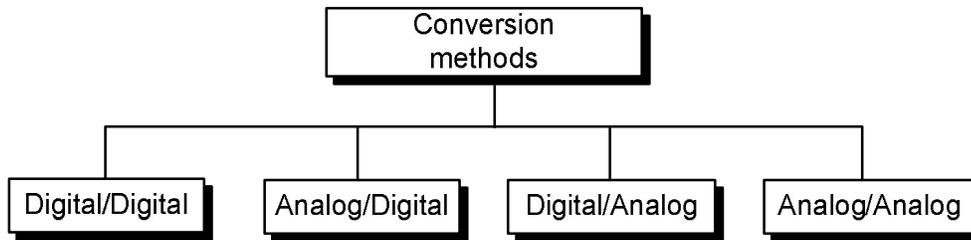


CHƯƠNG 5: MÃ HOÁ VÀ ĐIỀU CHẾ



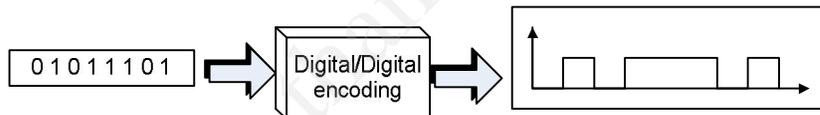
5.1 CHUYỂN ĐỔI DIGITAL – DIGITAL

+ **Khái niệm:** chuyển đổi (Mã hóa) số-số là phương pháp biểu diễn dữ liệu số bằng tín hiệu số.

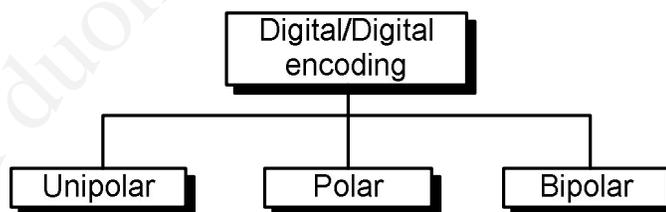
Ví dụ: khi truyền dữ liệu từ máy tính sang máy in, dữ liệu gốc và dữ liệu truyền đều ở dạng số.

+ **Đặc điểm:** các bit ‘1’ và ‘0’ được chuyển đổi thành chuỗi xung điện áp để có thể truyền qua đường dây.

+ **Sơ đồ khối:**



+ **Phân loại:** unipolar (Mã đơn cực), polar (Mã có cực), bipolar (Mã lưỡng cực).

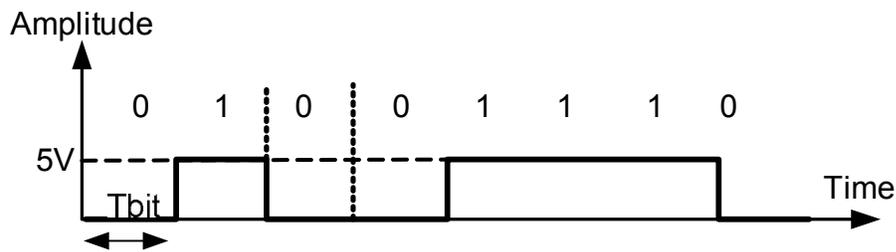


5.1.1 Unipolar- Mã đơn cực:

- Là dạng mã hóa đơn giản nhất (nguyên thủy-ra đời đầu tiên).
- Một mức điện áp biểu thị cho bit ‘0’ và một mức điện áp khác biểu thị cho bit ‘1’.

Ví dụ: Bit ‘0’ → 0 volt và ‘1’ → +V volt (+5V, +9V...); Tồn tại trong một chu kỳ Bit

Ví dụ 1: Cho 1 chuỗi bit 01001110, hãy biểu diễn chuỗi bit này dưới dạng mã Unipolar (đơn cực).



+ **Ưu điểm** : đơn giản và chi phí thấp.

+ **Khuyết điểm**: **Tồn tại** điện áp một chiều (DC) và bài toán đồng bộ.

- **Thành phần DC**: **Trị trung bình của mã đơn cực khác không**, tạo ra thành phần điện áp DC trên đường truyền. Khi tín hiệu tồn tại thành phần DC, không thể đi xuyên qua môi trường truyền.

- **Khả năng đồng bộ**: Khi tín hiệu truyền có giá trị không thay đổi, **máy thu không thể xác định được thời gian tồn tại của một bit (Chu kỳ bit)**. Hướng giải quyết **có thể dùng thêm một dây dẫn để truyền tín hiệu đồng bộ giúp máy thu biết về chu kỳ bit**.

5.1.2 Polar:

+ **Khái niệm**: mã hóa polar dùng hai mức điện áp: một mức có giá trị dương và một mức có giá trị âm, nhằm giảm thành phần DC.

+ **Phân loại**: NRZ, RZ và Biphase.

- NRZ: NRZ-L (nonreturn to zero–level: Cổng COM RS232) và NRZ–I (nonreturn to zero – invert)
- RZ (return to zero).
- Biphase: Manchester (dùng trong mạng ethernet LAN), Manchester vi sai (thường được dùng trong Token Ring LAN)

5.1.2.1 NRZ

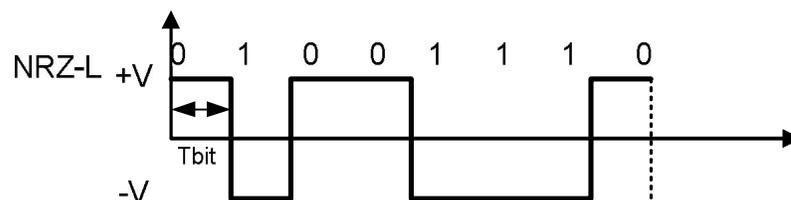
+ **Đặc điểm**: Tín hiệu có giá trị là dương (+V) hoặc âm (-V).

+ **Phân loại**: **NRZ – L** (Cổng COM RS232) và **NRZ – I**

a. NRZ – L:

+ **Đặc điểm**: Bit ‘0’ → +V (+3V, +5V, +15V..); Bit ‘1’ → -V (-3V, -5V, -15V...)

Ví dụ 2: Cho chuỗi 01001110, hãy biểu diễn chuỗi bit này dưới dạng mã **NRZ – L**.



+ **Ưu điểm**: Thành phần DC giảm hơn so với mã đơn cực.

+ **Khuyết điểm: Bài toán đồng bộ:** Khi tín hiệu truyền có giá trị không thay đổi, máy thu không thể xác định được thời gian tồn tại của một bit (Chu kỳ bit). Hướng giải quyết có thể làm dùng thêm một dây dẫn để truyền tín hiệu đồng bộ giúp máy thu biết về chu kỳ bit

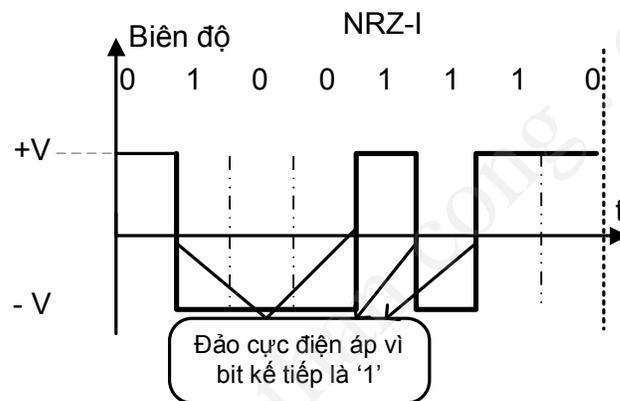
b. NRZ – I:

+ **Đặc điểm:**

- Gặp bit ‘1’ → sẽ đảo cực điện áp trước đó.
- Gặp bit ‘0’ → sẽ không đảo cực điện áp trước đó.

(Bit đầu tiên có thể giả sử dương hoặc âm)

Ví dụ 3: Cho chuỗi 01001110, hãy biểu diễn chuỗi bit này dưới dạng mã NRZ – I. Giả sử ban đầu điện áp dương.

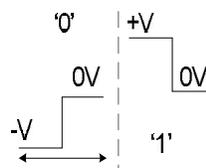


- Ưu điểm hơn NRZ – L vấn đề đồng bộ đã được giải quyết khi gặp chuỗi bit 1 liên tiếp.

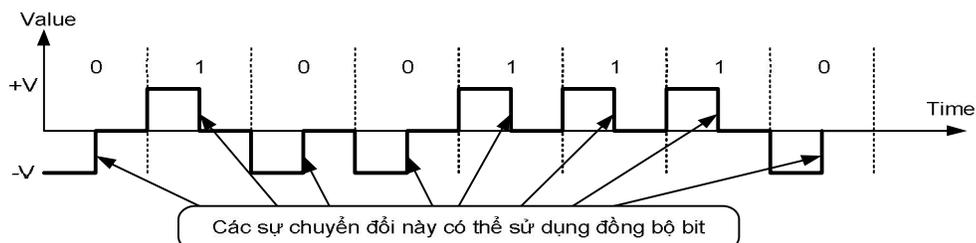
5.1.2.2 RZ :

+ **Đặc điểm:**

- Bit ‘0’ → Nửa chu kỳ đầu của bit là điện áp -V và nửa chu kỳ sau của bit là điện áp 0V.
- Bit ‘1’ → Nửa chu kỳ đầu của bit là điện áp +V và nửa chu kỳ sau của bit là điện áp 0V.



Ví dụ 4: Cho chuỗi 01001110, hãy biểu diễn chuỗi bit này dưới dạng mã RZ.



+ **Ưu điểm:** Giải quyết vấn đề đồng bộ cho chuỗi bit '1' hoặc chuỗi bit '0' liên tiếp.

+ **Khuyết điểm:** có băng thông rộng hơn (dải tần số lớn). Có 3 mức điện áp.

Tuy nhiên, ta sẽ thấy đây là phương pháp hiệu quả nhất. (Một phương pháp mã hóa tín hiệu số tốt phải có dự phòng cho chế độ đồng bộ)

5.1.2.3 BIPHASE:

+ **Đặc điểm:**

- Tồn tại điện áp +V và -V trong 1 bit.
- Thành phần DC bằng zêrô.
- Phương pháp đồng bộ hóa tốt.

+ **Phân loại:** Manchester và Manchester vi sai.

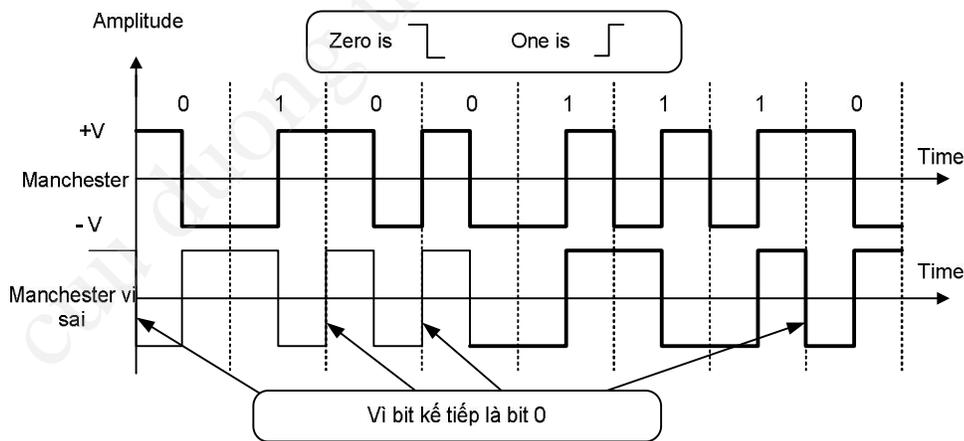
- **Manchester:**

- Bit '0' → Nửa chu kỳ đầu của bit là điện áp +V và nửa chu kỳ còn lại là điện áp -V
- Bit '1' → Nửa chu kỳ đầu của bit là điện áp -V và nửa chu kỳ còn lại là điện áp +V

- **Manchester vi sai:**

- Gặp bit '0' sẽ đảo cực điện áp trước đó.
- Gặp bit '1' sẽ giữ nguyên cực điện áp trước đó.
- Luôn luôn có sự thay đổi điện áp tại giữa chu kỳ bit.

Ví dụ 5: Cho chuỗi **01001110**, hãy biểu diễn chuỗi bit này dưới dạng mã Manchester và Manchester vi sai. Giả sử ban đầu điện áp dương.

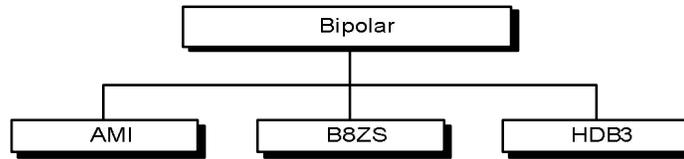


+ **Ưu điểm:** Các vị trí giữa chu kỳ bit cho phép tạo đồng bộ. Thành phần DC triệt tiêu.

5.1.3 BIPOLAR (Lưỡng cực)

+ **Đặc điểm:** Dùng ba mức điện áp: dương, âm, và zêrô (0 volt).

+ **Phân loại:** AMI, B8ZS và HDB3

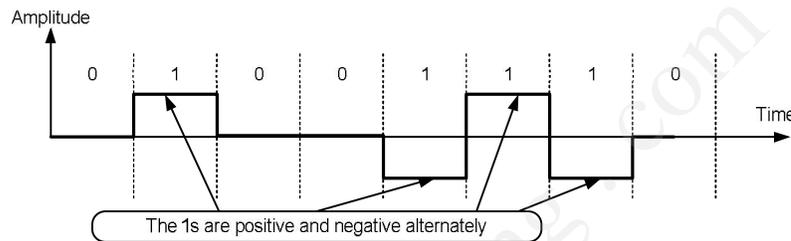


5.1.3.1 AMI (Alternate Mark Inversion)

+ **Đặc điểm:**

- Bit '0' → 0 Volt.
- Bit '1' → điện áp -V hoặc + V luân phiên (Tồn tại 1 chu kỳ bit).

