

## CHƯƠNG 3. TẦNG LIÊN KẾT DỮ LIỆU

---

1

1

### Nội dung

1. Tổng quát về tầng liên kết dữ liệu
2. Điều khiển truy nhập đường truyền
3. Chuyển tiếp dữ liệu
4. Mạng cục bộ (LAN)
5. Mạng diện rộng (WAN)

2

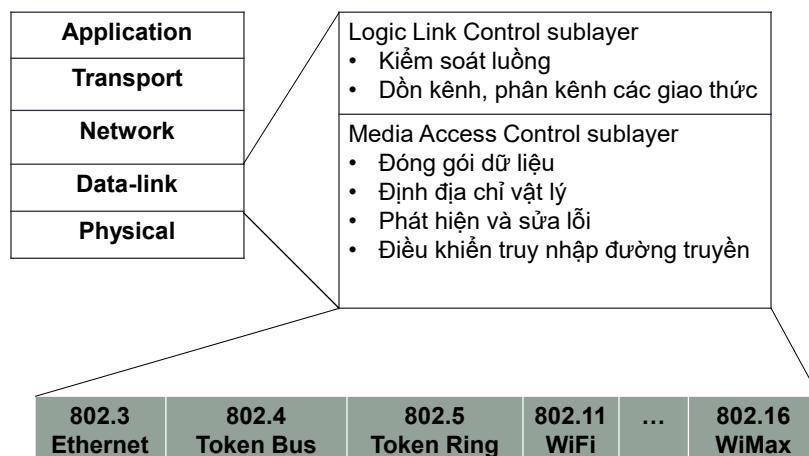
2

# 1. TỔNG QUAN

3

3

## Tầng liên kết dữ liệu trên mô hình TCP/IP



4

4

## Các chức năng chính

- Đóng gói:
  - Đơn vị dữ liệu: khung tin (frame)
  - Bên gửi: thêm header, trailer cho gói tin nhận được từ tầng mạng
  - Bên nhận: bỏ header và trailer, đẩy lên tầng mạng
- Địa chỉ hóa: sử dụng địa chỉ MAC
- Điều khiển truy nhập đường truyền: nếu mạng đa truy nhập, cần có giao thức điều khiển đa truy nhập
- Kiểm soát luồng: đảm bảo bên nhận không bị quá tải
- Kiểm soát lỗi: phát hiện và sửa lỗi bit trong các khung tin
- Chế độ truyền: simplex, half-duplex, full-duplex

5

5

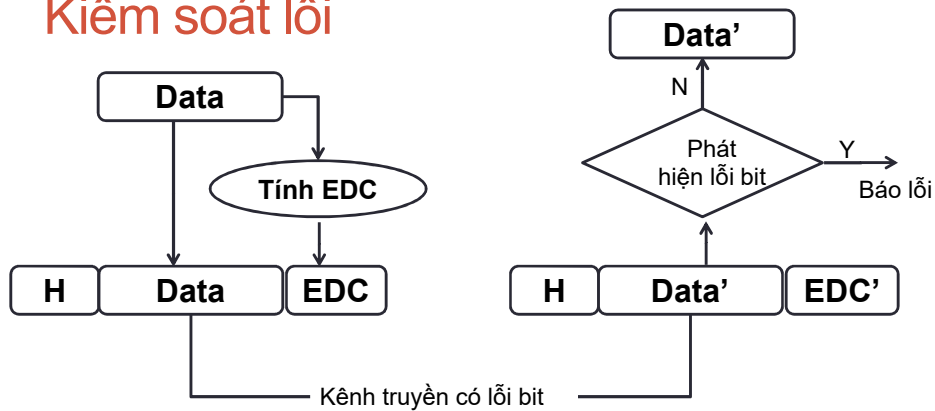
## Định địa chỉ

- Địa chỉ MAC: 48 bit, được quản lý bởi IEEE
- Mỗi cổng mạng được gán một MAC
  - Không thể thay đổi → địa chỉ vật lý
- Không phân cấp, có tính di động
  - Không cần thay đổi địa chỉ MAC khi host chuyển sang mạng khác
- Địa chỉ quảng bá trong mạng LAN:  
FF-FF-FF-FF-FF-FF

6

6

## Kiểm soát lỗi



EDC: Error Detection Code

- Mã parity
- Mã checksum
- Mã vòng CRC (được sử dụng chủ yếu trong các giao thức trên tầng liên kết dữ liệu)

