

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

**Ngô Thị Nguyên**

**KHÔI PHỤC ĐỊNH THỜI, TẦN SỐ VÀ PHA  
SÓNG MANG TRONG TÍN HIỆU MSK**

**KHOÁ LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY**

**Ngành: Điện tử\_Viễn Thông**

**HÀ NỘI-2005**

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

**Ngô Thị Nguyên**

**KHÔI PHỤC ĐỊNH THỜI, TẦN SỐ VÀ PHA  
SÓNG MANG TRONG TÍN HIỆU MSK**

**KHOÁ LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY**

**Ngành: Điện tử\_Viễn Thông**

**Cán bộ hướng dẫn: Tiến sĩ Trịnh Anh Vũ**

**HÀ NỘI-2005**

***Lời cảm ơn***

*Em xin được bày tỏ lòng biết ơn chân thành và sâu sắc nhất tới thầy Trịnh Anh Vũ. Thầy đã tận tình hướng dẫn và chỉ bảo cho em trong suốt quá trình làm luận văn.*

*Em cũng xin gửi lời cảm ơn tới toàn thể các thầy cô giáo trong khoa điện tử\_ viễn thông cũng như các thầy cô trong trường Đại Học Công Nghệ\_ Đại Học Quốc Gia Hà Nội đã giúp đỡ, tạo mọi điều kiện cho em trong quá trình học tập và làm khoá luận tốt nghiệp.*

*Cuối cùng, xin cảm ơn những người thân, bạn bè đã động viên và giúp đỡ tôi hoàn thành khoá luận tốt nghiệp của mình.*

*Hà Nội ngày 29 tháng 5 năm 2005*

*Sinh viên*

*Ngô Thị Nguyên*

### **Tóm tắt nội dung**

Trong phần mở đầu khoá luận khái quát các kỹ thuật điều chế số (như PSK, QPSK, OQPSK, MSK và GMSK) và quá trình giải điều chế các tín hiệu đó.

Tiếp đó khóa luận sử dụng Matlab 7.0 để mô phỏng quá trình khôi phục tín hiệu MSK (Minimum shift keying) tại nơi thu trong điều kiện kênh truyền chất lượng kém, từ đó có cái nhìn toàn cảnh quá trình khôi phục tín hiệu MSK qua kênh truyền có ảnh hưởng của nhiễu trong thực tế.

Trong mô hình mô phỏng nói đến các yếu tố đóng vai trò ảnh hưởng đến chất lượng truyền dẫn tín hiệu MSK trên đường truyền là các tham số dịch định thời kì hiệu pha, dịch tần số, dịch pha và trên kênh truyền còn có cộng ồn Gaussian trắng (AWGN). Tại nơi thu, trước khi giải điều chế tín hiệu MSK phải khắc phục tất cả các ảnh hưởng của nhiễu trên đường truyền. Cụ thể, phải khôi phục định thời kì hiệu pha, khôi phục tần số sóng mang sau đó khôi phục pha mang.

Ngoài ra khóa luận có sử dụng thêm công cụ BERtool trong Matlab 7.0 để tính toán lỗi bit BER trên đường truyền, từ đó minh họa tính phức tạp của vấn đề khôi phục lại tín hiệu khi đi qua kênh truyền chất lượng kém trong thực tế.

Hà Nội, ngày 28 tháng 5 năm 2005

## **Lời mở đầu**

Ngày nay kỹ thuật truyền dẫn tín hiệu số được sử dụng trong hầu hết các lĩnh vực truyền thông do tính ưu việt hơn hẳn truyền dẫn tín hiệu tương tự. Trên thực tế đường truyền dẫn luôn luôn có tạp âm (ồn Gaussian), băng tần giới hạn và các giao thoa tín hiệu khác nhau đối với các môi trường, vật liệu truyền dẫn khác nhau. Điều này dẫn đến làm sai lệch, méo dạng tín hiệu và gây lỗi trên đường truyền. Vì vậy việc nghiên cứu tỉ mỉ các dạng tín hiệu và gây lỗi trên đường truyền, phương pháp đồng bộ nhằm làm giảm sai sót trên đường truyền là những kỹ thuật cơ sở rất quan trọng.

Kỹ thuật truyền dẫn nói chung có thể chia làm hai loại: Truyền dẫn băng tần cơ sở, truyền dẫn qua điều chế sóng mang. Trong truyền thông tin số qua kênh băng tần cơ sở, tín hiệu mang thông tin được truyền trực tiếp trên kênh, tuy nhiên hầu hết các kênh truyền thông đều là băng tần giới hạn. Do đó cần chuyển tín hiệu qua kênh bằng cách dịch tần số của tín hiệu mang thông tin phù hợp với băng tần của kênh, có như vậy tín hiệu điện từ mới chậm suy giảm và truyền đi được xa. Kỹ thuật điều chế số lên sóng mang ở tần số thích hợp môi trường truyền dẫn sẽ tăng tầm hoạt động của các thiết bị viễn thông với một chi phí tối thiểu.

Khoá luận hạn chế trong việc nghiên cứu chi tiết mô hình mô phỏng và lý thuyết kỹ thuật về khôi phục định thời, khôi phục tần số sóng mang và khôi phục pha mang trong tín hiệu MSK (Minimum shift keying) trên băng tần cơ sở. Kèm theo mô phỏng trong Matlab 7.0 để có thể so sánh được điểm mạnh, điểm yếu và xác suất lỗi bit trong kỹ thuật điều chế tín hiệu MSK. Tín hiệu MSK khi cho qua bộ lọc Gaussian làm trơn tín hiệu, trở thành tín hiệu GMSK là phương pháp điều chế chủ yếu trong GSM.

Do thời gian có hạn nên khoá luận sẽ không tránh khỏi thiếu sót, em rất mong nhận được các ý kiến góp ý của thầy cô.

## **Chương I: TỔNG QUAN MỘT SỐ KỸ THUẬT ĐIỀU CHẾ SỐ**

Các hệ thông tin di động hiện đại sử dụng các kỹ thuật điều chế số. Các tiến bộ trong công nghệ tích hợp cỡ lớn (VLSI) và xử lý số (DSP) làm cho hệ truyền dẫn dùng điều biến số hiệu quả hơn hệ truyền dẫn tương tự. Điều chế số cho ta nhiều ưu điểm hơn điều biến tương tự. Một số ưu điểm bao gồm tính kháng nhiễu tốt hơn và khoẻ hơn cho sự không hoàn thiện của kênh truyền, dễ dàng hơn cho việc ghép kênh cho các loại thông tin khác nhau (thí dụ như tiếng nói, dữ liệu, hình ảnh) và bảo mật tốt hơn. Hơn nữa, điều biến số thích hợp với các mã kiểm tra lỗi số mà chúng phát hiện và hoặc sửa các lỗi truyền, trợ giúp sự điều phối tín hiệu phức tạp và các kỹ thuật xử lý như là mã nguồn, bảo mật và làm bằng...nhằm cải thiện hiệu suất của kết nối thông tin toàn cục.

Trong các hệ thông tin không dây, tín hiệu điều biến (thí dụ bản tin) có thể được biểu diễn như một chuỗi theo thời gian các ký hiệu hoặc xung, trong đó mỗi ký hiệu có  $m$  trạng thái giới nội. Mỗi ký hiệu biểu diễn bằng  $n$  bit thông tin, trong đó  $m = \log_2 n$  bit/ký hiệu. Một số trong các kỹ thuật này có những sự khác nhau tinh tế giữa chúng và mỗi kỹ thuật thuộc vào một họ các phương pháp điều biến có liên quan. Thí dụ, khoá dịch pha (PSK) có thể hoặc tách sóng kết hợp hoặc tách sóng vi phân và có thể có 2,4,8 hoặc có thể có nhiều mức hơn (ví dụ  $n=1,2,3$  hoặc nhiều bit hơn) cho một ký hiệu, phụ thuộc vào cách trong đó thông tin được phát ra trong một ký hiệu đơn.

### **1.1 Khoá dịch pha (PSK)**

Trong loại điều chế này gọi là 2-pha (chia 2) hay PSK – pha cơ số 2 (BPSK). Sóng mang hình sin có hai giá trị pha được xác định bởi tín hiệu dữ liệu cơ số hai. Dạng sóng hình sin lồi ra của bộ điều chế là cùng hay ngược pha (có nghĩa lệch pha  $180^\circ$ ) với tín hiệu lồi vào và là hàm số của tín hiệu dữ liệu.

$$S_0(t) = A \cos(\omega t) \quad \text{tương ứng với bit "0"}$$

$$S_1(t) = A \cos(\omega t + \pi) \quad \text{tương ứng với bit "1"}$$

Trong PSK cơ số M, pha sóng mang lấy 1 trong M giá trị khả dĩ và với mọi n ( $M=2^n$ ) bit của chuỗi bit được mã hoá trong đó một dạng tín hiệu được truyền như sau:

$$S(t) = A \sin(\omega t + \theta)$$

Trong đó

$$\theta = 2(i-1)\pi/M \quad i = 1, 2, \dots, M.$$

## 1.2. Khoá dịch pha vuông góc (QPSK)

Trong loại điều chế này gọi là điều chế 4-PSK, khoá dịch pha  $90^\circ$  hay điều chế vuông pha. Khoá dịch pha  $90^\circ$  có hiệu suất độ rộng dải gấp hai lần BPSK vì 2 bit được truyền đi trong một ký hiệu điều biến tin. Pha của sóng mang lấy 1 trong 4 giá trị cách đều nhau như là  $0, \pi/2, \pi$  và  $3\pi/2$  trong đó mỗi giá trị pha ứng với một cặp duy nhất của bản tin.

Chuỗi bit nhị phân lồi vào  $\{d_k\}$ ,  $d_k = 0, 1, 2, \dots$  bộ điều chế với tốc độ  $1/T$  (bits/s), sau đó được biến đổi nối tiếp-song song thành hai dòng bit  $d_I(t)$  và  $d_Q(t)$  (các dòng cùng pha và lệch pha  $90^\circ$ ), mỗi dòng có tốc độ bit  $R_s = R_b/2$  hay bằng nửa tốc độ của dữ liệu đầu vào. Dòng  $d_I(t)$  được gọi là dòng bit “chẵn”, dòng  $d_Q$  được gọi là dòng bit “lẻ”:

$$d_I(t) = d_0, d_2, d_4, \dots$$

$$d_Q(t) = d_1, d_3, d_5, \dots$$

Tín hiệu sóng mang có thể định nghĩa là:

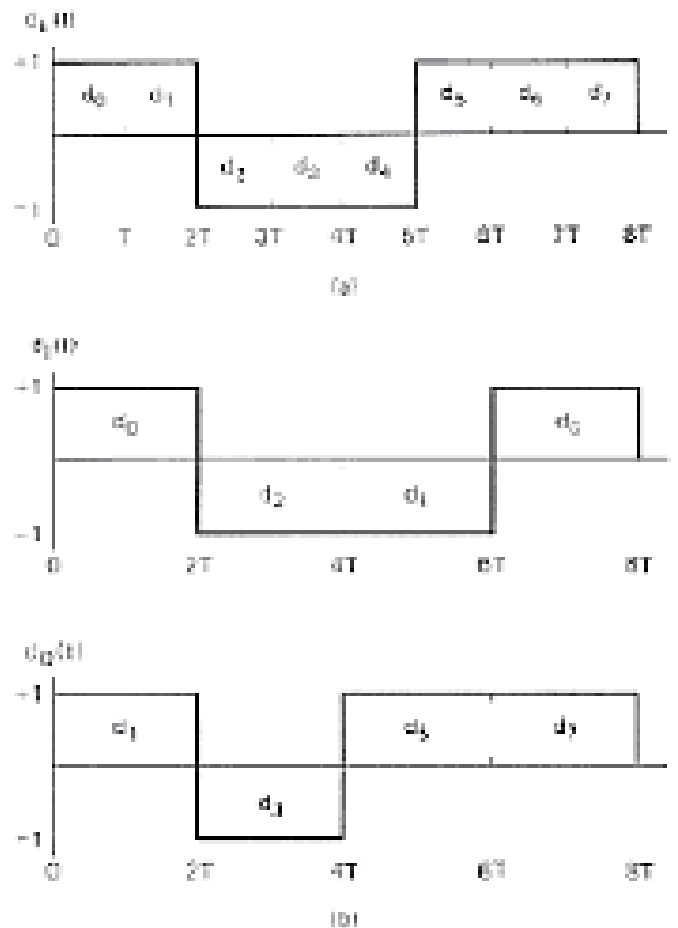
$$S(t) = 1/\sqrt{2} d_I(t) \cos(2\pi f_o t + \pi/4) + 1/\sqrt{2} d_Q(t) \sin(2\pi f_c t + \pi/4)$$

