
CHƯƠNG 4

KỸ THUẬT TRUYỀN SỐ LIỆU

GV: Trần Thị Thu Thúy

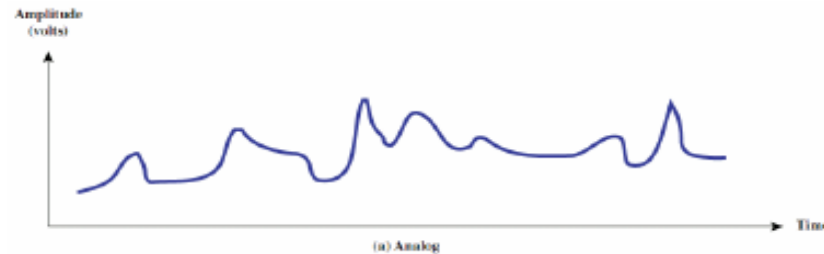
Nội dung

- ❖ 4.1. Tín hiệu và các đặc trưng vật lý của tín hiệu
- ❖ 4.2 Sự sai khác tín hiệu
- ❖ 4.3 Hiệu suất kênh truyền (PERFORMANCE)
- ❖ 4.4 Các phương tiện truyền dẫn
- ❖ 4.5 Mã hóa kênh
- ❖ 4.6 Kỹ thuật điều chế số
- ❖ 4.7 Số hóa tín hiệu tương tự
- ❖ 4.8 Kiểm soát lỗi

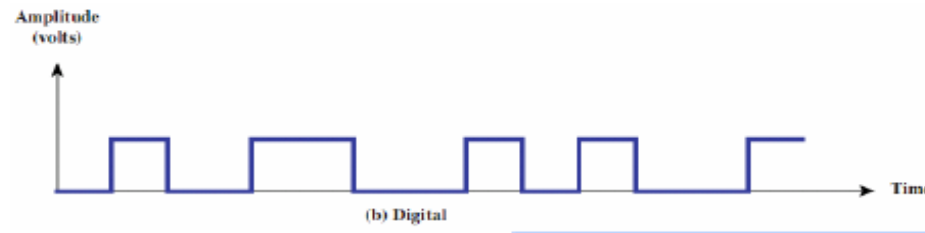
Chương 4

4.1. Tín hiệu và các đặc trưng vật lý của tín hiệu

- ❖ Tín hiệu tương tự (analog signal)
 - Các giá trị liên tục theo thời gian



- ❖ Tín hiệu số (digital signal)
 - Giữ một mức sau đó chuyển sang một mức khác



Chương 4

4.1. Tín hiệu và các đặc trưng vật lý của tín hiệu

❖ Tín hiệu tuần hoàn

- Lập lại theo thời gian
- Chu kì T
- Tần số $f = 1/T$
- Pha
- Tín hiệu hình sin

$$f = \frac{1}{T}$$

$$x(t) = A \sin(2\pi f t + \phi)$$

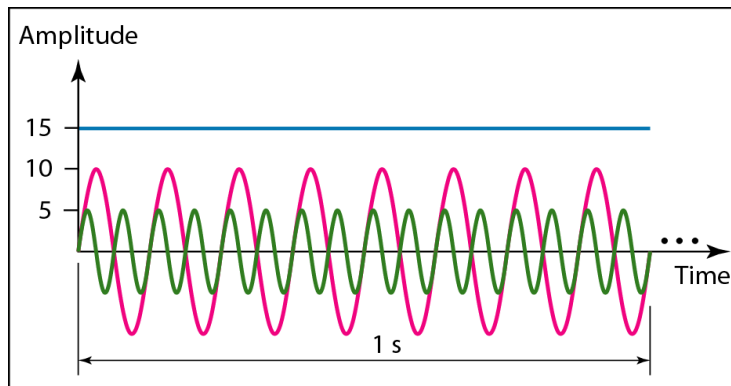
❖ Đơn vị của chu kỳ và tần số

<i>Unit</i>	<i>Equivalent</i>	<i>Unit</i>	<i>Equivalent</i>
Seconds (s)	1 s	Hertz (Hz)	1 Hz
Milliseconds (ms)	10^{-3} s	Kilohertz (kHz)	10^3 Hz
Microseconds (μ s)	10^{-6} s	Megahertz (MHz)	10^6 Hz
Nanoseconds (ns)	10^{-9} s	Gigahertz (GHz)	10^9 Hz
Picoseconds (ps)	10^{-12} s	Terahertz (THz)	10^{12} Hz

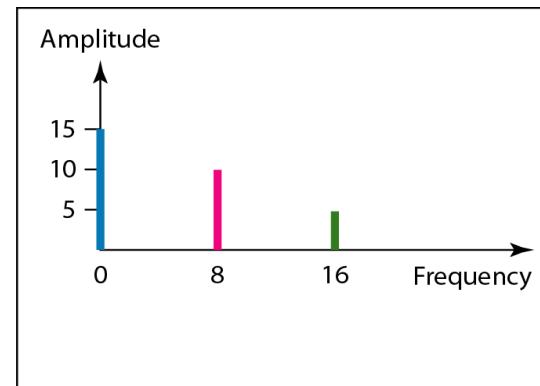
Chương 4

4.1. Tín hiệu và các đặc trưng vật lý của tín hiệu

❖ Biểu diễn tín hiệu tuần hoàn trong miền thời gian và miền tần số



a. Time-domain representation of three sine waves with frequencies 0, 8, and 16

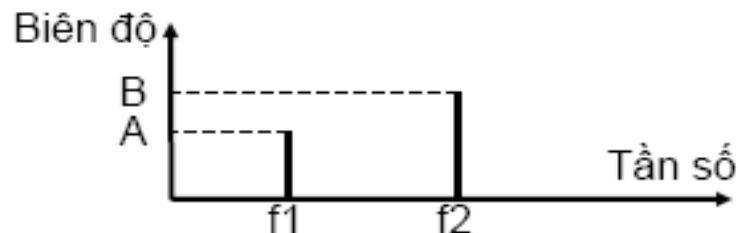


b. Frequency-domain representation of the same three signals

$$x(t) = A \sin(2\pi f t + \phi)$$



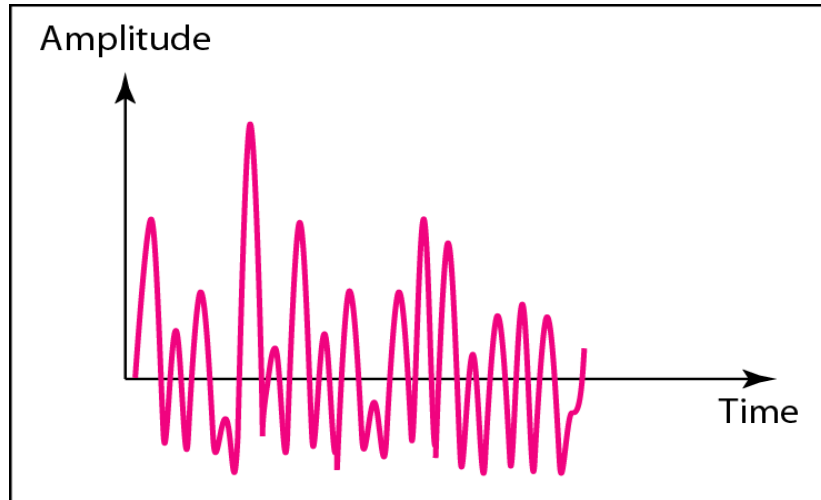
$$x(t) = A \sin(2\pi f_1 t) + B \sin(2\pi f_2 t) + \dots$$



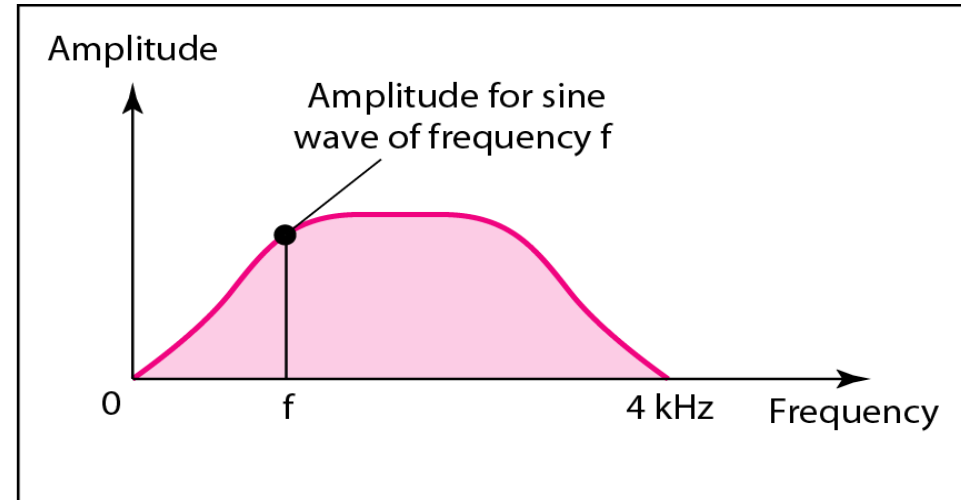
Chương 4

4.1. Tín hiệu và các đặc trưng vật lý của tín hiệu

- ❖ Bằng phân tích Fourier ta có thể phân tích một tín hiệu bất kỳ thành các tín hiệu tuần hoàn có tần số, biên độ và pha khác nhau
- ❖ Biểu diễn tín hiệu không tuần hoàn trong miền thời gian và miền tần số



a. Time domain



b. Frequency domain

Chương 4

4.1. Tín hiệu và các đặc trưng vật lý của tín hiệu

- ❖ Phổ (spectrum) của tín hiệu
 - Khoảng tần số chứa trong tín hiệu
- ❖ Băng thông tuyệt đối (absolute bandwidth)
 - Độ rộng phổ (băng hiệu số tần số cao nhất và thấp nhất của tín hiệu)
 - Một số tín hiệu có băng thông tuyệt đối vô hạn
- ❖ Băng thông hiệu dụng (băng thông - bandwidth)
 - Dải tần số hẹp chứa hầu hết năng lượng của tín hiệu
- ❖ Thành phần một chiều (DC)
 - Thành phần tần số bằng 0
- ❖ Quan hệ giữa băng thông và tốc độ dữ liệu
 - Bất kỳ môi trường nào cũng đều có băng thông giới hạn
 - Tốc độ dữ liệu tối đa bị giới hạn bởi băng thông

Chương 4

4.2 Sự sai khác tín hiệu

- ❖ Tín hiệu nhận được khác với tín hiệu truyền



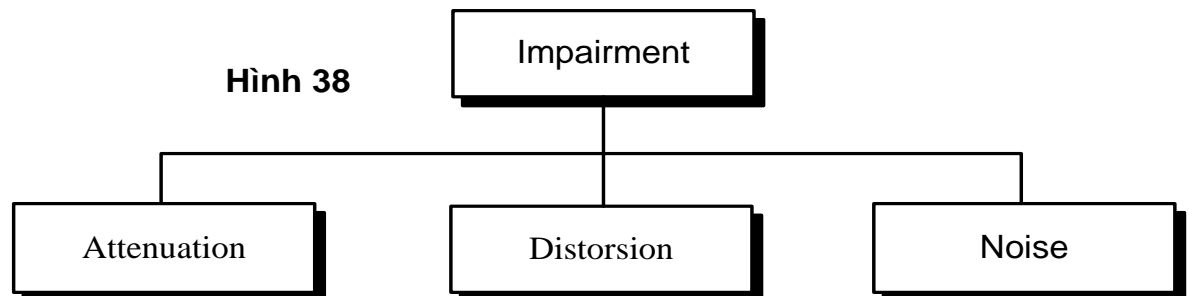
- ❖ Ảnh hưởng

- Truyền dẫn tương tự: Méo dạng tín hiệu
- Truyền dẫn số: lỗi bit

- ❖ Nguyên nhân

- Suy giảm tín hiệu (attenuation)
- Méo trễ lan truyền (delay distortion)
- Nhiều (noise)

Hình 38



Chương 4

4.2 Sự sai khác tín hiệu

❖ Sự suy giảm tín hiệu

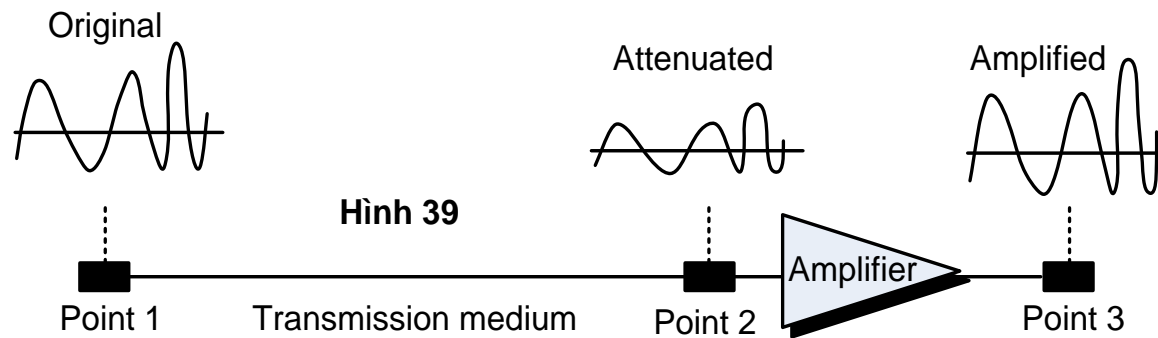
- Cường độ (biên độ) của tín hiệu bị suy giảm theo khoảng cách
- Tùy thuộc vào môi trường truyền dẫn
- Là một hàm tăng theo tần số
- Là hàm phức tạp đối với môi trường vô hướng
- Cường độ suy giảm theo hàm logarit
- Công thức
 - $\text{Attenuation} = 10\log_{10}(P_2/P_1)$ (dB)
 - P_1, P_2 : công suất (watts)
- Độ lợi (độ hao hụt) giữa các tầng nối tiếp có thể tính theo phép toán cộng trừ

Chương 4

4.2 Sự sai khác tín hiệu

❖ Sự suy giảm tín hiệu

- Dùng bộ khuếch đại để bù suy giảm



Chương 4

4.2 Sự sai khác tín hiệu

❖ Sự suy giảm tín hiệu – Ví dụ

- ❖ **VD1:** Giả sử một tín hiệu đi qua môi trường truyền và công suất bị giảm một nửa (tức là $P_2 = (1/2)P_1$). Trong trường hợp này, suy giảm (tổn thất công suất) được tính như sau:

$$10\log_{10}(P_2 / P_1) = 10\log_{10}(0,5P_1 / P_1) = 10\log_{10}(0,5) = 10(-0,3) = -3dB$$

3dB tức là giảm đi 3 dB, tức là phân nửa công suất.

