ĐIỀU CHẾ GMSK

\

GIỚI THIỆU:

Trước khi xét điều chế GMSK – kỹ thuật điều chế được sử dụng trong thông tin di động số GSM ta đi lại sơ lược các tiến trình phát triển của kỹ thuật điều chế :

Khi hệ thống viễn thông còn sử dụng kỹ thuật tương tự , tức tín hiệu của ta là tín hiệu tương tự (biên độ và thời gian đều liên tục) khi đó để truyền tín hiệu này trên các hệ thống truyền tin với khoảng cách lớn nếu để nguyên tín hiệu như vậy phát đi thì do nó có tần số thấp không thể truyền đi xa được vì hiệu suất truyền không cao, như vậy việc điều chế tín hiệu ở đây được xem như là thuật toán cơ bản tác động lên tín hiệu trong các hệ thống thông tin, đặc biệt là hệ thống thông tin khoảng cách lớn. Việc điều chế tín hiệu tương tự trong thời kì này là nhằm mục đích giảm kích thước ăn ten phát (đối với hệ thống vô tuyến) và sử dụng hữu hiệu kênh truyền. Bằng cách dịch phổ của tín hiệu từ miền tần số thấp sang miền tần số cao, nó còn có một ưu đểm nữa là tăng khả năng chống nhiễu cho hệ thống thông tin.

Trong kỹ thuật tương tự người ta dùng hai loại sóng mang : Sóng mang cao tần và các dãy xung, tương ứng với nó ta có hai loại điều chế là điều chế liên tục và điều chế rời rạc.

Ơ điều chế tương tự tùy cách thức làm thay đổi các thông số của sóng mang mà ta có các loại điều chế như sau:

Điều biên:

Điều biên hai dải bên triệt sóng mang AM_SC

Điều biên hai dải bên AM

Điều biên một dải bên triệt sóng mang SSB_SC

Điều biên một dải bên SSB

Điều biên triệt một phần dải bên VSB

Điều chế góc:

Điều pha PM

Điều tần FM

Ơ điều chế xung: tức sóng mang là một dãy xung vuông góc và cũng tương tự ta có :

Điều biên xung PAM

PDM: tin tức gắn lên độ rộng xung của sóng mang

PPM: tin tức gắn lên sự dịch chuyển của vị trí xung sóng mang trên trục thời gian.

PCM: tín hiệu trước hết được rời rạc, lượng tử, mã hóa, rồi sau đó cũng được điều chế cao tần bằng cách dùng điều chế AM, PM, FM (tín hiệu điều chế là tín hiệu số) vì vậy người ta gọi các phương pháp điều chế này là ASK, PSK, FSK

Như vậy ta thấy tiến trình phát triển tiếp theo là kỹ thuật điều chế số mà khởi đầu là hệ thống PCM. Ngày nay khi tất cả các tín hiệu đã được số hóa thì việc nghiên cứu điều

chế số sao cho tối ưu nhất cho hệ thống truyền tin là một tiến trình phát triển lâu dài, trong đó nó chứa những vấn đề mâu thuẫn nhau, mà khi tiến hành một biện pháp điều chế ta phải tìm cách dung hòa các yếu tố để có phương pháp điều chế số tối ưu.

Cũng tương tự như điều chế tương tự, điều chế số cũng có các dạng :

ASK
FSK
PSK

Mục tiêu cuối cùng của điều chế ở đây là phải đạt được :

Tốc độ số liệu cực đại
Xác suất lỗi kí hiệu cực tiểu
Công suất phát cực tiểu
Độ rộng kênh cực tiểu
Khả năng chống nhiễu cực đại
Mức độ phức tạp của mạch cực tiểu.

Khi ta đi sâu vào từng phương pháp điều chế ta sẽ thấy các yêu cầu trên nó đối lập lẫn nhau tuy nhiên ta cần chọn một giải pháp dung hòa.

Ở đây ta chỉ nêu sơ lược các phương pháp điều chế :

Các phương pháp điều chế cơ bản:

ASK 2 mức
FSK 2 mức
PSK 2 mức

Điều chế nhiều mức :

Về nguyên tắc thì ta có thể thực hiện cả 3 phương pháp điều chế trên nhiều mức đều được, nhưng trong đó PSK nhiều trạng thái là thông dụng nhất. Ở đây ta đi xem xét lí do vì sao người ta lại tăng mức điều chế của tín hiệu: như ta đã biết độ rộng băng thông của kênh thông tin thì hữu hạn. Vì vậy muốn tăng dung lượng thì phải tăng tốc độ bít, mà băng thông của tín hiệu tỉ lệ thuận với tốc độ bít nên dung lượng kênh thông tin lại giảm, vì vậy người ta nghĩ ra cách nén phổ tín hiệu bằng cách điều chế nhiều mức khi đó tốc độ bít Rb được thay bằng tốc độ baud Rs (Rs < Rb). Khi đó phổ tín hiệu BW giảm, kết quả là ta truyền được nhiều kênh.