Hay có thể viết dưới dạng như sau:

$$S(t) = A \cos[2\pi ft + \pi/4 + \theta(t)].$$

Hai chuỗi cơ số hai được điều biến riêng rẽ bằng hai sóng mang  $d_I(t)$ ,  $d_Q(t)$  chúng lệch pha nhau  $90^\circ$ . Hai tín hiệu điều biến, mỗi tín hiệu được coi là một tín hiệu BPSK, được lấy tổng lại để sinh ra một tín hiệu QPSK. Vậy QPSK là sự kết hợp hai

BPSK vuông pha với nhau. Chuỗi xung  $d_I(t)$  điều chế với hàm cosine biên độ 1 và -1, tương đương với pha có hai trạng thái là  $0^\circ$  và  $180^\circ$ . Tương tự như vậy chuỗi xung  $d_Q(t)$  điều chế với hàm sine tương ứng với pha có hai trạng thái là  $90^\circ$  và  $270^\circ$ .

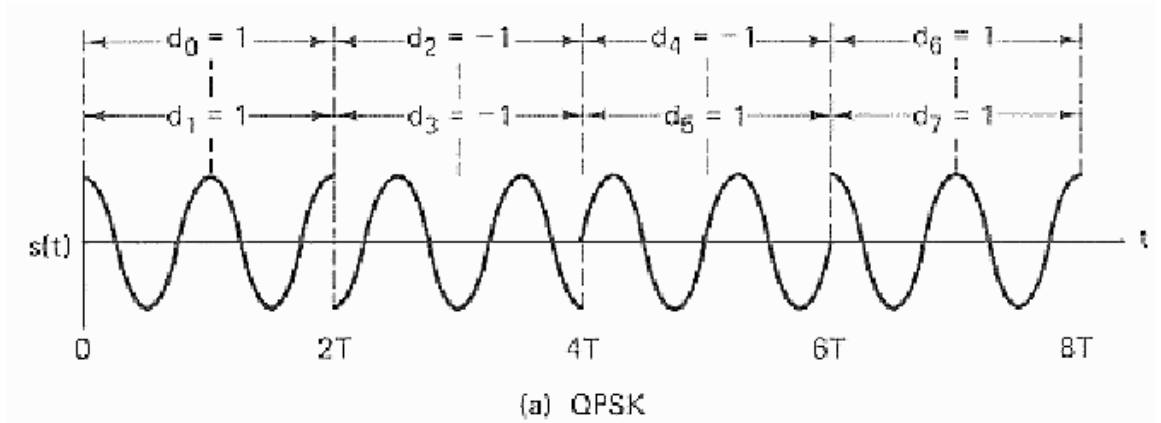


Hình 1.

Một trong bốn giá trị pha của sóng mang tương ứng với hai bit dữ liệu hay hai bit trên một kí hiệu. Tốc độ kí hiệu trong QPSK là một nửa tốc độ bit. Cả hai nhánh dữ liệu có thể được mang đi với một lượng như nhau trong dải băng thông hạn chế.

Trong QPSK, pha sóng mang có thể thay đổi chỉ một lần duy nhất trong mỗi  $2T(s)$ , trong khoảng  $T(s)$  pha sóng mang giữ nguyên không đổi.





Hình 2.

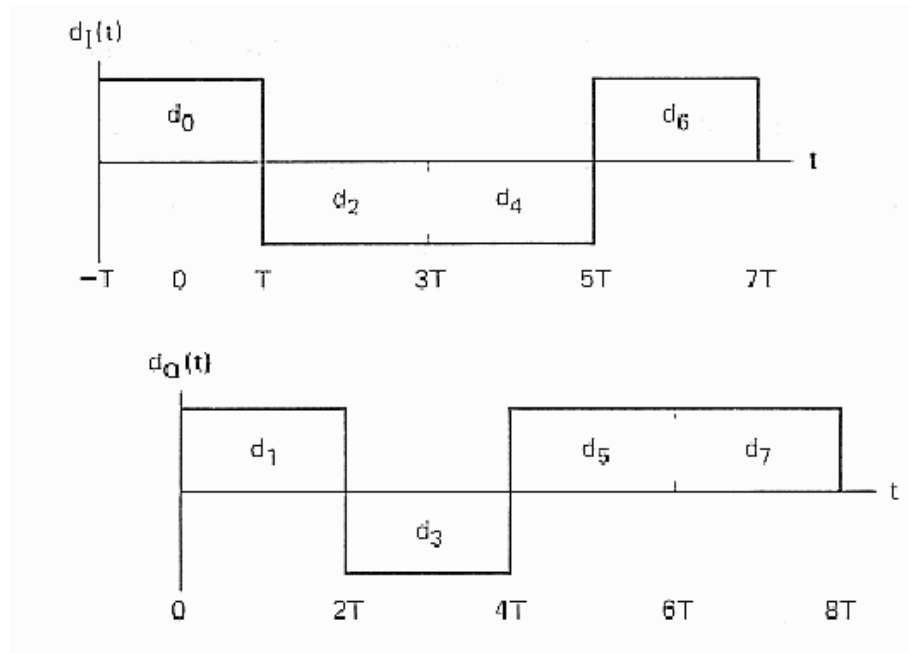
Tín hiệu QPSK được tiếp nhận ở máy thu và được giải điều chế BPSK riêng đối với  $d_I(t)$  và riêng đối với  $d_Q(t)$ . Sau đó  $d_I(t)$  và  $d_Q(t)$  kết hợp lại theo nguyên lý biến đổi song song - nối tiếp để khôi phục nguyên dạng dòng dữ liệu đã phát.

Biên độ của một tín hiệu QPSK là không đổi một cách lý tưởng. Tuy nhiên khi các tín hiệu QPSK được tạo dạng xung, chúng mất đi tính chất hình bao không đổi. Sự dịch pha ngẫu nhiên  $\pi$  radian có thể gây ra hình bao của tín hiệu đi qua số 0 vào chính lúc đó. Bất kì loại khuếch đại hạn chế bởi mạch cứng hay phi tuyến của việc qua điểm không đều mang lại các búp bên đã được lọc trước đó, vì độ trung thực của tín hiệu ở các mức điện thế nhỏ bị mất đi trong khi phát. Để ngăn cản việc phát lại các búp sóng bên và mở rộng phổ thì bắt buộc là các tín hiệu QPSK được khuếch đại chỉ dùng các bộ khuếch đại tuyến tính, mặc dầu chúng có hiệu suất kém. Một dạng biến đổi của QPSK gọi là QPSK lệch (OQPSK) ít nhạy với hiệu ứng có hại này và cho sự khuếch đại có hiệu suất lớn.

### 1.3 Khoá dịch pha lệch vuông góc (OQPSK)

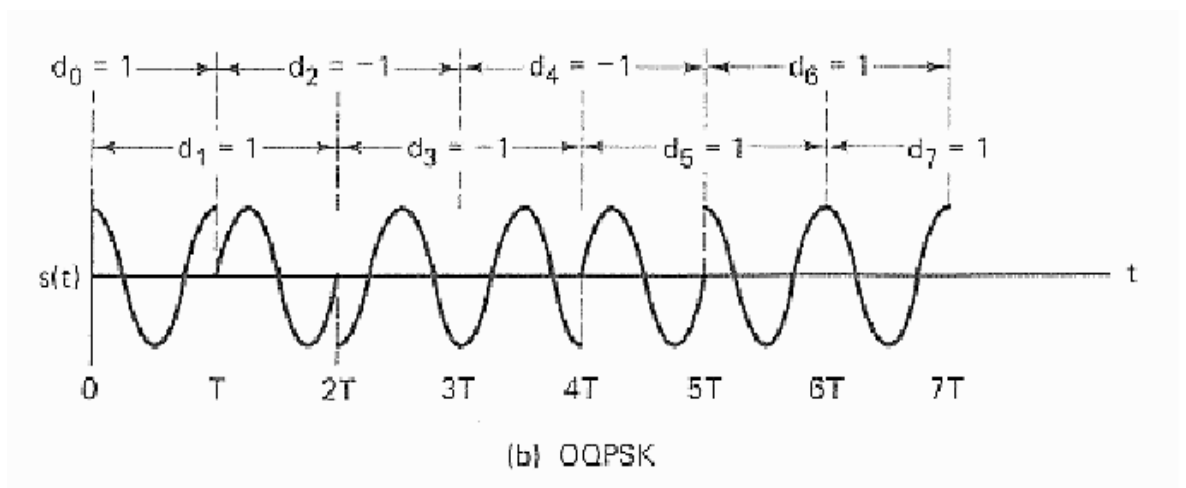
Báo hiệu OQPSK tương tự như QPSK với sự sắp đặt theo thời gian của dòng bit chẵn và lẻ. Trong tín hiệu QPSK, sự chuyển dịch của các dòng bit chẵn và lẻ xảy ra tại cùng thời điểm, nhưng trong báo hiệu OQPSK, các dòng bit chẵn và lẻ  $d_I(t)$  và  $d_Q(t)$  đã lệch đi trong sự sắp đặt tương đối bởi một chu kỳ bit (nửa chu kỳ của kí hiệu). Do sự xếp đặt của  $d_I(t)$  và  $d_Q(t)$  trong QPSK chuẩn, các sự chuyển pha xảy ra chỉ tại mỗi  $T_s = 2T_b$  giây và sẽ cực đại khi  $180^\circ$  nếu có một sự thay đổi về giá trị của cả hai  $d_I(t)$  và  $d_Q(t)$ . Tuy nhiên, trong báo hiệu OQPSK sự chuyển bit (và do đó có sự

chuyển pha) xảy ra tại mỗi  $T_b$  giây. Vì các thời điểm chuyển pha của  $d_Q(t)$  và  $d_I(t)$  bị lệch đi  $T_b$ , ở bất kì thời điểm đã cho nào chỉ có một trong hai dòng bit có thể thay đổi các giá trị. Điều này ngụ ý rằng sự dịch pha cực đại của tín hiệu phát ra tại thời điểm bất kì cho trước bị hạn chế tới  $\pm 90^\circ$ . Vì vậy, do sự chuyển pha xảy ra mau hơn (nghĩa là sau mỗi  $T_b$  giây thay cho  $2T_b$  giây), báo hiệu OQPSK loại bỏ sự chuyển pha  $180^\circ$ .



Hình 3.

Các dạng sóng lệch theo thời gian tác dụng vào các nhánh cùng pha và lệch pha  $90^\circ$  của một bộ điều biến OQPSK.



Hình 4.