7

7

## Mã Checksum

- Phát hiện lỗi bit trong các đoạn tin/gói tin
- Gửi: *(nguyên lý chung)*
  - Chia dữ liệu thành các phần có kích thước n bit
  - Tính tổng các phần. Nếu kết quả tràn quá n bit, cộng các bit tràn vào phần kết quả
  - Đảo bit kết quả cuối cùng được checksum
  - Truyền checksum kèm theo dữ liệu
- Nhận:
  - Tách dữ liệu và checksum
  - Chia dữ liệu thành các phần có kích thước n bit
  - Tính tổng các phần và checksum. Nếu kết quả tràn quá n bit, cộng các bit tràn vào phần kết quả
  - Nếu kết quả cuối xuất hiện bit 0 → dữ liệu bị lỗi

8

8

## Mã vòng CRC (Cyclic Redundanc Check)

- Phía gửi
  - Chọn 1 đa thức sinh bậc k
  - Biểu diễn đa thức dưới dạng chuỗi bit P
  - Thêm k bit 0 vào frame dữ liệu F được Fk
  - Chia Fk cho P, lấy phần dư R
  - Ghép phần dư vào chuỗi dữ liệu được FR
- Phía nhận : lấy FR chia cho P
  - Nếu chia hết  $\rightarrow$  truyền đúng
  - Nếu chia có dư, căn cứ vào số dư (syndrom) để phát hiện và sửa lỗi (nếu được)

9

9

## Mã CRC – Ví dụ

Frame : 1101011011

Generator :  $G(x) = x^4 + x + 1 \rightarrow P = 10011$

Dividend : Fk = 11010110110000

$R = Fk \bmod P = 1110$

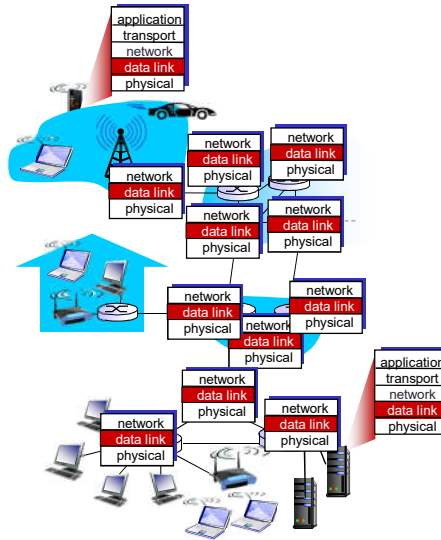
Send : 11010110111110

10

10

## Triển khai trên hệ thống mạng

- Điều khiển truyền dữ liệu trên liên kết vật lý giữa 2 nút mạng kế tiếp
- Triển khai trên mọi nút mạng
- Các thức triển khai và cung cấp dịch vụ phụ thuộc vào đường truyền (WiFi, Wimax, 3G, cáp quang, cáp đồng...)
- Truyền thông tin cậy (cơ chế giống TCP nhưng đơn giản hơn) hoặc không
- Đơn vị truyền: frame (khung tin)

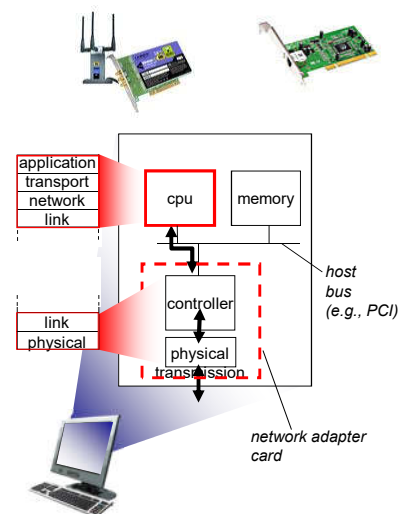


11

11

## Triển khai trên các nút mạng

- Tầng liên kết dữ liệu được đặt trên các mạng (NIC- Network Interface Card) hoặc trên chip tích hợp
  - Cùng với tầng vật lý
- NIC được kết nối với hệ thống bus
- 



12

12

## 2. ĐIỀU KHIỂN TRUY NHẬP ĐƯỜNG TRUYỀN

13

13

## 2. Điều khiển truy nhập đường truyền

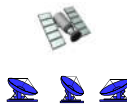
- Các dạng liên kết
  - Điểm-điểm(point-to-point): ADSL, Telephone modem, Leased line...
  - Điểm-đa điểm (point-to-multipoint):
    - Mạng LAN có dạng bus, mạng LAN hình sao dùng hub
    - Mạng không dây
    - Cần giao thức điều khiển truy nhập để tránh xung đột



shared wire (e.g.,  
cabled Ethernet)



shared RF  
(e.g., 802.11 WiFi)



shared RF  
(satellite)



humans at a  
cocktail party  
(shared air, acoustical)

14

14

## Phân loại các giao thức đa truy nhập

- Phân hoạch tài nguyên sử dụng kỹ thuật 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
  - 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....

