



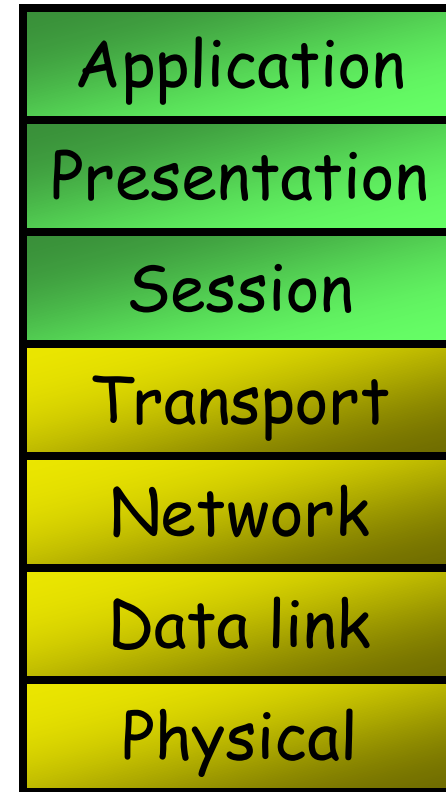
Chương 03

Tăng liên kết dữ liệu

MẠNG MÁY TÍNH

Tháng 09/2011

- ☐ Điều khiển truy cập đường truyền
- ☐ Điều khiển liên kết



- ☐ Giới thiệu
- ☐ Kỹ thuật phát hiện và sửa lỗi
- ☐ Điều khiển truy cập đường truyền
- ☐ ARP
- ☐ Ethernet

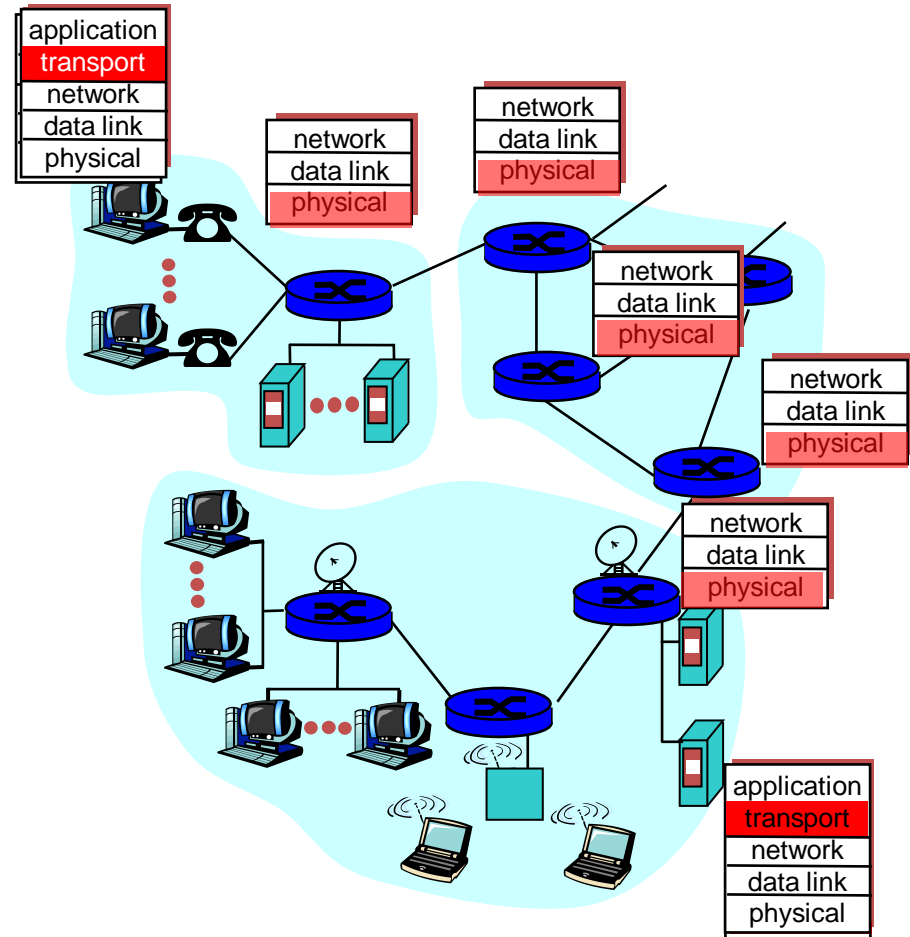
Giới thiệu - 1

❑ Link: “kết nối/liên kết” giữa các nodes kề nhau

- Wired
- Wireless

❑ Data link layer: chuyển gói tin (frame) từ một node đến node kề qua 1 link

- Mỗi link có thể dùng giao thức khác nhau để truyền tải frame

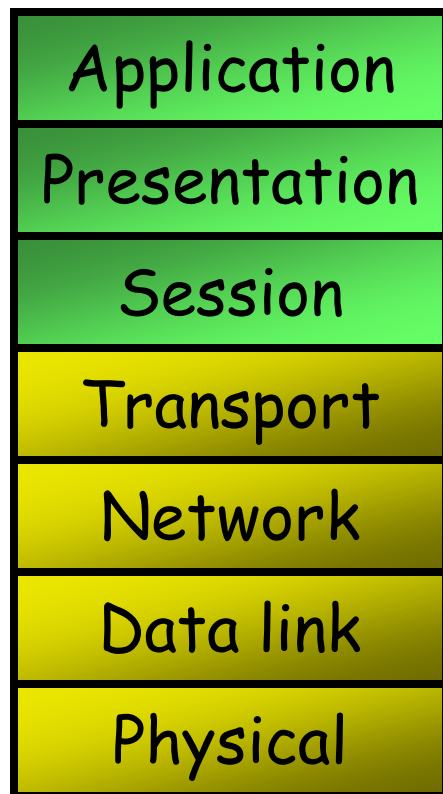


□ Tại nơi gửi:

- Nhận các packet từ tầng network → đóng gói thành các frame
- Truy cập đường truyền (nếu dùng đường truyền chung)

□ Tại nơi nhận:

- Nhận các frame dữ liệu từ tầng physical
- Kiểm tra lỗi
- Chuyển cho tầng network



❑ LLC (Logical Link Control)

- Điều khiển luồng
- Kiểm tra lỗi
- Báo nhận

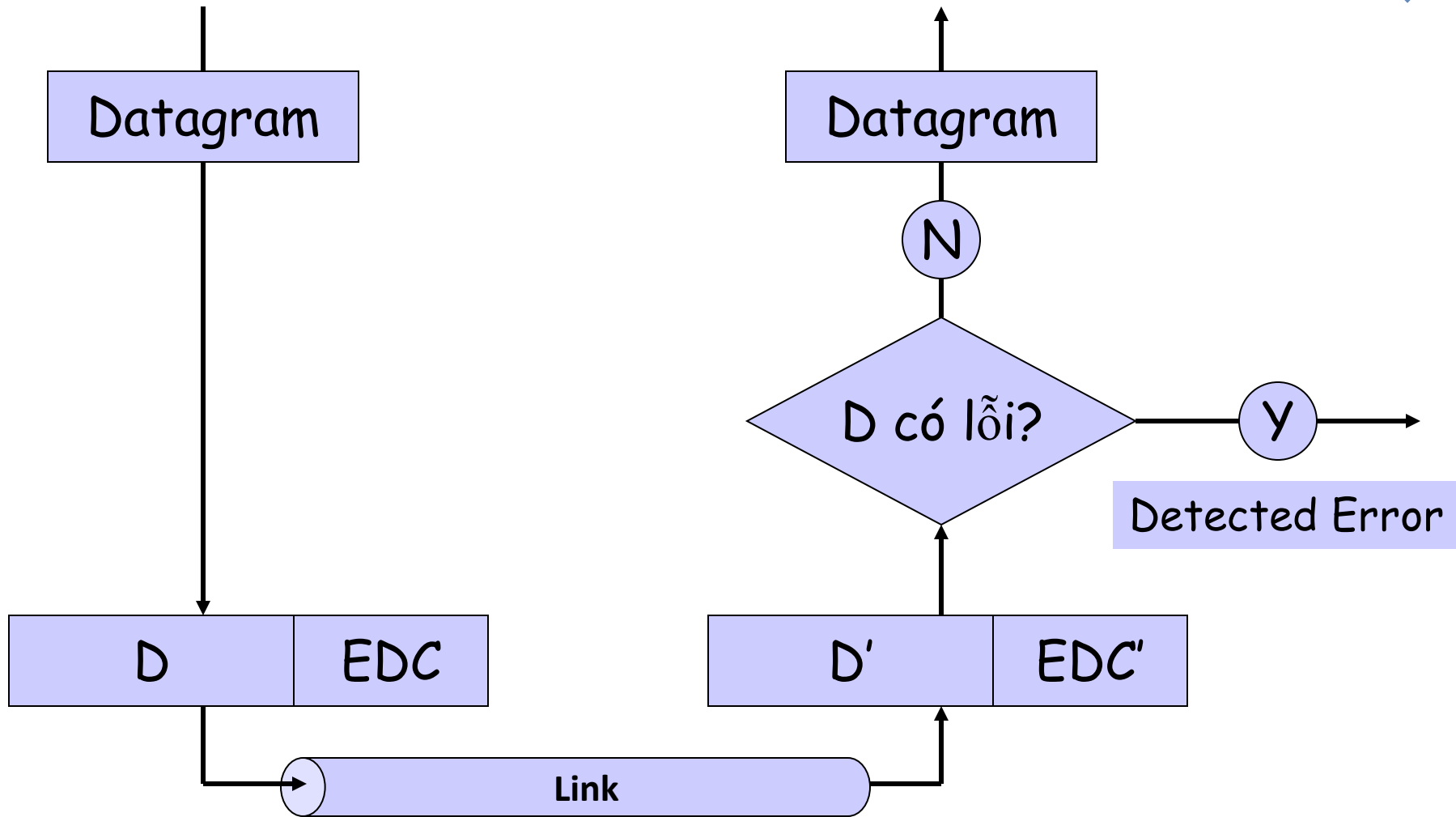
❑ MAC (Media Access Control)

- Truy cập đường truyền



- ☐ Giới thiệu
- ☐ Kỹ thuật phát hiện và sửa lỗi
- ☐ Điều khiển truy cập đường truyền
- ☐ ARP
- ☐ Ethernet

Kỹ thuật phát hiện và sửa lỗi - 1



Kỹ thuật phát hiện và sửa lỗi - 2

☐ Các phương pháp:

- Parity Check (bit chẵn lẻ)
- Checksum
- Cyclic Redundancy Check (CRC)

Parity Check



❑ Dùng thêm một số bit để đánh dấu tính chẵn lẻ

- Dựa trên số bit 1 trong dữ liệu
- Phân loại:
 - Even Parity: số bit 1 phải là một số chẵn
 - Odd Parity: số bit 1 phải là một số lẻ

❑ Các phương pháp:

- Parity 1 chiều
- Parity 2 chiều
- Hamming code

Parity 1 chiều - 1

- ❑ Số bit parity: 1 bit
- ❑ Chiều dài của dữ liệu cần gửi đi: d bit
 - ➔ DL gửi đi sẽ có $(d+1)$ bit
- ❑ Bên gửi:

- Thêm 1 bit parity vào dữ liệu cần gửi đi

- Mô hình chẵn (Even parity)
 - số bit 1 trong $d+1$ bit là một số chẵn
- Mô hình lẻ (Odd Parity)
 - số bit 1 trong $d+1$ bit là một số lẻ

d bits Parity bit

0111000110101011 1 (mô hình chẵn)

 0 (mô hình lẻ)

Parity 1 chiều - 2



❑ Bên nhận:

- Nhận D' có $(d+1)$ bits
- Đếm số bit 1 trong $(d+1)$ bits = x
- Mô hình chẵn: nếu x lẻ \rightarrow error
- Mô hình lẻ: nếu x chẵn \rightarrow error

❑ Ví dụ: nhận 0111000110101011

- Parity chẵn: sai
- Parity lẻ: đúng
 - Dữ liệu thật: 011100011010101

❑ Đặc điểm:

- Phát hiện được lỗi khi số bit lỗi trong dữ liệu là số lẻ
- Không sửa được lỗi

Parity 2 chiều - 1

- ❑ Dữ liệu gửi đi được biểu diễn thành ma trận $N \times M$
- ❑ Số bit parity: $(N + M + 1)$ bit
- ❑ Đặc điểm:
 - Phát hiện và sửa được 1 bit lỗi
- ❑ Bên gửi

