



# TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI VIỆN ĐIỆN

## BÀI GIẢNG

### ĐO VÀ ĐIỀU KHIỂN CÔNG NGHIỆP

*Nguyễn Thị Huế*

*Bộ môn Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp*



# NỘI DUNG MÔN HỌC

1

Giới thiệu chung và lịch sử phát triển của các hệ thống đo và điều khiển công nghiệp

2

Các thiết bị đo lường và chấp hành trong công nghiệp

3

Các bộ điều khiển khả trình

4

Các thiết bị giám sát trong công nghiệp

5

Cơ sở kỹ thuật truyền tin công nghiệp

6

**Các giao thức công nghiệp tiêu biểu**

7

Một số hệ thống công nghiệp thực tế



## Tài liệu tham khảo

- ✓ Giáo trình “Màng thông tin công nghiệp” Hoàng Minh Sơn, nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật
- ✓ Giáo trình “Hệ thống thông tin công nghiệp” Phạm Thượng Hàn (chủ biên) Nhà xuất bản giáo dục
- ✓ Giáo trình “Cảm biến công nghiệp”
- ✓ Bài giảng “Đo và điều khiển công nghiệp” Đào Đức Thịnh, bộ môn Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp.
- ✓ ....



# NỘI DUNG CHƯƠNG 6

6

## Các giao thức công nghiệp tiêu biểu

1. *MODBUS*
2. *AS-I*
3. *PROFIBUS*
2. *CAN*
5. *DEVICE NET*
6. *INTERBUS*
7. *FOUNDATION FIELDBUS*
8. *ETHERNET*



-



# 1. Giới thiệu chung

- ✓ INTERBUS là một phát triển riêng của hãng Phoenix Contact.
- ✓ Chuẩn hóa quốc tế IEC 61158-2 và IEC 61784.
- ✓ Khả năng kết nối nhiều loại thiết bị khác nhau
- ✓ Được sử dụng xuyên suốt trong hệ thống (bus trường, bus điều khiển, bus chấp hành-cảm biến)
- ✓ Ứng dụng chủ yếu trong ngành công nghiệp chế tạo, lắp ráp và sản xuất vật liệu xây dựng
- ✓ Số lượng thiết bị ghép nối: Số 1 trên thế giới
- ✓ Được sử dụng trong nhiều nhà máy gạch, sứ-thủy tinh ở VN

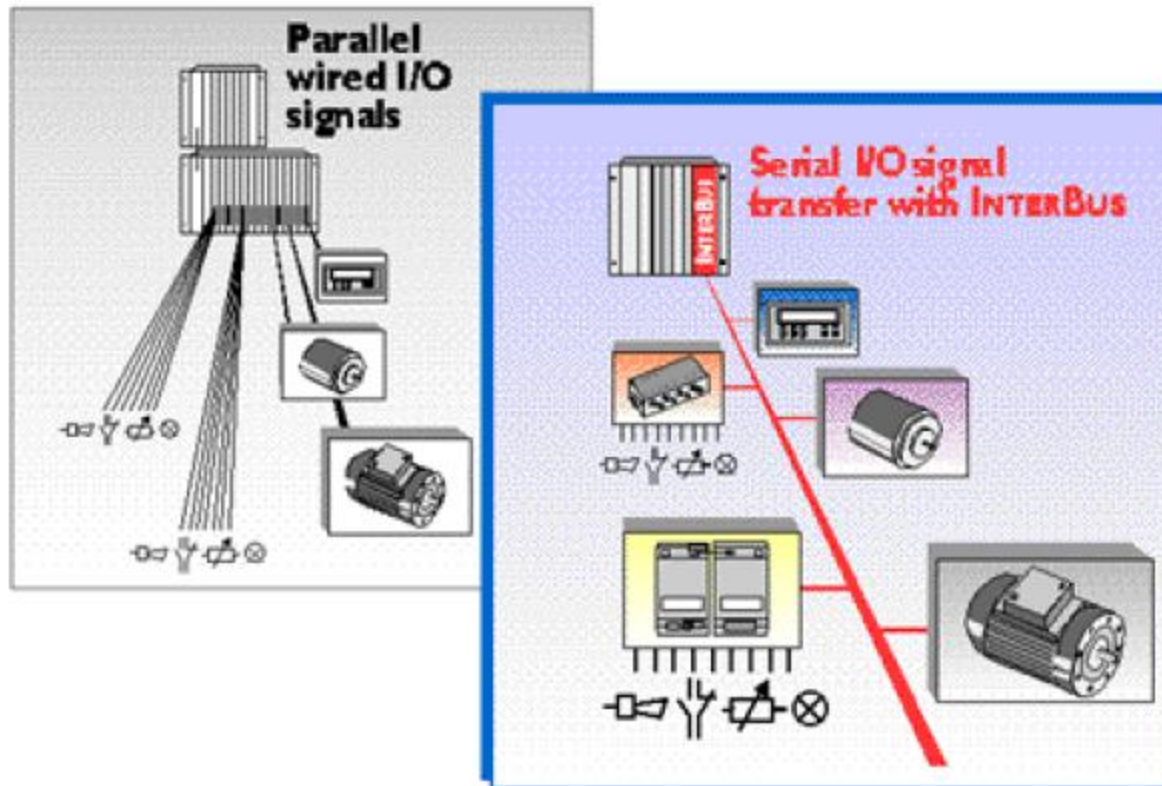


# 1. Giới thiệu chung

- ✓ Hệ thống bus trường, cho phép giảm chi phí, tiết kiệm dây

## The Aim

A slim cable instead of heavy cable harnesses-  
One cable for all types of signals, field devices, PLCs and computers





## 2. Kiến trúc giao thức

### ■ Ba lớp theo mô hình ISO/OSI:

- ❖ Lớp vật lý: qui định phương pháp mã hóa bit, kỹ thuật truyền dẫn tín hiệu và giao diện giữa một thiết bị mạng với môi trường truyền,...
- ❖ Lớp liên kết dữ liệu: có vai trò đảm bảo việc truyền dữ liệu tin cậy, chính xác, hỗ trợ cả dữ liệu quá trình (tuần hoàn) và các dữ liệu tham số (không tuần hoàn).
- ❖ Lớp ứng dụng: PMS (Peripheral Message Specification) là một tập con của MMS, về cơ bản tương thích với các dịch vụ của PROFIBUS-FMS





## 2. Kiến trúc giao thức

- ✓ Hỗ trợ tối đa việc trao đổi dữ liệu giữa một bộ điều khiển trung tâm với các vào/ra phân tán, các thiết bị cảm biến và cơ cấu chấp hành.
- ✓ Dữ liệu của INTERBUS được phân chia làm 2 loại:
  - ❖ Dữ liệu quá trình
  - ❖ Dữ liệu tham số

## 2. Kiến trúc giao thức

DTI: Data interface

Sgi: Signal interface

MXI: Mailbox interface

API: Application programming interface

PDC: Process data channel

ALI: Application layer interface

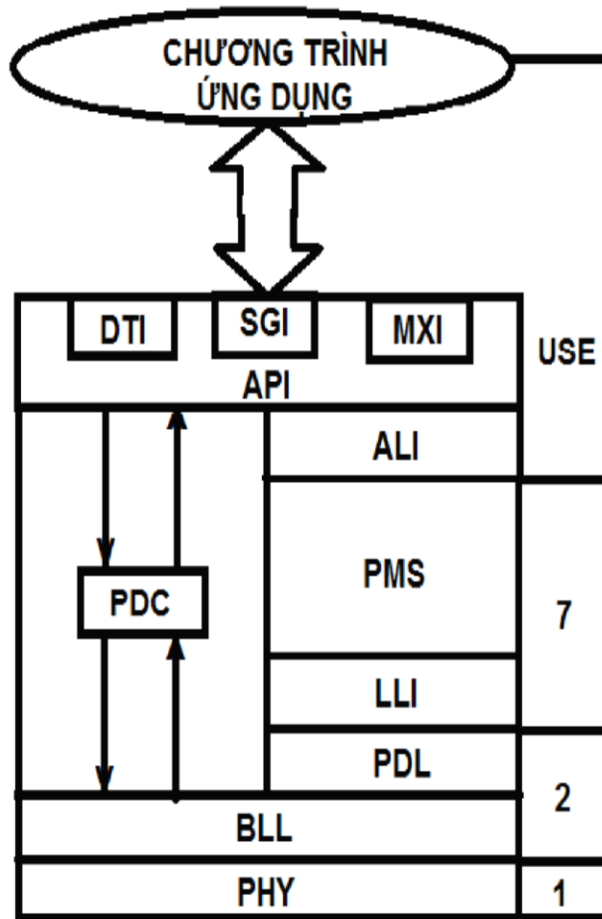
PMS: Peripheral message specification

LLI: Lower layer interface

PDL: Peripheral data link

BLL: Basic link layer

PHY: Physical layer

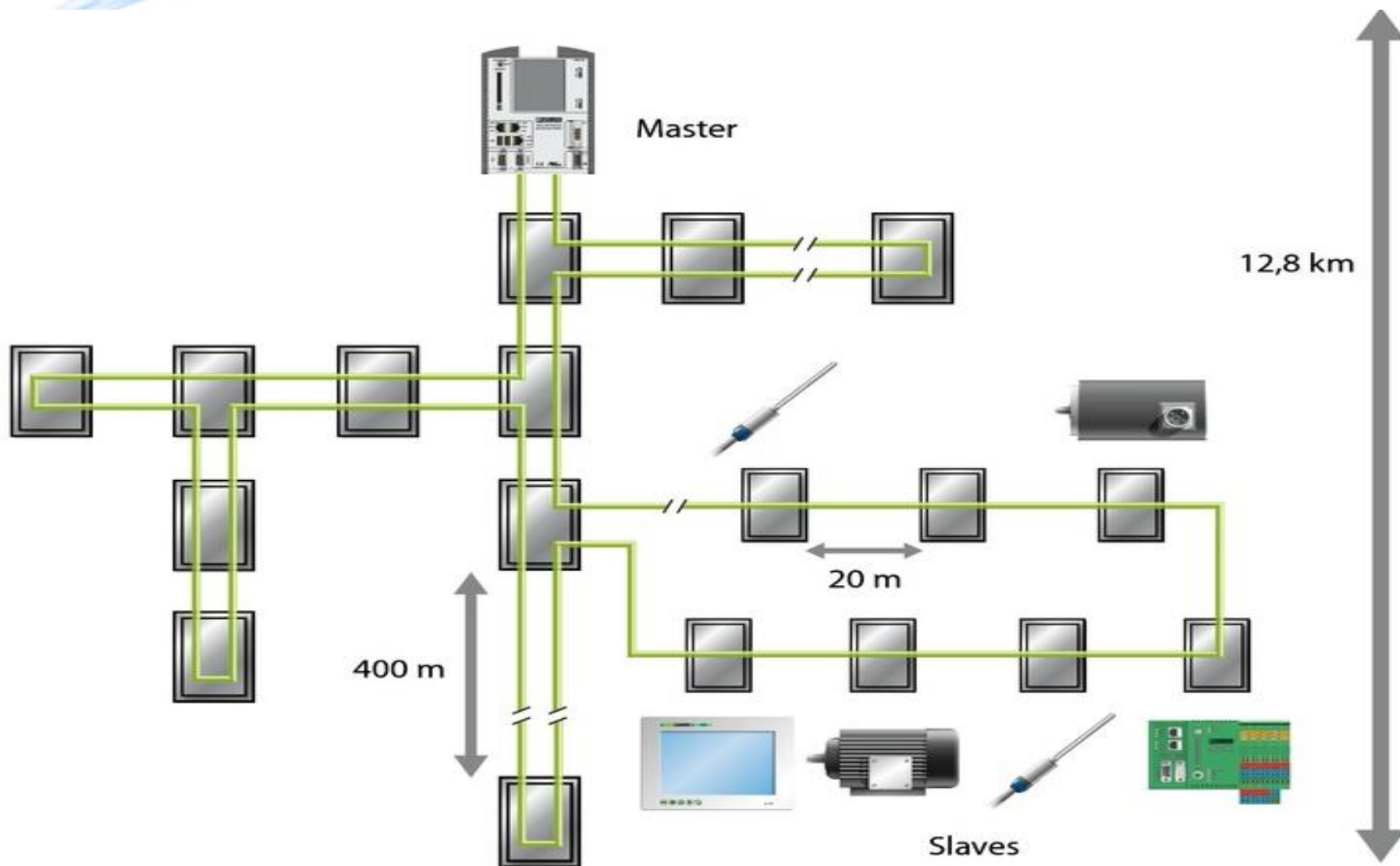




### 3. Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

- ✓ Cấu trúc mạng vòng tích cực
- ✓ Có thể sử dụng mạng vòng phân cấp
- ✓ Phương pháp truy nhập bus kết hợp giữa Master/Slave và TDMA

### 3. Cấu trúc mạng và kĩ thuật truyền dẫn





### 3. Cấu trúc mạng và kĩ thuật truyền dẫn

#### Ưu điểm

- ✓ Phạm vi phủ mạng rất lớn
- ✓ Có khả năng kết mạng nhiều chủng loại thiết bị
- ✓ Dễ dàng sử dụng cáp quang
- ✓ Được thiết kế để dễ lắp đặt
- ✓ Dễ chẩn đoán
- ✓ Truyền hai chiều đồng thời
- ✓ Định địa chỉ tự động dựa theo vị trí vật lý của một trạm trên mạch vòng.
- ✓ Việc bảo dưỡng, sửa chữa, mở rộng hệ thống đơn giản hơn.



### 3. Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

#### Ưu điểm

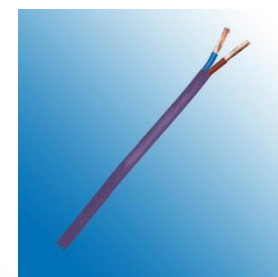
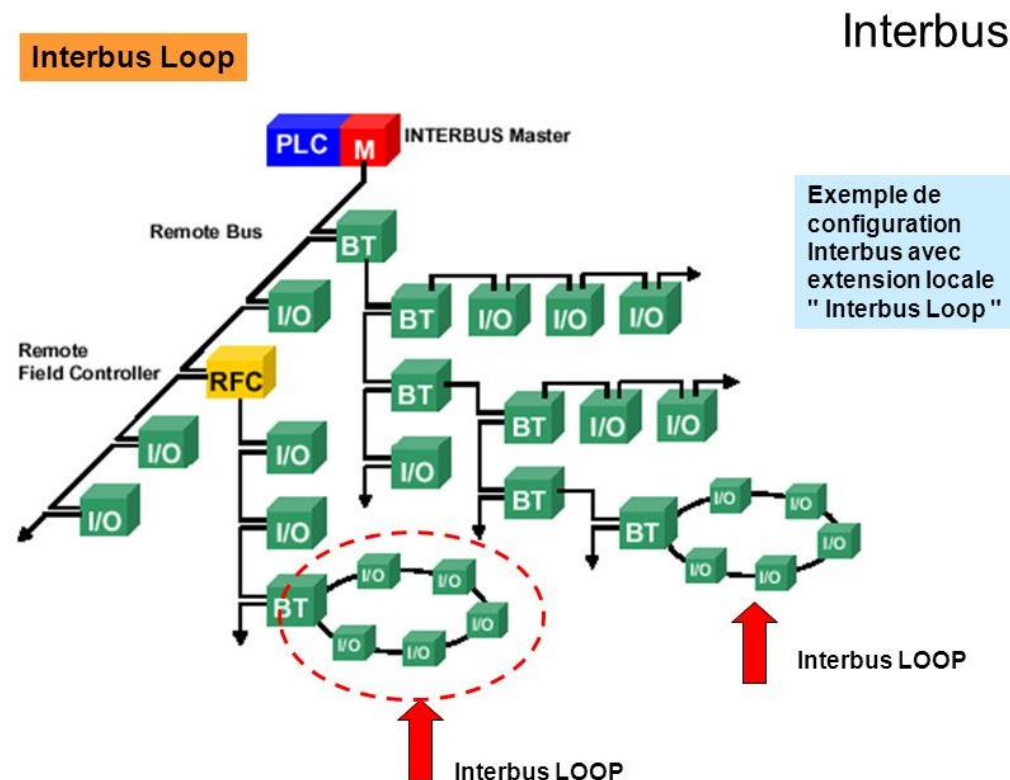
- ✓ Cho phép sử dụng nhiều loại đường truyền khác nhau, ví dụ cáp đôi dây xoắn, cáp quang, hồng ngoại, v.v...
- ✓ Đôi dây xoắn + RS-485 được sử dụng rộng rãi nhất (5 dây giữa hai thiết bị)
- ✓ Tốc độ truyền là 500 kbit/s  $\Rightarrow$  khoảng cách tối đa giữa hai thiết bị là 400 m.
- ✓ Chiều dài tổng cộng max: 13 km.
- ✓ Tổng số trạm max: 256.
- ✓ Mã hóa bit NRZ.





### 3. Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

- ✓ Trong môi trường dễ cháy nổ, một thể loại INTERBUS khác là INTERBUS – Loop có thể ghép nối dễ dàng với một hệ thống INTERBUS
- ✓ INTERBUS – Loop sử dụng phương pháp mã hóa bit Manchester, cho phép đồng tải nguồn cho các thiết bị qua hai dây dẫn mang tín hiệu.





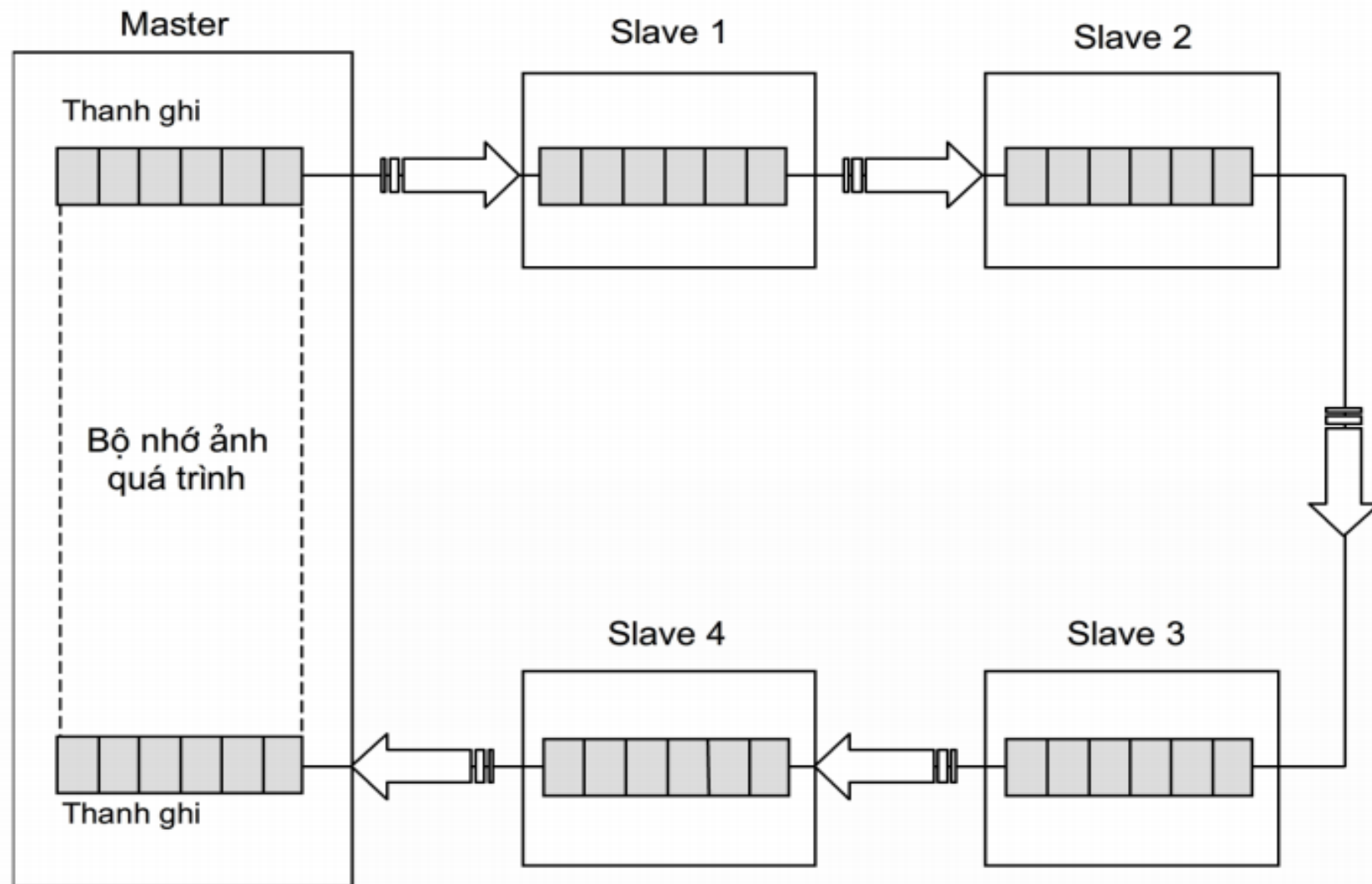
## 4. Cơ chế giao tiếp

- ✓ Cơ chế giao tiếp của INTERBUS dựa trên phương pháp truy nhập bus phân chia thời gian TDMA (Time Division Multiple Access), kết hợp với sự kiểm soát chủ tớ.
- ✓ Khác với kiểu truyền thông báo áp dụng cho đại đa số các hệ thống bus trường, INTERBUS sử dụng phương pháp truyền đặc biệt theo kiểu xe đẩy xoay vòng gọi là khung tổng hợp (summation frame) hoặc thanh ghi dịch chuyển (shift register).