15

15

## 2.1. Các phương pháp chia kênh

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

16

16



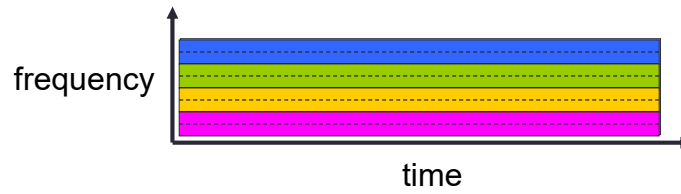
## TDMA và FDMA

Ví dụ:

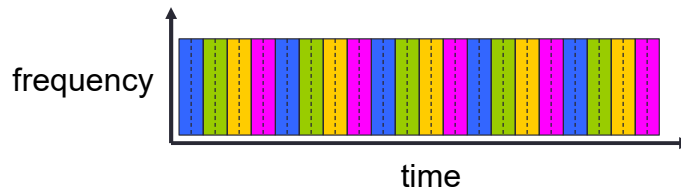
4 máy



FDMA



TDMA:

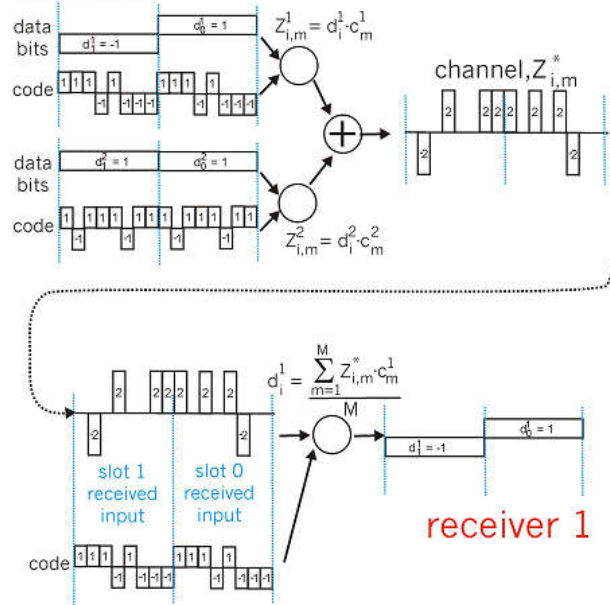


17

17

## CDMA

senders



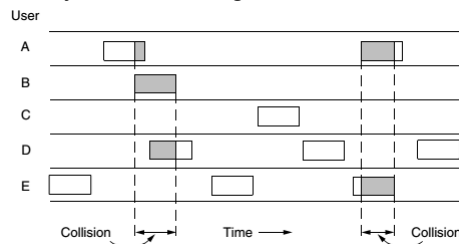
18

18

## 2.2. Các phương pháp điều khiển truy nhập ngẫu nhiên

### • Aloha

- Frame-time: thời gian để truyền hết một frame có kích thước lớn nhất
- Khi một nút mạng cần truyền dữ liệu:
  - Frame đầu tiên: truyền ngay. Nếu có đụng độ thì truyền lại với xác suất  $p$
  - Các frame sau: truyền với xác suất là  $p$
  - Trong 1 frame-time chỉ được truyền 1 frame
- Xác suất truyền thành công là  $\sim 18.4\%$

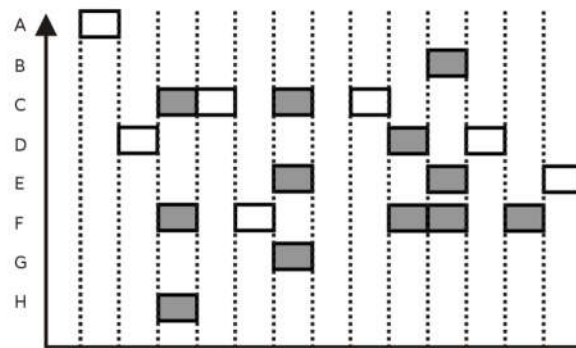


19

19

## Slotted Aloha

- Hoạt động như Aloha với các yêu cầu:
  - Frame-time là như nhau với mọi nút
  - Tất cả các nút phải đồng bộ về thời gian
  - Xác suất truyền thành công:  $36.8\%$



Slotted ALOHA protocol (shaded slots indicate collision)

20

20

## Điều khiển truy nhập đường truyền cảm nhận sóng mang

- CSMA: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

- Cảm nhận sóng mang để quyết định đường truyền có bận hay không?
- Nghe trước khi nói
- Đụng độ xảy ra do trễ trên đường truyền