Vì các chuyển pha  $180^\circ$  đã được loại trừ, sự tạo xung của tín hiệu OQPSK sẽ không làm cho hình bao tín hiệu đi qua điểm không. Nhưng các thay đổi hình bao là ít đáng kể và như vậy sự khuếch đại hạn chế bằng hay phi tuyến của các tín hiệu OQPSK không phát lại các nhánh bên cao tần nhiều như trong QPSK. Vì vậy, sự chiếm phổ giảm đi đáng kể, trong khi cho phép sự khuếch đại RF hiệu quả hơn.

Giải điều chế OQPSK thì dòng  $d_I(t)$  bị làm trễ  $T_b = \frac{T_s}{2}$  để trở lại có cùng trạng thái thời gian gốc như  $d_Q(t)$ .

## 1.4 Kỹ thuật điều chế tín hiệu MSK trong thông tin vô tuyến

### 1.4.1 Phương pháp điều chế và biểu diễn tín hiệu MSK

GSM sử dụng phương pháp điều chế khoá dịch pha cực tiểu Gaussian GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying). Đây là phương pháp điều chế băng hẹp dựa trên kỹ thuật điều chế dịch pha. Tuy nhiên ta chỉ xét đến phương pháp điều chế khoá dịch pha cực tiểu MSK (Minimum Shift Key) mà phương pháp điều chế GMSK được phát triển dựa trên phương pháp MSK. Khoá dịch cực tiểu (MSK) là một loại đặc biệt của khoá dịch tần số pha liên tục (CPFSK), trong đó độ lệch tần số đỉnh bằng  $1/2$  tốc độ bit. Nói cách khác MSK là khoá dịch tần (FSK) pha liên tục với chỉ số điều biến 0.5, ứng với khoảng cách tần số cực tiểu cho phép hai tín hiệu FSK là trực giao kết hợp và tên khoá dịch cực tiểu ngụ ý sự tách biệt tần số cực tiểu cho phép tách sóng trực giao.

Ta có thể trình bày sóng mang đã được điều chế của tín hiệu MSK như sau:

$$S(t) = A \cdot \cos(\omega_c t + \psi_t + \varphi_0)$$

Trong đó: A là biên độ không thay đổi

$\omega_c = 2\pi f_c$  [rad/s] là tần số góc phụ thuộc sóng mang.

$\psi_t$  là góc pha phụ thuộc vào luồng số liệu đưa lên điều chế

$\varphi_0$  là góc pha ban đầu

Đối với điều chế MSK ta được góc pha  $\psi_t$  như sau

$$\psi_t = \sum_i k_i * \Phi_i(t - i * T)$$

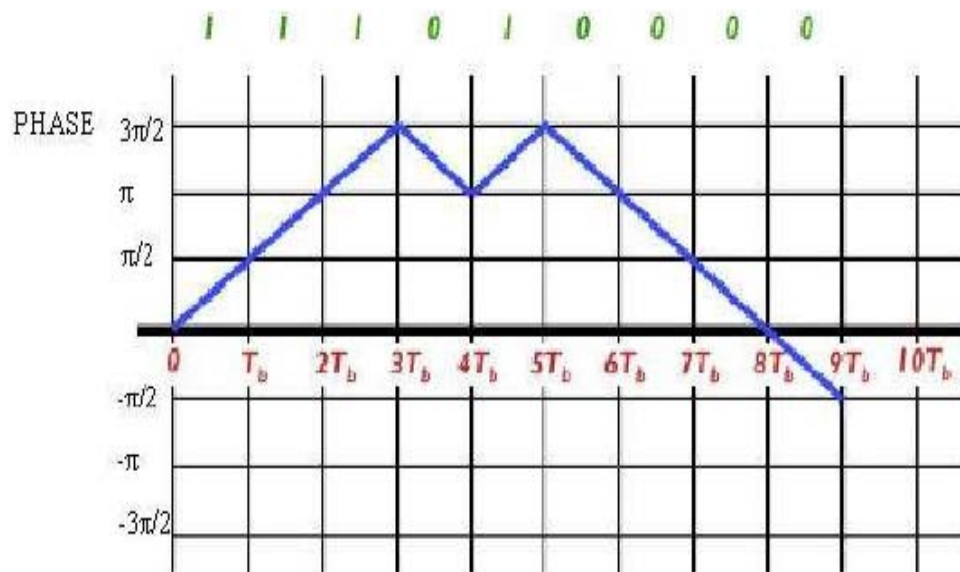
Trong đó : Chuỗi bit đưa lên điều chế là  $\{ \dots d_{i-1}, d, d_{i+1} \}$

$$k_i = 1 \text{ nếu } d_i = d_{i-1}$$

$$k_i = -1 \text{ nếu } d_i \neq d_{i-1}$$

$$\Phi_i(t) = \frac{\pi}{2T} t, \text{ T là khoảng thời gian bit}$$

Như vậy tín hiệu MSK nếu bit điều chế ở thời điểm xét giống bit ở thời điểm trước đó  $\varphi_i$  sẽ thay đổi tuyến tính từ 0 đến  $\frac{\pi}{2}$ , ngược lại nếu bit điều chế ở thời điểm xét khác bit trước đó thì  $\varphi_i$  sẽ thay đổi tuyến tính từ 0 đến  $-\frac{\pi}{2}$ . Với T là khoảng chu kỳ bit, tại thời điểm ban đầu ta xét  $0 < t < T$  thì  $\Phi_i(t)$  sẽ thay đổi tuyến tính từ 0 đến  $\pi/2$  ứng với bit dữ liệu là “1” và  $\Phi_i(t)$  sẽ thay đổi tuyến tính từ 0 đến  $-\pi/2$  ứng với bit dữ liệu là “0” (như hình 5).



Hình 5: Lưới trạng thái pha của tín hiệu MSK

Sự thay đổi góc pha ở điều chế MSK cũng dẫn đến thay đổi tần số theo quan hệ sau:

$$\omega = d(\varphi_i)/dt$$

Trong đó

$$\varphi(t) = \omega_c t + \psi_i + \varphi_0$$

Nếu chuỗi bit đưa lên điều chế không đổi (toàn số 1 hoặc 0) ta có tần số sau:

$$\omega_1 = 2\pi f_1 = \omega_c + \frac{\pi}{2T}$$

hay

$$f_1 = f_c + \frac{1}{4 * T}$$

Nếu chuỗi bit đưa lên điều chế thay đổi luân phiên ( 1,0,1,0,... ) thì ta có tần số sau:

$$\omega_2 = 2\pi f_2 = \omega_c - \frac{\pi}{2T}$$

hay

$$f_2 = f_c - \frac{1}{4 * T}$$

Độ phân biệt tần số là  $\Delta f = f_2 - f_1 = 1/2T$  là độ chênh lệch tần số tối thiểu để đảm bảo tính trực giao giữa hai tín hiệu  $s_1(t)$  và  $s_2(t)$  trong khoảng thời gian  $T$ . Ta cũng có thể viết tín hiệu MSK dưới dạng:

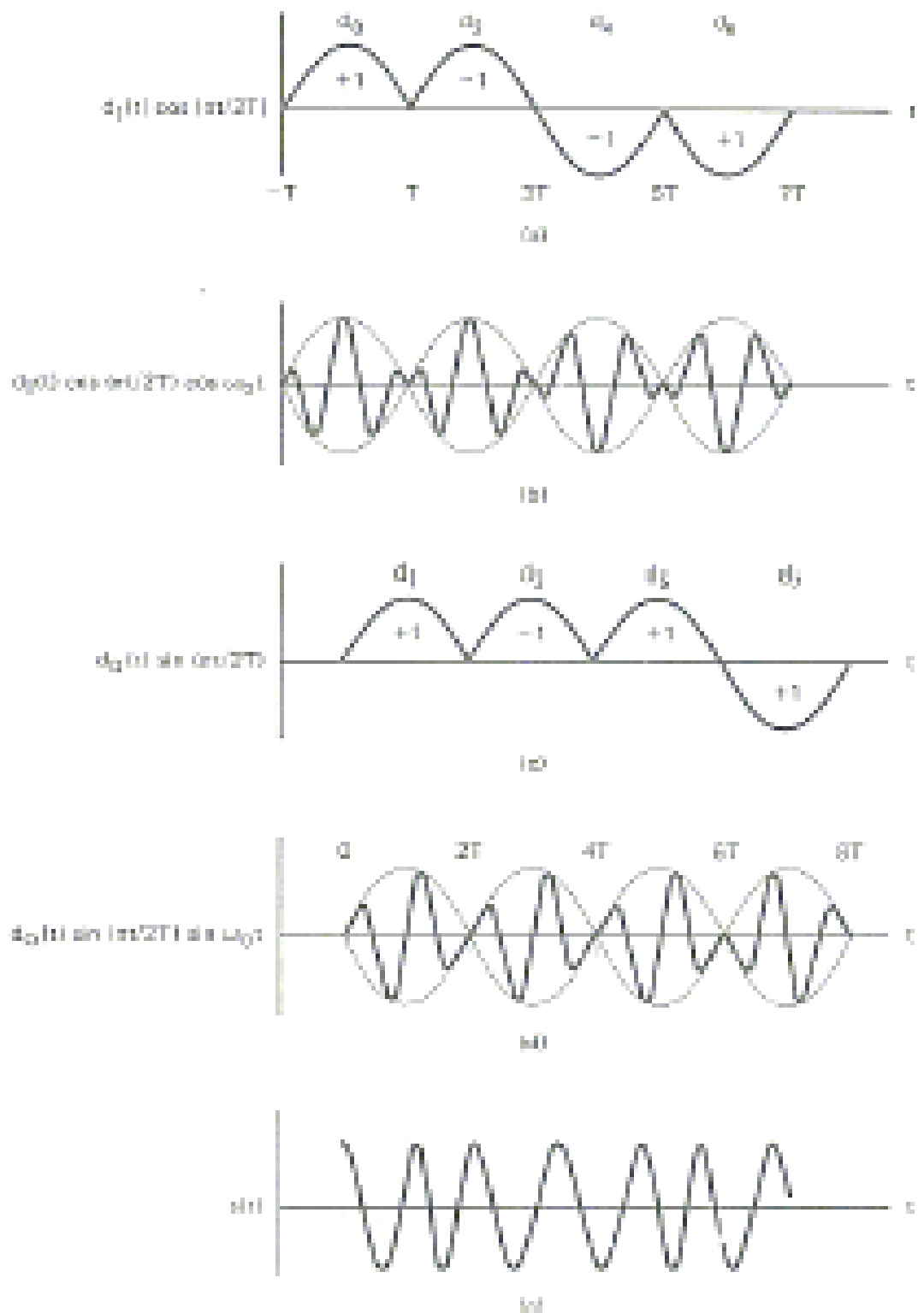
$$S_{MSK}(t) = d_I(t)\cos\left(\frac{\pi}{2T}\right)\cos(2\pi f_c t) + d_Q(t)\sin\left(\frac{\pi}{2T}\right)\sin(2\pi f_c t)$$

Trong đó  $d_I(t)$ ,  $d_Q(t)$  là các bit “chẵn”, “lẻ” của dòng dữ liệu lưỡng cực có giá trị 1, -1 và chúng nuôi các nhánh cùng pha và lệch pha  $90^0$  của bộ điều chế.

$$d_I(t) = d_0, d_2, d_4, \dots$$

$$d_Q(t) = d_1, d_3, d_5, \dots$$

Tín hiệu MSK được biểu diễn như hình dưới đây:

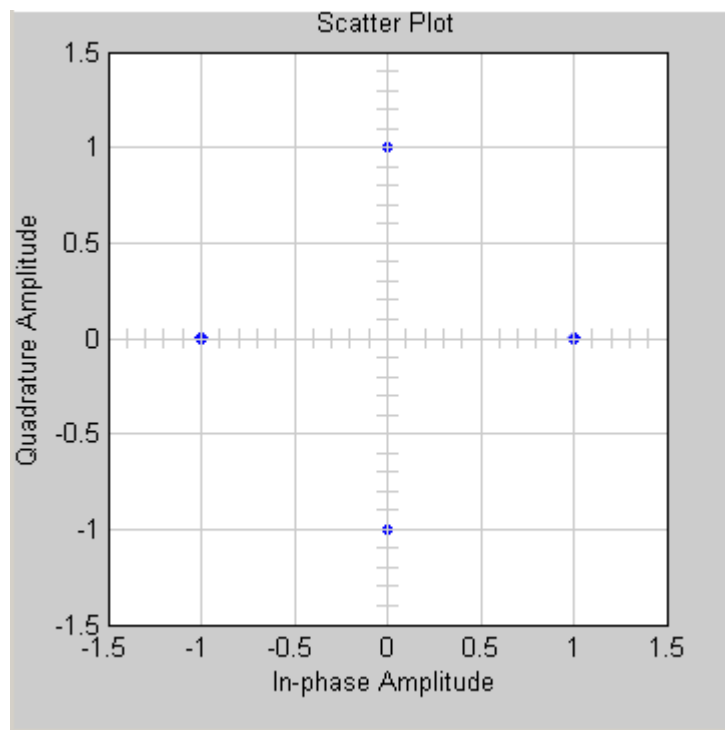


Hình 6: Biểu diễn tín hiệu MSK

### 1.4.2 Giảm đồ không gian tín hiệu MSK

Nói chung, tín hiệu có pha liên tục không thể biểu diễn bởi các điểm rời rạc trong không gian tín hiệu như tín hiệu QPSK, OQPSK, PSK hay QAM do pha của vật mang thay đổi theo thời gian. Thay vào đó, tín hiệu có pha liên tục được mô tả bởi quỹ đạo từ trạng thái pha này sang trạng thái pha khác. Với tín hiệu MSK biên độ không đổi, quỹ đạo pha là đường tròn. Trên hình 7 vẽ giản đồ không gian (quỹ đạo pha) tín hiệu MSK, quỹ đạo pha thay đổi mỗi lần trên  $\frac{1}{4}$  đường tròn tương ứng với một bit dữ liệu điều chế.

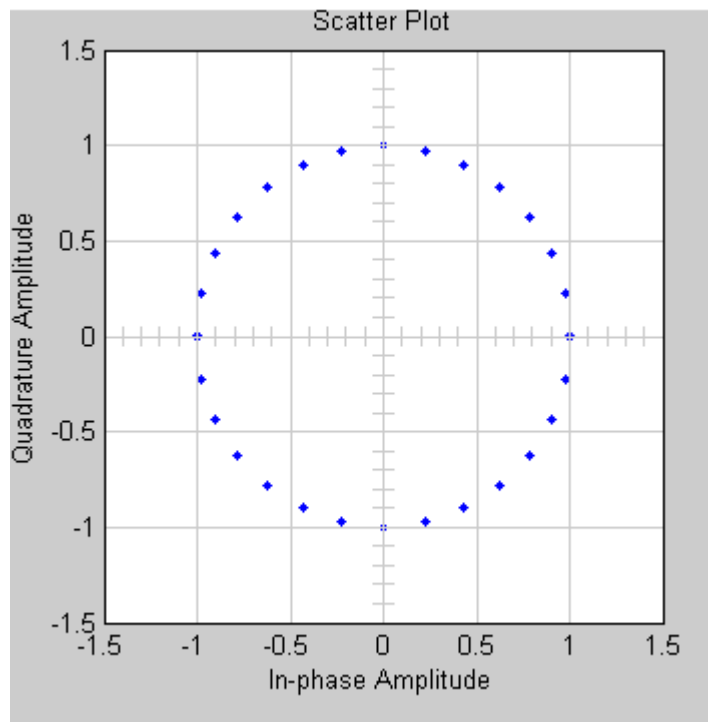
Điểm đầu và điểm cuối của quỹ đạo pha được đánh dấu bởi các điểm chấm (như trong hình 7).



Hình 7 : Giản đồ không gian tín hiệu của tín hiệu MSK

Giản đồ trên đây được giải thích như sau: Khi dòng dữ liệu lưỡng cực được đưa vào bộ điều chế MSK thì ta thu được tín hiệu MSK có quỹ đạo pha thay đổi như hình 7. Giả sử đầu tiên bit dữ liệu đưa vào là bit “1” hoặc “0” thì pha tín hiệu MSK sẽ thay đổi trên  $\frac{1}{4}$  đường tròn từ 0 đến  $\pi/2$  hoặc từ 0 đến  $-\pi/2$  và đến các bit dữ liệu tiếp theo pha của tín hiệu MSK sẽ thay đổi tiếp từ giá trị pha hiện tại. Nếu gộp liên tục các bit “1” với trạng thái pha hiện thời là  $\pi/2$  thì pha sẽ thay đổi từ  $\pi/2$  đến  $3\pi/2$ , tương tự như vậy ta sẽ có các trạng thái pha thay đổi  $0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$  hoặc  $0, -\pi/2, -\pi, -3\pi/2$  như hình vẽ. Sự thay đổi pha này là tuyến tính và được thể hiện trên hình 8.

Quan sát pha thay đổi từ 0 đến  $\pi/2$  thì sự thay đổi pha này được thể hiện bằng 8 điểm sáng, các điểm sáng này xuất hiện lần lượt theo thời gian với khoảng cách đều nhau bắt đầu từ 0 qua 6 điểm đến  $\frac{\pi}{2}$  như hình vẽ. Tất cả các trạng thái thay đổi pha khác từ 0,  $\pi/2$ ,  $\pi$ ,  $3\pi/2$  hoặc 0,  $-\pi/2$ ,  $-\pi$ ,  $-3\pi/2$  sẽ cho hình tròn các điểm cách đều nhau. Hình 8 biểu diễn pha tín hiệu MSK thay đổi tuyến tính một cách rõ hơn, còn trong các trường hợp qua kênh truyền có nhiễu thì việc ảnh hưởng của nhiễu như dịch định thời, dịch pha, dịch tần cũng có thể sẽ tạo ra các điểm xê dịch trùng hay sát với một trong các điểm này vì thế giản đồ này sẽ khó quan sát được các ảnh hưởng đó. Do đó để mô phỏng các ảnh hưởng nhiễu lên tín hiệu MSK ta sẽ quan sát giản đồ không gian tín hiệu MSK ở hình 7.



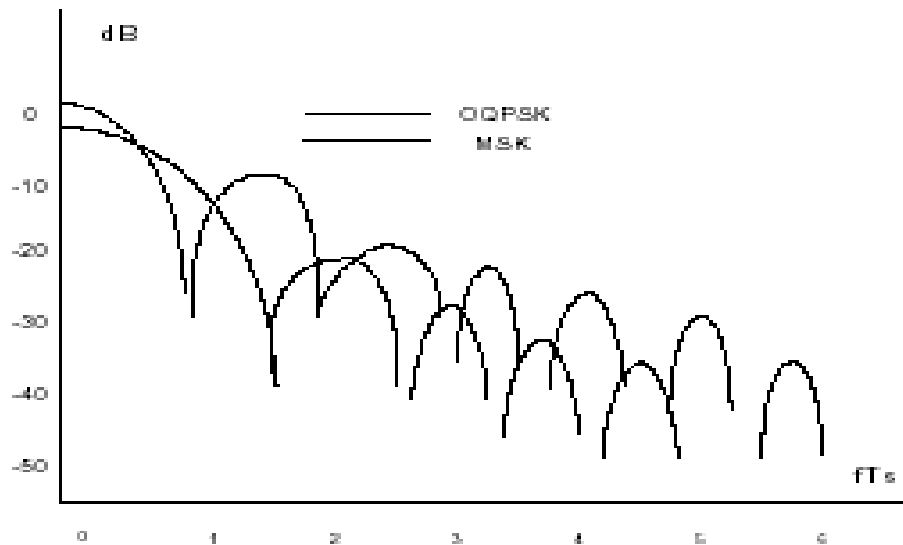
Hình 8: Sơ đồ không gian tín hiệu của tín hiệu MSK

### 1.4.3 So sánh phổ của tín hiệu MSK với tín hiệu OQPSK.

Một tín hiệu MSK có thể coi là một dạng đặc biệt của tín hiệu OQPSK trong đó các xung hình chữ nhật bằng gốc được thay thế bằng các xung nửa hình sin.

MSK là một sơ đồ điều biến có hiệu suất theo phổ là đặc biệt hấp dẫn cho việc sử dụng trong hệ thống thông tin di động. Nó có những đặc tính như hình bao không đổi, có hiệu suất về phổ, chất lượng BER tốt và khả năng tự đồng bộ.





Hình 9: So sánh phổ hai tín hiệu OQPSK và MSK

Đối với MSK, hàm tạo dạng xung băng gốc là:

$$p(t) = \begin{cases} \cos\left(\frac{\pi t}{2T}\right) & |t| < T \text{ và bằng không với } t \text{ khác} \\ 0 & \end{cases}$$

Như vậy mật độ phổ công suất chuẩn hoá cho MSK là:

$$P_{MSK} = \frac{16}{\pi^2} \left( \frac{\cos 2\pi(f + f_c)T}{1 \cdot 16 \cdot f^2 \cdot T^2} \right)^2 + \frac{16}{\pi^2} \left( \frac{\cos 2\pi(f - f_c)T}{1 \cdot 16 \cdot f^2 \cdot T^2} \right)^2$$

Từ hình 9 trình bày PSD (mật độ phổ công suất) của tín hiệu MSK. Mật độ phổ công suất của OQPSK và MSK cùng được vẽ để so sánh. Ta thấy rằng MSK có nhánh bên thấp hơn OQPSK. 99% công suất MSK chứa trong độ rộng dải  $B = 1.2/T$  trong khi đối với OQPSK 99% công suất chứa trong độ rộng dải là bằng  $8/T$ . Độ nghiêng nhanh hơn của phổ MSK là do sự kiện đã dùng các hàm xung tròn tru hơn. Từ hình 9 cũng cho thấy rằng búp chính của MSK rộng hơn OQPSK và do đó khi so sánh độ rộng dải thông, MSK kém hiệu suất về mặt phổ hơn các kỹ thuật khoá dịch pha khác.

Vì không có sự thay đổi đột ngột tại các chu kỳ chuyển dịch bit, sự hạn chế độ rộng dải tín hiệu MSK, để đáp ứng các thông số kỹ thuật ngoài dải đòi hỏi không

làm cho hình bao qua số không. Hình bao được giữ gần như không đổi ngay cả sau khi hạn chế độ rộng dải. Vì biên độ được giữ không đổi, các tín hiệu MSK có thể được khuếch đại khi dùng các bộ khuếch đại phi tuyến có hiệu suất. Tính chất pha liên tục làm cho nó ưa dùng hơn với các tải trở kháng cao. Thêm vào các ưu điểm đó, MSK có các mạch giải điều chế và đồng bộ đơn giản. Vì lẽ đó MSK là sơ đồ điều biến phổ biến trong thông tin vô tuyến di động.

#### **1.4.4 Sơ đồ bộ thu và phát tín hiệu MSK**

##### **+ Sơ đồ bộ phát tín hiệu MSK**

Khi nhân một tín hiệu sóng mang với  $\cos(\pi/2T)$  tạo ra hai tín hiệu pha kết hợp tại  $f_c + 1/4T$  và  $f_c - 1/4T$ .