Như vậy câu hỏi đặt ra ở đây là tại sao người ta không tăng số mức lên cao hơn nữa mà chỉ dừng lại ở tối đa 256 mức ,trong đó GMSK chỉ có 4 mức. Đó là vì nếu ta tăng nhiều mức thì làm cho khoảng cách giữa các véctơ tín hiệu nhỏ đi vì vậy véc tơ nhiễu chỉ cần nhỏ cũng đủ gây ra lỗi làm cho việc quyết định bít ở đầu thu bị sai, tức là S/N giảm, muốn S/N tăng thì ta phải tăng công suất phát, điều này không có lợi.

Nếu ta không muốn tăng công suất phát mà dùng mã sữa lỗi với độ lợi mã thì việc thêm vào mã sửa lỗi lại làm tăng tốc độ bít (vì độ lợi mã càng lớn chiều dài chuỗi mã càng lớn). Điều này lại mâu thuẫn, đó là lí do vì sao người ta không tăng số mức điều chế lên quá lớn.

Điều chế GMSK sử dụng trong thông tin di động số GSM là một trong những phương pháp điều chế 4 mức thực chất nó là điều chế MSK nhưng tín hiệu trước khi đưa vào điều chế được đưa qua bộ lọc Gause.

Để có sự so sánh ta đi xét điều chế QPSK cũng là loại điều chế 4 mức nhưng tỉ số BER lớn hơn MSK bù lại thiết bị điều chế và giải điều chế của MSK phức tạp hơn.

I. ĐIỀU CHẾ PSK 4 MỨC :

Đây là một trong những phương pháp điều chế thông dụng nhất trong truyền dẫn vi ba số.
Công thức cho sóng mang được điều chế PSK 4 mức như sau:

$$S(t)=\begin{cases}\sqrt{\frac{2E}{T}}.\cos(2\pi t+\theta(t)+\theta) & 0\le t\le T\\ 0 & t\langle 0;t\rangle T\end{cases}$$

Với θ pha ban đầu ta cho bằng 0

$$\theta(t)=(2i-1)\frac{\pi}{4}$$

Trong đó i= 1,2,3,4 tương ứng với các symbol được phát đi là “00”, “01”, “11”, “10”
T=2.Tb (Tb là thời gian của một bit, T là thới gian của một symbol)
E là năng lượng của tín hiệu phát trên một symbol

$$\text{Vì năng lượng} = \int_{-T/2}^{T/2}\left|s(t)\right|^2 dt=\int_{-T/2}^{T/2}\frac{2E}{T}\cos^2[2\pi c f_c t+\theta(t)]dt$$

$$=\int_{-T/2}^{T/2}\frac{(1+\cos\{[2\pi f_c t+\theta(t)].2\})}{2}dt$$

$$=\frac{2E}{T}.\frac{T}{2}+\int_{-T/2}^{T/2}\frac{\cos\{[2\pi ft+\theta(t)].2\}}{2}.dt=E$$

Khai triển s(t) ta được :

$$S(t)=\begin{cases}\sqrt{\frac{2E}{T}}\cos[(2.i-1).\frac{\pi}{4}]\cos(2\pi f_c t)-\sqrt{\frac{2E}{T}}\sin[(2i-1)]\frac{\pi}{4}.\sin(2\pi f_c t) & (0\le t\le T)\\ 0 & T<t;t<0\end{cases}$$

Đặt $\phi_1(t)=-\sqrt{\frac{2}{T}}\sin(2\pi f_{c.t)}$ $\quad 0\le t\le T$

$$\phi_2(t)=\sqrt{\frac{2}{T}}\cos(2\pi f_{c.t)} \qquad 0\le t\le T$$

Khi đó :

$$s_i(t)=\phi_1(t)\sqrt{E}\sin[(2i-1)\frac{\pi}{4}]+\phi_2(t)\sqrt{E}\cos[(2i-1)\frac{\pi}{4}]$$

Như ta đã biết khái niệm hàm trực giao trên đoạn [a;b] như sau:

$$\int_a^b \varphi_n(x).\varphi_m(x).dx=\begin{cases}0 & nê'u \quad m\ne n\\ \ne 0 & nê'u \quad m=n\end{cases}$$

