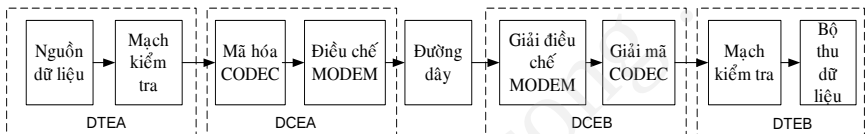


TRUYỀN SỐ LIỆU

(Theo quyển " Cơ sở kỹ thuật truyền số liệu " của Thầy Nguyễn Văn Thường)

CHƯƠNG 1 : THÔNG TIN VÀ SỰ TRAO ĐỔI THÔNG TIN GIỮA CÁC THIẾT BỊ

1.1. Mở đầu :



Hình 1.1. Mạch truyền dữ liệu từ thiết bị A sang B

* DTE : Data Terminal Equipment : Thiết bị đầu cuối xử lý dữ liệu thường gọi tắt là thiết bị đầu cuối. DTE gồm hai khối chức năng khác nhau : khối xử lý là nguồn hoặc bộ thu dữ liệu, khối kiểm tra sự liên lạc là tổ hợp các bộ phận thực hiện chức năng liên lạc có hoặc không có bộ phận lọc nhiễu.

* DCE : Data Circuit Equipment : Thiết bị mạch dữ liệu. DCE có thể có hai khối chức năng là mã hóa (hoặc giải mã) và điều chế (hoặc giải điều chế).

+ CODEC = Code + Decode : mã hóa và giải mã.

+ MODEM = Modulation + Demodulation : điều chế và giải điều chế.

Các mạch truyền dữ liệu thường truyền song công (hai chiều) nên phải cần đến mạch CODEC và MODEM.

* Có ba loại mã hóa :

- Mã hóa nguồn, còn gọi là mã thống kê tối ưu, mục đích để tăng tốc độ truyền tin, hay được sử dụng trong các thiết bị đầu cuối như FAX, VIDEOTEX ...

- Mã hóa kênh còn gọi là mã phát hiện và sửa sai, mục đích để tăng độ chính xác của tin truyền.

⇒ Hai loại mã này được nghiên cứu ở chương 4.

- Mã đường truyền (code line) : biến mã nhị phân thành mã tam phân để dễ dàng đồng bộ tín hiệu. Mã này được nghiên cứu trong chương 3.

* Kỹ thuật điều chế số : ASK, FSK, PSK, QAM và các loại MODEM được giới thiệu trong chương 3.

1.2. Mã hóa thông tin :

* Mã là luật để nhận biết thông tin cần phải biểu diễn dưới dạng tồn tại nhị phân.

* Độ dài của mã : n phụ thuộc vào giá trị số cột nhị phân của ký tự mà ta muốn biểu diễn.

* Để biểu diễn cho mã có N ký hiệu ta cần có n bit sao cho : $2^{n-1} < N < 2^n$, thông thường $n = 5 \div 8$.

* Các ký tự cần mã hóa bao gồm : chữ cái của bản chữ (chữ in và chữ thường), chữ số của hệ đếm 10, một số ký hiệu chỉ các thao tác cần thực hiện (+ , * , ? , \$...) và tập hợp các ký tự điều khiển.

* Sự biểu diễn nhị phân các ký tự : $\{ d_i^1, d_i^2, d_i^n \} \in \{ 0, 1 \}$ của ký tự c_i gọi là một từ mã. Tập các từ mã gọi là bảng mã.

* Ngày nay tổ chức tiêu chuẩn quốc tế lấy mã ASCII, gọi là mã n_0 5 của CCITT cho phép sử dụng rộng rãi.

Mã ASCII sử dụng 7 cột (7 bit) có thể biểu diễn 128 ký tự và thêm một cột để kiểm tra chẵn lẻ. Người ta dùng hai cột đầu tiên để mã hóa những ký tự điều khiển.

Ví dụ với qui ước kiểm tra chẵn :

$b_8 = 0$ với ký tự A $\rightarrow$ 1000001 vì số bit 1 trong ký tự là 2 $\rightarrow$ chẵn

$\Rightarrow$ Từ mã : 01000001

$b_8 = 1$ với ký tự 1 $\rightarrow$ 0110001 vì số bit 1 trong ký tự là 3 $\rightarrow$ lẻ

$\Rightarrow$ Từ mã : 10110001.

* Cho dù trong khi truyền ta dùng loại mã nào, truyền đồng bộ hay không đồng bộ, thông tin truyền trên đường dây phải tuân theo những qui luật sau :

- Các bit của ký tự được truyền liên tiếp theo thứ tự tăng dần ($b_1, b_2 \dots b_7$).

- Bit kiểm tra là bit thứ 8 của ký tự được truyền sau cùng.

- Những ký tự được truyền theo kiểu không đồng bộ cần phải thêm tín hiệu start (1 bit “0”) và 1, 1,5 hoặc 2 bit stops (bit “1”).

- Kiểu truyền không đồng bộ thường dùng kiểm tra chẵn, còn kiểu truyền không đồng bộ thường dùng kiểm tra lẻ.

1.3. Cách truyền :

* Khi truyền đồng bộ để nhận biết giá trị các thời điểm là 0 hay 1 cần phải có tín hiệu xung clock gọi là tín hiệu đồng bộ. Tín hiệu đồng bộ có chu kỳ là T, nghĩa là mỗi giây nguồn sẽ cung cấp $\frac{1}{T}$ bits. Dây như

vậy gọi là dây đồng bộ.

* Khi truyền bất đồng bộ người ta phát từng ký hiệu riêng rẽ, cách biệt nhau và để phân biệt các ký tự người ta thêm tín hiệu đầu (start) và cuối (stop) vào mỗi ký tự.

* Người ta chia đường truyền thành 2 loại : đường truyền nguyên lý (đường truyền chính) và đường truyền thứ cấp (đường truyền phụ). Thông thường đường truyền chính có lưu lượng thông tin lớn gấp nhiều lần đường truyền thứ cấp.

* Mạch dữ liệu được chia làm 3 loại :

- Mạch đơn công (một chiều : simplex) : thông tin chỉ có thể truyền từ nguồn sang thiết bị thu mà chiều ngược lại không thể thực hiện được. Ví dụ : dữ liệu được truyền từ máy tính sang máy in.

- Mạch bán song công (hai chiều ngắt quãng : half duplex). Hai thiết bị đầu cuối có thể truyền dữ liệu cho nhau tại những thời điểm khác nhau.

- Mạch song công (hai chiều toàn phần : duplex). Hai thiết bị đầu cuối có thể truyền dữ liệu cho nhau đồng thời.

CHƯƠNG 2 : TÍN HIỆU – ĐƯỜNG TRUYỀN

2.1. Những khái niệm chung về tín hiệu – đường truyền :

* Đường nối trực tiếp không qua thiết bị trung gian nào trừ những bộ khuếch đại hoặc repeater dùng để tăng độ mạnh của tín hiệu. Đường nối trực tiếp điểm – điểm và đa điểm – đa điểm dùng cho cả môi trường truyền dẫn định hướng và không định hướng.

* Theo quan điểm thời gian ta có tín hiệu điều hòa :

$$s(t) = A \sin (2\pi f_0 t + \varphi)$$

+A : biên độ (V)

+ f_0 : tần số là số chu kỳ của tín hiệu xảy ra trong 1 giây : $f_0 = \frac{1}{T}$

(Hz)

+ φ_0 : góc pha (2π radians = 360°)

* Theo quan điểm của tần số : phổ của tín hiệu liên tục là những vạch phổ rời rạc, còn phổ của tín hiệu rời rạc (xung) là phổ liên tục.

* Đối với dãy xung vuông 1010 ... độ rộng của 1 xung là $\frac{1}{2} T = \frac{1}{2f}$ nên tốc độ truyền sẽ là $2f$ (bps).

* Một tín hiệu trên đường truyền sẽ chịu ảnh hưởng sau :

- Bị suy giảm và dẫn đến méo dạng
- Bị làm chậm (trễ)
- Bị nhiễu.

2.2. Môi trường truyền :

2.2.1. Hữu tuyến : gồm dây song hành, cáp đồng trục, cáp quang.

* Dây song hành còn gọi là cặp dây xoắn thường dùng trong các hệ thống điện thoại như vòng nội bộ, đường trung kế và trong mạng máy

tính nội bộ. Đường dây song hành có thể truyền cho tín hiệu analog cũng như tín hiệu số.

* Cáp đồng trục : có thể truyền tín hiệu analog với khoảng cách vài km và $f_{\max} = 400$ MHz hoặc truyền tín hiệu số với khoảng cách 1,6 km đạt tốc độ 500 Mbps. Phạm vi ứng dụng của cáp đồng trục rộng hơn dây song hành, được sử dụng cả cho đường tivi cáp.

* Sợi quang chỉ truyền được tín hiệu số, người ta hay dùng ASK. Sợi quang được dùng do băng thông rộng, kích thước nhỏ, trọng lượng nhẹ, suy giảm ít, cách ly điện từ và khoảng cách lặp lại lớn. Sợi quang dùng nhiều trong mạng điện thoại thành phố, truyền điện thoại khoảng cách xa và mạng LAN.

2.2.2. Vô tuyến : gồm radio, vi ba mặt đất, vi ba vệ tinh.

* Sóng radio truyền không định hướng trên tầng điện ly, thường dùng trong các hệ thống phát thanh (AM, FM), phát hình (VHF, UHF) hoặc hệ thống radio gói trong mạng truyền số liệu.

* Vi ba mặt đất truyền định hướng chùm tia về hướng cần thiết với phạm vi tần số $2 \div 40$ GHz. Vi ba mặt đất có thể truyền cả tín hiệu tương tự và số ở khoảng cách xa với chất lượng cao. Vi ba mặt đất được dùng cho các đường nối điểm – điểm giữa các tòa nhà, cung cấp dữ liệu địa phương và thay thế cáp đồng trục trong truyền hình cáp và tiếng nói.

* Vi ba vệ tinh : Vệ tinh thông tin là một trạm chuyển tiếp. Nó dùng để nối hai hoặc nhiều bộ thu phát cơ bản và được coi là trạm mặt đất. Bộ thu của vệ tinh truyền trên một băng tần (đường lên), khuếch đại hoặc repeater và chuyển nó sang băng tần khác (đường xuống). Vệ tinh tự quay quanh nó với tốc độ 35784 km. Có hai loại tiêu chuẩn :

- Băng tần 4/6 GHz với góc ngẩng 4^0 .

- Băng tần 12/16 GHz với góc ngẩng 3^0 .

Vệ tinh được sử dụng để phân phối truyền hình, truyền điện thoại khoảng cách xa và mạng thương mại tư nhân.

2.3. Kỹ thuật số cho tín hiệu analog :

2.3.1. PAM : Điều biên xung :

* Trong hệ thống PAM không có thiết bị mã hóa và giải mã. Người ta chỉ truyền một dãy xung có biên độ được điều chế bởi tín hiệu analog thông tin cần truyền và tần số dãy xung đáp ứng tần số lấy mẫu đến bộ phận thu. Ở bộ phận thu sẽ phục hồi lại thông tin cần truyền.

* Định lý lấy mẫu : tín hiệu analog được tạo lại khi và chỉ khi tần số lấy mẫu (f_s) lớn hơn hoặc bằng hai lần tần số cao nhất của tín hiệu đầu vào (f_a).

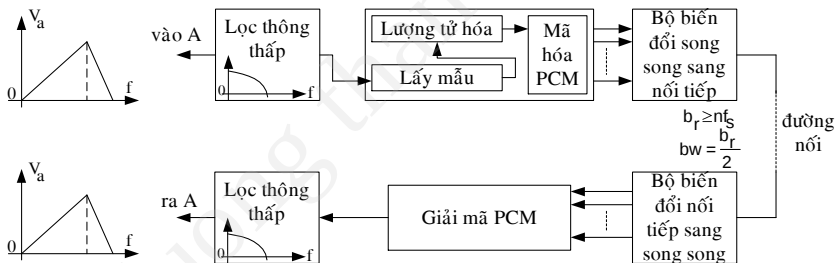
$$f_s \geq 2f_a$$

+ f_a : tần số cực đại của tín hiệu đầu vào.

+ f_s : tần số lấy mẫu.

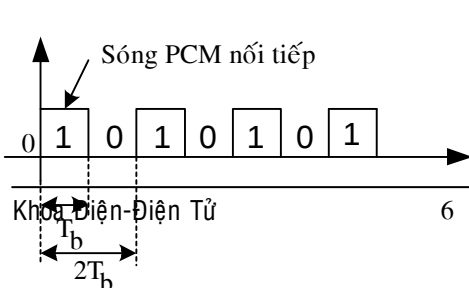
Ví dụ : Tín hiệu thoại có băng thông : 300 Hz ÷ 3400Hz

$$\Rightarrow f_a = 3400 \text{ Hz} \Rightarrow f_s \geq 2.3400 = 6800 \text{ Hz} \Rightarrow f_s = 8000 \text{ Hz}$$

2.3.2. PCM : Điều cốt (code - mã) xung (Điều xung cốt)

Hình 2.1. Hệ thống thông tin số PCM

PCM là tín hiệu PAM sau khi đã lượng tử hóa. Nhưng trong PAM giữa hai thời gian lấy mẫu ta chỉ cần truyền một xung lấy mẫu thì trong PCM ta cần truyền n xung.



$$f = \frac{1}{2T_b} = \frac{b_r}{2} = BW$$

$$\Rightarrow T_b = \frac{1}{b_r} : \text{độ rộng của bit (s)}$$

Đầu ra b_r của bộ phát có n bit nối tiếp PCM :

$$b_r \geq nf_s \geq 2nf_a \text{ (bps)}$$

Ví dụ : với PCM 8 bit trong hệ thống điện thoại :

+ Băng thông của voice : $300 \text{ Hz} \div 3400 \text{ Hz} \rightarrow f_a = 3400 \text{ Hz}$

+ Tần số lấy mẫu : $f_s \geq 2f_a = 6800 \text{ Hz} \Rightarrow$ chọn $f_s = 8 \text{ KHz}$

+ Tốc độ của một kênh PCM : $b_r \geq nf_s = 8.8.10^3 = 64 \text{ Kbps}$

+ Băng thông của một kênh PCM : $BW = \frac{b_r}{2} = \frac{64 \cdot 10^3}{2} = 32$

KHz.