Hai tín hiệu nay được tách ra nhờ bộ lọc thông dải hẹp và được tổ hợp một cách thích hợp để tạo nên lần lượt các thành phần sóng mang cùng pha và lệch pha  $90^\circ$   $x(t)$ ,  $y(t)$ . Các sóng mang này được nhân với các dòng bit lẻ và chẵn  $d_1(t)$ ,  $d_0(t)$  để tạo ra tín hiệu đã điều biến  $S_{MSK}(t)$ .

##### **+ Sơ đồ bộ thu tín hiệu MSK**

Tín hiệu thu được  $S_{MSK}(t)$  (khi không có nhiễu và giao thoa) được nhân lần lượt với sóng mang cùng pha và lệch pha  $90^\circ$   $x(t)$ ,  $y(t)$ . Lối ra của các bộ nhân này được tích phân theo hai chu kỳ bit và tạo dạng để đưa tới mạch quyết định tại cuối của mỗi hai chu kỳ bit. Dựa trên mức của tín hiệu tại lối ra của bộ tích phân. Bộ tách sóng theo ngưỡng quyết định xem tín hiệu là 0 hay 1. Các dòng tín hiệu ra tương ứng với  $d_1(t)$ ,  $d_0(t)$ , chúng là các độ lệch được tổ hợp lại để có tín hiệu giải điều chế.

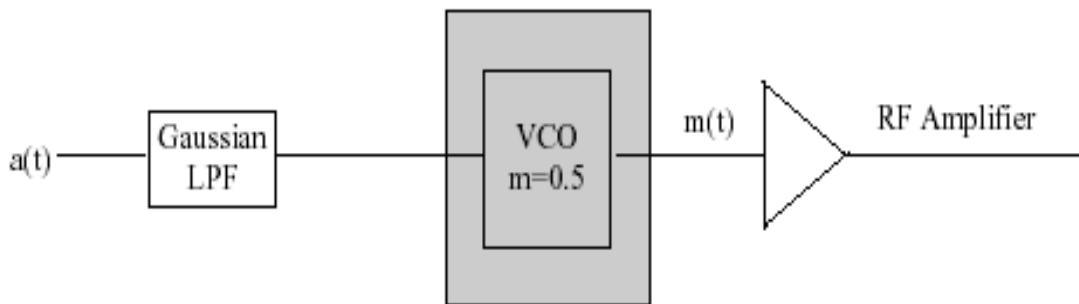
Sơ đồ bộ thu phát tín hiệu MSK (Hình 10)

### 1.5 Khoá dịch tối thiểu kiểu Gauss (GMSK)

Trong GMSK, các mức búp phụ của phổ được giảm hơn nữa bằng cách cho dạng sóng dữ liệu NRZ điều chế đi qua bộ lọc tạo dạng xung kiểu Gaussian tiền điều chế. Dạng xung gốc làm tròn quỹ đạo pha của tín hiệu MSK và do đó ổn định sự thay đổi tần số tức thời theo thời gian. Điều này làm giảm đáng kể mức búp bên của phổ phát.

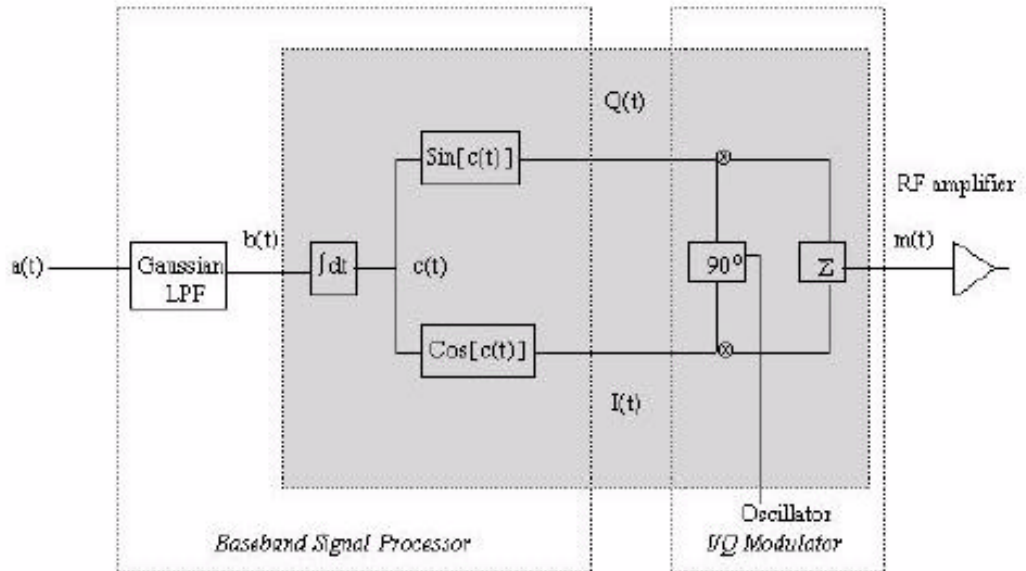
+ Điều chế GMSK

Có hai phương pháp để phát GMSK, phương pháp thứ nhất là điều chế khoá dịch tần số và phương pháp thứ hai là khoá dịch pha vuông góc.



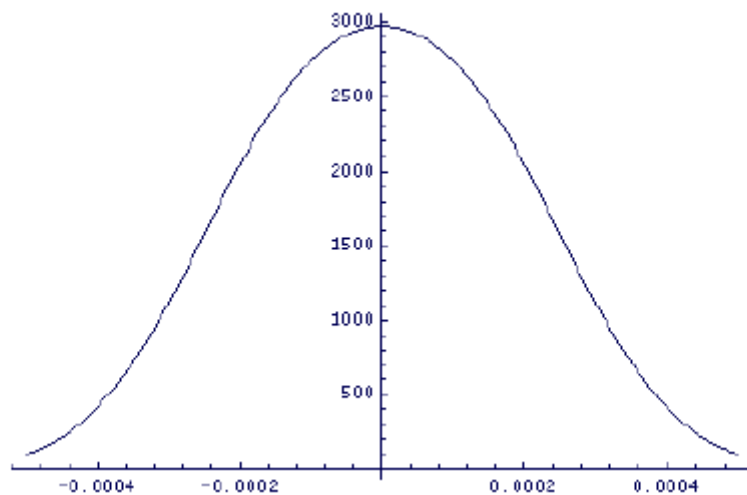
Hình 11: Mô hình GMSK = GLPF + VCO

Hình 11 trình bày sự nối dây chuyên một bộ lọc thông thấp Gauss (GLPF) với bộ điều tần nhờ VCO (hệ số điều tần  $m = 1/2$ ) làm thành tín hiệu GMSK (Bộ điều chế MSK Gauss). GMSK giữ nguyên các ưu điểm của MSK đó là tín hiệu đã điều chế GMSK có đường bao không đổi thích hợp với các bộ khuếch đại phi tuyến nên có hiệu suất cao, đồng thời tăng hiệu suất sử dụng phổ so với MSK do giảm bề rộng búp phổ chính và suy giảm lớn hơn ở ngoài búp phổ chính (vì GMSK có thể xác định hoàn toàn từ băng thông B và độ kéo dài của tín hiệu băng gốc T, khi tích số BT giảm mức của búp bên sụt giảm rất nhanh).



Hình 12: Mô hình GMSK = GLPF + Điều chế vuông góc

Hình 12 mô tả mô hình điều chế tín hiệu GMSK bằng phương pháp cho tín hiệu dữ liệu lỗi vào đi qua bộ lọc tạo dạng xung kiểu Gaussian sau đó được điều chế như một tín hiệu MSK. Phương pháp giải điều chế GMSK bằng tách sóng không kết hợp như FSK đơn giản và rẻ hơn với tách sóng kết hợp đúng như một tín hiệu MSK.

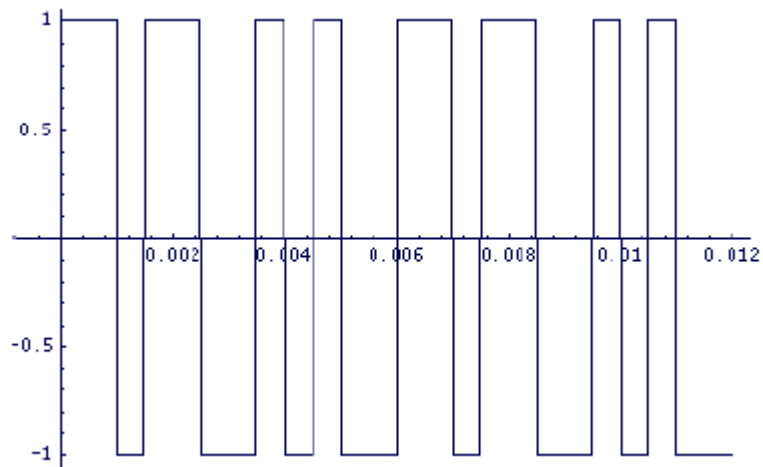


Hình 13: Đáp ứng xung của bộ lọc thông thấp Gauss (GLPF)

Để giải thích việc điều chế tín hiệu GMSK, người ta sử dụng chọn chuỗi dữ liệu nhị phân gồm 12 bit được lập lại tuần hoàn như sau:

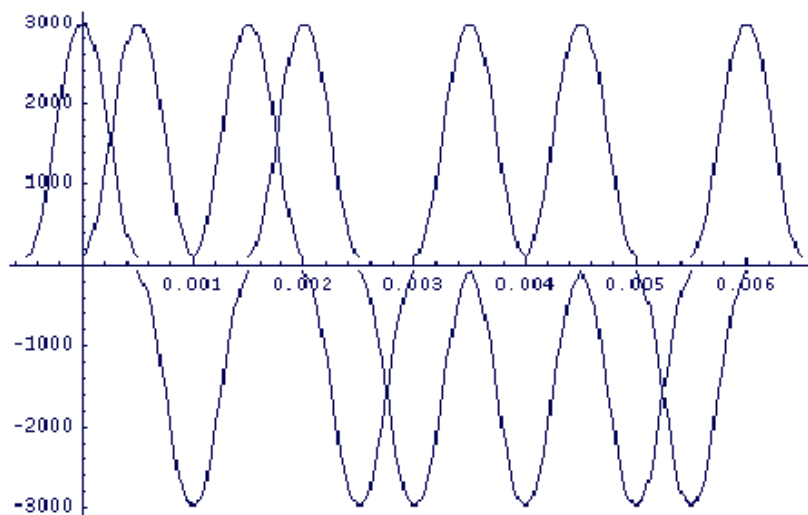
$$\{ 1,1,-1,1,1,-1,-1,1,-1,1,-1,-1,1,1,-1,1,-1,-1,1,-1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,-1,1,-1,-1, \dots \}$$

Tín hiệu lỗi vào có thể được thể hiện như sau:



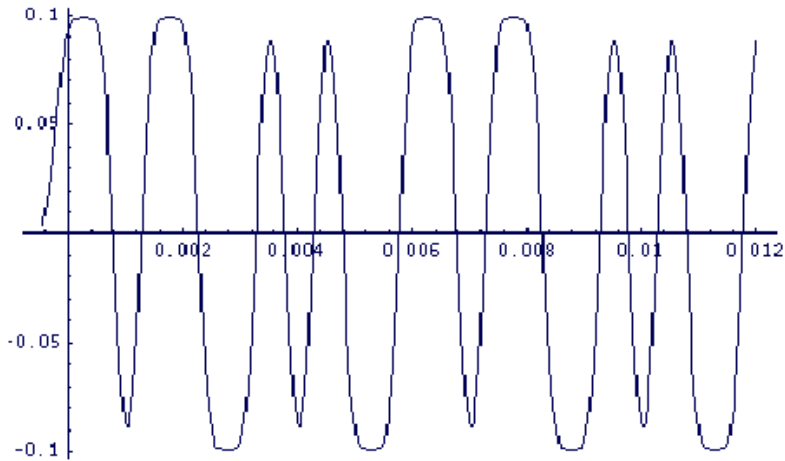
Hình 14: Chuỗi dữ liệu trước khi đi qua bộ lọc

Chuỗi dữ liệu qua bộ lọc thông thấp được lọc và nhiễu ISI được sản sinh khi mỗi một bit đi qua bộ lọc. Khi  $BT = 0.5$  các bit được trải phở qua mỗi chu kì hai bit, bit thứ hai qua bộ lọc phở của nó sẽ chồng một phần lên bit thứ nhất, bit thứ ba sẽ lại chồng một phần lên bit thứ hai và cứ thế các bit qua mạch lọc phở của chúng chồng một phần nên nhau gây ra nhiễu ISI.