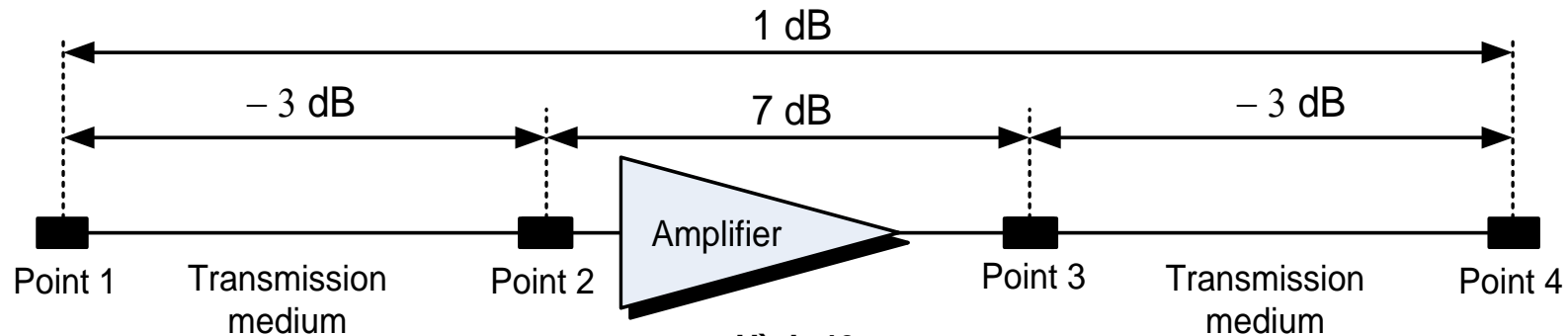
- ❖ **VD2:** Tín hiệu được khuếch đại 10 lần, tức là $P_2 = 10P_1$. Trường hợp này thì:

$$10\log_{10}(P_2 / P_1) = 10\log_{10}(10P_1 / P_1) = 10\log_{10}(10) = 10(1) = 10dB$$

Chương 4

4.2 Sự sai khác tín hiệu

- ❖ Sự suy giảm tín hiệu – Ví dụ
- ❖ **VD3:** Một trong những yếu tố để sử dụng dB là người ta dùng phép tính cộng trong quá trình tính toán tổn thất tại nhiều điểm nối đuôi nhau



Hình 40

- Độ lợi từ point1 tới point 4

$$dB = -3 + 7 - 3 = 1$$

Chương 4

4.2 Sự sai khác tín hiệu

	Frequency Range	Typical Attenuation	Typical Delay	Repeater Spacing
Twisted pair (with loading)	0 to 3.5 kHz	0.2 dB/km @ 1 kHz	50 μ s/km	2 km
Twisted pairs (multi-pair cables)	0 to 1 MHz	3 dB/km @ 1 kHz	5 μ s/km	2 km
Coaxial cable	0 to 500 MHz	7 dB/km @ 10 MHz	4 μ s/km	1 to 9 km
Optical fiber	180 to 370 THz	0.2 to 0.5 dB/km	5 μ s/km	40 km

THz = TeraHerz = 10^{12} Hz

Chương 4

4.2 Sự sai khác tín hiệu - Truyền dẫn vô tuyến

- Truyền và nhận thông qua anten
- **Có hướng**
 - Chùm định hướng (focused beam)
 - Đòi hỏi sự canh chỉnh hướng
- **Vô hướng**
 - Tín hiệu lan truyền theo mọi hướng
 - Có thể được nhận bởi nhiều anten
- Tầm tần số
 - 30MHz đến 1GHz
 - Vô hướng
 - **radio**
 - 2GHz đến 40GHz
 - **Vĩ sóng** (microwave)
 - Định hướng cao
 - Điểm-điểm, Vệ tinh
 - 3×10^{11} đến 2×10^{14} (Hz)
 - **Hồng ngoại**
 - Cục bộ
- Khắc phục những khó khăn về **địa lý** khi triển khai hệ thống
- Tỷ lệ bit lỗi trên đường truyền (BER) thay đổi tùy theo hệ thống được triển khai. Ví dụ: BER of satellite $\sim 10^{-10}$
- Tốc độ truyền thông tin đạt được thay đổi, từ vài Mbps đến hàng trăm Mbps
- **Phạm vi** triển khai đa dạng: LAN (vài km), WAN (hàng chục km)
- **Chi phí** để triển khai hệ thống ban đầu rất cao

Chương 4

4.2 Sự sai khác tín hiệu- Truyền dẫn vô tuyến

❖ Các băng tần

Frequency band	Name	Analog data		Digital data		Principal applications
		Modulation	Bandwidth	Modulation	Data rate	
30–300 kHz	LF (low frequency)	Generally not practical		ASK, FSK, MSK	0.1 to 100 bps	Navigation
300–3000 kHz	MF (medium frequency)	AM	To 4 kHz	ASK, FSK, MSK	10 to 1000 bps	Commercial AM radio
3–30 MHz	HF (high frequency)	AM, SSB	To 4 kHz	ASK, FSK, MSK	10 to 3000 bps	Shortwave radio
30–300 MHz	VHF (very high frequency)	AM, SSB, FM	5 kHz to 5 MHz	FSK, PSK	To 100 kbps	VHF television, FM radio
300–3000 MHz	UHF (ultra high frequency)	FM, SSB	To 20 MHz	PSK	To 10 Mbps	UHF television, Terrestrial microwave
3–30 GHz	SHF (super high frequency)	FM	To 500 MHz	PSK	To 100 Mbps	Terrestrial microwave, Satellite microwave
30–300 GHz	EHF (extremely high frequency)	FM	To 1 GHz	PSK	To 750 Mbps	Experimental short point-to-point

Chương 4

4.2 Sự sai khác tín hiệu - Truyền dẫn vô tuyến – viba mặt đất

- Chảo parabol (thường bán kính 3m)
- Chùm sóng định hướng theo đường ngắm (line of sight)
- Độ suy giảm t/h

$$L = 10 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \text{ dB}$$

- d: khoảng cách
- λ : bước sóng
- Độ suy giảm tỉ lệ thuận bình phương khoảng cách → cần amplifier/repeater mỗi 10-100km
- Độ suy giảm thay đổi theo môi trường (càng tăng khi có mưa)
- Ứng dụng:
 - Thay thế cho cáp đồng trục trong viễn thông khoảng cách xa (cần ít bộ amp/repeater, nhưng phải nằm trên đường thẳng)
 - Truyền điểm - điểm khoảng cách ngắn
 - Điện thoại di động
- Tần số càng cao thì tốc độ dữ liệu càng cao

Chương 4

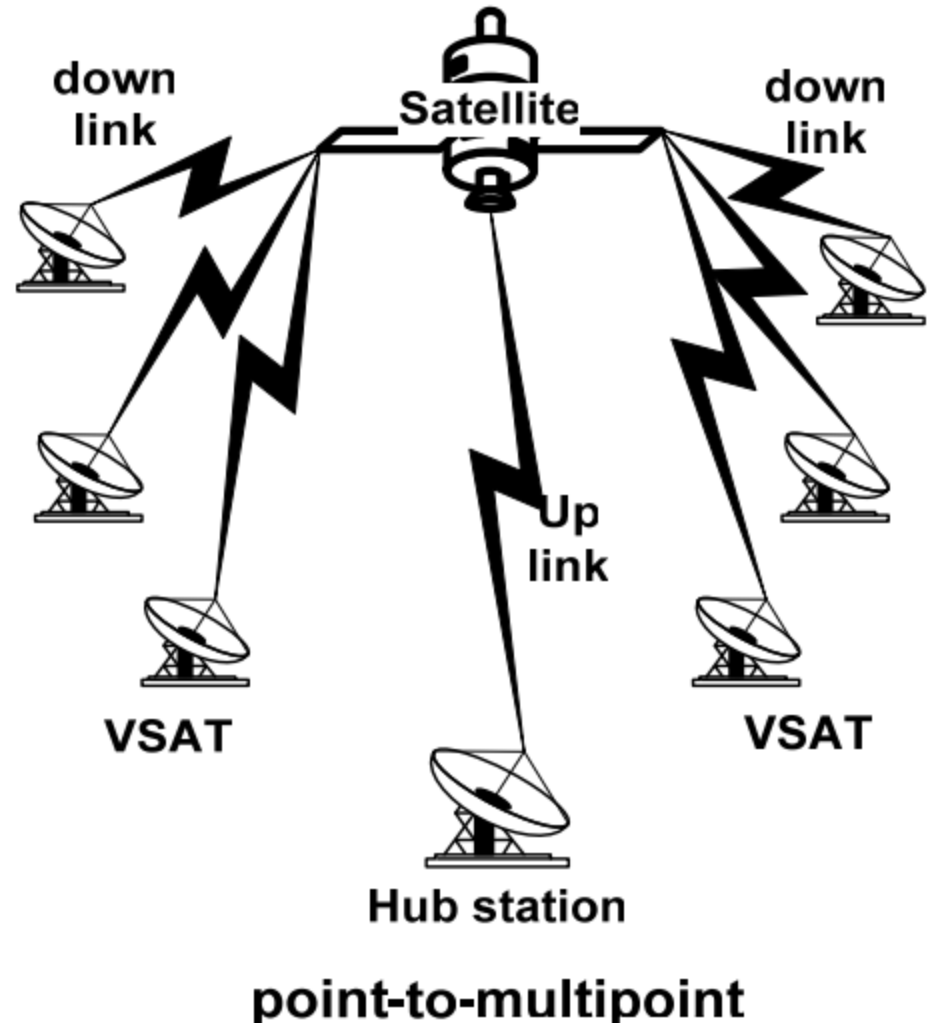
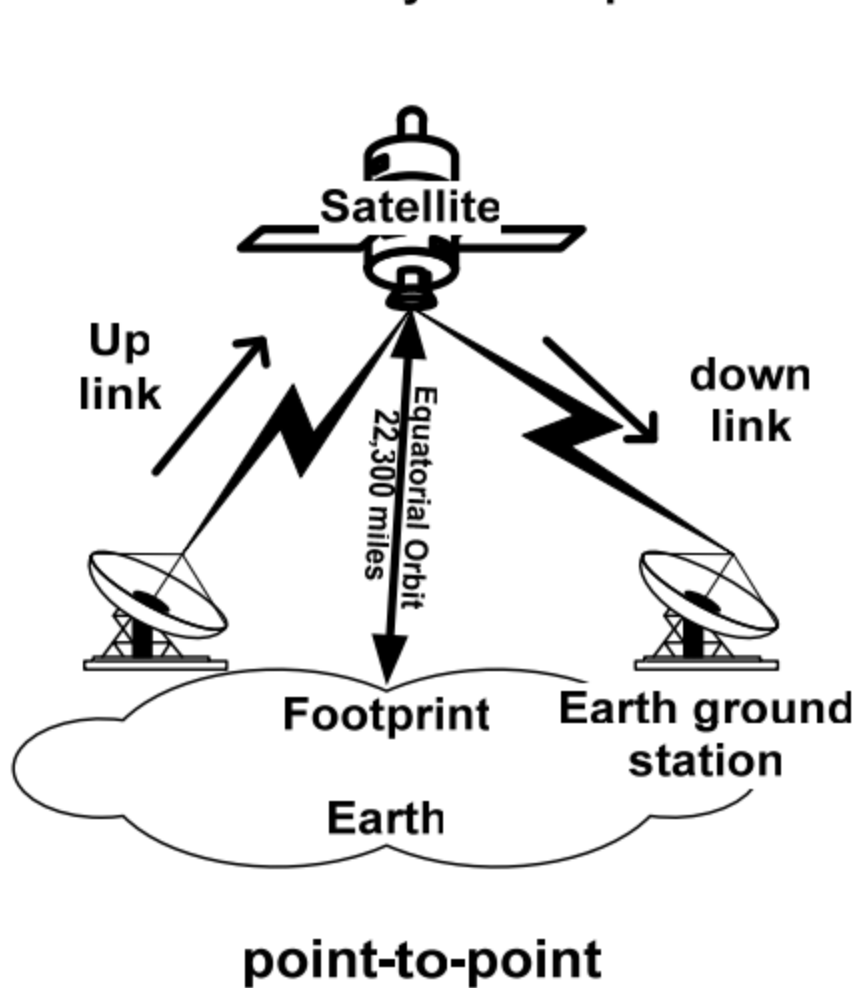
Truyền dẫn vô tuyến – vệ tinh

- Vệ tinh là trạm **trung chuyển**
- Vệ tinh nhận trên một tần số, khuếch đại (lặp lại tín hiệu) và phát trên một tần số khác
- Cần **quỹ đạo địa tĩnh**
 - Cao 35.863 km
- Ứng dụng
 - Truyền hình
 - Điện thoại đường dài
 - Mạng riêng (VSAT)
- Đặc tính
 - Thường trong khoảng tần số 1-10 GHz
 - < 1 GHz: quá nhiều nhiễu từ môi trường tự nhiên
 - >10 GHz: hấp thụ bởi tầng khí quyển
 - Cặp tần số thu/phát
 - (3.7-4.2 downlink, 5.925-6.425 uplink) 4/6 GHz band
 - (11.7-12.2 downlink, 14-14.5 uplink) 12/14 GHz band
 - Tần số cao hơn đòi hỏi tín hiệu phải mạnh để không bị suy giảm
 - Trễ 240-300ms, đáng chú ý trong viễn thông