+ Nếu trong một chu kỳ lấy mẫu $T_s = \frac{1}{f_s} = 125 \mu\text{s}$ (gọi là một

khung) ta sắp xếp N kênh, thì tốc độ truyền một khung sẽ tăng lên :

$$R = N \cdot b_r$$

$$BW_{\Sigma} = NBW$$

$\Rightarrow$ Ví dụ : + PCM – 30 có $N = 32 \Rightarrow R = 32.64.10^3 = 2048 \text{ Kbps}$

$$BW_{\Sigma} = 32.32.10^3 = 1024 \text{ KHz}$$

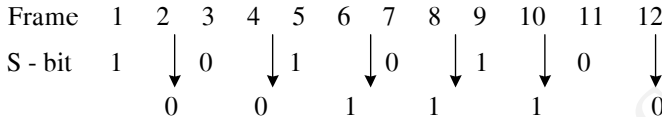
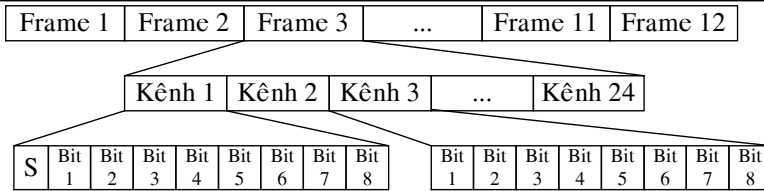
+ PCM – 24 có $N = 32 \Rightarrow R = 24.64.10^3 = 1536 \text{ Kbps}$

$$BW_{\Sigma} = 24.32.10^3 = 768 \text{ KHz}$$

2.3.3. PCM-24 : là chuẩn của Bắc Mỹ và Nhật :

Cấu trúc PCM - 24 gồm :

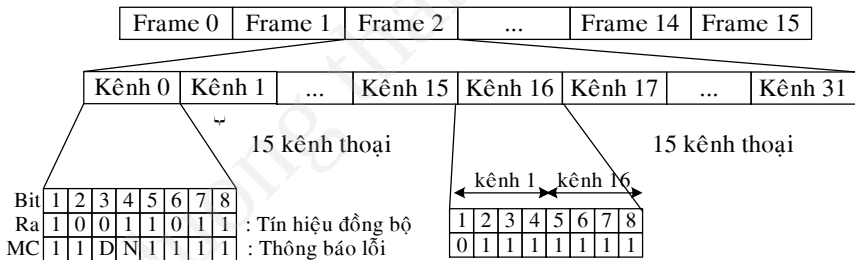
+ Các đa khung (multiframe) có 12 khung ($12 \times 125 \mu\text{s} = 1,5 \text{ ms}$); mỗi khung có 24 kênh gồm 193 bit chiếm $125 \mu\text{s}$ [$(24 \times 8) + 1 = 193$ bit)]. Bit đồng bộ gọi là bit S, các bit S của khung lẻ lần lượt là 101010 và các bit S của khung chẵn lần lượt là 001110.



2.3.4. PCM-30 : là chuẩn của châu Âu.

Cấu trúc PCM-30 gồm :

+ Các đa khung có 16 khung ($16 \times 125 \mu s = 2 \text{ ms}$); mỗi khung có 32 kênh gồm 256 bit ($8 \times 32 = 256 \text{ bit}$). Kênh “0” là kênh đồng bộ, kênh “16” là kênh báo hiệu.



D = 1 : Thông báo lỗi khẩn cấp

D = 0 : không có lỗi khẩn cấp

N = 1 : không có lỗi không khẩn cấp

N = 0 : có lỗi không khẩn cấp

+ 4 bit 1,2,3,4 báo hiệu cho 16 kênh đầu (0-15)

+ 4 bit 5,6,7,8 báo hiệu cho 16 kênh sau (16-31)

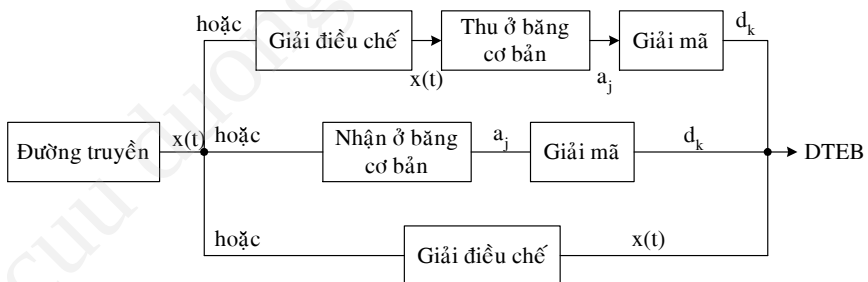
* Điều chế PCM đạt chất lượng cao nhưng đòi hỏi băng thông lớn. Để giảm băng thông đi một nửa người ta dùng điều chế Delta, nhưng khi đó nhiễu lượng tử sẽ lớn và méo do quá tải sườn cũng lớn. Điều chế PCM vì phân là điều chế kết hợp giữa Delta và PCM. Khi đó chất lượng tín hiệu vẫn đảm bảo, mà băng thông vẫn giảm một nửa và méo

do quá tải sườn chỉ còn 3% không đáng kể. Điều chế PCM gồm 8 bits, còn điều chế PCM vi phân chỉ cần 4 bits.

CHƯƠNG 3 : TRUYỀN SỐ LIỆU

3.1. Khái quát :

* DCE phát : Tín hiệu ra khỏi DTE là dãy nhị phân d_k . Sau bộ mã hóa là tín hiệu a_j có q mức và tín hiệu sau bộ điều chế là $s(t)$. Khi tín hiệu truyền trên đường truyền sẽ có nhiễu nên trở thành $x(t)$. Tùy theo cấu tạo của bên DCE phát mà DCE thu sẽ có cấu tạo tương ứng.



Hình 3.1. Cấu trúc của DCEB

+ Nếu DCE phát chỉ có mạch điều chế thì bên DCE thu cũng chỉ có mạch giải điều chế.

+ Nếu DCE phát có bộ mã hóa và bộ biến đổi nhị phân sang tam phân ở băng cơ bản thì bên DCE thu có bộ biến đổi tam phân thành nhị phân và bộ giải mã.

+ Nếu DCE phát có đầy đủ các khối mã hóa, băng cơ bản, khối điều chế thì bên DCE thu có các khối giải mã, băng cơ bản và giải điều chế.

3.2 Truyền ở băng tần cơ sở :

3.2.1 Khái quát :

* Truyền đồng bộ trước hết ở băng tần cơ sở, tiết kiệm hơn, ưu điểm hơn modem làm biến đổi tần số.

* Truyền không đồng bộ thường truyền có điều chế nên phải dùng MODEM.

3.2.2. Tín hiệu 2 mức ở băng tần cơ sở :

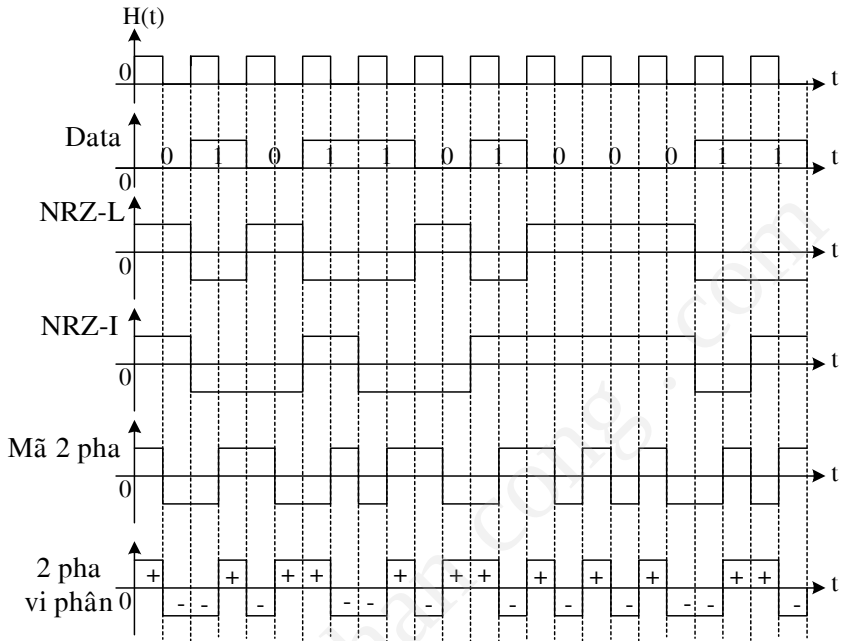
- Mã nhị phân NRZ (Non Return to Zero)

$$\text{NRZ - L : } \begin{cases} d_i = 0 \Rightarrow a_i = +a \\ d_i = 1 \Rightarrow a_i = -a \end{cases}$$

$$\text{NRZ - I : } \begin{cases} d_i = 0 \Rightarrow a_i = a_{i-1} \\ d_i = 1 \Rightarrow a_i = -a_{i-1} \end{cases}$$

$$\text{Mã 2Fa : } \begin{cases} d_i = 0 \Rightarrow a_i' = +a; a_i'' = -a \\ d_i = 1 \Rightarrow a_i' = -a; a_i'' = +a \end{cases}$$

$$\text{Mã 2Fa vi phân : } \begin{cases} d_i = 0 \Rightarrow a_i' = a_{i-1}'; a_i'' = -a_i' \\ d_i = 1 \Rightarrow a_i' = -a_{i-1}'; a_i'' = -a_i' \end{cases}$$



3.2.3. Tín hiệu ba mức (tam phân) ở băng tần cơ sở :

* Mã lưỡng cực tiêu chuẩn 1 AMI :

$$d_i = 0 \rightarrow a_i = 0$$

$$d_i = 1 \rightarrow a_i = \begin{cases} +1 & \text{nếu } a_i \text{ của bit giá trị 1 cuối cùng đã xét là } -1 \\ + - 1 & \text{nếu } a_i \text{ của bit giá trị 1 cuối cùng đã xét là } +1 \end{cases}$$

* Mã lưỡng cực tiêu chuẩn 2 AM2 :

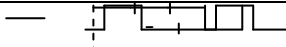
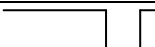
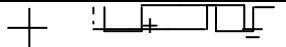
Giống mã lưỡng cực tiêu chuẩn 1 AMI nhưng mã hóa cho dãy dữ liệu chẵn $\{d_{2i}\}$ và dãy dữ liệu lẻ $\{d_{2i+1}\}$ một cách độc lập.

* Mã lưỡng cực mật độ cao : HDB3 được dùng nhiều ở Châu Âu và Nhật.

+ $d_i = 1 \Rightarrow$ mã hóa theo luật của AMI (nghĩa là thay phiên nhau đảo dấu từ $+1 \rightarrow -1$).

+ $d_i = 0$ và số bit "0" nhỏ hơn 3 thì $a_i = 0$ như AMI.

+ $d_i = 0$ và số bit “0” là dãy 4 bit “0” liên tiếp thì ta sẽ thay thế bằng 1 hoặc 2 xung phụ.

Cực tính của xung cuối	Số lượng bit 1 kể từ khi thay thế lần cuối	
	Lẻ	Chẵn hoặc 0
	000- 	+00+ 
	000+ 	- 00 - 

* Mã B8ZS được dùng nhiều ở Bắc Mỹ

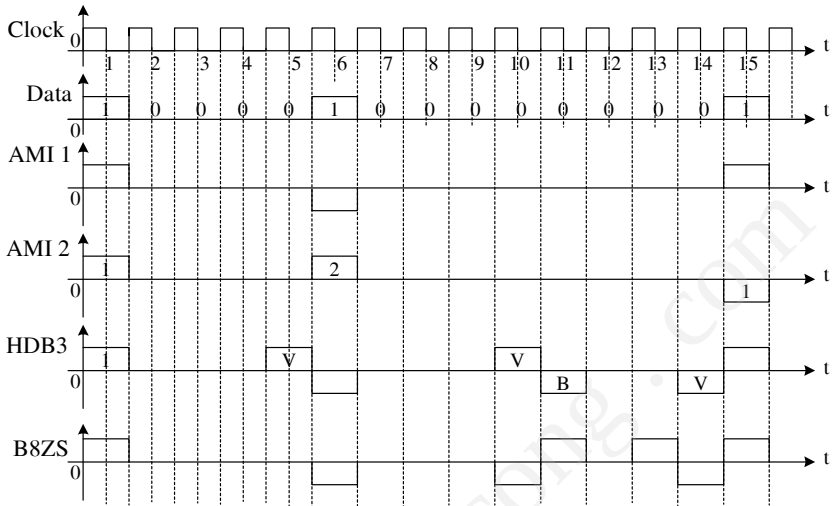
+ $d_i = 1 \Rightarrow$ mã hóa theo luật của AMI.

+ $d_i = 0$ và số bit “0” nhỏ hơn 8 thì $a_i = 0$ như AMI

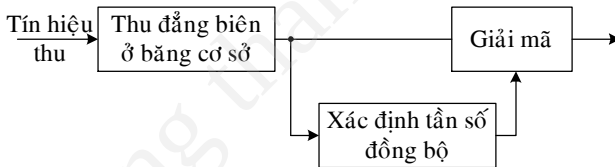
+ $d_i = 0$ và số bit “0” bằng 8 thì thay bằng dãy tín hiệu phụ 000-+0+-.

* Mã tam phân thường được thay thế cho mã nhị phân trên đường truyền vì nó có những ưu điểm vượt trội :

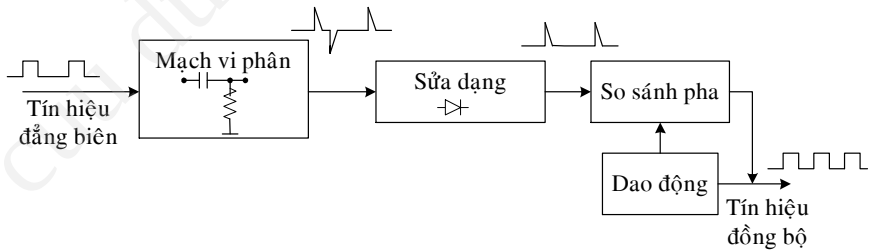
- Không sinh ra thành phần 1 chiều khi truyền $V_{DC} = 0$
- Không có dãy tín hiệu giá trị “0” quá dài nên không sợ bị mất đồng bộ.
- Không giảm tốc độ truyền.
- Có thể đảm bảo phát hiện sai.



3.2.4. Thiết bị DCE thu ở băng tần cơ sở :



a. DCE ở băng cơ sở



b. Bộ xác định tần số đồng bộ

Thiết bị thu có nhiệm vụ phải làm sao thu đúng những tín hiệu ở băng tần cơ sở đã được phát đi vì vậy bên thu bắt buộc phải có tín hiệu đồng bộ cùng tần số với tín hiệu đồng bộ bên phát. Đồng thời do tín hiệu truyền trên đường dây bị làm méo dạng và bị nhiễu nên trước khi giải mã phải được sửa dạng và khử nhiễu bằng bộ khuếch đại đẳng biên.

* Có 2 cách để có tín hiệu đồng bộ ở bộ phận thu :

- Phát tín hiệu đồng bộ ở bộ phận phát.
- Tạo tín hiệu đồng bộ từ tín hiệu nhận được ở bộ phận thu bằng bộ xác định tần số đồng bộ.