Ví dụ 6: Cho chuỗi dữ liệu **01001110**, hãy biểu diễn chuỗi bit này dưới dạng mã AMI.



Biến thể của phương pháp này được gọi là giả tam nguyên (pseudo-ternary) theo đó các bit 0 lần lượt nhận các giá trị điện áp dương và âm.

+ **Ưu điểm :**

- AMI làm triệt tiêu thành phần DC của tín hiệu
- Đồng bộ đối với chuỗi các giá trị bit "1" liên tiếp.

+ **Khuyết điểm :**

- Dễ mất đồng bộ đối với chuỗi các giá trị bit "0" liên tiếp.

5.1.3.2 B8ZS (Bipolar 8- Zero Substitution):

+ **Đặc điểm:**

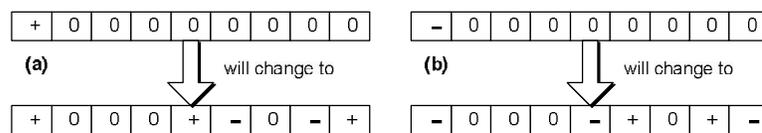
- Bit '1' → điện áp -V hoặc + V luân phiên (Tồn tại 1 chu kỳ bit), đảo cực điện áp trước đó.
- Bit '0' → đếm số bit '0' liên tiếp:

Nếu không phải là nhóm 8 bit '0' liên tiếp sẽ mã hoá là 0 Volt.

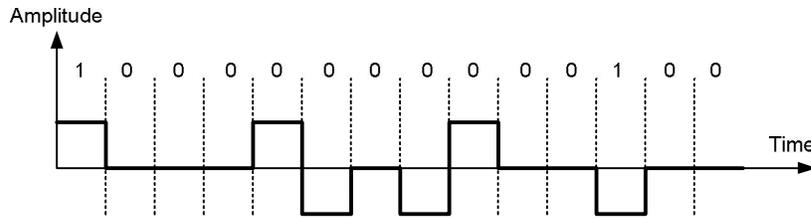
Nếu là 8 bit 0 liên tiếp sẽ mã hoá như sau:

$$+ 00000000 \rightarrow + 000 + - 0 - + \quad (+ \rightarrow +V; - \rightarrow -V)$$

$$- 00000000 \rightarrow - 000 - + 0 + - \quad (+ \rightarrow +V; - \rightarrow -V)$$



Ví dụ 7: Cho chuỗi 1000000000100, hãy biểu diễn chuỗi bit này dưới dạng mã B8ZS. Giả sử bit '1' đầu tiên có điện áp dương.



5.1.3.3 HDB3 (High-Density Bipolar)

+ **Đặc điểm:**

- Bit 1 → điện áp -V hoặc + V luân phiên (Tồn tại 1 chu kỳ bit), đảo cực điện áp trước đó.
- Bit 0 → **đếm số bit 0**

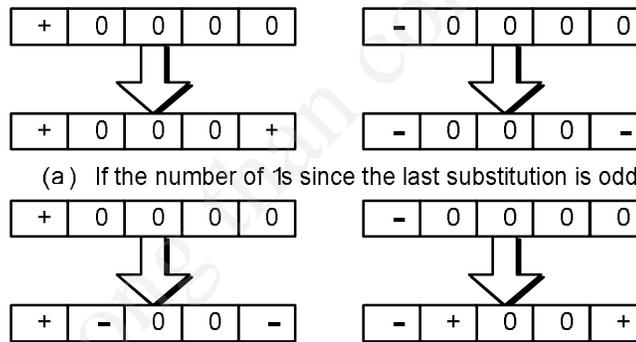
Nếu không phải là 4 bit '0' liên tiếp sẽ mã hoá là 0 Volt.

Nếu là 4 bit '0' liên tiếp thì sẽ tính tổng số xung (+ hoặc -)

Là số lẻ: $\pm 0000 \rightarrow \pm 000\pm$

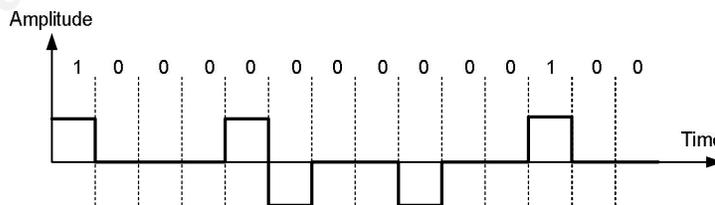
Là số chẵn: $+0000 \rightarrow + -00-$

$-0000 \rightarrow -+00+$

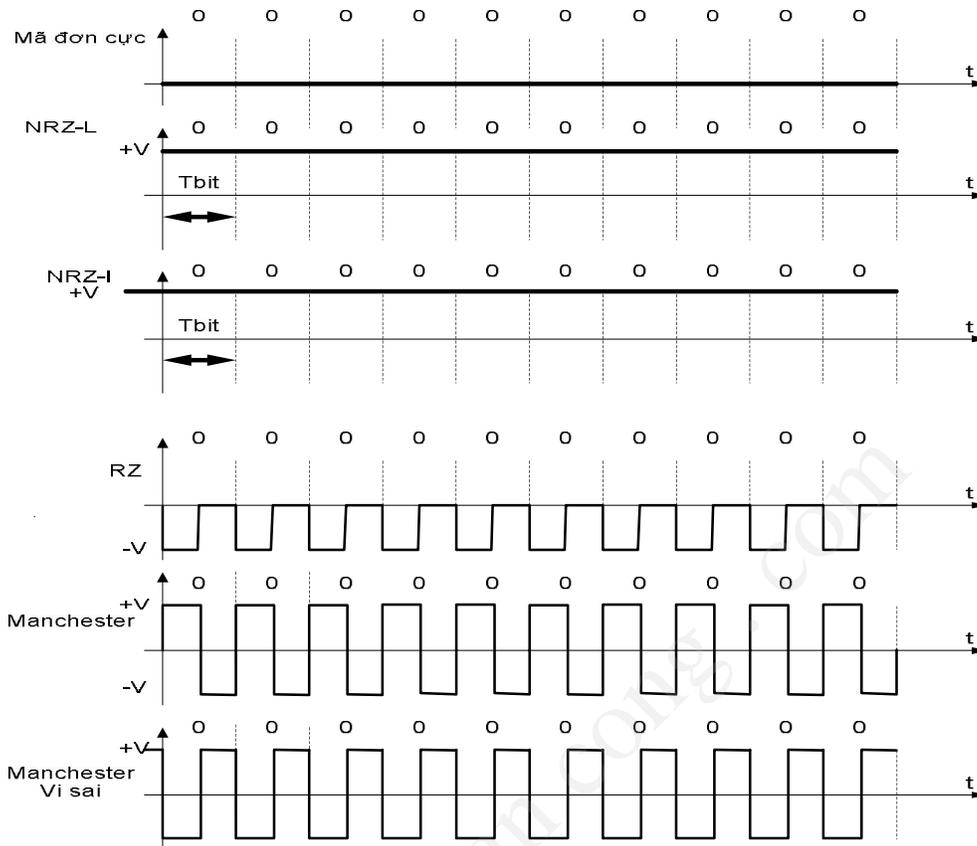


(b) If the number of 1s since the last substitution is even

Ví dụ 8: Dùng mã HDB3, mã hóa luồng bit 1000000000100, biết bit '1' đầu tiên là điện áp dương.



Ví dụ 9: Cho 1 chuỗi nhị phân 10 bit '0' liên tiếp, hãy biểu diễn chuỗi bit này dưới dạng các mã Unipolar, NRZ-I, NRZ-L, RZ, Manchester, Manchester vi sai, AMI, B8ZS, HDB3. Giả sử điện áp trước 10 bit này là dương và số bit 1 là số chẵn.



5.2 CHUYỂN ĐỔI ANALOG – DIGITAL

Khi ta cần rời rạc hóa tín hiệu tương tự.

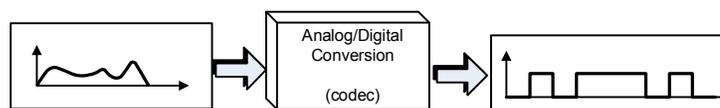
Ví dụ: như khi gọi tín hiệu thoại qua đường dây dài, do tín hiệu số có tính chống nhiễu tốt hơn so với tín hiệu tương tự (analog).

+**Khái niệm:** chuyển đổi tương tự - số (số hóa tín hiệu tương tự) là quá trình chuyển tín hiệu tương tự thành luồng tín hiệu số. Hoặc (biểu diễn các thông tin có trong tín hiệu liên tục thành chuỗi các tín hiệu số 1, 0).

+ **Mục đích:**

- Giảm thiểu khối lượng lớn các giá trị trong thông tin của tín hiệu tương tự để có thể được biểu diễn thành luồng tín hiệu số mà không bị thất thoát thông tin. codec (coder – decoder).
- Chống nhiễu.
- Dễ xử lý.

+**Sơ đồ khối:**

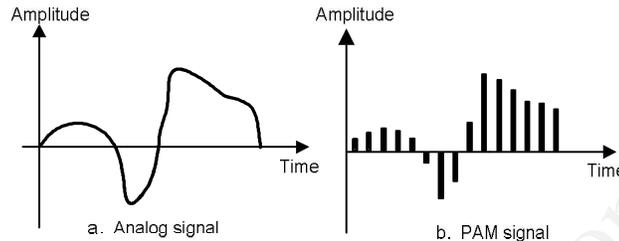


Chú ý:

- Có thể sử dụng bất kỳ dạng tín hiệu số nào trong mục 5.1
- Không làm thất thoát hay làm giảm chất lượng tin.

5.2.1 PAM (Pulse Amplitude Modulation –Điều chế biên độ xung):

+ **PAM** : Lấy mẫu và tạo ra chuỗi xung- Bước đầu tiên cho việc chuyển đổi tương tự - số



Hình 5.1

+ **Điều kiện lấy mẫu** (sampling rate)

Theo định lý Nyquist, tốc độ lấy mẫu phải lớn hơn hoặc bằng hai lần tần số cao nhất của tín hiệu.

$$f_s \geq 2 f_{i \max}$$

Chu kỳ lấy mẫu: $T_s = 1/f_s$

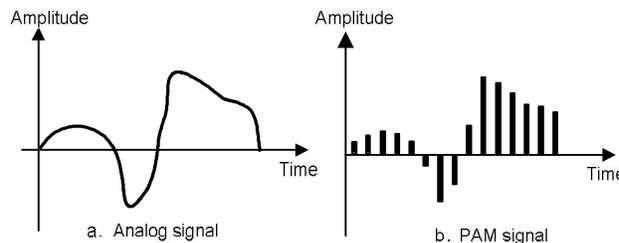
PAM không được dùng trong thông tin số với lý do là tuy đã rời rạc hóa nhưng tín hiệu PAM cũng chứa quá nhiều thành phần biên độ với các giá trị khác nhau (vẫn còn là dạng tương tự).

5.2.2 PCM (Pulse Coded Modulation - Điều chế xung mã):

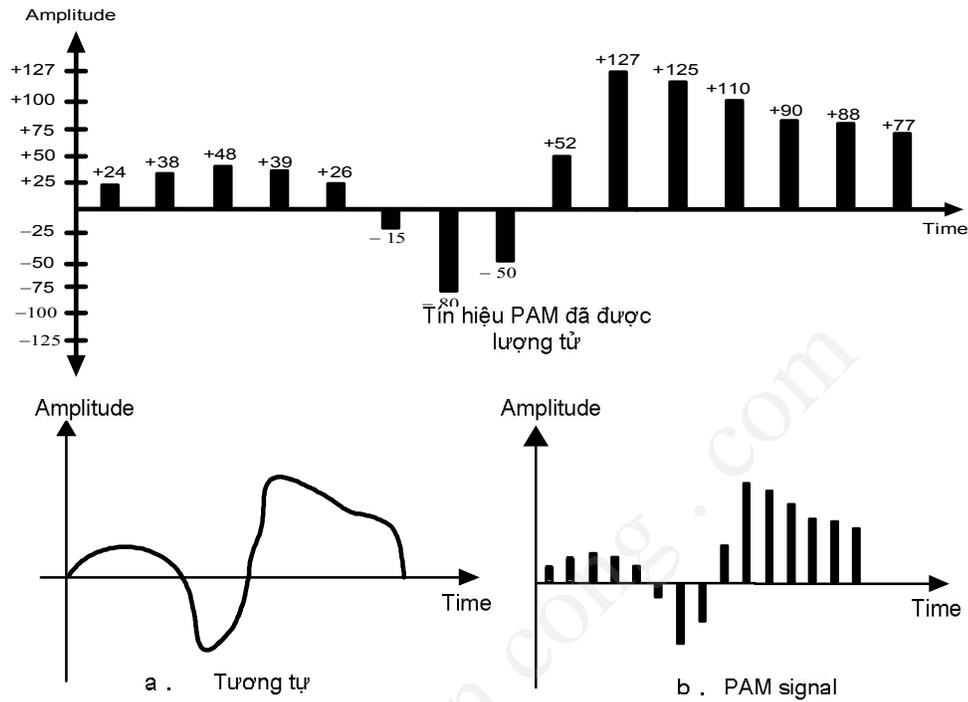
+ **Khái niệm:** PCM là quá trình chuyển tín hiệu PAM sang tín hiệu số.

+ **Các bước thực hiện PCM: 4 bước:**

- Lấy mẫu và giữ (PAM).
 - Lượng tử hóa.
 - Mã hóa nhị phân.
 - Mã hóa số - số.
- PAM: lấy mẫu và giữ (theo **định lý Nyquist**)



- Lượng tử hóa (quantilization): là phương thức gán giá trị bất kỳ của tín hiệu (sau khi lấy mẫu) về một mức đã được định sẵn.