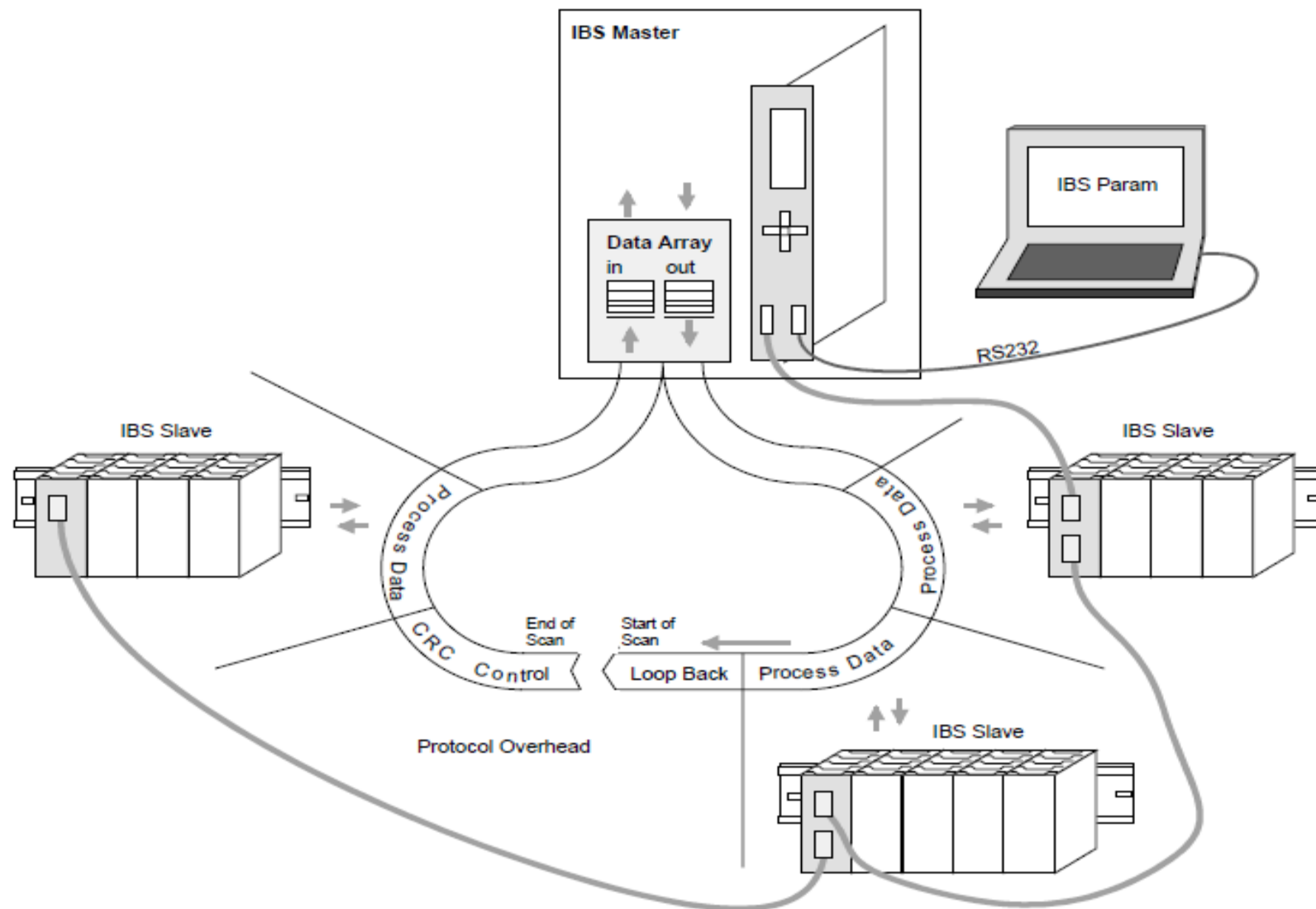
=> rất hiệu quả

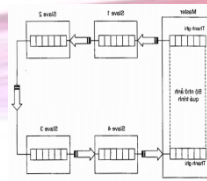
- ✓ Tính năng thời gian thực rất tốt
- ✓ Chu kỳ bus: Đảm bảo vài milligiây
- ✓ Có cơ chế đồng bộ hóa dữ liệu

## 4 Cơ chế giao tiếp



## 4 Cơ chế giao tiếp





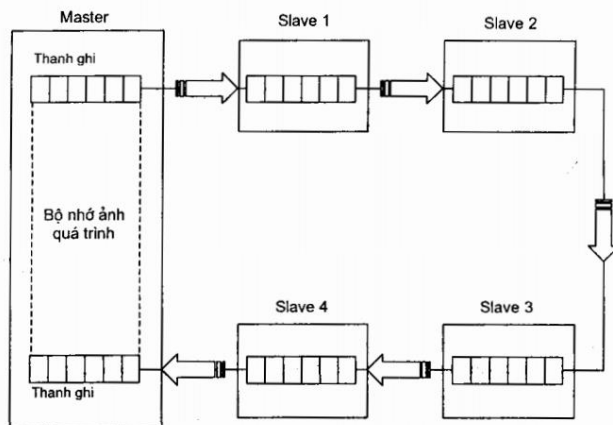
## 4 Cơ chế giao tiếp

- ✓ Trong một chu kỳ bus, trạm chủ sẽ đọc từ bộ nhớ đệm và gửi trong một khung tổng hợp các dữ liệu đầu ra của tất cả các trạm.
- ✓ Theo một chiều xoay vòng Mỗi được quy định sẵn, khung tổng hợp hay thanh ghi dịch chuyển đó sẽ lần lượt tới từng trạm.
- ✓ thiết bị được cấp phát một khe thời gian tương ứng với một “khoảng” trong thanh ghi để thực hiện chức năng trao đổi dữ liệu.
- ✓ Khoảng thời gian đó cho phép một trạm đọc dữ liệu đầu vào hoặc (và) ghi dữ liệu đầu ra trong khoảng riêng.
- ✓ Thời gian tổng cộng mà tất cả các trạm cần sẽ tương đương với chiều dài khung tổng hợp.



## 4 Cơ chế giao tiếp

- ✓ Khi khung tổng hợp đi hết một vòng và quay trở lại, trạm chủ đã đưa dữ liệu đầu ra tới tất cả các trạm và đồng thời nhận được ảnh của toàn bộ dữ liệu đầu vào.
- ✓ Nếu thủ tục diễn ra không có lỗi, trạm chủ sẽ gửi một bức điện ngắn, đặc biệt tới lần lượt tất cả các trạm để thông báo kết thúc một chu kỳ bus và cho phép các thiết bị cập nhật dữ liệu quá trình một cách gần như đồng thời.







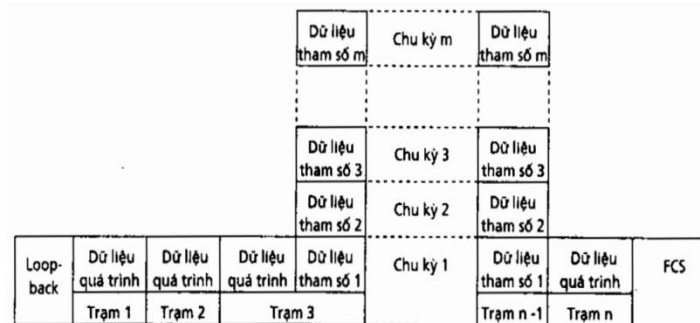
## 4 Cơ chế giao tiếp

					Dữ liệu tham số m	Chu kỳ m	Dữ liệu tham số m		
					Dữ liệu tham số 3	Chu kỳ 3	Dữ liệu tham số 3		
					Dữ liệu tham số 2	Chu kỳ 2	Dữ liệu tham số 2		
Loop-back	Dữ liệu quá trình	Dữ liệu quá trình	Dữ liệu quá trình	Dữ liệu tham số 1	Chu kỳ 1	Dữ liệu tham số 1	Dữ liệu quá trình	FCS	
	Trạm 1	Trạm 2	Trạm 3			Trạm n - 1	Trạm n		



## 4 Cơ chế giao tiếp

- ✓ Bên cạnh dữ liệu quá trình mang tính tuần hoàn, một trạm cũng có thể gửi hoặc nhận kèm dữ liệu tham số khi cần thiết nội trong khe thời gian cho phép.
- ✓ Mỗi thành viên có nhu cầu trao đổi tham số sẽ được cung cấp một khe thời gian dài từ 2-16 byte.
- ✓ Một khối dữ liệu lớn sẽ được cắt ra thành nhiều phần nhỏ để lần lượt gửi kèm theo dữ liệu quá trình, vì thế không ảnh hưởng đáng kể tới việc trao đổi dữ liệu tuần hoàn.





## 4 Cơ chế giao tiếp

- ✓ Có thể nói, tính năng thời gian thực của một hệ thống INTERBUS thể hiện qua các yếu tố sau:
    - ❖ Thứ nhất, trình tự các trạm tham gia truy nhập bus hoàn toàn được xác định trước.
    - ❖ Thứ hai, căn cứ vào lượng dữ liệu cần trao đổi của các trạm có thể xác định được chu kỳ bus một cách tương đối chính xác.
    - ❖ Cách sử dụng khung tổng hợp quay vòng cho phép giảm thiểu phần thông tin giao thức hỗ trợ.
- ⇒ **Tăng hiệu suất truyền một cách đáng kể so với các hệ thống bus khác.**



## 5. Cấu trúc khung dữ liệu

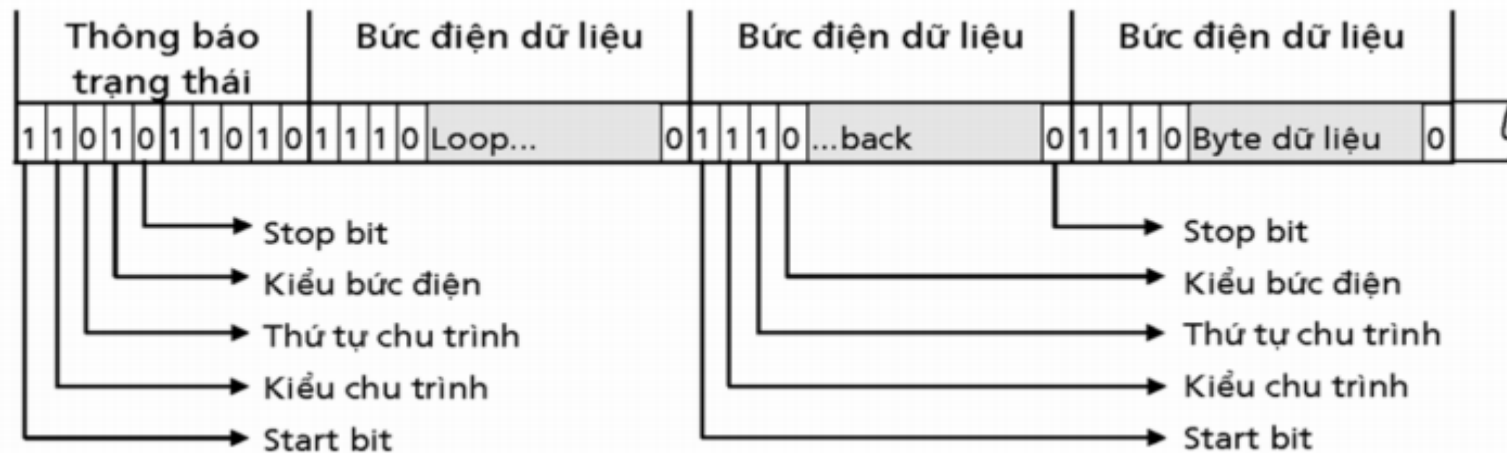
- ✓ INTERBUS thực hiện truyền khung tổng hợp sử dụng thanh ghi dịch chuyển. Dữ liệu đầu ra quá trình cho các thiết bị ngoại vi được chạm chủ đưa vào bộ nhớ đệm đầu ra tương ứng với thứ tự vật lý của các trạm trên mạch vòng.
- ✓ Có cấu trúc 2 lớp: lớp 1 và lớp 2.

## 5. Cấu trúc khung dữ liệu

- Cấu trúc bước điện (lớp 2)

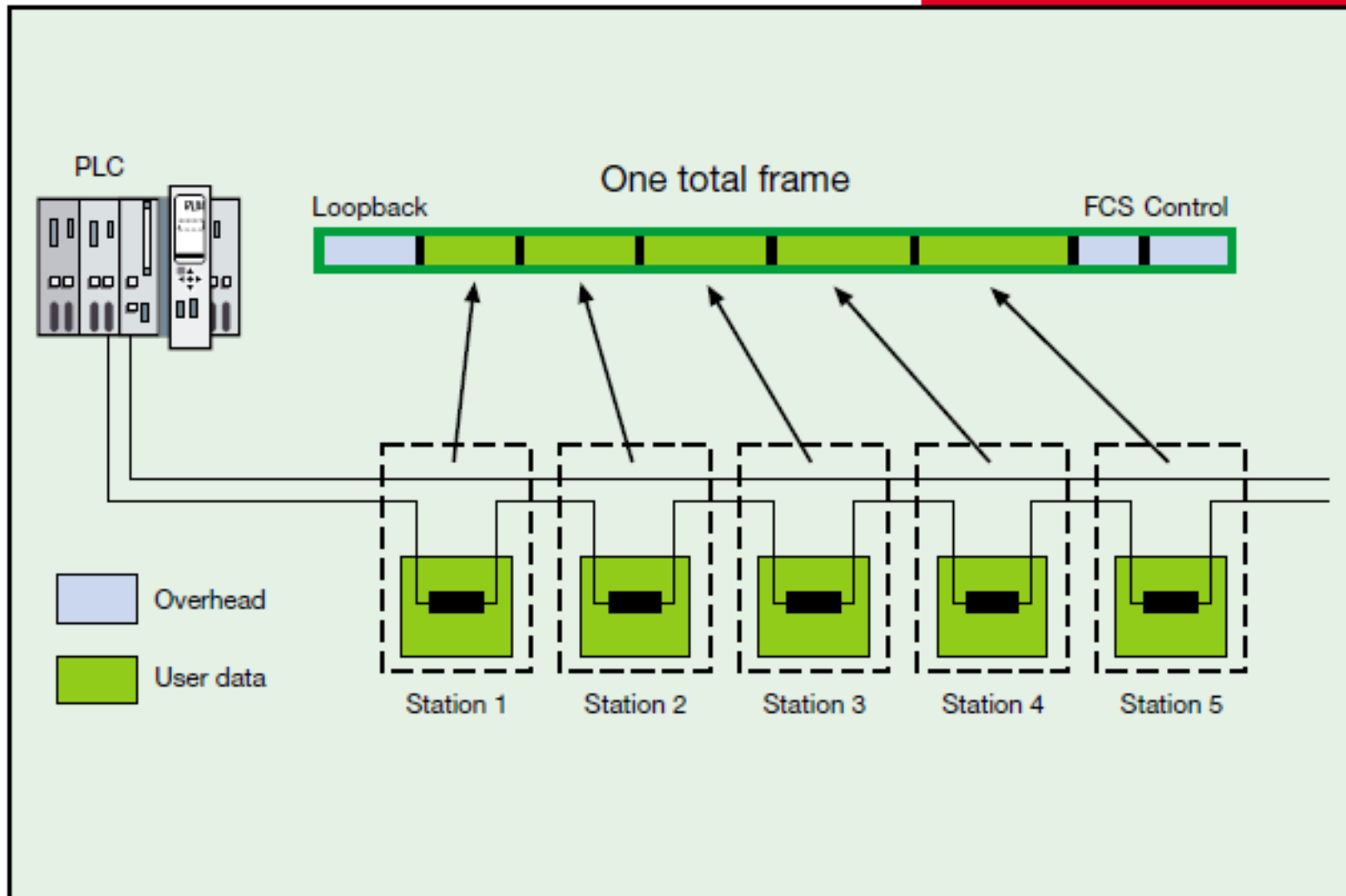
Loopback	Dữ liệu sử dụng	CRC	CNTR
2 Byte	0-512 Byte	2 Byte	2 Byte

- Cấu trúc bước điện (lớp 1)



## 5. Cấu trúc khung dữ liệu

✓ Lớp 2







## 5. Cấu trúc khung dữ liệu

### LỚP 2

Loopback	Dữ liệu sử dụng	CRC	CNTR
2 byte	0 – 512 Byte	2 Byte	2 Byte

- ✓ Loopback là 1 dãy 16 bit. Từ loopback sẽ phải đi qua tất cả các trạm và là thông tin được đọc trở lại trạm chủ sau cùng. Như vậy sự toàn vẹn toàn của từ loopback cũng cơ bản nói lên độ tin cậy của đường truyền và tình sẵn sàng của các trạm.
- ✓ Phần dữ liệu sử dụng bao gồm dữ liệu vào/ra quá trình và dữ liệu tham số



## 5. Cấu trúc khung dữ liệu

### LỚP 2

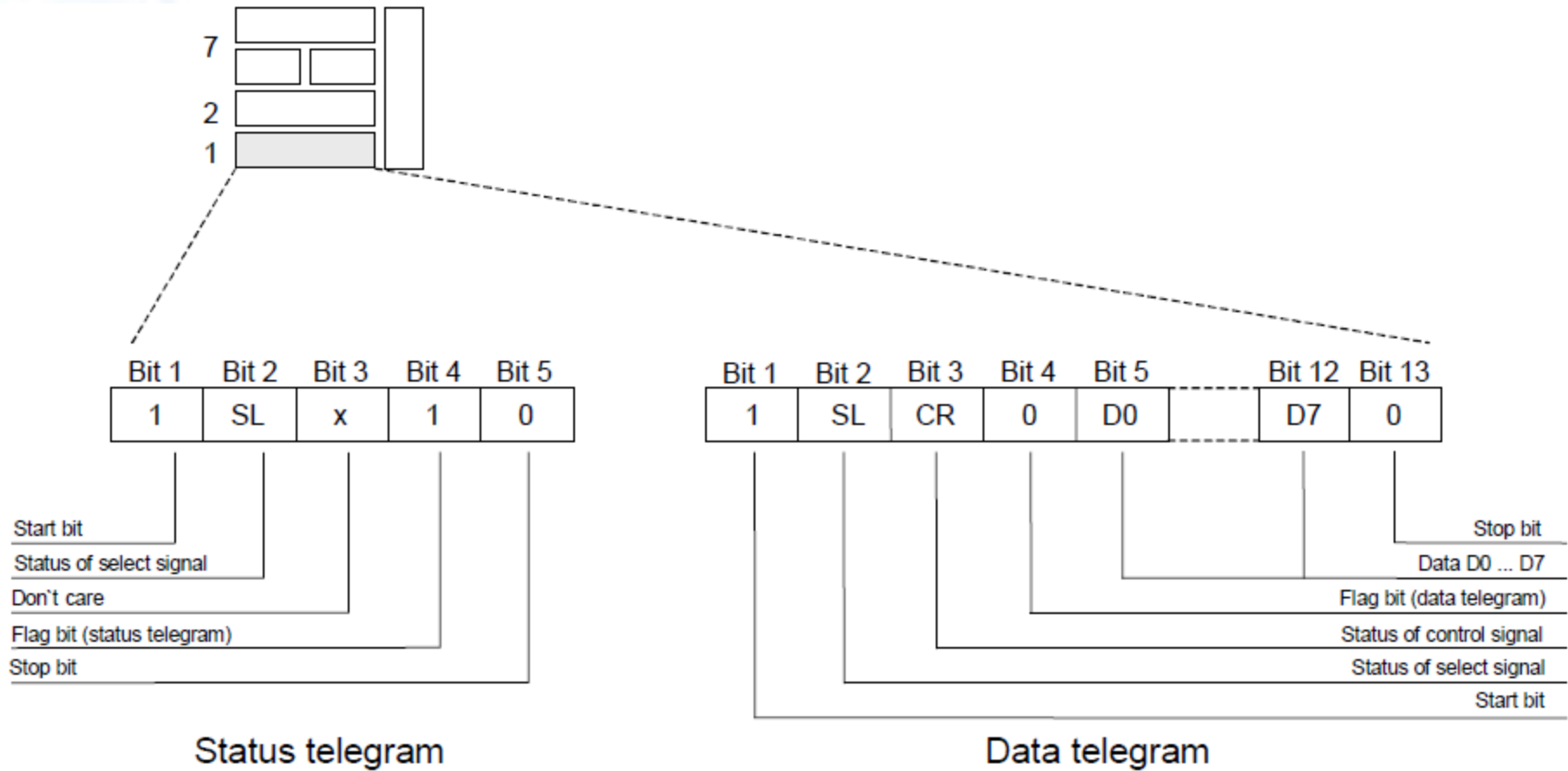
Loopback	Dữ liệu sử dụng	CRC	CNTR
2 byte	0 – 512 Byte	2 Byte	2 Byte

- ✓ Cuối cùng là 32 bit kiểm tra lỗi khung FCS
  - ❖ 16 bit đầu là mã CRC.
  - ❖ 16 bit sau (CNTR) chứa thông tin chi tiết về trạng thái lỗi.
  - ❖ Cơ chế kiểm lỗi luôn được thực hiện giữa 2 thiết bị kế cận. Mỗi trạm đều có trách nhiệm kiểm lỗi dựa trên phương pháp CRC và thông báo trạng thái lỗi qua 16 bit CNTR của ô FCS