- Biểu diễn dữ liệu cần gửi đi thành ma trận $N \times M$
- Tính giá trị bit parity của từng dòng, từng cột

	$d_{1,1}$	\dots	$d_{1,j}$	$d_{1,j+1}$
	$d_{2,1}$	\dots	$d_{2,j}$	$d_{2,j+1}$
	\dots	\dots	\dots	\dots
	$d_{i,1}$	\dots	$d_{i,j}$	$d_{i,j+1}$
column parity ↓	$d_{i+1,1}$	\dots	$d_{i+1,j}$	$d_{i+1,j+1}$

Parity 2 chiều - 2

□ Ví dụ:

- Dùng parity chẵn
- $N = 3, M = 5$
- Dữ liệu cần gửi đi:

10101	11110	01110
10101	1	
11110	0	
01110	1	
<hr/>		
00101	0	

Parity 2 chiều - 1



□ Bên nhận:

- Biểu diễn dữ liệu nhận thành ma trận $(N+1) \times (M+1)$
- Kiểm tra tính đúng đắn của từng dòng/cột
- Đánh dấu các dòng/cột dữ liệu bị lỗi
- Bit lỗi: bit tại vị trí giao giữa dòng và cột bị lỗi

Parity 2 chiều - 2

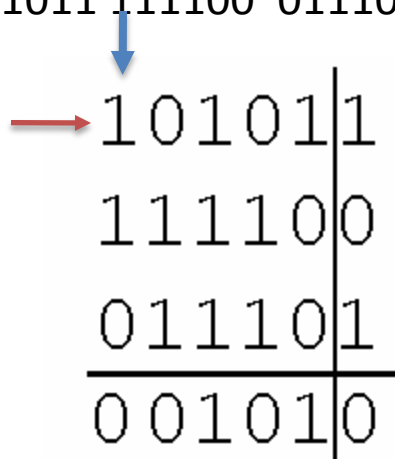
□ Ví dụ:

- Dùng parity chẵn

▪ $N = 3, M = 5$

Dữ liệu nhận:

101011 111100 011101 001010



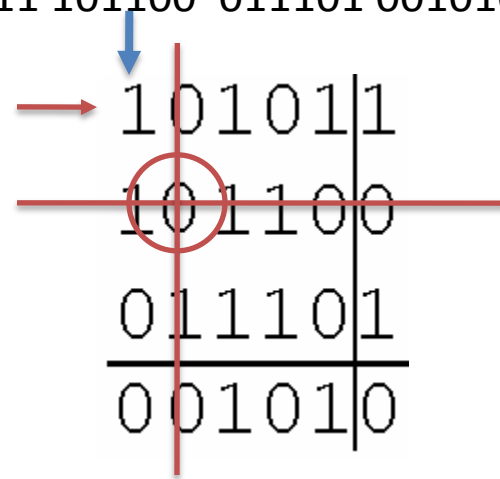
1	0	1	0	1	1
1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	0	1
0	0	1	0	1	0

Không có lỗi

Dữ liệu thật: 10101 11110 01110

Dữ liệu nhận:

101011 101100 011101 001010



1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	0	1
0	0	1	0	1	0

Có lỗi

Dữ liệu thật: 10101 11110 01110

Hamming code - 1

□ Mỗi hamming code

- có M bit, đánh số từ 1 đến M
- Bit parity: $\log_2 M$ bits, tại các vị trí lũy thừa của 2
- Dữ liệu thật được đặt tại các vị trí không là lũy thừa của 2
- VD: $M = 7$
 - $\log_2 7 = 3$: dùng 3 bits làm bit parity (1, 2, 4)
 - Có 4 vị trí có thể đặt dữ liệu (3, 5, 6, 7)

□ Đặc điểm:

- sửa lỗi 1 bit
- nhận dạng được 2 bit lỗi
- Sửa lỗi nhanh hơn Parity code 2 chiều

Hamming code - 2



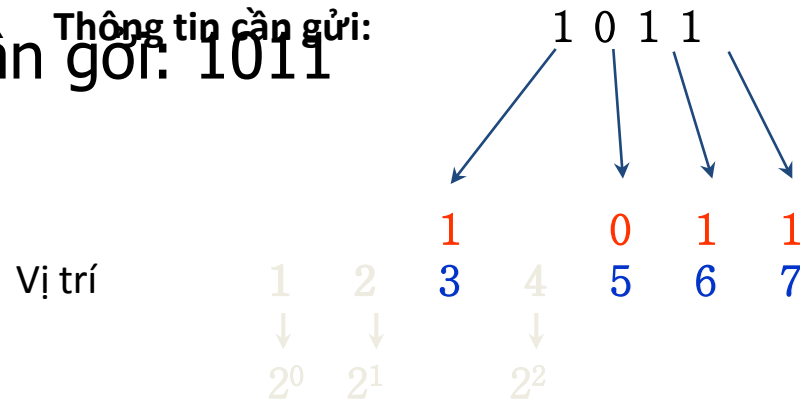
□ Bên gửi:

- Chia dữ liệu cần gửi đi thành các khối dữ liệu (với số bit là số vị trí có thể đặt vào Hamming Code)
- Với mỗi khối dữ liệu → tạo 1 Hamming Code
 - Đặt các bit dữ liệu vào các vị trí không phải là lũy thừa của 2 trong Hamming Code
 - lưu ý: vị trí được đánh số từ 1 đến M
 - Tính check bits
 - Tính giá trị của các bit parity

Hamming code – 3

□ Ví dụ:

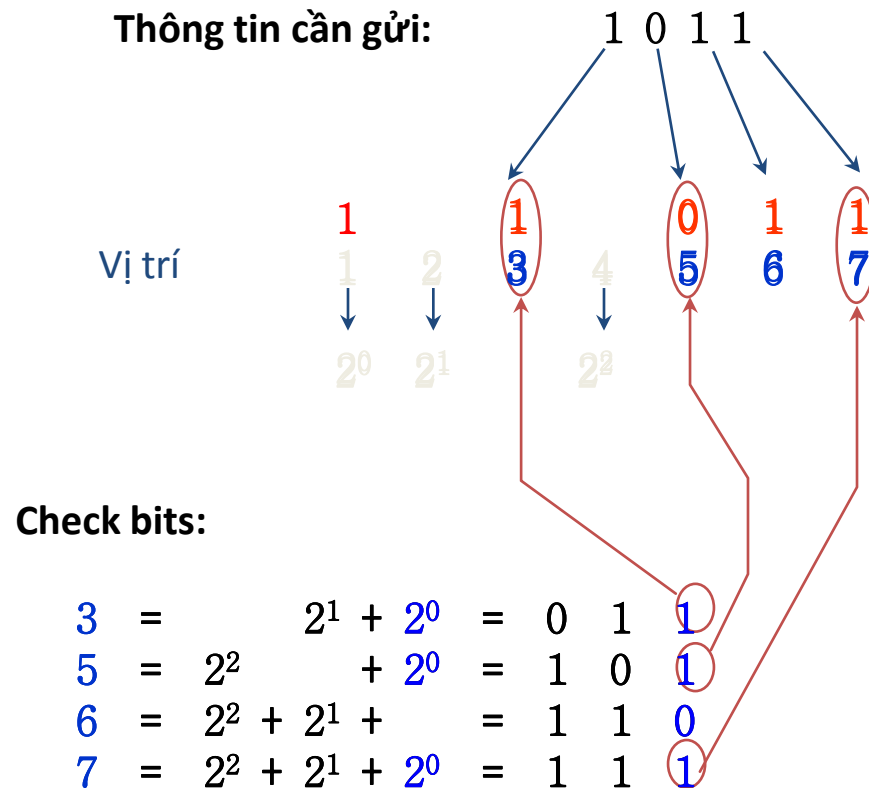
- $M = 7$
- Dùng parity lẻ
- Thông tin cần gửi: 1011



Tính check bits:

$$\begin{aligned} 3 &= 2^1 + 2^0 = 0 \ 1 \ 1 \\ 5 &= 2^2 + 2^0 = 1 \ 0 \ 1 \\ 6 &= 2^2 + 2^1 + 2^0 = 1 \ 1 \ 0 \\ 7 &= 2^2 + 2^1 + 2^0 = 1 \ 1 \ 1 \end{aligned}$$

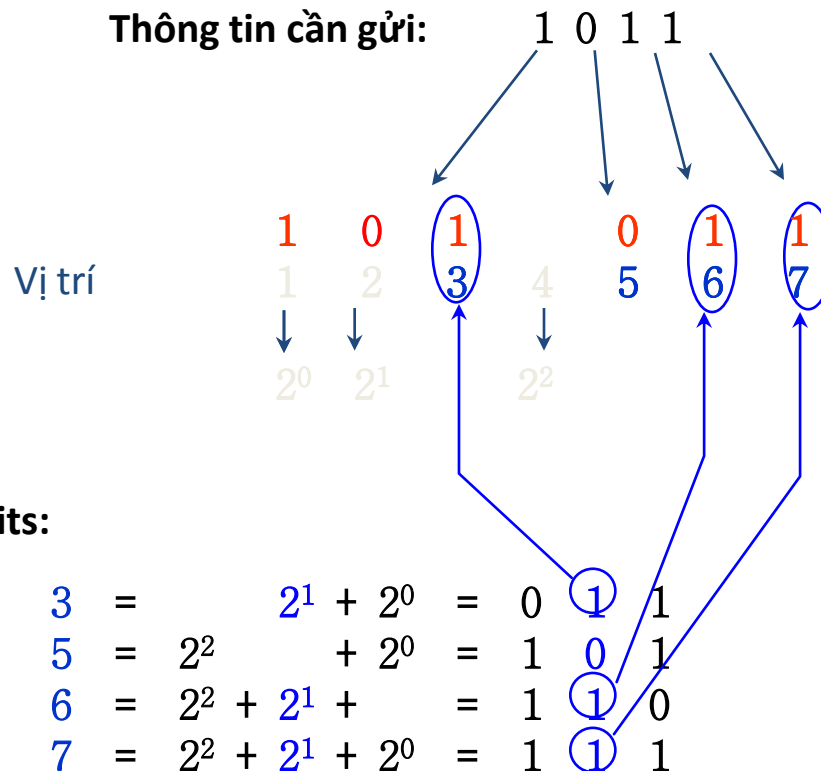
Hamming code - 4



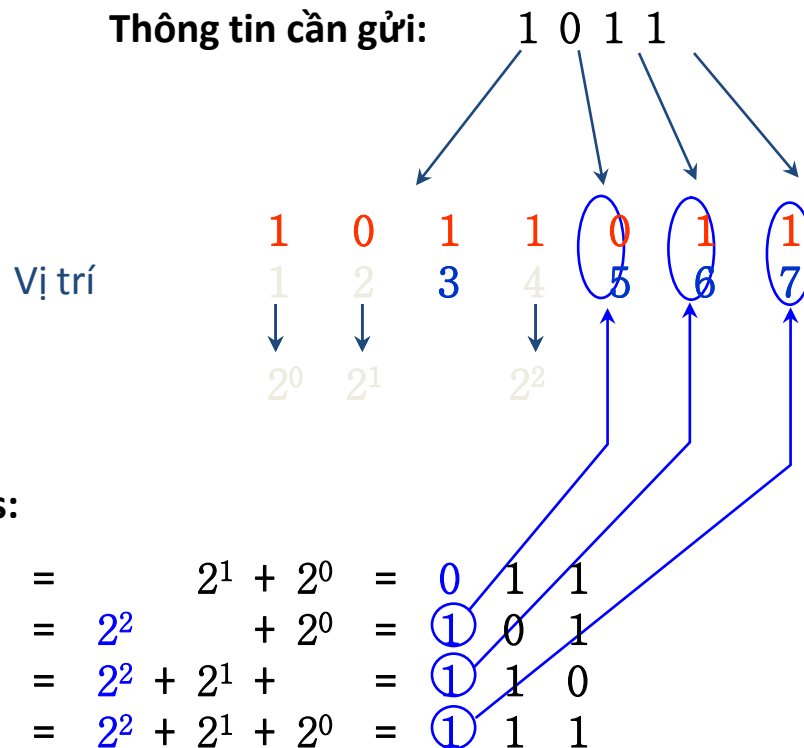
Vị trí 2^0 :