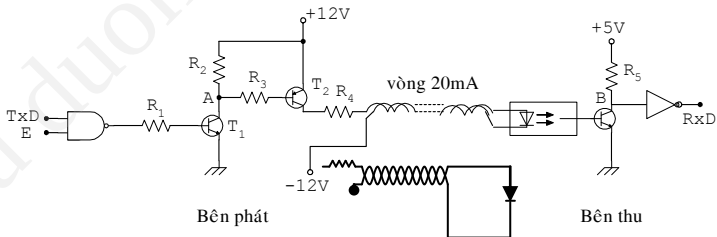
3.2.5. Chuẩn giao tiếp ở băng cơ bản :

Trong mạng máy tính cục bộ (LAN) hay các thiết bị truyền số liệu đặt trong một số phòng gần nhau hay trong một nhà, để tiết kiệm người ta thường dùng đường truyền nối tiếp ở băng cơ sở.

a. Giao tiếp vòng 20 mA :

+ Khi bên phát phát bit “1” tương ứng trên vòng lặp có dòng một chiều 20 mA.

+ Khi bên phát phát bit “0” tương ứng trên vòng lặp không có dòng một chiều.

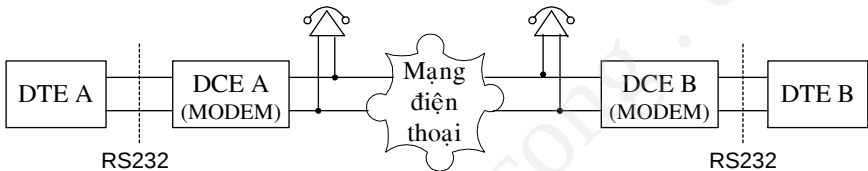


+ Khi chân điều khiển $E = 0 \Rightarrow$ ngõ ra cổng NAND ở mức cao
 $\rightarrow T_1$ dẫn bão hòa $\rightarrow V_{CE1} = 0 \rightarrow T_2$ tắt $\rightarrow$ dòng $I_{CQ2} = 0 \rightarrow$ OPTO tắt
 $\rightarrow V_B = 5\text{ V} \rightarrow RxD = 0$.

+ Nếu $E = 1$, $TxD = 1 \Rightarrow$ ngõ ra cổng NAND ở mức thấp $\rightarrow T_1$ tắt $\rightarrow R_2, R_3$ tạo dòng phân cực cho T_2 dẫn $\rightarrow I_{CQ2} = 20 \text{ mA} \rightarrow$ OPTO dẫn bão hòa $\rightarrow V_B = 0,2 \text{ V} \rightarrow RxD = 1$.

+ Nếu $E = 1$, $TxD = 0 \Rightarrow$ ngõ ra cổng NAND ở mức cao $\rightarrow T_1$ dẫn bão hòa $V_{CE} = 0 \rightarrow T_2$ tắt $\rightarrow I_{CQ2} = 0 \rightarrow$ OPTO tắt $\rightarrow V_B = 5 \text{ V} \rightarrow RxD = 0$. Nghĩa là khi bên phát phát bit “1”, bên thu nhận được bit 1 hoặc bên phát phát bit “0” thì bên thu nhận được bit “0”.

b. Giao tiếp EIA RS232C :



Truyền dữ liệu qua mạng điện thoại

* Chuẩn RS232C ra đời 1969 được chấp nhận làm chuẩn giao tiếp chuyên dùng cho truyền số liệu và các đường nối kiểm tra giữa DTE và DCE. Nó được sử dụng trên đường dây có lưu lượng cực đại 20 Kbps và khoảng cách không quá 15 m.

* RS232C sử dụng nguồn $\pm 15 \text{ V}$; bit “1” $\rightarrow (-5) \div (-15) \text{ V}$ và bit “0” $\rightarrow (+5) \div (+15) \text{ V}$ và có 25 chân.

c. Giao tiếp RS449, RS423, RS422 :

RS449 chia làm 2 loại : RS422A (cân bằng) và RS423A (không cân bằng), mức logic $\pm 6 \text{ V}$, có 46 chân.

+ RS423A có tốc độ truyền : $\begin{cases} 300 \text{ Kbps} & (\leq 10 \text{ m}) \\ 3 \text{ Kbps} & (\leq 1000 \text{ m}) \end{cases}$

+ RS422A có tốc độ truyền : $\begin{cases} 10 \text{ Mbps} & (\leq 10 \text{ m}) \\ 100 \text{ Kbps} & (\leq 1000 \text{ m}) \end{cases}$

3.3. Điều chế và giải điều chế số (MODEM) :

3.3.1. Khóa dịch biên độ ASK (Điều biên số) :

Điều chế là một quá trình tổng mà một hay nhiều thông số của một dạng sóng nào đó được thay đổi theo tín hiệu mang tin tức. Ví dụ, một tín hiệu sin có 3 đặc trưng có thể được thay đổi : Biên độ , tần số và pha (theo biểu thức 3.2) :

$$S_i(t) = A \sin(\omega_c t + \phi) \quad (3.2)$$

Nếu A được thay đổi theo tín hiệu tin tức, ta có điều chế biên độ của $S_i(t)$. Nếu ω_c hay ϕ thay đổi ta có điều chế tần số và điều chế pha.

Tín hiệu sin chưa điều chế $S_i(t)$ ở biểu thức (3.2) gọi là sóng mang với tần số f_0 . Các dạng điều chế khác nhau được minh họa ở biểu thức 3.3

Sóng mang được điều chế

$$s(t) = A(t) \sin[2\pi f(t) + \phi(t)] - \quad (3.3)$$

biên độ tần số pha

Nếu thông số được điều chế thay đổi liên tục, điều chế được gọi là tương tự. Nếu thông số được điều chế chỉ lấy những giá trị nhất định, điều chế được gọi là điều chế số.

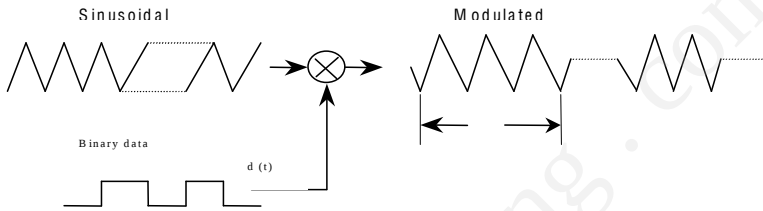
Như vậy, điều chế số là những kỹ thuật mà trong đó biên độ, tần số hay pha của sóng mang chỉ lấy một trong các giá trị xác định. Theo đó, các kỹ thuật này được gọi là khóa dịch biên độ (ASK), khóa dịch tần số (FSK), khóa dịch pha (PSK). Điều chế biên độ trực giao (QAM) . QAM là sự kết hợp của ASK và PSK. Ví dụ về ASK được trình bày ở hình 3.5 . Trong đó, tín tức được mã hoá như dữ liệu nhị phân. Ta có thể biểu diễn tín hiệu điều chế bằng biểu thức :

$$S_{ASK}(t) = A(t) \cos(\omega_c t) \cdot d(t)$$

Trong đó : E : biên độ đỉnh của sóng mang

$d(t)$: dữ liệu nhị phân

Trong ví dụ trên, tín hiệu sin có biên độ A được phát khi tín hiệu dữ liệu số có mức logic 1, ngược lại, sóng mang không được phát.



Hình 3.5

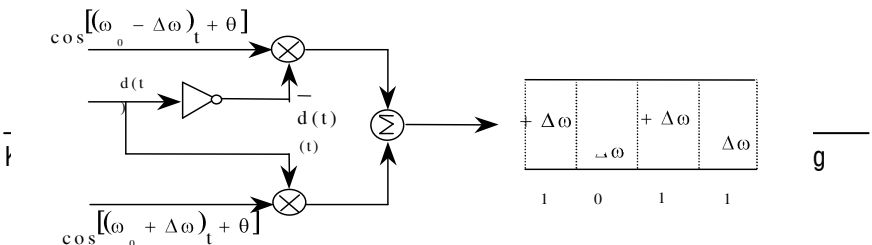
Khoá dịch biến độ ASK

Sơ đồ trên, có thuận lợi là đơn giản nhưng ít thông dụng vì vài lý do, chẳng hạn, công suất sóng mang được sử dụng không hiệu quả. Với dữ liệu ngẫu nhiên, sóng mang chỉ tồn tại nửa thời gian. Các tín hiệu có đường bao không có đường bao không thay đổi thích hợp hơn trong hệ thống cấp cao.

3.3.2 Khoá dịch tần số FSK

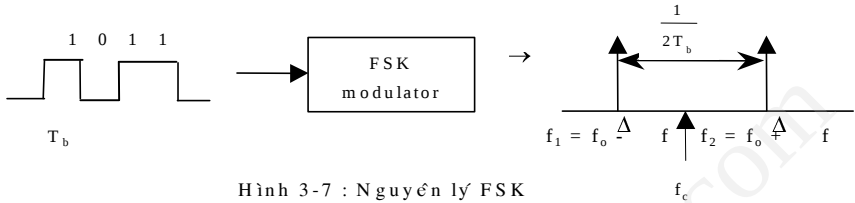
3.3.2.1 Điều chế FSK

FSK được sử dụng nhiều hơn ASK (hình 3.6) . Theo hình (3.6), ta thấy quá trình điều chế FSK đơn giản, hai sóng mang có tần số $\omega_0 + \Delta\omega$ và $\omega_0 - \Delta\omega$ được phát đi. Mức logic 1 khóa một sóng mang, trong khi đó mức logic 0 khóa sóng mang còn lại. Một phương pháp đơn giản khác là sử dụng bộ điều chế tần số tương tự cổ điển, mà nó chỉ đáp ứng với 2 mức điện áp. Hai phương pháp này có thể tạo ra phổ tín hiệu



Hình 3-6 : Khoá dịch tần số FSK

hơi khác nhau. FSK thường được sử dụng bởi vì :



Hình 3-7 : Nguyên lý FSK

Quá trình mã hoá là đơn giản và rẻ tiền

1. FSK sử dụng kỹ thuật FM. Bộ thu có thể khuếch đại tín hiệu thu mà không cần mạch tự động điều chỉnh độ lợi (AGC)
2. FSK ít bị ảnh hưởng bởi nhiễu hơn mã hoá sử dụng kỹ thuật AM
3. Có thể sử dụng bộ hạn biên để cải thiện SNR và giảm ảnh hưởng của nhiễu.

Ngõ ra của FSK tương ứng với dữ liệu số ngõ ra như hình (3.7)

Chú ý, trong hình (3.7), mức logic 0 tương ứng với tần số f_1 , và mức logic 1 tương ứng với tần số f_2 . Độ dịch tần số chính được theo yêu

cầu, được cho bởi biểu thức :
$$\Delta f = \frac{f_2 - f_1}{2} = \frac{1}{4T_b} \text{ Hz} , \quad (3-5)$$

Trong đó : T_b là khoảng thời gian của 1 bit

f_1 và f_2 được biểu diễn như sau :

$$f_1 = f_o - \Delta f = f_o - \frac{1}{4T_b} \quad (3.6)$$

$$f_2 = f_o + \Delta f = f_o + \frac{1}{4T_b} \quad (3.7)$$

Từ biểu thức (3.6) và (3.7), có thể biểu diễn tín hiệu FSK như sau :

$$s_{FSK}(t) = A \cos \left[(f_o \mp \Delta f)t \right] \quad (3.8)$$

hay

$$s_{FSK}(t) = A \cos(\pm 2\pi f_t) \cos 2\pi f_o t - A \sin(\pm 2\pi f_t) \sin 2\pi f_o t \quad (3.9)$$

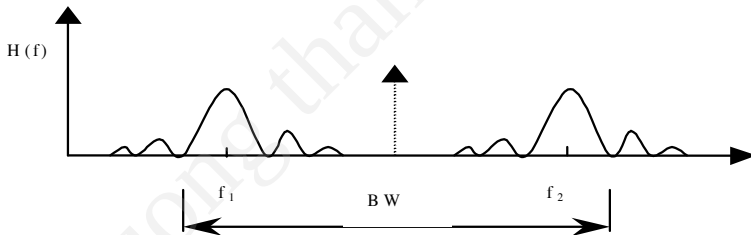
Từ biểu thức (3.5), tín hiệu FSK có thể biểu diễn theo tốc độ bit như sau :

$$s_{FSK}(t) = A \cos \frac{\pm 2\pi t}{2T_b} \cos 2\pi f_o t - A \sin \frac{\pm \pi t}{2T_b} \sin 2\pi f_o t \quad (3.10)$$

Từ hình (3.7), ta thấy tín hiệu FSK có thể xem như bao gồm 2 sóng sin ở chế độ xung (pulse sinusoidal waves) có tần số f_1 và f_2 . Phổ của dạng sóng này là dạng sinc/x . Vì vậy, ta có thể biểu diễn phổ của tín hiệu FSK như hình (3.8). Nếu giả sử rằng thành phần hài cơ bản chứa hầu hết các năng lượng tín hiệu, băng thông tín hiệu FSK được tính bằng biểu thức :

$$BW = f_2 + \frac{1}{\tau} - (f_1 - \frac{1}{\tau}) = f_2 - f_1 + \frac{2}{\tau} = 2(\Delta f + \frac{1}{\tau})$$

Trong đó τ là độ rộng xung.



Hình 3.8 Phổ tần số FSK

Ví dụ :

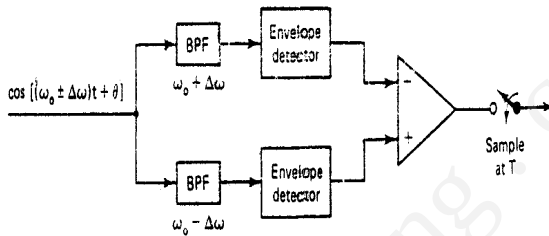
Tìm băng thông tín hiệu FSK có tần số tín hiệu là 49 khz và 50 khz. Tốc độ bit là 2000 bits/s

giải :

$$\begin{aligned} BW &= f_2 - f_1 + \frac{2}{\tau} \\ &= 50.000 - 49.000 + 4.000 = 5.000 \text{ Hz} \end{aligned}$$

3.3.2.2 Giải điều chế FSK :

Sơ đồ giải điều chế của FSK rất đơn giản (hình 3.9). Theo hình vẽ, mỗi bộ lọc thông dải có tần số trung tâm tương ứng với 2 tần số được phát.