Chương 4

Truyền dẫn vô tuyến – vệ tinh

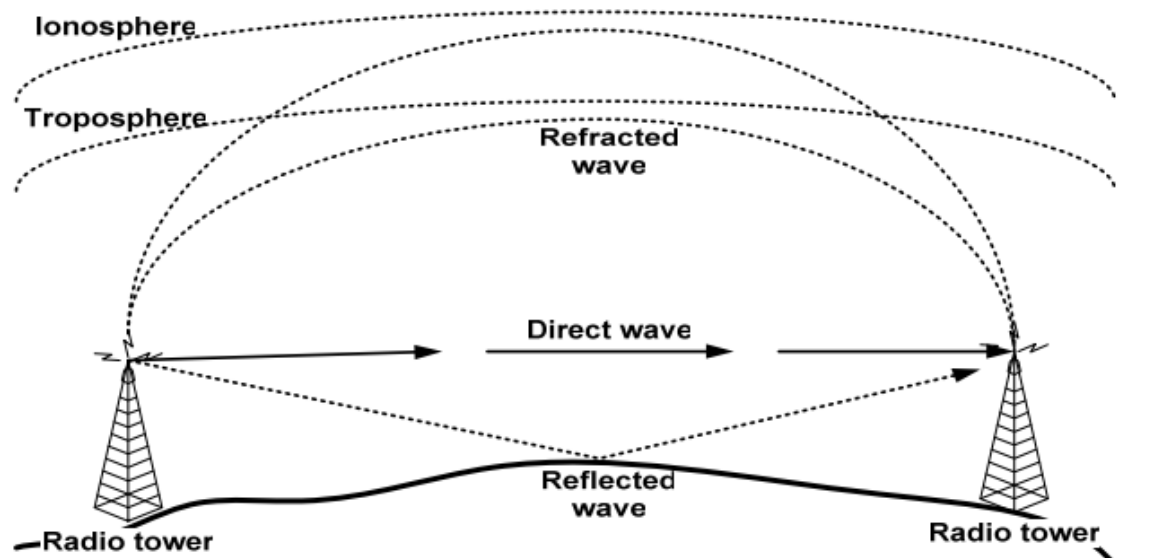
VSAT : very small aperture terminal



Chương 4

Truyền dẫn vô tuyến – Radio

- ❖ Vô hướng, 30MHz – 1GHz
- ❖ Antena không cần có hình ã và không cần chỉnh hướng
- ❖ Sóng FM, truyền hình UHF và VHF
- ❖ Ít bị suy giảm do mưa, xuyên qua khí quyển
- ❖ Truyền theo đường ngắm (line of sight)
- ❖ Bị ảnh hưởng bởi nhiễu đa kênh (multipath)

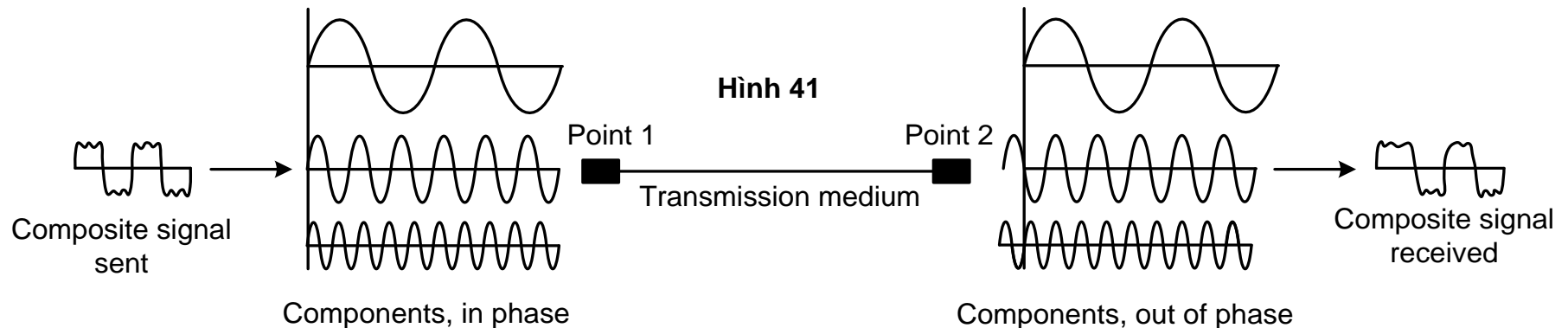


Chương 4

4.2 Sự sai khác tín hiệu

❖ Méo trễ lan truyền (delay distortion)

- Tức là tín hiệu bị thay đổi hình dạng, thường trong các tín hiệu hỗn hợp, tạo nên từ nhiều tần số khác nhau. Mỗi tần số có tốc độ truyền khác nhau trong môi trường, nên tín hiệu tại điểm thu khi tổng hợp lại bị méo như hình

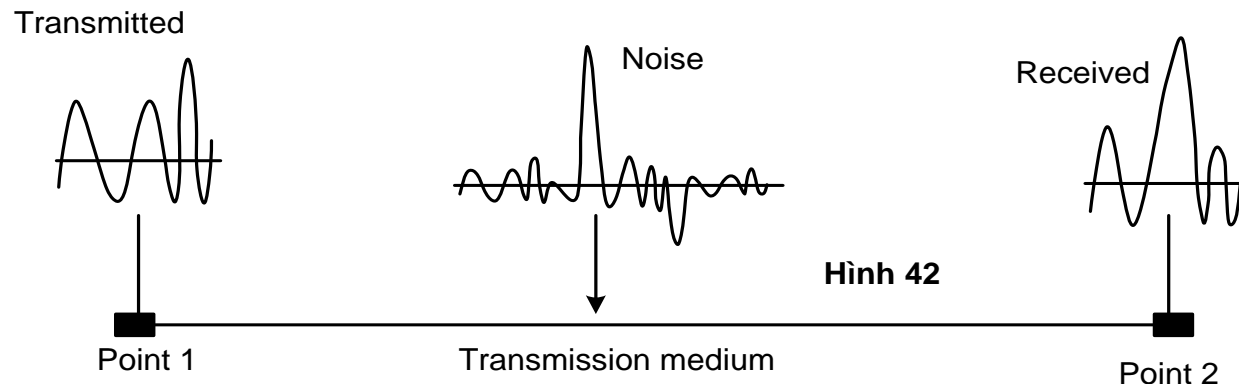


Chương 4

4.2 Sự sai khác tín hiệu

❖ Nhiễu (noise)

- Là tín hiệu không mong muốn thêm vào giữa thiết bị phát và thiết bị thu
- Các loại
 - Nhiễu nhiệt (Thermal noise)
 - Nhiễu điều chế (Intermodulation noise)
 - Nhiễu xuyên kênh (crosstalk)
 - Nhiễu xung (Impulse noise)



Chương 4

4.2 Sự sai khác tín hiệu

❖ Nhiễu (noise) – nhiễu nhiệt

- Nhiễu nhiệt (thermal noise) – nhiễu trắng (white noise)
- Do dao động nhiệt của các phân tử trong chất dẫn
- Hàm của nhiệt độ
- Không thể loại bỏ -> giới hạn hiệu suất của hệ thống
- Phân tán đồng nhất trên phổ tần số
- Nhiễu trong băng thông 1 Hz của bất kỳ chất dẫn nào
 - » $N_0 = kT$
- N_0 : Mật độ công suất [watt/Hz]
- k : Hằng số Boltzmann. $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ (J/oK)

Chương 4

4.2 Sự sai khác tín hiệu

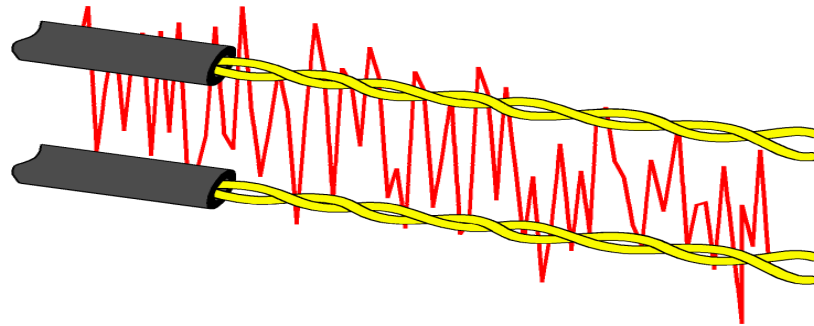
- ❖ Nhiễu (noise) - **Nhiễu điều chế (Intermodulation noise)**
 - Xảy ra khi nhiều tần số khác nhau dùng chung môi trường truyền dẫn
 - Sinh ra tín hiệu có tần số là tổng, tích, hiệu của các tần số của tín hiệu ban đầu
 - Do tính phi tuyến của thiết bị thu phát và môi trường truyền

Chương 4

4.2 Sự sai khác tín hiệu

❖ Nhiễu (noise) - Nhiễu xuyên kênh

- Tín hiệu từ đường truyền này ảnh hưởng sang đường truyền khác
- Thường cùng độ lớn (hoặc nhỏ hơn) nhiễu nhiệt



Chương 4

4.2 Sự sai khác tín hiệu

❖ Nhiễu (noise) - Nhiễu xung

- Xung bất thường
- Thời gian ngắn, cường độ cao
- Không thể đoán trước, biên độ nhiễu biến động
- Ảnh hưởng nhỏ đến truyền tương tự
- Là nguyên nhân chính đến lỗi trong truyền dẫn số
 - Ví dụ xung 0,01s sẽ làm mất 50bit dữ liệu nếu truyền ở tốc độ 4800bps

Chương 4

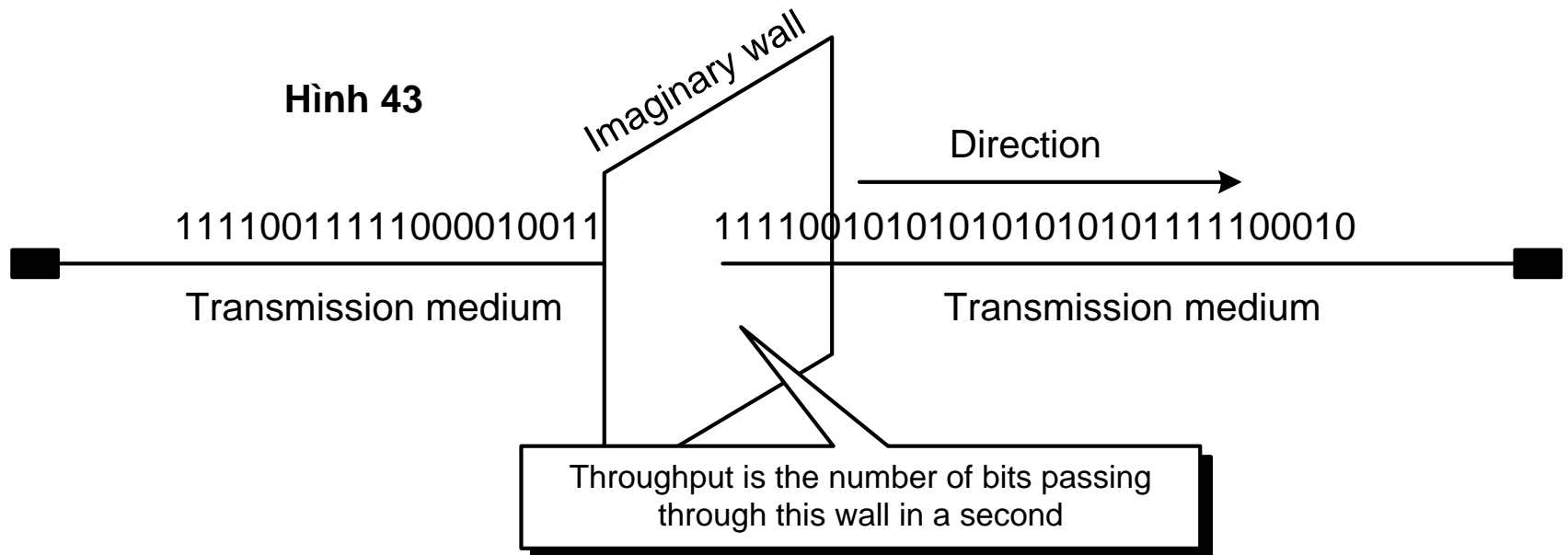
4.3 Hiệu suất kênh truyền (PERFORMANCE)

- ❖ Thông lượng (năng suất truyền throughout)
- ❖ Tốc độ truyền (propagation speed)
- ❖ Thời gian truyền (propagation time)
- ❖ Dung lượng kênh truyền tối đa

Chương 4

4.3 Hiệu suất kênh truyền (PERFORMANCE)

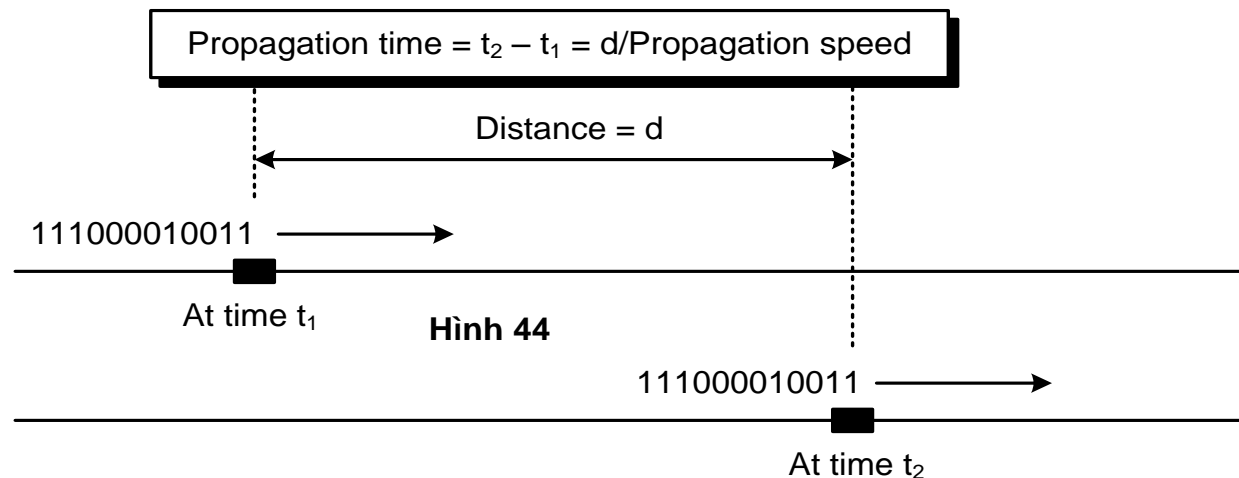
❖ Thông lượng (năng suất truyền throughout)