- Xét cột 2^0 trong check bit → các vị trí có bit 1
- Lấy các bit DL tại các vị trí có bit 1 trong check bit → tính bit parity cho các bit dữ liệu này

Hamming code - 5



Hamming code - 6



Hamming code - 7



- ❑ Dữ liệu cần gửi: 1011
- ❑ Dữ liệu gửi: 1011011

Hamming code - 8

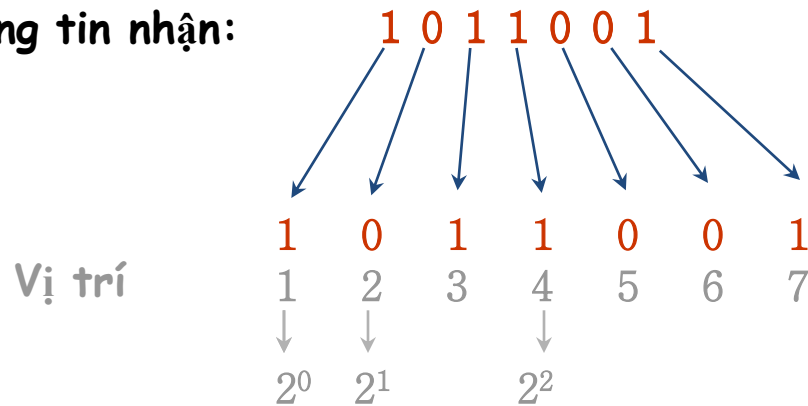


□ Bên nhận: với mỗi Hamming Code

- Điền các bit Hamming Code nhận vào các vị trí từ 1 đến M
- Tính check bit
- Kiểm tra các bit parity
 - Nếu tại bit 2^i phát hiện sai \rightarrow đánh dấu Error, hệ số $k_i = 1$
 - Ngược lại, đánh dấu No Error = 0, hệ số $k_i = 0$
- Vị trí bit lỗi: $\text{pos} = \sum 2^i * k_i$

Hamming code – 9

Thông tin nhận:

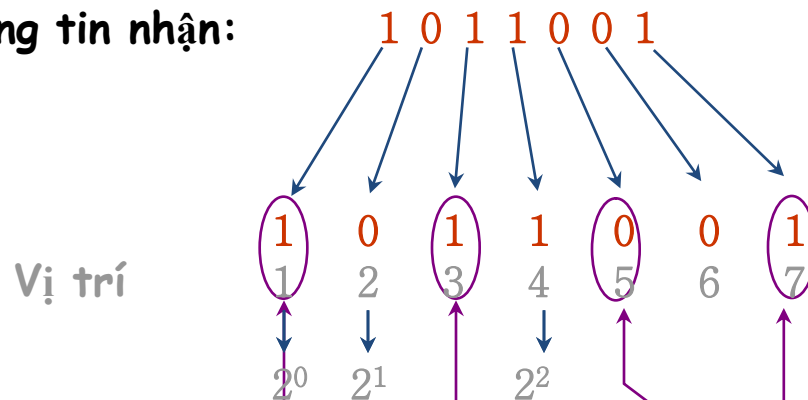


Tính check bits:

$$\begin{aligned} 3 &= 2^1 + 2^0 = 0 \ 1 \ 1 \\ 5 &= 2^2 + 2^0 = 1 \ 0 \ 1 \\ 6 &= 2^2 + 2^1 = 1 \ 1 \ 0 \\ 7 &= 2^2 + 2^1 + 2^0 = 1 \ 1 \ 1 \end{aligned}$$

Hamming code – 10

Thông tin nhận:



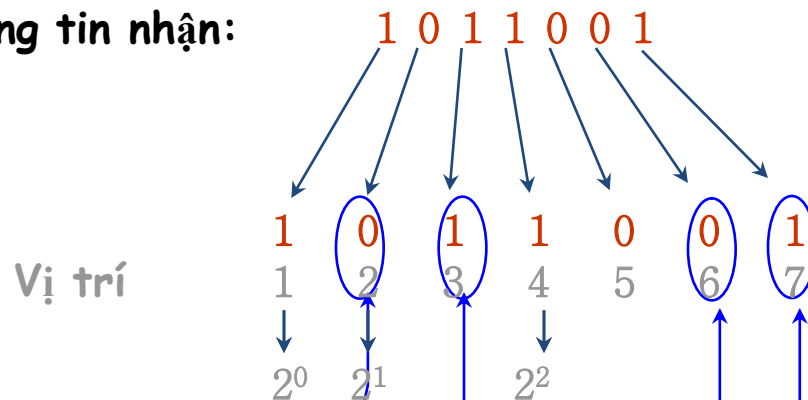
Tính check bits:

$$\begin{aligned} 3 &= 2^1 + 2^0 = 0 \ 1 \ 1 \\ 5 &= 2^2 + 2^0 = 1 \ 0 \ 1 \\ 6 &= 2^2 + 2^1 = 1 \ 1 \ 0 \\ 7 &= 2^2 + 2^1 + 2^0 = 1 \ 1 \ 1 \end{aligned}$$

Odd parity: Không có lỗi

Hamming code – 11

Thông tin nhận:



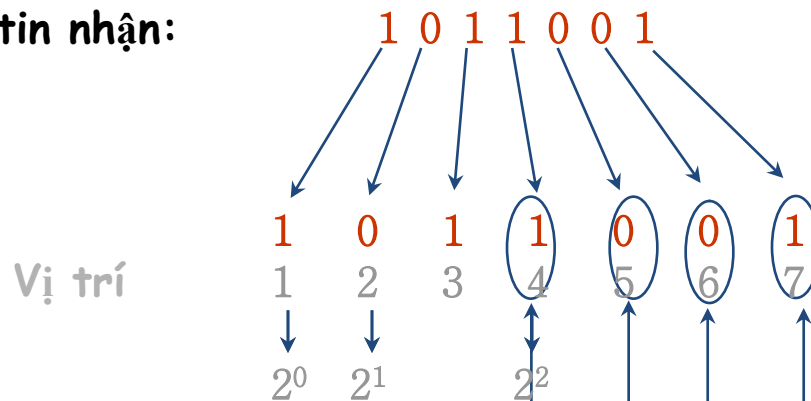
Tính check bits:

$$\begin{aligned} 3 &= 2^1 + 2^0 = 0 \text{ } \textcircled{1} \text{ } 1 \\ 5 &= 2^2 + 2^0 = 1 \text{ } 0 \text{ } 1 \\ 6 &= 2^2 + 2^1 = 1 \text{ } \textcircled{1} \text{ } 0 \\ 7 &= 2^2 + 2^1 + 2^0 = 1 \text{ } \textcircled{1} \text{ } 1 \end{aligned}$$

Odd parity: LỖI

Hamming code – 12

Thông tin nhận:



Tính check bits:

$$\begin{array}{lcl} 3 & = & 2^1 + 2^0 = 0 \ 1 \ 1 \\ 5 & = & 2^2 + 2^0 = 1 \ 0 \ 1 \\ 6 & = & 2^2 + 2^1 = 1 \ 1 \ 0 \\ 7 & = & 2^2 + 2^1 + 2^0 = 1 \ 1 \ 1 \end{array}$$

Odd parity: LỖI

Hamming code – 13

$$\begin{array}{rcll} & & 2^0 & 2^1 & 2^2 \\ 3 & = & 2^1 + 2^0 & = & 0 & 1 & 1 \\ 5 & = & 2^2 & + 2^0 & = & 1 & 0 & 1 \\ 6 & = & 2^2 + 2^1 & & = & 1 & 1 & 0 \\ 7 & = & 2^2 + 2^1 + 2^0 & = & \underline{1} & \underline{1} & \underline{1} \end{array}$$

E = error in column
NE = no error in column

E	E	NE
↓	↓	↓
1	1	0

= 6

➔ Lỗi bit thứ 6 trong Hamming Code

Dữ liệu nhận đúng: 10**11**0**11**

Dữ liệu thật: 1011

Check sum - 1

□ Bên gửi

- d bits trong DL gửi đi được xem như gồm N số k bits: x_1, x_2, \dots, x_N
- Tính tổng $X = x_1 + x_2 + \dots + x_N$
- Tính **bù 1** của X \rightarrow giá trị checksum

□ VD: Dữ liệu cần gửi: 1110 0110 0110 0110, k = 4

- 1110, 0110, 0110, 0110
- 0101, 0110, 0110
-
- Sum = 0010
- Checksum = 1101

1110

0110

0100

1

0101

Check sum - 1



❑ Bên nhận:

- tính tổng cho tất cả giá trị nhận được (kể cả giá trị checksum).
- Nếu tất cả các bit là 1, thì dữ liệu nhận được là đúng; ngược lại: có lỗi xảy ra

❑ VD:

- nhận: 1110 0110 0110 0110 1101
 - Sum = 1111
 - ➔ đúng
- Nhận: 1010 0110 0110 0110 1101
 - Sum = 1011
 - ➔ sai

- ☐ Giới thiệu
- ☐ Kỹ thuật phát hiện và sửa lỗi
- ☐ Điều khiển truy cập đường truyền
- ☐ ARP
- ☐ Ethernet

Điều khiển truy cập đường truyền

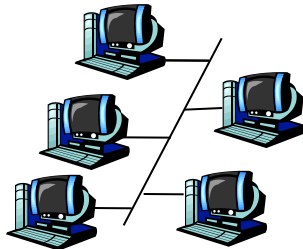
□ Loại liên kết (link)

- Điểm đến điểm (Point-to-point)

- Dialup
- Nối trực tiếp giữa: host - host, host – SW



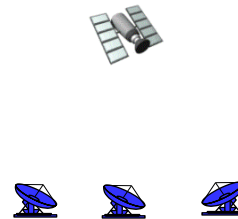
- Chia sẻ (Shared)



shared wire (e.g.,
cabled Ethernet)



shared RF
(e.g., 802.11 WiFi)



shared RF
(satellite)

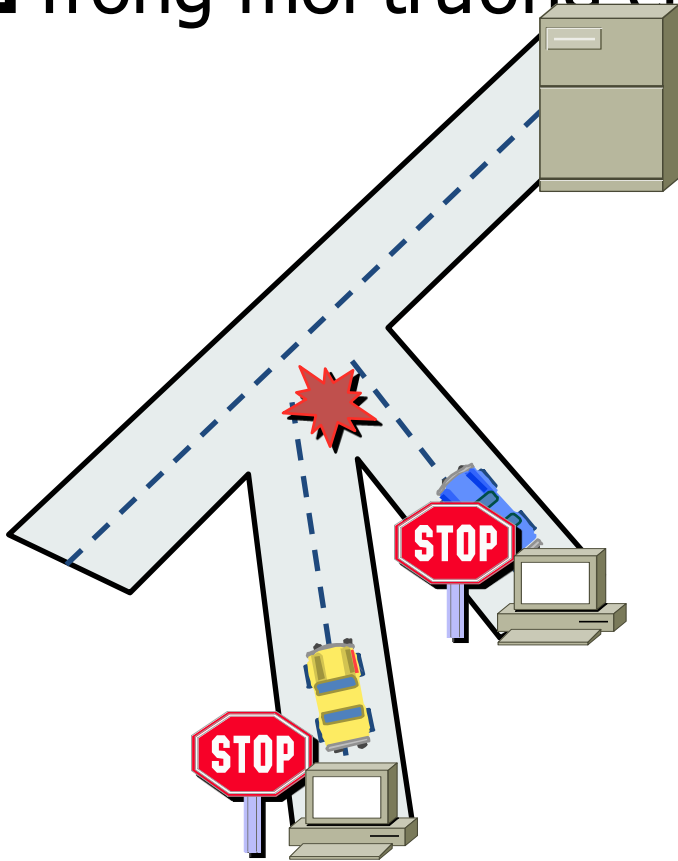
Điều khiển truy cập đường truyền

❑ Trong môi trường chia sẻ

Hạn chế xảy ra collision

➔ Giao thức tầng Data link:
Quyết định cơ chế để các
node sử dụng môi trường
chia sẻ

- khi nào được phép gửi DL xuống đường truyền
- Làm sao phát hiện xảy ra Collision
-



Điều khiển truy cập đường truyền

□ Các phương pháp:

- Phân chia kênh truyền (Channel partition protocols)
- Tranh chấp (Random access protocols)
- Luân phiên (Taking-turns protocols)