Hình 3.9 Giải điều chế FSK

Ngõ ra bộ tách sóng đường bao là tổng công suất của mỗi dải thông và bộ so sánh sẽ đáp ứng với công suất lớn nhất. Kỹ thuật tách sóng FSK này gọi là tách sóng không kết hợp (Noncoherent). Tách sóng không kết hợp là quá trình tách sóng trong đó không có tín hiệu có tần số pha được khoá pha với tín hiệu FSK vào. Xác suất lỗi của tách sóng FSK không kết hợp :

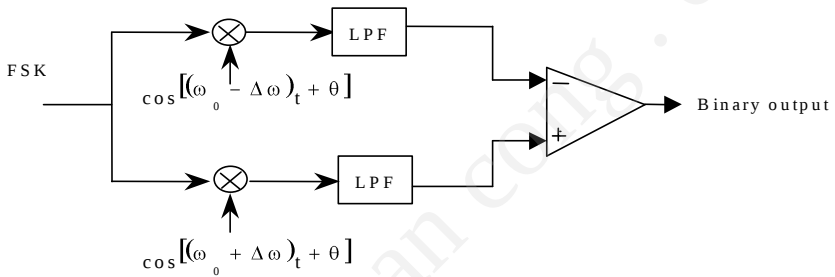
$$P_e = \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{E}{2 N_0}\right) \quad (3.12)$$

Trong đó E/N_0 là năng lượng bit trên nhiễu.

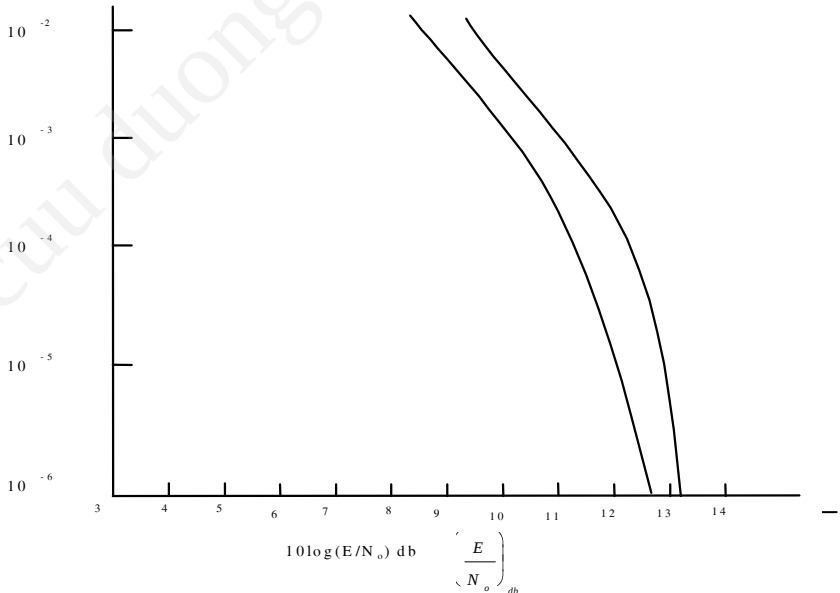
Bộ tách sóng FSK kết hợp được vẽ ở hình (3.10). Trong hình vẽ, tín hiệu FSK ở ngõ vào được nhân với các bản sao của các xung được phát đi. Các bản sao này gọi là dao động nội phải cùng pha với tín hiệu thu. Vì 2 tần số phát không liên tục, nên thường không thường sử dụng để tạo ra các dao động nội b. Tách sóng FSK kết hợp không thể thực hiện trong các hệ thống FSK đơn giản. Xác suất lỗi của hệ thống đồng bộ dạng này là :

$$p_e = \text{erfc} \sqrt{\frac{E_b}{N_0}} \quad (3.13)$$

Biểu thức (3.12) và (3.13) được vẽ ở hình (3.11)

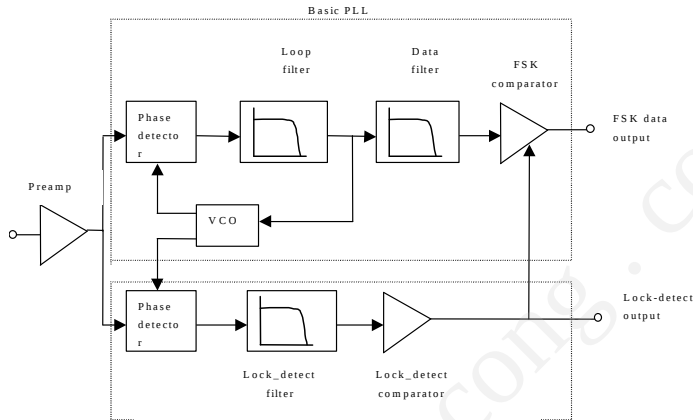


H 3.10 : Tách sóng kết hợp



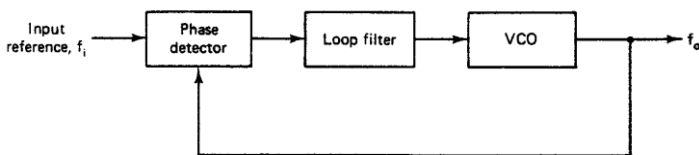
Hình 3.11 : FSK performance

3.3.1.2 Tách sóng FSK sử dụng vòng khoá pha



Hình 3.12 : Giải điều chế FSK

Vòng khoá pha (PLL), có thể được dùng để giải điều chế FM. Vì vậy có thể được sử dụng để giải mã FSK. Bộ giải điều chế FSK như hình (3.12) không sử dụng cuộn cảm, PLL không những giải điều chế mà còn chọn các tần số một cách chính xác. Thông thường, PLL là hệ thống hồi tiếp gồm 3 khối chức năng: Bộ so pha, bộ lọc thông thấp, bộ dao động điều khiển bằng điện áp (VCO). (Xem hình 3.13). PLL là bộ truyền động điện tử vòng kín, bằng cách so sánh pha tín hiệu ngõ ra với pha của tín hiệu chuẩn. Bất kỳ sự sai biệt về pha nào cũng chuyển thành điện áp sai biệt. Điện áp sai lệch này sẽ được đưa tới bộ VCO và làm thay đổi pha của ngõ ra của bộ VCO làm nó bám theo tín hiệu ngõ vào.



Hình 3.13 Basic PLL

Theo hình (3.13), tín hiệu ngõ vào có pha tùy ý :

$$V_i(t) = A \sin(\omega_i t + \theta_i) \quad (3.14)$$

Ngõ ra của bộ VCO là :

$$V_o(t) = A_2 \cos(\omega_o t + \theta_o) \quad (3.15)$$

Bộ so pha có thể xem như là bộ nhân, vì vậy ở ngõ ra của bộ nhân ta có :

$$V_d = A_1 A_2 K_m \sin(\omega_i t + \theta_i) \cos(\omega_o t + \theta_o) \quad (3.16)$$

Trong đó : K_m là độ lợi của bộ nhân.

Khai triển biểu thức (3.16), biểu thức (3.16) bao gồm tổng và hiệu tần số tín hiệu vào và tần số của bộ dao động. Tần số tổng sẽ bị lọc khi qua bộ lọc thông thấp. Vì vậy, ở ngõ ra của bộ lọc thông thấp ta có :

$$V_f = \frac{A_1 A_2}{4} K_m \sin(\omega_i t - \omega_o t + \theta_i - \theta_o) \quad (3.17)$$

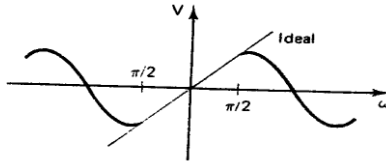
Nếu PLL khoá với tín hiệu vào, biểu thức (3.17) trở thành :

$$V_f = \frac{A_1 A_2}{4} K_m \sin(\theta_i - \theta_o)$$

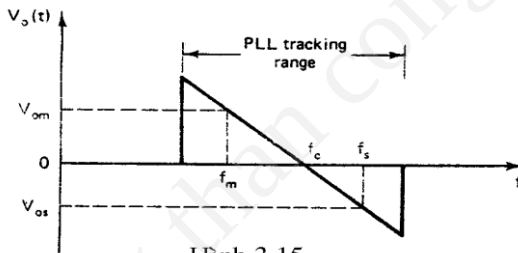
Trong đó : $\theta_i - \theta_o$ là sai lệch pha.

Biểu thức này cho thấy điện áp sai biệt được đưa tới VCO để duy trì khoá pha (Xem hình 3.14). Nếu có nhiễu tác động vào PLL và gây ra sai pha vượt quá $\pm \frac{\pi}{2}$, PLL sẽ trôi một hay nhiều chu kỳ.

Ta đã xét hoạt động của PLL. Nếu tín hiệu ngõ vào thay đổi pha hay tần số, thì sẽ dẫn đến thay đổi điện áp sai biệt. Hoạt động giải điều chế của PLL là : sự thay đổi tần số hay pha ở ngõ vào sẽ dẫn đến sự thay đổi điện áp ở ngõ ra. Khi PLL khoá với tần số mark và space f_m và f_s của tín hiệu FSK ở ngõ vào, điện áp ngõ ra của PLL dịch từ V_{om}



Hình 3.14



Hình 3.15

hay V_{os} (Xem hình 3.15). Điện áp này được phát hiện khuếch đại và chuyển thành mức logic.

3.3.3 Khoá dịch pha PSK :

3.3.3.1 Điều chế PSK :

PSK được phát hiện trong những ngày đầu của chương trình không gian. Ngày nay, nó được sử dụng rộng rãi trong hệ thống thông tin quân sự và thương mại. PSK được xem như là dạng điều chế dữ liệu có hiệu quả đối với các ứng dụng đo lường từ xa, bởi vì nó có xác suất lỗi thấp nhất đối với cùng mức tín hiệu thu được cho trước khi đo qua 1 chu kỳ ký tự. Trong điều chế PSK, pha của dạng sóng ngõ ra sẽ dịch theo dữ liệu nhị phân ngõ vào theo biểu thức :

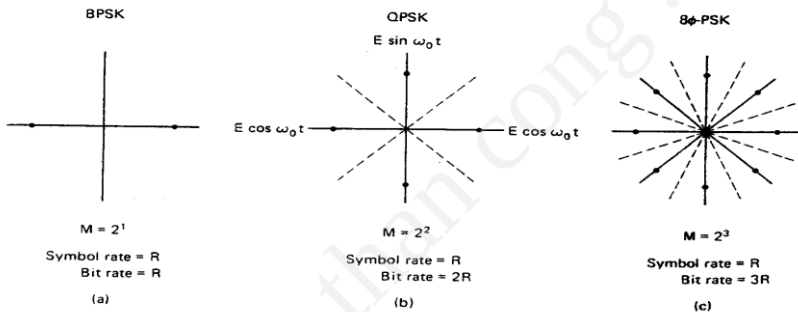
$$V_o(t) = A \sin \left[\omega_0 t + \frac{2\pi(i-1)}{M} \right]$$

Trong đó :

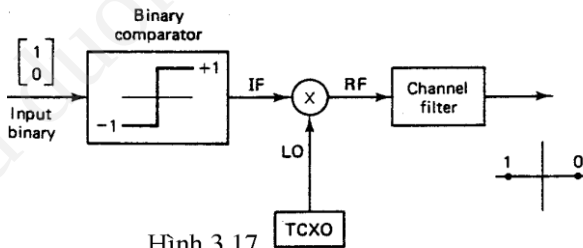
$i=1,2,...M$

$M=2^N$, số trạng thái pha cho phép.

N = số bit dữ liệu cần thiết để xác định 1 trạng thái pha M
 3 dạng điều chế PSK thông dụng là : nhị phân (BPSK), khi $M=2$, (trực giao) cầu phương (QPSK) khi $M=4$, 8ϕ _PSK khi $M=8$. Các trạng thái pha được minh hoạ trong hình (3.16)



Hình 16

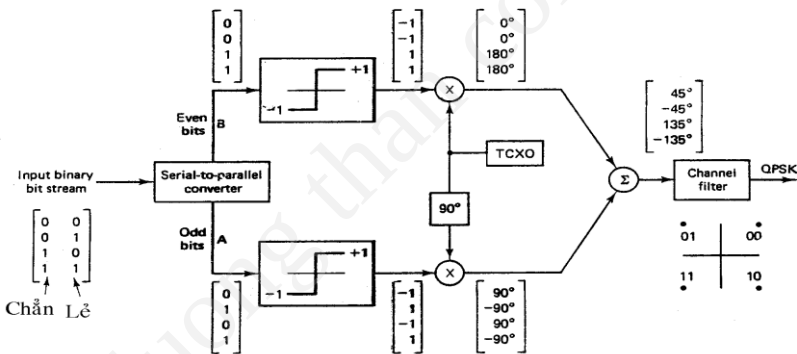


Hình 3.17

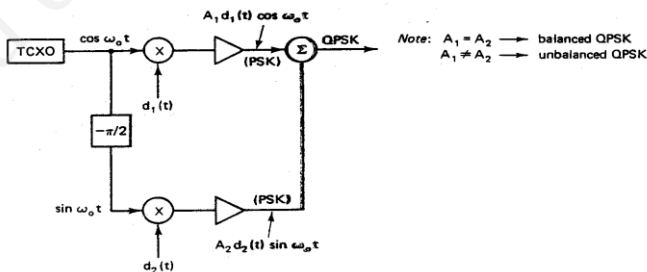
Chú ý : khi tăng số trạng thái pha (trạng thái tín hiệu) , tốc độ bit sẽ tăng trong khi đó tốc độ Baud vẫn như cũ. Khi tăng tốc độ dữ liệu để BER vẫn như cũ thì phải tăng SNR. Chú ý rằng tất cả các trạng thái tín

hiệu đều nằm trên vòng tròn, do đó chúng được đặc trưng bởi tín hiệu có biên độ không đổi (tín hiệu có năng lượng không đổi)

Theo hình (3.16), ta thấy nếu số lượng tín tức cần phát đi trong một khoảng thời gian cho trước, tốc độ dữ liệu trong hệ thống M_mức giảm đi N lần. Do băng thông cần thiết tỉ lệ với tốc độ ký tự, nên giảm tốc độ tín tức đến băng thông kênh truyền sẽ hẹp hơn. Nói cách khác, nếu tốc độ ký hiệu là cố định, hệ thống cấp cao có thể truyền nhiều bit thông tin qua 1 kênh truyền có băng thông cho trước. Ta nói, hệ thống M mức có hiệu quả về băng thông. Giá phải trả là xác suất lỗi của hệ thống cũng tăng. Mật độ tín hiệu dày hơn trong hệ thống cấp cao. Trong BPSK, bộ thu phải phân biệt giữa các tín hiệu là sự sai pha 180° , và 45° trong hệ thống $8\phi_PSK$.



Hình 3.18



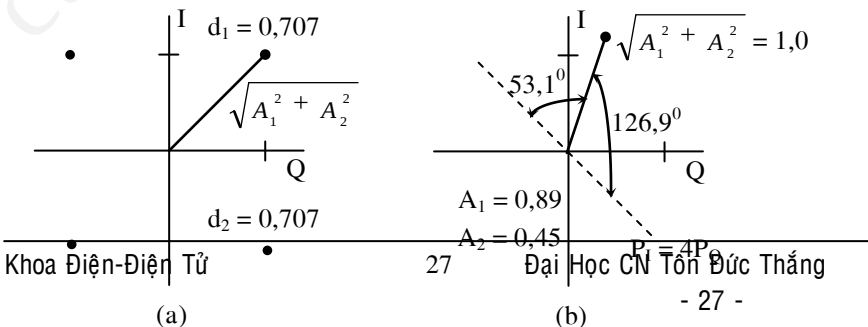
Hình 3.19

Bộ điều chế BPSK điển hình như hình (3.17). Dạng sóng đơn cực ở ngõ vào được chuyển thành dạng lưỡng cực, mà nó sẽ tạo ra dòng tín hiệu vào hay ra của cổng IF của bộ trộn cân bằng kép, làm cho dao động nội, $\sin \omega_c t$, dịch pha 0° hay 180° . Ngõ ra của bộ trộn đôi khi được lọc để tối thiểu nhiễu giao thoa.

