa chỉ MAC
- Để gửi frame từ A->B, **adapter A phải có địa chỉ MAC của adapter B**



Vấn đề : xác định địa chỉ MAC từ địa chỉ IP ?



ARP : Address Resolution Protocol

- Giao thức ARP : thực hiện chuyển đổi địa chỉ IP -> địa chỉ MAC trong phạm vi subnet
- Mỗi node có một bảng ARP
- Bảng ARP chứa các ánh xạ địa chỉ IP -> MAC của một số node trong subnet

IP Address	MAC Address	TTL	(Time To Live) khoảng 20 min
222.222.222.221	88-B2-2F-54-1A-0F	13:45:00	
222.222.222.223	5C-66-AB-90-75-B1	13:52:00	

Figure 5.18 ♦ A possible ARP table in 222.222.222.220

ARP : Address Resolution Protocol

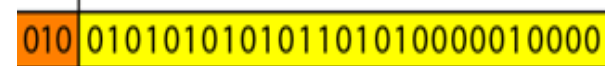
- Máy A muốn gửi một gói tin đến máy B trên cùng subnet
 - Nếu máy A có địa chỉ MAC trong bảng ARP
 - Nếu máy A không có địa chỉ MAC của B trong bảng ARP -> máy A **sử dụng giao thức ARP** để tìm địa chỉ MAC của B

ARP : Address Resolution Protocol

- A gửi broadcast một gói tin đặc biệt gọi là một **ARP request frame**. Frame bao gồm : địa chỉ IP và MAC của máy A và địa chỉ IP của máy B và MAC broadcast address
- Tất cả các adapter trên subnet khi nhận ARP request frame thực hiện chuyển frame lên ARP module để xử lý
- Mỗi ARP module kiểm tra xem IP của máy có khớp với địa chỉ IP đích trong ARP frame. Nếu trùng khớp, nó sẽ gửi trả lại A một **ARP response frame** với địa chỉ MAC của adapter B.
- A cập nhật bảng ARP, và đóng gói gói tin IP cần gửi với MAC đích đã biết , rồi chuyển gói tin ra đường truyền

192.168.1.1

1A-23-F9-CD-06-9B

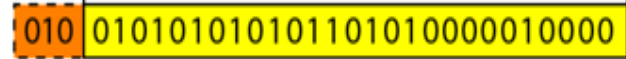


IP nguồn, IP đích

MAC nguồn, MAC đích

192.168.1.2

5C-66-AB-90-75-B1



Trong Windows 7 :

- Xem địa chỉ MAC

ipconfig /all

- Xem bảng ARP

arp -a

```
C:\Users\Administrator>ipconfig /all
```

```
Ethernet adapter Local Area Connection:
```

```
Media State . . . . . : Media disconnected
Connection-specific DNS Suffix . :
Description . . . . . : Atheros AR8152/8158 PCI-E Fast Ethernet C
ontroller (NDIS 6.20)
Physical Address. . . . . : 04-7D-7B-B0-FE-72
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
```

```
C:\Users\Administrator>arp -a
```

```
Interface: 192.168.1.102 --- 0xe
```

Internet Address	Physical Address	Type
192.168.1.1	00-14-bf-b9-47-18	dynamic
192.168.1.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	static
224.0.0.22	01-00-5e-00-00-16	static
224.0.0.252	01-00-5e-00-00-fc	static
239.255.255.250	01-00-5e-7f-ff-fa	static
255.255.255.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	static