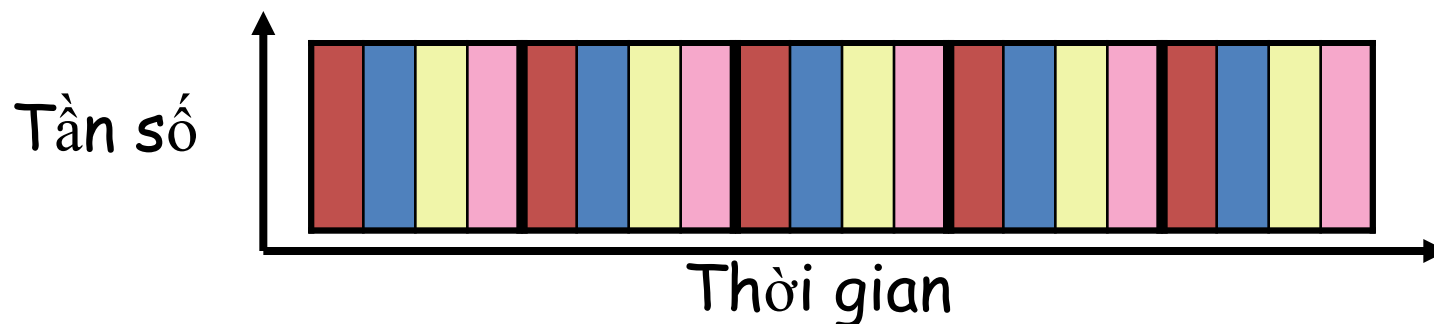
Phân chia kênh truyền



- ☐ TDM (Time Division Multiplexing)
- ☐ FDM (Frequency Division Multiplexing)
- ☐ CDMA (Code Division Multiple Access)

□ Ý tưởng:

- Chia kênh truyền thành các khe thời gian
 - Mỗi khe thời gian chia thành N khe nhỏ
 - Mỗi khe nhỏ dành cho 1 node trong mạng
- ➔ Mỗi node có băng thông: R/N



□ Ý tưởng:

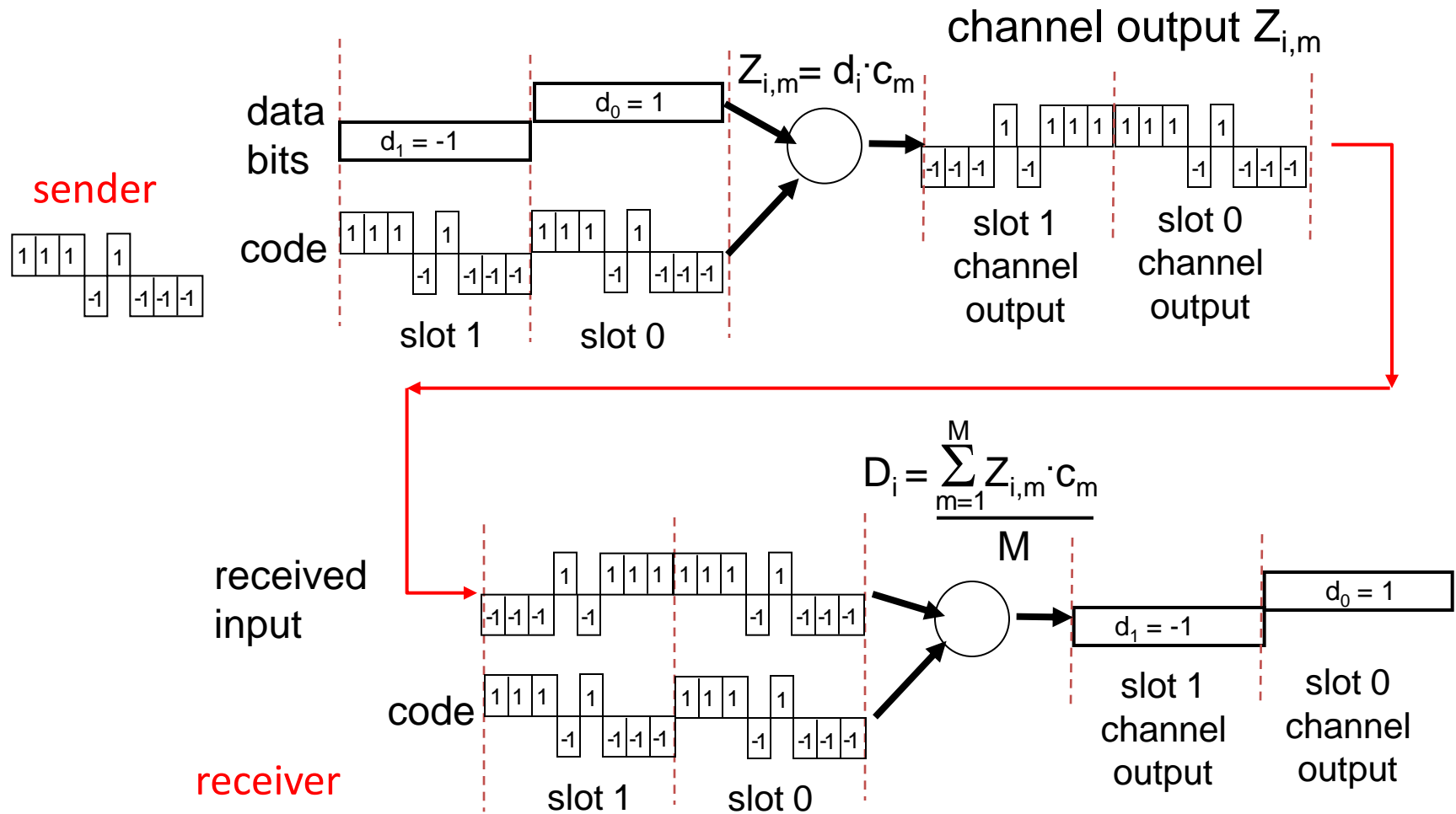
- Chia kênh truyền thành N kênh truyền nhỏ
 - Mỗi kênh truyền dành cho 1 node
- Mỗi node có băng thông: R/N



□ Ý tưởng:

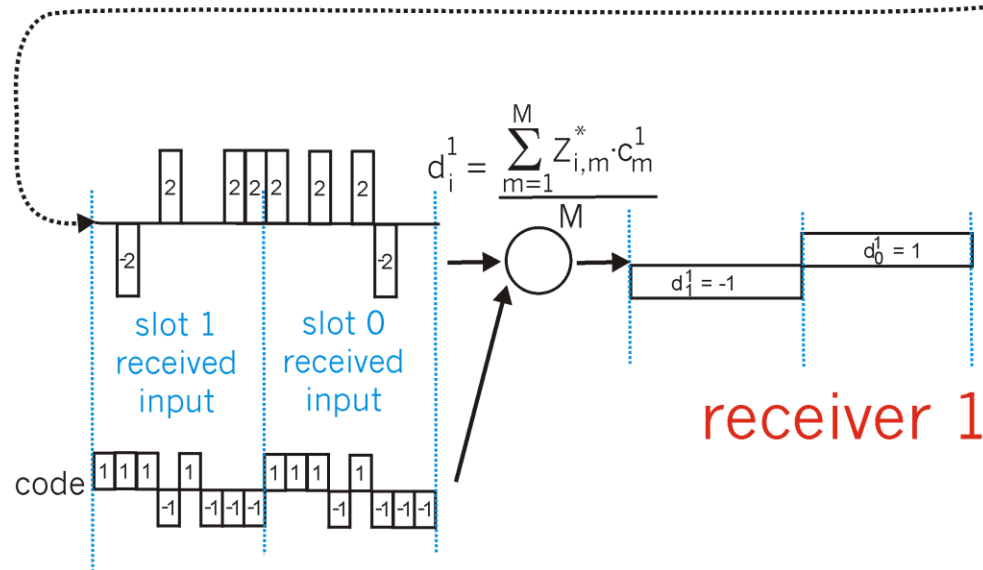
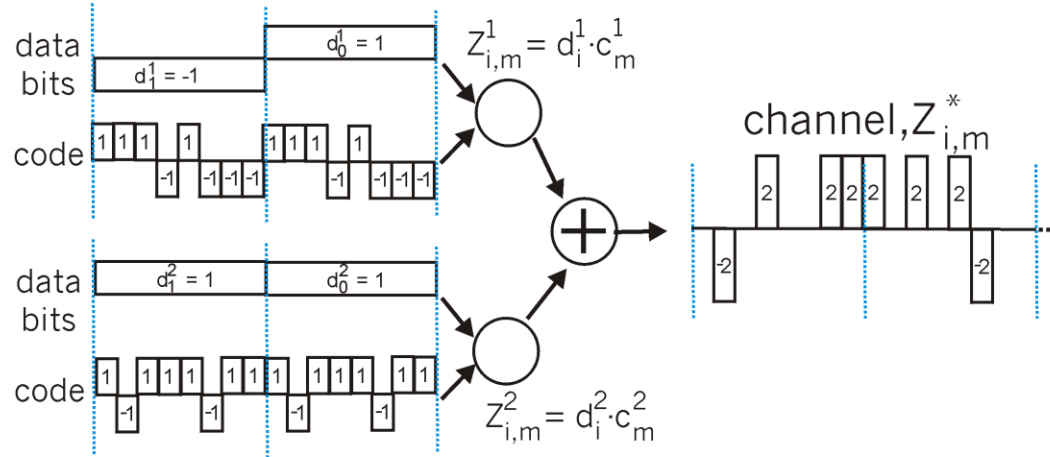
- Mỗi node có 1 code riêng
- Bên gửi: mã hoá dữ liệu trước khi gửi bằng code của mình và bên nhận phải biết code của người gửi
- 1 bit DL được mã hoá thành M bits
- Kênh truyền: chia thành từng các khe thời gian, mỗi bit truyền trong 1 khe

CDMA - 2



CDMA - 3

senders



receiver 1

- ❑ Các node chiếm trọn băng thông khi truyền
- ❑ Lắng nghe độ bận sau khi truyền
- ❑ Một số phương pháp:
 - ALOHA (Slotted, Pure)
 - CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

Pure ALOHA



- ❑ Mỗi node có thể bắt đầu truyền dữ liệu bất cứ khi nào node có nhu cầu
- ❑ Nếu phát hiện xung đột → chờ 1 khoảng thời gian rồi truyền lại

Slotted ALOHA

- ❑ Giả thiết:
 - Các frame có kích thước tối đa là L bits
- ❑ Kênh truyền: chia thành các khe thời gian có kích thước L/R (s)
- ❑ Khi 1 node có nhu cầu truyền dữ liệu: phải chờ đến thời điểm bắt đầu của 1 khe mới được truyền
 - cần đồng bộ thời gian giữa các node
- ❑ Nếu đụng độ xảy ra: truyền lại với xác suất là p

- ❑ Lắng nghe đường truyền trước khi truyền:
 - Đường truyền rảnh: truyền dữ liệu
 - Đường truyền bận: chờ
- ❑ Lắng nghe đường truyền sau khi truyền
 - Nếu đụng độ xảy ra:
 - dừng truyền
 - đợi 1 khoảng thời gian và truyền lại

❑ Đánh giá:

- Các node có quyền ngang nhau
- Chi phí cao
- Tốc độ: chấp nhận được nếu số lượng node ít
- Không ấn định độ ưu tiên cho thiết bị đặc biệt

❑ Cải tiến:

- CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection)
- CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance)

□ Ý tưởng:

- Thiết bị lắng nghe đường truyền
- Nếu đường truyền rảnh, thiết bị truyền DL của mình lên đường truyền
- Sau khi truyền, lắng nghe đụng độ?
- Nếu có, thiết bị gửi tín hiệu cảnh báo các thiết bị khác
- Tạm dừng 1 khoảng thời gian ngẫu nhiên rồi gửi DL
- Nếu tiếp tục xảy ra đụng độ, tạm dừng khoảng thời gian gấp đôi.