Sơ đồ khối của bộ điều chế QPSK như hình 3.18. Trong hình (3.18), 2 sóng mang trực giao sẽ dịch pha rồi sau đó cộng với nhau. Ngõ ra của bộ điều chế trong kênh A và B trong bảng 3.3

Chúng ta có thể giới thiệu mô tả toán học của quá trình phát QPSK cho bởi hình (3.19). Hai thành phần trực giao của bộ phát sóng QPSK thường gọi là kênh I (trong pha) và Q (vuông pha). Điều này được rút ra từ kênh trong pha và vuông pha của bộ xử lý tín hiệu radar.

Trong hệ thống QPSK, sóng mang I và Q không cần thiết phải có cùng mức công suất. Khi mức các công suất bằng nhau, gọi là QPSK cân bằng. Thông thường, QPSK cân bằng được sử dụng khi tốc độ dữ liệu thực hiện ở hai kênh là bằng nhau. QPSK không cân bằng được sử dụng khi hai tốc độ dữ liệu khác nhau hay đặc tính kỹ thuật của hai kênh khác nhau. Ví dụ, một hệ thống có dữ liệu nhị phân trên một kênh và các tín hiệu (ranging signal) trên kênh còn lại có thể biểu diễn bằng QPSK không cân bằng. Các trạng thái pha của QPSK cân bằng và không cân bằng được so sánh ở hình (3.20). Trong hình này, biên độ sóng mang của QPSK không cân bằng là 0,89 và 0,45. Điều này dẫn đến góc pha giữa các pha phát là $53,6^\circ$ và $126,4^\circ$. So sánh phổ



Hình 3.20. (a) QPSK cân bằng ; (b) QPSK không cân bằng

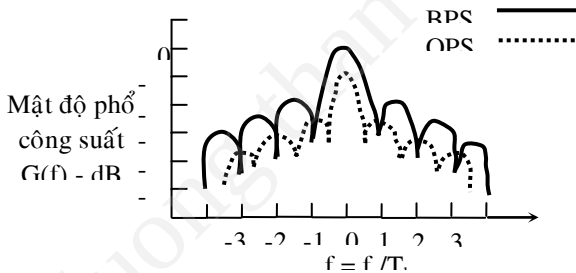
của QPSK và BPSK được trình bày trong hình (3.21).

Ví dụ 3.3 :

So sánh đặc tính của BPSK và QPSK.

Giải :

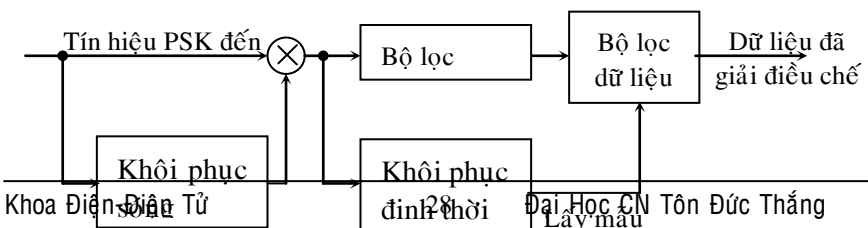
	<u>BPSK</u>	<u>QPSK</u>
Tổng công suất	P_c	$P_I + P_Q = P_c$
Tốc độ ký tự	$R = 1/T_b$	$R_I + R_Q = 1/T_b$ Với $R_I = 1/(2T_b)$ $R_Q = 1/(2T_b)$
Năng lượng / ký tự	$E = P_c.T_b$	$E = 2P_I T_b = 2P_Q T_b = P_c.T_b$
Kết luận :	năng lượng/ký tự = chỉ tiêu chất lượng $P_c(\text{BPSK}) = P_c(\text{QPSK})$	



Hình 3.21. Phổ tín hiệu QPSK và BPSK liên tục và có các điểm không ở các bội số của tốc độ ký hiệu. Hai kỹ thuật được so sánh với cùng tốc độ tín hiệu

3.3.3.2 Giải điều chế PSK :

Giải điều chế PSK có thể chia làm ba giai đoạn chính như sau (hình 3.22) :

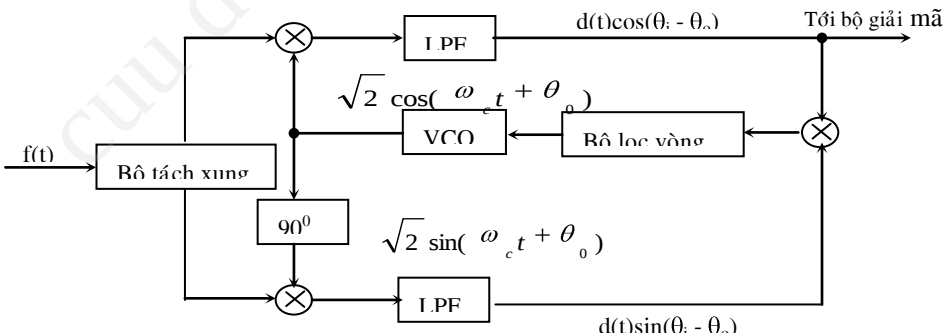


Hình 3.22. Giải điều chế PSK

- Khôi phục kết hợp (coherent recovery) : sóng mang của tín hiệu vào bị nén nên sóng mang có pha kết hợp (phase – coherent carrier) phải được phục hồi từ tín hiệu PSK ở ngõ vào.
- Khôi phục định thời : bộ phận kết hợp (coherent multiplication) được sử dụng để tạo ra dữ liệu răng cưa. Xung clock đồng bộ được phục hồi từ dữ liệu răng cưa này.
- Lọc kênh : Dữ liệu răng cưa (raw data) được qua bộ lọc kênh để tạo dạng cho chuỗi xung. Điều này sẽ tối thiểu hóa méo giao thoa. Bộ lọc kênh thường đặt ở ngõ vào của bộ giải điều chế để tạo ra kết quả tương đương. Xung đã được tạo dạng này được đưa qua bộ lấy mẫu. Ngõ ra của bộ lấy mẫu là dữ liệu giải điều chế.

Quá trình điều chế PSK (2 pha) của sóng mang RF là phương pháp có hiệu quả nhất để truyền dữ liệu số qua môi trường truyền. Phương pháp mã hóa dữ liệu nhị phân đặc biệt này giống như quá trình điều chế sóng vuông nén sóng mang của tín hiệu sóng liên tục. Sơ đồ điều chế này loại bỏ sóng mang từ tín hiệu phát, vì vậy để phục hồi dữ liệu nhị phân ở đầu thu cần có sự phục hồi sóng mang được phát ở bộ thu. Phục hồi tối ưu là pha và tần số của sóng mang phục hồi giống với pha và tần số của tín hiệu vào. Việc phục hồi sóng mang có thể thực hiện bằng sự thay đổi của PLL chuẩn gọi là vòng costas (hình 3.23). Hoạt động của mạch được xem xét ở phần sau.

a. Vòng costas :



Khoa Điện-Điện Tử Hình 3.23. Vòng khôi phục sóng mang costas

Theo hình 3.23, dữ liệu được giả sử chuyển đổi ngẫu nhiên giữa $\pm\pi/2$ radian mỗi sự chuyển đổi dữ liệu. Tại ngõ vào của vòng costas, tín hiệu PSK có thể biểu diễn như sau :

$$f(t) = \sqrt{2} A \sin \left[\omega_o t + \frac{\pi}{2} d(t) \right] \quad (3.20)$$

$d(t)$ biểu diễn dữ liệu và lấy giá trị ± 1 . Giá trị hiệu dụng (rms) của tín hiệu là A . Ta có thể viết $f(t)$ như sau :

$$f(t) = \sqrt{2} A \cos \left[\omega_o t + \theta_i \right] \quad (3.21)$$

Hoạt động của vòng costas được phân tích dễ dàng nếu ta giả sử rằng nó đã khóa.

Hai nhánh lọc thông thấp được thiết kế để loại bỏ tần số bậc 2. Vì vậy ở ngõ ra của bộ lọc ta có :

$$Y_1(t) = \frac{\sqrt{2} A}{2} d(t) \cdot \sin(\theta_i - \theta_o) \quad (3.22)$$

và :

$$Y_2(t) = \frac{\sqrt{2} A}{2} d(t) \cdot \cos(\theta_i - \theta_o) \quad (3.23)$$

Trong đó $\theta_i - \theta_o$ là sai pha. Ngõ vào của vòng lọc thông thấp là :

$$e_f = \frac{K_m}{4} A^2 d^2(t) \sin 2(\theta_i - \theta_o) \quad (3.24)$$

Trong đó k_m là hằng số của bộ nhân.

Bởi vì $d(t) = \pm 1$ nên $d^2(t) = 1$, ta có thể viết (3.24) như sau :

$$e_f = \frac{K_m}{4} A^2 \sin 2(\theta_i - \theta_o) \quad (3.25)$$

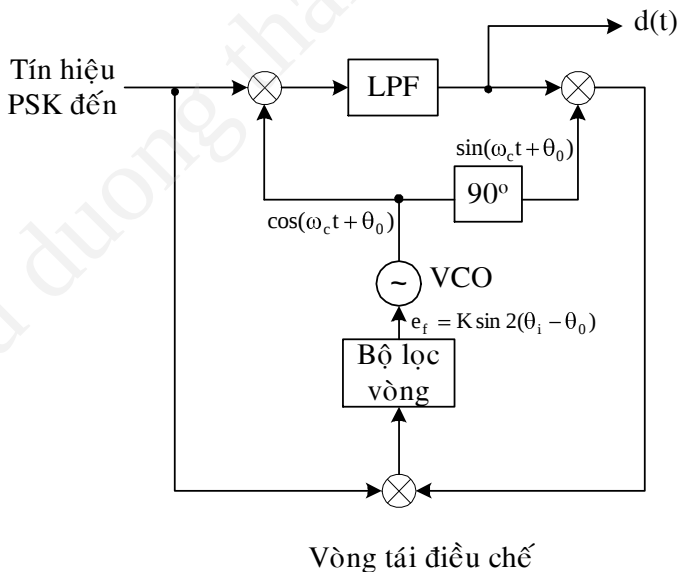
Chú ý : biểu thức này tương đương với biểu thức (3.18) đối với PLL chuẩn. Sự sai biệt là $\sin[2(\theta_i - \theta_o)]$ bằng 0 ở 0° và 180° . Do đó, vòng costas có thể khóa với bộ VCO tại 2 góc pha khác nhau tương ứng với pha của tín hiệu ngõ vào. Trong hình (3.23), dữ liệu phục hồi được lấy

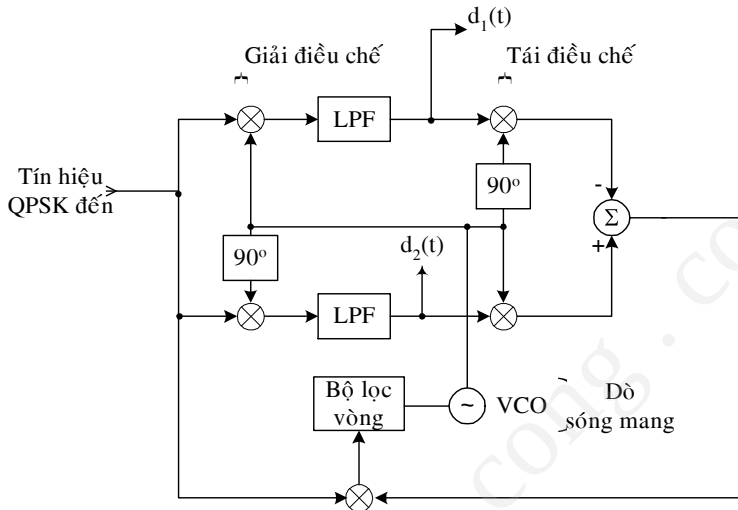
từ nhánh : $Y_2(t) = d(t)\cos(\theta_i - \theta_o) \approx d(t)$. Nếu vòng khóa ở pha ngược lại, dữ liệu xuất hiện ở nhánh ngược lại. Vòng costas thực hiện cả việc phục hồi sóng mang đã được nén và đồng bộ dữ liệu được tách sóng.

Vòng Costas có thể được dùng để giải điều chế QPSK. Từ hình (3.18) tín hiệu QPSK $f(t)$ có thể viết :

$$f(t) = A_1 d_1(t) \cdot \cos(\omega_c t) + A_2 d_2(t) \cdot \sin(\omega_c t) \quad (3.26)$$

So sánh với biểu thức trong trường hợp BPSK. Lắp lại quá trình phân tích dẫn đến biểu thức (3.22) và (3.23) sẽ thấy $d_1(t)$ sẽ xuất hiện ở nhánh trên của vòng costas (hình 3.22) và $d_2(t)$ ở nhánh dưới. Kết quả tốt nhất đạt được khi sử dụng QPSK không cân bằng với tỷ số công suất không vượt quá 20/30. Từ quá trình phân tích ta sẽ thấy ở ngõ vào của bộ lọc vòng chứa cả 2 chuỗi dữ liệu d_1 và $d_2(t)$. Điều này giới hạn tốc độ bit thấp nhất bởi vì tần số thấp hơn sẽ qua bộ lọc vòng. Điều này làm cho VCO không khóa được (SV tự chứng minh).



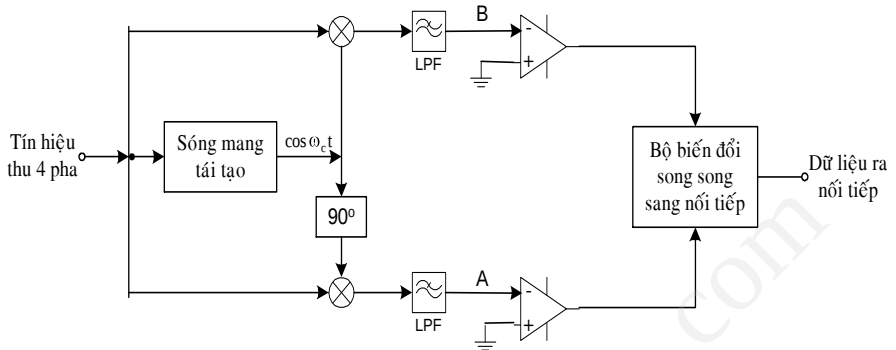


Vòng tái điều chế QPSK

b. Tái điều chế :

Một kỹ thuật thông dụng khác để phục hồi sóng mang là tái điều chế. Kỹ thuật này có thể được dùng để lấy dữ liệu cho cả BPSK và QPSK. Quá trình thực hiện BPSK như hình (3.24). Hoạt động của bộ tái điều chế có thể dễ dàng kiểm tra bằng cách giả sử nó đã được khóa. Điều này tương tự như chúng ta đã phân tích ở vòng Costas. Dữ liệu 2 pha được mô tả ở biểu thức (3.21) được coi như tín hiệu PSK ở ngõ vào. Như trong vòng Costas, bộ tái điều chế phát tín hiệu sai biệt vòng tỷ lệ với 2 lần sai pha giữa pha của tín hiệu vào và pha của VCO.