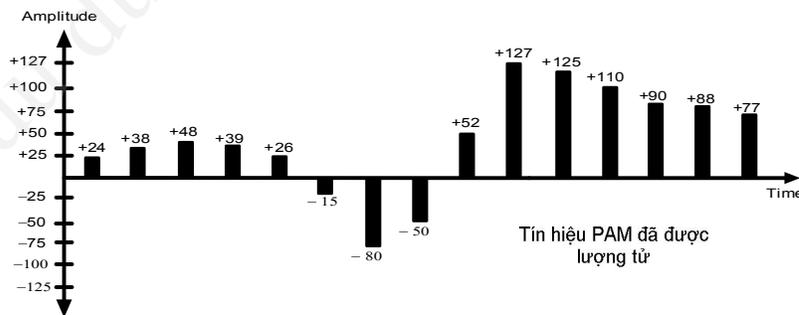


- **Mã hoá nhị phân:** Chuyển mỗi mẫu lượng tử thành 1 tổ hợp nhị phân.

Số bit cho 1 mức = $\log_2[\text{tổng số mức lượng tử}]$

Ví dụ: Có 256 mức lượng tử, suy ra Số bit cho 1 mức: $\log_2[256]=8$

Ví dụ: Mỗi giá trị được chuyển sang giá trị bảy bit nhị phân tương ứng, bit thứ tám nhằm biểu thị dấu.

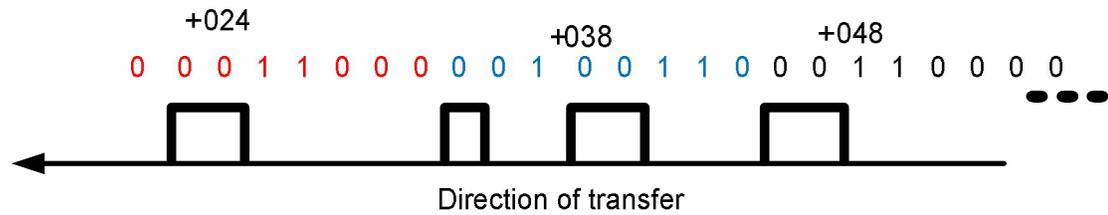


+024	00011000	-015	10001111	+125	01111101
+038	00100110	-080	11010000	+110	01101110
+048	00110000	-050	10110010	+090	01011010
+039	00100111	+052	00110110	+088	01011000
+026	00011010	+127	01111111	+077	01001101

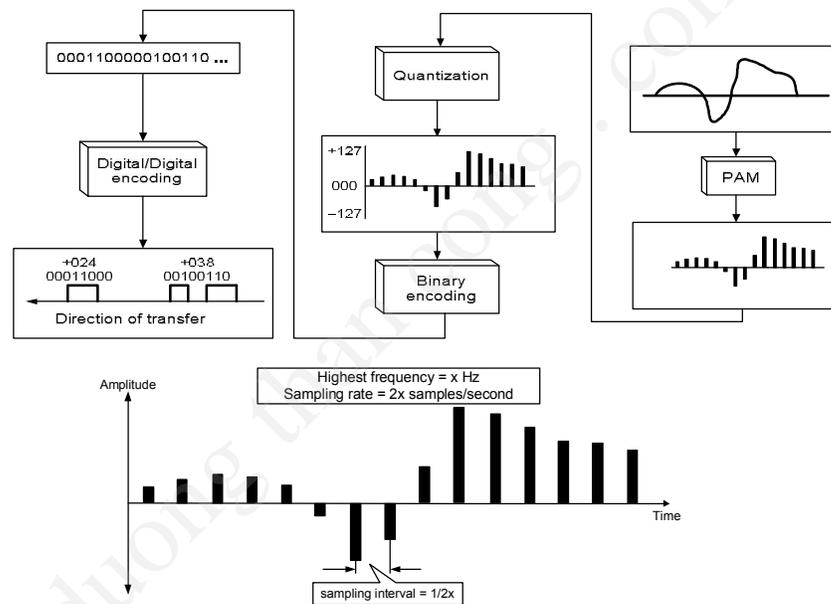
Sign bit
+ is 0 - is 1

- **Mã hoá số- số:** Chuyển các bit nhị phân thành tín hiệu số (mã đơn cực, lưỡng cực....)

Ví dụ : phương pháp điều chế xung mã PCM của một tín hiệu số được chuyển theo mã unipolar, trong hình chỉ vẽ giá trị 3 mẫu đầu.



+ **PCM là phương pháp lấy mẫu tín hiệu được dùng trong số hóa tín hiệu thoại trong truyền dẫn T-line trong hệ thống viễn thông Bắc Mỹ, E-line trong hệ thống viễn thông Châu Âu.**



Hình 5.2

Ví dụ 10: Tính tốc độ lấy mẫu (tần số lấy mẫu) của tín hiệu có băng thông 10kHz (từ 1khz đến 11khz)?

Giải: $f_s \geq 2 f_{imax}$

Tốc độ lấy mẫu phải là hai lần tần số cao nhất của tín hiệu,

Tốc độ lấy mẫu = $2 \times 11.000 = 22.000$ mẫu/ giây.

Số bit trong mỗi mẫu là $\text{Log}_2(\text{Tổng số mức})$

$n = \text{Log}_2(M)$

n: là số bit trong mỗi mẫu. (số nguyên)

M: là tổng số mức

Ví dụ 11: Lấy mẫu tín hiệu, có **12 mức**. Hỏi cần bao nhiêu bit trong mỗi mẫu?

Giải: Số bit cần trong mỗi mẫu là:

$$n = \log_2(M) = \log_2(12) = 3,58 \text{ làm tròn} \rightarrow 4$$

+ **Tốc độ bit** (bit rate): Sau khi có được số bit trong mẫu, ta cần tính tốc độ bit dùng công thức sau:

$$\text{Tốc độ bit} = \text{tốc độ lấy mẫu} \times \text{số bit trong mỗi mẫu.}$$

$$R_{\text{bit}} = f_s \times n \text{ (bps: bit per second)}$$

f_s : Tần số lấy mẫu (tốc độ lấy mẫu)

n : số bit trong mỗi mẫu.

Ví dụ 12: Cần số hóa tín hiệu thoại, tính tốc độ bit, giả sử có 8 bit trong mỗi mẫu? Giả sử tín hiệu thoại có tần số cực đại là 4 KHz.

Giải: Tốc độ lấy mẫu = $4000 \times 2 = 8000$ mẫu/giây.

Tốc độ bit được tính theo:

$$\text{Tốc độ bit} = \text{Tốc độ lấy mẫu} \times \text{số bit trong mỗi mẫu} = 8000 \times 8 = 64.000 \text{ bps} = 64\text{Kbps}$$

Câu Hỏi:

1. Vẽ sơ đồ khối của kỹ thuật PCM, giải thích chức năng từng khối, nêu điều kiện lấy mẫu.
2. Tính tốc độ lấy mẫu, chu kỳ lấy mẫu, tốc độ bit của luồng PCM.

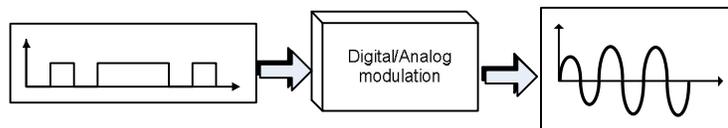
5.3 CHUYỂN ĐỔI SỐ-TƯƠNG TỰ (Điều chế số)

+**Khái niệm:** Điều chế số là quá trình thay đổi một trong các đặc tính (Biên độ, Tần số, Pha) của tín hiệu sóng mang (điều hoà, sin) dựa trên thông tin của tín hiệu số (1 và 0).

+**Lý do điều chế số:**

- Khi truyền dữ liệu từ một thiết bị số A sang một thiết bị số B dùng đường dây điện thoại, vô tuyến. Hoặc khoảng cách truyền xa.
Dây điện thoại lại mang tín hiệu tương tự, nên phải chuyển đổi tín hiệu số sang tín hiệu tương tự.
- Ghép kênh.

+ **Sơ đồ khối**



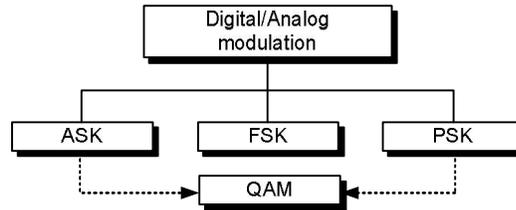
+ **Phân loại:**

Tín hiệu sin được định nghĩa từ ba đặc tính: biên độ, tần số và góc pha.

Trong truyền số liệu, ta quan tâm đến các phương pháp sau:

- ASK (amplitude shift keying): điều chế số biên độ, khoá dịch biên độ
- FSK (frequency shift keying): điều chế số tần số, khoá dịch tần số
- PSK (phase shift keying): điều chế số pha, khoá dịch pha

Ngoài ra còn có phương thức thứ tư là QAM (quadrature amplitude modulation) là phương thức điều chế rất hiệu quả dùng trong các modem.

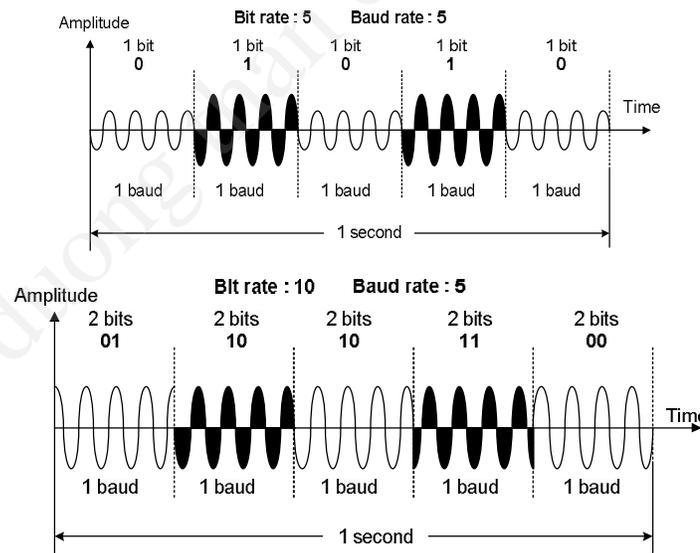


+ Các yếu tố của điều chế số

Có 2 yếu tố quan trọng **điều chế số**: Tốc độ bit/baud và tín hiệu sóng mang (Sin).

- **Tốc độ bit (R_{bit})**: là số bit được truyền trong một giây (bps: bit per second)
- **Tốc độ baud ($R_{baud}=N_{baud}$)**: là số đơn vị tín hiệu truyền trong một giây (baud/s)

Đơn vị tín hiệu là một tín hiệu sóng mang (sin) đã chứa tín hiệu số (có thể mang 1bit, 2bit, 3 bit...)



Ý nghĩa tốc độ baud nhằm xác định băng thông cần thiết để truyền tín hiệu.

Tốc độ bit = tốc độ baud x số bit trong một đơn vị tín hiệu

$$R_{bit} = R_{baud} \times n$$

+ Ví dụ:

- Baud tương tự như xe, còn bit tương tự như người trong xe.
- Một chuyến xe chở một hoặc nhiều người.

- Nếu 1000 xe di chuyển từ điểm này sang điểm khác chỉ chở một người (Ví dụ lái xe) thì mang được 1000 người.
- Với số xe trên, mỗi xe chở 4 người, ta vận chuyển được 4000 người.
- Số xe là đơn vị lưu thông trên đường, tức là tạo nhu cầu về độ rộng của con đường.

Nói cách khác, tốc độ baud xác định bằng thông cần thiết, chứ không phải tốc độ bit.

Ví dụ 13: Một tín hiệu tương tự (sóng mang) mang 4 bit trong đơn vị tín hiệu. Giả sử có 1000 đơn vị tín hiệu được truyền trong một giây, hãy xác định tốc độ baud và tốc độ bit.

Giải:

$$\text{Tốc độ baud} = \text{số đơn vị tín hiệu trong 1s} = 1000 \text{ baud/giây}$$

$$\text{Tốc độ bit} = \text{tốc độ baud} \times \text{số bit trong một đơn vị tín hiệu} = 1000 \times 4 = 4000 \text{ bps.}$$

Ví dụ 14: Cho tốc độ bit của tín hiệu là 3000 bps. Giả sử mỗi phần tử tín hiệu mang 6 bit, hãy tính tốc độ baud.

Giải:

$$\text{Tốc độ baud} = \text{tốc độ bit} / \text{số bit trong mỗi phần tử tín hiệu} = 3000/6 = 500 \text{ baud/giây}$$

+ Tín hiệu sóng mang (carrier signal):

- Trong truyền dẫn analog, thiết bị phát tạo ra tần số sóng cao tần làm nền cho tín hiệu thông tin. Tín hiệu nền này được gọi là sóng mang hay tần số sóng mang (dạng điều hoà, sin).
- Thiết bị thu được chỉnh để thu tần số sóng mang, trong đó có tín hiệu số đã được điều chế.
- Tín hiệu mang thông tin được gọi là tín hiệu điều chế.

5.3.1 ASK (amplitude shift keying: điều chế số biên độ):

+ **Khái niệm:** Là quá trình các bit ‘1’ và ‘0’ làm thay đổi biên độ của tín hiệu sóng mang (tần số và pha không thay đổi).