□ Dùng trong mạng Ethernet

- ☐ Dùng thẻ bài (Token Passing)
- ☐ Dò chọn (Polling)

□ Ý tưởng:

- Dùng 1 thẻ bài (token) di chuyển qua các node
- Thiết bị muốn truyền DL thì phải chiếm được thẻ bài

□ Đánh giá:

- Thích hợp cho các mạng có tải nặng
- Thiết lập được độ ưu tiên cho thiết bị đặc biệt
- Chậm hơn CSMA trong mạng có tải nhẹ
- Thiết bị mạng đắt tiền

□ Dùng trong mạng Token Ring

□ Ý tưởng:

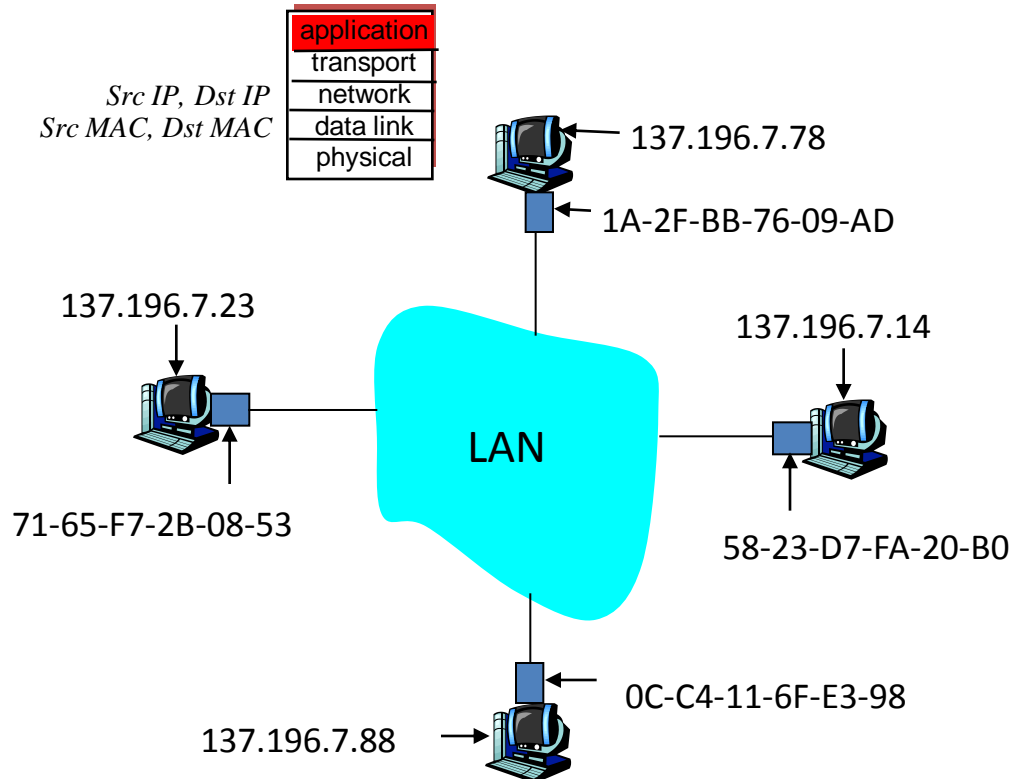
- Có 1 node đóng vai trò điều phối
- Node điều phối kiểm tra nhu cầu gửi DL của các node thứ cấp và xếp vào hàng đợi theo thứ tự và độ ưu tiên
- Thiết bị truyền DL khi đến lượt

□ Đánh giá:

- Có thể thiết lập độ ưu tiên
- Tốn chi phí
- Việc truyền DL của 1 thiết bị tùy thuộc vào thiết bị dò chọn

- ☐ Giới thiệu
- ☐ Kỹ thuật phát hiện và sửa lỗi
- ☐ Điều khiển truy cập đường truyền
- ☒ ARP
- ☒ Ethernet

ARP - 1

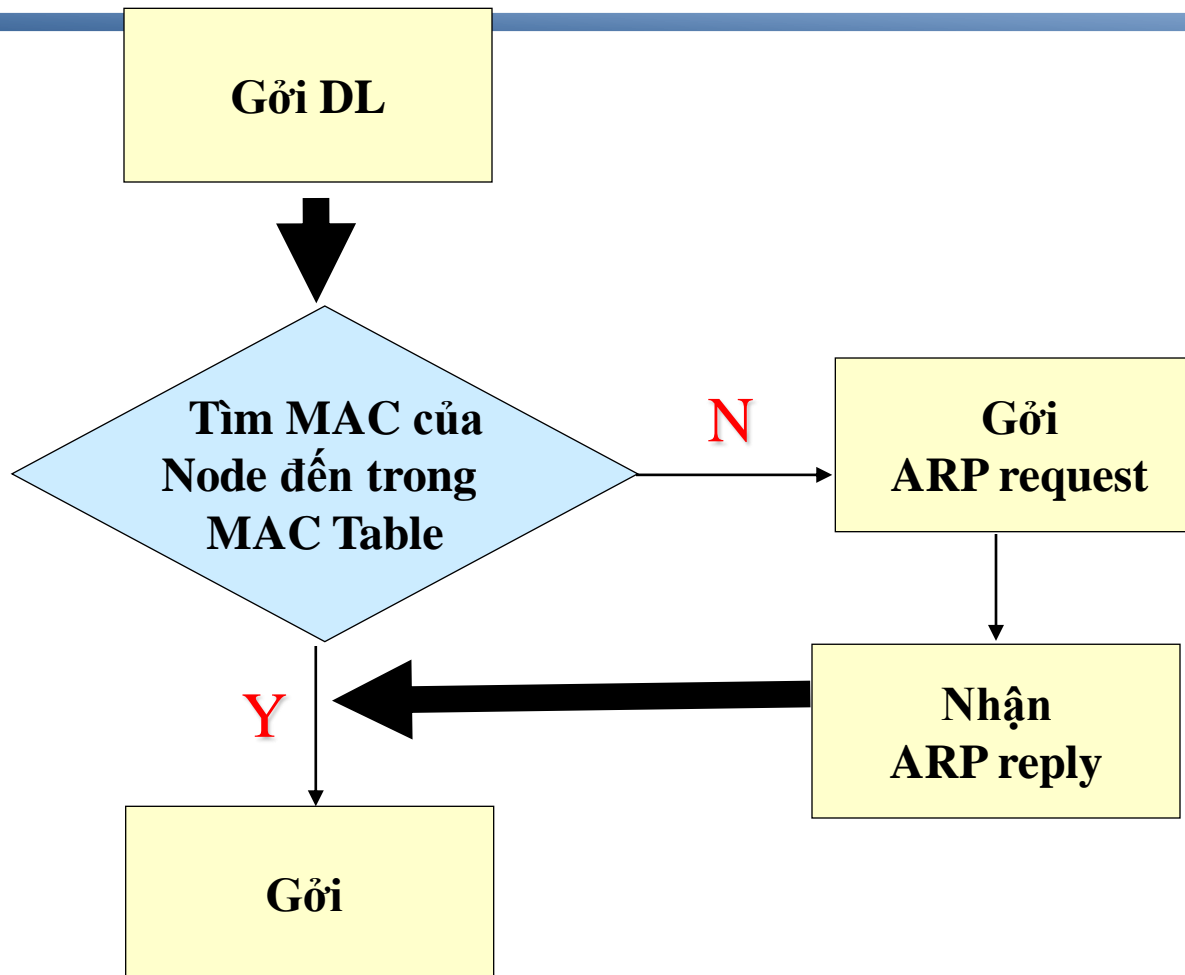


IP **???** → MAC

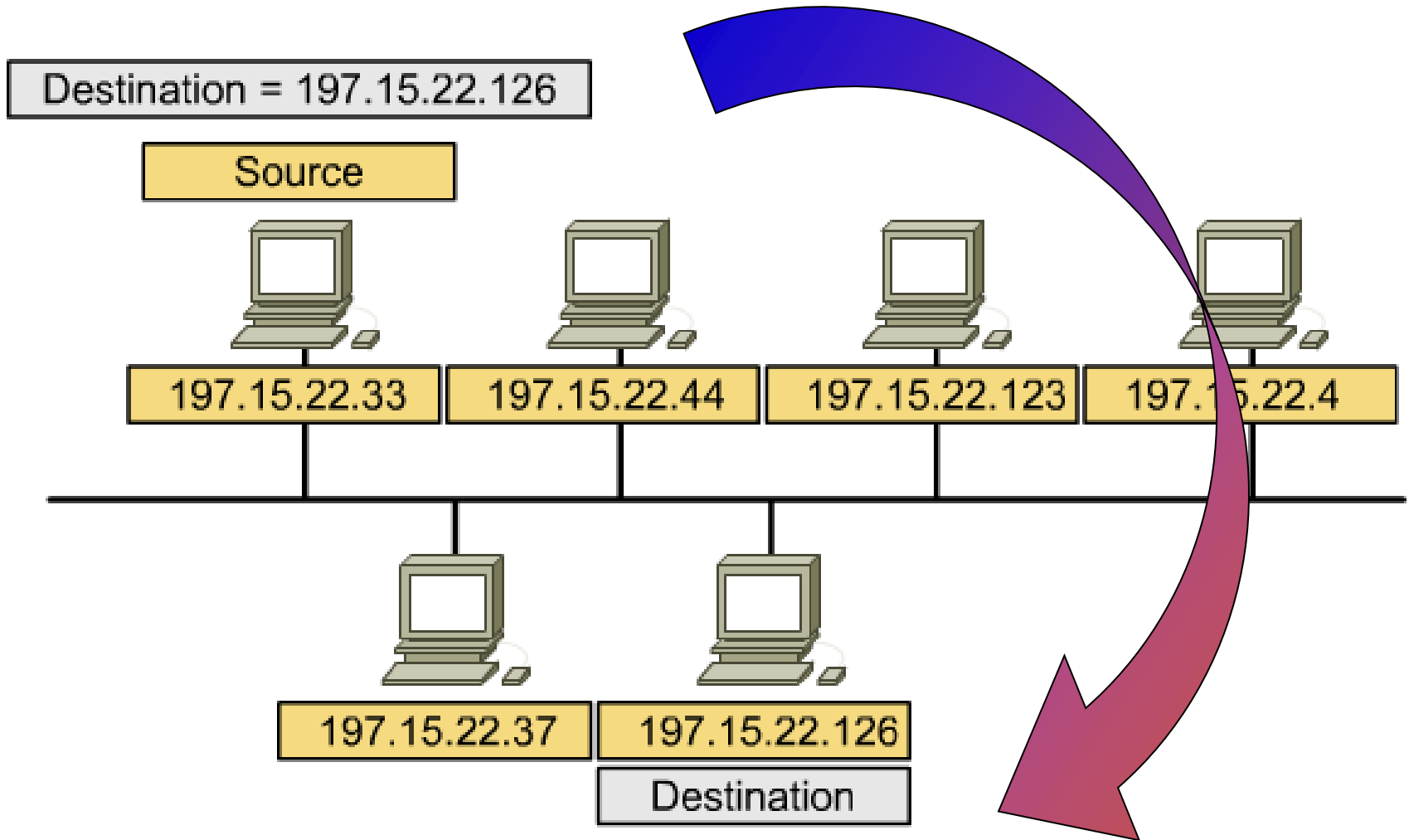
□ ARP (Address Resolution Protocol)

- Phân giải từ địa chỉ IP thành địa chỉ MAC
- Chỉ phân giải trong cùng đường mạng
- Sử dụng ARP table:
 - IP
 - MAC
 - TTL :thời gian sống của record
 - Lưu trong RAM