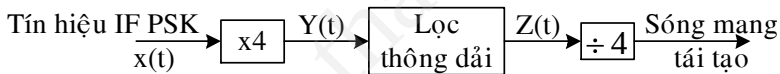
Kỹ thuật tái điều chế cho việc phục hồi sóng mang QPSK như hình (3.25). Vòng này cho thời gian thu nhanh hơn một ít so với bộ giải điều chế 4 φ bằng vòng Costas chuẩn.



Bộ giải điều chế bốn pha

c. Mạch nhân – lọc – chia :

Phương pháp thứ ba để phục hồi sóng mang QPSK sử dụng trong hệ thống xung tốc độ cao là mạch nhân – lọc – chia (hình 3.26).



Mạch nhân - lọc - chia

Theo hình vẽ, ngõ ra của bộ bội 4 được biểu diễn :

$$Y(t) = [x(t)]^4 \quad (3.27)$$

$$\text{trong đó : } x(t) = \sin[\omega_c t + \frac{2\pi(i-1)}{4}] \quad (3.28)$$

và $i = 1, 2, 3, 4$ (QPSK).

Thay (3.28) vào (3.27) và sử dụng các định nghĩa lượng giác, ta có :

$$Y(t) = \frac{3}{8} - \frac{1}{2} \cos \left[\omega_c t + \pi(i-1) \right] + \frac{1}{8} \cos \left[\omega_c t + 2\pi(i-1) \right] \quad (3.29)$$

Ngõ ra của bộ lọc thông thấp, $z(t)$ chứa các hài mong muốn tại $f = 4f_{IF}$ với pha bằng 0 (modulo 2). Cuối cùng, bộ chia tần số cho ra sóng mang kết hợp có tần số ω_c . Sau khi sóng mang được phục hồi,

QPSK có thể giải điều chế đồng bộ (như hình 3.27). Tín hiệu giải điều chế cho ở bảng (3.4).

Pha của tín hiệu thu	Ngõ ra A	Ngõ ra B	Dữ liệu ra	
			A	B
45°	$\frac{1}{2} \cos 45^\circ = 0,35$	$\frac{1}{2} \cos 45^\circ = 0,35$	0	0
135°	$\frac{1}{2} \cos 45^\circ = 0,35$	$\frac{1}{2} \cos 135^\circ = -0,35$	0	1
225°	$\frac{1}{2} \cos 135^\circ = -0,35$	$\frac{1}{2} \cos 225^\circ = -0,35$	1	1
315°	$\frac{1}{2} \cos 225^\circ = -0,35$	$\frac{1}{2} \cos 315^\circ = 0,35$	1	0

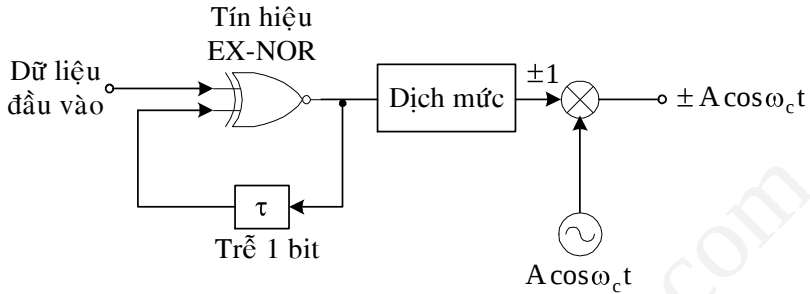
Bảng 3.4. Tín hiệu giải điều chế bốn pha

3.3.4. PSK vi sai :

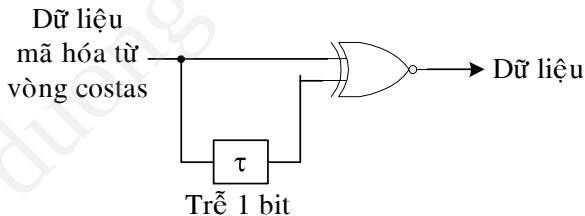
Mã hóa vi sai là sơ đồ trong đó bit phát được so sánh với bit kế đó. Ví dụ, trong BPSK mức logic 0 tương ứng với dịch pha 0°, mức logic 1 tương ứng với dịch pha 180° của tín hiệu phát. Mã hóa vi sai của dữ liệu bao gồm trạng thái trong đó mức logic 1 tương ứng dịch pha 0° và mức logic 0 tương ứng dịch pha 180° giữa hai tín hiệu kế nhau.

Sơ đồ khối của mã hóa vi sai như hình (3.28). Ở ngõ ra của cổng EX-NOR, mức logic 1 được tạo ra nếu hai bit vào cùng mức logic và mức logic 0 nếu ngõ vào khác mức logic. Mã hóa cho chuỗi bit điển hình cho ở bảng (3.5). Để bắt đầu mã hóa mức logic 1 được chọn. Bộ trì hoãn một bit cho phép bit hiện tại được so sánh với bit trước đó. Dữ liệu được mã hóa được dịch mức ± 1 và ngõ ra của bộ nhân là tín hiệu DPSK. Sóng mang dịch pha 0 hay π rad.

Sơ đồ khối bộ giải mã trình bày trong hình 3.29. Dữ liệu giải mã trình bày ở bảng 3.6.

Hình 3.28. Bộ điều chế DPSK

Dữ liệu đầu vào	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0
Thông điệp được mã hóa	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Chữ số tham chiếu	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Pha được phát đi	0	0	0	π	π	π	π	0	π	π	π

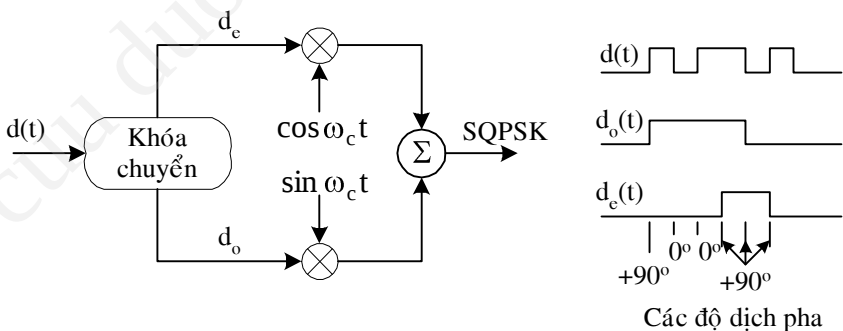
Bảng 3.5. Mã hóa cho một chuỗi bit dữ liệu điển hìnhHình 3.29. Bộ mã hóa vi sai

Thông điệp đã mã hóa	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	
Thông điệp đã dịch		1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0
Dữ liệu		0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	

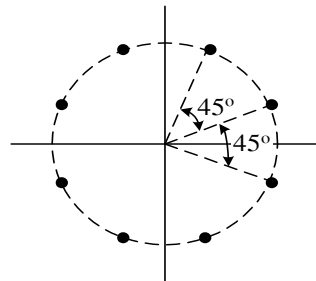
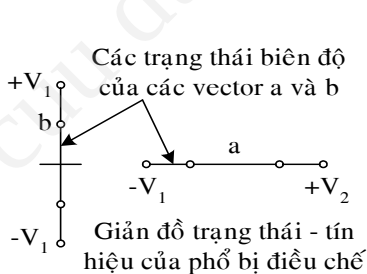
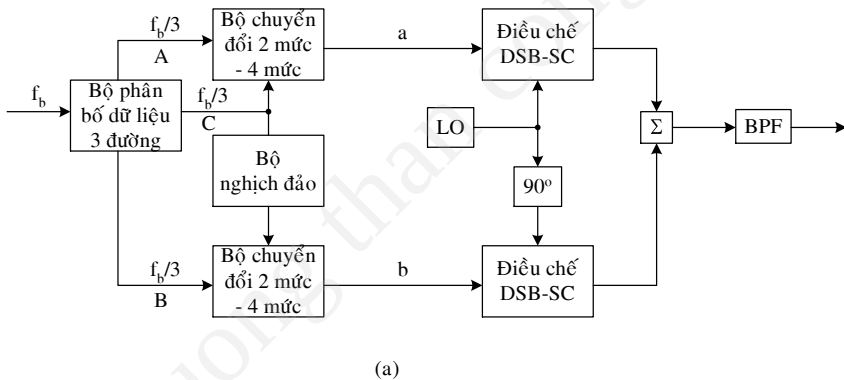
Bảng 3.6. Mã hóa dữ liệu vi sai**3.3.5. Các kỹ thuật điều chế khác :**

Tại điểm này, các kỹ thuật tín hiệu số đa mức, bắt đầu có hiệu lực đối với chúng ta. Từ các dạng cơ bản đã nghiên cứu, ta có thể thêm các dạng khác. Một trong những dạng này là QPSK phân tầng, SQPSK. Trong tín hiệu QPSK chuẩn, pha tức thời của tín hiệu sẽ dịch 180° nếu cả hai tín hiệu dữ liệu cùng thay đổi. Nếu chỉ có một tín hiệu dữ liệu thay đổi, độ dịch pha là $\pm 90^\circ$.

Trong SQPSK, chúng ta đồng bộ hai kênh dữ liệu và sau đó trì hoãn một kênh $\frac{1}{2}$ chu kỳ ký tự so với kênh còn lại. Như vậy, hai tín hiệu dữ liệu sẽ không thể thay đổi cùng lúc. Sự dịch chuyển pha xuất hiện với tốc độ gấp 2 lần QPSK. Độ dịch pha tức thời không quá 90° . Bộ phát SQPSK như hình (3.30). Đặc tính quan trọng của SQPSK là nếu chúng ta giới hạn băng thông và biên độ tín hiệu, phổ công suất vẫn duy trì băng thông giới hạn. Ngược lại với BPSK và QPSK, tín hiệu có khuynh hướng trở về phổ công suất nguyên thủy của nó khi biên độ giới hạn. Vì vậy SQPSK thông dụng trong thông tin vệ tinh đối với băng thông thoải.

Hình 3.30. Tạo tín hiệu SQPSK

M- mức PSK là sự mở rộng của QPSK thành số trạng thái pha lớn. Bộ điều chế 8ϕ -PSK cổ điển minh họa ở hình 3.31. Bộ nhân chia tốc độ dữ liệu vào f_b thành 3 chuỗi bit song song, mỗi chuỗi có tốc độ bit bằng $f_b/3$. Ngõ ra a và b là một trong bốn mức tín hiệu tương tự. Các mức này được nhân với tín hiệu ngõ ra của bộ dao động nội và ngõ ra của 2 bộ điều chế được cộng lại với nhau. Theo sơ đồ trạng thái tín hiệu trong hình 3.31b, ta thấy 8 tín hiệu có biên độ bằng nhau, cách nhau 45° trên vòng tròn. Ngõ ra của bộ lọc thông thấp là tín hiệu có băng thông giới hạn 8 – PSK. 16 ϕ -PSK và 64 ϕ -PSK cũng được chú ý trong những năm gần đây.



Hình 3.31. Sơ đồ khối và sơ đồ trạng thái – tín hiệu của bộ điều chế PSK 8 pha cổ điển

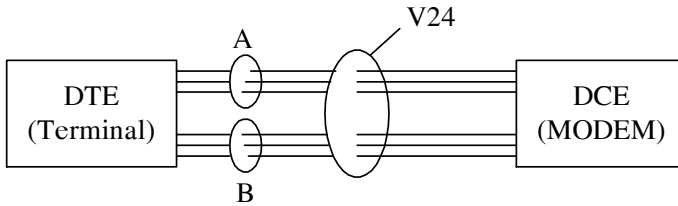
M – mức FSK cũng là sự mở rộng của FSK nhị phân. Mỗi ký tự biểu diễn $\log_2 M$ bit dữ liệu. MFSK chiếm băng thông lớn hơn và khó thực hiện hơn. Khi sự liên tục pha của tín hiệu điều chế FSK được duy trì tại thời điểm chuyển đổi của chuỗi bit dữ liệu điều chế, tín hiệu FSK pha liên tục được hình thành. Nó còn gọi là khóa dịch tối thiểu (MSK). Kỹ thuật này được sử dụng trong truyền dữ liệu vì nó chiếm ít băng thông hơn QPSK.

3.3.6 So sánh các kỹ thuật điều chế :

Có hai lý thuyết trung tâm để hiểu và so sánh kỹ thuật điều chế số. Đó là lý thuyết của Nyquist và Shannon, cả hai đều liên quan tới băng thông và tốc độ truyền. Chúng ta đã làm quen với lý thuyết Nyquist. Lý thuyết Nyquist liên hệ băng thông với tốc độ ký tự hay tốc độ điều chế R, (trong đó tốc độ ký tự biểu diễn cho 1 hay nhiều bit). Theo lý thuyết Nyquist tốc độ ký tự tối đa 2 W/s có thể truyền qua kênh truyền có băng thông W Hz. Tốc độ ký tự R được biết như tốc độ baud.

Như một ví dụ, mạch điện thoại 3 KHz có thể truyền tốc độ ký tự tối đa là 6 Kbauds. Tốc độ tối đa này chỉ có thể đạt được với điều chế SSB. Quá trình điều chế tạo ra biên tần trên và dưới tần số sóng mang, cả hai biên tần chứa cùng một thông tin. Một trong các biên tần có thể bỏ để truyền số lượng tin tức lớn nhất qua băng thông cho trước. Việc loại bỏ biên tần trong FM và PM dẫn đến thay đổi biên độ tín hiệu. Kết quả là tốc độ dữ liệu bị giới hạn W baud. Trong mạng điện thoại là 3000 baud. Để đạt chất lượng tốt hơn, tốc độ truyền giới hạn là 2400 baud hay ít hơn nữa.

3.4. Nối giữa thiết bị đầu cuối DTE và MODEM (DCE) :



Nối DTE và DCE dùng V24

Để truyền dữ liệu giữa DTE và DCE trải qua bốn giai đoạn :

- Thiết lập mạch.
- Khởi động : cho phép các modem phù hợp với đường dây như đồng bộ, tự động cân bằng, ...
- Truyền thông : giai đoạn này kéo dài đến khi một trong hai đầu cuối kết thúc.

- Giải phóng mạch.