Ví dụ:

$$\text{‘0’} \rightarrow v_{c1}(t) = V_{cm1} \sin(2\pi f_c t + 180^\circ); \text{ Tồn tại trong 1 chu kỳ bit}$$

$$\text{‘1’} \rightarrow v_{c2}(t) = V_{cm2} \sin(2\pi f_c t + 180^\circ); \text{ Tồn tại trong 1 chu kỳ bit}$$

Giả sử $V_{cm2} > V_{cm1}$;

Ví dụ 15: Cho một tín hiệu số **01010**, tốc độ bit là **5 bps**, được điều chế bằng phương pháp ASK. Tần số sóng mang $f_c = 20\text{Hz}$. Biên độ đối với bit ‘1’ là **5V**, biên độ đối với bit ‘0’ là **2V**. Pha ban đầu của sóng mang là 180° .

- Vẽ tín hiệu ASK.
- Tín hiệu ASK có phải là tín hiệu điều hoà hay không? Giải thích.
- Tính tốc độ Baud.

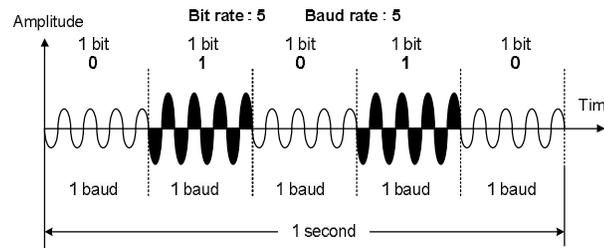
Giải:

a. Vẽ tín hiệu ASK.

$$\text{‘0’} \rightarrow v_{c1}(t) = 2 \cdot \sin(2\pi \cdot 20t + 180^\circ) \text{ V}; \text{ Tồn tại trong 1 chu kỳ bit}$$

$$\text{‘1’} \rightarrow v_{c2}(t) = 5 \sin(2\pi \cdot 20t + 180^\circ) \text{ V}; \text{ Tồn tại trong 1 chu kỳ bit}$$

Chu kỳ bit $T_b = 1/R_b = 1/5 = 200\text{ms}$
 Chu kỳ sóng mang $T_c = 1/f_c = 1/20 = 50\text{ms}$
 Vậy $T_b = 4 T_c \rightarrow 1$ chu kỳ bit chứa 4 chu kỳ sóng mang



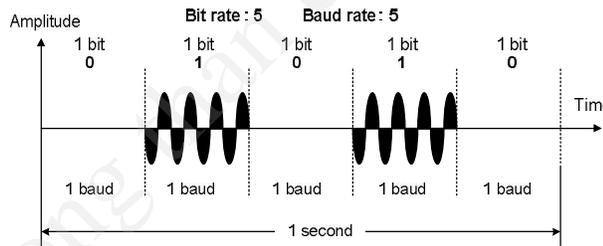
b. Tín hiệu ASK không phải là tín hiệu điều hoà. Vì có 2 biên độ.

c. Tốc độ Baud: $N_{\text{baud}} = R_{\text{baud}} = 5 \text{ baud/s}$

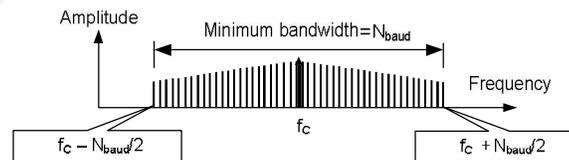
+ **Khuyết điểm:** ASK thường rất nhạy cảm với nhiễu biên độ.

Nhiều này thường là các tín hiệu điện áp xuất hiện trên đường dây từ các nguồn tín hiệu khác ảnh hưởng được lên biên độ của tín hiệu ASK.

Phương pháp ASK thông dụng và được gọi là **OOK** (on-off keying). Trong OOK, có một giá trị bit tương đương với không có điện áp. Điều này cho phép tiết kiệm đáng kể năng lượng truyền tin.



+ **Băng thông ASK:** Có vô số tần số (Không tuần hoàn). Sóng mang f_c ở giữa, các giá trị $f_c - N_{\text{baud}}/2$ và $f_c + N_{\text{baud}}/2$ ở hai biên.



Băng thông cần thiết để truyền tín hiệu ASK được tính theo công thức sau:

$$\begin{aligned} BW &= f_{\text{max}} - f_{\text{min}} = (f_c + N_{\text{baud}}/2) - (f_c - N_{\text{baud}}/2) \\ &= N_{\text{baud}} = R_{\text{baud}} \end{aligned}$$

Trong đó: BW: băng thông [Hz]

$R_{\text{baud}}, N_{\text{baud}}$: tốc độ baud [baud/s]

Vậy băng thông tối thiểu cần cho quá trình truyền tín hiệu ASK bằng tốc độ baud (1 hướng - trên đường dây).

Thực tế BW = (1+d) N_{baud}

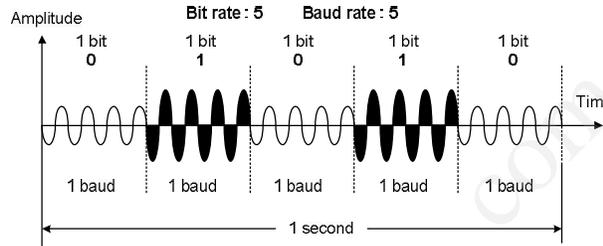
d: là thừa số liên quan đến điều kiện đường dây (có giá trị bé nhất là 0)

Ví dụ 16: Cho một tín hiệu số **01010**, tốc độ bit là **5 bps**, được điều chế bằng phương pháp **ASK**. Tần số sóng mang $f_c = 20\text{Hz}$. Biên độ đối với bit '1' là **5V**, biên độ đối với bit '0' là **2V**. Pha ban đầu của sóng mang là 180° .

- Tính tốc độ Baud.
- Tính băng thông của tín hiệu ASK trên.
- Vẽ phổ của tín hiệu ASK trên.

Giải:

- Tính tốc độ Baud.

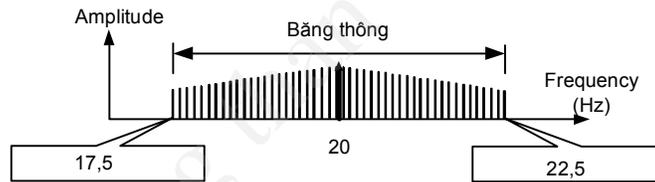


Tín hiệu ASK, $R_{baud} = R_{bit} = 5 \text{ baud/s}$

- Tính băng thông của tín hiệu ASK trên.

$$BW = R_{baud} = 5 \text{ (Hz)}$$

- Vẽ phổ của tín hiệu ASK trên.



+ Băng thông hệ thống truyền tín hiệu thay đổi theo chế độ truyền:

- Đường dây có 1 hướng truyền (chế độ đơn công): băng thông của đường dây tối thiểu bằng băng thông của tín hiệu

$$BW_{\text{hệ thống}} = BW_{\text{đường dây}} = BW_{\text{tín hiệu}}$$

- Đường dây có 2 hướng truyền nhưng không đồng thời (chế độ bán song công): băng thông của đường dây tối thiểu bằng băng thông của tín hiệu

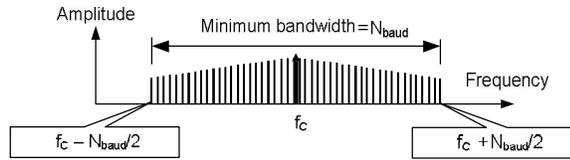
$$BW_{\text{hệ thống}} = BW_{\text{đường dây}} = BW_{\text{tín hiệu}} = BW_{\text{mỗi hướng}}$$

- Đường dây có 2 hướng truyền đồng thời (chế độ song công):

$$BW_{\text{hệ thống}} = BW_{\text{đường dây min}} = 2 \cdot BW_{\text{tín hiệu}} + BW_{\text{bảo vệ}}$$

$$BW_{\text{bảo vệ}}: \text{dải tần số bảo vệ 2 hướng (lý tưởng bằng 0)}$$

Ví dụ 17: Tính băng thông hệ thống truyền tín hiệu ASK với tốc độ bit là 2 kbps. Chế độ truyền dẫn bán song công.



Giải:

Vì hệ thống bán song công nên: $BW_{\text{hệ thống}} = BW_{\text{mỗi hướng}}$

Vì điều chế ASK nên $R_{\text{bit}} = R_{\text{baud}} \times 1 = R_{\text{baud}}$

Suy ra $BW_{\text{mỗi hướng}} = R_{\text{baud}} = R_{\text{bit}} = 2000\text{Hz}$

Băng thông tối thiểu của hệ thống là $BW_{\text{hệ thống}} = 2\text{kHz}$.

Ví dụ 18: Cho tín hiệu ASK có băng thông 5kHz, tính tốc độ bit và tốc độ baud.

Giải:

Vì điều chế ASK nên $R_{\text{bit}} = R_{\text{baud}}$

Mà $BW_{\text{ASK}} = R_{\text{baud}}$;

Suy ra tốc độ bit $R_{\text{bit}} = 5000 \text{ bps}$;

Suy ra tốc độ baud $R_{\text{baud}} = 5000 \text{ baud/s}$;

Ví dụ 19: Cho băng thông hệ thống truyền ASK là 10 kHz (1 kHz đến 11 kHz), **hệ thống truyền song công**. Giả sử không có khoảng trống tần số giữa hai hướng ($BW_{\text{bảo vệ}}=0$).

- Tính băng thông của mỗi hướng.
- Tính tần số sóng mang mỗi hướng (Hướng thuận và hướng nghịch).
- Vẽ phổ ASK của hệ thống.

Giải:

a. Tính băng thông của mỗi hướng.

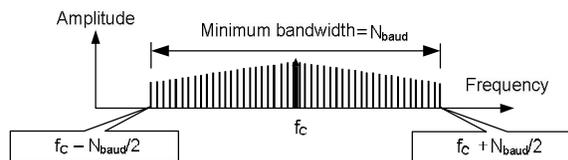
Do hệ thống ASK song công nên $BW_{\text{hệ thống}} = 2 \cdot BW_{\text{mỗi hướng}}$

Suy ra $BW_{\text{mỗi hướng}} = (1/2) \cdot BW_{\text{hệ thống}} = 10\text{kHz} / 2 = 5\text{kHz} = 5.000 \text{ Hz}$

b. Tính tần số sóng mang mỗi hướng (Hướng thuận và hướng nghịch).

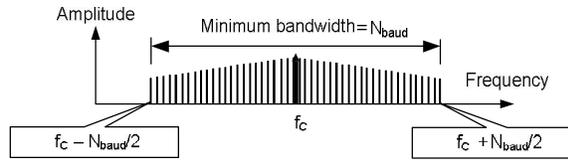
Tần số sóng mang là tần số giữa:

+ Hướng nghịch (tần số thấp):



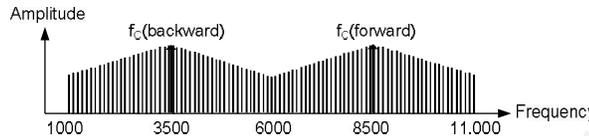
$$f_{\text{hướng nghịch}} = f_{\text{min}} + (1/2) \cdot BW_{\text{mỗi hướng}} = 1.000 + 5.000/2 = 3500 \text{ Hz}$$

+ Hướng thuận (tần số cao):



$$f_c \text{ hướng thuận} = f_{max} - (1/2) \cdot BW_{\text{mỗi hướng}} = 11.000 - 5.000/2 = 8500 \text{ Hz}$$

c. Vẽ phổ ASK của hệ thống



5.3.2 FSK (frequency shift keying):

+Khái niệm: Là phương pháp mà tần số của tín hiệu sóng mang thay đổi để biểu diễn các bit ‘1’ và ‘0’ (biên độ và góc pha không thay đổi).

Ví dụ:

Bit ‘0’ → ứng với sóng mang $v_{c1}(t) = V_{cm} \sin(2\pi f_{c1}t + 180^0)$; Tồn tại trong 1 chu kỳ bit

Bit ‘1’ → ứng với sóng mang $v_{c2}(t) = V_{cm} \sin(2\pi f_{c2}t + 180^0)$; Tồn tại trong 1 chu kỳ bit

Giả sử $f_{c2} > f_{c1}$;

Ví dụ 20: Cho một tín hiệu số **01101**, tốc độ bit là 5 bps, được điều chế bằng phương pháp FSK. Biên độ sóng mang là 5V, tần số đối với bit ‘1’ là 20Hz, tần số đối với bit ‘0’ là 10Hz và pha ban đầu của sóng mang là 180^0 .

- a. Vẽ tín hiệu FSK.
- b. Tín hiệu FSK có phải là tín hiệu điều hoà hay không? Giải thích.
- c. Tính tốc độ Baud.

Giải:

a. Vẽ tín hiệu FSK

‘0’ → $v_{c1}(t) = 5 \sin(2\pi \cdot 10t + 180^0)$ V; Tồn tại trong 1 chu kỳ bit

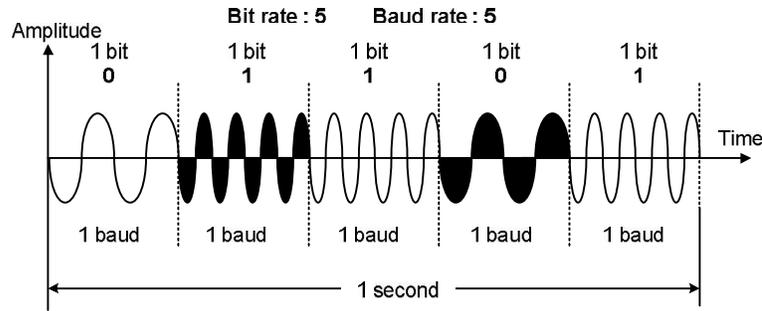
‘1’ → $v_{c2}(t) = 5 \sin(2\pi \cdot 20t + 180^0)$ V; Tồn tại trong 1 chu kỳ bit

Chu kỳ bit $T_b = 1 / R_b = 1/5 = 200\text{ms}$

Chu kỳ sóng mang bit ‘0’; $T_{c1} = 1 / f_{c1} = 1/10 = 100\text{ms}$

Chu kỳ sóng mang bit ‘1’; $T_{c2} = 1 / f_{c2} = 1/20 = 50\text{ms}$

Vậy $T_b = 2T_{c1} = 4T_{c2} \rightarrow$ 1 chu kỳ bit chứa 2 chu kỳ sóng mang f_{c1} và chứa 4 chu kỳ sóng mang f_{c2} .