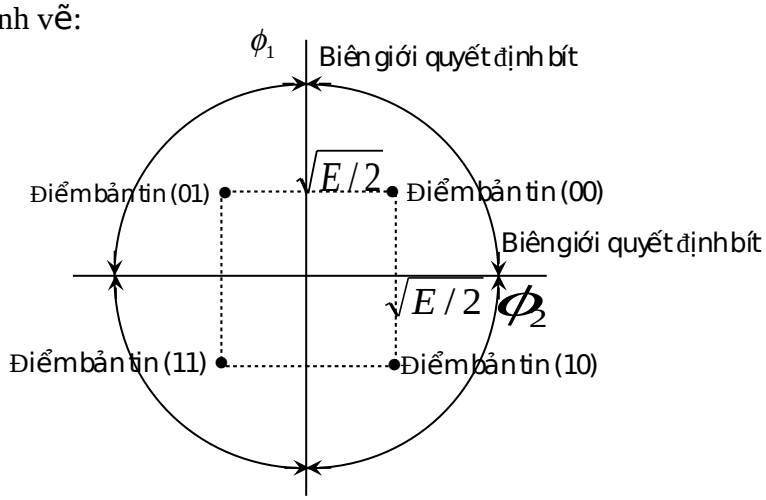
Ơ đây $\phi_1(t)$ và $\phi_2(t)$ là hai hàm cơ sở trực chuẩn .
Vậy bốn điểm bản tin ứng với các véctơ được xác định như sau :

$$s_i=\begin{bmatrix}\sqrt{E}\sin[(2i-1)\frac{\pi}{4}]\\ \sqrt{E}\cos[(2i-1)\frac{\pi}{4}]\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}s_{i1}\\ s_{i2}\end{bmatrix} \qquad (i=1,2,3,4)$$

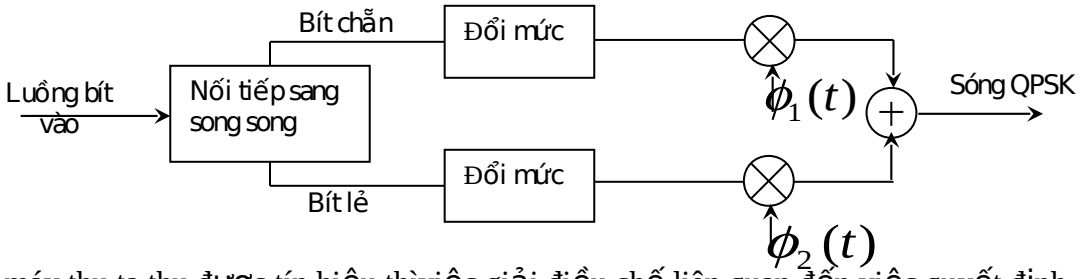
Như vậy ta có bảng sau (khi thế giá trị i vào)

Cặp bít vào	Phase của QPSK	Tọa độ bản tin	
00	$\frac{\pi}{4}$	$\sqrt{\frac{E}{2}}$	$\sqrt{\frac{E}{2}}$
01	$\frac{3\pi}{4}$	$\sqrt{\frac{E}{2}}$	$-\sqrt{\frac{E}{2}}$
11	$\frac{5\pi}{4}$	$-\sqrt{\frac{E}{2}}$	$-\sqrt{\frac{E}{2}}$
10	$\frac{7\pi}{4}$	$-\sqrt{\frac{E}{2}}$	$\sqrt{\frac{E}{2}}$

Ta thấy một tín hiệu PSK 4 mức được đặc trưng bởi một véctơ tín hiệu hai chiều và bốn điểm bản tin như hình vẽ:



Xem bảng ta thấy logic "1" thì biến đổi vào $-\sqrt{E}$ còn logic "0" thì biến đổi vào $\sqrt{E}$
Vì cùng một lúc ta phát đi một symbol nên luồng vào phải được phân thành hai luồng tương ứng và được biến đổi mức rồi nhân với hai hàm trực giao tương ứng.
Sơ đồ điều chế PSK 4 mức như sau:



Khi ở máy thu ta thu được tín hiệu thìviệc giải điều chế liên quan đến việc quyết định symbol được phát đi, bởi tín hiệu ta nhận được ở đầu thu ngoài tín hiệu s(t) còn có nhiễu trắng x(t) có giá trị trung bình bằng không và mật độ phổ công suất $\frac{N_0}{2}$

Với hàm phân bố xác suất :

$$f(x) = \frac{e^{\frac{-x^2}{2\delta^2}}}{\sqrt{2\pi}\delta}$$

mật độ phổ phân bố phân bố đều trên $\forall \quad \omega: \quad p(\omega) = \frac{N_0}{2}$

với hàm tự tương quan là hàm deltadirac $R(\tau)$.

Nếu tín hiệu truyền với giải thông trong khoảng [-B;B] ta có

$$P(\omega) = \begin{cases} \frac{N_0}{2} & -B < f < B \\ 0 & f > |B| \end{cases}$$

Suy ra:

$$R(\tau) = \int_{-B}^{B} \frac{1}{2\pi} P(\omega).e^{j\omega} d\tau$$

Đây chính là hàm Sa có biên độ B. N_0 với momemt cấp 2 $= R(0) = B.N_0 =$ phương sai (δ^2)

Cuối cùng ta có nhận xét:

$$T_s = 2.T_b \quad \Rightarrow \quad BW_s = \frac{1}{2} BW_b$$

trong đó : $BW = \frac{R}{2}$:Lí tưởng theo Nyquyst

R là tốc độ bít $= \frac{1}{T}$ hay BW tỉ lệ nghịch với thời gian một bít.