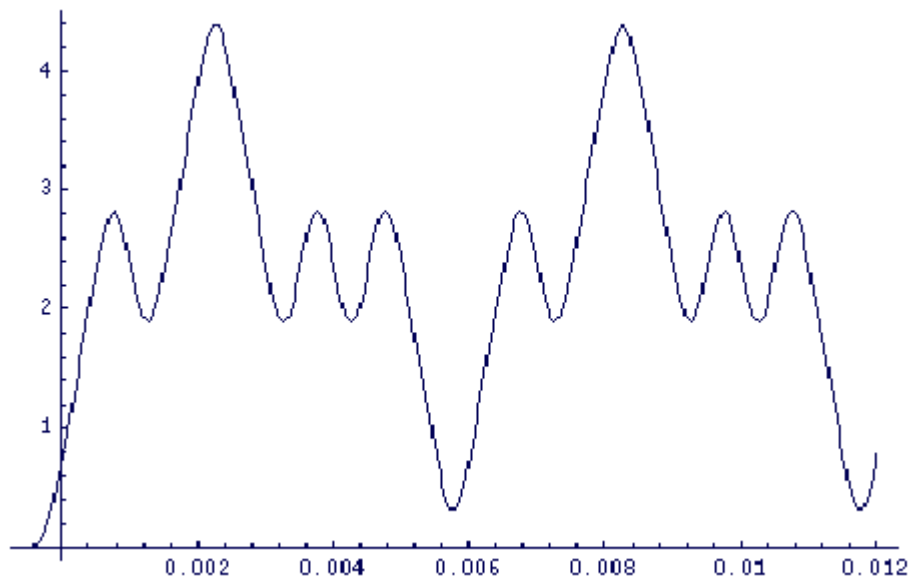
Hình 15: Phở của chuỗi dữ liệu khi qua bộ lọc Gauss

Hình dạng xung đơn lẻ được cộng gộp lại và được thể hiện như hình 15. Hiện thị bởi hàm  $b(t)$  cho hình 12.



Hình 16: Hàm  $b(t)$  cho hình 12

Hàm  $b(t)$  được tích hợp sau đó với thời gian  $t$  chạy từ 0 đến  $\infty$ . Hàm  $c(t)$  được thể hiện dưới đây:

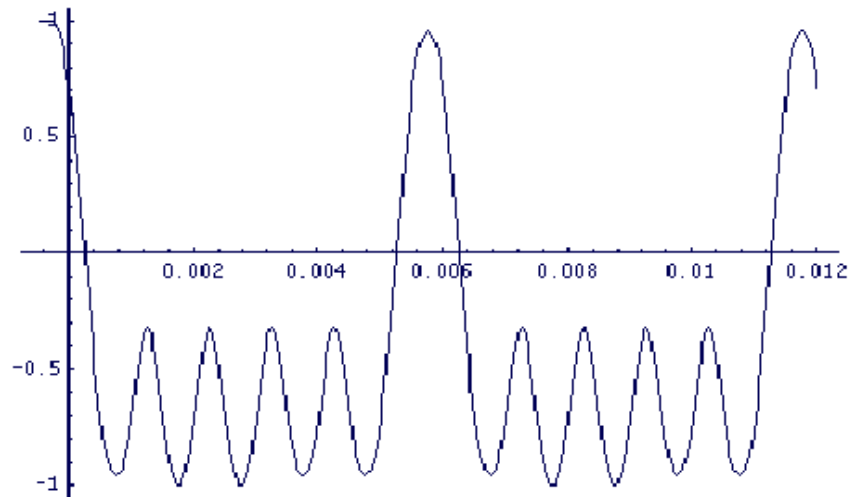


Hình 17: Hàm  $c(t)$  cho hình 12

Sau đó dữ liệu được biến đổi nối tiếp ra song song thành hai chuỗi tín hiệu băng cơ sở I và Q lệch pha nhau  $90^\circ$  tương ứng với hàm cosine và hàm sinc. Trước hết ta nói về tín hiệu băng cơ sở I:

$$I(t) = \text{Cos}[ c(t) ]$$

Hàm  $I(t)$  có dạng như sau:

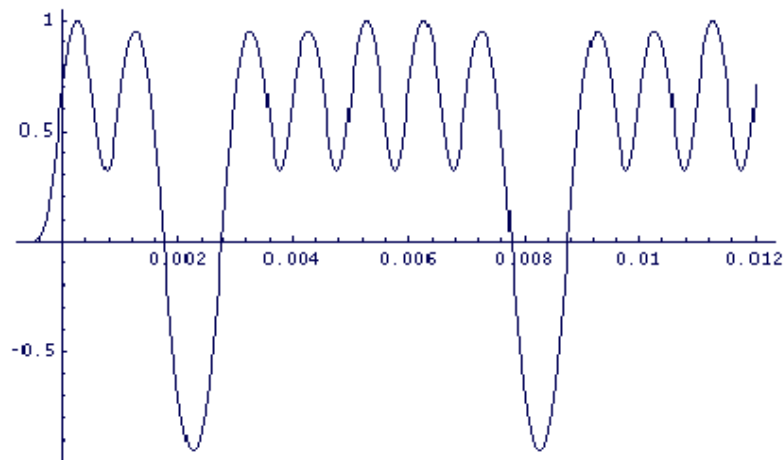


Hình 18: Tín hiệu I(t) bằng cơ sở của hình 12

Hàm c(t) sinh ra tín hiệu bằng cơ sở Q

$$Q(t) = \text{Sin}[c(t)]$$

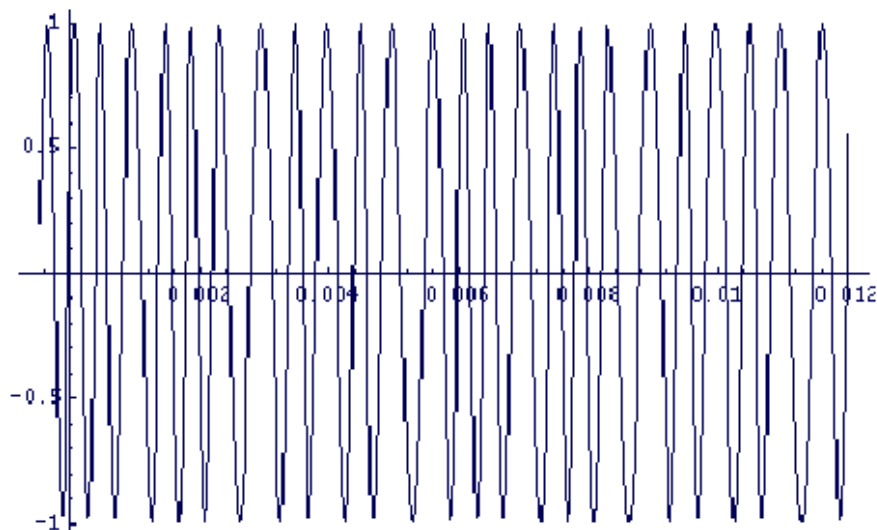
Hàm Q(t) có dạng như sau:



Hình 19: Tín hiệu Q(t) bằng cơ sở của hình 12

Khi cộng hai dữ liệu bằng cơ sở I(t) và Q(t) thành tín hiệu đã điều chế GMSK:

$$m(t) = \text{Sin}(2\pi f_c t) I(t) + \text{Cos}(2\pi f_c t) Q(t)$$



Hình 20: Tín hiệu đã điều chế  $m(t)$  GMSK



## **Chương II KỸ THUẬT KHÔI PHỤC TÍN HIỆU MSK**

Để khôi phục lại dòng dữ liệu, trước hết chúng ta phải biết được trên đường truyền có nhiễu không, tỉ số  $E_b/N_0$  là bao nhiêu, điều kiện kênh truyền, pha, thời gian và tần số để từ đó ta sẽ khôi phục lại tín hiệu một cách chính xác.

### **2.1 Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng truyền dẫn vô tuyến**

Trong việc thiết kế các hệ thống vô tuyến làm việc ở dải tần cao. Băng tần chiếm dụng rộng như các hệ thống GSM hay CDMA, chúng ta phải đối mặt với nhiều yếu tố làm suy giảm chất lượng truyền dẫn.

**a. Yếu tố đầu tiên :** cần phải đề cập là tạp âm và nhiễu. Tạp âm và can nhiễu làm giới hạn rất nhiều dải động của thông tin vô tuyến. Có thể coi tạp âm là những quấy rối không mong muốn trong băng tần sử dụng từ những nguồn khác nhau với những đặc tính khác nhau. Đối với thông tin di động, tỉ số tín hiệu trên tạp âm hay tín hiệu trên nhiễu là thông số quan trọng và các đại lượng này được đánh giá theo các cách khác nhau đối với các nguồn tạp âm và nhiễu khác nhau. Hơn nữa tỉ số này lại phụ thuộc vào các phương pháp điều chế và mã hoá. Thông thường tỉ số tín hiệu trên tạp âm nhiễu phụ thuộc mạnh vào cách thức phân ô tần số sử dụng.

#### *+ Tạp âm*

Có thể phân tạp âm thành 2 loại: Tạp âm cộng và tạp âm nhân. Cách phân loại này dựa vào cách thức ảnh hưởng của nó đến tín hiệu truyền lan trong môi trường. Tạp âm cộng được cộng chồng lên tín hiệu lan truyền trong khi đó tạp âm nhân lại được xem như là quá trình điều biến tín hiệu bởi nhiễu. Có nhiều loại tạp âm cộng khác nhau. Nhưng ở đây chúng ta chỉ chú ý đến loại tạp âm vô tuyến trong đó quan trọng hơn cả là tạp âm khí quyển, tạp âm vũ trụ, tạp âm nhân tạo và tạp âm trong máy thu. Người ta cũng phân tạp âm thành 2 loại: tạp âm nhiệt và tạp âm đột biến (shot noise).

Tạp âm khí quyển chủ yếu là do các hiện tượng phóng điện do dòng bão gây ra và chỉ ảnh hưởng mạnh ở dải tần dưới 20 MHz. Tạp âm vũ trụ có nguồn gốc ngoài trái đất chủ yếu là do bức xạ mặt trời và ảnh hưởng mạnh trong dải tần từ 15-100MHz.

Tạp âm nhân tạo do các hoạt động hàng ngày như mô tô điện, đèn huỳnh quang... nó chỉ ảnh hưởng trong vùng đông dân cư như các thành phố lớn, các công trình xây dựng .