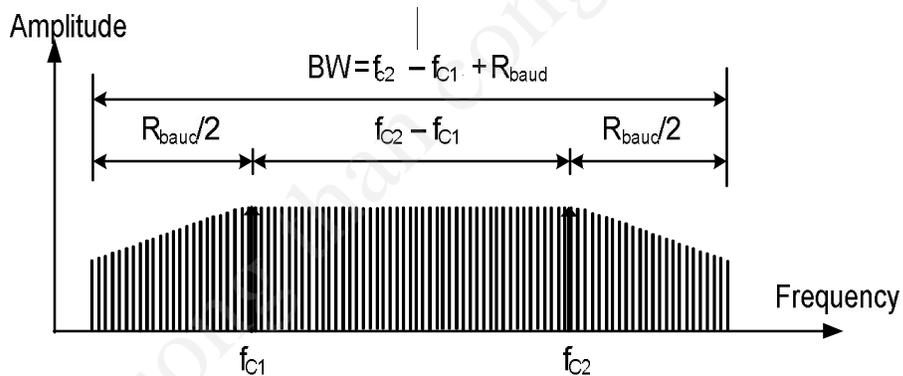
b. Tín hiệu FSK không phải là tín hiệu điều hoà. Vì tần số thay đổi.

c. Tốc độ Baud:

Một đơn vị tín hiệu mang 1 bit nên $R_{bit} = R_{baud}$

Suy ra $R_{baud} = 5 \text{ baud/s}$

+ **Bảng thông của FSK:** Phổ FSK chính là tổ hợp của hai phổ ASK tập trung quanh 2 tần số: f_{C1} (bit 0) và f_{C2} (bit 1).



$$BW = f_{max} - f_{min}$$

$$BW = f_{C2} + (1/2)R_{baud} - [f_{C1} - (1/2)R_{baud}]$$

$$BW = f_{C2} - f_{C1} + R_{baud} = \Delta f + N_{baud} = \Delta f + R_{baud}$$

$$BW_{FSK} = \Delta f + R_{baud} ; BW_{ASK} = R_{baud} ;$$

Δf : Độ lệch tần số của 2 sóng mang

$N_{baud} = R_{baud}$: Tốc độ baud

$$R_{bit} = R_{baud}$$

Ví dụ 21: Cho một tín hiệu số **01101**, tốc độ bit là 5 bps, được điều chế bằng phương pháp FSK. Biên độ sóng mang là 5V, tần số đối với bit '1' là 20Hz, tần số đối với bit '0' là 10Hz và pha ban đầu của sóng mang là 180° .

- Tính tốc độ Baud.
- Tính băng thông của tín hiệu FSK trên.
- Vẽ phổ của tín hiệu FSK trên.

Giải:

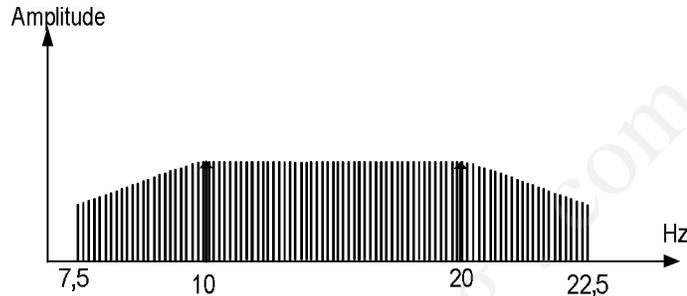
a. Tính tốc độ Baud.

$$FSK, R_{baud} = R_{bit} = 5 \text{ baud/s}$$

b. Tính băng thông của tín hiệu FSK trên.

$$BW_{FSK} = \Delta f + R_{baud} = 20 - 10 + 5 = 15 \text{ Hz}$$

c. Vẽ phổ của tín hiệu FSK trên.



+ **Ưu điểm FSK so với ASK**: FSK tránh được hầu hết các dạng nhiễu biên độ.

+ **Khuyết điểm FSK so với ASK**: Nếu cùng một tốc độ bit thì băng thông FSK lớn hơn băng thông ASK.

Ví dụ 22: Tính băng thông **nhỏ nhất** của hệ thống FSK, biết tốc độ bit **2kbps**, chế độ truyền dẫn **bán song công** và các sóng mang **cách nhau 3kHz**.

Giải:

$$R_{bit} = 2 \text{ kbps}; \Delta f = 3 \text{ kHz}; \text{ bán song công}$$

$$\text{Vi hệ thống truyền bán song công nên: } BW_{\text{hệ thống}} = BW_{\text{mỗi hướng}} = \Delta f + R_{baud}$$

- Trong FSK, $R_{bit} = R_{baud}$; suy ra $R_{baud} = 2000 \text{ baud/s}$
- $BW_{\text{hệ thống}} = \Delta f + R_{baud} = 3.000 + 2.000 = 5.000 \text{ Hz} = 5 \text{ kHz}$

Ví dụ 23: Tính tốc độ bit cực đại của tín hiệu FSK nếu băng thông của hệ thống là 12kHz và độ lệch tần số của giữa hai sóng mang ít nhất là 2kHz, chế độ truyền **song công**.

Giải:

$$\text{Cho FSK; } \Delta f_{min} = 2 \text{ kHz; song công; } BW_{\text{hệ thống}} = 12 \text{ kHz}$$

Tính $R_{bit \text{ max}}$?

$$\text{Vi hệ thống truyền song công nên: } BW_{\text{hệ thống}} = 2 \cdot BW_{\text{mỗi hướng}}$$

$$\text{Suy ra: } BW_{\text{mỗi hướng}} = (1/2) BW_{\text{hệ thống}} = 12 \text{ kHz} / 2 = 6 \text{ kHz} = 6.000 \text{ Hz}$$

$$\text{Mà trong FSK, băng thông được tính theo công thức } BW_{FSK} = BW_{\text{mỗi hướng}} = \Delta f + R_{baud};$$

$$\text{Trong FSK, } R_{bit} = R_{baud}.$$

$$\text{Suy ra } R_{bit} = BW_{\text{mỗi hướng}} - \Delta f$$

$$R_{bit \text{ Max}} = BW_{\text{mỗi hướng}} - \Delta f_{min} = 6.000 - 2.000 = 4.000 \text{ bps} = 4 \text{ kbps}$$

Vậy tốc độ bit cực đại của tín hiệu FSK là 4 kbps.

5.3.3 PSK (phase shift keying):

+ **Khái niệm:** Pha của sóng mang thay đổi để biểu diễn các bit ‘1’ và ‘0’ (biên độ và tần số không đổi).

Ví dụ:

‘0’ → $v_{c1}(t) = V_{cm} \sin(2\pi f_c t + 0^0)$; Tồn tại trong 1 chu kỳ bit

‘1’ → $v_{c2}(t) = V_{cm} \sin(2\pi f_c t + 180^0)$; Tồn tại trong 1 chu kỳ bit

Ví dụ 24: Cho một tín hiệu số **01101**, tốc độ bit là **5 bps**, được điều chế bằng phương pháp PSK, biên độ 5V, tần số sóng mang **20Hz**, pha đối với bit ‘1’ là **180⁰**, pha đối với bit ‘0’ là **0⁰**

- a. Vẽ tín hiệu PSK.
- b. Tín hiệu PSK có phải là tín hiệu điều hoà hay không? Giải thích.
- c. Tính tốc độ Baud.

Giải:

- a. Vẽ tín hiệu PSK

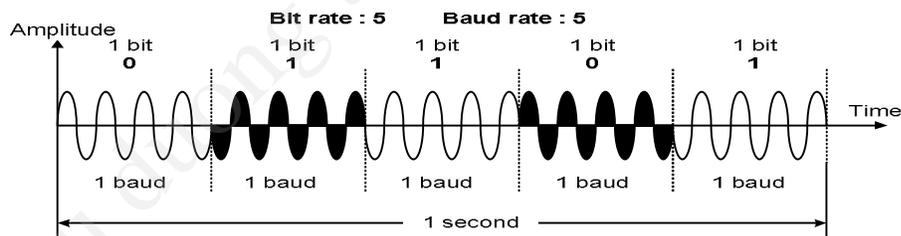
‘0’ → $v_{c1}(t) = 5 \sin(2\pi \cdot 20t + 0^0)$ V; Tồn tại trong 1 chu kỳ bit

‘1’ → $v_{c2}(t) = 5 \sin(2\pi \cdot 20t + 180^0)$ V; Tồn tại trong 1 chu kỳ bit

Chu kỳ bit $T_b = 1 / R_b = 1 / 5 = 200ms$

Chu kỳ sóng mang $T_c = 1 / f_c = 1 / 20 = 50ms$

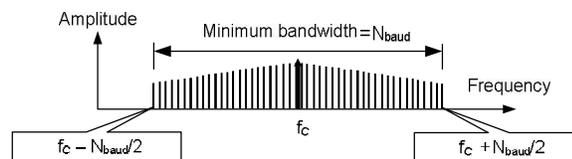
Vậy $T_b = 4T_c \rightarrow$ 1 chu bit chứa 4 chu kỳ sóng mang f_c .



- b. Tín hiệu PSK không phải là tín hiệu điều hoà. Vì có 2 pha.

- c. Tốc độ Baud: $N_{baud} = R_{baud} = R_{bit} = 5$ baud/s

+ **Bảng thông của PSK:** Giống bảng thông ASK



$$BW_{2-PSK} = R_{baud}$$

$N_{baud} = R_{baud}$: Tốc độ baud

+ **Ưu điểm PSK (2-PSK, BPSK):** không bị ảnh hưởng nhiễu biên độ, Băng thông hẹp (nhỏ hơn băng thông của FSK)

$BW_{ASK} = R_{baud}$; nhiễu biên độ

$BW_{FSK} = \Delta f + R_{baud}$; không bị ảnh hưởng nhiễu biên độ

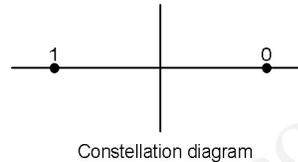
$BW_{PSK} = R_{baud}$; không bị ảnh hưởng nhiễu biên độ

+ **Giải đồ trạng thái pha:**

'0' $\rightarrow v_{c1}(t) = 5 \sin(2\pi \cdot 20t + 0^0)$ V ; '1' $\rightarrow v_{c2}(t) = 5 \sin(2\pi \cdot 20t + 180^0)$

Bit	Phase
0	0
1	180

Bits



PSK không bị ảnh hưởng của các dạng nhiễu tác động như ASK, đồng thời cũng không bị ảnh hưởng của yếu tố băng thông rộng như FSK. Điều này có nghĩa là một thay đổi nhỏ của tín hiệu cũng có thể được máy thu phát hiện, như thế thay vì chỉ dùng hai thay đổi của tín hiệu từ một bit, ta có thể dùng với bốn sự thay đổi thông qua dịch pha của hai bit.

+ **4-PSK (QPSK): 4 pha, 1 pha được biểu diễn 2 bit.**

Ví dụ 25: Cho một tín hiệu số **0110101100**, tốc độ bit là 10 bps, được điều chế bằng phương pháp 4-PSK (QPSK). Biên độ 5V. Tần số sóng mang 20Hz. Pha được biểu diễn như sau: '00' pha là 0^0 ; '01' pha là 90^0 ; '10' pha là 180^0 ; '11' pha là $270^0 (-90^0)$.

- Vẽ tín hiệu QPSK.
- Tín hiệu QPSK có phải là tín hiệu điều hoà hay không? Giải thích.
- Tính tốc độ Baud.

Giải:

- Vẽ tín hiệu QPSK

'00' $\rightarrow v_{c1}(t) = 5 \sin(2\pi \cdot 20t + 0^0)$ V ; Tồn tại trong 2 chu kỳ bit

'01' $\rightarrow v_{c2}(t) = 5 \sin(2\pi \cdot 20t + 90^0)$ V ; Tồn tại trong 2 chu kỳ bit

'10' $\rightarrow v_{c3}(t) = 5 \sin(2\pi \cdot 20t + 180^0)$ V ; Tồn tại trong 2 chu kỳ bit

'11' $\rightarrow v_{c4}(t) = 5 \sin(2\pi \cdot 20t - 90^0)$ V ; Tồn tại trong 2 chu kỳ bit

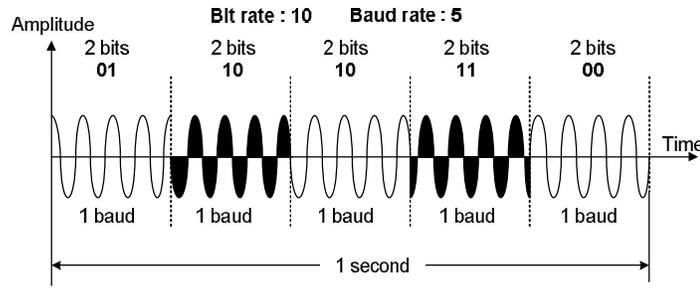
Chu kỳ bit $T_b = 1 / R_b = 1 / 10 = 100\text{ms}$

Chu kỳ sóng mang $T_c = 1 / f_c = 1 / 20 = 50\text{ms}$

Vậy $T_b = 2T_c \rightarrow 1$ chu bit chứa 2 chu kỳ sóng mang f_c .

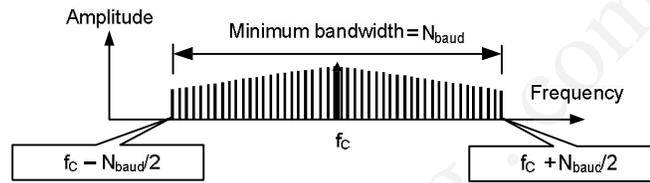
Vậy $2T_b = 4T_c \rightarrow 2$ chu bit chứa 4 chu kỳ sóng mang f_c .