Chương 4

4.3 Hiệu suất kênh truyền (PERFORMANCE)

- ❖ **Tốc độ truyền** (propagation speed):
- ❖ **Thời gian truyền** (propagation time)
 - **Thời gian truyền = cự ly/ tốc độ truyền**
 - Thí dụ, thời gian truyền trong dây cáp xoắn đôi được chuẩn hóa thành km như sau:
Thời gian truyền = $1000\text{m}/(3 \times 10^8 \text{ m/s}) = 3,33 \times 10^{-6} \text{ s/m} = 3,33 \mu\text{s/km}$
 - Trong cáp quang Thời gian truyền = $1000\text{m}/(2 \times 10^8 \text{ m/s}) = 5 \times 10^{-6} \text{ s/m} = 5 \mu\text{s/km}$



Chương 4

4.3 Hiệu suất kênh truyền (PERFORMANCE)

❖ Tốc độ truyền dữ liệu tối đa

- vào năm 1944, Claude Shannon đưa ra công thức **xác định tốc độ lý thuyết cao nhất cho một kênh truyền:**

$$C = B \log_2(1+S/N)$$

- B là băng thông kênh truyền
- S/N là tỉ số tín hiệu trên nhiễu
- C là dung lượng truyền (còn được gọi là dung lượng Shannon) của kênh tính theo bps

Chương 4

4.3 Hiệu suất kênh truyền (PERFORMANCE)

- ❖ Tốc độ truyền dữ liệu tối đa
- ❖ Tốc độ truyền thông tin bị giới hạn bởi băng thông của kênh truyền
- ❖ Giả sử môi trường không nhiễu
 - $C = 2W \cdot \log_2 M$
 - C: Tốc độ truyền tín hiệu cực đại (bps) khi kênh truyền không có nhiễu
 - W: Băng thông của kênh truyền (Hz)
 - M: Số mức thay đổi tín hiệu trên đường truyền
 - ✓ Nếu $M=2 \Rightarrow C=2W$

Chương 4

4.3 Hiệu suất kênh truyền (PERFORMANCE)

❖ Tốc độ truyền dữ liệu tối đa

- ❖ **VD1:** Trong một kênh có rất nhiều nhiễu thì tỉ số S/N gần bằng 0, tức là nhiễu quá mạnh làm yếu tín hiệu. Như thế, dung lượng truyền lúc này là:

$$C = B \log_2(1+S/N) = B \log_2(1+0) = B \log_2(1) = B \times 0 = 0$$

- Điều này tức là dung lượng kênh truyền là không bất kể băng thông là bao nhiêu, tức là ta không thể truyền tin qua kênh này.

- ❖ **VD2:** Tính tốc độ bit cao nhất lý thuyết của một đường dây điện thoại thông thường, với băng thông 3000 Hz (từ 300 Hz đến 3.300 Hz), tỉ số S/N thường là 3162 (35 dB). Như thế, dung lượng truyền lý thuyết cao nhất là:

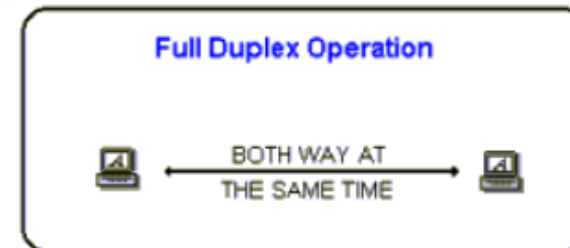
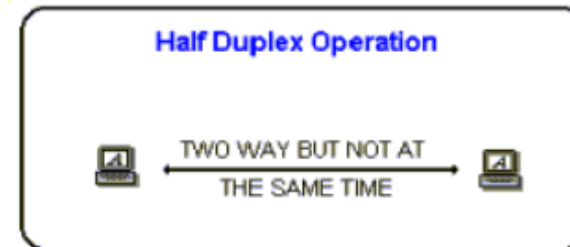
$$C = B \log_2(1+S/N) = 3000 \log_2(1+3162) = 3000 \log_2(3163) = 3000 \times 11,62 = 34.860 \text{bps}$$

- Như thế, nếu muốn tăng tốc độ truyền dữ liệu trong đường dây điện thoại, thì phải một là tăng băng thông hay cải thiện tỉ số S/N .

Chương 4

Các chế độ truyền

- Simplex mode
 - Không dùng rộng rãi vì không thể gửi ngược lại lỗi hoặc tín hiệu điều khiển cho bên phát
 - Television, teletext, radio
- Half-duplex mode
 - Bộ đàm
- Full-duplex mode
 - Điện thoại



Các chế độ truyền (Transmission modes)

❖ Truyền bất đồng bộ :(asynchronous transmission)

- Cách thức truyền trong đó các ký tự mã hoá dữ liệu thông tin được truyền đi tại những thời điểm khác nhau và khoảng thời gian nối tiếp giữa hai kí tự không phải là một giá trị cố định.
- Máy phát và máy thu độc lập trong việc sử dụng đồng hồ và như vậy không cần kênh truyền tín hiệu đồng hồ giữa hai đầu phát và thu.
- Truyền bất đồng bộ còn được dùng để truyền các khối ký tự giữa hai máy tính, trong trường hợp này mỗi ký tự kế tiếp sẽ truyền đi ngay sau bit stop của ký tự trước đó, vì các ký tự trong một khối được truyền tức thời ngay sau ký tự trước đó mà không có khoảng thời gian trì hoãn nào giữa chúng.

Các chế độ truyền (Transmission modes)

❖ Truyền đồng bộ (Synchronous transmission)

- Về góc độ truyền tín hiệu số thì máy phát và máy thu sử dụng một đồng hồ chung, nhờ đó máy thu có thể đồng bộ được với máy phát trong hoạt động dịch bit để thu dữ liệu.
- Như vậy, cần phải có kênh (cần hiểu hoặc là cặp dây dẫn hoặc là một kênh trên đường ghép kênh hay kênh do mã hoá) thứ hai cho tín hiệu đồng hồ chung.
- Với truyền đồng bộ, khối dữ liệu hoàn chỉnh được truyền như một luồng bit liên tục .

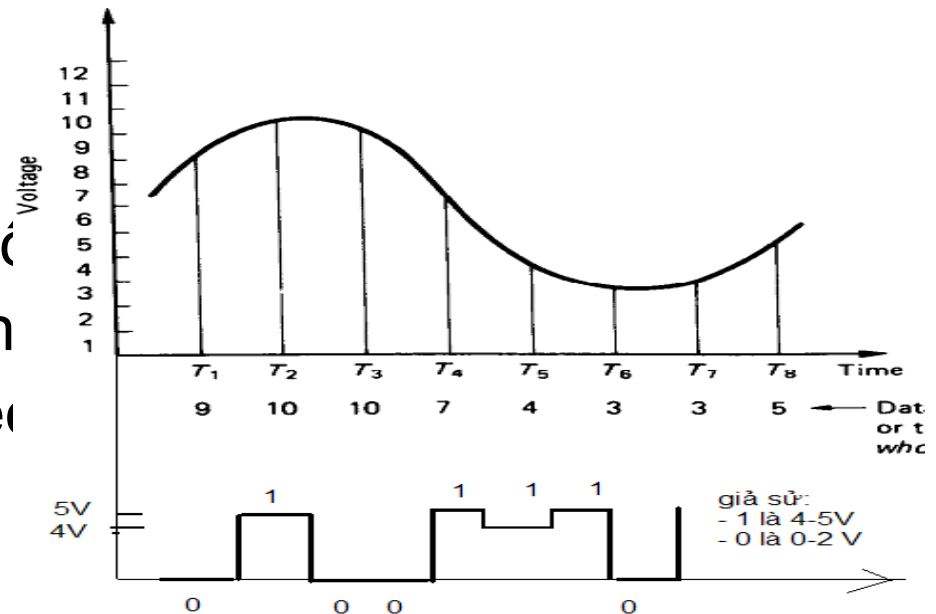
Các chế độ truyền (Transmission modes)

- ❖ Luồng bit truyền được mã hoá một cách thích hợp để máy thu có thể duy trì trong một cơ cấu đồng bộ bit.
- ❖ Tất cả các frame được dẫn đầu bởi một hay nhiều byte điều khiển nhằm đảm bảo máy thu có thể dịch luồng bit đến theo các ranh giới byte hay ký tự một cách chính xác.
- ❖ Nội dung của mỗi frame được đóng gói giữa một cặp ký tự điều khiển để đồng bộ frame.
- ❖ Khoảng thời gian gian giữa hai frame truyền liên tiếp có các byte nhàn rỗi được truyền liên tiếp để máy thu duy trì cơ cấu đồng bộ bit và đồng bộ byte hoặc mỗi frame được dẫn đầu bởi hai hay nhiều byte đồng bộ đặc biệt cho phép máy thu thực hiện tái đồng bộ.

Chương 4

4.4 Các phương tiện truyền dẫn

- ❖ Là phương tiện vật lý cho phép truyền tải tín hiệu giữa các thiết bị.
- ❖ Hai loại phương tiện truyền dẫn chính:
 - Hữu tuyến
 - Vô tuyến
- ❖ Dữ liệu
 - Các thực thể chứa năng lượng
 - Dữ liệu tương tự: giá trị liên tục
 - Dữ liệu số: giá trị rời rạc theo thời gian
- ❖ Tín hiệu:
 - Digital
 - Analog



Chương 4

4.4 Các phương tiện truyền dẫn

❖ Hữu tuyến

- Cáp đồng
- Cáp quang
- So sánh đặc tính

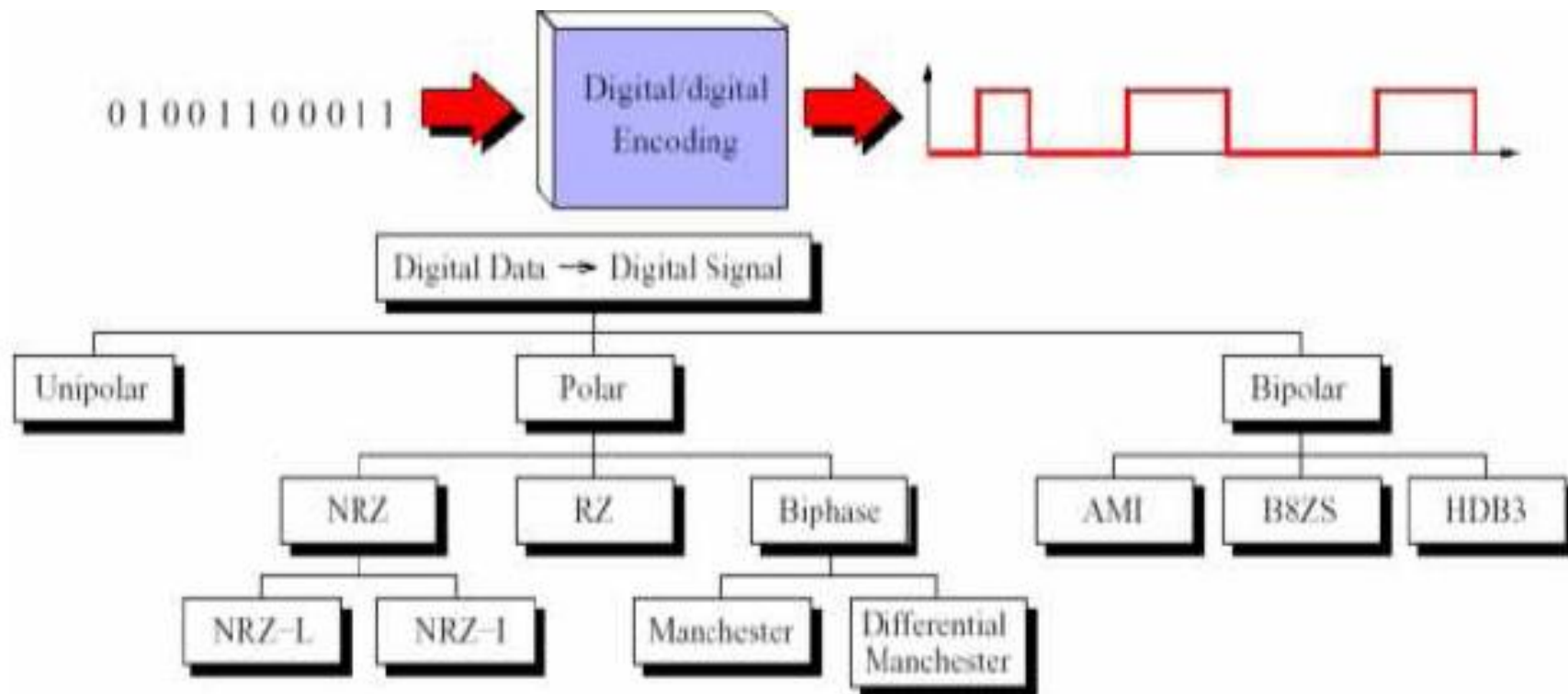
❖ Vô tuyến

- Dải sóng điện từ
- Đặc điểm của các dải sóng theo tần số
- Các dải sóng tiêu biểu sử dụng trong kỹ thuật thông tin liên lạc
 - Thông tin vệ tinh
 - Thông tin di động
 - Mạng máy tính không dây
 - Hồng ngoại, bluetooth
 - Truyền hình
 - Truyền thanh
 - Radar....