## 5. Cấu trúc khung dữ liệu

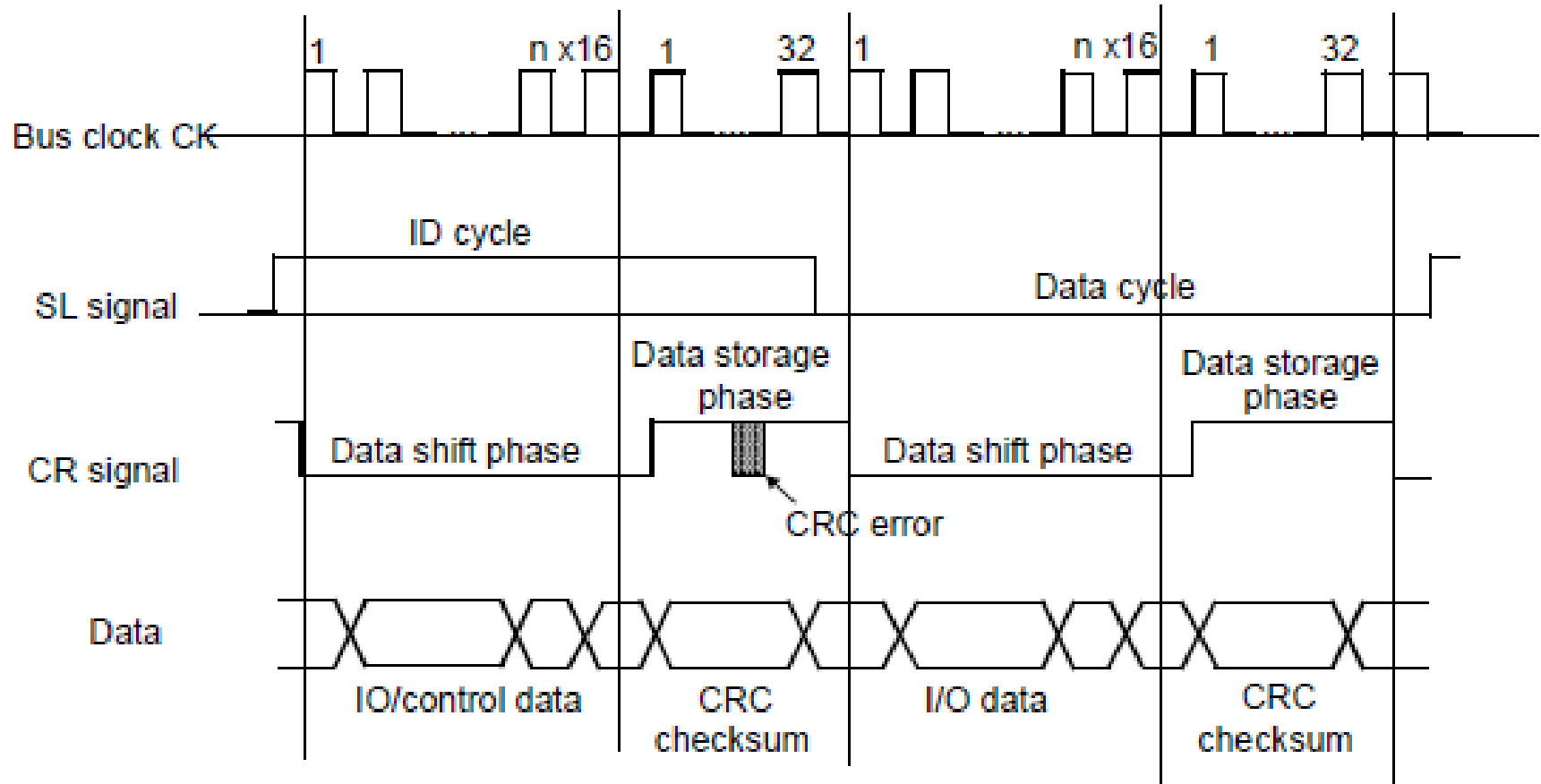
✓ Lớp 1





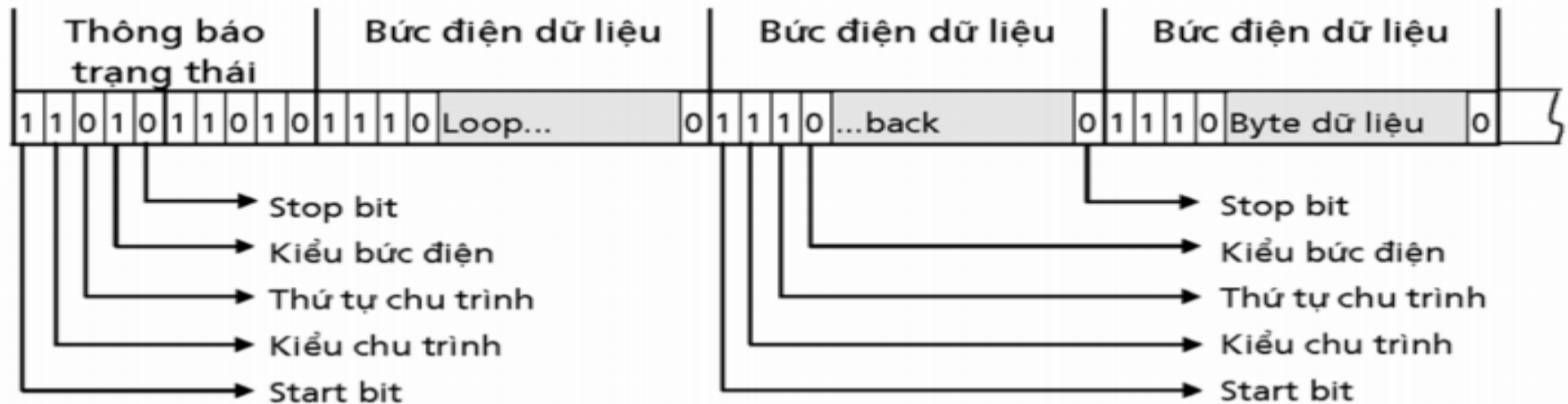
✓ Lớp 1

## 5. Cấu trúc khung dữ liệu



## 5. Cấu trúc khung dữ liệu

### LỚP 1



- ✓ Interbus sử dụng chế độ không đồng bộ với thủ tục start/stop. Khung giao thức ở lớp 2 được chia thành các ký tự 8 bit, kể cả từ loopback và các ô CRC, CNTR



## 5. Cấu trúc khung dữ liệu

### LỚP 1

- ✓ Mỗi ký tự được bổ sung 5 bit: bit khởi đầu, bit kết thúc, bit kiểu bức điện, bit kiểu và thứ tự chu trình.
- ✓ Trong thời gian không thực hiện truyền dữ liệu, trạm chủ lấp khoảng trống bằng các thông báo trạng thái. Mỗi thông báo trạng thái này dài 5 bit, không mang dữ liệu lớp 2 mà chỉ có vai trò đảm bảo hoạt động tích cực của đường truyền. Nếu thời gian rỗi của đường truyền lớn hơn 20ms, tất cả các trạm coi như hệ thống bị lỗi. Trong trường hợp đó, các thiết bị sẽ tự động chuyển về một trạng thái an toàn quy định sẵn.





## 6. Dịch vụ giao tiếp

- ✓ Dịch vụ truyền tuần hoàn
  - ❖ Đối với dữ liệu quá trình, trạm chủ có trách nhiệm tự động cập nhật nhờ các dịch vụ truyền của lớp hai.
  - ❖ Các chương trình ứng dụng sử dụng dữ liệu tuần hoàn chỉ cần sử dụng bộ nhớ đệm vào/ra của trạm chủ
  - ❖ Đối với các thiết bị có thể tự do lập trình như máy tính cá nhân, có thể truy nhập trực tiếp dữ liệu
- ✓ Dịch vụ truyền thông báo PMS: 25 dịch vụ được định nghĩa trong PMS, tiêu biểu là:
  - ❖ Context Management: Thiết lập và giám sát các mối liên kết truyền thông.
  - ❖ Variable Access: Đọc và ghi các biến quá trình hoặc tham số
  - ❖ Program Invocation: Nạp chương trình, khởi động và kết thúc chương trình



## 6.7. Foundation Fieldbus

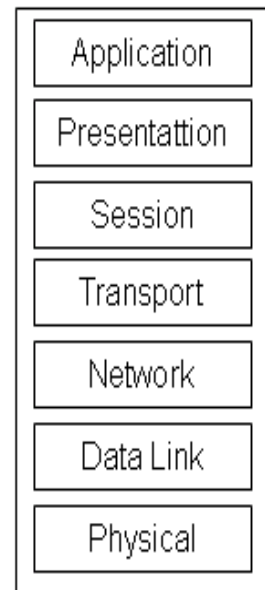
- ✓ Foundation fieldbus sử dụng lớp vật lý theo chuẩn IEC 1158-2 được thành lập bởi tổ chức Fieldbus foundation. Hệ bus này hỗ trợ 3 loại mạng với các tốc độ truyền 31.25 kbit/s, 1Mbit/s, 2.5 Mbit/s.
- ✓ Chỉ còn loại mạng 31.25 kbit/s – còn được gọi là H1 mới có đầy đủ những đặc tả và được chuẩn hoá trong IEC 61158. Các phiên bản có tốc độ cao hơn được thay thế bằng High – Speed Ethernet (HSE) cũng được chuẩn hoá trong IEC 61158.
- ✓ Phạm vi ứng dụng của H1 là các ngành công nghiệp chế biến. Các công ty lớn như ABB, Fisher – Rossemount , Honeywell, National, Instruments, và Yokogawa đều có những sản phẩm hỗ trợ.



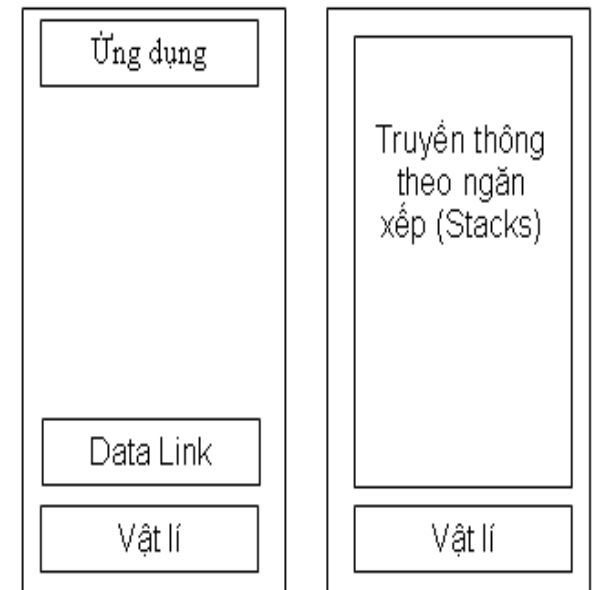
# Kiến trúc giao thức Foundation fieldbus

- ✓ Foundation fieldbus bao gồm lớp vật lý, ngăn truyền thông (communication stack) và các chương trình ứng dụng (User Application) trong đó ngăn truyền thông tương ứng với lớp 2 và lớp 7

Lớp 7	FMS
	FAS
Lớp 3-6	Không thể hiện
Lớp 2	Lớp liên kết dữ liệu
Lớp 1	Lớp vật lý



Mô hình OSI đầy đủ



Mô hình OSI cho Foundation Fieldbus



# Kiến trúc giao thức Foundation fieldbus

- ✓ Lớp vật lý thực hiện theo chuẩn IEC 1158-2 hay IEC 61158-2 và ISA S50.02-1992.
- ✓ Lớp liên kết dữ liệu dựa trên chuẩn IEC/ISA DLL.
- ✓ Lớp ứng dụng thực hiện các dịch vụ:
  - ❖ Fieldbus Message Specification (FMS).
  - ❖ Lớp FAS (Fieldbus Access Sublayer) có chức năng liên kết FMS với các lớp liên kết dữ liệu.



# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

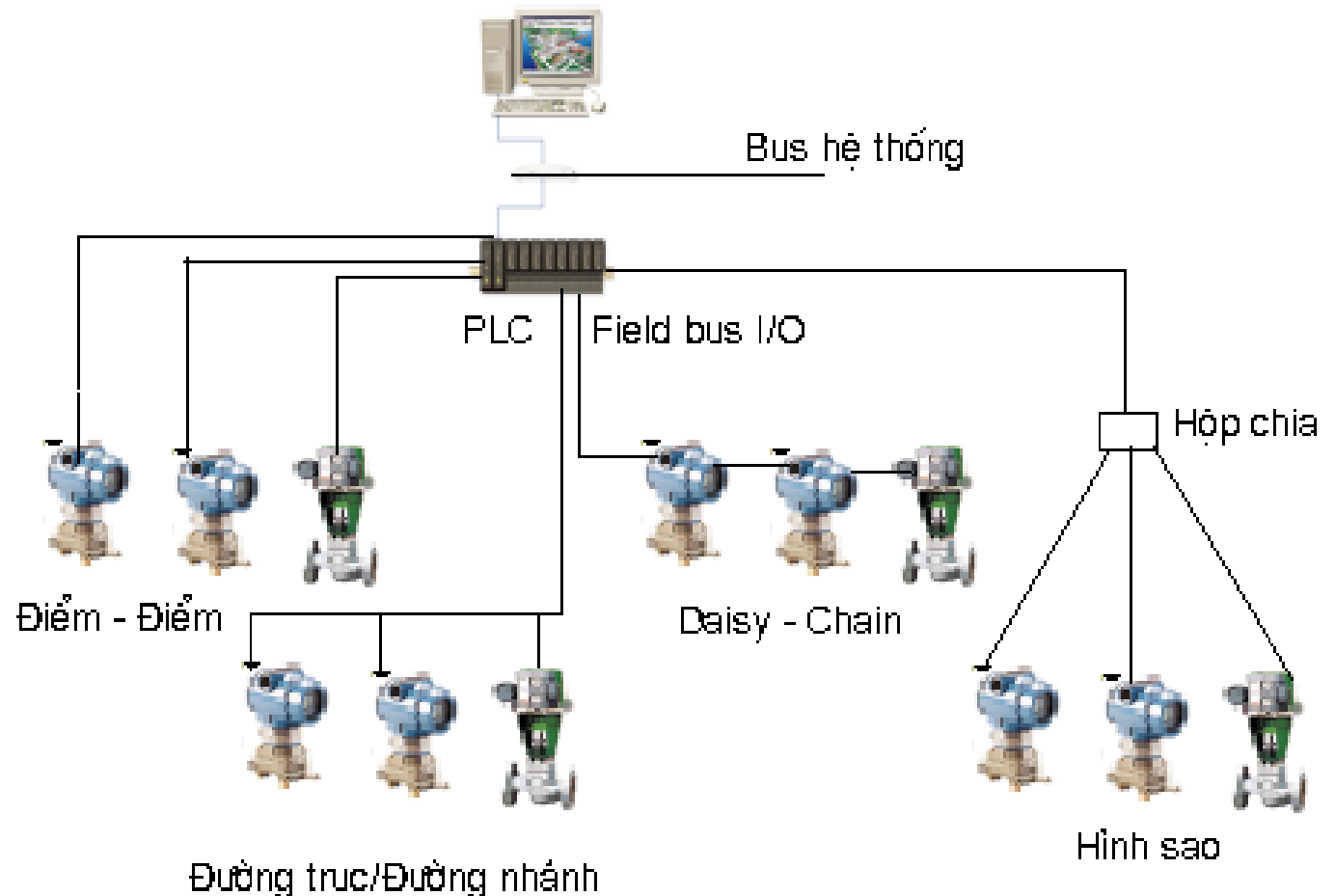
- ✓ Hai phương tiện truyền dẫn được sử dụng trong Foundation fieldbus là cáp điện và cáp quang.
- ✓ Chiều dài tổng cộng tối đa cho phép trong một đoạn mạng phụ thuộc vào loại cáp truyền.
- ✓ Có 4 loại cáp thường được sử dụng có tên là A, B, C, D theo thứ tự chất lượng từ cao đến thấp

Loại cáp	Mô tả	Kích cỡ	K/C tối đa
A	Đôi dây xoắn STP	0.80 mm <sup>2</sup>	1900m
B	Đôi dây xoắn nhiều lõi có bọc lót	0.32 mm <sup>2</sup>	1200m
C	Đôi dây xoắn nhiều lõi không bọc lót	0.13 mm <sup>2</sup>	400m
D	Cáp trơn nhiều lõi một lớp bọc lót	1.25 mm <sup>2</sup>	200m

# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

- ✓ Foundation fieldbus hỗ trợ các kiến trúc mạng khác nhau như hình vẽ sau:

Trong cấu trúc đường trục đường nhánh, nếu số lượng trạm tham gia là 1-12 thì chiều dài từ 1-120m. Nếu số trạm tham gia lớn hơn 25 thì chiều dài lớn nhất là 1m.







# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

- ✓ Số trạm tham gia vào một đoạn mạng phụ thuộc vào các yếu tố như công suất nguồn, tiêu hao công suất ở các trạm thiết bị và loại cáp truyền không vượt quá 32 nếu không sử dụng bộ lặp.
- ✓ Cho phép sử dụng 4 bộ lặp
- ✓ Các tín hiệu truyền dẫn được mã hoá theo mã Manchester. Điện áp nguồn nuôi DC có thể từ 9-32Volt, nhưng công suất hạn chế trong dải yêu cầu chống cháy nổ.
- ✓ Đầu ra bộ phát:  $\pm 10\text{mA}$
- ✓ Mức tín hiệu mang thông tin: 0.75-1.0V



# Cơ chế giao tiếp Foundation Fieldbus

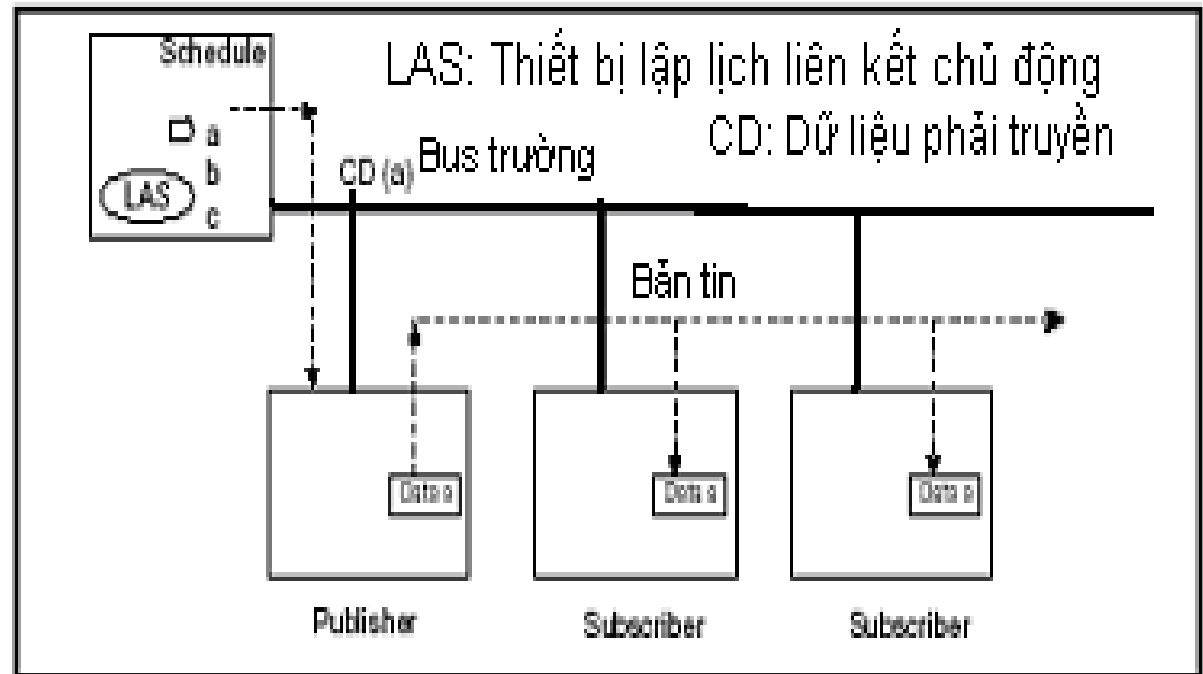
- ✓ Phương pháp truy cập bus ở Foundation fieldbus là sự kết hợp giữa Master/Slave, Token Passing và TDMA.
- ✓ Có hai loại thiết bị trong mạng Foundation fieldbus là:
  - ❖ Thiết bị cơ sở Basic device
  - ❖ Trạm chủ liên kết Link Master.
- ✓ Thiết bị đóng vai trò trạm chủ được gọi là: Link Active Scheduler (LAS) có chức năng phân chia kiểm soát quyền truy cập cho toàn mạng. LAS không nhất thiết tham gia vào các hoạt động giao tiếp trao đổi dữ liệu trong mạng.
- ✓ Foundation fieldbus qui định hai cơ chế giao tiếp là
  - ❖ Lập lịch
  - ❖ Không lập lịch

# Cơ chế giao tiếp Foundation Fieldbus

- ✓ **Lập lịch:** Đặc trưng cho trao đổi dữ liệu tuần hoàn, có chu kỳ giữa các thiết bị. Minh họa như hình dưới trong đó Publisher có thể hiểu là thiết bị đặt hàng, Subscriber là thiết bị chào hàng.

LAS chứa danh sách tất cả các vùng nhớ đệm chứa dữ liệu tuần hoàn của các thiết bị cũng như lịch trình truyền các dữ liệu đó.