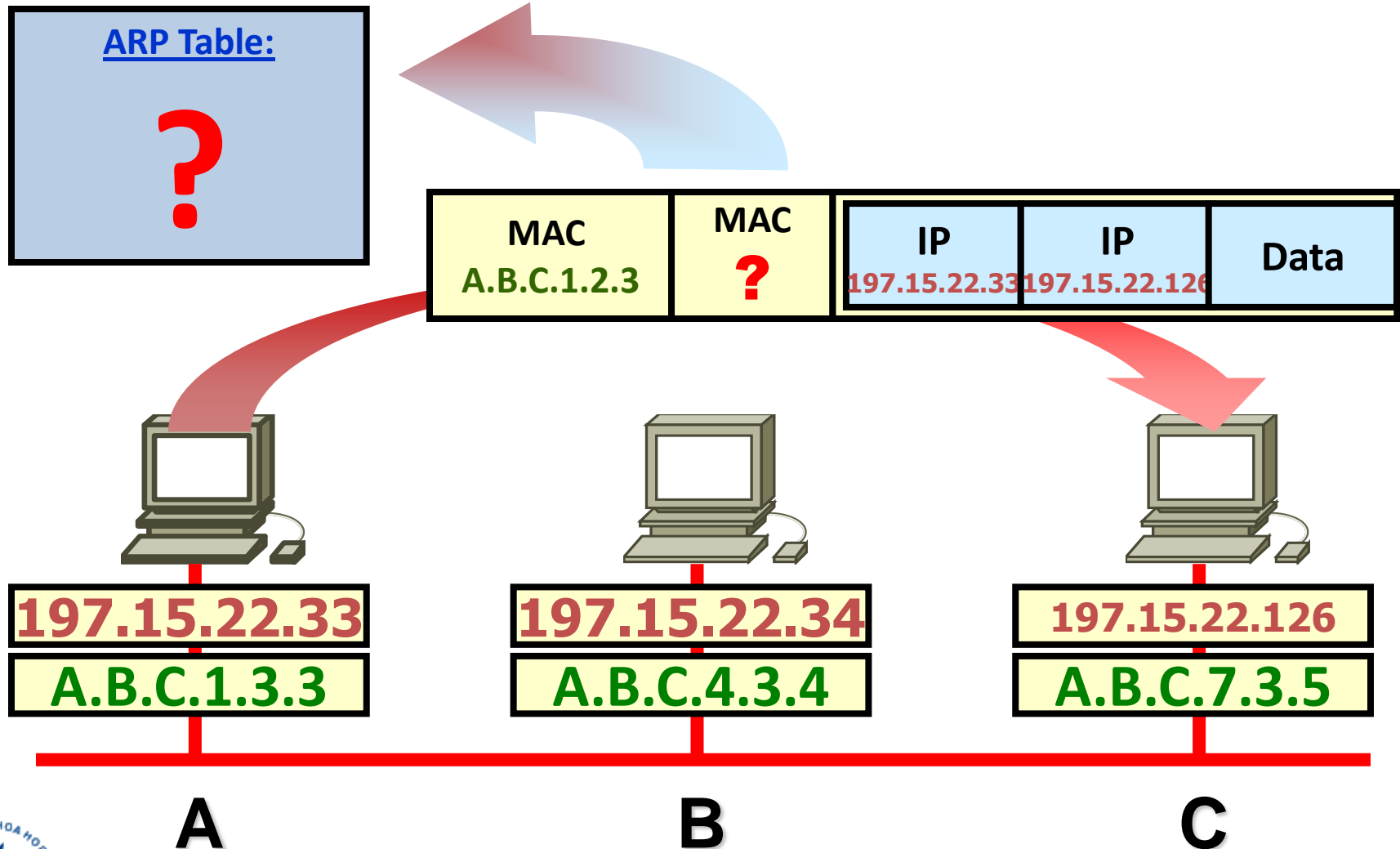
ARP – cơ chế hoạt động



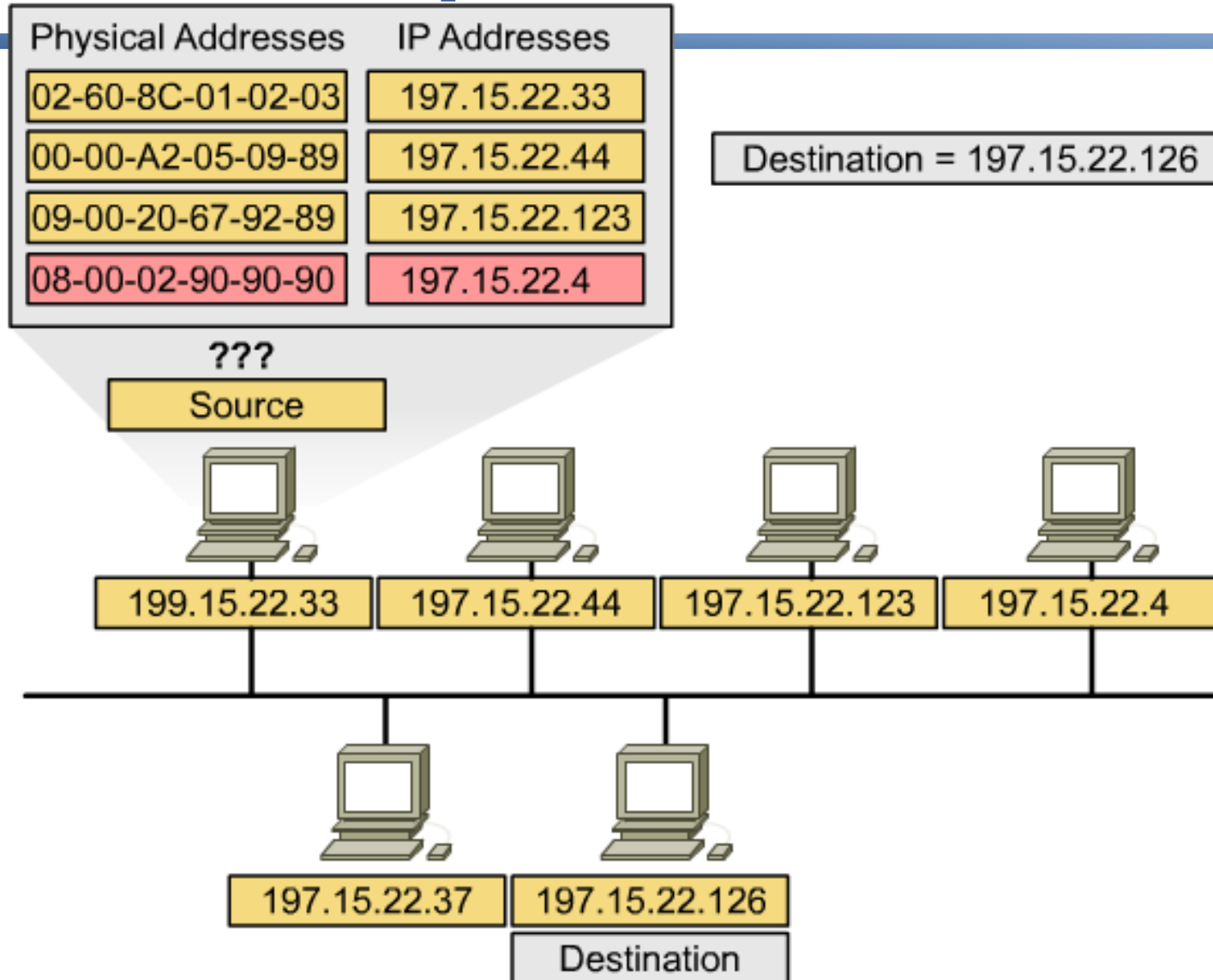
ARP – minh họa - 1



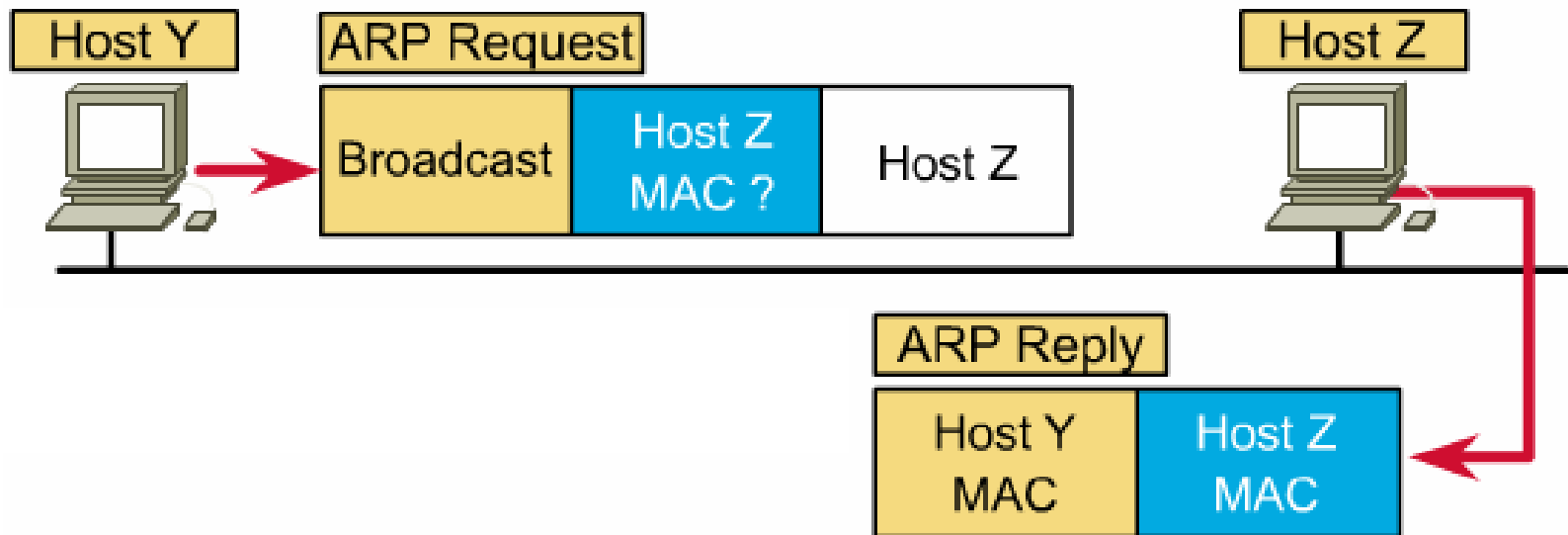
ARP – minh họa - 2



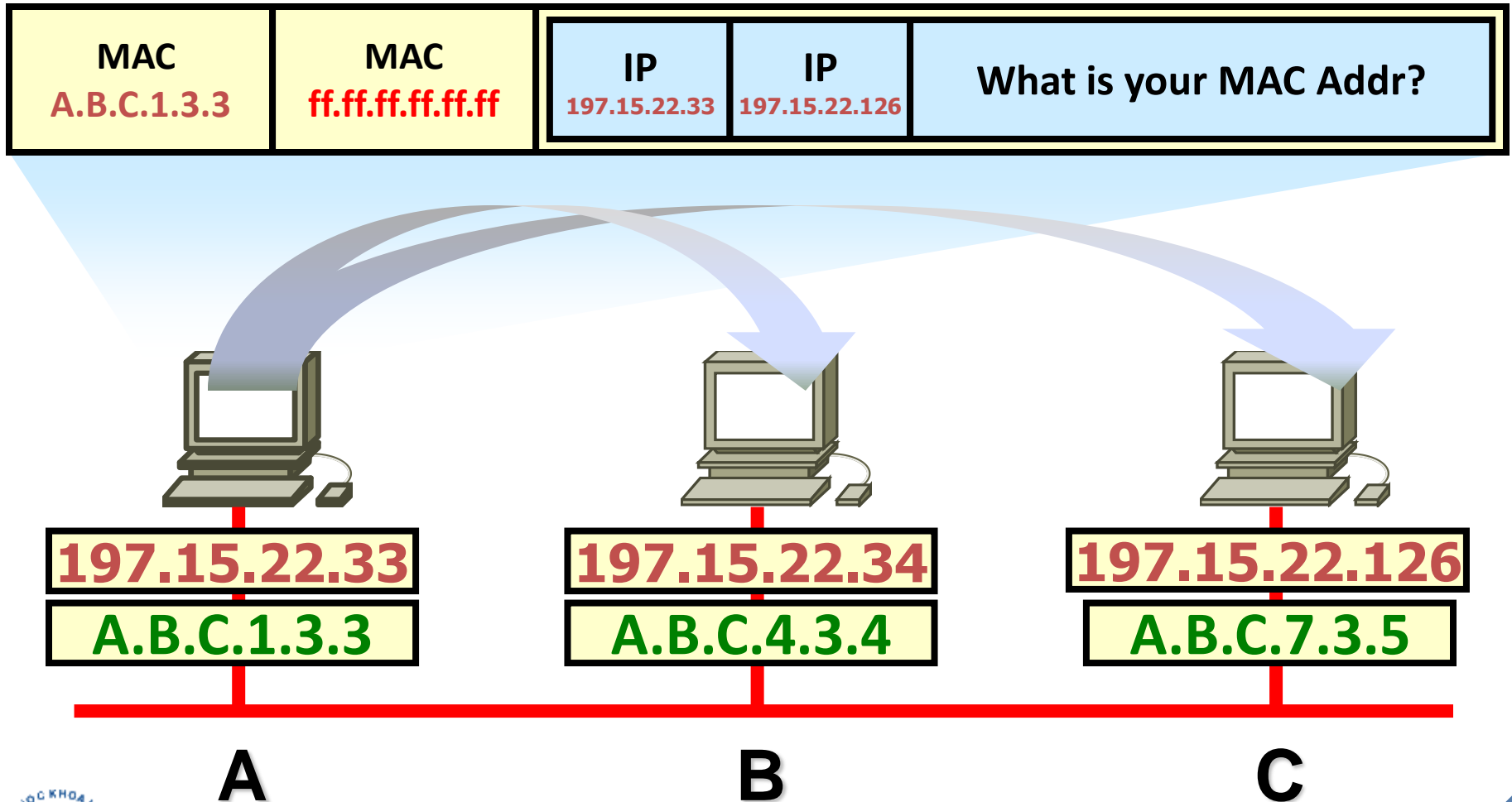
ARP – minh họa - 3



ARP – minh họa - 4

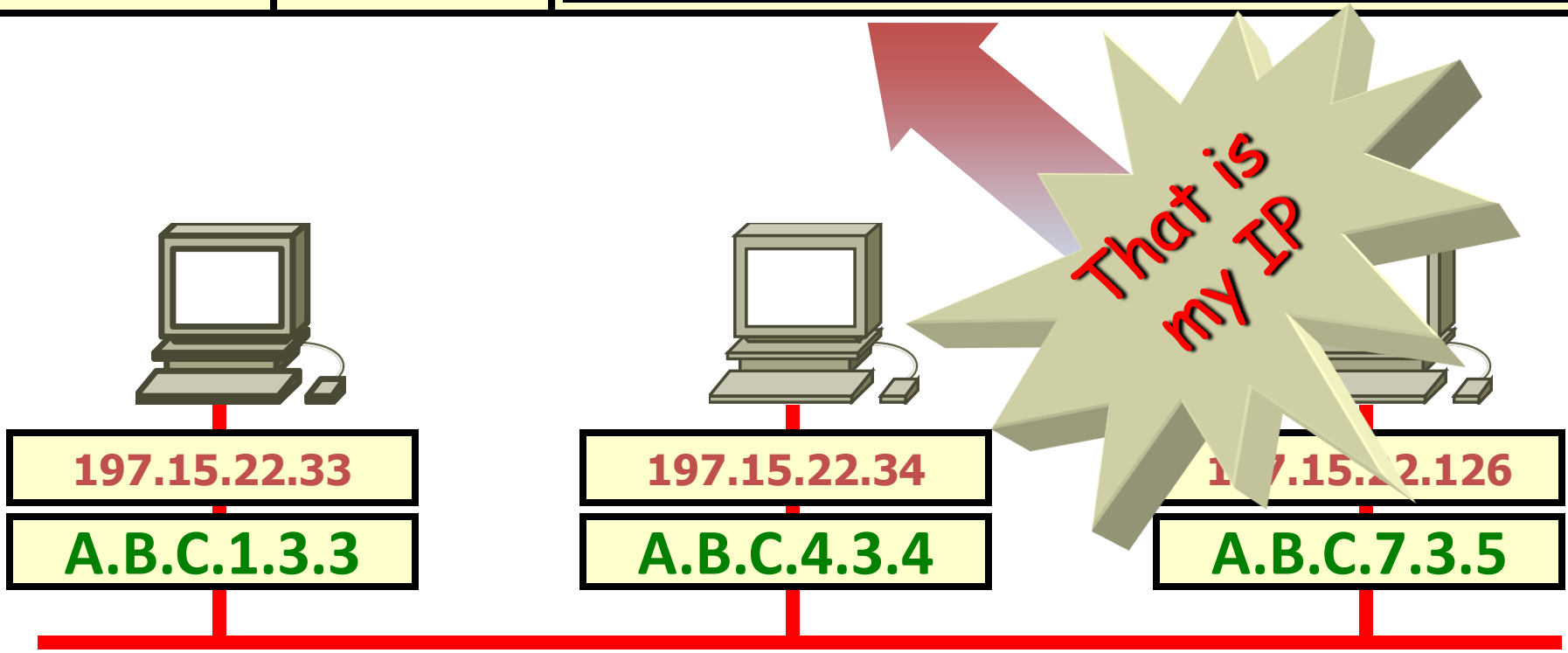


ARP – Request



ARP - Checking

MAC A.B.C.1.3.3	MAC ff.ff.ff.ff.ff.ff	IP 197.15.22.33	IP 197.15.22.126	What is your MAC Addr?
--------------------	--------------------------	--------------------	---------------------	------------------------