Tức là điều chế PSK 4 mức băng tầng giảm ½ so với điều chế PSK 2 mức.

<u>II. ĐIỀU CHẾ MSK (KHÓA CHUYỂN PHA CỰC TIỂU)</u>

Như ta đã thấy nếu điều chế QPSK thì có nhược điểm là giả sử trường hợp từ symbol “00” chuyển sang symbol “11’ thì góc pha đổi 180^0, điều này làm làm tăng khả năng bị nhiễu bởi tạp âm. Vì vậy người ta muốn độ di pha chỉ là 90^0. Ở điều chế MSK việc tăng số mức tín hiệu lên từ hai mức sang bốn mức là nhờ việc tận dụng các trạng thái của pha và ở điều chế MSK độ di tần đạt được tiêu chuẩn đưa ra là 90^0

Để xét điều chế MSK ta đi từ điều chế CPFSK (hay nói cách khác MSK là trường hợp đặc biệt của FSK pha liên tục _CPFSK với độ di tần là 0.5).

Ta có tín hiệu điều chế CPFSK như sau :

$$s(t)=\begin{cases}\sqrt{\dfrac{2E_b}{T_b}}\cos[2\pi f_1 t+\theta] & cho\,bi't \quad 0\\ \sqrt{\dfrac{2E_b}{T_b}}\cos[2\pi f_2 t+\theta] & cho\,bi't \quad 1\end{cases}$$

Với : E_b là năng lượng của tín hiệu phát trên một bít (nó được tính tương tự như bên điều chếQPSK).

T_b là độ rộng của một bít.

θ : là góc pha ban đầu ở thời điểm t= 0 và nó phụ thuộc vào thời gian trước

Tần số f_1, f_2 là tần số được phát cho bít điều chế tương ứng là 0, 1

Như ta đã biết điều chế tần số và điều chế pha đều là điều chế góc. Vì vậy tín hiệu điều chế s(t) có thể được biễu diễn như sau:

$$s(t)=\sqrt{\frac{2E_b}{T_b}}\cos[2\pi f_c t+\theta(t)]$$

với $\theta(t)$ là pha của s(t) và nó là một hàm liên tục theo thời gian, khi đó s(t) cũng liên tục ở mọi thời điểm kể cả thời điểm chuyển đổi giữa các bít.

$$f_c=\frac{f_1+f_2}{2}$$

$$\theta(t)=\theta\pm\frac{\pi h t}{T_b} \qquad (0\le t\le T_b)$$

Tức là nếu bít phát đi là bít 0 thì :

$$\theta(t)=\theta+\frac{\pi h t}{T_b} \qquad (0\le t\le T_b)$$

Còn nếu bít phát đi là bít 1 thì:

$$\theta(t)=\theta-\frac{\pi h t}{T_b} \qquad (0\le t\le T_b)$$

Với : $h=T_b(f_1-f_2)$:gọi là tỉ lệ dịch tần so với tốc độ bít

Giả sử $f_1>f_2$ vì ta lấy tần số $f_c=\dfrac{f_1+f_2}{2}$ nên độ dịch tần cực đại so với f_c là:

$$\Delta f_c=\frac{f_1-f_2}{2}$$

Vậy ta có : $h=T_b\Delta f_c$

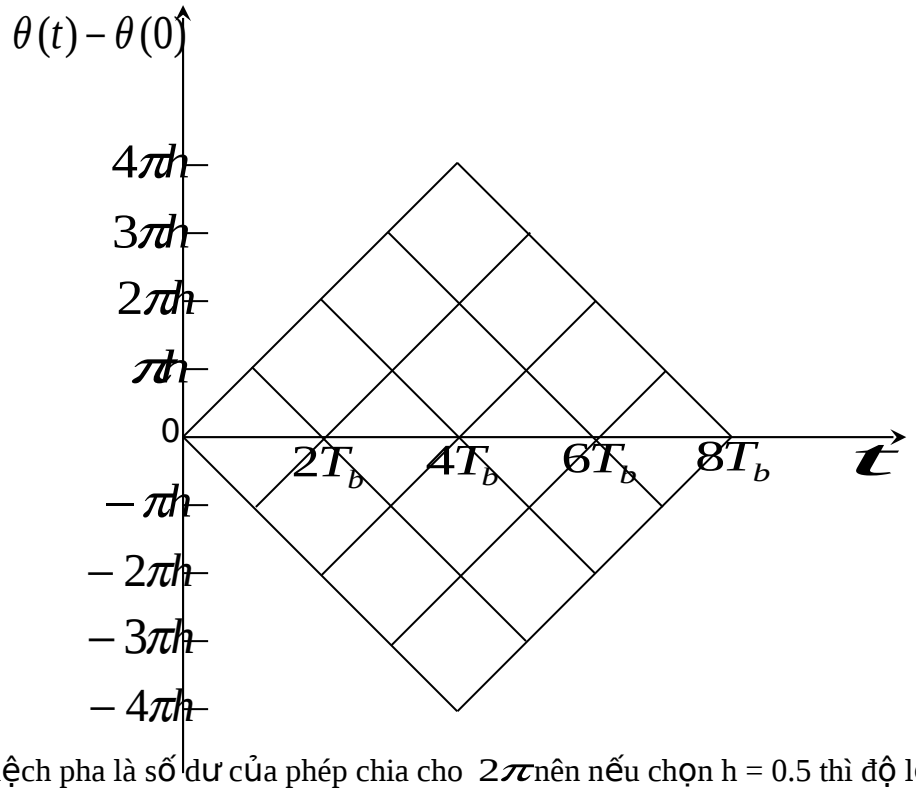
Khi $t=T_b$ (tức là cuối một bít và đầu một bít mới):