Khi tới lượt truyền một dữ liệu của một thiết bị nào đó, LAS sẽ gửi thông báo Compel Data (CD) tới,



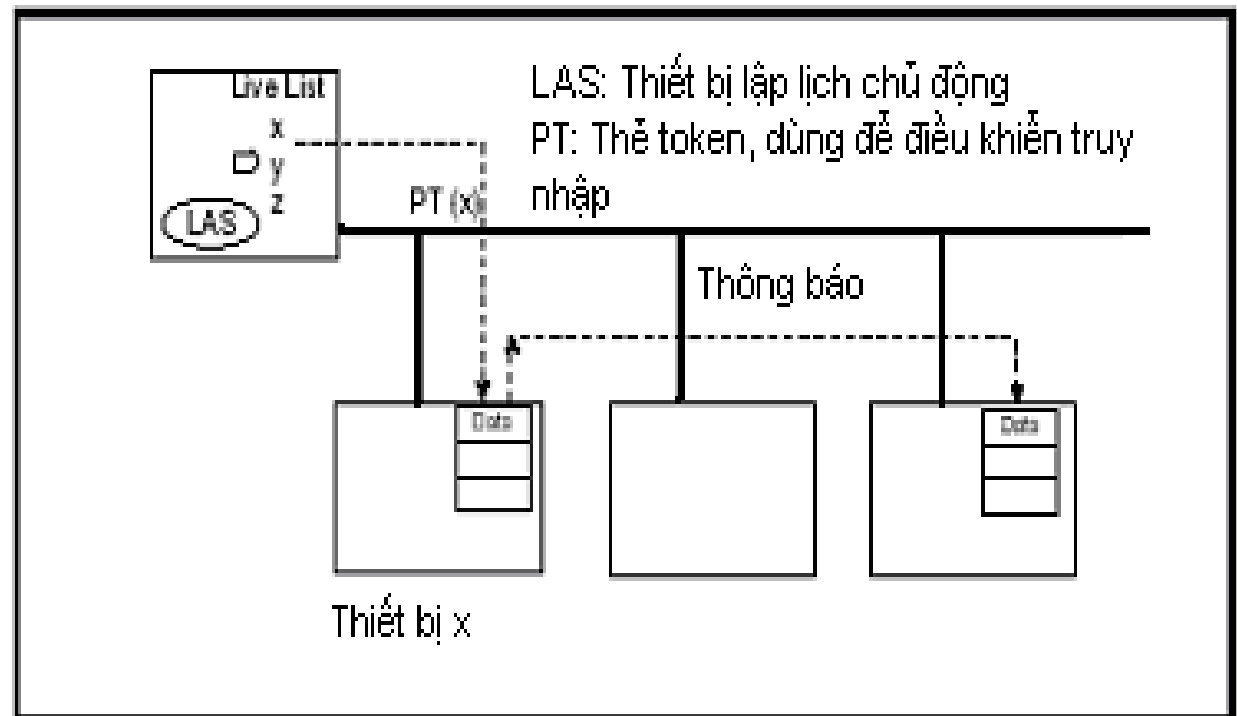
Khi nhận được CD thiết bị này sẽ gửi dữ liệu trong vùng nhớ đệm tới tất cả các thiết bị khác trong mạng. Dữ liệu tuần hoàn ở đây thường là các biến quá trình sử dụng trong các vòng điều khiển.

# Cơ chế giao tiếp Foundation Fieldbus

- ✓ Không lập lịch: Đặc trưng cho việc truyền các tham số, gửi các báo động. Với nguyên tắc hoạt động như sau:

LAS quản lý tất cả các trạm tham gia vào mạng trong một danh sách Live list.

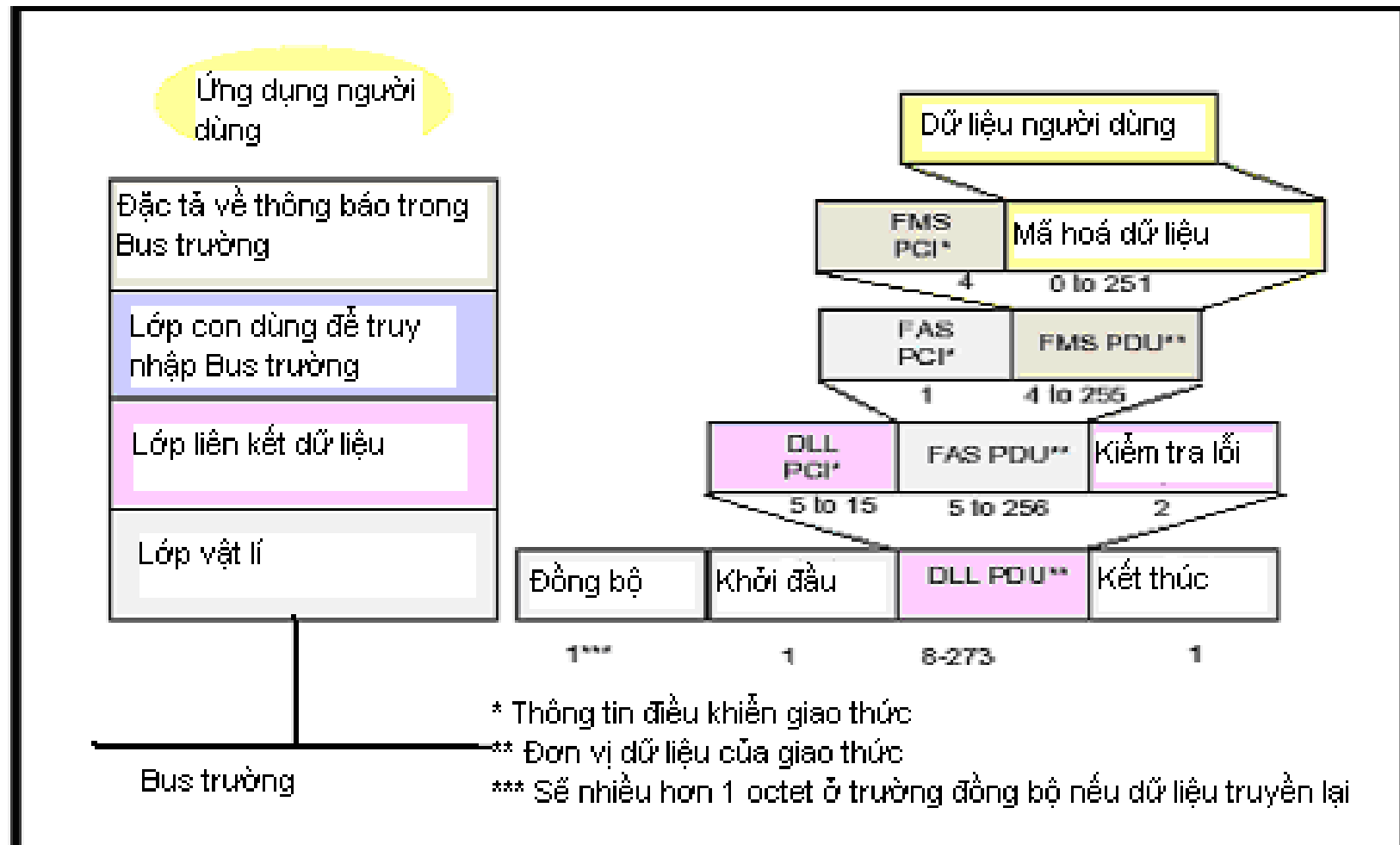
LAS lần lượt gửi pass token (PT) tới từng thiết bị trong danh sách. Khi nhận được PT một thiết bị có thể gửi thông báo đến một hoặc nhiều trạm khác.



Nếu không có nhu cầu sử dụng thì thiết bị đó gửi PT trả lại cho LAS. Thời gian giữa PT của một trạm do LAS quản lý.

# Cấu trúc bản tin Foundation Fieldbus

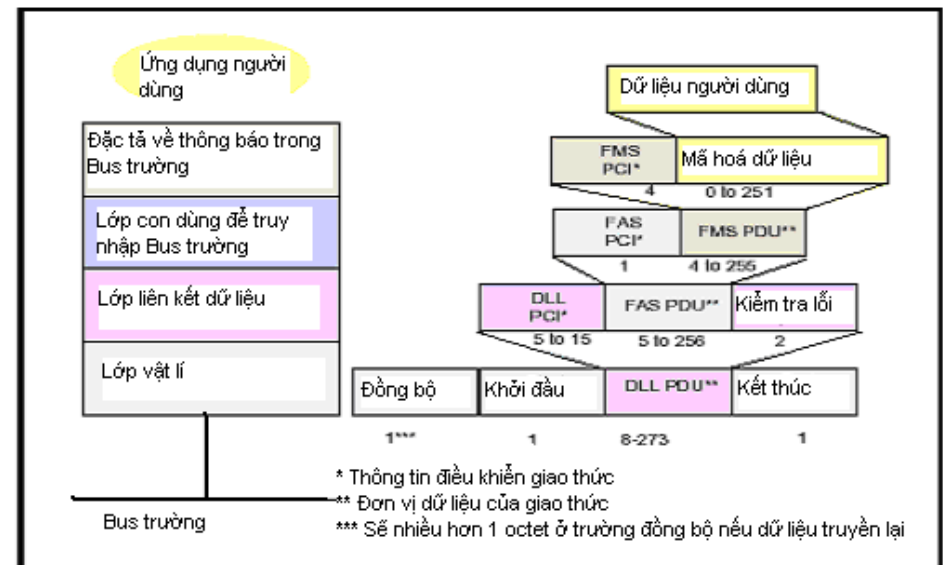
- ✓ Cấu trúc một bản tin trong Foundation fieldbus được minh họa:





# Cấu trúc bản tin Foundation Fieldbus

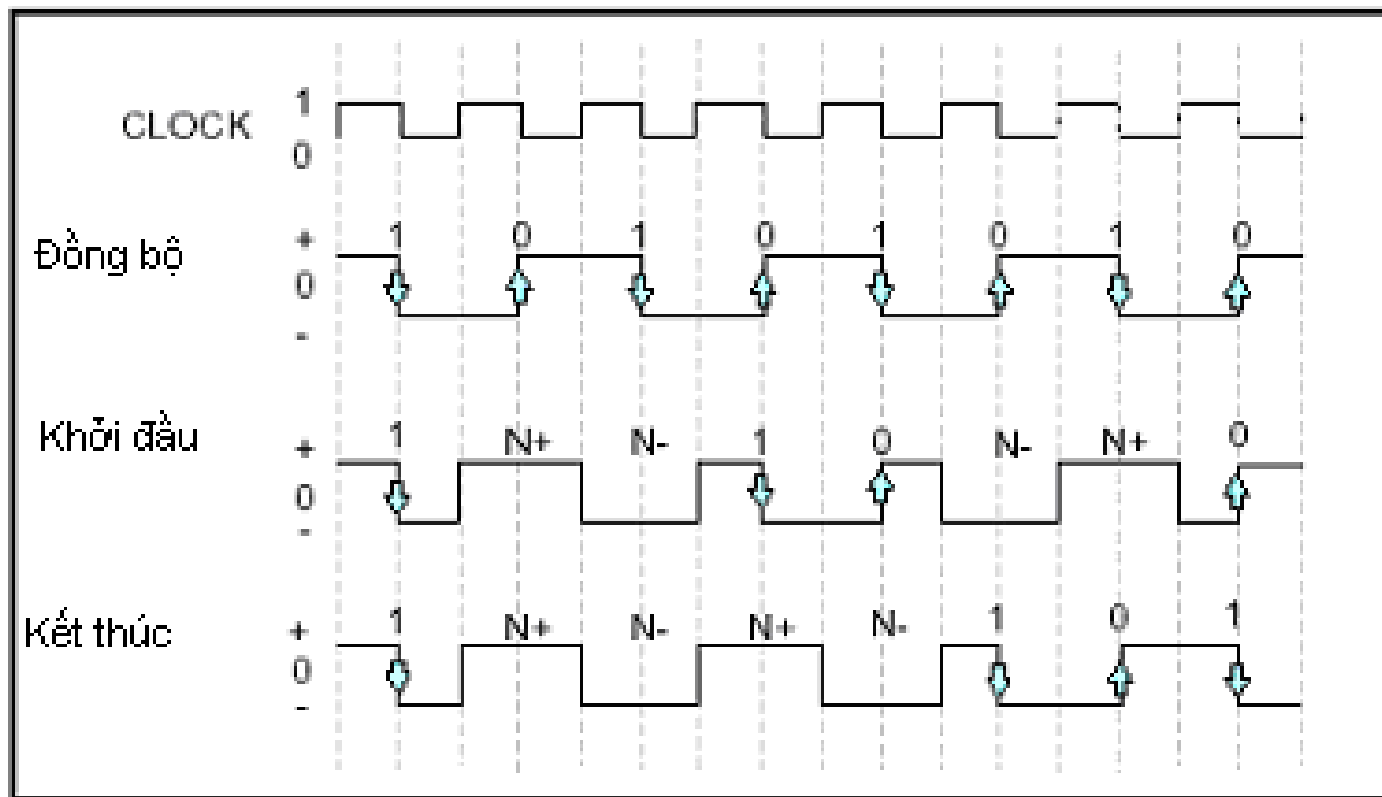
- ✓ Độ dài tối đa của dữ liệu trong một bản tin là 251 bytes.
- ✓ Qua mỗi một lớp trong ngăn giao thức bức điện lại được gắn thêm một phần thông tin liên quan tới việc xử lý giao thức ở lớp đó.
- ❖ FMS PCI mô tả kiểu đối tượng VFD và dịch vụ FMS
- ❖ DLL PCI mang thông tin về cơ chế giao tiếp và kiểu liên kết.
- ❖ Lớp vật lý tạo thêm các ô khởi đầu và kết thúc dữ liệu





# Cấu trúc bản tin Foundation Fieldbus

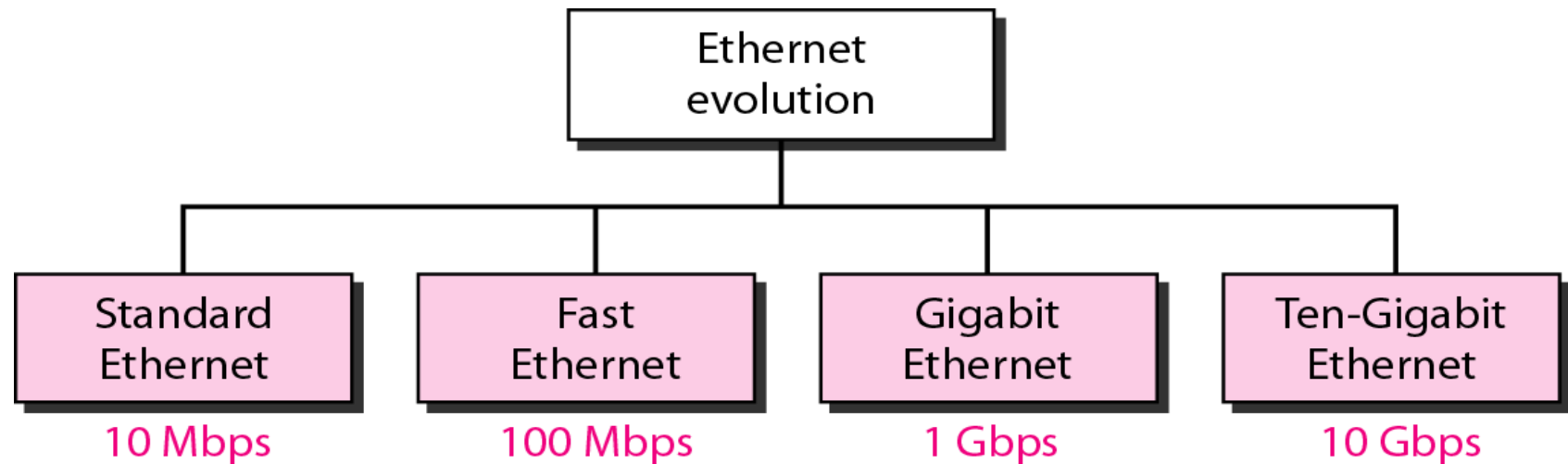
- ✓ Để nhận biết một gói tin hoàn chỉnh cần phải biết byte khởi đầu và kết thúc trong Foundation fieldbus mã hoá ô khởi đầu và kết thúc như sau:

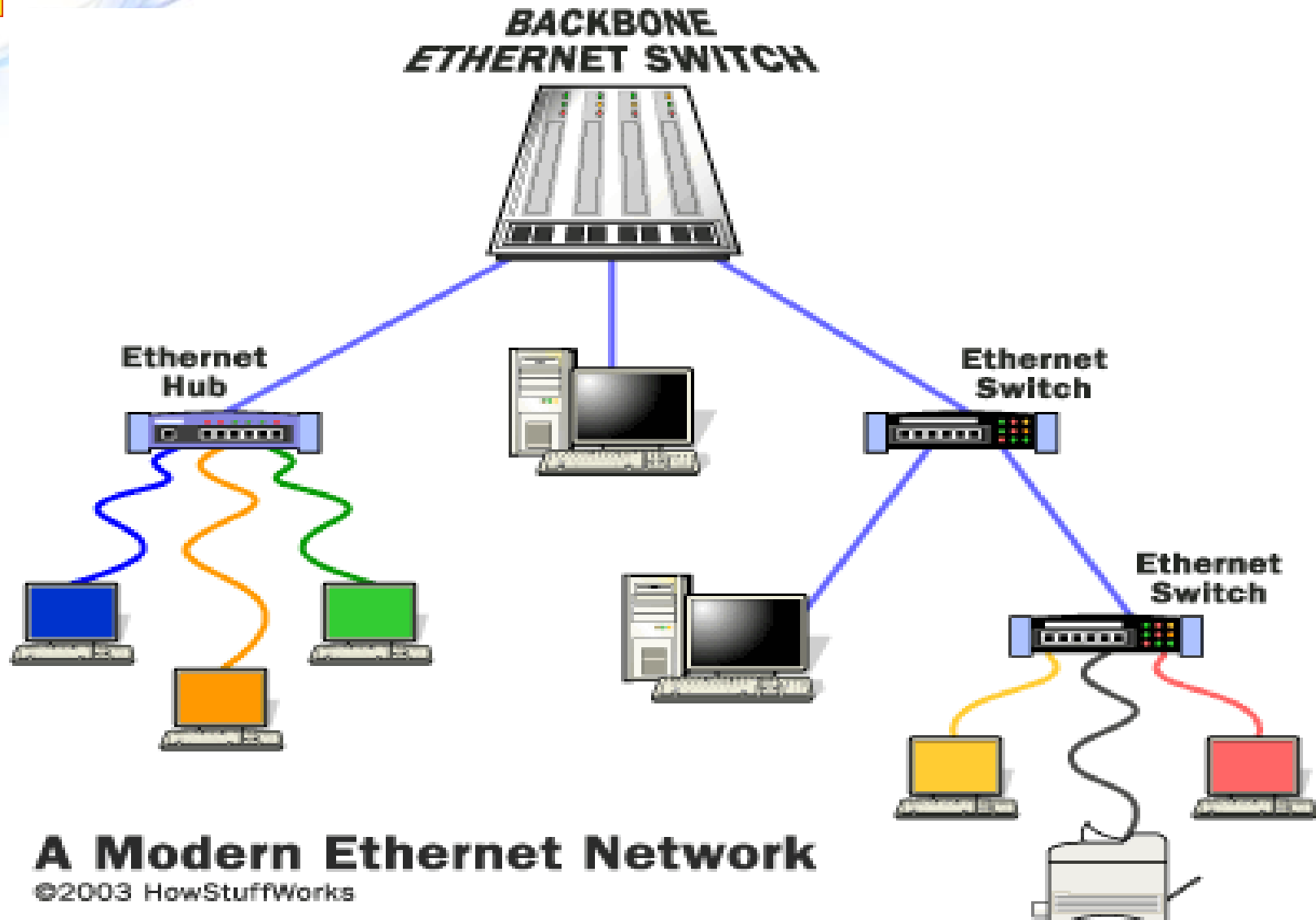




## 6.8. Ethernet

- ✓ Ethernet, ban đầu được phát triển bởi Xerox, Digital Equipment, và Intel năm 1972
- ✓ Ethernet là 1 công nghệ mạng cục bộ (LAN) nhằm chuyển thông tin giữa các máy tính với tốc độ từ 10 đến 100 triệu bit một giây (Mbps).