- CSMA/CD: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

- Phát hiện đụng độ : nghe trong khi nói
- Giải quyết đụng độ với backoff

21

21

## Đụng độ 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:



time  
↓

$t_0$

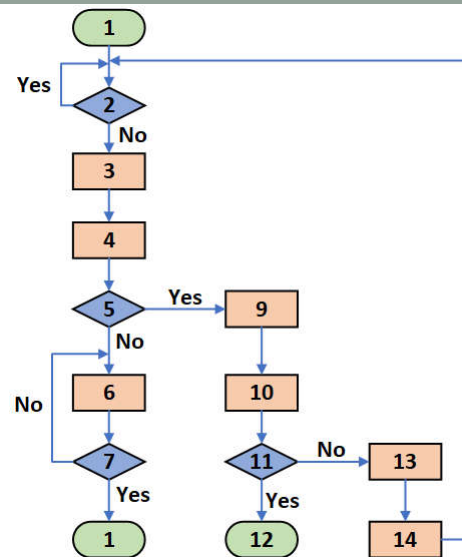
$t_1$

22

22

## CSMA/CD

- 1: Yêu cầu truyền dữ liệu
- 2: Đường truyền bận ?
- 3: Tổ chức data thành Frame
- 4: Truyền Frame
- 5: Có đụng độ ?
- 6: Tiếp tục truyền
- 7: Hết dữ liệu cần truyền ?
- 8: Kết thúc
- 9: Truyền tín hiệu JAM
- 10: Inc(attempts)
- 11: attempts > Max Attempts
- 12: Error !!!
- 13: Tính toán khoảng thời gian backoff = t
- 14: Delay(t)



23

23

## So sánh chia kênh và truy nhập ngẫu nhiên

- Phân hoạch tài nguyên
  - 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

24

24

## 2.3. Token passing

- Bit trạng thái : rỗi hay bận
- Nút mạng nhận được thẻ bài rỗi, không mang dữ liệu :  
được phép truyền dữ liệu
  - Thiết lập trạng thái thẻ bài về trạng thái bận
  - Tổ chức dữ liệu để truyền, thẻ bài trở thành tiêu đề của frame
  - Sau khi truyền xong dữ liệu : thiết lập trạng thái thẻ bài là rỗi
- Nút đích : sao chép dữ liệu trên frame và trả lại frame cho nút nguồn
- Token Ring : vòng luân chuyển thẻ bài là vòng vật lý
- Token Bus : vòng luân chuyển thẻ bài là vòng logic
- Hạn chế

25

25

## Khuôn dạng thẻ bài và gói tin

- Thẻ bài trống

SD	AC	ED
----	----	----

  - Starting Delimiter (8bit): bắt đầu frame
  - Access Control (8bit): điều khiển
    - Mức ưu tiên (3 bit): xác lập quyền ưu tiên sử dụng thẻ bài
    - Trạng thái thẻ bài (1 bit)
    - Giám sát (1bit)
  - ED (8 bit): kết thúc frame
- Frame dữ liệu:

SD	AC	FC	Địa chỉ đích	Địa chỉ nguồn	Dữ liệu	CRC	ED	FS
----	----	----	--------------	---------------	---------	-----	----	----

- FC(8 bit): kiểu frame dữ liệu mang theo trong thẻ bài
- FS (8bit): báo nhận

26

26

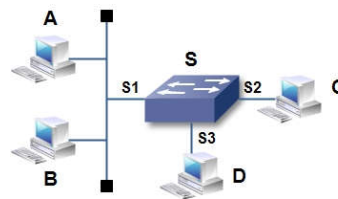
### 3. CHUYỂN TIẾP DỮ LIỆU

27

27

### Chuyển tiếp dữ liệu trong mạng

- Bảng MAC Table
  - Địa chỉ MAC của host
  - Cổng kết nối với host
  - TTL: thời gian giữ lại thông tin trong bảng
- Cơ chế tự học
- Chuyển mạch
- Quảng bá : địa chỉ MAC là FF:FF:FF:FF:FF:FF



MAC Addr.	Interface	TTL

28

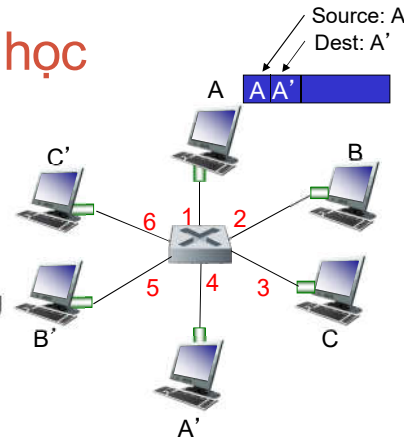
28

## Switch: Cơ chế tự học

- Cập nhật địa chỉ MAC nguồn và cổng nhận gói tin nếu vào bảng MAC

Table:

- Địa chỉ nguồn chưa có trong bảng MAC Table, hoặc
- Địa chỉ nguồn đã có nhưng nhận được gói tin trên cổng khác



MAC addr	interface	TTL
A	1	60

MAC Table  
(ban đầu rỗng)

29

29

## Switch: Cơ chế chuyển tiếp

### Khi nhận được 1 frame

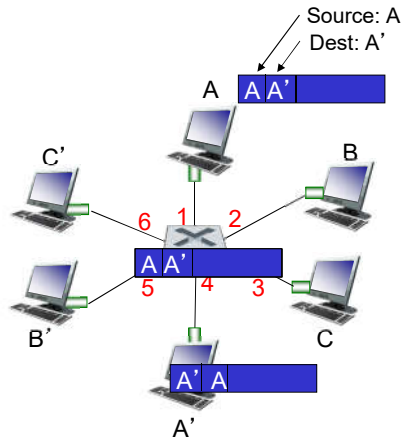
1. Tìm đ/c cổng vào (tự học)
2. Tìm địa chỉ cổng ra dùng bảng chuyển tiếp
3. **if** tìm thấy cổng ra  
  **then** {  
    **if** cổng ra == cổng vào  
      **then** hủy bỏ frame  
      **else** chuyển tiếp frame đến cổng ra  
    }  
  **else** quảng bá frame

30

30

## Ví dụ

- Không có cổng ra:  
*Quảng bá*
- Đã biết địa chỉ A:  
*Chuyển trực tiếp*



MAC addr	interface	TTL
A	1	60
A'	4	60

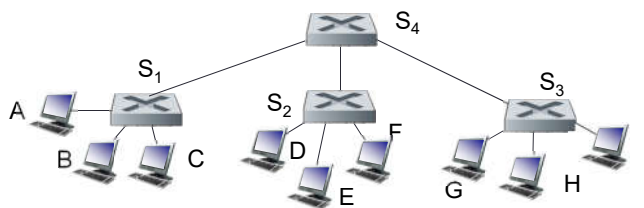
MAC Table  
(ban đầu rỗng)

31

31

## Nối các switch với nhau

- Các switch có thể được nối với nhau



- Cũng dùng cơ chế tự học

32

32



## Các chế độ chuyển mạch

- Store and forward: nhận đầy đủ frame, kiểm tra lỗi và chuyển mạch theo địa chỉ MAC đích
- Cut and through: chuyển frame ngay lập tức sau khi đã xác định được cổng.
- Fragment free: kiểm tra 64 byte đầu tiên
  - Frame tin bị lỗi do đụng độ có kích thước < 64 byte
- Adaptive: tự động lựa chọn 1 trong 3 chế độ trên

33

33

## 4. MẠNG CỤC BỘ (LAN)

---

34

34

## 4.1. Các thiết bị kết nối trong mạng LAN

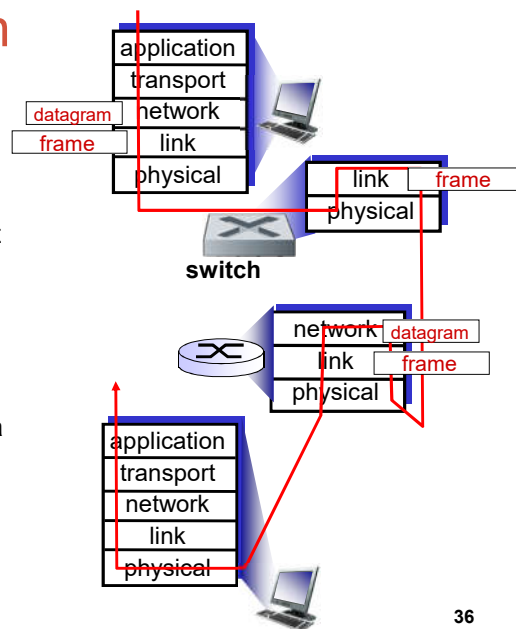
- Repeater (bộ lặp), Hub(bộ chia)
  - Đảm nhiệm chức năng tầng 1
  - Tăng cường tín hiệu → mở rộng phạm vi kết nối
  - $\leq 4$  repeater / 1 đoạn mạng
- Bridge (Cầu), Switch (Bộ chuyển mạch)
  - Đảm nhiệm chức năng tầng 1 và 2
  - Cho phép kết nối các loại đường truyền vật lý khác nhau
  - Chia nhỏ miền đưng độ
  - Chuyển mạch cho khung tin dựa trên địa chỉ MAC
- Router (Bộ định tuyến)