Chương 4

4.5 Mã hóa kênh

❖ Dữ liệu số - > Tín hiệu số

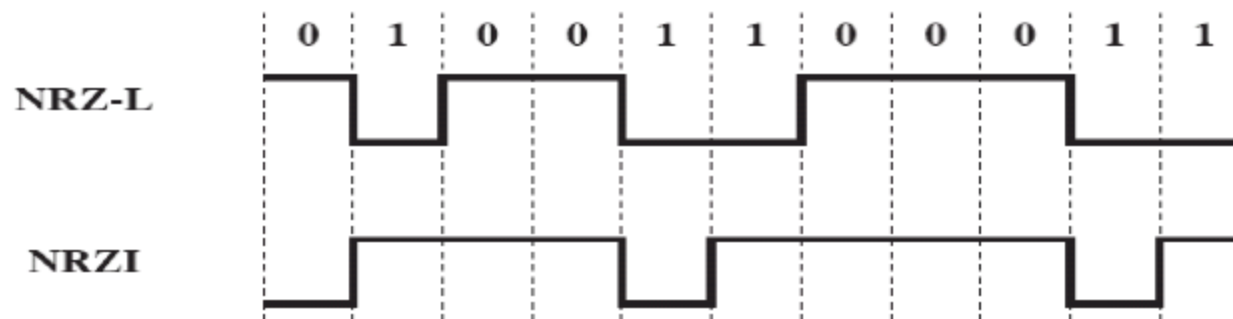


Chương 4

4.5 Mã hóa kênh

❖ NRZ

- Điện áp không thay đổi trong thời khoảng bit
- Nonreturn to Zero-Level (NRZ-L)
 - 2 mức điện áp khác nhau cho bit 1 và bit 0
 - Thông thường, điện áp dương dùng cho bit 0 và điện áp âm dùng cho bit 1
- Nonreturn to Zero Inverted (NRZI)
 - Có thay đổi tín hiệu mã hóa 1
 - Không có thay đổi tín hiệu mã hóa 0



Chương 4

4.5 Mã hóa kênh

❖ NRZ (tt)

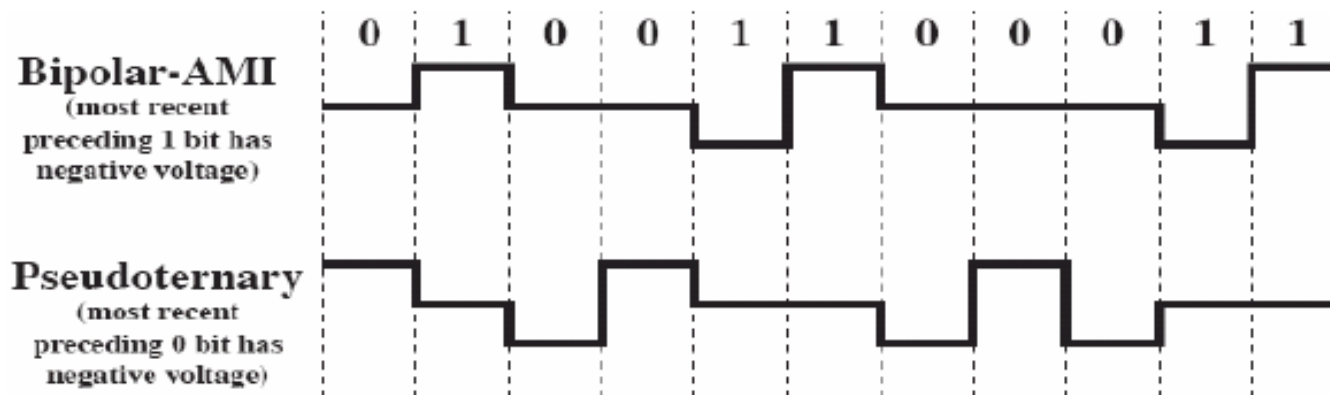
- Ưu điểm của NRZI so với NRZL
 - Dữ liệu được biểu diễn bằng việc thay đổi tín hiệu
 - Nhận biết sự thay đổi dễ dàng hơn so với nhận biết mức
 - Trong các hệ thống truyền dẫn phức tạp, mức dễ dàng bị mất
- Ưu điểm của NRZ
 - Dễ dàng nắm bắt
 - Băng thông dùng hiệu quả
- Nhược điểm của NRZ
 - Có thành phần một chiều
 - Thiếu khả năng đồng bộ
- Dùng trong việc ghi băng từ
- Ít dùng trong việc truyền t/h

Chương 4

4.5 Mã hóa kênh

❖ Multilevel Binary

- Dùng nhiều hơn 2 mức tín hiệu
- Bipolar-AMI (Alternate Mark Inversion)
 - Sử dụng 3 mức tín hiệu
 - 0 được biểu diễn bằng mức điện áp giữa
 - 1 được biểu diễn bằng xung dương hay xung âm
 - Các xung thay đổi cực tính xen kẽ nhau
- Pseudoternary: ngược lại Bipolar AMI



Chương 4

4.5 Mã hóa kênh

❖ Multilever Binary (tt)

- Ưu điểm
 - Không mất đồng bộ khi dữ liệu là một dãy 1 dài (dãy 0 vẫn bị vấn đề đồng bộ)
 - Phát hiện lỗi dễ dàng
 - Không có thành phần một chiều
- Nhược điểm
 - Băng thông thấp
 - Bộ thu phải có khả năng phân biệt 3 mức (+A, -A, 0)
 - Cần thêm gần 3dB công suất để đạt được cùng xác suất bit lỗi

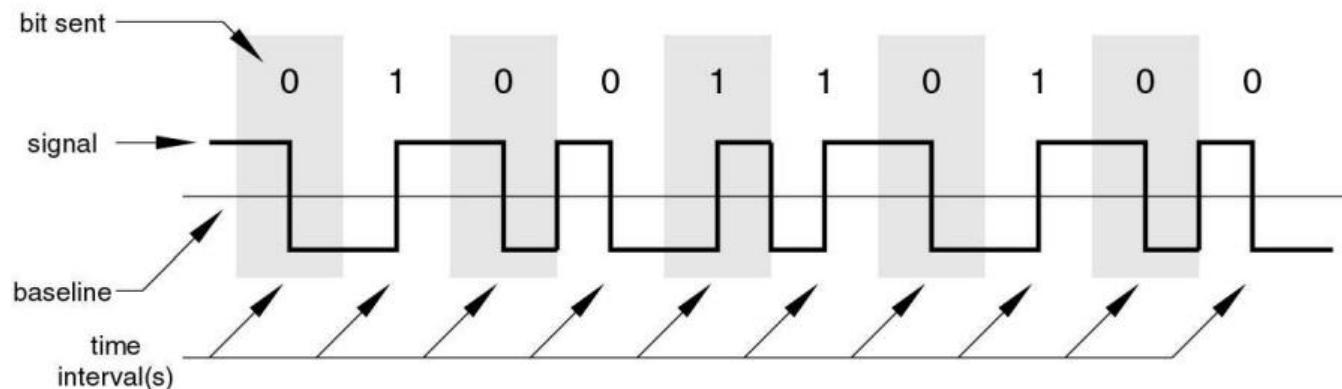
Chương 4

4.5 Mã hóa kênh

❖ Biphase Manchester

- Thay đổi ở giữa thời khoảng bit
- Thay đổi vừa là tín hiệu đồng bộ vừa là dữ liệu
- L→H biểu diễn 1
- H→L biểu diễn 0
- Dùng trong IEEE 802.3 (CSMA/CD Ethernet)

Manchester Encoding



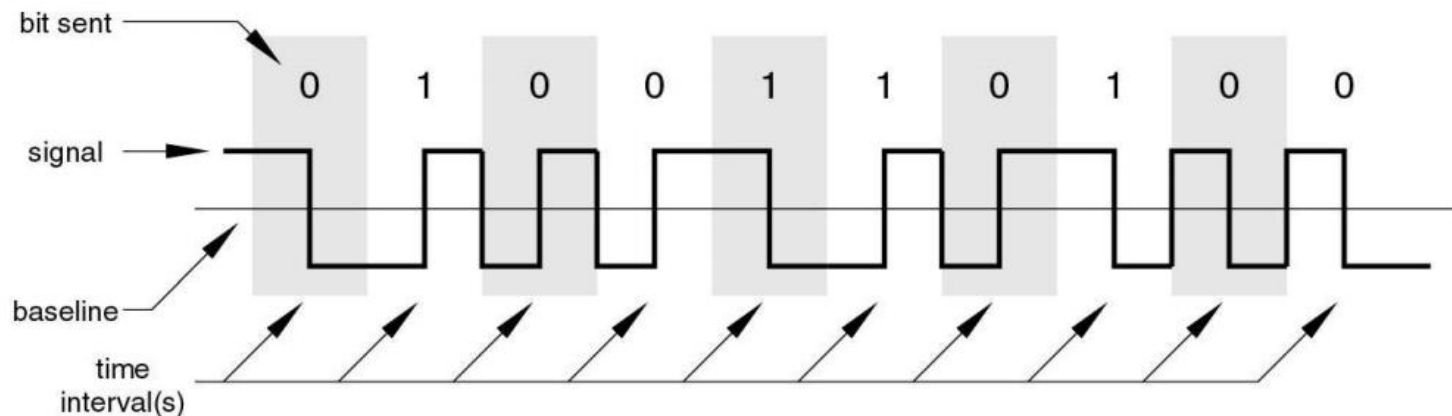
Chương 4

4.5 Mã hóa kênh

❖ Biphase Differential Manchester (tt)

- Thay đổi giữa thời khoảng bit chỉ dùng đồng bộ
- Dữ liệu được biểu diễn bằng việc có hay không có thay đổi ở đầu thời khoảng bit
- Thay đổi : biểu diễn 0
- Không thay đổi : biểu diễn 1
- Dùng trong IEEE 802.5 (Token ring LAN)

Differential Manchester Encoding



Chương 4

4.5 Mã hóa kênh

❖ Ưu và nhược điểm

▪ Nhược điểm

- Tốc độ điều chế tối đa bằng 2 lần NRZ
- Cần băng thông rộng hơn

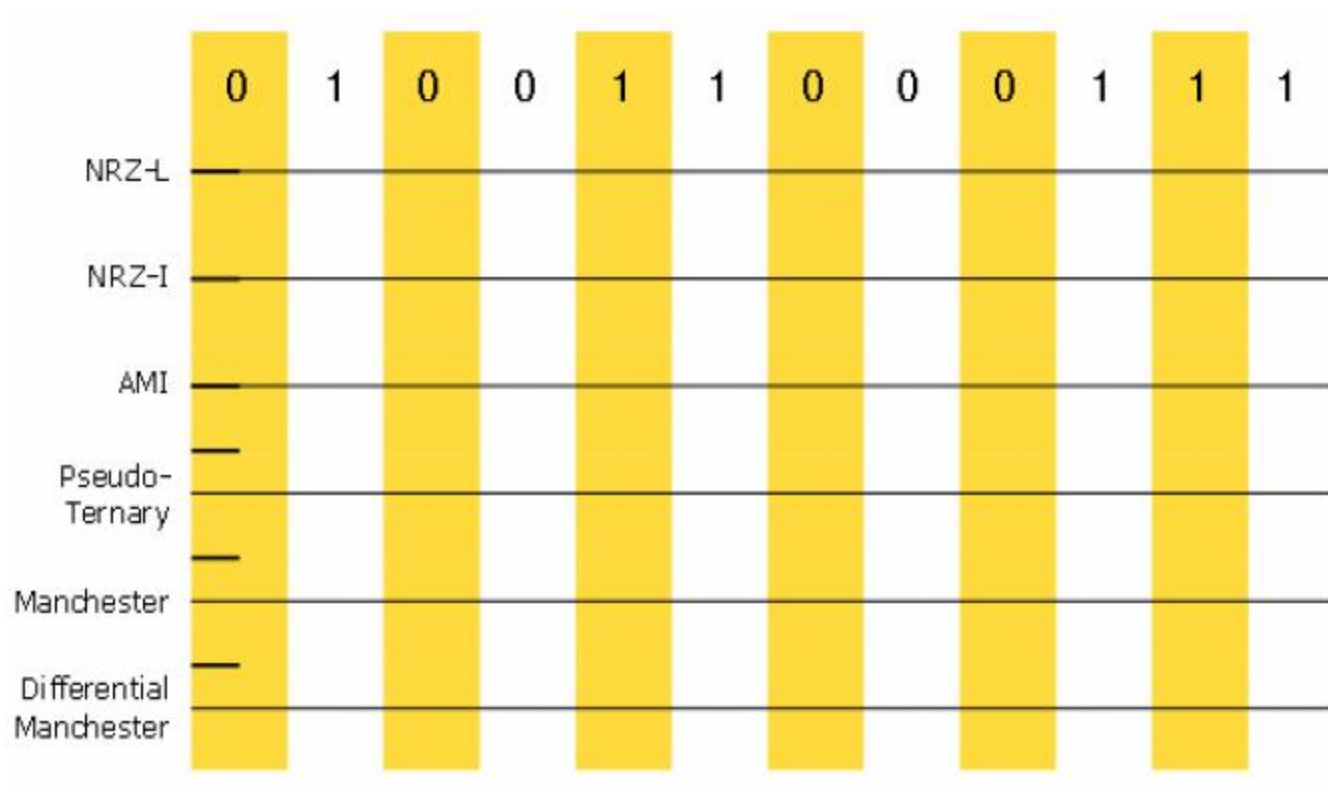
▪ Ưu điểm

- Đồng bộ dựa vào sự thay đổi ở giữa thời khoảng bit (self clocking)
- Không có thành phần một chiều
- Phát hiện lỗi
 - Khi thiếu sự thay đổi mong đợi