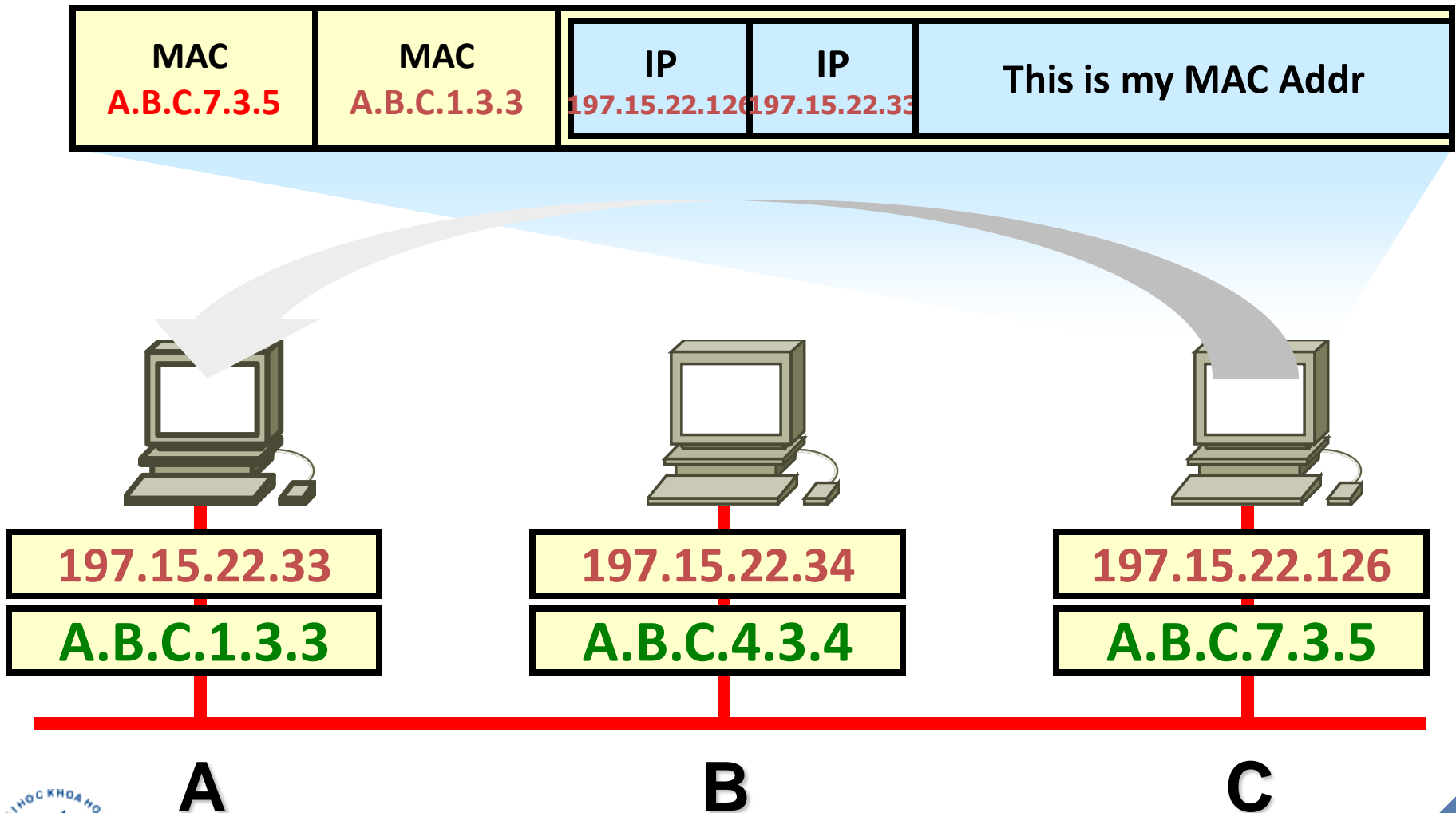


A

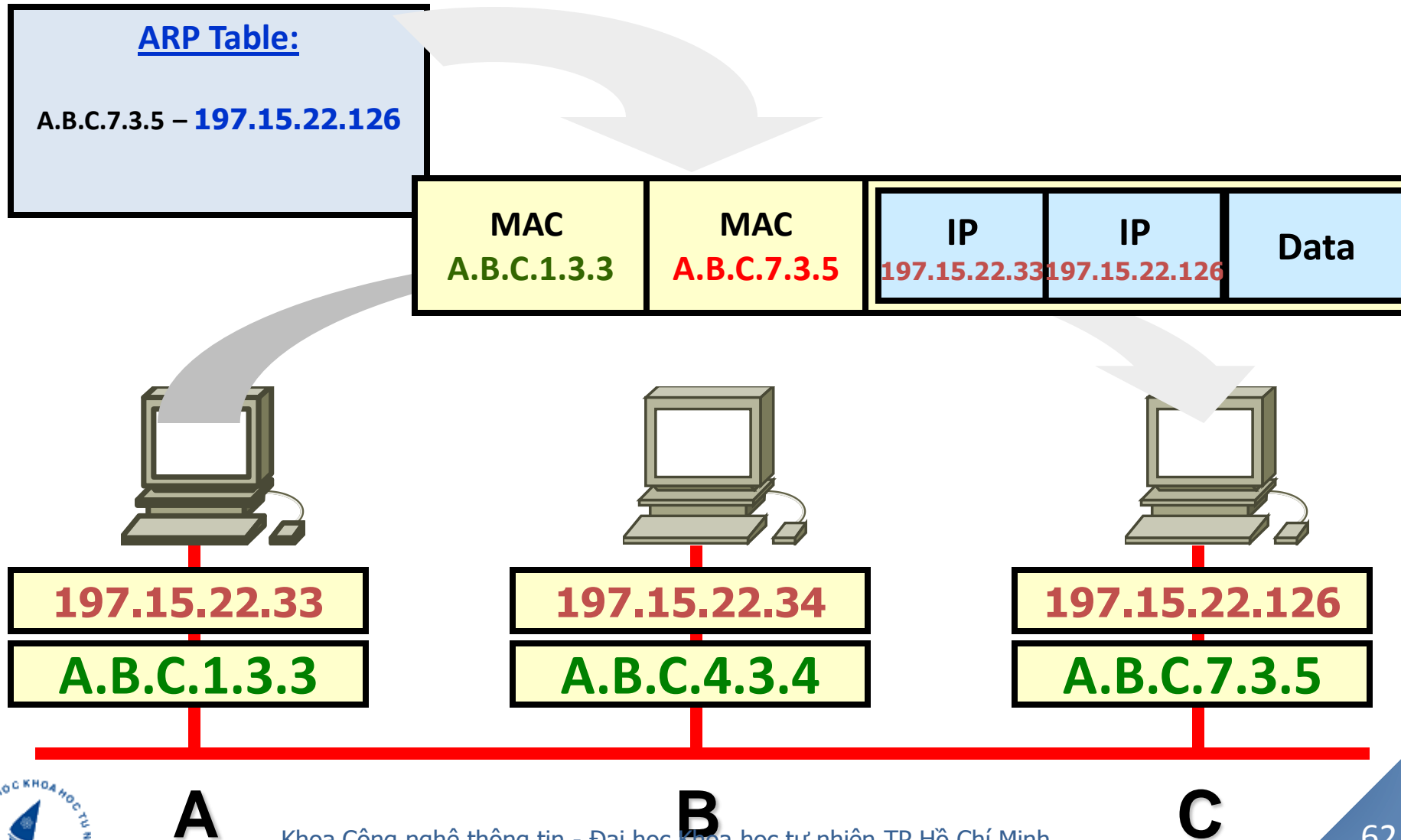
B

C

ARP - Reply



ARP - Caching

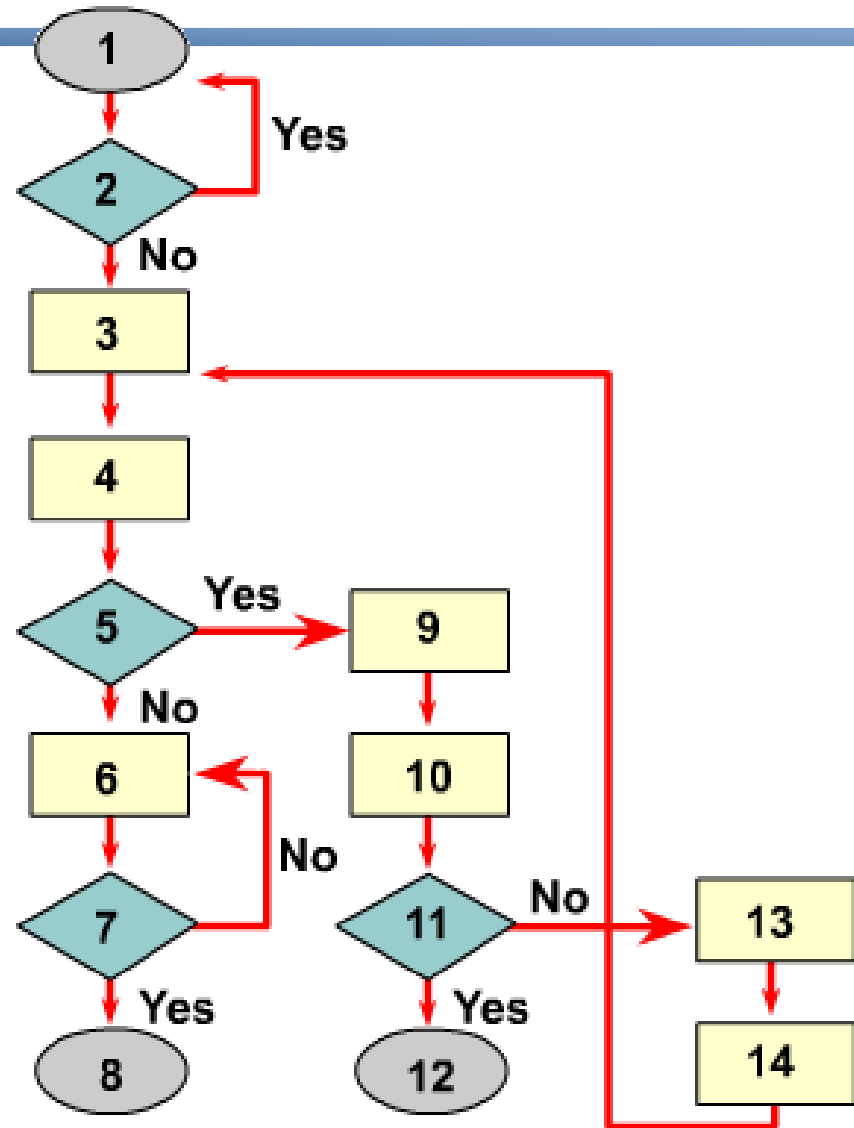


- ☐ Giới thiệu
- ☐ Kỹ thuật phát hiện và sửa lỗi
- ☐ Điều khiển truy cập đường truyền
- ☐ ARP
- ☒ Ethernet

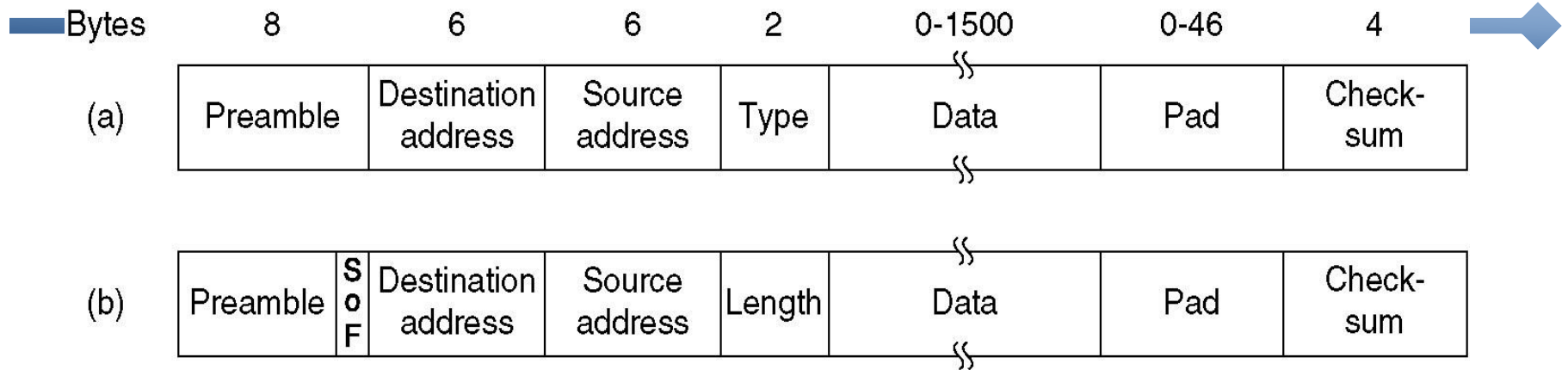
- ❑ Là 1 kỹ thuật (technology) mạng LAN có dây
 - Là 1 kỹ thuật mạng LAN đầu tiên
 - Chuẩn 802.3
 - Hoạt động tầng Data Link và Physical
 - Tốc độ: 10 Mbps – 10 Gbps
 - Đồ hình mạng:
 - Bus
 - Star
 - Giao thức tầng MAC: CSMA/CD
 - Đơn giản và rẻ hơn mạng Token Ring LAN, ATM

CSMA/CD – quá trình truyền dữ liệu

1. Host wants to transmit
2. Is carrier sensed?
3. Assemble frame
4. Start transmitting
5. Is a collision detected?
6. Keep transmitting
7. Is the transmission done?
8. Transmission completed
9. Broadcast jam signal
10. Attempts = Attempts + 1
11. Attempts > Too many?
12. Too many collisions; abort transmission
13. Algorithm calculates backoff
14. Wait for t microseconds



Ethernet – cấu trúc frame



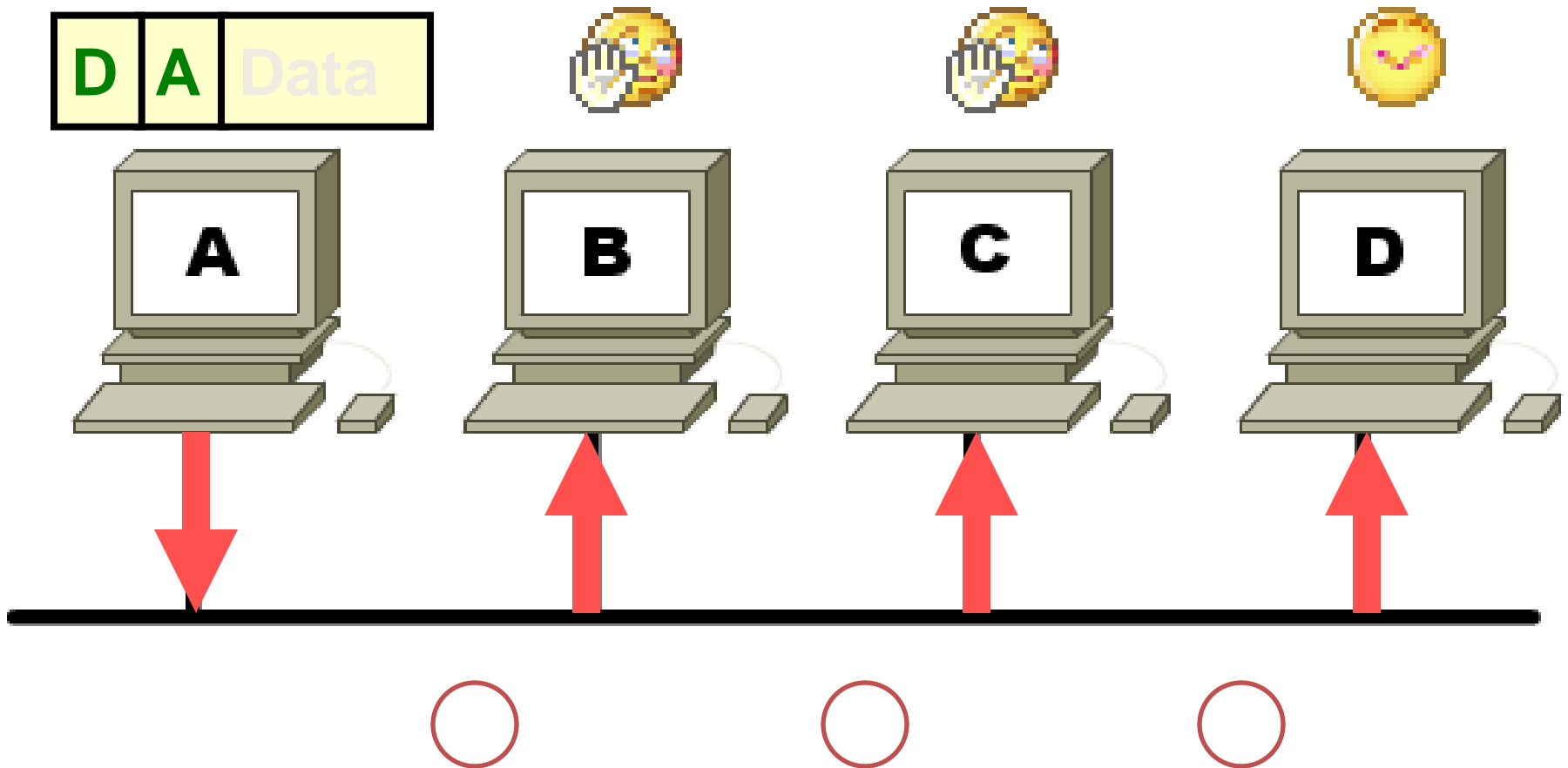
a) earlier Ethernet frames - b) 802.3 frames

- ❑ Preamble (8 bytes)
 - Đồng bộ đồng hồ bên gửi và bên nhận (10101010)
 - Start of Frame (SOF): báo hiệu bắt đầu frame (101010**11**)
- ❑ Dest. Addr (6 bytes)
 - địa chỉ MAC của card mạng nhận gói tin tiếp theo
- ❑ Src. Addr (6 bytes)