35

35

## Router vs Switch

- Xử lý gói tin: lưu và chuyển tiếp (store-and-forward)
  - Router: thiết bị tầng mạng
  - Switch: thiết bị tầng liên kết dữ liệu
- Chuyển tiếp gói tin:
  - Router: sử dụng thuật toán định tuyến tính toán bằng chuyển tiếp (Forwarding Table), chuyển tiếp theo địa chỉ IP đích
  - Switch: sử dụng cơ chế tự học tính toán bằng MAC Table, chuyển tiếp theo địa chỉ MAC đích

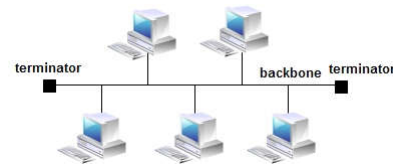


36

36

## 4.2. Các hình trạng cơ bản của LAN

- Tất cả các nút mạng sử dụng chung đường truyền – trục (backbone)
- Mỗi nút mạng kết nối vào trục bằng đầu nối chữ T
- Phương thức truyền : điểm – đa điểm (point-to-multipoint)
  - Dữ liệu truyền theo 2 hướng
  - Nút nhận : kiểm tra địa chỉ đích của dữ liệu
- Terminator
- Ưu điểm
- Nhược điểm



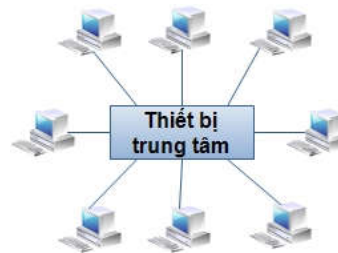
37

37

## 4.2. Các hình trạng cơ bản của LAN

### Hình sao

- Một nút mạng đóng vai trò thiết bị trung tâm
  - Hub
  - Switch
  - Router
- Các nút mạng khác kết nối trực tiếp với thiết bị trung tâm
- Phương thức truyền
  - Điểm – điểm: switch, router
  - Điểm – đa điểm: hub
- Ưu điểm
- Nhược điểm



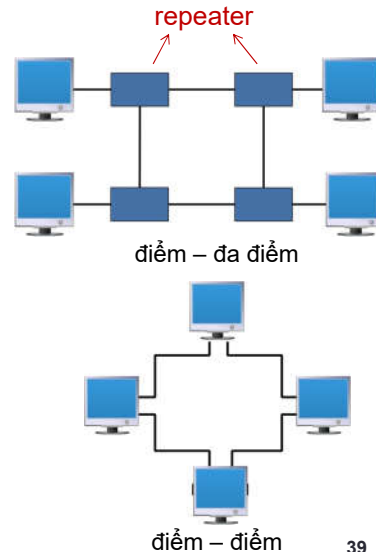
38

38

## 4.2. Các hình trạng cơ bản của LAN

### Hình vòng

- Các nút mạng chung đường truyền khép kín
- Phương thức truyền : điểm – điểm (point-to-point) hoặc điểm-đa điểm
- Dự phòng
- Ưu điểm
- Nhược điểm

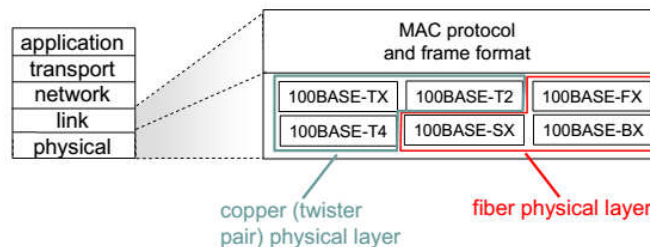


39

39

## 4.3. Chuẩn Ethernet IEEE802.3

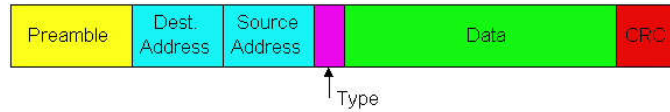
- Data-link & Physical Layers
- Điều khiển truy nhập: CSMA/CD
- Có nhiều chuẩn Ethernet khác nhau
  - Cùng giao thức điều khiển truy nhập và cấu trúc Frame
  - Hướng không liên kết, không báo nhận-phát lại
  - Tốc độ khác nhau: 2 Mbps, 10 Mbps, 100 Mbps, 1Gbps, 10G bps
  - Phương tiện truyền khác nhau: Cáp quang, cáp đồng trục, cáp xoắn đôi.