Chương 4

4.5 Mã hóa kênh

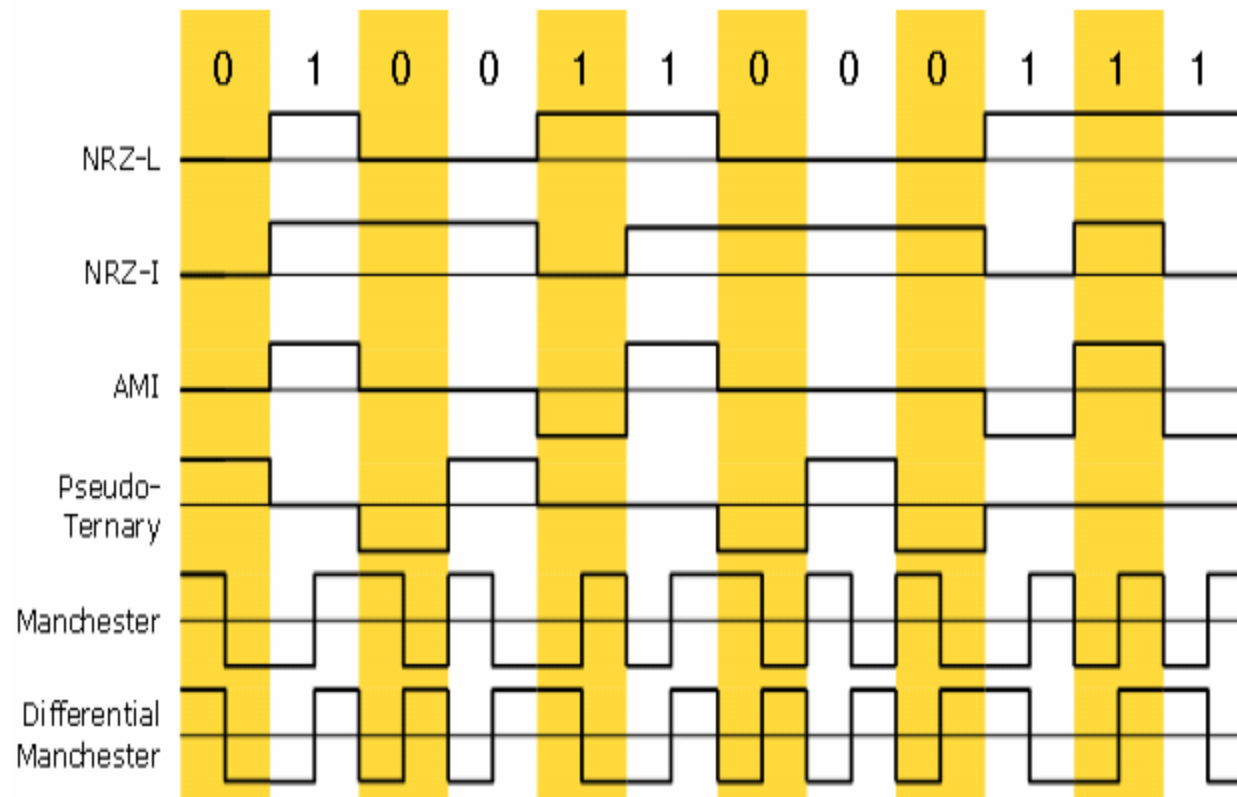
❖ Bài tập



Chương 4

4.5 Mã hóa kênh

❖ Giải



Chương 4

4.5 Mã hóa kênh

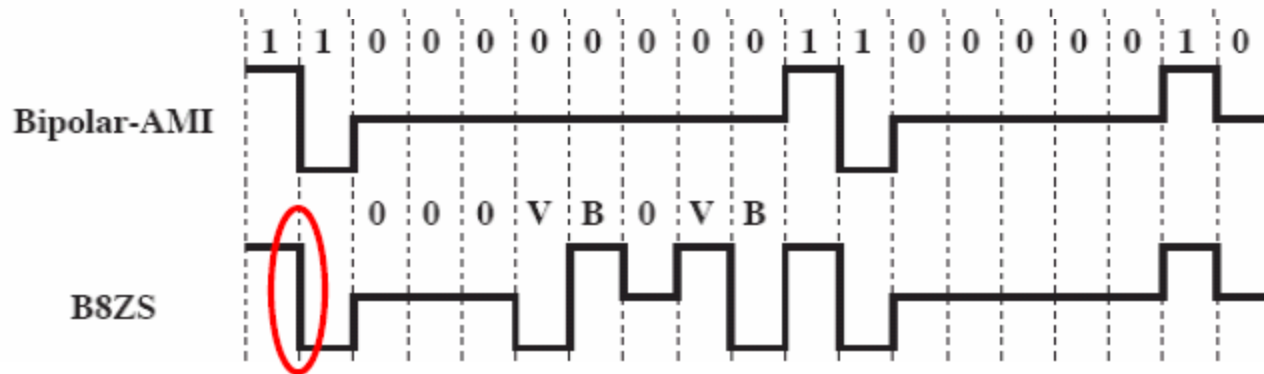
❖ Kỹ thuật Scrambling

- Dùng kỹ thuật scrambling để thay thế một chuỗi điện áp
- Chuỗi thay thế
 - Phải tạo ra đủ sự thay đổi tín hiệu, dùng cho việc đồng bộ hóa
 - Có thể thay thế trở lại chuỗi ban đầu
 - Cùng độ dài như chuỗi ban đầu
- Không có chuỗi dài các tín hiệu không thay đổi điện áp
- Không giảm tốc độ dữ liệu
- Có khả năng phát hiện lỗi

4.5 Mã hóa kênh

❖ Scrambling –B8ZS

- Dựa trên bipolar-AMI
- Có 8 số 0 thì sẽ thay thế
 - Nếu xung điện áp cuối cùng trước đó là dương, thay thế bằng 000+—0—+
 - Xung điện áp cuối cùng trước đó là âm, thay thế bằng 000—+0+—
- Gây ra 2 vi phạm mã AMI
- Bộ thu diễn giải chúng trở lại thành 8 số 0



Chương 4

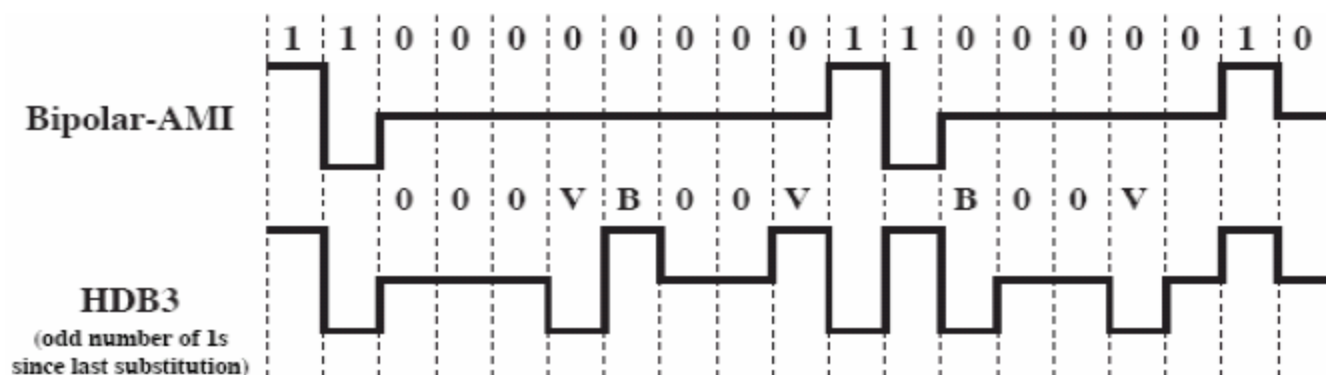
4.5 Mã hóa kênh

❖ Scrambling –HDB3

- Dựa trên bipolar-AMI
- Chuỗi 4 số 0 được thay thế theo quy tắc

TABLE 4.4 HDB3 substitution rules.

Polarity of preceding pulse	Number of bipolar pulses (ones) since last substitution	
	Odd	Even
–	000–	+00+
+	000+	–00–



Chương 4

4.6 Kỹ thuật điều chế số

❖ Điều chế

- Ứng dụng
 - Truyền dữ liệu số trên mạng điện thoại công cộng
- Phổ đường truyền: 300Hz → 3400Hz
- Thiết bị
 - MODEM (MOdulator-DEModulator)
- Kỹ thuật
 - Điều biên: Amplitude-Shift Keying (ASK)
 - Điều tần: Frequency-Shift Keying (FSK)
 - Điều pha: Phase-Shift Keying (PSK)

Chương 4

4.6 Kỹ thuật điều chế số

❖ Kỹ thuật điều biên (ASK)

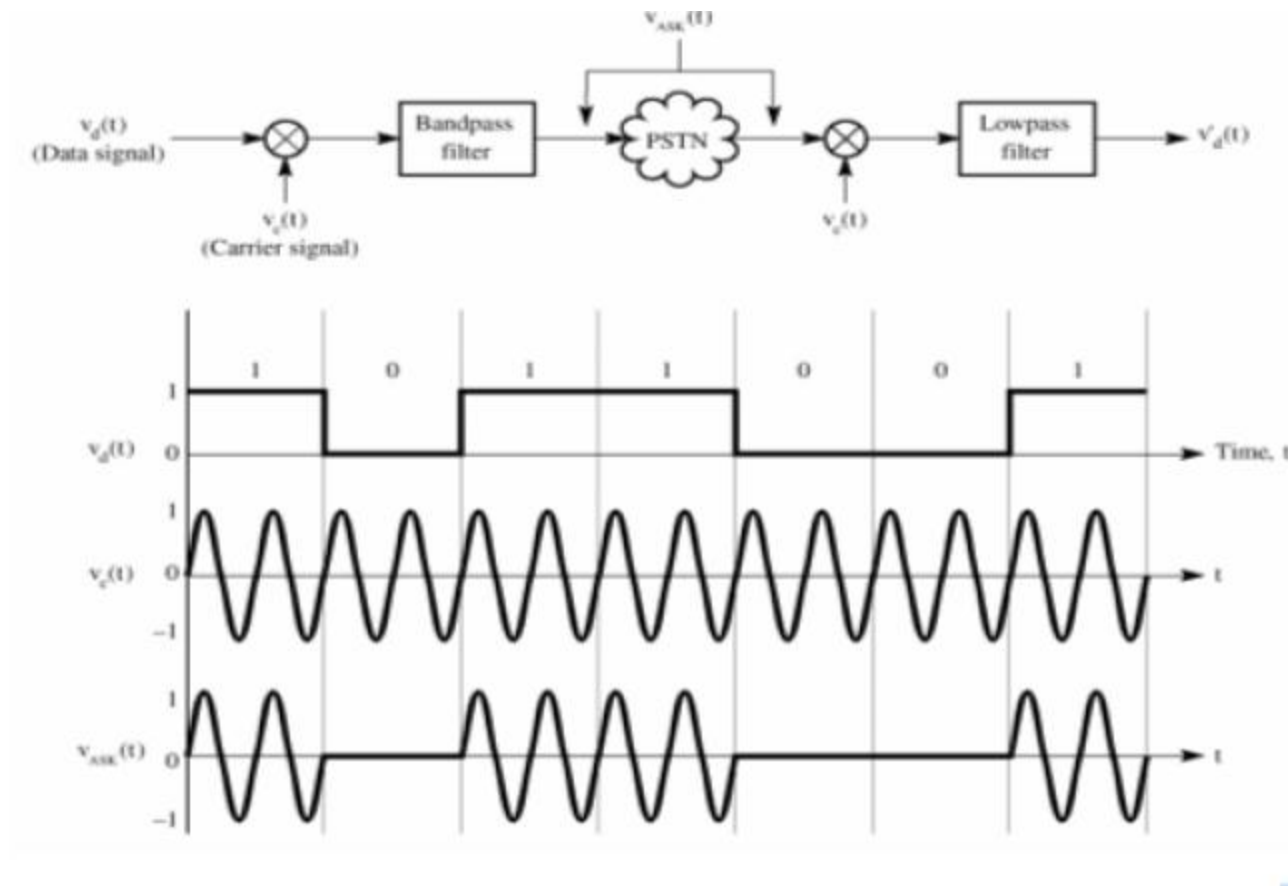
- Dùng 2 biên độ khác nhau của sóng mang để biểu diễn 0 và 1 (thông thường một biên độ bằng 0)
- Sử dụng một tần số sóng mang duy nhất
- Phù hợp trong truyền số liệu tốc độ thấp (~1200bps trên kênh truyền thoại)
- Kỹ thuật được dùng trong cáp quang

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t + \theta_c) & \text{binary 1} \\ 0 & \text{binary 0} \end{cases}$$

Chương 4

4.6 Kỹ thuật điều chế số

❖ Kỹ thuật điều biên (ASK) (tt)