Tồn tại bốn loại chuẩn :

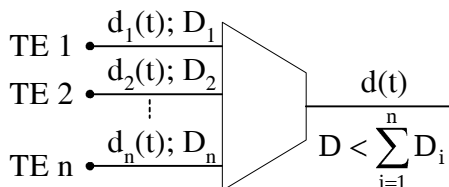
- V28 miêu tả mạch nối hai dòng không đối xứng thông dụng. V28 tương đương EIA RS232C (Mỹ).
- V10 (V26) tốt hơn V28.
- V35 để giao tiếp đối xứng hai dòng cho tín hiệu nhanh.
- V11 (V27)
- V36 ở mạng số hóa (X21, X21bis).
- V24 giống EIA RS449 và RS422, 423 cải tiến.

3.5. Multiplex :

3.5.1. Bộ tập trung :

* Tổng số lưu lượng đầu vào có thể lớn hơn lưu lượng đầu ra :

$$D < \sum_{i=1}^n D_i$$

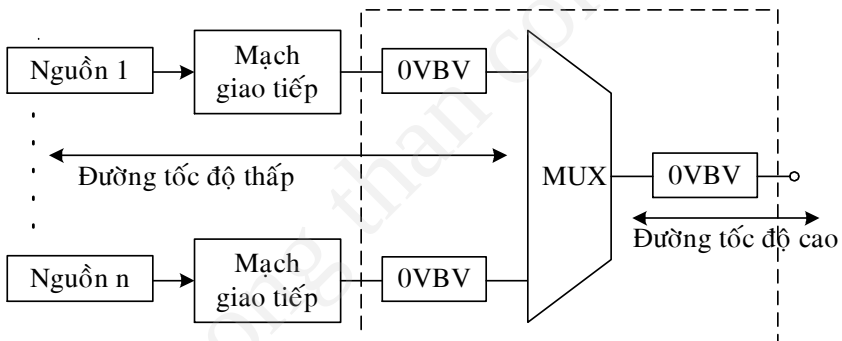


Phần thông tin còn lại ($D - \sum_{i=1}^n D_i$) có thể được lưu trữ trong các

bộ nhớ để sau đó truyền hoặc có thể bị khóa.

* Một bộ tập trung có thể là một máy mini và hệ thống chương trình của nó, nó có thể giải quyết các chức năng phụ khác như : chuyển mã, đổi tốc độ.

* Nhiệm vụ của một multiplex là sự tổng hợp dữ liệu trên nhiều đường tốc độ thấp (gọi là tốc độ cơ sở) thành dữ liệu trên đường truyền có tốc độ cao (gọi là đường tốc độ cao). Cấu trúc chức năng của bộ phân đường gồm ba phần :



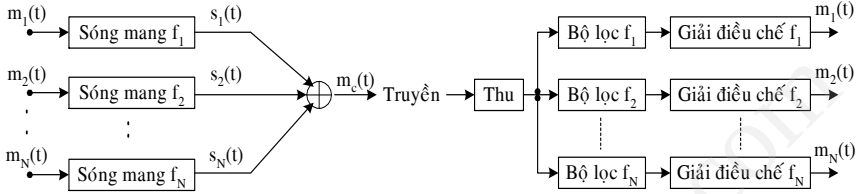
- Bộ phân đường MUX (ghép kênh hoặc phân kênh).
- 0VBV : tổ chức của đường tốc độ thấp.
- 0VHV : tổ chức của đường tốc độ cao.

➤ Bộ phân đường tần số : FDM.

Có thể thay đổi lưu lượng với các multiplex khác nhau. Mỗi thông tin được điều chế bởi một tần số sóng mang f_i . Có thể dùng điều chế ASK, FSK, PSK hoặc QAM đối với dữ liệu số hoặc điều chế AM, SSB,

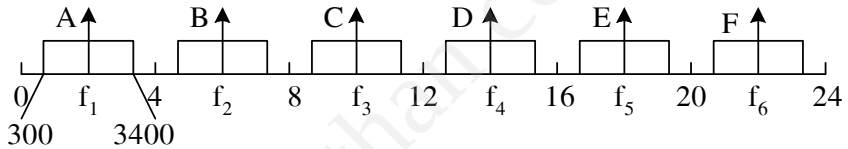
FM với dữ liệu tương tự. Tổng các tín hiệu đã điều chế tạo ra $m_c(t)$ có

băng thông B phải thỏa mãn yêu cầu : $B \geq \sum_{i=1}^n B_i$.



Bộ ghép và tách kênh tần số FDM

Ví dụ : Ghép 6 kênh thoại (mỗi kênh có băng thông 300Hz ÷ 3400Hz theo nguyên tắc SSB) thành một kênh FDM có băng thông 24KHz ta được :



+ Băng thông của mỗi kênh thoại theo SSB : $BW_i = f_{\max} - f_{\min}$
 $\rightarrow BW_1 = 3400 - 300 = 3100\text{Hz};$

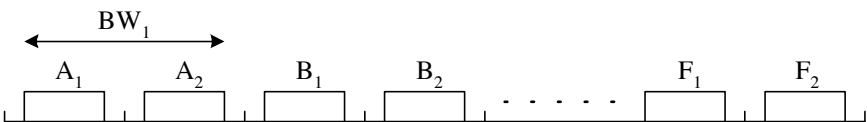
+ Băng thông tổng : $BW_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n BW_i = \sum_{i=1}^6 BW_i = nBW_i$.

$\Rightarrow$ có 6 kênh thoại nên :

$$BW_{\Sigma} = 6 \times 3100 = 18600 \text{ Hz} < 24 \text{ kHz}$$

Vậy thỏa mãn điều kiện làm việc của bộ ghép kênh : $\sum_{i=1}^n D_i < D$.

Nếu các kênh được ghép theo nguyên tắc AM thì ta có :



+ Băng thông của mỗi kênh thoại theo AM :

$$BW_1 = (f_0 + f_{\max}) - (f_0 - f_{\max}) = 2f_{\max} = 2 \times 3400 = 6800 \text{ Hz.}$$

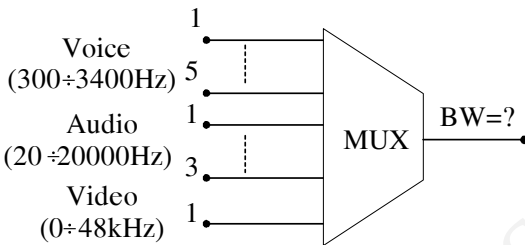
+ Bảng thông tổng :

$$BW_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n BW_i = \sum_{i=1}^6 BW_i = nBW_i = 6 \times 6800 = 40800 \text{ Hz}$$

Vậy $BW_{\Sigma} = 40800 \text{ Hz} > BW = 24 \text{ kHz}$: không thỏa mãn điều kiện làm việc của bộ ghép

kênh vì $\sum_{i=1}^n D_i > D$.

Nói cách khác với băng thông cho trước 24 kHz chỉ có thể ghép 3 kênh A, B, C theo nguyên tắc AM. Nếu muốn ghép 6 kênh AM



thì băng thông phải tăng lên gấp đôi :

$$BW_{\Sigma} = 2BW = 48 \text{ kHz.}$$

Có thể ghép các loại thông tin khác nhau trên cùng một Multiplex như ví dụ sau. tính băng thông (BW) và tốc độ R của bộ ghép kênh nếu các kênh được điều chế AM hoặc đơn biên SSB.

+ Các kênh được điều chế AM :

- Đối với voice : $BW_{\text{voice}} = 5 \times 2f_{\max} = 10 \times 3400 = 34 \text{ kHz.}$
- Đối với audio : $BW_{\text{audio}} = 3 \times 2f_{\max} = 6 \times 20.10^3 = 120 \text{ kHz.}$
- Đối với video : $BW_{\text{video}} = 1 \times 2f_{\max} = 2 \times 48.10^3 = 96 \text{ kHz.}$

Vậy băng thông tổng :

$$BW_{AM} = BW_{\text{voice}} + BW_{\text{audio}} + BW_{\text{video}} = 250 \text{ kHz.}$$

+ Các kênh được điều chế SSB :

- Đối với voice : $BW_{\text{voice}} = 5 \times (f_{\max} - f_{\min}) = 5 \times 3100 = 15500 \text{ kHz.}$
- Đối với audio : $BW_{\text{audio}} = 3 \times (f_{\max} - f_{\min}) \approx 3 \times 20.10^3 = 120 \text{ kHz.}$
- Đối với video : $BW_{\text{video}} = 1 \times (f_{\max} - f_{\min}) \approx 48 \text{ kHz.}$

Vậy băng thông tổng :

$$BW_{SSB} = BW_{voice} + BW_{audio} + BW_{video} = 123,5 \text{ kHz} < \frac{1}{2} BW_{AM}$$

➤ Bộ phân đường thời gian : TDM/PCM.

+ Multiplex thời gian ra đời dựa trên sự phát triển của các bộ vi xử lý, nó có thể ghép bit, ghép byte, V, ghép khung dữ liệu digital (nhị phân). Ở đây ta chỉ xét các Multiplex thời gian hoạt động dựa trên nguyên tắc TDM/PCM để ghép các kênh dữ liệu thành một khung dữ liệu theo chuẩn Bắc Mỹ và Châu Âu.

+ Ở chương 2 ta có : $R = N.n.2f_{max} = N.n.f_{mẫu}$.

trong đó : - N : số kênh ,
- n : số bit để mã hóa,
- $f_{mẫu}$: tần số lấy mẫu.

+ Tần số lấy mẫu ta lấy theo tiêu chuẩn quốc tế :

- Đối với voice : $f_{mẫu} = 8 \text{ kHz}$.
- Đối với audio : $f_{mẫu} = 48 \text{ kHz}$ (chuẩn hay dùng).
- Đối với video chất lượng thấp : $f_{mẫu} = 2f_{max}$.
- Đối với video chất lượng cao (HDTV) : $f_{mẫu} = 13,5 \text{ MHz}$.

(Khi đó thường phải dùng kèm các bộ nén dữ liệu).

+ Với ví dụ trên ta tính bằng thông và tốc độ R của bộ ghép kênh thời gian theo nguyên tắc TDM/PCM có n = 8 bit.

- Đối với voice : $R_{voice} = 5.8.8.10^3 = 320 \text{ Kbps}$.
- Đối với audio : $R_{audio} = 3.8.48.10^3 = 1152 \text{ Kbps}$.
- Đối với video : $R_{video} = 1.8.2.48.10^3 = 768 \text{ Kbps}$.

Tốc độ tổng : $R_{\Sigma} = R_{voice} + R_{audio} + R_{video} = 2248 \text{ Kbps}$.

Băng thông tổng : $BW = \frac{R}{2} = 1120 \text{ KHz}$.

Nếu đầu ra của bộ ghép kênh TDM/PCM chỉ là 2048 Kbps thì không thể ghép các luồng tốc độ trên vì $R_{\Sigma} > R_{MUX}$.

Ví dụ 2 : Cho mạch điện như hình vẽ, biết tốc độ ra của bộ ghép kênh là 2048 Kbps, các luồng voice và audio theo tiêu chuẩn quốc tế với n = 8, biết $0 < k < 10$ và $0 < p < 10$. Hãy tính k và p ?

$$\text{Ta có : } R = k.8.10^3 + p.8.48.10^3 = 2048.10^3$$

$$\Rightarrow 64k + 384p = 2048 \Rightarrow k + 6p = 32.$$

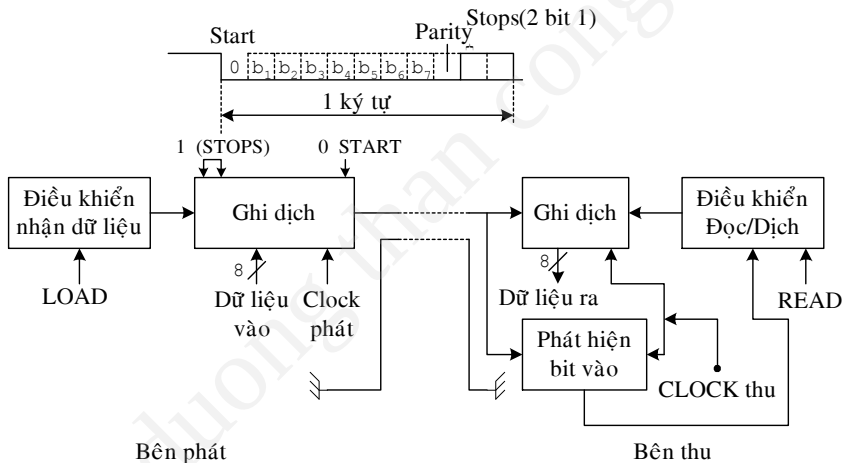
Ta lập bảng :

p	1	2	3	4	5	6
k	26	20	14	8	2	-4
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	loại	loại	loại	lấy	lấy	loại

Vậy ta có : p = 4 thì k = 8 hoặc p = 5 thì k = 2.

3.6. Truyền nối tiếp không đồng bộ :

3.6.1. Nguyên tắc :



Truyền không đồng bộ nối tiếp

Bộ ghi dịch là thành phần chính của phần cứng mạch truyền không đồng bộ.

* Bên phát :

+ Khi LOAD = "1" dữ liệu vào gồm 8 bit (kể cả bit parity) được đưa đồng thời qua 8 đường vào bộ ghi dịch. Trong bộ ghi dịch có sẵn mạch tạo bit start (bit 0) và 2 bit stop (2 bit 1).

+ Khi LOAD = “0” các bit của ký tự lần lượt dịch ra truyền trên đường dây. Vậy bộ ghi dịch hoạt động như một mạch biến đổi song song thành nối tiếp.

* Bên thu : có mạch phát hiện bit vào (bit start) để báo hiệu bắt đầu thu một ký tự.

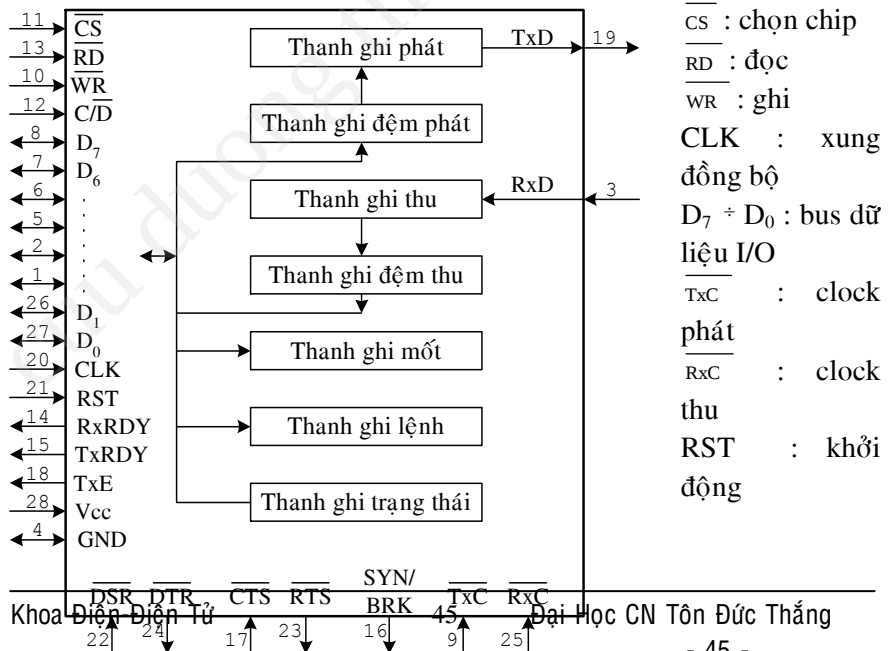
+ READ = “0” : các bit trên đường dây được dịch tuần tự vào bộ ghi dịch (gồm 11 bits : 1 bit start, 8 bits ký tự và 2 bits stop).