Do : $\theta(t)=\theta\pm\dfrac{\pi h t}{T_b}$ (θ là pha ban đầu của bít tín hiệu)

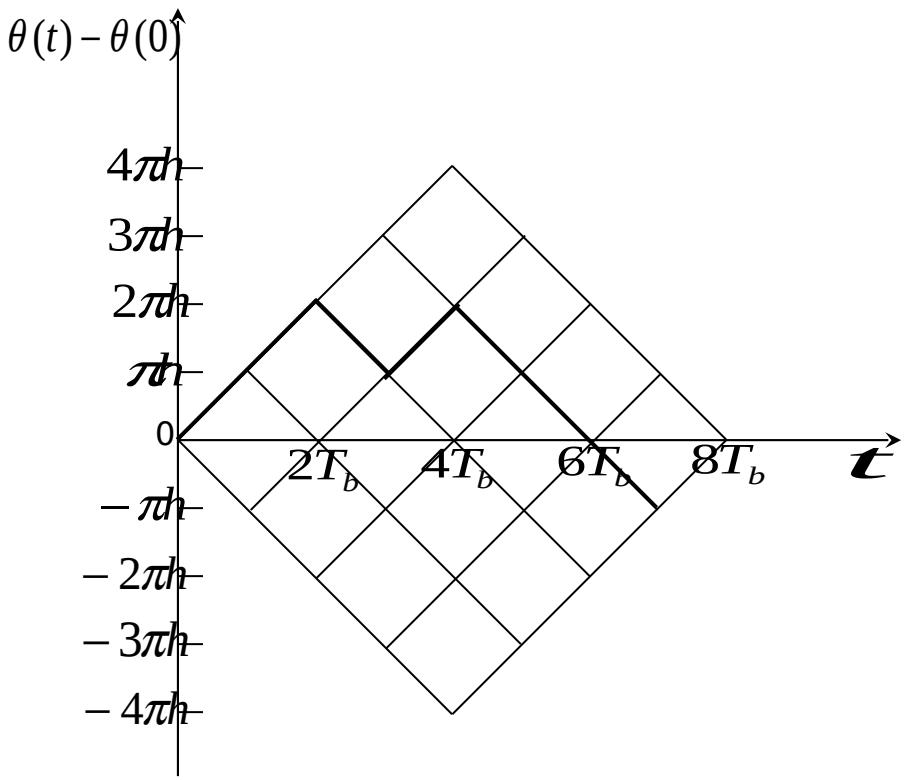
Nên suy ra: $\theta(t)-\theta=\dfrac{\pi h t}{T_b}$

Thay $t=T_b\Rightarrow\theta(t)-\theta(0)=\pm\pi h$

Nhgĩa là nếu phát đi bít 0 thì pha cuối của chu kì bít lớn hơn pha đầu củachu kì bít là πh (và nó tăng tuyến tính).
Tương tự nếu phát đi là bít 1 thì pha cuối nhỏ hơn pha đầu là πh (và nó cũng giảm tuyến tính).
Như vậy sự thay đổi $\theta(t)$ thể hiện sự thay đổi tần số giữa f_1 và f_2. Ta có sơ đồ các khả năng của sự thay đổi này như sau:



Vì độ lệch pha là số dư của phép chia cho 2π nên nếu chọn h = 0.5 thì độ lệch pha trong một chu kì bít này chỉ nhận giá trị $\pm 2/\pi$ (thoã mãn yêu cầu đặt ra).
Mặt khác ta có nhận xét $\theta(t)$ là bội số chẵn hoặc lẽ của πh tại các điểm là bội số chẵn hoặc lẽ của T_b.
Ví dụ : chuỗi bít là 0010111 với $\theta(0)=0$ (cho lúc bắt đầu) thì ta được sơ đồ pha như sau:



Như vậy với h = 0.5 $\Rightarrow \Delta f_c = \dfrac{1}{4T_b}$: độ dịch tầng cực đại bằng ¼ lần tốc độ bít.