Cho một tín hiệu số **0110101100**



- b. Tín hiệu QPSK không phải là tín hiệu điều hòa. Vì có 4 pha.
- c. Tốc độ Baud: $N_{\text{baud}} = R_{\text{baud}} = (1/2)R_{\text{bit}} = 5 \text{ baud/s}$

+ **Băng thông của QPSK:** Giống băng thông ASK



$$BW = R_{\text{baud}}$$

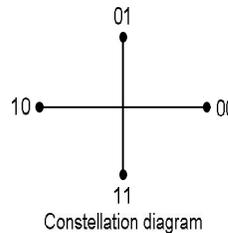
$N_{\text{baud}} = R_{\text{baud}}$: Tốc độ baud

+ **Ưu điểm QPSK(2-PSK, BPSK):** không bị ảnh hưởng nhiễu biên độ, nếu cùng 1 băng thông cho trước thì tốc độ của dữ liệu lớn hơn tốc độ của các phương pháp điều chế khác.

+ **Giản đồ trạng thái pha QPSK:**

Dibit	Phase
00	0
01	90
10	180
11	270

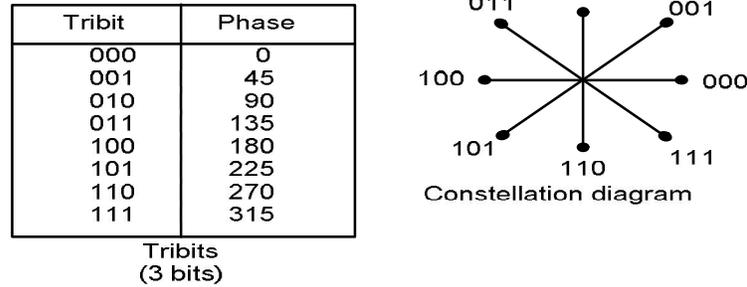
Dibit
(2 bits)



Constellation diagram

Tương tự, ta cũng có các phương pháp điều chế pha khác 2^n -PSK, có n bit biểu diễn 1 pha, khoảng cách giữa các pha là $360^\circ/2^n$.

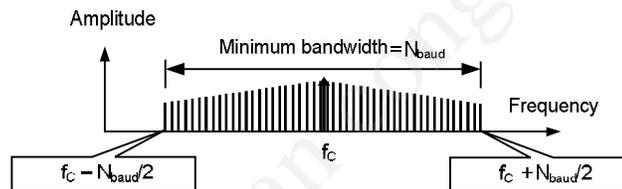
Từ đó, có thể phát triển lên 8-PSK. Thay vì dùng góc 90° , ta thay đổi tín hiệu từ các góc pha 45° . Với 8 góc pha khác nhau, dùng ba bit (một tribit), theo đó quan hệ giữa số bit tạo thay đổi với góc pha là lũy thừa của hai. Đồng thời 8-PSK cũng cho phép truyền nhanh gấp 3 lần so với 2-PSK, như minh họa ở hình 33.



Hình 5.3

+ **Bảng thông dùng cho 2ⁿ-PSK**: Bảng thông tối thiểu dùng cho truyền dẫn 2ⁿ-PSK thì tương tự như của ASK (Bảng tốc độ Baud).

Bảng thông tối thiểu dùng cho truyền dẫn 2ⁿ-PSK thì tương tự như của ASK, tuy nhiên tốc độ bit tối đa thì lớn hơn nhiều lần. Tức là tuy có cùng tốc độ baud tối đa giữa ASK và PSK, nhưng tốc độ bit của PSK dùng cùng bảng thông này có thể lớn hơn hai hay nhiều lần như minh họa ở hình 5.4



Hình 5.4

Ví dụ 26: Tìm bảng thông của tín hiệu QPSK(4 – PSK), với tốc độ 2kbps theo chế độ bán song công.

Giải:

Vì hệ thống bán song công nên $BW_{hệ\ thống} = BW_{mỗi\ hướng} = BW_{QPSK}$

Phương pháp điều chế 4 – PSK, 1 pha (đơn vị tín hiệu) chứa 2 bit,

$R_{bit} = 2 \times R_{baud}$; Suy ra $R_{baud} = (1/2) \cdot R_{bit} = 1000 \text{ baud/s}$;

Mà $BW_{PSK} = R_{baud}$; Suy ra $BW_{QPSK} = 1000\text{Hz}$.

Ví dụ 27: Cho tín hiệu 8–PSK có băng thông 5.000 Hz, tìm tốc độ bit và tốc độ baud?

Giải:

Phương pháp điều chế 8 – PSK, 1 pha (đơn vị tín hiệu) chứa 3 bit,

$R_{bit} = 3 \times R_{baud}$;

Mà $BW_{8-PSK} = R_{baud}$; Suy ra $R_{baud} = 5000 \text{ baud/s}$;

Suy ra $R_{bit} = 3 \times R_{baud} = 15.0000 \text{ bps} = 15\text{kbps}$;

5.3.4 QAM (quadrature Amplitude Modulation)

PSK bị giới hạn từ khả năng phân biệt các thay đổi góc pha nhỏ của thiết bị, điều này làm giảm tốc độ bit.

+ **Khái niệm:** QAM là phương thức kết hợp giữa ASK và PSK sao cho ta khai thác được tối đa sự khác biệt giữa các đơn vị tín hiệu.

Ví dụ 28: Cho một tín hiệu số **101100001000010011110111**, tốc độ bit là 24 bps, tần số 16Hz, được điều chế bằng phương pháp 8-QAM (8 loại đơn vị tín hiệu). Giả đồ pha như hình vẽ.

- Vẽ tín hiệu 8-QAM.
- Tín hiệu 8-QAM có phải là tín hiệu điều hoà hay không? Giải thích.
- Tính tốc độ Baud.
- Tính băng thông 8-QAM.

Giải:

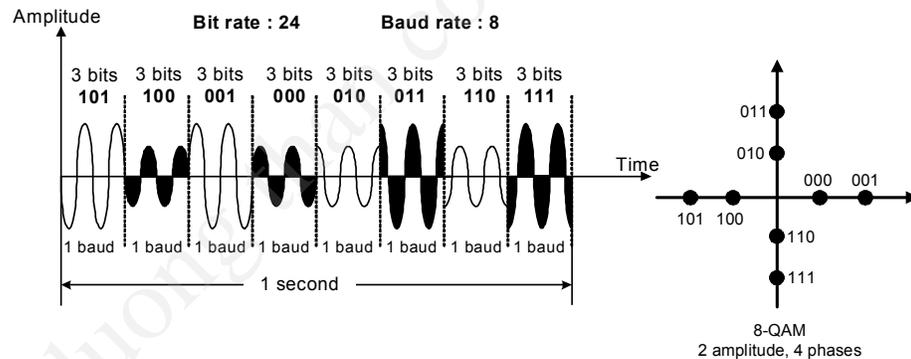
- Vẽ tín hiệu 8-QAM.

Chu kỳ bit $T_b = 1/R_b = 1/24$

Chu kỳ sóng mang $T_c = 1/f_c = 1/16$

Ta có $3 T_b = 2 T_c$ suy ra 3 chu bit sẽ tồn tại 2 chu kỳ sóng mang

tín hiệu số **101100001000010011110111**



- Tín hiệu 8-QAM không phải là tín hiệu điều hoà, vì có nhiều biên độ và nhiều pha.
- Tính tốc độ Baud.
- Tính băng thông 8-QAM.

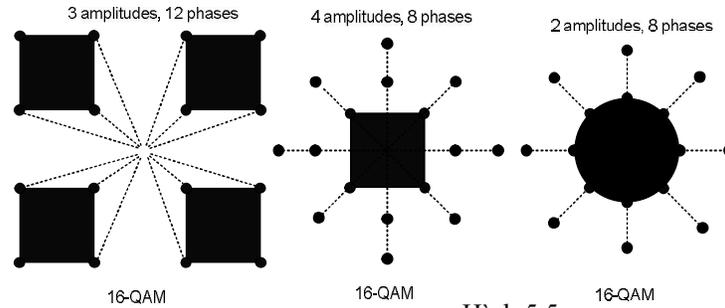
Băng thông của tín hiệu QAM bằng băng thông ASK và bằng tốc độ baud

$$BW_{QAM} = BW_{ASK} = R_{baud};$$

Suy ra $BW_{QAM} = 8\text{Hz}$.

+ **Tương tự ta cũng có các dạng điều chế 2^n -QAM.** Với n là số bit chứa trong một đơn vị tín hiệu, 2^n : là số loại đơn vị tín hiệu.

Quan hệ hình học của QAM có thể thể hiện dưới nhiều dạng khác nhau như trong hình sau, trong đó minh họa 3 cấu hình thường gặp của 16-QAM.



Hình 5.5

Trường hợp đầu dùng 3 biên độ và 12 pha, giảm thiểu tốt nhiều do có tỉ số giữa góc pha và biên độ lớn như ITU - đề nghị.

Trường hợp thứ hai, bốn biên độ và 8 pha, theo yêu cầu của mô hình OSI, khi quan sát kỹ, ta sẽ thấy là cấu hình theo dạng đồng trục, không xuất hiện yếu tố giao nhau giữa các biên độ và pha. Thực ra, với 3×8 ta có đến 32 khả năng. Tuy nhiên khi mới sử dụng phân nửa khả năng này, thì sai biệt góc pha đo lường được đã gia tăng cho phép đọc tín hiệu tốt hơn rồi. Thông thường thì QAM cho thấy ít bị ảnh hưởng của nhiễu hơn so với ASK (do có yếu tố pha)

+ Bảng thông của QAM:

Bảng thông tối thiểu cần cho truyền dẫn QAM thì giống như của ASK và PSK, đồng thời QAM cũng thừa hưởng ưu điểm của PSK so với ASK.

+ So sánh tốc độ bit/tốc độ baud:

Giả sử tín hiệu FSK được dùng truyền tín hiệu qua đường thoại có thể gửi đến 1200 bit trong một giây, tức có tốc độ bit là 1200 bps. Mỗi tần số thay đổi biểu diễn một bit; như thế thì cần có 1200 phần tử tín hiệu để truyền 1200 bit. Trong tốc độ baud, cũng là 1200 bps. Mỗi thay đổi của tín hiệu trong hệ thống 8 – QAM, được biểu diễn dùng ba bit, như thế với tốc độ bit là 1200 bps, thì tốc độ baud chỉ là 400. Hệ thống dibit có tốc độ baud chỉ bằng phân nửa tốc độ bit, và trong hệ tribit thì tốc độ baud chỉ còn một phần ba tốc độ bit, và trường hợp quabit thì tốc độ baud chỉ còn một phần tư tốc độ bit.

Bảng dưới đây nhằm so sánh tốc độ bit và tốc độ baud trong nhiều phương pháp điều chế số - tương tự.

Dạng điều chế	Số bit trong 1 đơn vị t/ hiệu	Bits/Baud	Tốc độ Baud	Tốc độ Bit
ASK, FSK, 2-PSK	1 Bit	1	N	N
4-PSK, 4-QAM	2 Bit	2	N	2N
8-PSK, 8-QAM	3 Bit	3	N	3N
16-QAM	4 Bit	4	N	4N
32-QAM	5 Bit	5	N	5N
64-QAM	6 Bit	6	N	6N
128-QAM	7 Bit	7	N	7N
256-QAM	8 Bit	8	N	8N

Ví dụ 29: Giản đồ pha trạng thái gồm 8 điểm cách đều nhau trên một vòng tròn. Biết tốc độ bit là 4800 bps, tính tốc độ baud .

Giải:

- Đây là dạng 8 –PSK ($2^3 = 8$)
- Các pha cách nhau $360^0/8 = 45^0$
- Một đơn vị tín hiệu chứa 3 bit.
- Như thế tốc độ baud là $R_{baud} = (1/3)R_{bit} = 4.800/3 = 1600$ baud/s

Ví dụ 30: Tính tốc độ bit của tín hiệu 16 – QAM, biết tốc độ baud là 1000.

Giải:

- Đây là dạng 16 – QAM ($2^4 = 16$)
- Một đơn vị tín hiệu chứa 4 bit.
- Như thế tốc độ bit là $R_{bit} = 4 R_{baud} = 1.000 \times 4 = 4.000$ bps.

Ví dụ 31: Tìm tốc độ baud của tín hiệu 64–QAM biết có tốc độ bit 72.000 bps.

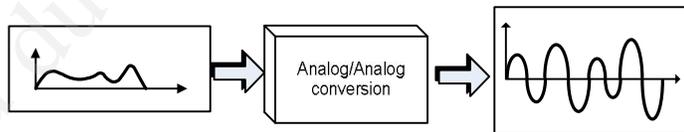
Giải:

- Đây là dạng 64 – QAM ($2^6 = 64$)
- Một đơn vị tín hiệu chứa 6 bit.
- Như thế tốc độ baud là $R_{baud} = (1/6)R_{bit} = 72.000/6 = 12.000$ baud.

5.4 CHUYỂN ĐỔI ANALOG –ANALOG (Điều chế tương tự)

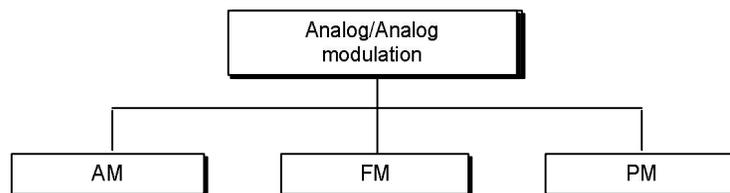
+ Khái niệm: Là quá trình thay đổi một trong các thông số của sóng mang cao tần (Dạng điều hoà) bởi tín hiệu tin tức (dữ liệu tương tự).