Thông thường tạp âm cộng có biên độ phân bố tuân theo phân bố chuẩn Gauss. Đối với môi trường di động, tạp âm thường được thể hiện dưới dạng tạp âm nhân và lúc đó tín hiệu được xem như là bị điều chế bởi tạp âm hay người ta còn coi đó là pha dinh. Sóng truyền trong môi trường phân tán sẽ bị giảm bởi yếu tố môi trường bao quanh, hiệu ứng Doppler do máy thu chuyển động so với máy phát, vì vậy mức cấp độ truyền thu được sẽ thay đổi liên tục. Các đặc tính suy hao của cấp độ thường phụ thuộc vào các hệ số truyền dẫn và phading, loại này được gọi là phading chậm, phading nhanh thường là kết quả của các hiện tượng truyền đa tia (nhiều đường). Tín hiệu tổng hợp thu được tại phía thu là tổng các tín hiệu đến máy di động từ các hướng khác nhau. Các tín hiệu này có biên độ và pha thay đổi ngẫu nhiên và ở mỗi thời điểm nó có thể được tăng cường hoặc bị suy giảm mạnh. Do tính chất ngẫu nhiên của phading nên người ta không thể nghiên cứu chúng bằng các phương pháp tiền định mà phải dùng các phương pháp thống kê. Hàm mật độ xác suất của đường bao tín hiệu thu đối với phading chậm tuân theo quy luật phân bố chuẩn. Đối với phading nhanh người ta chia chúng ra thành 2 tín hiệu: khi tín hiệu tổng hợp là tổng chỉ của các tia không trực xạ thì hàm mật độ phân bố xác suất của đường bao tín hiệu là Rayleigh; khi tín hiệu tổng hợp bao gồm cả tia trực xạ và không trực xạ thì ta có phading Rice.

*+ can nhiễu*

Can nhiễu vô tuyến là 1 trong những vấn đề quan trọng bậc nhất trong thiết kế, khai thác và bảo trì các hệ thống thông tin di động. Do sự tăng trưởng nhanh chóng số lượng các hệ thống thông tin vô tuyến nên không thể đảm bảo là một hệ thống nào đó hoạt động không gây nhiễu hoặc bị nhiễu từ các hệ thống khác. Có hai loại nhiễu chính cần phải chú ý trong thông tin di động là nhiễu cùng kênh CCI (Co\_channel Interference) và nhiễu kênh lân cận ACI (Adjacent Channel Interference).

**b. Yếu tố thứ hai:** Cần phải xem xét đến khi thiết kế các hệ thống thông tin vô tuyến là các mạch điều chế và giải điều chế, gọi tắt là modem. Điều chế là quá trình mã hoá thông tin từ nguồn tin theo một phương thức nào đó để phù hợp với quá trình truyền dẫn. Nhìn chung đó chính là quá trình chuyển đổi tín hiệu băng gốc thành tín hiệu băng thông ở dải tần cao hơn so với tín hiệu băng gốc. Tín hiệu băng thông là tín hiệu đã điều chế và tín hiệu băng gốc là tín hiệu điều chế. Điều chế có thể thực hiện bằng cách thay đổi biên độ, pha, tần số của sóng mang cao tần theo tín hiệu. Giải điều chế là quá trình tách tín hiệu băng gốc từ tín hiệu sóng mang dưới dạng đã được xử lý

và dịch giải trong máy thu. Các mạch điều chế tương tự chỉ dùng trong các hệ thông tin di động thế hệ thứ nhất. Các mạch điều chế số hiện nay được sử dụng rộng rãi với nhiều cấu trúc khác nhau và các chỉ tiêu kỹ thuật khác nhau. Các mạch điều chế số có nhiều điểm nổi trội hơn hẳn so với các mạch tương tự như khả năng miễn nhiễu cao, khả năng chống suy giảm chất lượng kênh, dễ tách ghép đường tín hiệu, độ an toàn và bảo mật cao... Chỉ tiêu để đánh giá mạch điều chế là hiệu quả công suất và băng thông. Hiệu quả công suất thể hiện khả năng kỹ thuật của mạch điều chế cho phép truyền dữ liệu ở mức công suất thấp. Trong các hệ thống thông tin số, để tăng độ miễn nhiễu thì phải tăng công suất tín hiệu, tuy nhiên công suất này chỉ được tăng đến một mức nhất định tùy theo loại mạch điều chế sử dụng. Người ta thường sử dụng tỷ lệ năng lượng tín hiệu của một bit trên mật độ phổ công suất nhiễu ( $E_b/N_0$ ) cần thiết ở đầu ra của máy thu với một xác suất lỗi nhất định (vd  $10^{-5}$ ) để đánh giá hiệu quả công suất của mạch. Hiệu quả băng thông được xem như khả năng của mạch điều chế để truyền dòng dữ liệu trong một băng thông hữu hạn. Nhìn chung việc tăng tốc độ dữ liệu sẽ làm giảm độ rộng xung của ký tự số tức là giảm băng thông của tín hiệu.

Các mạch điều chế lựa chọn cũng cần được cân nhắc kỹ lưỡng giữa tốc độ và băng thông chiếm dụng và được đánh giá thông qua tỉ lệ tốc độ dữ liệu trên 1Hz. Dung lượng hệ thống thông tin di động số phụ thuộc trực tiếp vào hiệu quả băng thông của mạch điều chế. Ngoài việc chú ý đến công suất và băng thông cũng cần chú ý thêm nhiều các yếu tố khác trong việc lựa chọn modem, ví dụ đối với các hệ thống thông tin cá nhân phục vụ cho một đối tượng khách hàng lớn thì cần giảm mức tối đa giá thành và độ phức tạp của thiết bị thuê bao. Trong môi trường có fading Rayleigh và Rice cần lựa chọn các mạch điều chế và giải điều chế một cách thận trọng. Đối với các hệ thống tế bào thì vấn đề nhiễu là quan trọng hơn cả vì vậy các mạch điều chế cũng phải có những đặc điểm riêng biệt, đặc biệt là mức nhạy cảm của bộ tách sóng đối với rung pha về mặt thời gian. Trong kỹ thuật điều chế trải phổ, các mạch điều chế và giải điều chế có thể đạt được hiệu quả rất cao về công suất. Về hiệu quả băng thông trong điều kiện các kênh nhiễu trắng là ổn định. Đặc tính chất lượng của các mạch điều chế trong môi trường fading là đa tia được đánh giá thông qua xác suất này hoàn toàn phụ thuộc vào tỷ lệ  $E_b/N_0$ .

**c. Yếu tố thứ ba:** Cần được xét đến khi thiết kế các hệ thống thông tin di động là các mạch chống fading, đặc biệt là fading chọn tần. Đối với môi trường truyền dẫn vô tuyến biến đổi theo thời gian thì kỹ thuật pha dingle có một vị trí đặc biệt quan trọng. Các phương pháp thu phân tập theo không gian, thời gian hoặc kết hợp thường

không đảm bảo các yêu cầu chất lượng truyền dẫn trong môi trường phân tán. Vì vậy cần phải lựa chọn một phương pháp chống pha dính thích hợp hoặc một phương pháp cân bằng nào đó để giảm nhẹ ảnh hưởng của nhiễu, đặc biệt là nhiễu cùng kênh.

## 2.2 Kỹ thuật khôi phục tín hiệu MSK

Trước hết một câu hỏi đặt ra là tại sao phải khôi phục tín hiệu?. Trong chương hai này ta chỉ xét các kỹ thuật khôi phục lại tín hiệu MSK dựa trên mô hình mô phỏng sơ đồ khôi phục lại tín hiệu MSK ở file `msk_sync` trong Matlab 7.0. Khi chuỗi tín hiệu số được điều chế bằng cơ sở và truyền dẫn trên kênh truyền, mà trên đường truyền luôn luôn có nhiễu, tạp âm, các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng truyền dẫn sóng mang. Do đó, mô hình mô phỏng trong Matlab 7.0 tín hiệu truyền trên kênh có cộng ồn Gaussian trắng có thêm dịch pha, dịch tần số và dịch đồng bộ pha để mô phỏng cho các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng truyền dẫn trong thực tế. Tại nơi thu tín hiệu trước khi được giải điều chế phải được định thời lại thời gian, khôi phục lại tần số sóng mang và khôi phục lại pha mang sau đó là khôi phục lại tín hiệu đã phát. Thực tế, mức độ kết hợp chính xác giữa các tín hiệu thu, phát có thể là gần đúng, dẫn đến một sự thiệt hại về chất lượng truyền dẫn. Khôi phục lại tín hiệu MSK trong sơ đồ mô phỏng trong Matlab 7.0 bao gồm các yếu tố sau:

### 2.2.1 Khôi phục định thời kí hiệu

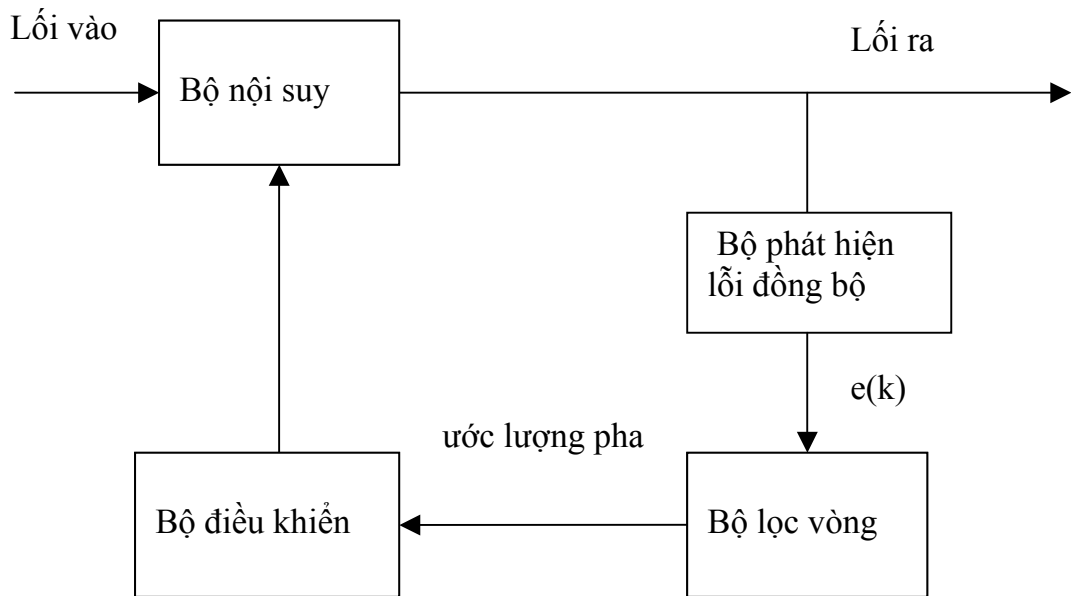
Một trong những ưu thế của truyền dẫn tín hiệu số so với truyền dẫn tín hiệu tương tự là khả năng tái sinh tín hiệu số thu được. Việc tái sinh tín hiệu về bản chất là một thủ tục lấy mẫu tín hiệu thu được, thực hiện vào các thời điểm thích hợp. Tại thời điểm thích hợp này, tỷ số tín hiệu trên tạp là cao nhất và xác suất xuyên nhiễu là nhỏ nhất. Để máy thu biết được thời điểm này, thông tin nào là thích hợp đã được truyền đến từ nơi phát.