40

40

## Cấu trúc đơn vị dữ liệu



- **Preamble (8 byte):** Bắt đầu một khung tin
- **Address:** Địa chỉ vật lý của trạm nguồn, trạm đích
  - Dest. Address: 6 bytes
  - Source Address: 6 bytes
- **Type (2 byte):** Giao thức tầng trên (IP, Novell IPX, AppleTalk, ...)
- **CRC(4 byte):** Mã kiểm soát lỗi

41

41

## Một số chuẩn Ethernet IEEE802.3

- Ethernet
- Fast Ethernet
- Giga Ethernet

Chuẩn LAN	Môi trường	Tốc độ truyền	Mô hình truyền	Chiều dài lớn nhất	Phương thức điều khiển	Chú ý
10BASE2	Cáp giây	10Mbps	Bus	185m	CSMA/CD	LAN cỡ nhỏ
10BASE5	Cáp chuẩn		Star <sup>34</sup>	500m		Mạng trục
10BASE-T	Cáp xoắn đôi			100m		Tối đa 4 tầng
10BASE-F	Cáp quang			2km		Tối đa 22 tầng
100BASE-T	Cáp xoắn đôi	100m		T2, T4, TX		
100BASE-FX	Cáp quang	Tối đa 20km		Chất lượng cao		
1000BASE-X	Cáp đồng trục					25m
	Cáp quang	Tối đa 5km				LX, SX
1000BASE-T	Cáp xoắn đôi	100m	Tối đa 2 tầng			
FDDI	Cáp quang	100Mbps	Vòng	200km	Token passing	Mạng trục

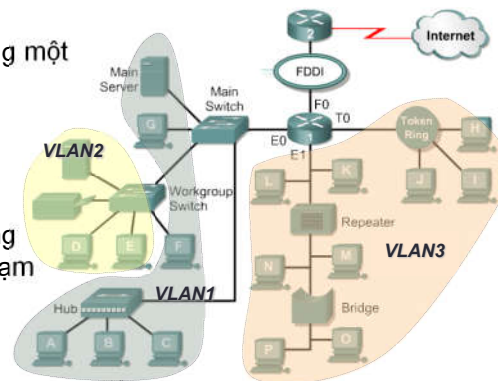
42

42

42

## 4.4. Mạng LAN ảo - VLAN

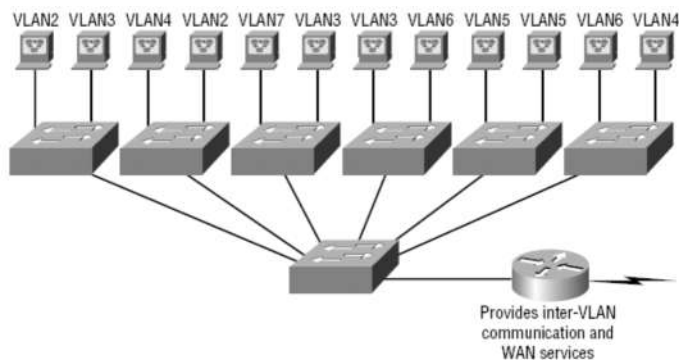
- Yêu cầu thực tế
  - Chia sẻ tài nguyên (file, máy in, v.v.) giữa các trạm “xa nhau”
  - Bảo mật thông tin nội bộ trong một phòng ban
- Giải pháp mạng LAN ảo
  - Nhóm các trạm thành một mạng LAN logic
  - Mạng LAN logic không bị ràng buộc về mặt địa lý của các trạm
  - Mạng LAN logic độc lập với các ứng dụng mạng



43

43

## VLAN



Marketing	VLAN2	172.16.20.0/24
Shipping	VLAN3	172.16.30.0/24
Engineering	VLAN4	172.16.40.0/24
Finance	VLAN5	172.16.50.0/24
Management	VLAN6	172.16.60.0/24
Sales	VLAN7	172.16.70.0/24

- Một VLAN là một broadcast domain được tạo ra trên một hoặc nhiều switch
- Một switch có thể chứa một hoặc nhiều VLAN

44

44

## Các phương pháp chia VLAN

- Chia theo cổng trên switch – VLAN tĩnh (Static VLAN): tất cả các thiết bị gắn với cổng đó phải cùng VLAN
- Chia theo địa chỉ MAC của thiết bị - VLAN động (Dynamic VLAN): linh hoạt
- Chia theo giao thức tầng 3 (địa chỉ IP): phụ thuộc vào giao thức tầng trên

45

45

## VLAN (tiếp)

- Các loại liên kết trong mạng chuyển mạch chứa VLAN
  - Access link: thuộc về một VLAN đơn lẻ, thường nối trực tiếp từ 1 cổng đến 1 máy trạm. Switch gỡ bỏ các thông tin VLAN trong frame trước khi chuyển tiếp đến cổng chứa access link. Các thiết bị nối với access link không thể truyền thông với trực tiếp với thiết bị khác VLAN
  - Trunk link: dùng chung cho nhiều VLAN khác nhau, thường nối giữa switch với nhau hoặc giữa switch với router. Trunk link cho phép 1 cổng thuộc về nhiều VLAN tại cùng một thời điểm để kết nối đến server hoặc với các switch khác