+ Sơ đồ khối:



+ Sóng mang cao tần (Dạng điều hoà) có 3 thông số : Biên độ, tần số và pha nên ta có 3 phương pháp điều chế tương tự là:

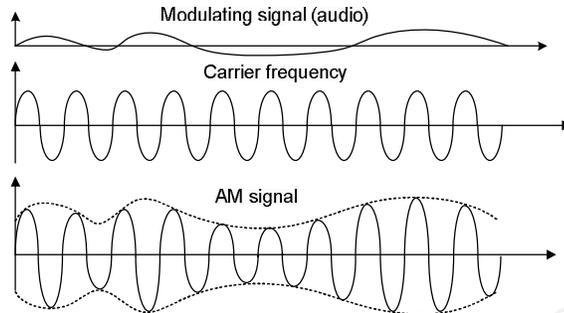
- AM (Amplitude Modulation): Điều biên (Điều chế biên độ)
- FM (Frequency Modulation)): Điều tần (Điều chế tần số)
- PM (Phase Modulation)): Điều pha (Điều chế pha)



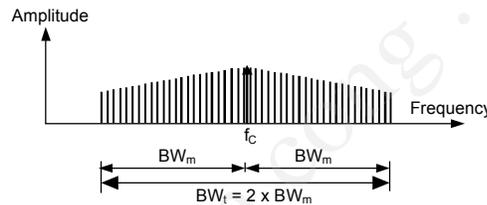
5.4.1 Điều biên (AM):

+ Khái niệm: Là phương pháp mà biên độ sóng mang được thay đổi theo tín hiệu điều chế (tín tức), tần số và góc pha sóng mang không đổi.

+ Tín hiệu điều chế (tín tức) trở thành hình bao của sóng mang.



+ **Băng thông của tín hiệu AM:**



$$BW_{AM} = 2 F_{i \max} = 2 BW_i$$

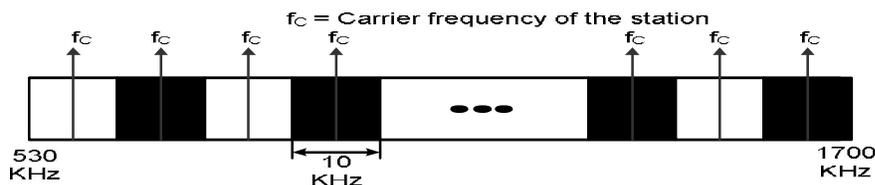
Với $F_{i \max}$ là tần số cực đại của tín tức.

Với $BW_i = BW_m$ là Băng thông của tín tức.

Ví dụ: Băng thông của tín hiệu thoại thường là **5 KHz**. Như thế các đài phát thanh AM cần băng thông tối đa là **10 KHz**. Trong thực tế, FCC (Federal Communication Commission) cho phép mỗi đài AM có băng thông là 10 KHz.

+ Các đài AM phát các tần số sóng mang từ 530 kHz đến 1700 KHz (1,7 MHz). Tuy nhiên các tần số phát này phải được phân cách với nhau **ít nhất là 10 KHz** (một băng thông AM) nhằm tránh giao thoa.

Ví dụ: Nếu một đài phát dùng tần số 1100 KHz, thì tần số sóng mang kế không được phép bé hơn 1110 KHz.



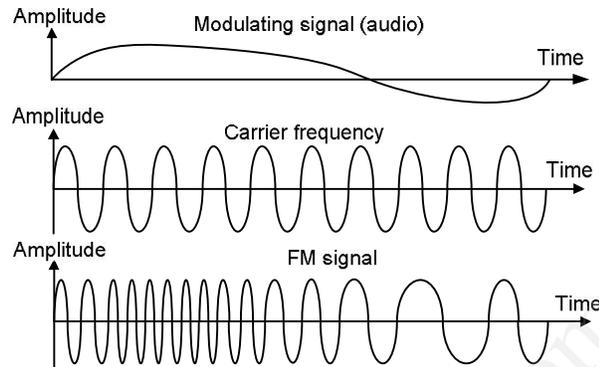
Ví dụ 32: Cho tín hiệu với băng thông 4 KHz, tìm băng thông của tín hiệu AM. Giả sử không tính đến các qui định của FCC.

Giải:

Tín hiệu AM có băng thông là hai lần băng thông tín hiệu gốc: $BW = 2 \times 4\text{KHz} = 8 \text{ KHz}$

5.4.2 FM (Điều tần):

+ Khái niệm: Là quá trình mà tần số sóng mang biến thiên theo biên độ tín hiệu tin tức, biên độ và pha của sóng mang không đổi.



Hình 5.6

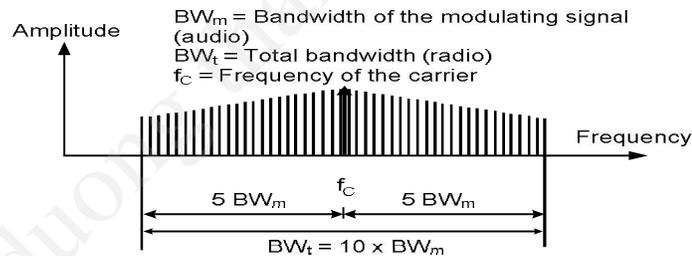
+ **Băng thông tín hiệu FM:**

$$BW_{FM} = 2 (F_{i \max} + \Delta f_m) = 10 \cdot BW_i$$

Với : $F_{i \max}$ là tần số cực đại của tin tức.

Δf_m là độ di tần cực đại.

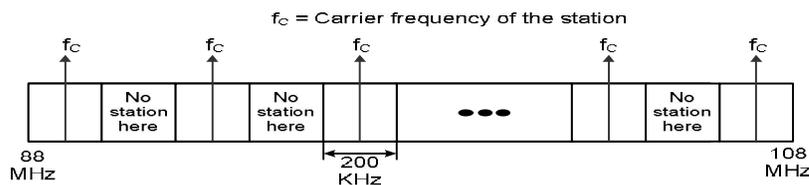
BW_i là băng thông của tin tức.



- Băng thông của tín hiệu audio khi phát theo chế độ stereo thường là 15 KHz.
- Mỗi đài phát FM cần một băng thông tối thiểu là 150 KHz.
- Cơ quan FCC cho phép 200 KHz (0,2 MHz) cho mỗi đài nhằm dự phòng các dải tần bảo vệ (guard band).

Các chương trình phát FM phát trong dải tần từ **88 MHz đến 108 MHz**, các đài phải được phân cách ít nhất **200 KHz** để tránh trùng lặp sóng.

Trong tầm từ 88 MHz đến 108 MHz, có khả năng có **100 kênh FM**, trong đó có thể dùng cùng lúc 50 kênh.



Ví dụ 33: Cho tín hiệu với băng thông 4 MHz, điều chế FM, tìm băng thông của tín hiệu FM đó, không tính đến qui định của FCC.

Giải:

Tín hiệu FM cần 10 lần băng thông của tín hiệu gốc: $BW = 10 \times 4 \text{ MHz} = 40 \text{ MHz}$

5.4.3 PM (Phase Modulation):

Nhằm đơn giản hóa yêu cầu của phần cứng, đôi khi PM được dùng thay thế FM trong một số hệ thống, theo đó góc pha của sóng mang được điều chế theo biên độ tín hiệu điều chế, trong khi biên độ và tần số của sóng mang được giữ không đổi. Phương pháp phân tích thì tương tự như FM và không được bàn ở đây.

BÀI TẬP CHƯƠNG 5

I. CÂU HỎI ÔN TẬP:

1. Cho biết sự khác biệt giữa mã hóa và điều chế ?
2. Mã hóa số - số là gì?
3. Chuyển đổi tương tự - số là gì?
4. Chuyển đổi số - tương tự là gì?
5. Chuyển đổi tương tự - tương tự là gì?
6. Cho biết tại sao phương pháp điều chế tần số tốt hơn so với điều chế biên độ?
7. Ưu điểm của QAM so với ASK hoặc PSK là gì?
8. Trình bày 3 dạng chuyển đổi số - số ?
9. Thành phần DC là gì?
10. Tại sao phải có bài toán đồng bộ trong truyền số liệu?
11. NRZ – L khác NRZ –I ở điểm nào?
12. Trình bày về hai dạng mã hóa biphasic dùng trong mạng?
13. Khuyết điểm của NRZ là gì? Cho biết hướng giải quyết từ RZ và biphasic?
14. So sánh khác biệt giữa RZ và AMI?
15. Ba dạng mã hóa bipolar là gì?
16. So sánh khác biệt giữa B8ZS và HDB3?
17. Hãy cho biết các bước để thiết lập mã PCM ?
18. Tốc độ lấy mẫu ảnh hưởng như thế nào lên tín hiệu số được truyền ?
19. Ảnh hưởng số bit của một mẫu lên tín hiệu số được truyền ?
20. Nêu bốn phương pháp chuyển đổi tín hiệu số sang tương tự là gì?
21. Khác biệt giữa tốc độ bit và tốc độ baud là gì ? Cho thí dụ ?
22. Điều chế là gì ? Mục đích của sóng mang trong điều chế là gì?
23. Tốc độ baud liên quan như thế nào đối với băng thông truyền ASK ?
24. Tốc độ baud liên quan như thế nào đối với băng thông truyền FSK ?
25. Tốc độ baud liên quan như thế nào đối với băng thông truyền PSK ?
26. Cho biết các thông tin có được từ giản đồ trạng thái – pha?
27. Tốc độ baud liên quan như thế nào đối với băng thông truyền QAM?
28. QAM quan hệ ra như thế nào với ASK và PSK?
29. Cho biết các ưu điểm của PSK so với ASK?
30. Khác biệt giữa AM và ASK?
31. Khác biệt giữa FM và FSK?
32. So sánh băng thông của FM và AM theo tín hiệu điều chế

II. CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

33. ASK, PSK, FSK và QAM là dạng điều chế:
- số - số
 - số -tương tự
 - tương tự -tương tự
 - tương tự - số
34. Unipolar, bipolar và polar phương thức mã hóa:
- số - số
 - số -tương tự
 - tương tự -tương tự
 - tương tự - số
35. PCM là thí dụ về phương pháp điều chế nào:
- số - số
 - số -tương tự
 - tương tự -tương tự
 - tương tự - số
36. AM và FM là các phương thức điều chế:
- số - số
 - số -tương tự
 - tương tự -tương tự
 - tương tự - số
37. Trong QAM, yếu tố nào của sóng mang bị thay đổi:
- biên độ
 - tần số
 - tốc độ bit
 - tốc độ baud
38. Cho biết phương thức nào dễ bị ảnh hưởng của nhiễu biên độ:
- PSK
 - ASK
 - FSK
 - QAM
39. Nếu phổ tín hiệu có băng thông là 500Hz, tần số cao nhất là 600Hz thì tốc độ lấy mẫu là...
- 200 mẫu/giây
 - 500 mẫu/giây
 - 1.000 mẫu/giây
 - 1.200 mẫu/giây
40. Nếu tốc độ baud là 400 của tín hiệu 4-PSK thì tốc độ bit là....
- 100
 - 400
 - 800
 - 1600
41. Nếu tốc độ bit của ASK là 1200 bps thì tốc độ baud là...
- 300
 - 400
 - 600
 - 1200
42. Nếu tốc độ bit của tín hiệu FSK là 1200 bps thì tốc độ baud là...
- 300
 - 400
 - 600
 - 1200
43. Nếu tốc độ bit của tín hiệu QAM là 3.000 bps và một đơn vị tín hiệu chứa 3 bit. Tốc độ baud là....
- 300
 - 400
 - 1000
 - 1200
44. Nếu tốc độ baud của tín hiệu QAM là 3.000 và một đơn vị tín hiệu chứa 3 bit. Tốc độ bit là....