Tín hiệu điều chế s(t) có thể được phân tích như sau :

$$s(t) = -\sqrt{\frac{2E_b}{T_b}}\sin[\theta(t)].\sin(2\pi f_c t) + \sqrt{\frac{2E_b}{T_b}}\cos[\theta(t)].\cos(2\pi f_c t)$$

với : $\theta(t) = \theta(0) \pm \dfrac{\pi t}{2T_b} \qquad 0 \le t \le T_b$

Xét trong khoảng thời gian $-T_b \le t \le T_b$: ta có dấu của $\cos\theta(t)$ chỉ phụ thuộc $\theta(0)$ vì $\theta(0)$ nhận các giá trị có thể là 0 hoặc π (như lí luận trước). Vì khi phân tích ta có :

$$\cos\theta(t) = \cos\theta(0).\cos(\frac{\pi t}{2T_b}) - \sin\theta(0).\sin\frac{\pi t}{2T_b} \quad \text{(cho bit 0)}$$

và

$$\cos\theta(t) = \cos\theta(0).\cos(\frac{\pi t}{2T_b}) + \sin\theta(0).\sin\frac{\pi t}{2T_b} \quad \text{(cho bit 1)}$$

trong cả hai trường hợp ta đều có : $\cos\theta(t) = \cos\theta(0).\cos(\dfrac{\pi t}{2T_b})$ vì $\sin\theta(0) = 0$. Tức là dấu của $\cos\theta(t)$ không phụ thuộc vào bít truyền trước và sau t = 0 . Vậy trong khoảng thời gian này thành phần đồng pha $s_I(t)$ là một nửa xung cosin được xác định như sau:

$$s_I(t) = \sqrt{\frac{2E_b}{T_b}}\cos\theta(t)$$
$$= \pm\sqrt{\frac{2E_b}{T_b}}\cos(\frac{\pi t}{2T_b})$$

dấu – ứng với $\theta(0) = 0$ còn dấu + ứng với $\theta(0) = \pi$

Xét trong khoảng thời gian $0 \le t \le 2T_b$: tương tự trước ta đi xét $\sin\theta(t)$ và ta thấy dấu của nó chỉ phụ thuộc $\theta(T_b)$. Và trong khoảng thời gian này thành phần vuông góc $s_Q(t)$ làmột nửa xung sin được xác định như sau:

$$s_I(t) = \sqrt{\frac{2E_b}{T_b}}\sin\theta(t)$$
$$= \pm\sqrt{\frac{2E_b}{T_b}}\sin(\frac{\pi t}{2T_b})$$

dấu – ứng với $\theta(T_b) = -\pi/2$, dấu + ứng với $\theta(T_b) = \pi/2$.

Nếu gọi Δf là độ dịch tần giữa f_1 và f_2 thì ta có :

$\Delta f = f_1 - f_2 = \frac{h}{T_b} = \frac{1}{2T_b}$, tức là độ dịch tần giữa f_1 và f_2 bằng một nửa tốc độ bít.

Như vậy ta thấy rằng các trạng thái pha $\theta(0)$ và $\theta(T_b)$ chỉ nhận một trong hai trạng thái có thể nên có thể xảy ra 4 khả năng :

1. Pha $\theta(0) = 0$ và $\theta(T_b) = \pi/2$ tương ứng truyền bít 0
2. Pha $\theta(0) = \pi$ và $\theta(T_b) = \pi/2$ tương ứng truyền bít 1
3. Pha $\theta(0) = \pi$ và $\theta(T_b) = -\pi/2$ (hay $3\pi/2$) tương ứng truyền bít 0
4. Pha $\theta(0)$ =0 và $\theta(T_b) = -\pi/2$ tương ứng truyền bít 1

Tức là ta thấy bản thân tín hiệu MSK có thể nhận một trong số bốn dạng pha như trên. Chính điều này tạo cho việc điều chế MSK là bốn mức dựa vào các trạng thái pha khác nhau của $\theta(0)$ và $\theta(T_b)$.

Như phân tích s(t) lúc trước, ta thấy rằng trong trường hợp tín hiệu điều chế MSK ta có các hàm trực giao cơ sở như sau :

$$\phi_1(t) = -\sqrt{\frac{2}{T_b}}\sin\left(\frac{\pi t}{2T_b}\right)\sin(2\pi f_c), \quad 0 \le t \le 2T_b$$

và
$$\phi_2(t) = \sqrt{\frac{2}{T_b}}\cos\left(\frac{\pi t}{2T_b}\right)\cos(2\pi f_c), \quad -T_b \le t \le T_b$$

vậy tín hiệu s(t) có thể biểu diễn như sau :

$$s(t) = s_1.\phi_1(t) + s_2.\phi_2(t) \qquad 0 \le t \le T_b$$

trong đó s_1 và s_2 liên quan đến trạng thái pha $\theta(0)$ và $\theta(T_b)$:

$$s_1 = \int_0^{2T_b} s(t).\phi_1(t).dt = \sqrt{E_b}\sin[\theta(T_b)] \qquad (0 \le t \le 2T_b)$$

$$s_1 = \int_{-T_b}^{T_b} s(t).\phi_2(t).dt = \sqrt{E_b}\cos[\theta(0)] \qquad (-T_b \le t \le T_b)$$