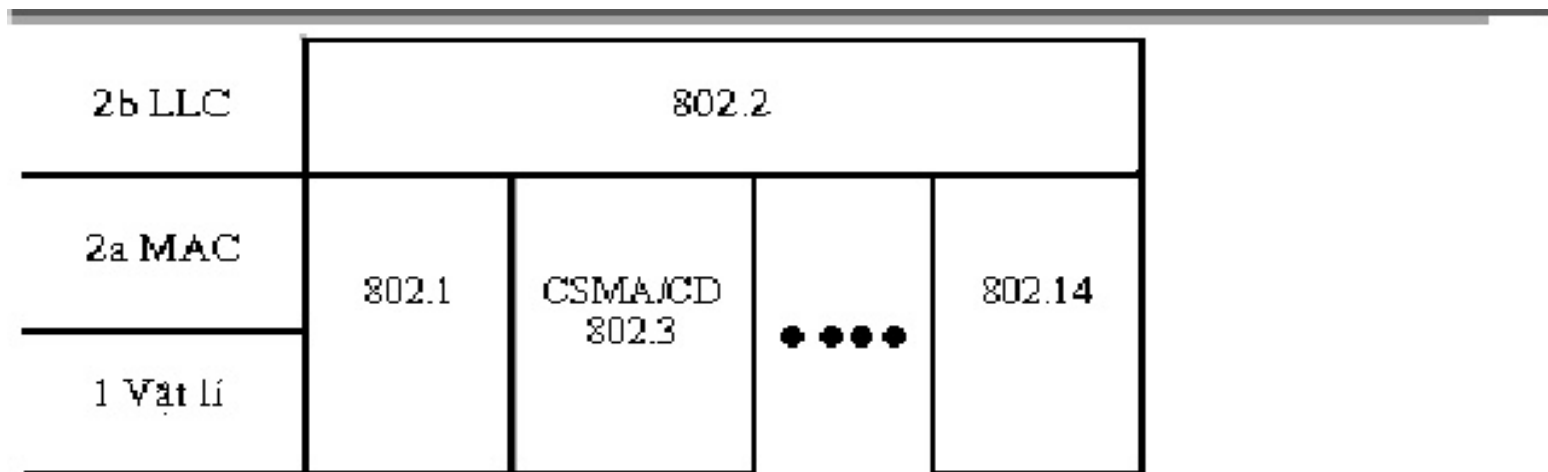
## ✓ **Mô tả chung về giao thức :**

- Ethernet là kiểu mạng cục bộ (LAN) được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay. Thực chất, Ethernet chỉ là mạng cấp dưới với giao thức TCP/IP là tập giao thức được sử dụng phổ biến nhất.
- Ethernet được phát triển năm 1975 bởi Xerox để nối 100 trạm máy tính với cáp đồng trục dài 1 km, tốc độ truyền 2,94 Mbit/s với phương pháp truy nhập bus CSMA/CD.
- Xerox đã cùng Intel và DEC xây dựng chuẩn 10Mbit/s-Ethernet là cơ sở cho chuẩn IEEE802.3 sau này
- Nó được ứng dụng trong hệ thống an ninh giám sát diện rộng với độ tin cậy cao



## Kiến trúc giao thức

- ✓ Kiến trúc giao thức Ethernet/IEEE 802.3 chỉ bao gồm lớp vật lý và lớp MAC (Medium Access Control, lớp điều khiển truy nhập môi trường)

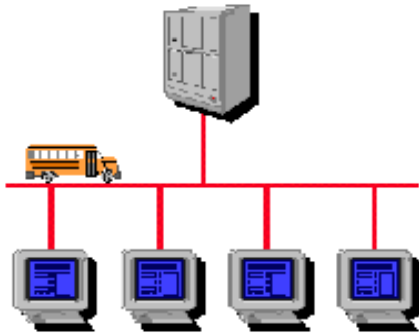


Hình 1: Ethernet/IEE 802.3 trong tập chuẩn IEEE 802



# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

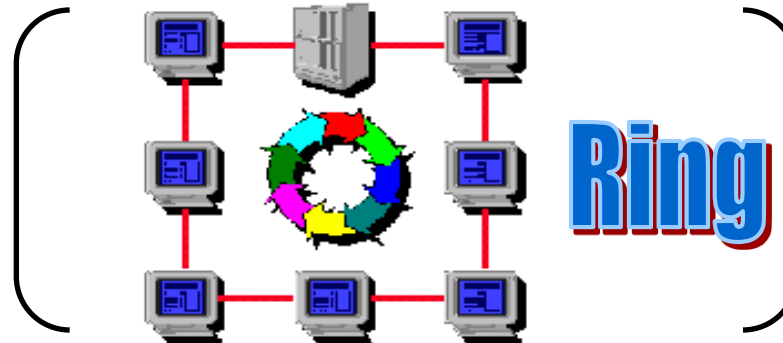
## ✓ Ethernet topologies



**Bus**



**Star**



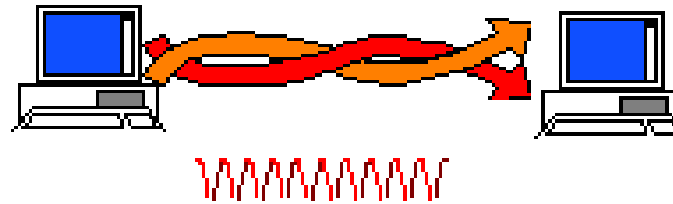
**Ring**





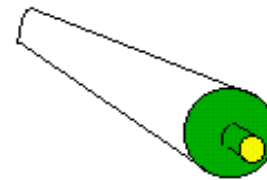
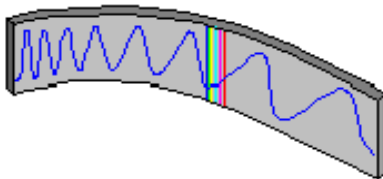
# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

✓ Ethernet Media



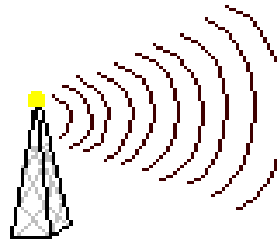
**Twisted Pair**

**LWL**



**Coaxial cable**

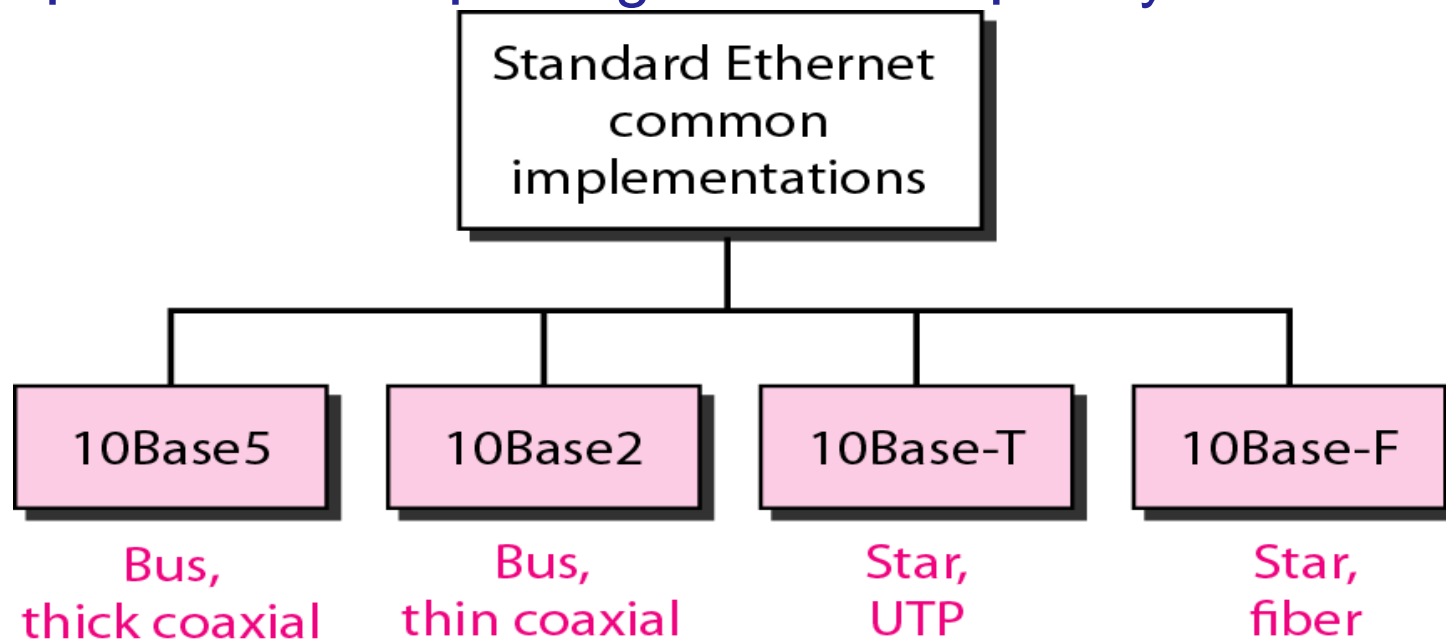
**Wireless  
transmission**





# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

- ✓ Hiện thời công nghệ Ethernet thường được sử dụng nhất là công nghệ 10-Mbps.
- ✓ Công nghệ truyền thông 10-Mbps sử dụng hệ thống cáp đồng trục cỡ lớn, hoặc cáp đôi dây xoắn, cáp sợi quang.
- ✓ Tốc độ chuẩn cho hệ thống Ethernet hiện nay là 100-Mbps .





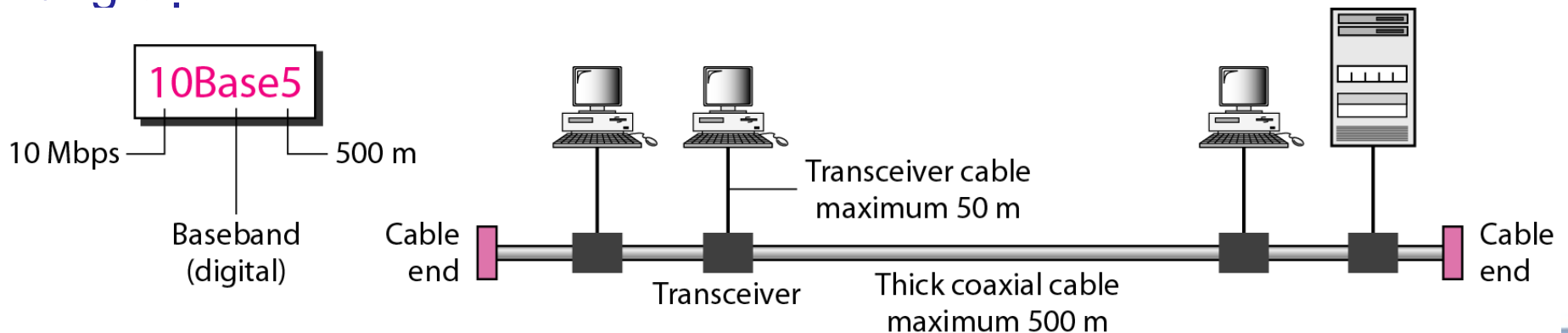
# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

- ✓ Về mặt logic, Ethernet có cấu trúc bus. Cấu trúc mạng vật lý có thể là đường thẳng hoặc hình sao tùy theo phương tiện truyền dẫn. Bốn loại cáp thông dụng nhất: cáp đồng trục dày, cáp đồng trục mỏng, cáp đôi dây xoắn, cáp quang

Tên hiệu	Loại cáp	Chiều dài đoạn tối đa	Số trạm tối đa /đoạn
10BASE5	Cáp đồng trục dày	500m	100
10BASE2	Cáp đồng trục mỏng	200m	30
10BASE-T	Đôi dây xoắn	100m	1024
10BASE-F	Cáp quang	2000m	1024

# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

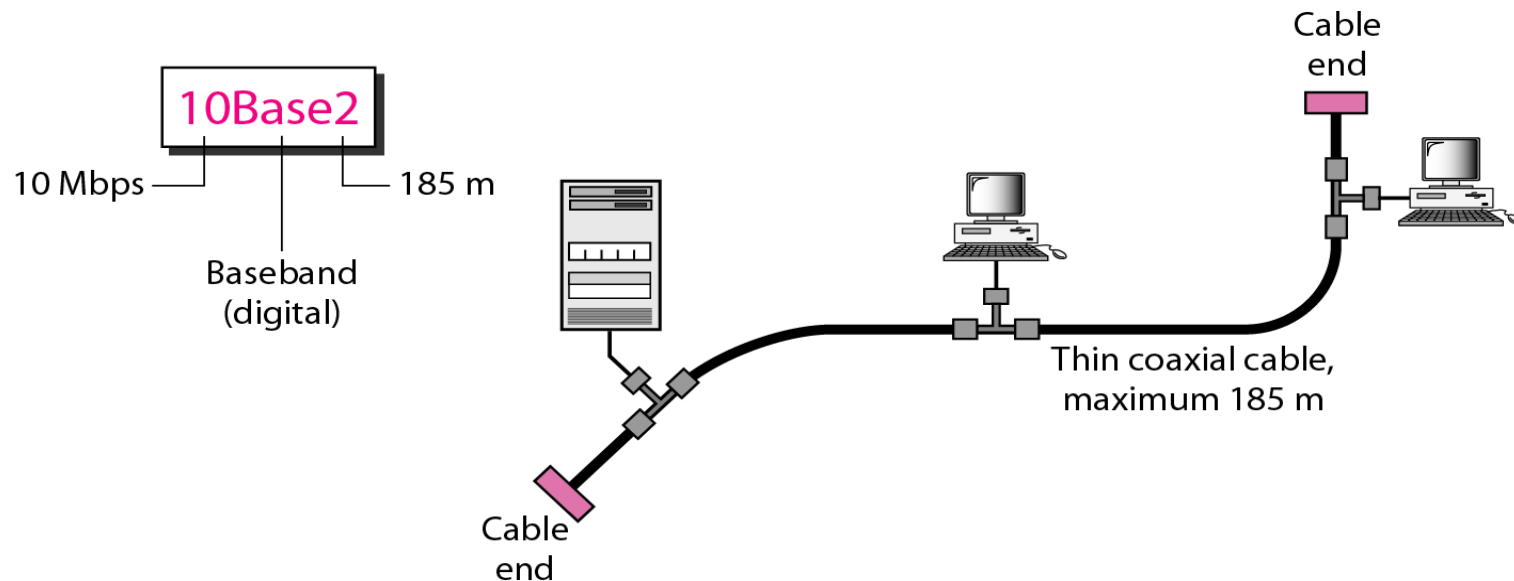
- **Loại 10BASE5** còn được gọi là cáp dày (thick Ethernet), loại cáp đồng trục thường có màu vàng. Kí hiệu 10BASE5 có nghĩa là tốc độ truyền tối đa 10Mbit/s, phương pháp truyền tải dải cơ sở và chiều dài một đoạn mạng tối đa 500m.
- Với 10BASE5, bộ nối được gọi là vòi hút (vampire tap), đóng vai trò một bộ thu phát (transceiver). Bộ thu phát chứa vi mạch điện tử thực hiện chức năng nghe ngóng đường truyền và nhận biết xung đột





# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

- ✓ **Loại 10BASE2** được gọi là cáp mỏng (thin Ethernet), rẻ hơn nhưng hạn chế một đoạn mạng ở phạm vi 200m và số lượng 30 trạm. Với 10BASE2, card giao diện mạng được nối với cáp đồng trục thông qua bộ nối thụ động BNC hình chữ T. Bộ thu phát được tích hợp trong bảng mạch điện tử của module giao diện mạng bên trong máy tính. Như vậy, mỗi trạm có một bộ thu phát riêng biệt.





# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

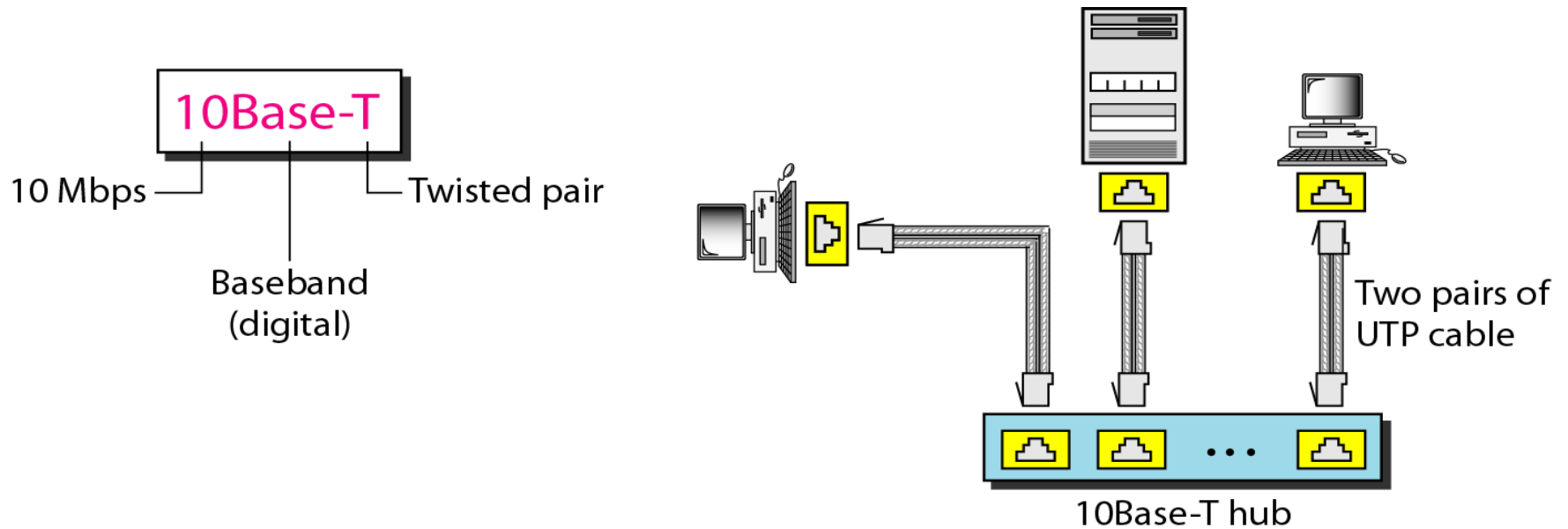
- Về bản chất, cả hai kiểu dây với cáp đồng trục như nói trên đều thực hiện cấu trúc bus (vật lí cũng như logic)
  - ❖ Ưu điểm là tiết kiệm dây.
  - ❖ Nhược điểm, các lỗi phần cứng như đứt cáp, lỏng bộ phận nối rất khó phát hiện trực tuyến.
- Phương pháp tin cậy hơn là sử dụng cấu trúc hình sao với một bộ chia (hub) hoặc một bộ chuyển mạch (switch). Cấu trúc này thông thường được áp dụng với cáp đôi dây xoắn, nhưng cũng áp dụng được với cáp quang.





# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

- ✓ **10BASE-T:** Đa số cấu hình mạng Ethernet có kết nối với thiết bị điều khiển thường sử dụng chuẩn chung 10BASE-T. Trong mạng này các trạm được nối với nhau qua một bộ chia giống như cách nối các mạng điện thoại.





# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

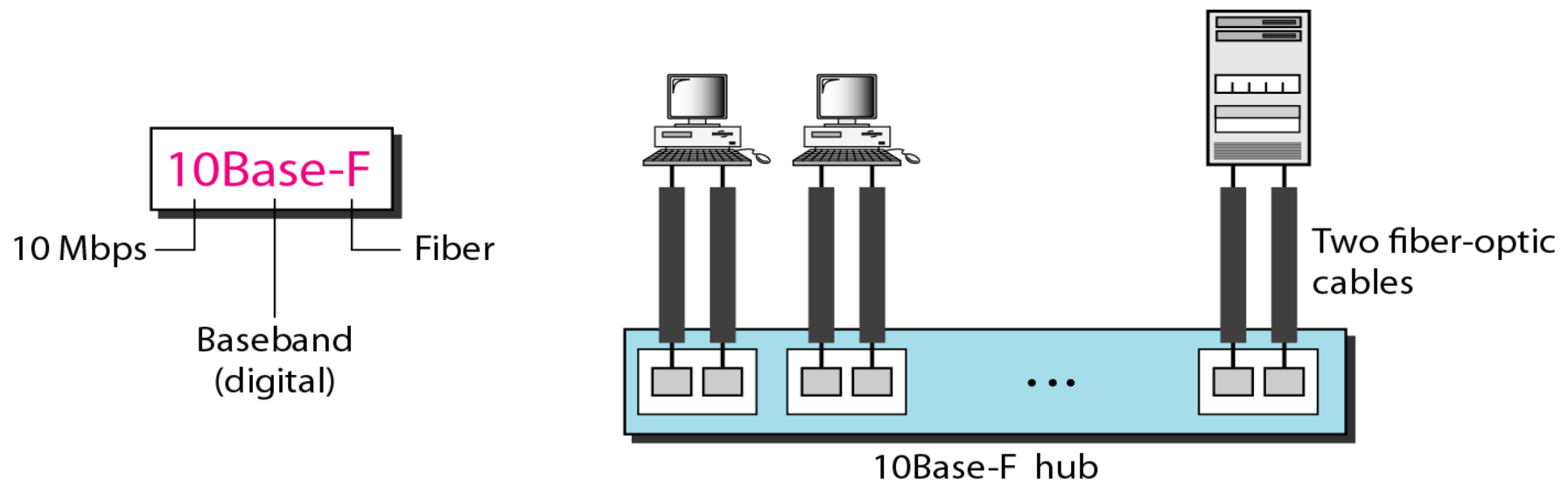
## 10BASE-T:

- ✓ Ưu điểm :việc bổ xung hoặc tách một trạm ra khỏi mạng, phát hiện cáp truyền rất đơn giản.
- ✓ Nhược điểm : tổn dây dẫn và công đi dây,chi phí cho bộ chia chất lượng cao. Bên cạnh đó, khoảng cách tối đa cho phép từ một trạm tới bộ chia thường bị hạn chế (100 – 150m)



# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

- ✓ **Cáp quang** cũng được sử dụng nhiều trong Ethernet, trong đó đặc biệt là 10BASE-F. Với cách ghép nối duy nhất là điểm – điểm, cấu trúc mạng có thể là daisy-chain, hình sao hoặc hình cây.