Chương 4

4.6 Kỹ thuật điều chế số

❖ Kỹ thuật điều tần - FSK

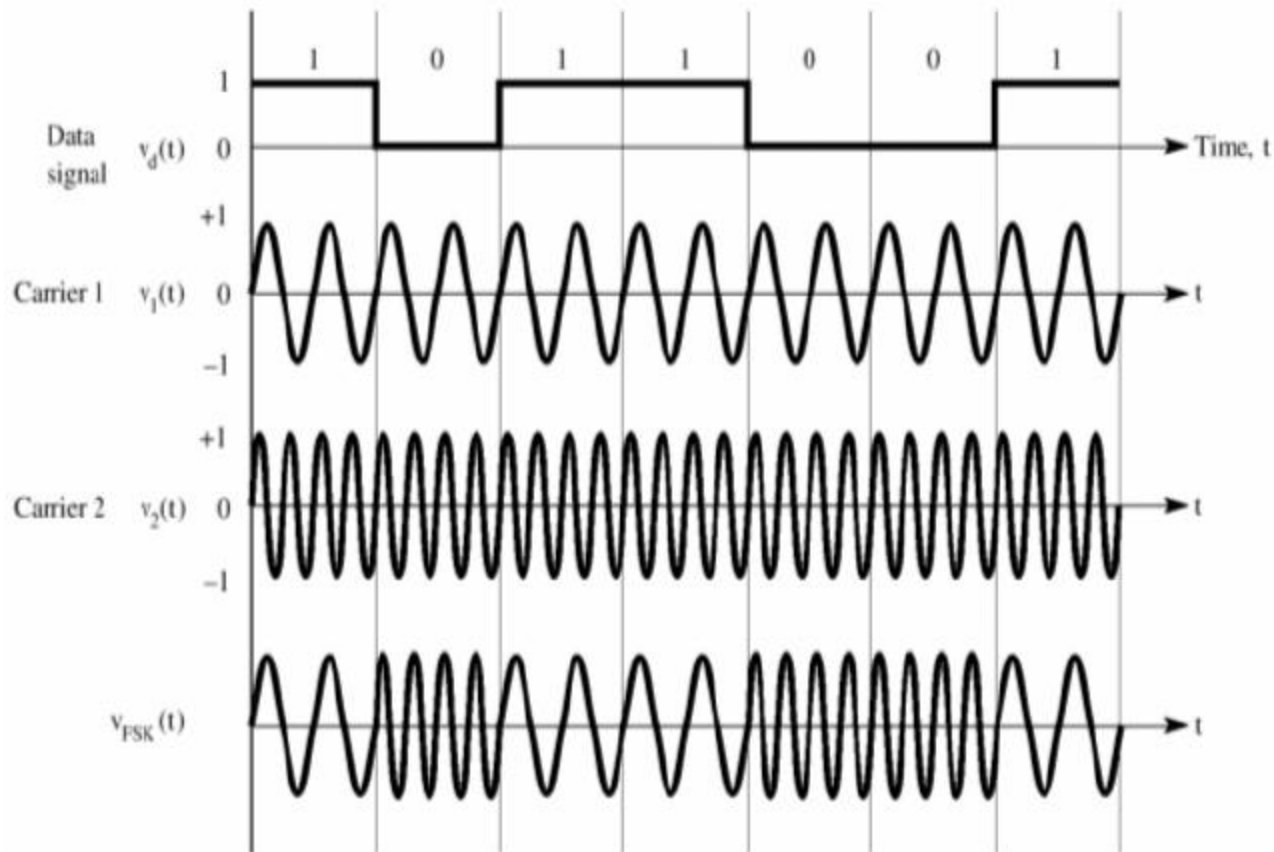
- Sử dụng hai tần số sóng mang: tần số cao tương ứng mức 1, tần số thấp tương ứng mức 0.
- Ít lỗi hơn so với ASK
- Có thể dùng tần số cao (3-30MHz) để truyền trên sóng radio hoặc cáp đồng trục

$$s(t) = \begin{cases} A\cos(2\pi f_1 t + \theta_c) & \text{binary 1} \\ A\cos(2\pi f_2 t + \theta_c) & \text{binary 0} \end{cases}$$

Chương 4

4.6 Kỹ thuật điều chế số

❖ Kỹ thuật điều tần – FSK (tt)



Chương 4

4.6 Kỹ thuật điều chế số

❖ Kỹ thuật điều pha -PSK

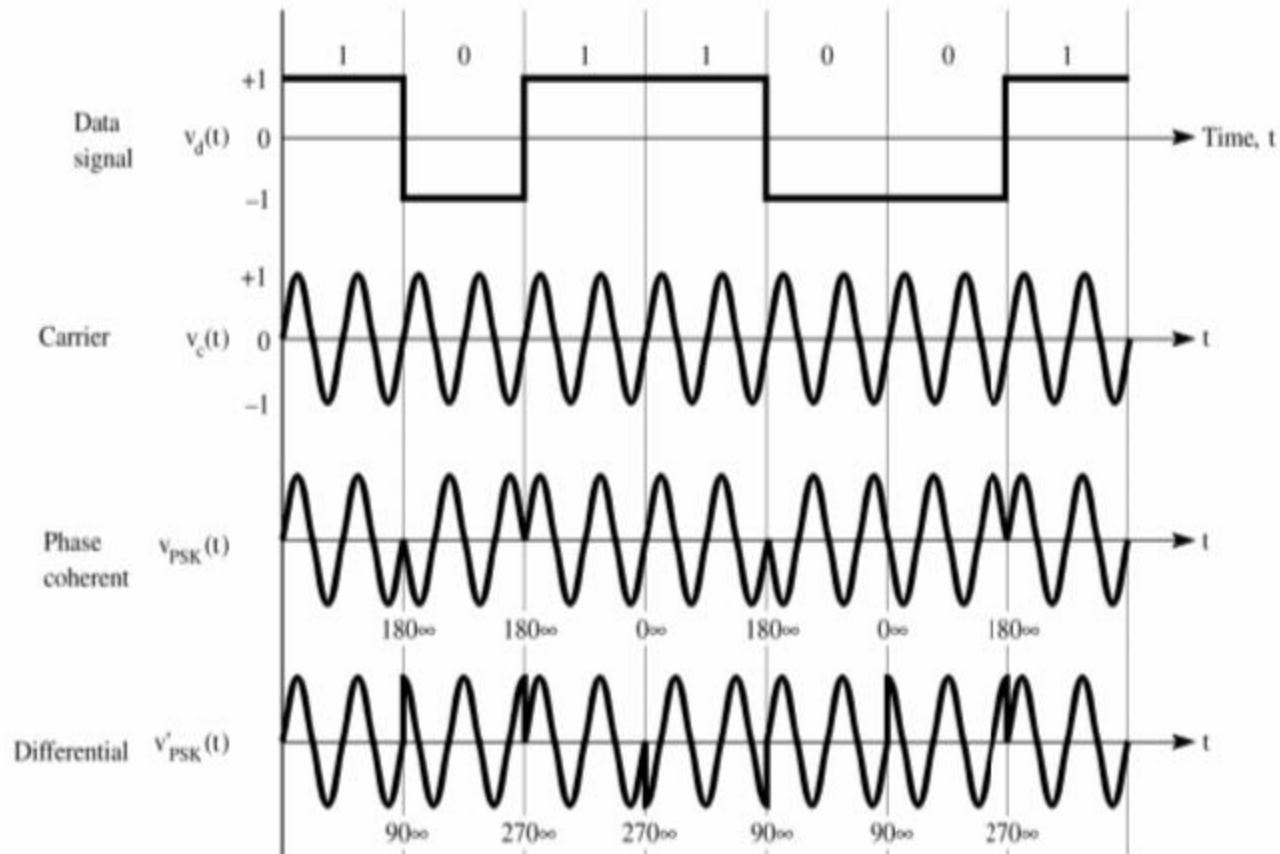
- Sử dụng một tần số sóng mang
- Thay đổi pha để biểu diễn các giá trị
- Cho phép mã hóa nhiều bit trên mỗi thay đổi tín hiệu sóng mang (Phase Amplitude Modulation)
- Thường được dùng trong truyền dữ liệu ở tốc độ 2400bps (2 bits per phase change - CCITT V.26) hoặc 4800bps (3 bits encoding per phase change - CCITT V.27) hoặc 9600bps (4 bits encoding per phase/amplitude change)

$$s(t) = \begin{cases} A\cos(2\pi f_c t + \varphi) & \text{binary1} \\ A\cos(2\pi f_c t) & \text{binary0} \end{cases}$$

Chương 4

4.6 Kỹ thuật điều chế số

❖ Kỹ thuật điều pha -PSK

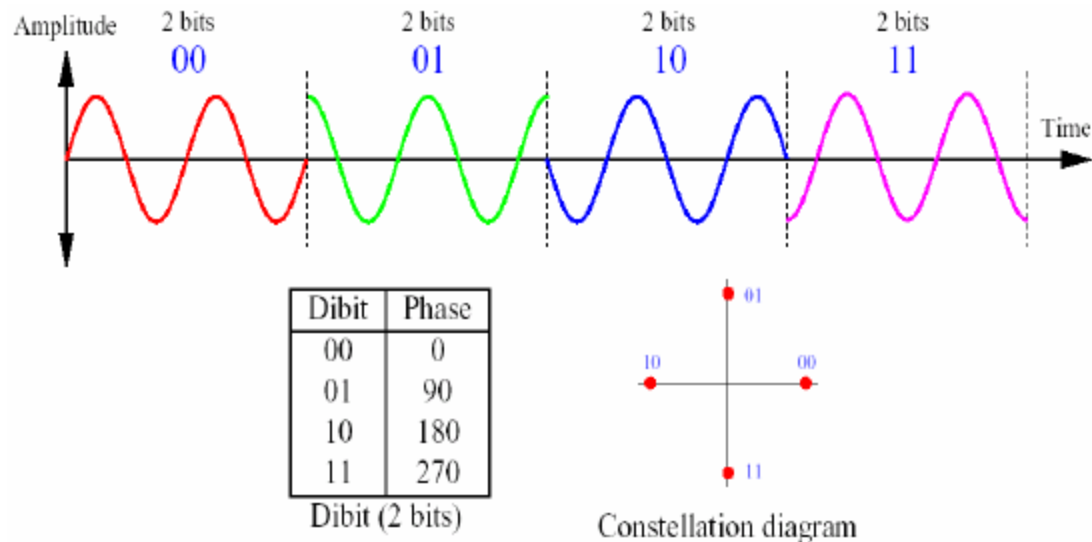


Chương 4

4.6 Kỹ thuật điều chế số

❖ Kỹ thuật điều pha – QPSK (Quadrature PSK)

$$S(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t + 0^\circ) & 00 \\ A \cos(2\pi f_c t + 90^\circ) & 01 \\ A \cos(2\pi f_c t + 180^\circ) & 10 \\ A \cos(2\pi f_c t + 270^\circ) & 11 \end{cases}$$

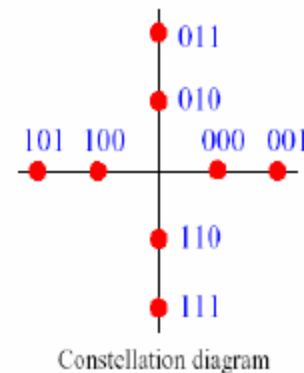
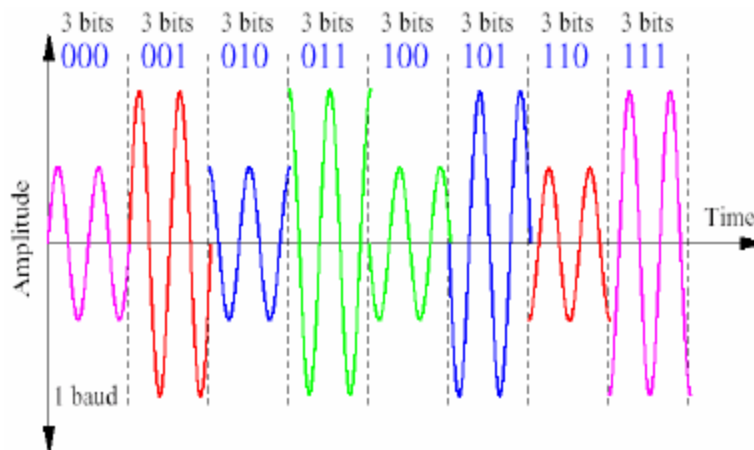


Chương 4

4.6 Kỹ thuật điều chế số

❖ QAM – Quarature Amplitude Modulation

- QAM được dùng trong ADSL và một số hệ thống wireless
- Kết hợp giữa ASK và PSK
- Gởi đồng thời 2 tín hiệu khác nhau cùng tần số mang
 - Dùng 2 bản sao của sóng mang, một cái được dịch đi 90
 - Mỗi sóng mang là ASK đã được điều chế



Chương 4

4.7 Số hóa tín hiệu tương tự

❖ Số hóa tín hiệu tương tự

- Ứng dụng
 - Truyền dữ liệu tương tự trên mạng truyền dữ liệu số
 - Số hóa
- Thiết bị
 - CODEC (COder-DECoder)
- Kỹ thuật
 - Điều chế xung mã: Pulse Code Modulation (PCM)
 - Điều chế Delta: Delta Modulation (DM)

Chương 4

4.7 Số hóa tín hiệu tương tự

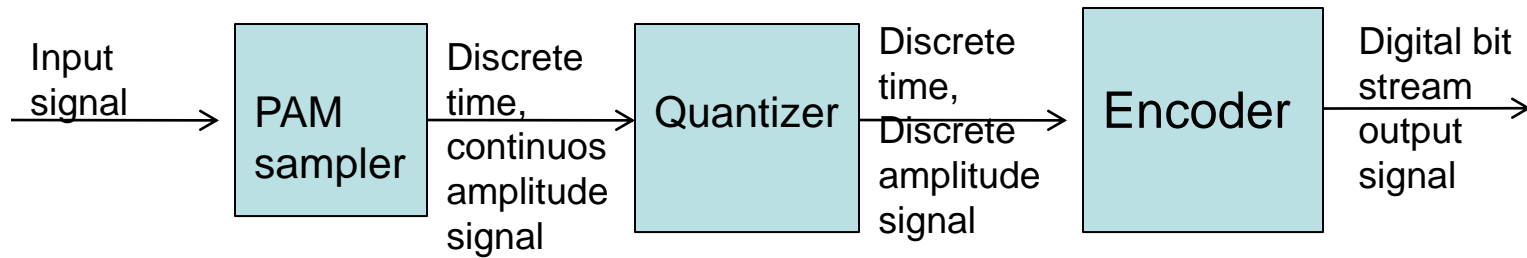
❖ PCM

- Tốc độ lấy mẫu
 - Nếu tín hiệu $f(t)$ được lấy mẫu đều với tốc độ lấy mẫu cao hơn tối thiểu 2 lần tần số tín hiệu cao nhất thì các mẫu thu được chứa đủ thông tin của tín hiệu cao nhất, thì các mẫu thu được chứa đủ thông tin của tín hiệu ban đầu.
 - Công thức Nyquist $N \geq 2 \cdot f_{\max}$
 - ✓ N : tốc độ lấy mẫu
 - ✓ f_{\max} : tần số cao nhất của tín hiệu được lấy mẫu
- Ví dụ: Dữ liệu tiếng nói
 - Giới hạn tần số $< 4000\text{Hz}$
 - Tốc độ lấy mẫu 8000 mẫu/giây