46

46

## 4.5. Wireless LAN (WLAN)

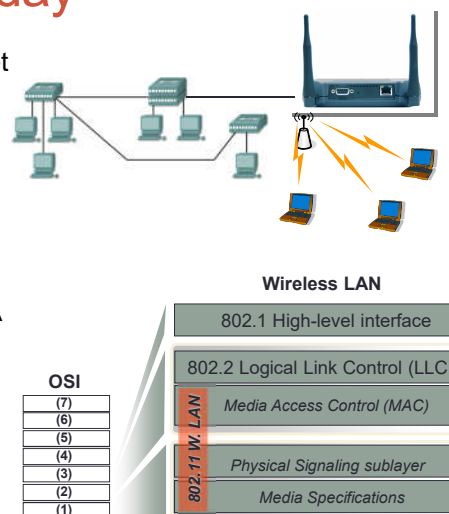
- LAN sử dụng môi trường truyền dẫn vô tuyến
- Ưu điểm :
  - Khả năng di động
  - Triển khai dễ dàng
  - Khả năng mở rộng
- Nhược điểm
  - Bảo mật
  - Phạm vi
  - Độ tin cậy
  - Tốc độ

47

47

## Mạng LAN không dây

- Kết nối Wireless LAN với Ethernet
  - Access Point
  - Mobile Station
- Wireless LAN layers
  - Physic & Signaling:
    - Sóng radio
    - Tia hồng ngoại
  - MAC:
    - Phân kênh: FDM hoặc CDM
    - Truy nhập đường truyền: CSMA/CA
- Wireless LAN standards
  - 802.11 Infrared: 1 - 4 Mbps
  - 802.11a: 5 GHz (54 Mbps)
  - 802.11b: 2.4 GHz (11 Mbps)
  - 802.11g: 2.4 GHz (54 Mbps)



48

48



## Chuẩn WLAN

- IEEE 802.11 b
  - 6/1999
  - 11 Mbps
  - 2.4 GHz
  - Giá thành thấp, phạm vi phủ sóng rộng
  - Dễ bị nhiễu
- IEEE 802.11a
  - 54 Mbps
  - 5 GHz
  - Tốc độ nhanh, khó bị xuyên nhiễu
  - Giá thành cao, phạm vi phủ sóng hẹp

49

49

## Chuẩn WLAN (tiếp)

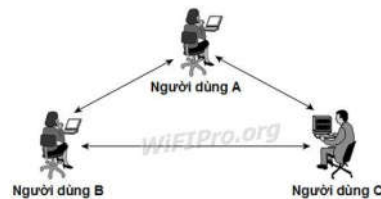
- IEEE 802.11g
  - 2002-2003
  - 54 Mbps
  - 2.4 GHz, 5GHz
- IEEE 802.11n
  - 10/2009
  - >100Mbps
  - 2.4 GHz

50

50

## Các mô hình triển khai WLAN

- Mô hình mạng Ad-hoc
  - Các nút di động tập trung lại trong một không gian nhỏ để hình thành nên kết nối ngang cấp (peer-to-peer) giữa chúng.
  - Các nút di động có thể trao đổi thông tin trực tiếp với nhau, không cần phải quản trị mạng.



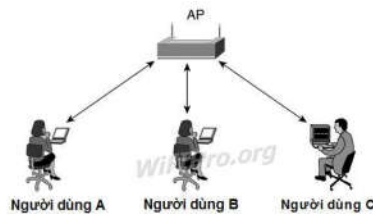
Hình 1-1  
Mô hình mạng Ad-hoc

51

51

## Mô hình Base Service Set (BSS)

- Bao gồm các **điểm truy nhập AP** (Access Point) gắn với mạng hữu tuyến → vùng phủ sóng -cell
- AP đóng vai trò điều khiển **cell**
- Các thiết bị di động không giao tiếp trực tiếp với nhau mà giao tiếp với các AP.
- Các cell có thể chồng lấn lên nhau **khoảng 10-15 %**
- Các trạm di động sẽ chọn AP tốt nhất để kết nối.



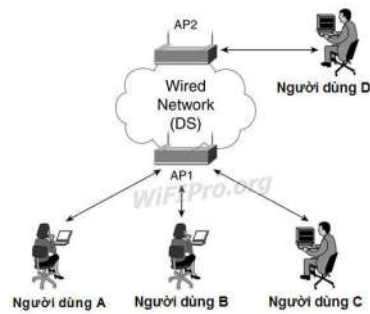
Hình 1-2  
Mô hình mạng cơ sở

52

52

## Mô hình mở rộng ESS

- Tập hợp các BSSs



Hình 1-3