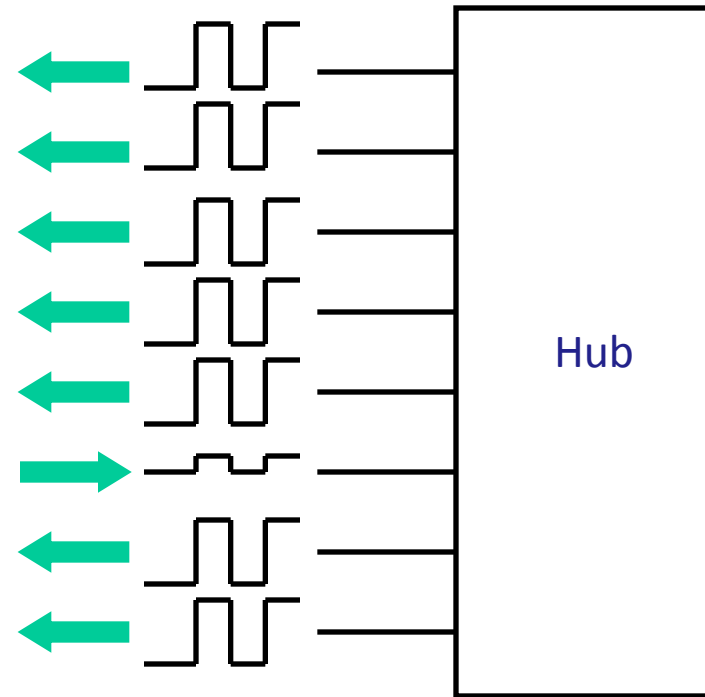
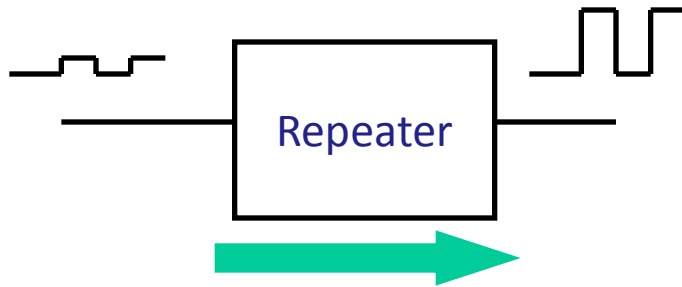
# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

- ✓ Ưu điểm: khả năng kháng nhiễu tốt và tốc độ truyền cao.
  - ✓ Nhược điểm: chi phí cho các bộ nối và chặn đầu cuối rất lớn.
- Trong nhiều trường hợp, ta có thể sử dụng phối kết hợp nhiều loại trong một mạng Ethernet



# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

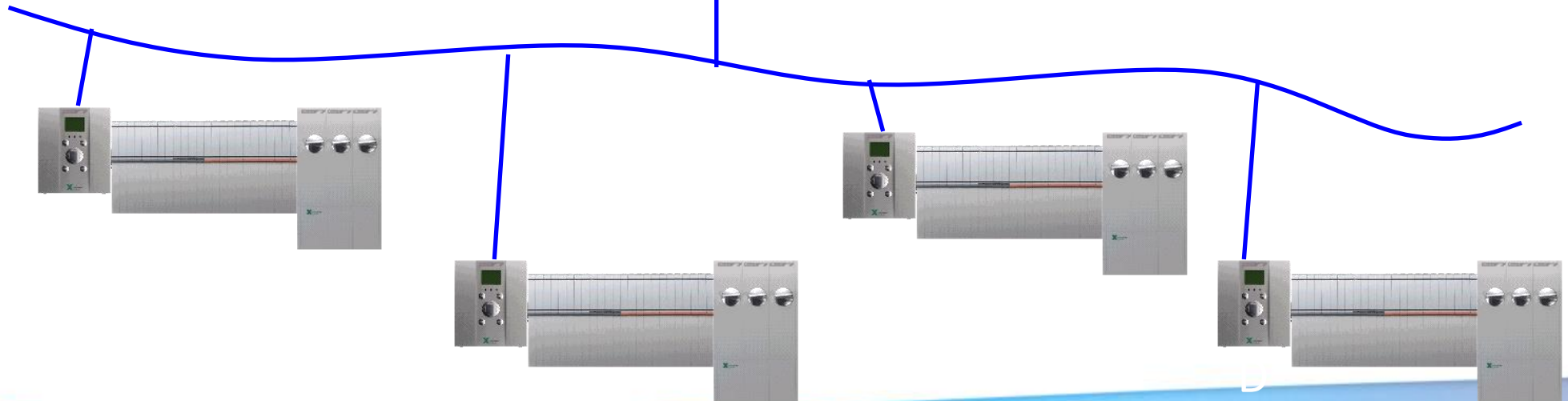
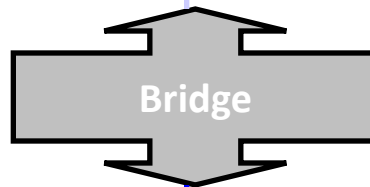
✓ Repeater / Hub





# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

Bridge

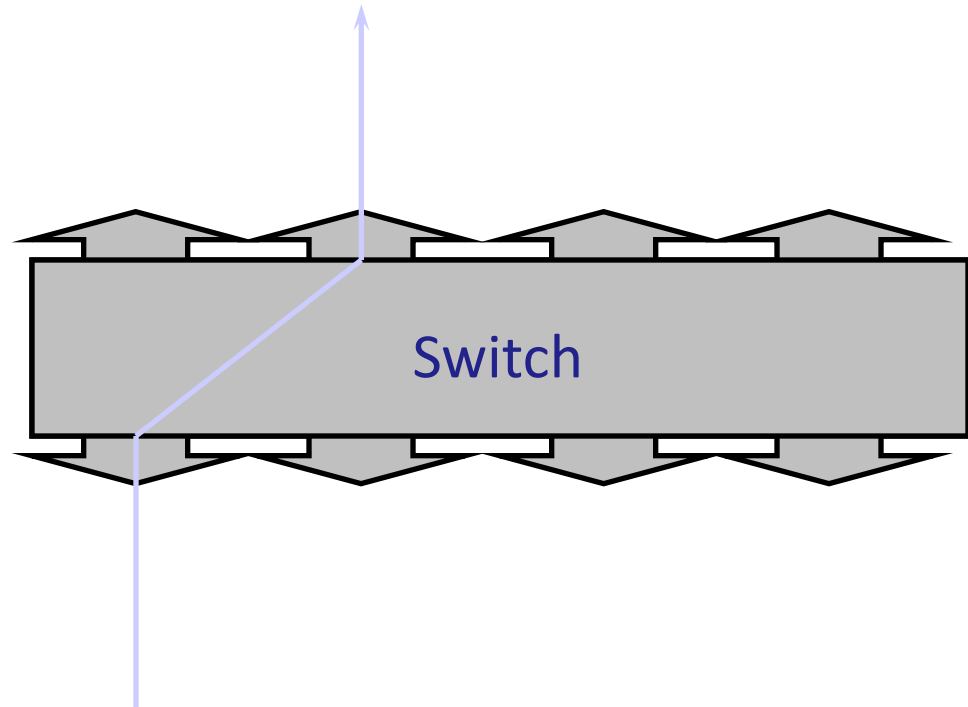
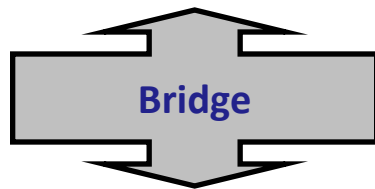






# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

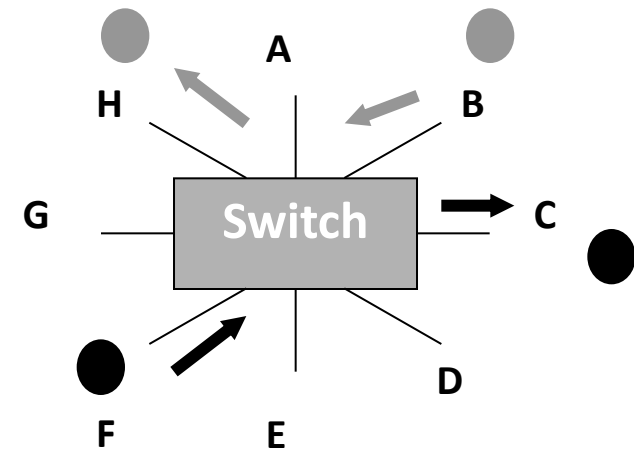
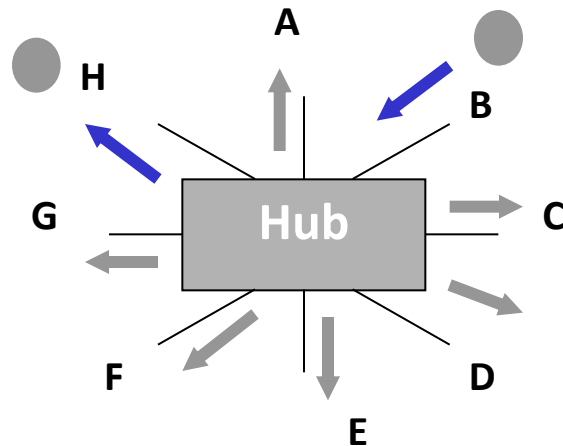
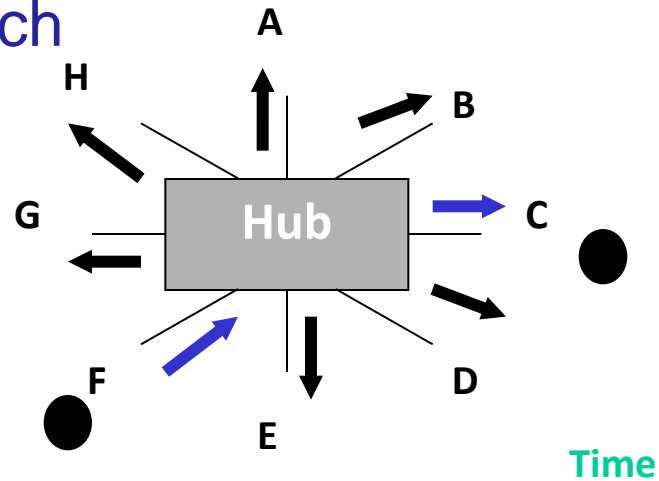
✓ Switch = Multiport Bridge





# Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

## ✓ Hub - Switch

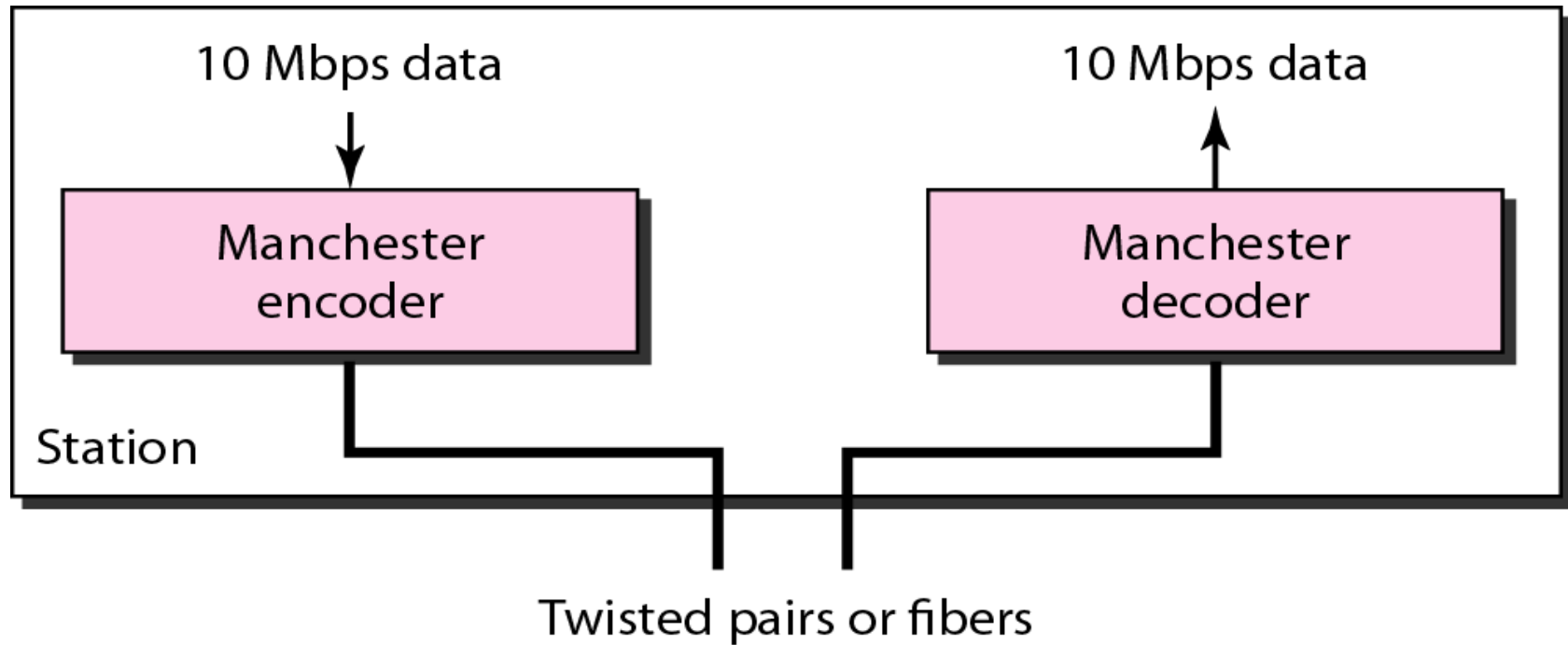




## Cơ chế giao tiếp

### ***a. Sự phổ biến của Ethernet có được là nhờ tính năng mở.***

- ✓ Ethernet chỉ qui định lớp vật lí và lớp MAC, cho phép các hệ thống khác nhau tùy ý thực hiện các giao thức và dịch vụ phía trên.
- ✓ Phương pháp truy nhập bus ngẫu nhiên CSMA/CD không yêu cầu các trạm tham gia phải biết cấu hình mạng, vì vậy có thể bổ sung hay tách một trạm ra khỏi mạng mà không ảnh hưởng tới các phần còn lại.
- ✓ Việc chuẩn hóa sớm trong IEEE 802.3 giúp cho các nhà cung cấp sản phẩm thực hiện dễ dàng hơn.

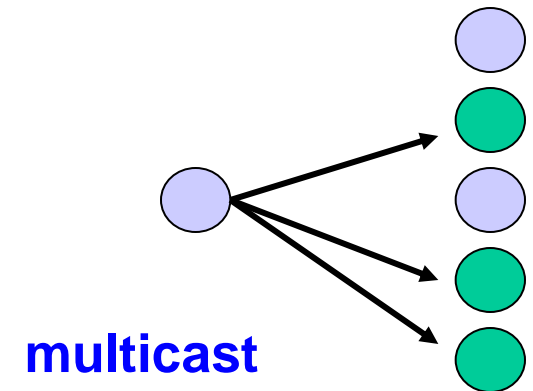
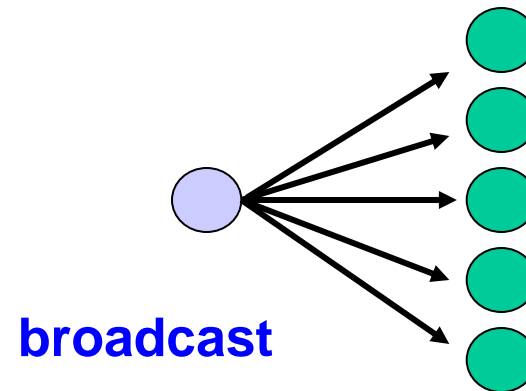
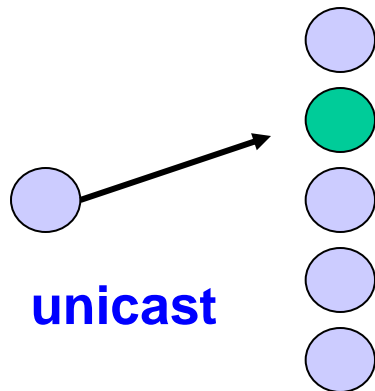




# Cơ chế giao tiếp

✓ IP supports the following services:

- one-to-one (unicast)
- one-to-all (broadcast)
- one-to-several (multicast)



- ✓ IP multicast also supports a many-to-many service.
- ✓ IP multicast requires support of other protocols (IGMP, multicast routing)



## Cơ chế giao tiếp

- ✓ Unicast (cơ chế giao tiếp tay đôi): 1 trạm muốn truyền khung đến trạm khác (1-1) so sánh địa chỉ trong khung với địa chỉ của nó. Cho vào máy tính những khung nào trùng địa chỉ.
- ✓ Multicast (cơ chế giao tiếp đồng loạt): 1 trạm muốn truyền khung đến 1 nhóm các trạm. 1 vài bit đầu được đặt bằng 1 gửi thông điệp đến 1 tập con của các host trong mạng
- ✓ Broadcast (cơ chế giao tiếp đồng loạt): 1 trạm muốn truyền khung đến mọi trạm khác (1-n). Mọi bit bằng 1, mọi khung có địa chỉ đích là broadcast đến host của nó.





## Cấu trúc bức điện

- ✓ Có 4 kiểu khuôn dữ liệu khác nhau được sử dụng trong Ethernet bao gồm Ethernet 802.2 , Ethernet 802.3 , Ethernet II, Ethernet SNAP.
- ✓ Mỗi kiểu khuôn dạng khác nhau song đều có 4 trường chung: địa chỉ đích (destination address) ,địa chỉ nguồn (source address), dữ liệu (data) và kiểm tra lỗi (error-checking).
- ✓ Kiểu khuôn dạng Ethernet được sử dụng thông thường nhất là Ethernet 802.3
- ✓ IEEE 802.3/ Ethernet chỉ quy định lớp MAC và lớp vật lý, vì vậy một bức điện được còn gọi là khung MAC.

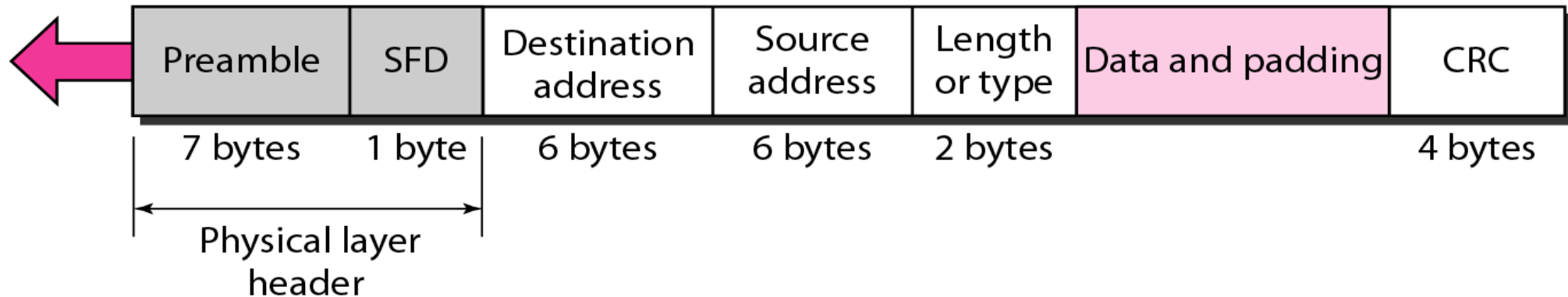


# Cấu trúc bức điện

## ✓ Cấu trúc khung dữ liệu

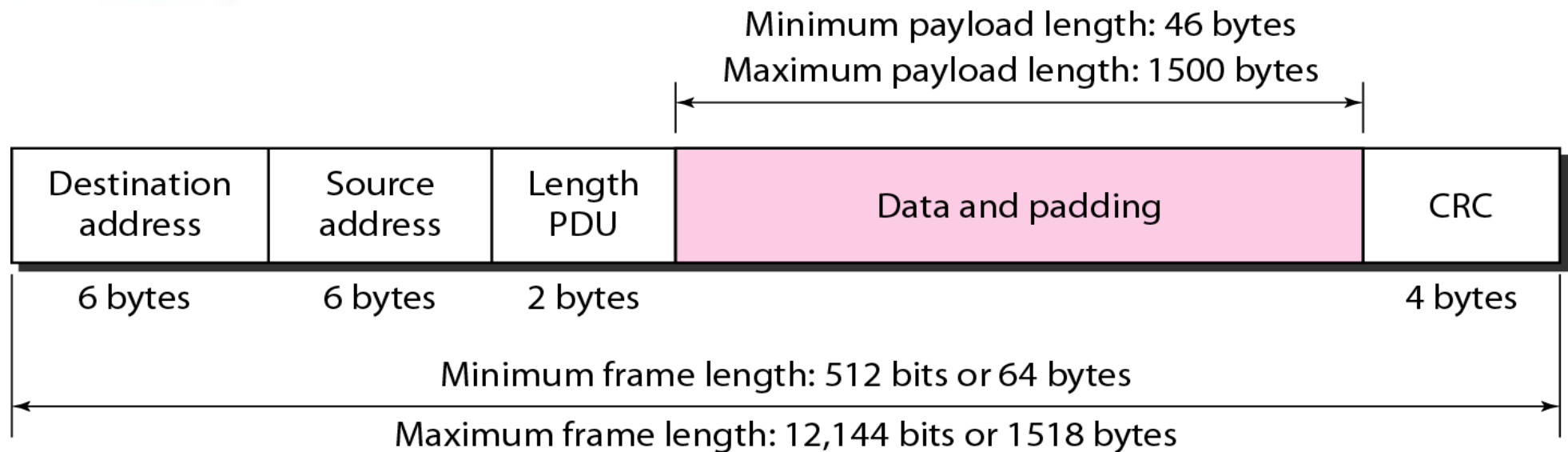
**Preamble:** 56 bits of alternating 1s and 0s.

**SFD:** Start frame delimiter, flag (10101011)





# Cấu trúc bức điện



## Node: Frame length

- ✓ Minimum: 64 bytes (512 bits)
- ✓ Maximum: 1518 bytes (12,144 bits)



## Cấu trúc bức điện

- ✓ Ví dụ: Show how the address 47:20:1B:2E:08:EE is sent out on line.