- a. 300 bps
 - b. 400 bps
 - c. 1000 bps
 - d. 9000 bps
45. Nếu tốc độ baud của tín hiệu QAM là 1.800 và tốc độ bit là 9.000, trong một phần tử tín hiệu có...
- a. 3 bit
 - b. 4 bit
 - c. 5 bit
 - d. 6 bit
46. Trong 16-QAM, số 16 là ...
- a. Tổ hợp của pha và biên độ
 - b. Biên độ
 - c. Pha
 - d. Bit trên giây
47. Phương thức điều chế dùng 3 bit, 8 góc dịch pha khác nhau và một biên độ là phương thức:
- a. FSK
 - b. 8-PSK
 - c. ASK
 - d. 4-PSK
48. Định lý Nyquist cho biết tốc độ lấy mẫu tối thiểu của tín hiệu là....
- a. bằng tần số thấp nhất của tín hiệu
 - b. bằng tần số cao nhất của tín hiệu
 - c. gấp đôi băng thông của tín hiệu
 - d. gấp đôi tần số cao nhất của tín hiệu
49. Cho tín hiệu sóng AM có băng thông 10 KHz và tần số cao nhất là 705 KHz, cho biết tần số sóng mang:
- a. 700 KHz
 - b. 705 KHz
 - c. 710 KHz
 - d. không thể xác định dùng các thông tin trên
50. Yếu tố tạo độ chính xác khi tái tạo tín hiệu tương tự từ luồng PCM là....
- a. băng thông tín hiệu
 - b. tần số sóng mang
 - c. số bit dùng lượng tử hóa
 - d. tốc độ baud
51. Dạng mã hóa luôn có trung bình khác không là....
- a. unipolar
 - b. polar
 - c. bipolar
 - d. tất cả các dạng trên
52. Dạng mã hóa không cần truyền tín hiệu đồng bộ là...
- a. NRZ-L
 - b. RZ
 - c. B8ZS
 - d. HDB3
53. Phương pháp mã hóa dùng lần lượt các giá trị dương và âm cho bit '1' là
- a. NRZ-I
 - b. RZ
 - c. Manchester
 - d. AMI
54. Phương pháp dùng yếu tố vi phạm khi mã hóa số-số là....
- a. AMI
 - b. B8ZS
 - c. RZ
 - d. Manchester
55. Tín hiệu điều chế có được từ yếu tố:
- a. Thay đổi tín hiệu điều chế bằng sóng mang
 - b. Thay đổi sóng mang bằng tín hiệu điều chế
 - c. lượng tử hóa nguồn dữ liệu
 - d. lấy mẫu dùng định lý Nyquist

56. Theo qui định của FCC, tần số sóng mang của các đài AM được phân cách nhau:
- 5 KHz
 - 10 KHz
 - 200 KHz
 - 530 KHz
57. Theo qui định của FCC, trong dải tần của FM có thể có bao nhiêu kênh (đài) về mặt lý thuyết: (88Mhz-108MHz), $BW_{FM}=0,2Mhz=200Hz$.
- 50
 - 100
 - 133
 - 150
58. PCM nhằm chuyển đổi tín hiệu từ tương tự sang tín hiệu....
- analog
 - số
 - QAM
 - vi sai
59. Nếu giá trị tối đa của tín hiệu PCM là +31 và giá trị bé nhất là -31, cho biết có thể dùng bao nhiêu bit để mã hóa:
- 4
 - 5
 - 6
 - 7
60. Khi phân tích tín hiệu ASK, kết quả cho ta:
- luôn là tín hiệu sin
 - luôn là hai tín hiệu sin
 - số vô hạn các tín hiệu sin
 - tất cả đều sai
61. Phương thức RZ dùng bao nhiêu mức điện áp:
- 1
 - 3
 - 4
 - 5
62. Cho biết số mức lượng tử hóa nào cung cấp độ trung thực cao khi khôi phục tín hiệu:
- 2
 - 8
 - 16
 - 32
63. Cho biết phương thức nào nhằm giải quyết yếu tố mất đồng bộ khi truyền nhiều bit '0' liên tiếp?
- B8ZS
 - HDB3
 - AMI
 - a và b đều đúng
64. Dạng chuyển đổi có liên quan đến điều chế là....
- chuyển đổi số - số
 - chuyển đổi tương tự - số
 - chuyển đổi số - tương tự
 - tất cả đều đúng
65. Phương thức chuyển đổi cần lấy mẫu tín hiệu là....
- chuyển đổi số - số
 - chuyển đổi tương tự - số (PAM, PCM)
 - chuyển đổi số - tương tự
 - tất cả đều đúng
66. Băng thông của tín hiệu FM bằng 10 lần băng thông của tín hiệu....
- sóng mang
 - điều chế (Tin tức)
 - bipolar
 - lấy mẫu
67. Điều chế tín hiệu tương tự là phương thức làm thay đổi yếu tốcủa sóng mang.
- biên độ

- b. tần số
 - c. pha
 - d. tất cả đều đúng
- a. biên độ
 - b. tần số
 - c. pha
 - d. tất cả đều đúng
68. Điều chế tín hiệu số là phương thức làm thay đổi yếu tố của sóng mang.

III. BÀI LUYỆN TẬP

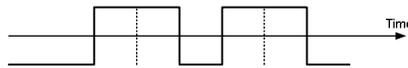
69. Cho tốc độ bit là 1000 bps. Hỏi có bao nhiêu bit được gửi đi trong 5s, 0,2s và 100 ms ?
70. Giả sử chuỗi dữ liệu gồm 10 bit '0'. Hãy vẽ tín hiệu mã hóa chuỗi này dùng các phương thức sau?
- a. unipolar
 - b. NRZ-L
 - c. NRZ-I
 - d. RZ
 - e. Manchester
 - f. Manchester vi sai
 - g. AMI
 - h. B8ZS
 - i. HDB3

71. Làm lại bài 71 dùng chuỗi 10 bit 1?
72. Làm lại bài 71 với chuỗi gồm 10 bit lần lượt: 1010101010
73. Làm lại bài 71 khi chuỗi dữ liệu gồm: 0001100111
74. Cho tín hiệu unipolar của chuỗi dữ liệu, hãy cho biết chuỗi nhị phân của nó?



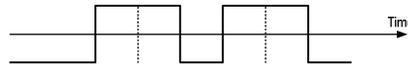
00100100

75. Cho tín hiệu NRZ-L của chuỗi dữ liệu, hãy cho biết chuỗi nhị phân của nó?



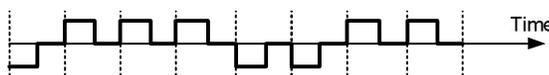
11001001

76. Hình vẽ sau chuỗi NRZ-I của chuỗi dữ liệu, cho biết chuỗi này là gì?



10101101

77. Hình vẽ RZ của chuỗi dữ liệu, cho biết chuỗi này là gì?



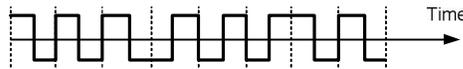
01110011

78. Hình vẽ chuỗi Manchester của chuỗi dữ liệu, cho biết chuỗi dữ liệu là gì?



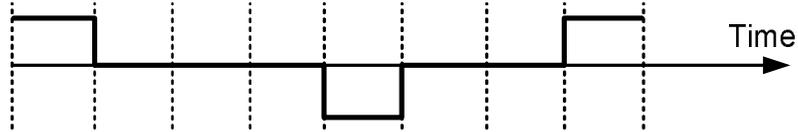
11100011

79. Hình vẽ chuỗi Manchester vi sai của chuỗi dữ liệu, cho biết chuỗi dữ liệu là gì?



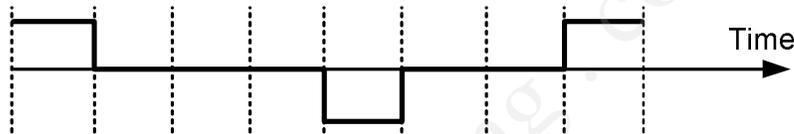
00010010

80. Hình vẽ chuỗi AMI của chuỗi dữ liệu, cho biết chuỗi dữ liệu là gì?



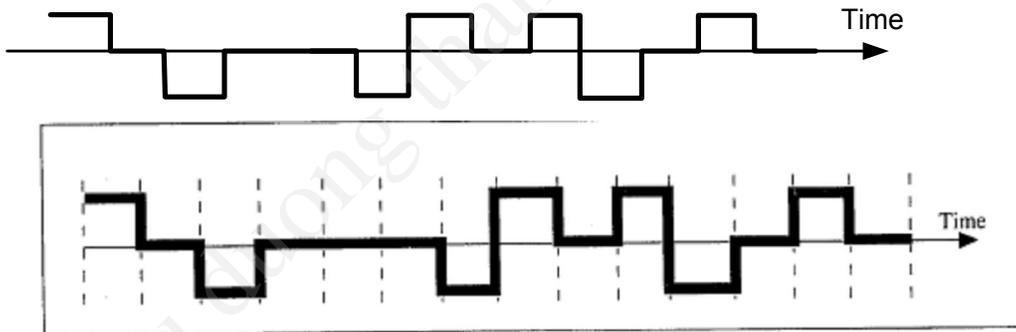
10001001

81. Hình bài 81 vẽ chuỗi pseudoternary của chuỗi dữ liệu, cho biết chuỗi dữ liệu là gì?



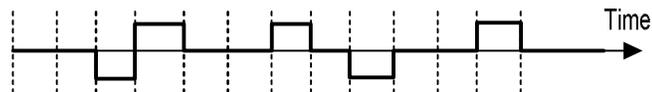
01110110

82. Hình vẽ chuỗi B8ZS của chuỗi dữ liệu, cho biết chuỗi dữ liệu là gì?



1010000000010

83. Hình vẽ chuỗi HDB3 của chuỗi dữ liệu, cho biết chuỗi dữ liệu là gì?



001000001001; giả sử tổng số xung ban đầu là số lẻ

84. Cho biết có bao nhiêu mức biên độ cần có cho các phương thức sau:

- a. Unipolar: 2
- b. NRZ-L: 2
- c. NRZ-I: 2
- d. RZ: 3
- e. Manchester: 2
- f. Manchester vi sai: 2

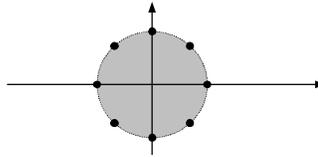
85. Tính tốc độ lấy mẫu của PCM nếu tần số thay đổi từ 1.000 Hz đến 4.000 Hz?

86. Dùng định lý Nyquist, tính tốc độ lấy mẫu của các tín hiệu tương tự sau:
- Tín hiệu tương tự có băng thông 2.000 Hz ($f_{\max}=BW$)
 - Tín hiệu tương tự có tần số từ 2.000 Hz đến 6.000 Hz
87. Nếu tín hiệu được lấy mẫu 8.000 lần trong một giây, cho biết khoảng cách giữa 2 mẫu (chu kỳ lấy mẫu) là bao nhiêu? 125 microgiây
88. Nếu khoảng cách giữa hai mẫu tín hiệu lấy mẫu là 125 microgiây, cho biết tốc độ lấy mẫu là bao nhiêu? 8.000 Hz.
89. Lấy mẫu tín hiệu, mỗi mẫu dùng một trong bốn mức. Cho biết cần bao nhiêu bit để biểu diễn mỗi mẫu? Nếu tốc độ lấy mẫu là 8.000 mẫu/giây, cho biết tốc độ bit? 2 bit, $2 \times 8000=16\text{kbps}$.
90. Tính tốc độ baud của các tín hiệu có tốc độ bit và phương thức điều chế?
- 2.000 bps, FSK
 - 4.000 bps, ASK
 - 6.000 bps, 2-PSK
 - 6.000 bps, 4-PSK
 - 6.000 bps, 8-PSK
 - 4.000 bps, 4-QAM
 - 6.000 bps, 16-QAM
 - 36.000 bps, 64-QAM
91. Tính tốc độ baud nếu biết tốc độ bit và tổ hợp bit:
- 2.000 bps, dibit (2 bit)
 - 6.000 bps, tribit (3 bit)
 - 6.000 bps, quabit (4 bit)
 - 6.000 bps, 8 bit
92. Tính tốc độ bit khi có tốc độ baud và dạng điều chế:
- 1.000 baud, FSK
 - 1.000 baud, ASK
 - 1.000 baud, 8-PSK
 - 1.000 baud, 16-QAM
93. Vẽ giản đồ trạng thái – pha trong các trường hợp sau:
- ASK, biên độ 1 và 3
 - 2-PSK, '1' $\rightarrow 0^\circ$ và '0' $\rightarrow 180^\circ$.
94. Dữ liệu từ nguồn có giá trị thay đổi từ -1.0 và +1.0, cho biết giá trị bit tại các điểm 0,91; -0,25; 0,56 và 0,71 khi dùng phương pháp lượng tử 8 bit?
95. Các điểm dữ liệu trong giản đồ trạng thái – pha là (4,0) và (6,0). Vẽ giản đồ này. Hãy cho biết các giá trị biên độ và pha tại từng điểm? (Bài 101)
96. Làm lại bài 96 nếu các điểm dữ liệu là (4,5) và (8,10).
97. Làm lại bài 96 nếu các điểm dữ liệu là (4,0) và (-4,0).
98. Làm lại bài 96 nếu các điểm dữ liệu là (4,4) và (-4,4).
99. Làm lại bài 96 nếu các điểm dữ liệu là (4,0), (4,4), (-4,0) và (-4,-4).
100. Giản đồ trạng thái pha ở hình 5.7 là dạng điều chế nào: ASK, FSK, PSK và QAM?



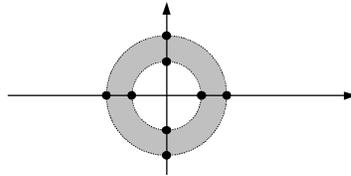
Hình 5.7

101. Giản đồ trạng thái pha ở hình 5.8 là dạng điều chế nào: ASK, FSK, **PSK** và QAM?



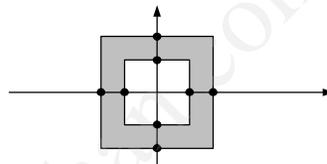
Hình 5.8

102. Giản đồ trạng thái pha ở hình 5.9 là dạng điều chế nào: ASK, FSK, PSK và **QAM**?



Hình 5.9

103. Giản đồ trạng thái pha ở hình 5.10 có biểu diễn ASK, FSK, PSK và **QAM**?



Hình 5.10

104. Một giản đồ trạng thái –pha có thể có 12 điểm không? giải thích?
105. Một giản đồ trạng thái –pha có thể có 18 điểm không? giải thích?
106. Thử đề nghị một nguyên tắc chung để tìm các điểm trong giản đồ trạng thái – pha
107. Nếu có 8 điểm trong giản đồ trạng thái – pha, cho biết có thể gởi bao nhiêu bit trong một baud?
108. Tính băng thông cần thiết cho từng đài phát AM sau, bỏ qua yêu cầu của FCC.
 - a. Điều chế tín hiệu có băng thông 4 KHz; ĐS: 8 KHz
 - b. Điều chế tín hiệu có băng thông 8 KHz ; ĐS: 16 KHz
 - c. Điều chế tín hiệu có tần số từ 2.000 đến 3.000 Hz; ĐS: 2 KHz
109. Tính băng thông cần thiết cho từng đài phát FM sau, bỏ qua yêu cầu của FCC.
 - a. Điều chế tín hiệu có băng thông 12 KHz; ĐS: 120 KHz
 - b. Điều chế tín hiệu có băng thông 8 KHz; ĐS: 80 KHz
 - c. Điều chế tín hiệu có tần số từ 2.000 đến 3.000 Hz; ĐS: 10 KHz