+ READ = “1” : các bit trong bộ ghi dịch (8 bits ký tự) được đọc một cách song song ở đầu ra. Vậy bộ ghi dịch hoạt động như một mạch biến đổi nối tiếp thành song song.

+ Do bên phát không phát xung clock phát : CLK_T, nên bên thu phải có bộ tạo xung clock thu CLK_R riêng, sao cho CLK_T = CLK_R. Khi đó bên phát và bên thu được đồng bộ với nhau.

Hiện nay do kỹ thuật chế tạo phát triển nhiều mạch LSI trên thị trường đáp ứng các chuẩn truyền không đồng bộ như UART 6402, 8251, 6850.

3.6.2. Mạch thu phát bất đồng bộ USART – 8251A :



DSR : thiết lập dữ liệu sẵn sàng

DTR : thiết bị đầu cuối dữ liệu sẵn sàng

RTS : yêu cầu gửi

CTS : xóa để gửi

TxD, RxD : dữ liệu phát, dữ liệu thu

TxRDY, RxRDY : bên phát sẵn sàng; bên thu sẵn sàng.

TxE : thanh ghi phát rỗng;

SYN/BRK : tách xung / đồng bộ

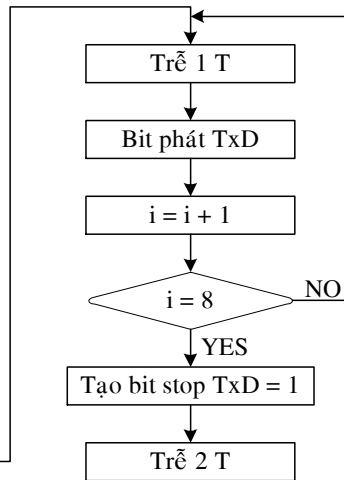
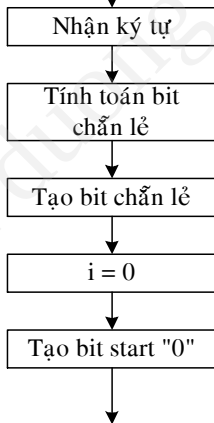
* Dữ liệu vào và ra của 8251A đều trên bus dữ liệu $D_0 \div D_7$.

* 8251A có thể hoạt động ở mode không đồng bộ và mode đồng bộ. Có 3 quá trình hoạt động : thiết lập sự truyền, truyền 1 ký tự và nhận 1 ký tự.

3.6.3. Phần mềm cho UART :

Ta có thể thực hiện thu phát bất đồng bộ bằng phần mềm thay cho phần cứng, nhưng bị hạn chế về tốc độ :

Chương trình con phát



Về chương trình chính

3.7. Truyền đồng bộ nối tiếp :

* Truyền nối tiếp không đồng bộ đơn giản và rẻ tiền, nhưng chỉ thích hợp để truyền các thông báo ngắn. Khi truyền file dữ liệu dài, phương pháp truyền đồng bộ có hiệu quả hơn. Thông báo được truyền thành khối, có kiểm tra sai và không cần truyền các bit start và stop.

* Để đồng bộ bên phát và bên thu có 3 phương pháp :

- Truyền xung clock phát cùng với dữ liệu → phải dùng 2 dây phát, 2 dây thu nên chỉ dùng ở khoảng cách ngắn vài mét.

- Bên thu tạo xung clock thu dựa vào dữ liệu truyền để $CLKT = CLKR$ → phương pháp này thường sử dụng PLL trong MODEM thu.

- Dùng cờ hiệu (Flag) để đồng bộ → phương pháp này được sử dụng trong nhiều mạng đồng bộ. Tiêu biểu là 3 loại protocol : BISYNC, SDLC và HDLC.

3.7.1. Giao tiếp giữa DTE – DCE trong truyền đồng bộ :

Khi tốc độ mạng truyền khoảng 1200 bps thì người ta dùng truyền đồng bộ, modem đồng bộ được sử dụng, nó sẽ tạo xung clock thu tự động đồng bộ với dòng dữ liệu.

Chuẩn giao tiếp RS232 và RS449 được sử dụng. Có 4 nguyên tắc đồng bộ :

- Thiết bị đầu cuối kiểm tra thời gian từng bên riêng.
- Modem đầu cuối kiểm tra thời gian từng bên riêng.
- Thiết bị đầu cuối A kiểm tra thời gian 2 bên.
- Modem A kiểm tra thời gian 2 bên.

3.7.2. Protocol BISYNC (BSC) :

Thuộc lớp 2 của hệ thống mở OSI 7 lớp, lớp này có nhiệm vụ kiểm tra sự dịch chuyển thông tin. Tiêu chuẩn BISYNC là protocol kiểm tra theo thứ tự. Thông báo dạng BISYNC được truyền theo khối, mỗi khối có một hoặc nhiều tín hiệu đồng bộ (SYN). Mã được dùng trong BISYNC là mã ASCII. Các ký tự điều khiển được dùng là :

SYN : ký tự đồng bộ \$16.

SOH : ký tự bắt đầu header \$01.

STX : ký tự bắt đầu cho text \$02.

EXT : ký tự kết thúc cho text \$03.

Thông báo BISYNC có dạng :

SYN	SYN	SOH	Header	STX	Text	ETX	BCC
-----	-----	-----	--------	-----	------	-----	-----

- TEXT : nội dung của thông báo.

- HEADER : ghi địa chỉ người nhận và ACK/NAK khi cần thiết.

- BCC : byte ký tự kiểm tra khối, thường là ký tự xét tổng kiểm tra chẵn lẻ.

⇒ Khi phía thu nhận toàn khối, bộ phận thu sẽ tính BCC và so sánh với BCC đã nhận, sau đó nó thông báo ACK hay NAK. Bộ phận phát sẽ phát lại nếu sai (nhận NAK) cho đến khi khối đó nhận đúng. Như vậy, BISYNC là protocol half-duplex (bán song công), kiểm tra theo byte.

3.7.3. Protocol SDLC :

Là protocol kiểm tra theo bit, nó ít phụ thuộc vào các ký tự. Với một số ký tự dự trữ cho kiểm tra đường dây, SDLC dễ dàng làm cho dãy số liệu truyền trong suốt. Thông tin trong SDLC được tổ chức theo khung.

Flag	Address	Control	Use data	FCS	Flag
← 8 bits	← 8 →	← 8 →	← n x 8 →	16/32	← 8 →

+ *Vùng Flag (vùng cờ)* : dùng để truyền tín hiệu đồng bộ, báo cho sự bắt đầu và kết thúc một khung truyền. Giá trị của flag được qui định “01111110”. Để tránh nhầm lẫn, các byte còn lại không được xuất hiện liên tiếp 6 bit 1. Bộ phận truyền sẽ nhồi thêm bit “0” sau mỗi cụm 5 bit 1 liên tiếp trong frame. Ở phía thu, sau khi tách flag sẽ tiến hành tách các bit “0”, rồi mới tách địa chỉ, điều khiển, FCS, phần còn lại sẽ là dữ liệu.

+ *Vùng Address* : thường có độ dài 1 byte. Nó dùng để ghi địa chỉ của trạm thứ 2. Địa chỉ FF dùng cho tất cả các terminal trong mạng.

+ *Vùng Control* : có độ dài 8 bit, có 3 loại khung :

- Khung thông tin (I) : mang dữ liệu cần truyền cho trạm. Dữ liệu được dùng có kiểm tra vùng, kiểm tra sai sử dụng ARQ.

- Khung giám sát (S) : chính số đếm khung (phát và thu), trả lời ACK/NAK, thông báo bận để điều khiển sai và điều khiển luồng .

- Khung không đếm số (U) : dùng để quản lý đường nối như thiết lập mạch, giải phóng mạch, thử trạm ...

+ *Vùng dữ liệu của người sử dụng (user data)* : có thể có độ dài tùy ý nhưng trong khi sử dụng nó tùy thuộc vào số byte của SDLC quy định.

+ *Vùng FCS* : có độ dài 16 bit, CRC có đa thức sinh $g(x)=x^{16}+x^{12}+x^5+1$

3.7.5. Protocol HDLC :

Protocol HDLC hoàn toàn giống như SDLC. SDLC do tổ chức tiêu chuẩn quốc tế (ISO), còn HDLC do Ủy ban tư vấn quốc tế về telephone và telegraph CCITT đề xuất sử dụng X25 trong mạng chuyển mạch gói.

+ Cấu trúc vùng điều khiển của HDLC :

Bit		1	2	3	4	5	6	7	8
Dạng	I	0		N(S)		P/F	N(R)		
	S	1	0	S	S	P/F	N(R)		
	U	1	1	M	M	P/F	M		

N(S) : chỉ ra bộ đếm dãy phát; N(R) chỉ ra bộ đếm dãy nhận. Thông thường $N(R) = N(S) + 1$.

P/F : bit chỉ thị : - P = 1 : sơ cấp điều khiển thứ cấp.

- F = 1 : thứ cấp trả lời sơ cấp.

+ Đối với HDLC mở rộng có thể có nhiều byte địa chỉ. Bit đầu tiên của các byte địa chỉ là "0", chỉ có byte cuối cùng của vùng địa chỉ có bit đầu tiên là "1".

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	8n			
0								0								...	1		

Nếu byte địa chỉ có giá trị “11111111”, nghĩa là sơ cấp sẽ gửi frame đó cho tất cả các thứ cấp trong mạng.

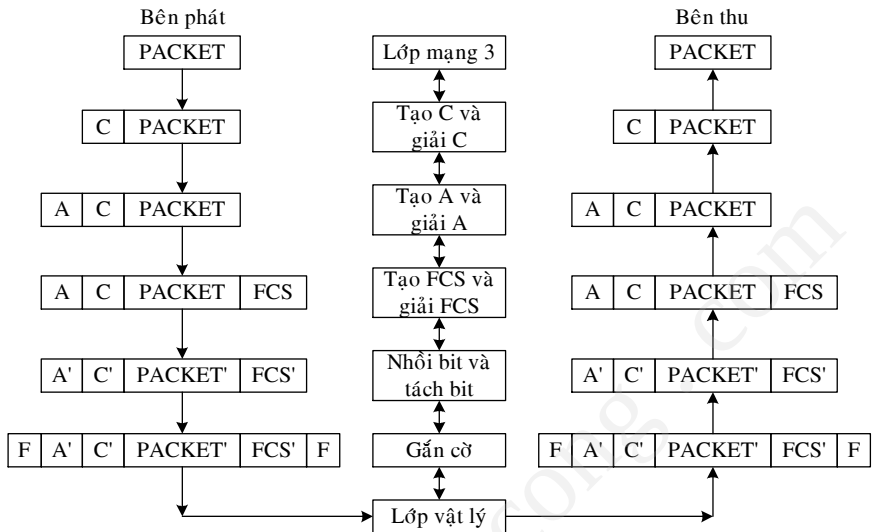
+ Vùng kiểm tra của HDLC mở rộng thì có 2 byte như sau :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Dạng I	0			N(S)					P/F		N(R)					
Dạng S	1	0	S	S	0	0	0	0	P/F		N(R)					
Dạng U	1	1	M	M	U	M	M	M	P/F	X						X

+ Mỗi một I frame gồm có số thứ tự của frame phát (N(S)) cũng như sự phụ thuộc vị trí của ACK. ACK là số thứ tự của frame tiếp theo sẽ được chấp nhận (N(R)). Cửa sổ cực đại được chấp nhận là $7 = 2^3 - 1$ đối với HDLC và $127 = 2^7 - 1$ đối với HDLC mở rộng (trừ trạng thái toàn 0).

+ Dây kiểm tra khung (FCS) thường có 16 bit CRC hoặc 32 bit CRC.

+ Quá trình tạo thành (đóng khung) và khôi phục (mở khung) HDLC gồm các bước như sau :



+ Ở đây có hai bài toán :

- **Bài toán thuận** : Tạo 1 frame HDLC để phát đi từ sơ cấp.
 - Data : phát chữ “vO” theo mã ASCII.
 - Số thứ tự của frame phát là 6, sử dụng Stop and Wait ARQ.
 - Dữ liệu được gửi đến mọi terminal trong mạng.
 - Chưa có FCS (vì chưa học đến).

Bài giải : $b_1 b_2 \dots b_7 P$

- Data : v : 0 1 1 0 1 1 1

O : 1 1 1 1 0 0 1 1

- Vì có dữ liệu cần truyền “vO” nên đây là khung thông tin có $b_1 = 0$; số thứ tự của frame phát là 6 $\rightarrow N(S) = 110$.

Sử dụng Stop and Wait ARQ nên $N(R) = N(S) + 1 = 111$ (Bên sơ cấp phát dữ liệu “vO” cho thứ cấp nên $P = 1$).

$\Rightarrow$ Vậy byte điều khiển là : 01101111.

- Dữ liệu được gửi đến mọi terminal trong mạng nên byte địa chỉ là : 11111111 (chỉ có một byte địa chỉ).

$\Rightarrow$ Vậy phần A + C + PACKET sẽ là :

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

⇒ Nhồi bit 0 :

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

- Cuối cùng ta gán flag “01111110” vào đầu và cuối dãy nhị phân trên ta sẽ được một khung HDLC phát đi.

011111101111101110111110110110111110111001101111110

- **Bài toán ngược** : Bên thu nhận được 1 khung HDLC, hãy phân tích :

1100111111010111110101101110101111101011111101

- Tìm flag “01111110” và loại ta sẽ còn :

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

- Sau 5 bit “1” liên tiếp sẽ là bit “0” được nhồi, tìm và loại ta sẽ được :

1 0 1 1 1 1 1 1 / 0 1 1 0 1 1 1 0 / 1 0 1 1 1 1 1 1

⇒ Tách thành 3 byte lần lượt là :

+ 10111111 : byte địa chỉ. $b_1 = 1$ nghĩa là chỉ có một byte địa chỉ với địa chỉ 3F.

+ 01101110 : byte điều khiển; $b_1 = 0 \rightarrow$ khung thông tin I; $N(S) = 5, P = 1; N(R) = 6$.

+ 01011111 : data $b_8 = 1$ nên ký tự phát đi là : 01011111 $\rightarrow$ Tra bảng ta được chữ “Z”.