01000111 00100000 00011011 00101110 00001000 11101110

### *Solution*

*The address is sent left-to-right, byte by byte; for each byte, it is sent right-to-left, bit by bit, as shown below:*

← 11100010 00000100 11011000 01110100 00010000 01110111

Bít cao nhất



## Cấu trúc bức điện

- ✓ Mở đầu (Preamble ) của khung MAC là trường 7 byte giống nhau có giá trị 55H, được bên nhận sử dụng để đồng bộ nhịp với bên gửi. Việc đồng bộ hóa chỉ được thực hiện một lần cho cả bức điện.
- ✓ Một byte SFD (Start of Frame Delimiter ) chứa dãy bit 10101011, đánh dấu khởi đầu khung MAC.



# Cấu trúc bức điện

Địa chỉ:

- ✓ Theo 802.3, địa chỉ đích và địa chỉ nguồn có thể là 2 hoặc 6 byte, nhưng chuẩn qui định cho truyền dải cơ sở 10 Mb/s chỉ sử dụng địa chỉ 6 byte
- ✓ Có hai loại địa chỉ Ethernet là các địa chỉ cục bộ và các địa chỉ toàn cầu, được phân biệt bởi bit 46 (bit gần cao nhất). Với 46 bit có thể có tổng cộng  $2^{46}$  địa chỉ cục bộ.

06 : 01 : 02 : 01 : 2C : 4B

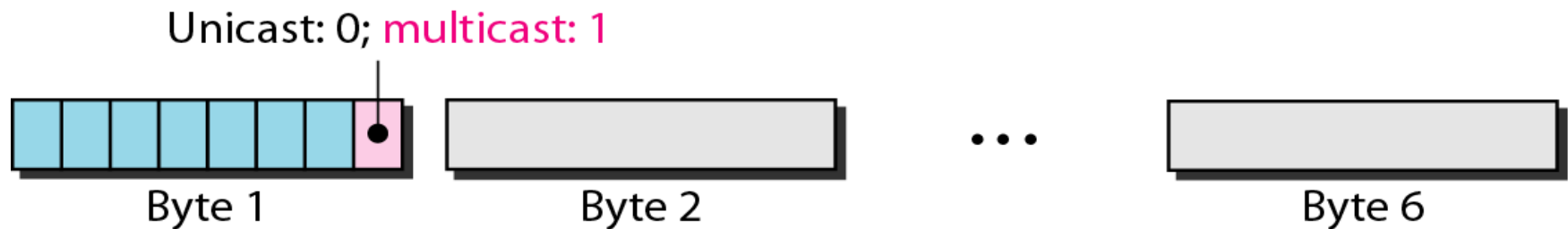
6 bytes = 12 hex digits = 48 bits





## Cấu trúc bức điện

- ✓ Bit cao nhất trong địa chỉ đích có giá trị 0 cho các địa chỉ thông thường (unicast) và giá trị 1 cho các địa chỉ nhóm (multicast).
- ✓ Đối với các thông báo gửi tới các trạm (broadcast), tất cả các bit trong địa chỉ đích sẽ là 1.





## Cấu trúc bức điện

Ví dụ: Xác định cơ chế giao tiếp với các địa chỉ đích sau đây.

- a. 4A:30:10:21:10:1A
- b. 47:20:1B:2E:08:EE
- c. FF:FF:FF:FF:FF:FF

Trả lời

To find the type of the address, we need to look at the second hexadecimal digit from the left. If it is even, the address is unicast. If it is odd, the address is multicast. If all digits are F's, the address is broadcast. Therefore, we have the following:

- a. This is a unicast address because A in binary is 1010.
- b. This is a multicast address because 7 in binary is 0111.
- c. This is a broadcast address because all digits are F's.



## Cấu trúc bức điện

- ✓ Length/type: hai byte này chứa mã giao thức chuyển gói phía trên.
- ✓ Data: 46-1500 byte dữ liệu từ giao thức mức trên. Trong trường hợp dữ liệu thực ngắn hơn 46 byte, ô PAD (Padding) được sử dụng để lấp đầy.
- ✓ Ô cuối cùng trong khung MAC là FCS (Frame Check Sequence) gồm 4 byte chứa mã CRC (Cyclic Redundancy Check) với đa thức phát
- ✓  $G(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$
- ✓ Phần thông tin được kiểm soát lỗi bao gồm các ô địa chỉ, ô chiều dài, ô dữ liệu

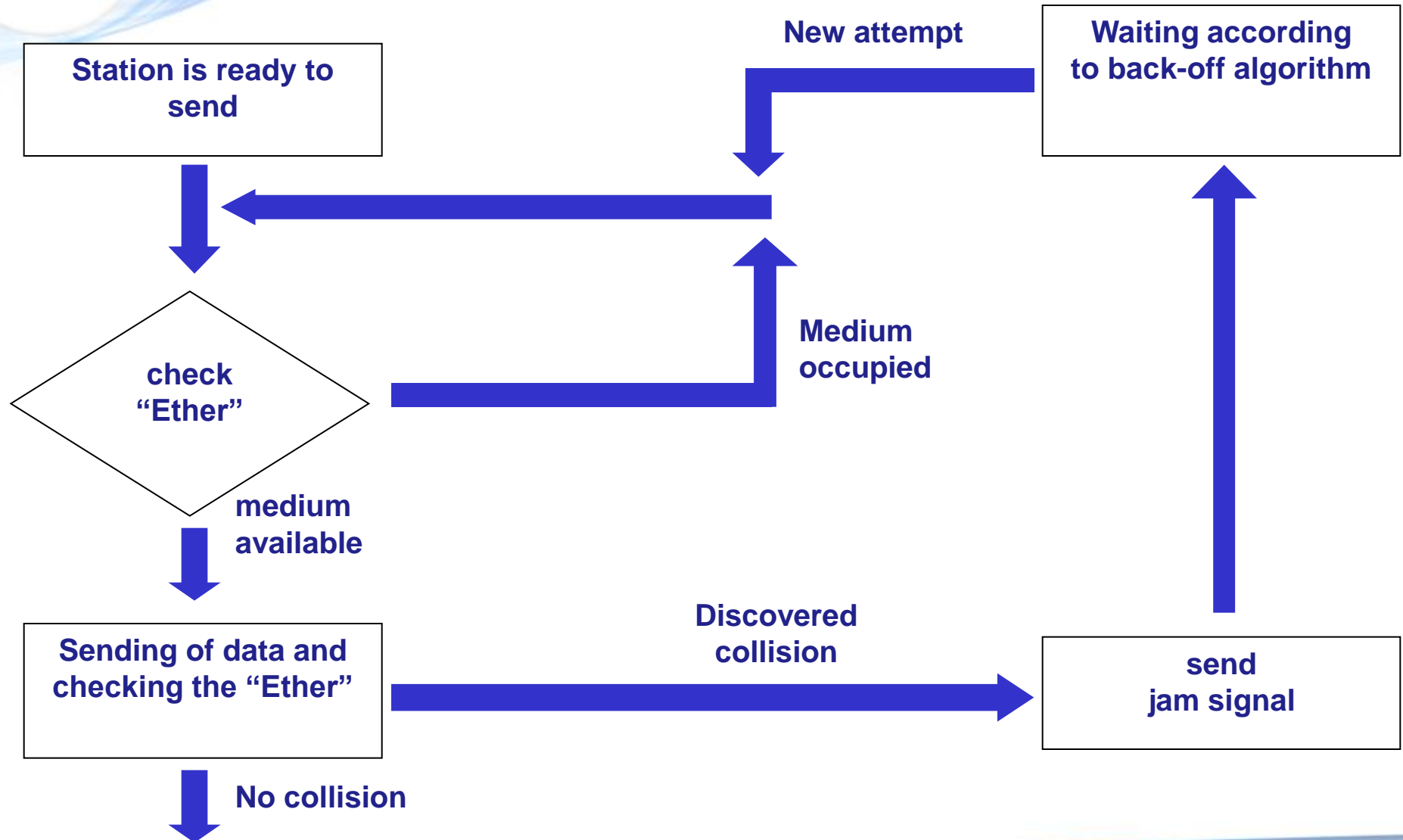


## Cấu trúc bức điện

- ✓ Quả tim của Ethernet là khung, khung được dùng để truyền dữ liệu giữa các máy tính
- ✓ Dạng thức khung trong Ethernet: Ethernet chia dữ liệu thành nhiều khung (frame).
- ✓ Khung là một gói thông tin được truyền như một đơn vị duy nhất.
- ✓ Khung trong Ethernet có thể dài từ 64 đến 1518 byte, nhưng bản thân khung Ethernet đã sử dụng ít nhất 18 byte, nên dữ liệu một khung Ethernet có thể dài từ 46 đến 1500 byte.
- ✓ Mỗi khung đều có chứa thông tin điều khiển và tuân theo một cách tổ chức cơ bản.



# Access method: CSMA/CD





# Điều khiển truy cập bus

- ✓ Ethernet ở cấp trường dùng phương pháp truy nhập bus ngẫu nhiên CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*). Một trong những yếu tố quyết định tới hiệu suất của hệ thống là thuật toán tính thời gian truy nhập lại cho các trạm trong trường hợp xảy ra xung đột.
- ✓ Thời gian truyền tín hiệu một lần qua lại đường truyền được gọi là khe thời gian (slot time). Sau lần xảy ra đầu tiên, mỗi trạm sẽ chọn ngẫu nhiên 0 hoặc 1 lần slot time trước khi gửi. sau lần xung đột thứ  $i$  thì số slot time chọn ngẫu nhiên nằm trong khoảng  $0 \rightarrow 2^i - 1$ . Tuy nhiên sau 10 lần thì số slot time tối đa là 1023. Sau 16 lần thì các trạm coi là lỗi hệ thống và báo lại (thuật toán BEB)





## Điều khiển truy cập bus

- ✓ Ưu điểm: tính chất đơn giản, linh hoạt, việc ghép thêm hay bỏ đi một trạm trong mạng không ảnh hưởng gì tới hoạt động của hệ thống. Chính vì vậy, phương pháp này được áp dụng rộng rãi trong mạng Ethernet.
- ✓ Nhược điểm: tính chất bất định của thời gian phản ứng. Các trạm đều bình đẳng như nhau nên quá trình chờ ở một trạm có thể lặp đi lặp lại, không xác định được tương đối chính xác thời gian. Hiệu suất sử dụng đường truyền vì thế cũng thấp.



## ✓ Điều kiện ràng buộc:

- ❖ Phương pháp CSMA/CD bị hạn chế bởi chiều dài dây dẫn, tốc độ truyền thông và chiều dài bước điện.
- ❖ Chỉ khi một trạm phát hiện được xung đột xảy ra trong khi bước điện chưa gửi xong mới có khả năng hủy bỏ bước điện (có thể chỉ đơn giản bằng cách không gửi tiếp cờ hiệu kết thúc).
- ❖ Còn nếu bước điện đã được gửi đi xong rồi mới phát hiện xảy ra xung đột thì đã quá muộn, một trạm khác có thể đã nhận được và xử lý bước điện với nội dung sai lệch.



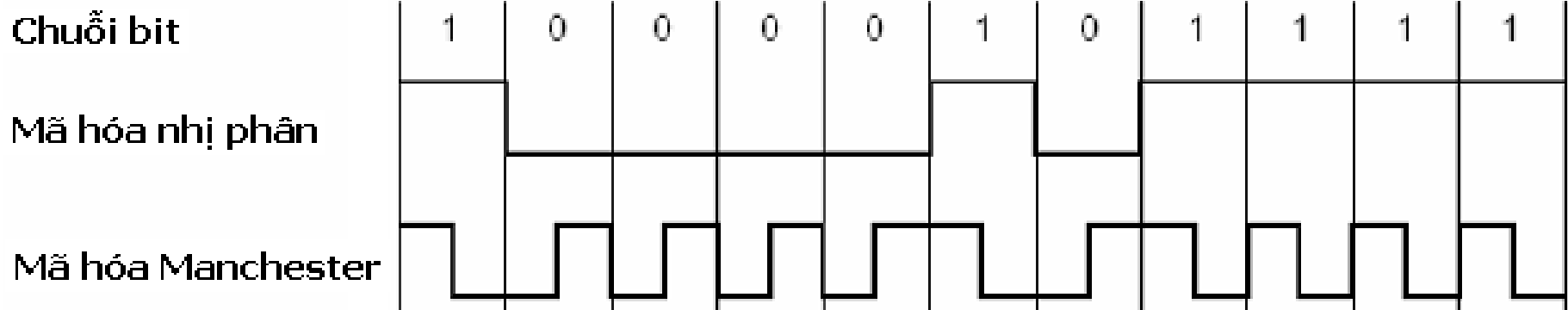
## ✓ Điều kiện ràng buộc:

- ❖ Trong trường hợp xấu nhất hai trạm cùng gửi thông tin có thể ở hai đầu của dây dẫn, trạm thứ hai chỉ gửi bức điện trước khi tín hiệu từ trạm thứ nhất tới một chút.
- ❖ Tín hiệu bị xung đột xảy ra ở đây phải mất thêm một khoảng thời gian nữa đúng bằng thời gian lan truyền tín hiệu  $T_s$  mới quay trở lại tới trạm thứ nhất.
- ❖ Như vậy điều kiện thực hiện phương pháp CSMA/CD là thời gian gửi một bức điện phải lớn hơn hai lần thời gian lan truyền tín hiệu, tức :

$$(\text{Chiều dài bức điện } n / \text{Tốc độ truyền } v) > 2T_s$$

## 6. Mã hóa dữ liệu:

- ✓ Chế độ truyền đồng bộ với mã hóa manchester với bit 0 tương ứng với sườn lên và bit 1 ứng với sườn xuống của xung ở giữa một chu kì bit. Trong sơ đồ mã hóa Manchester, một bit sẽ được mã hóa bằng một sự thay đổi điện thế (mức tín hiệu với môi trường cáp điện +0.85V và -0.85V). Với bit “1”, điện thế đổi từ 1 xuống 0. Còn với bit “0”, điện thế đổi từ 0 lên 1.



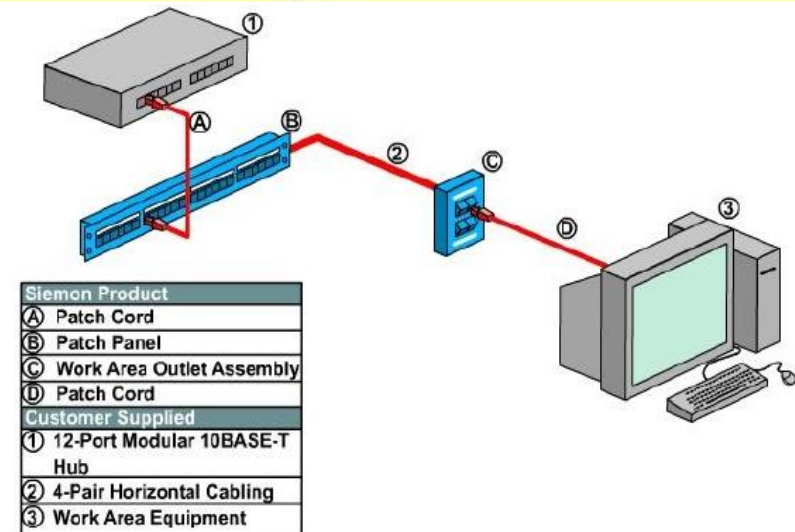
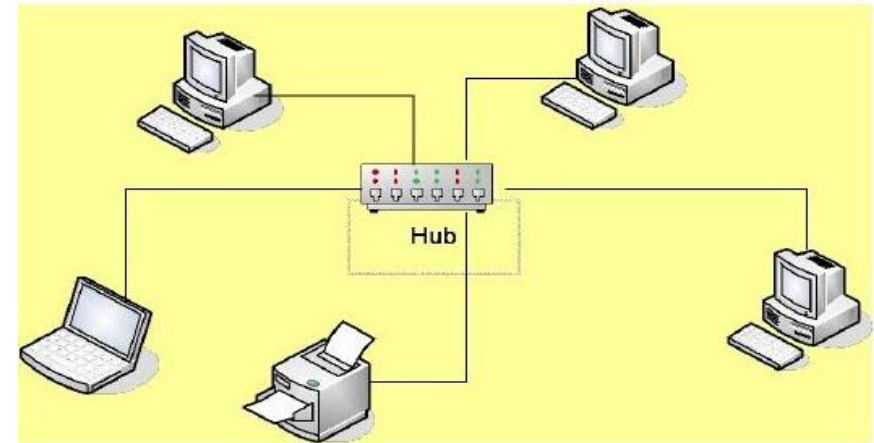


## 7. Kiểm soát lỗi:

- ✓ Runts: Kiểm tra kích thước khung  $< 64\text{byte}$  thì khung sẽ bị hủy
  - ❖ Nguyên nhân: thường do độn độ, nhiễu hoặc dây tiếp xúc kém.
- ✓ Bad CRC: xảy ra khi khung ở máy thu không giống khung phát ở máy phát .CRC cũng khác nhau (không hợp lệ)
- ✓ Long: Kích thước khung nhận được:  $1518\text{-}6000\text{bytes}$ .
  - ❖ Nguyên nhân : phần cứng, phần mềm trên trạm phát có vấn đề.
- ✓ Giant: Kích thước khung nhận được  $>6000\text{ bytes}$  .
  - ❖ Nguyên nhân: phần cứng, phần mềm trên trạm phát có vấn đề.
- ✓ Nếu không bị lỗi trên thì dữ liệu của khung sẽ được chuyển cho chương trình ứng dụng ở mức trên.

## 8. Mạng Ethernet 10base-T:

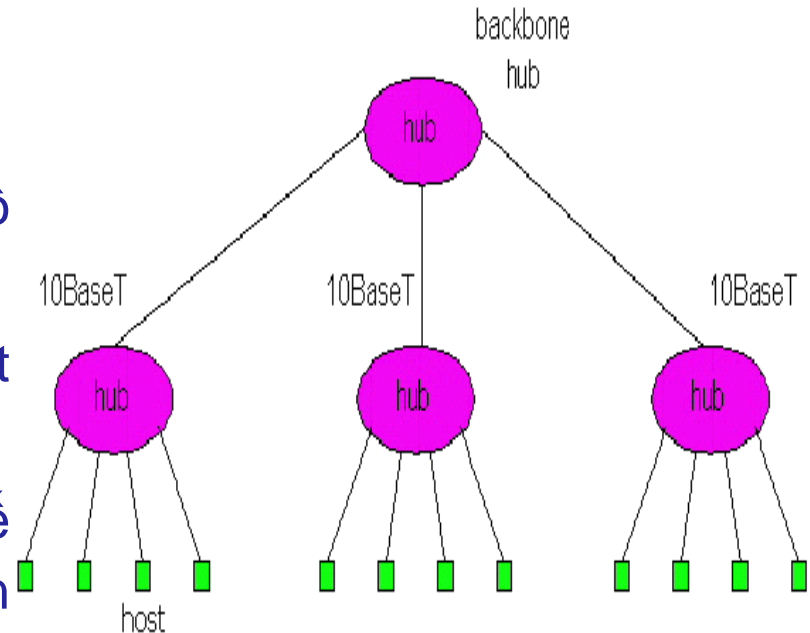
- ✓ 1 trạm phát 1 gói tin đến hub, nó sẽ chuyển gói tin đến tất cả các cổng khác.
- ✓ Có thể mở rộng hình sao bằng cách ghép nối với nhiều hub để tăng số cổng giao tiếp với trạm máy
- ✓ Cáp nối giữa cáp hub được nối thông qua cổng uplink
- ✓ Mạng Ethernet 10base-T (hình vẽ)





## 9. Fast ethernet:

- ✓ Ethernet tốc độ cao
- ✓ Chuẩn hóa trong IEEE 802.3u với tốc độ truyền 100 Mbps
- ✓ Cùng dạng khung dữ liệu giống Ethernet 10Mbps
- ✓ Tốc độ nhanh hơn 10base-T nhờ thay thế hub bởi switch( bộ chuyển mạch để phân vùng xung đột)
- ✓ Hoạt động: 1 trạm phát 1 khung, switch sẽ chuyển đến đúng port(đúng địa chỉ đích trên khung), cùng 1 lúc có nhiều trạm phát mà không gây ra đụng độ (không giống hub).
- ✓ Các tiêu chuẩn của fast ethernet: 100BASE-TX (100BASE-T, 100BASE-T4) & 100BASE=FX.