 - địa chỉ MAC của card mạng gửi gói tin
- ❑ Type (2 bytes)
 - Giao thức sử dụng ở tầng trên
- ❑ CRC: dùng để kiểm tra lỗi

Ethernet – trường type

EtherType	Protocol
0x0800	Internet Protocol, Version 4 (IPv4)
0x0806	Address Resolution Protocol (ARP)
0x8035	Reverse Address Resolution Protocol (RARP)
0x809b	AppleTalk (Ethertalk)
0x80f3	AppleTalk Address Resolution Protocol (AARP)
0x8100	IEEE 802.1Q-tagged frame
0x8137	Novell IPX (alt)
0x8138	Novell
0x86DD	Internet Protocol, Version 6 (IPv6)
0x8847	MPLS unicast
0x8848	MPLS multicast

Ethernet – minh hoạ



Ethernet – các công nghệ mạng



- ☐ 10Base2
- ☐ 10Base5
- ☐ 10BaseT
- ☐ 100BaseTX
- ☐ 100BaseFX
- ☐ Gigabit Ethernet

10 Base T

Tốc độ mạng

Loại cáp

Kiểu truyền dữ liệu

Ethernet – chuẩn 10Mbps



Standard	Topology	Medium	Maximum cable length	Transport
10BASE5	Bus	Thick coaxial cable	500m	Half-duplex
10BASE2	Bus	Thin coaxial cable	185m	Half-duplex
10BASE-T	Star	CAT3 UTP	100m	Half or Full-duplex

Ethernet – chuẩn 100Mbps



Standard	Medium	Maximum cable length
100BASE-TX	CAT5 UTP	100m
100BASE-FX	Multi-mode fibre (MMF) 62.5/125	412m

Ethernet – chuẩn gigabit

Standard	Medium	Maximum cable length
1000BASE-SX	Fiber optics	550 m
1000BASE-LX	Fiber optics	5000 m
1000BASE-CX	STP	25 m
1000BASE-T	Cat 5 UTP	100 m

- ❑ Slide của J.F Kurose and K.W. Ross về Computer Networking: A Top Down Approach
- ❑ Slide CCNA, version 3.0, Cisco