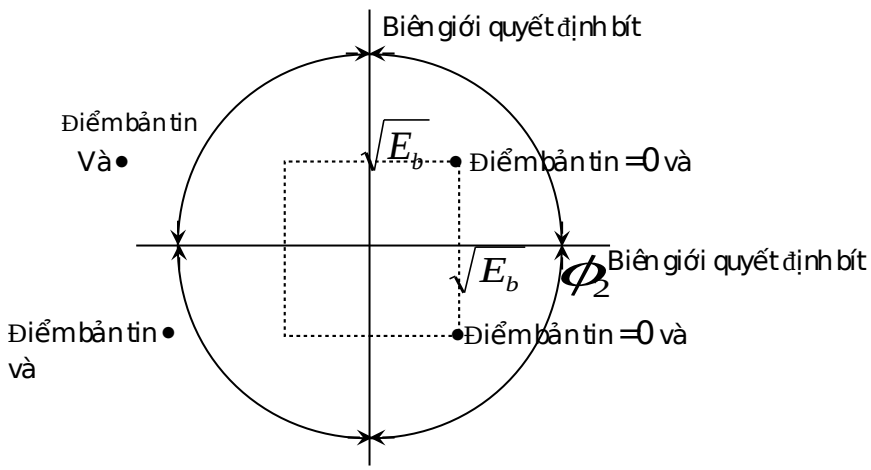
Ta có nhận xét :

Cả hai đoạn đánh giá có khoảng thời gian bằng hai lần độ rộng bít mà ở đó $\phi_1(t)$ và $\phi_2(t)$ trực giao với nhau.

Cả hai cận trên và cận dưới của tích phân được sử dụng để đánh giá hệ số s_1 dịch T_b giây so với cận đánh giá s_2.

Khoảng thời gian $0 \le t \le T_b$ ở đó các trạng thái pha $\theta(0)$ và $\theta(T_b)$ được định nghĩa là khoảng thời gian chung cho cả hai tích phân.

Vậy tín hiệu MSK là tín hiệu hai chiều với bốn bản tin như hình vẽ(bằng cách thay các giá trị $\theta(0)$ và $\theta(T_b)$ vào các giá trị s_1 và s_2 của s(t)):



Vậy ta có tọa độ các bản tin như sau:

$$\left(+\sqrt{E_b},+\sqrt{E_b}\right) \;;\left(+\sqrt{E_b},-\sqrt{E_b}\right) \;;\left(-\sqrt{E_b},-\sqrt{E_b}\right) \;;\left(-\sqrt{E_b},+\sqrt{E_b}\right)$$

Nếu so sánh với sơ đồ không gian tín hiệu của QPSK ta thấy nó có cùng dạng, tuy nhiên nó khác ở chỗ năng lượng của tín hiệu MSK là được biễu diễn năng lượng trên một bít, còn năng lượng của tín hiệu QPSK là trên một symbol. Cái khác quan trọng nhất đối với tín hiệu QPSK $\phi_1(t)$ và $\phi_2(t)$ được biểu diễn bằng cặp sóng mang lệch pha 90^0 còn đối với tín hiệu MSK chúng được trìnhbày bằng một cặp sóng mang lệch pha 90^0 và được điều chế hàm sin và cos.

Ta có bảng cho kết quả các giá trị $\theta(0)$, $\theta(T_b)$ và s_1 , s_2 tương ứng được tính toán trong các khoảng thời gian $0 \le t \le 2T_b$ và $-T_b \le t \le T_b$ như sau:

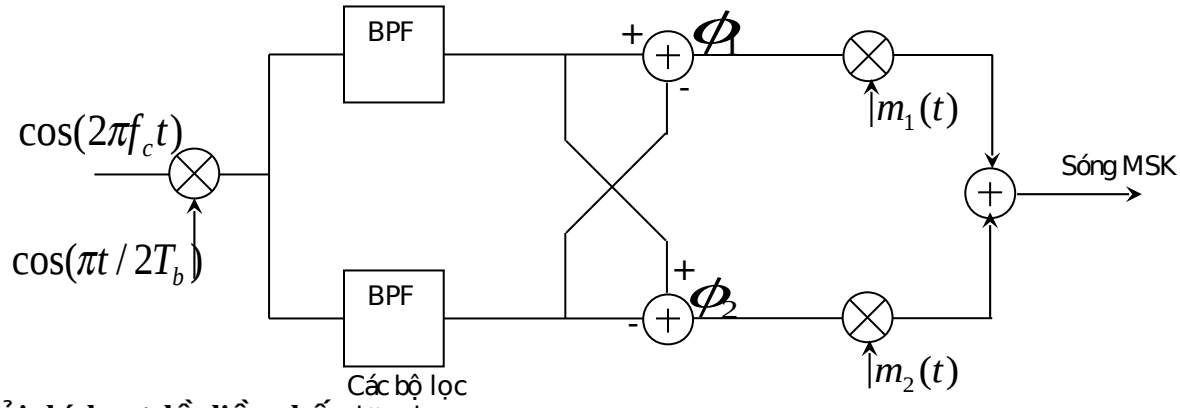
Kí hiệu cơ hai được phát $0 \le t \le T_b$	Các trạng thái pha (rad)		Tọa độ các điểm bản tin	
	$\theta(T_b)$	$\theta(0)$	s_1	s_2
0	$+\pi/2$	0	$+\sqrt{E_b}$	$+\sqrt{E_b}$
1	$+\pi/2$	π	$+\sqrt{E_b}$	$-\sqrt{E_b}$
0	$-\pi/2$	π	$-\sqrt{E_b}$	$-\sqrt{E_b}$
1	$-\pi/2$	0	$-\sqrt{E_b}$	$+\sqrt{E_b}$

Như vậy đối với một chuỗi dữ liệu vào cho trước tương ứng với từng cặp bít mà ta có tọa độ bản tin tương ứng với cặp bít đó giống bên QPSK và từ đó ta suy ra được chuỗi bít được phát đi hay chính là tín hiệu s(t).
Để hiểu rõ hơn vấn đề ta xét ví dụ :

Chuỗi bít đưa lên điều chế là: 0010111. giả thiết rằng ở thời điểm t= 0 pha ban đầu $\theta(0) = 0$. Ta suy ra được giá trị $\theta(t)$ tại các thời điểm như hình vẽ trên, từ đó ta suy ra cực tính của s_1 và s_2 trong các khoảng thời gian như bảng sau :

Chuỗi nhị phân vào	0	0	1	0	1	1	1
Thang thời gian	0	$2T_b$		$4T_b$		$6T_b$	
$\theta(kT_b)$	$2/\pi$		$2/\pi$		$2/\pi$		$-2/\pi$
Cực tính của s_1	+		+		+		-
$\theta(kT_b)$	0	π		π		0	
Cực tính của s_2	+	-		-		+	

Và tín hiệu điều chế là: $s(t) = s_1.\phi_1(t) + s_2.\phi_2(t)$.
Ta có sơ đồ điều chế MSK như sau :



Giải thích sơ đồ điều chế:
Trước hết hai hàm sóng sin có tần số f_c và tần số $1/4T_b$ được đến bộ nhân điều chế, kết quả cho ta hai sóng sin có pha kết hợp với tần số f_1 và f_2 như sau :

$$\cos(2\pi f_c t)\cos(\pi t/2T_b) = \frac{1}{2}\cos(2\pi f_1) + \frac{1}{2}\cos(2\pi f_2)$$

trong đó : $f_1 = f_c + \Delta f$; $f_2 = f_c - \Delta f$; $\Delta f = 1/4T_b$

hai sóng hàm sin sau đó được tách riêng bằng hai bộ lọc băng thông có tần số trung tâm là f_1 và f_2. Sau đó đầu ra các bộ lọc cộng chéo với nhau để đươ6c hàm trực giao cơ sở :

$$\begin{aligned}\phi_1(t) &= \frac{1}{2}[\cos(2\pi f_1 t) - \cos(2\pi f_2 t)] \\ &= -\sin\left(2\pi\frac{f_1+f_2}{2}t\right)\sin\left(2\pi\frac{f_1-f_2}{2}t\right) \\ &= -\sin(\pi t/2T_b)\sin(2\pi f_c t)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi_2(t) &= \frac{1}{2}[\cos(2\pi f_1 t) + \cos(2\pi f_2 t)] \\ &= \cos\left(2\pi\frac{f_1+f_2}{2}t\right)\cos\left(2\pi\frac{f_1-f_2}{2}t\right) \\ &= \cos(\pi t/2T_b)\cos(2\pi f_c t)\end{aligned}$$

sau đó các hàm ϕ_1 và ϕ_2 nhân với hai chuỗi nhị phân có tốc độ bít bằng $1/2T_b$ được phân đôi từ luồng nhị phân đưa lên điều chế để ấn định dấu cho s_1 và s_2 sau đó cộng hai nhánh với nhau ta được tín hiệu MSK.

Việc giải điều chế nó thực hiện việc tách pha $\theta(0)$ và $\theta(T_b)$ sau đó ghép hai tập quyết định pha nói trên để suy ra chuỗi bít phát đi.