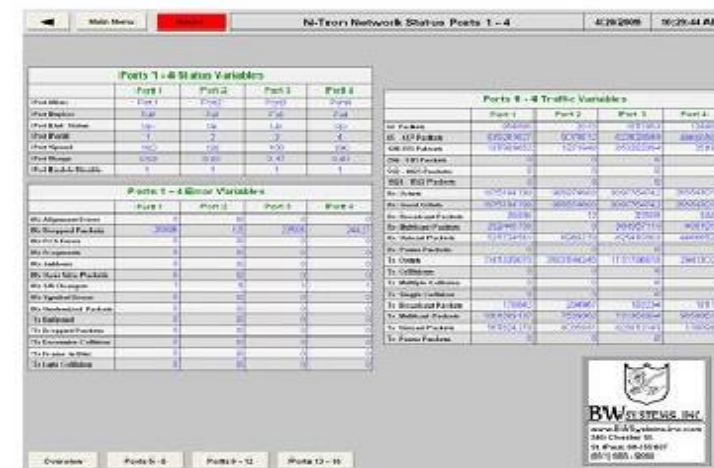
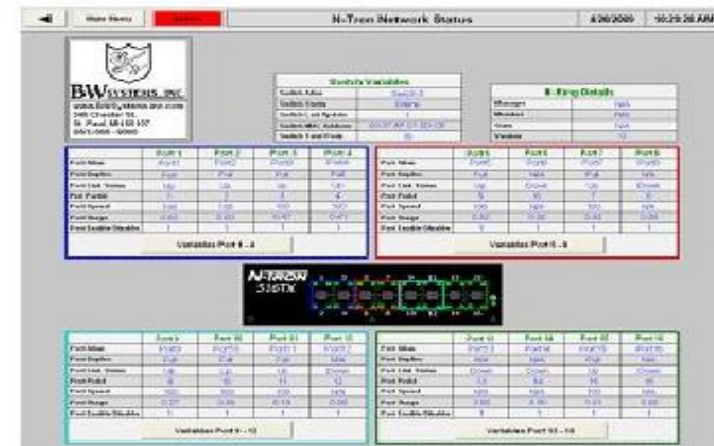




## ✓ Ưu điểm:

- Tương thích với ethernet nên dễ dàng tích hợp vào LAN Ethernet
- Phát triển dựa trên Ethernet 10Mbps nên không cần đầu tư thêm thiết bị.
- Có thể truyền âm thanh hình ảnh dữ liệu nhanh gấp 10 lần Ethernet đáp ứng yêu cầu đa dạng của LAN
- Dễ nâng cấp và tích hợp với Ethernet 10Mbps nhờ các bộ chuyển mạch tự động

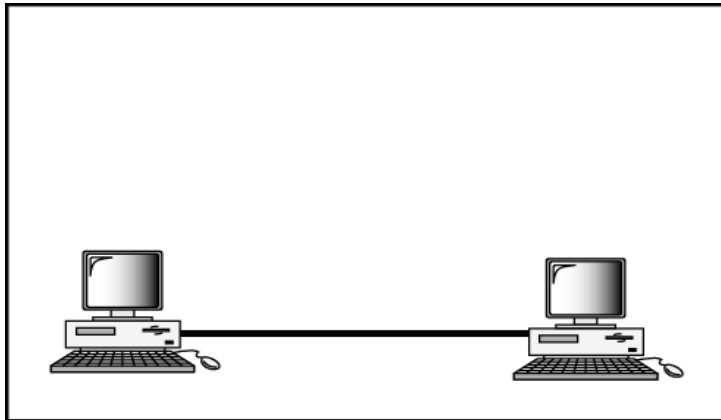
Figure 4: SCADA Switch Monitoring using N-TRON, N-View OPC



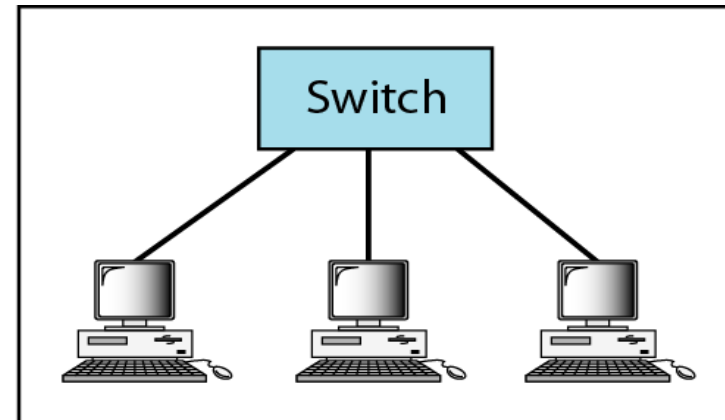


# FAST ETHERNET

## ✓ Cấu trúc mạng của Fast Ethernet



a. Point-to-point

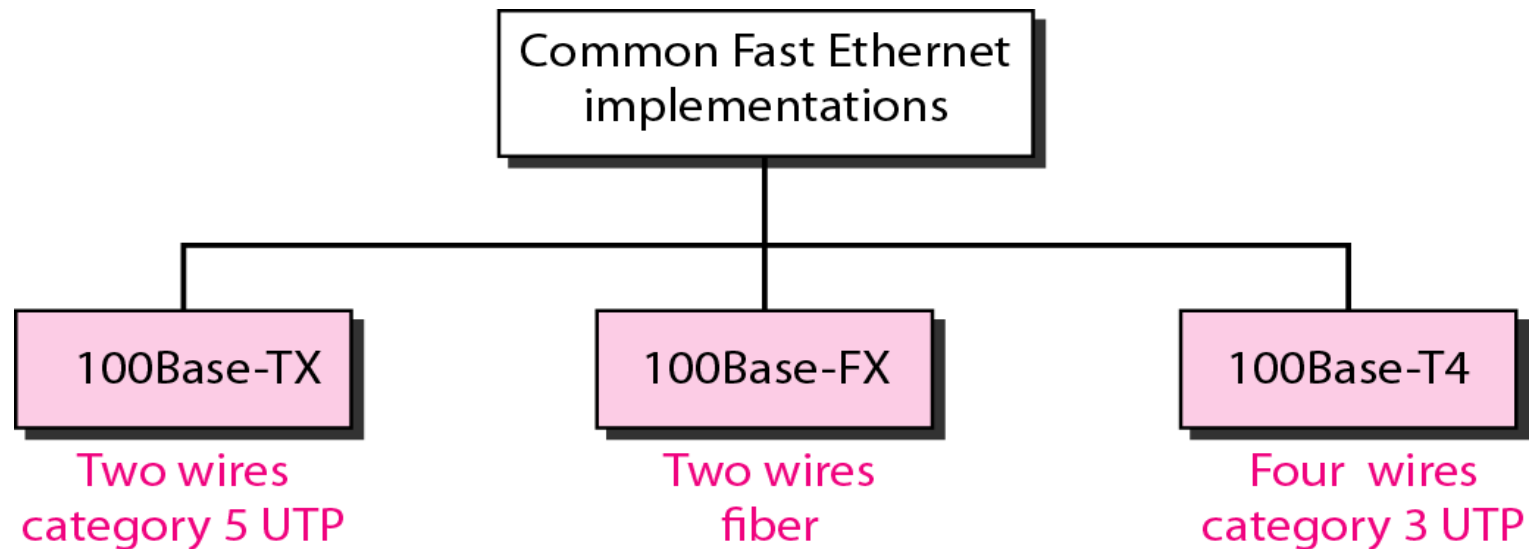


b. Star



# Fast Ethernet

## ✓ Fast Ethernet implementations



## ✓ Encoding for Fast Ethernet implementation

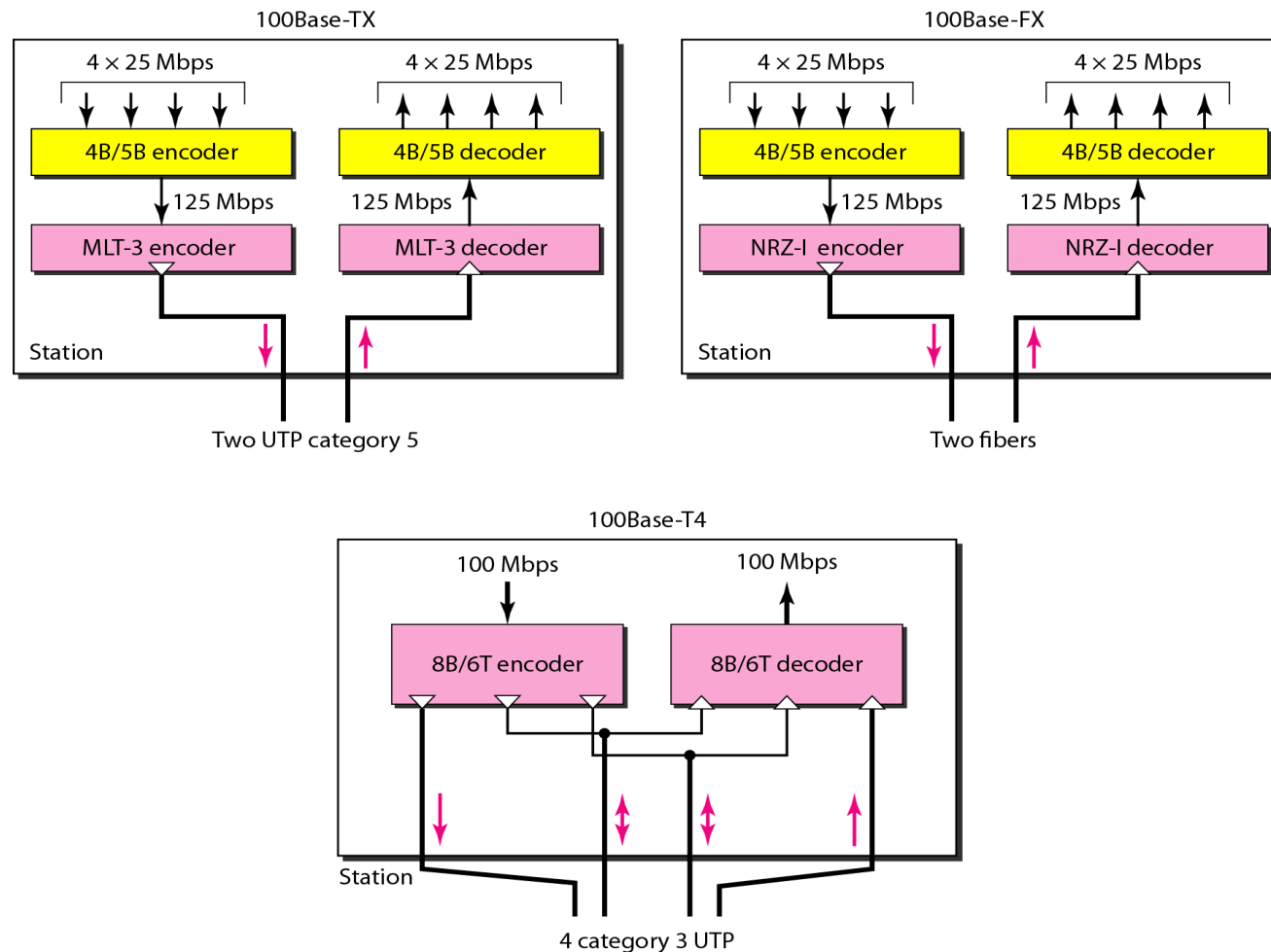




Table 13.2 *Summary of Fast Ethernet implementations*

<i>Characteristics</i>	<i>100Base-TX</i>	<i>100Base-FX</i>	<i>100Base-T4</i>
Media	Cat 5 UTP or STP	Fiber	Cat 4 UTP
Number of wires	2	2	4
Maximum length	100 m	100 m	100 m
Block encoding	4B/5B	4B/5B	
Line encoding	MLT-3	NRZ-I	8B/6T



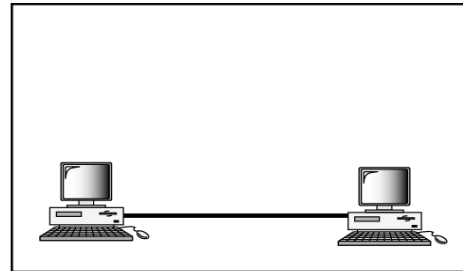
# GIGABIT ETHERNET

- ✓ The need for an even higher data rate resulted in the design of the Gigabit Ethernet protocol (1000 Mbps). The IEEE committee calls the standard 802.3z.

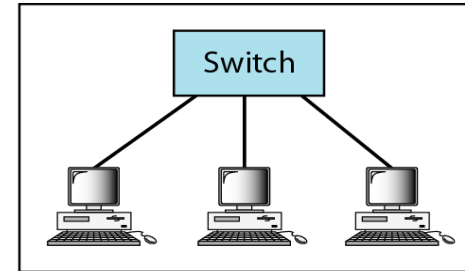


## ✓ Topologies of Gigabit Ethernet

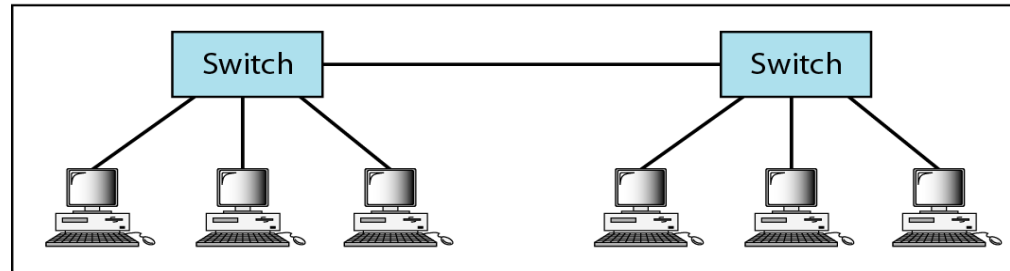
# GIGABIT ETHERNET



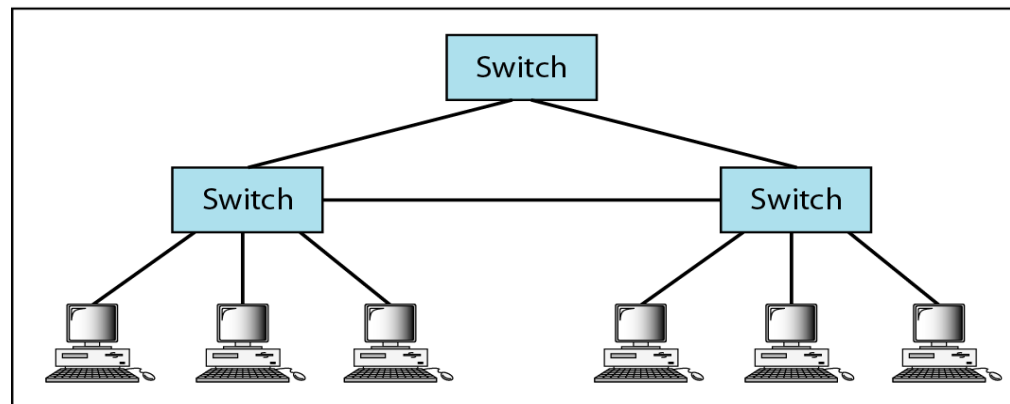
a. Point-to-point



b. Star



c. Two stars

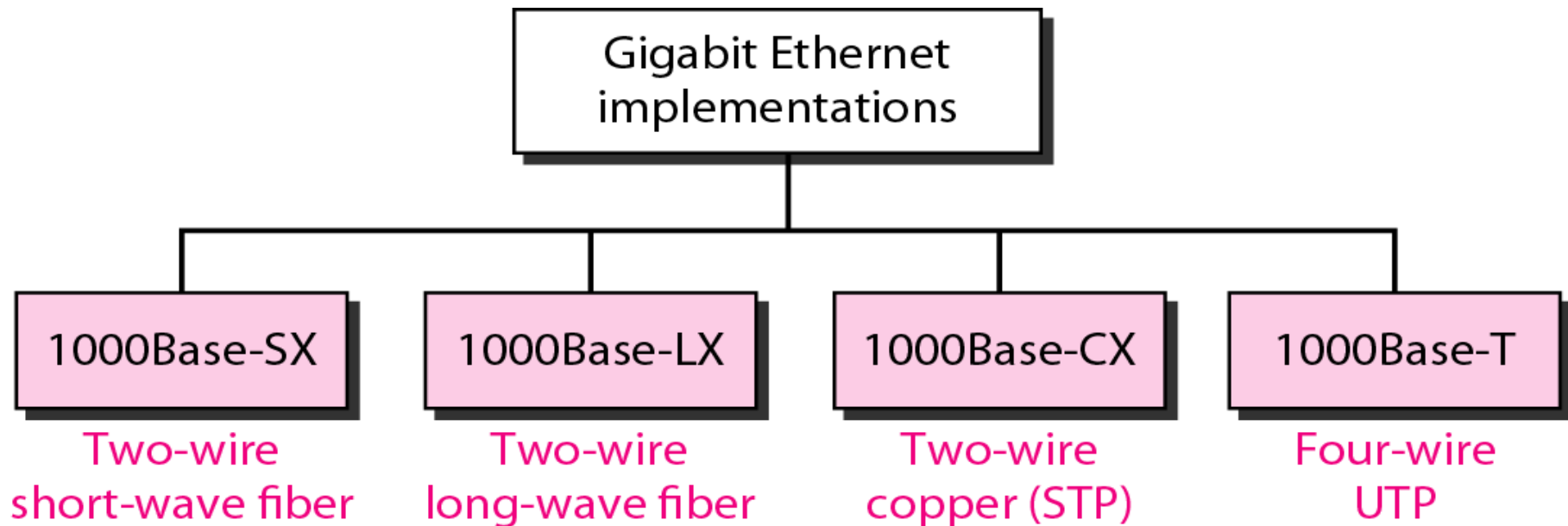


d. Hierarchy of stars



# GIGABIT ETHERNET

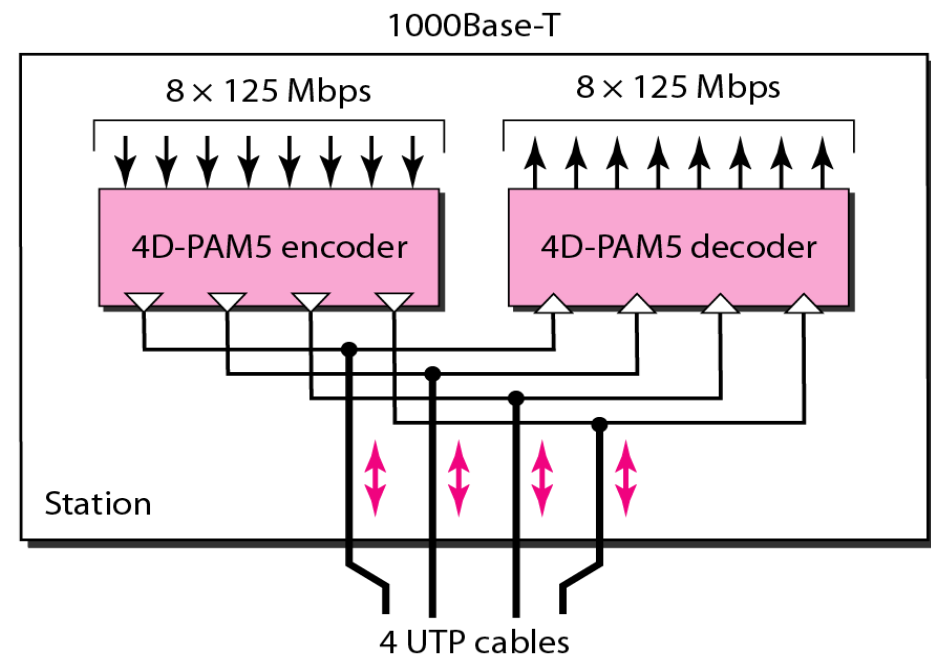
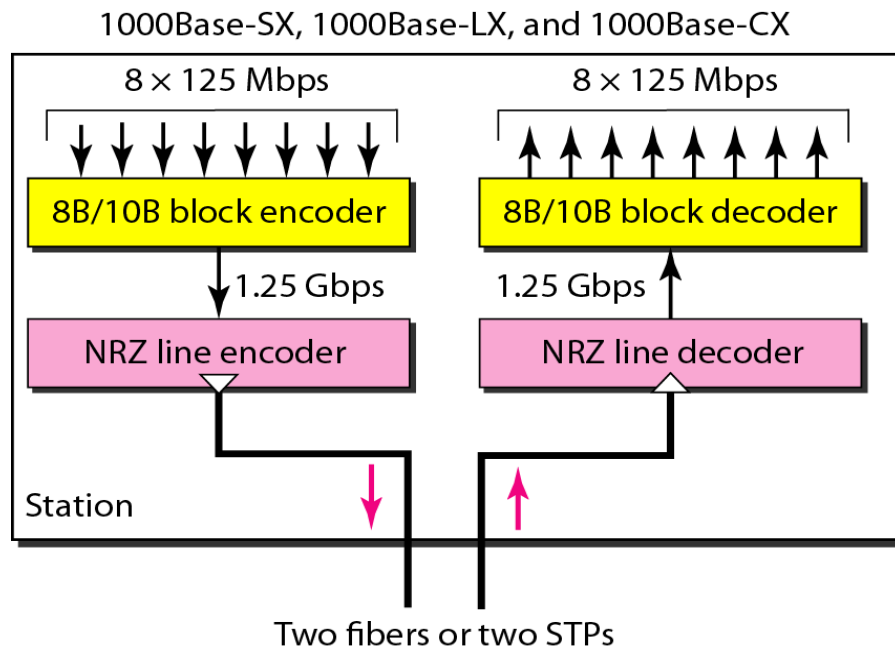
## ✓ Gigabit Ethernet implementations





# GIGABIT ETHERNET

## ✓ Encoding in Gigabit Ethernet implementations





# GIGABIT ETHERNET

## ✓ *Summary of Gigabit Ethernet implementations*

<i>Characteristics</i>	<i>1000Base-SX</i>	<i>1000Base-LX</i>	<i>1000Base-CX</i>	<i>1000Base-T</i>
Media	Fiber short-wave	Fiber long-wave	STP	Cat 5 UTP
Number of wires	2	2	2	4
Maximum length	550 m	5000 m	25 m	100 m
Block encoding	8B/10B	8B/10B	8B/10B	
Line encoding	NRZ	NRZ	NRZ	4D-PAM5





# GIGABIT ETHERNET

## ✓ *Summary of Ten-Gigabit Ethernet implementations*

<i>Characteristics</i>	<i>10GBase-S</i>	<i>10GBase-L</i>	<i>10GBase-E</i>
Media	Short-wave 850-nm multimode	Long-wave 1310-nm single mode	Extended 1550-nm single mode
Maximum length	300 m	10 km	40 km