Chương 4

4.7 Số hóa tín hiệu tương tự

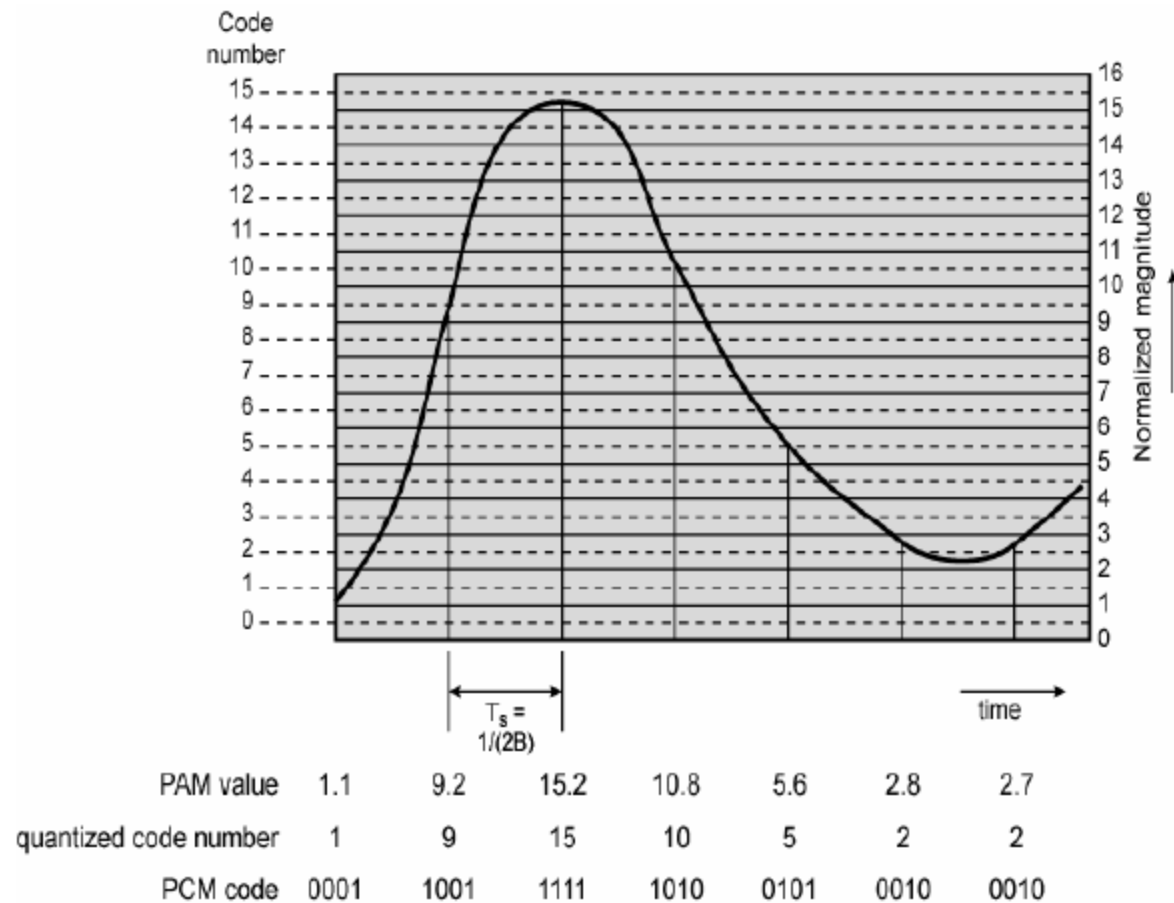
❖ PCM (tt)



Chương 4

4.7 Số hóa tín hiệu tương tự

❖ PCM (tt)



Chương 4

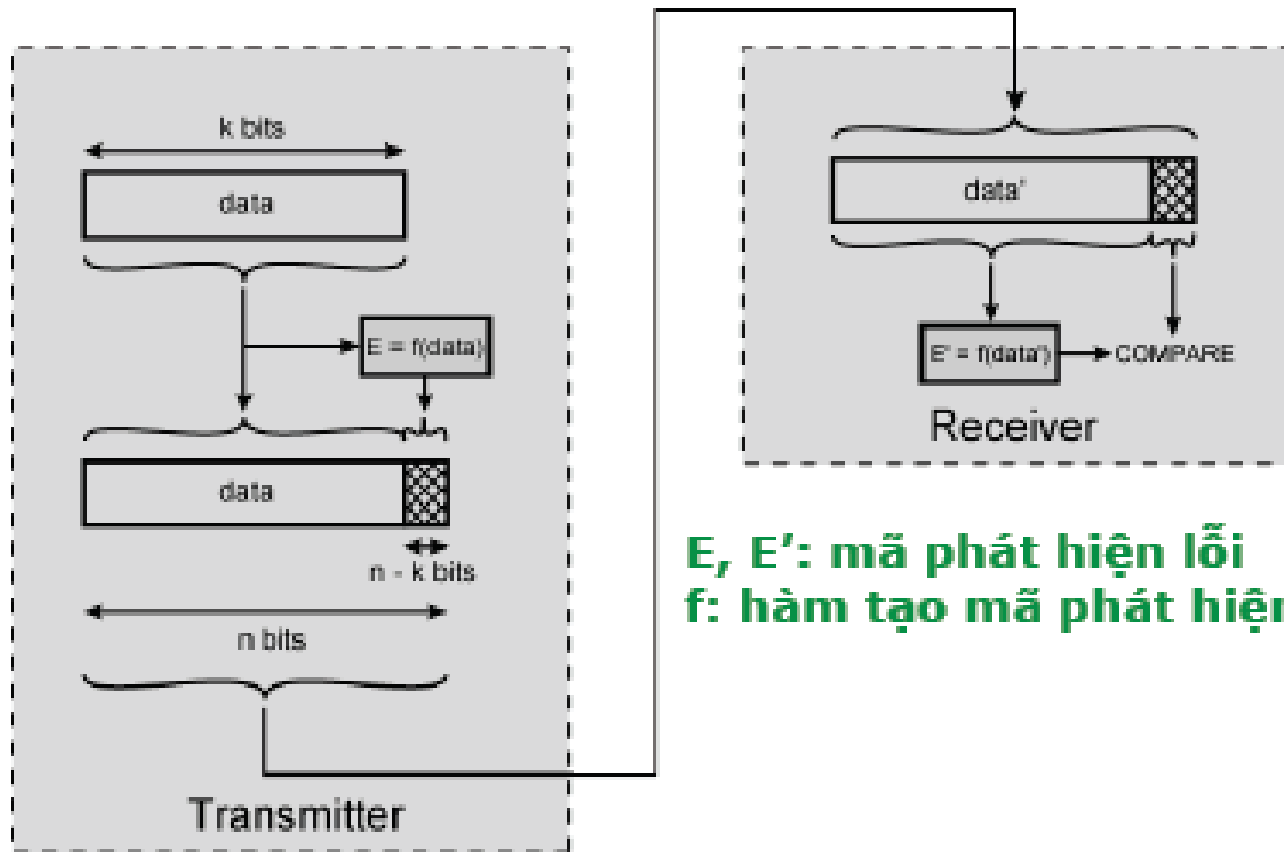
4.8 Kiểm soát lỗi

- ❖ Dữ liệu nhận có lỗi
- ❖ Hai cách khắc phục khi phát hiện có lỗi
 - Forward error control: Bên nhận có thể phát hiện và sửa lỗi
 - Feedback (backward)
 - Bên nhận có thể phát hiện lỗi
 - Yêu cầu truyền lại

Chương 4

4.8 Kiểm soát lỗi

❖ Phát hiện lỗi



E, E' : mã phát hiện lỗi
 f : hàm tạo mã phát hiện lỗi

Chương 4

4.8 Kiểm soát lỗi

❖ Các mã phát hiện lỗi

- Parity
- CRC
- . . .

Chương 4

4.8 Kiểm soát lỗi

❖ Parity

- Parity chẵn : $(N+P)$ phải là một số chẵn
- Parity lẻ : $(N+P)$ phải là một số lẻ
 - N : tổng số bit 1 có trong dữ liệu cần kiểm tra lỗi
 - P: Giá trị của bit parity

<i>Data</i> (ASCII)	<i>Data</i>							<i>Parity bit</i> (odd)
	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	
<i>h</i>	1	0	0	0	0	1	1	0
<i>e</i>	1	0	0	0	0	0	1	1

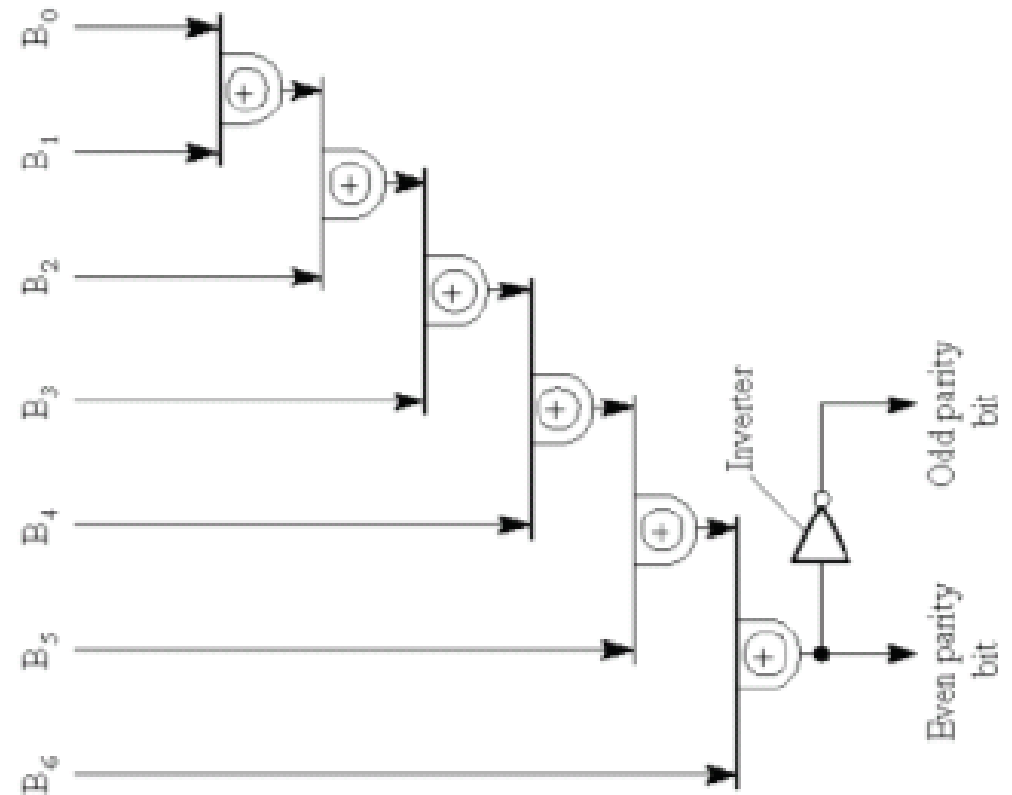
- Đặc điểm
 - Chỉ dò được một số lẻ bit
 - Hiện suất truyền thông tin kém
 - Không có khả năng sửa lỗi

Chương 4

4.8 Kiểm soát lỗi

❖ Parity (tt)

- Mạch tạo mã parity



Chương 4

4.8 Kiểm soát lỗi

❖ CRC

- Nguyên lý
 - K-bit message
 - Bên phát tạo ra chuỗi n bit FCS (Frame Check Sequence) sao cho frame gửi đi (k+n) bit chia hết cho 1 số xác định trước (đa thức sinh P)
 - Bên thu chia frame nhận được cho cùng số đó (P).
 - ✓ Nếu phần dư bằng 0 thì có khả năng không có lỗi
 - ✓ Nếu phần dư khác 0 thì có khả năng có lỗi

Chương 4

4.8 Kiểm soát lỗi

❖ Xác định FCS

- T : frame được truyền ($k+n$) bit
- M : msg dữ liệu cần truyền (k bit đầu của T)
- F: FCS (n bit sau của T)

❖ Số chia P

- Dài hơn 1 bit so với FCS mong muốn
- Được chọn tùy thuộc vào loại lỗi mong muốn phát hiện
- Yêu cầu tối thiểu :msb và lsb phải là 1

Chương 4

4.8 Kiểm soát lỗi

❖ Xác định FCS

- Biểu diễn dạng đa thức: $110011 \rightarrow x^5 + x^4 + x + 1$
- Chia đa thức (trong module 2)

❖ Ví dụ

- Dữ liệu cần truyền : 1001001 ($k = 7$ bits) \rightarrow đa thức biểu diễn: $M(x) = x^6 + x^3 + 1$
- Đa thức sinh 1001 : $P(x) = x^3 + 1$ ($n = 3$ bits)
- Dữ liệu dịch trái n bits: $x^n \cdot M = x^9 + x^6 + x^3$
- Chia dư 001: $FCS = 001$
- Dữ liệu được truyền : 1001001**001**

Chương 4

4.8 Kiểm soát lỗi

❖ Khả năng phát hiện lỗi

- $Tr = T + E$

- T: Frame được truyền
- Tr : Frame nhận được
- E: Đa thức lỗi

- Lỗi không bị phát hiện nếu và chỉ nếu Tr chia hết cho P

❖ Các lỗi được phát hiện

- Tất cả các lỗi bit đơn
- Tất cả các lỗi kép nếu P có ít nhất 3 toán hạng
- Một số lẻ lỗi bất kỳ nếu P chứa 1 thừa số (X+1)
- Bất kỳ lỗi chùm nào mà chiều dài của chùm nào mà chiều dài của chùm nhỏ hơn chiều dài FCS
- Hầu hết các lỗi chùm lớn hơn

Chương 4

4.8 Kiểm soát lỗi

- ❖ Các đa thức được sử dụng rộng rãi
 - $\text{CRC-12} = X^{12} + X^{11} + X^3 + X^2 + X + 1$
 - 12 – bit FCS
 - 6-bit characters
 - $\text{CRC -16} = X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$
 - 16 – bit FCS
 - 8 – bit characters
 - US
 - $\text{CRC –CCITT} = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$
 - Europe
 - $\text{CRC - 32} = X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$