Khôi phục định thời tín hiệu MSK trong sơ đồ mô phỏng chính là khôi phục định thời kí hiệu pha sử dụng phương pháp không tuyến tính bậc bốn. Đây là phương pháp phản hồi phi số liệu phù hợp cho việc điều chế MSK bằng cơ sở. Phương pháp này độc lập với khôi phục pha mang nhưng cần hiệu chỉnh trước độ dịch tần số sóng mang. Đó là phương pháp ước lượng độ dịch pha thời gian cho mỗi kí hiệu và đưa ra giá trị tương ứng với thời điểm lấy mẫu ngay lập tức. Lỗi ra cho ước lượng độ dịch pha thời gian cho mỗi kí hiệu, nó là giá trị thực không âm nhỏ hơn  $N$ , mà  $N$  là số mẫu trên một kí hiệu (symbol). Thông số khuếch đại lỗi sử dụng từng bước để cập nhật ước lượng pha chính xác. Hệ thống lỗi ra là kết quả của việc áp dụng ước lượng

pha tương ứng tín hiệu lỗi vào. Pha lỗi ra là ước lượng pha của mỗi kí hiệu tại tín hiệu lỗi vào.

*\* Phương pháp phản hồi cho sơ đồ khôi phục định thời pha*

Phương pháp khôi phục định thời kí hiệu pha được mô tả bằng sơ đồ khối sau:



Hình 21: Sơ đồ khôi phục định thời pha

Các thành phần trong hình vẽ:

- Tín hiệu lỗi vào của bộ lọc nhận đưa ra dạng tín hiệu lỗi ra đã được làm cho phù hợp với dạng xung truyền.
- Bộ nội suy phát ra thêm các mẫu dựa trên giá trị đưa ra của bộ phát hiện lỗi đồng bộ. Bộ nội suy sử dụng phép nội suy tuyến tính giữa hai cặp điểm để phát bổ xung các mẫu. Ta có thể hiểu cơ chế hoạt động của bộ nội suy trong sơ đồ ở hình 21 như sau: bộ nội suy xác định điểm lấy mẫu tín hiệu lỗi vào sớm lên hay muộn đi dựa trên các giá trị đưa ra của bộ phát hiện lỗi đồng bộ. Nhưng khó khăn là chỉ xác định được các điểm rời rạc từ các điểm liên tục. Mà khi lỗi vào tín hiệu bị rung pha do dịch định thời nên bộ

nội suy phải căn cứ vào cặp điểm rời rạc và bước trễ của tín hiệu lỗi vào tương ứng với thời điểm trễ của tín hiệu để suy ra điểm lấy mẫu của tín hiệu, từ đó sẽ khôi phục định thời kí hiệu pha.

➤ Bộ phát hiện lỗi đồng bộ phát hiện lỗi tín hiệu đồng bộ của mỗi một kí hiệu vào. Thuật toán sử dụng cho phát hiện lỗi đồng bộ phụ thuộc vào thư viện của khối.

➤ Bộ lọc vòng cập nhật ước lượng pha cho dòng kí hiệu sử dụng tín hiệu đồng bộ lỗi và ước lượng pha của các kí hiệu trước đó và chặn lỗi chồng phổ. Ước lượng pha tại thời điểm  $(k + 1)$  cho một kí hiệu là  $\tau^{k+1} = \tau^{k+g} * e(k)$ , trong đó  $g$  là kích thước bậc và  $e(k)$  là lỗi đồng bộ cho mỗi kí hiệu,  $e(k)$  càng tối thiểu càng tốt.

$$e(k) = (-1)^{D+1} \text{Re} \{ r^2 (kT - T_s + d_{k-1}) r^{*2} ((k-1)T - T_s + d_{k-2}) \} \\ - (-1)^{D+1} \text{Re} \{ r^2 (kT + T_s + d_{k-1}) r^{*2} ((k-1)T + T_s + d_{k-1}) \}$$

Trong đó

- ✓  $r$  là khối tín hiệu lỗi vào
- ✓  $T$  là chu kỳ symbol
- ✓  $T_s$  là chu kỳ mẫu
- ✓  $*$  là liên hợp phức
- ✓  $d_k$  là ước lượng pha cho kí hiệu

$D$  là 1 cho MSK và là 2 cho điều chế Gaussian MSK (GMSK)

➤ Khối điều khiển sử dụng ước lượng pha để xác định nội suy nhanh. Từ giá trị ước lượng pha này sẽ điều khiển lấy mẫu tín hiệu sớm lên hay chậm đi để bám theo sự thay đổi pha của tín hiệu lỗi vào.

### 2.2.2 Kỹ thuật khôi phục tần số sóng mang

Tín hiệu sau khi qua kênh truyền bị dịch tần số, điều đó là hiển nhiên vì tần số thay đổi theo nhiệt độ và trên kênh truyền luôn luôn có nhiễu. Tại nơi thu dùng thuật toán khôi phục tần số sóng mang, thuật toán này bao gồm thuật toán ước lượng giá trị dịch tần số sóng mang sau đó hiệu chỉnh lại tần số đã bị dịch và bị thay đổi trên kênh truyền. Trong đó thuật toán ước lượng tần số sóng mang là thuật toán bù xung để ước lượng tần số sóng mang trên cơ sở phương pháp trễ và nhân. Đó là thuật toán đặc

biệt vòng hở không cần sự trợ giúp của dữ liệu và đó là thuật toán có sự trợ giúp của đồng hồ dựa trên phương pháp lũy thừa 2P.

### 2.2.3 Kỹ thuật khôi phục pha mang

Do kênh truyền có tạp âm nhiều và bị dịch pha nên tín hiệu đến nơi thu phải được khôi phục lại. Khôi phục pha sóng mang của tín hiệu lỗi vào sử dụng phương pháp lũy thừa 2P (2P-Power). Đó là phương pháp nuôi tiến có sự trợ giúp của đồng hồ và không có trợ giúp dữ liệu phù hợp với các hệ thống sử dụng điều chế băng cơ sở: điều chế pha liên tục (CPM), khoá dịch cực tiểu (MSK), khoá dịch tần số pha liên tục (CPFSK) và khoá dịch pha cực tiểu Gaussian.

Nếu biểu diễn chỉ số điều chế CPM như phân thức  $h = K/P$ , thì P là số mà lũy thừa 2P (2P-Power) đề cập đến. Phương pháp lũy thừa 2P giả thiết pha sóng mang biến đổi qua một dãy các kí hiệu liên tiếp và trả lại ước lượng pha mang cho một loạt các kí hiệu. Thông số khoảng quan sát là số các kí hiệu mà pha sóng mang giả thiết thay đổi. Số này phải là bội số nguyên lần của độ dài vec tơ tín hiệu lỗi vào.

Coi số kí hiệu xuất hiện trong suốt khoảng quan sát là  $x(1), x(2), x(3), \dots, x(L)$ , thì kết quả ước lượng pha sóng mang là:

$$\frac{1}{2P} \arg \left\{ \sum_{k=1}^L (x(k))^{2P} \right\}$$

Khi đó giá trị trả về của arg là giữa -180 độ và 180 độ. Bởi vì tự khối khôi phục lại pha mang này tính toán nội đối số phức nên việc ước lượng pha sóng mang vốn không xác định. Việc ước lượng pha sóng mang giữa -90/P và 90/P độ và phải khác với pha sóng mang thực bởi bội số nguyên lần của 180/P độ. Hay nói một cách khác P chính là nhân tố quyết định giá trị ước lượng pha hay độ chính xác của phương pháp đã sử dụng trong khối khôi phục pha mang.

### 2.2.4 Giải điều chế tín hiệu MSK

Giải điều chế tín hiệu MSK sử dụng thuật toán Viterbi. Thuật toán Viterbi là thuật toán tối ưu nhất trong việc tìm đường đi trong mạng của sơ đồ cây mã. Tức là tìm tổ hợp chuỗi bit gần sát với dữ liệu được truyền đi nhất trong số các tổ hợp chuỗi bit được mã hoá trong mạng của sơ đồ cây được truyền đến nơi thu. Ta có thể giải thích thuật toán Viterbi như sau:

Giải mã vòng xoắn là xác định 1 trong số  $2^r$  đường có thể có của sơ đồ cây mã, đường cần tìm có cự ly Hamming giữa hai chuỗi ký hiệu chính là số ký hiệu khác

nhau giữa chúng. Vậy số con số 1 của kết quả cộng modulo 2 các bit (kí hiệu) tương ứng chính là cự ly Hamming. Về nguyên tắc, ta có thể lần lượt thực hiện  $2^r$  phép cộng modulo 2 của từng bộ mã với chuỗi bit bản tin để tìm ra 1 bộ mã (trong số  $2^r$  bộ mã tiền định) có cự ly Hamming nhỏ nhất đến chuỗi bit bản tin nhận được. Bộ mã kết quả này có xác suất cao nhất chính là bản tin đã phát. Trong thực tế một đơn vị bản tin có  $r$  bằng hàng trăm kí hiệu thì không có máy tính nào làm nổi  $2^r$  phép cộng hai modulo 2 trong thời gian chấp nhận được.

Thuật toán viterbi biến cái không thể thành cái có thể bằng cách chỉ ra quy tắc để loại bỏ tất cả các bộ mã có xác suất thấp, do đó khoanh vùng xét cự ly Hamming của  $4r$  bộ mã ( $4r \ll 2^r$ ).



### **Chương III MÔ PHỎNG HỆ THỐNG KHÔI PHỤC TÍN**

#### **HIỆU MSK**

Xem sơ đồ mô hình mô phỏng quá trình khôi phục định thời, khôi phục tần số sóng mang và khôi phục pha mang của tín hiệu MSK bằng cơ sở (Hình 22).

#### **3.1 Cấu trúc chương trình mô phỏng**

Đoạn chương trình giới thiệu khôi phục tín hiệu MSK, file `msk_sync` (đồng bộ `msk`), minh họa mô hình suy giảm kênh như là làm dịch định thời pha, tần số sóng mang và dịch pha tín hiệu khoá dịch cực tiểu (MSK). Chương trình minh họa việc sử dụng các khối từ thư viện đồng bộ để khôi phục tín hiệu.

##### **3.1.1. Cấu trúc chương trình mô phỏng**

Mô hình giới thiệu việc phát tín hiệu MSK qua kênh chịu tác động giảm cấp (suy giảm) bao gồm những thành phần:

- Nguồn tín hiệu MSK sử dụng khối máy phát nhị phân Bernoulli xuất ra các kí hiệu bit đều đặn và điều chế các kí hiệu sử dụng khối điều chế băng cơ sở MSK.
- Một mô hình kênh sử dụng các giá trị dịch độc lập về định thời pha, tần số và pha. Mô hình kênh cũng bao gồm khối kênh AWGN.
- Khôi phục tín hiệu bao gồm:
  - ✓ Khôi phục định thời sử dụng khối khôi phục định thời tín hiệu MSK.
  - ✓ Khôi phục tần số sóng mang sử dụng phương pháp trễ và phương pháp nhân.
  - ✓ Khôi phục pha mang sử dụng khối khôi phục pha CPM.
  - ✓ Khối giải điều chế băng cơ sở MSK
- Các khối tính toán và hiển thị các hệ thống tốc độ lỗi bit (BER).

Cuối cùng khi chạy chương trình, nó bắt đầu với một vài thông số chung với một vài khối khác.

### 3.1.2. Kết quả và hiển thị

Khi chạy mô phỏng, khối hiển thị sẽ cho thấy giá trị ước lượng độ sai lệch kênh và BER. Đặc biệt là hiển thị BER gồm ba thành phần: tính toán tốc độ lỗi bit (BER), số lỗi quan sát thấy và số bit được xử lý. Có thể quan sát tín hiệu MSK qua khối Discrete-Time Scatter Plot Scope (hiển thị sơ đồ điểm phân tán thời gian) tại các giai đoạn khác nhau. Tín hiệu MSK cung cấp công cụ trực giác cần thiết khi thuật toán khôi phục hoạt động, đặc biệt có thể bật và tắt thuật toán. Cũng có thể khởi động lại việc tính toán BER sau khi tín hiệu đã ở trạng thái ổn định.

### 3.1.3. Thí nghiệm với chương trình

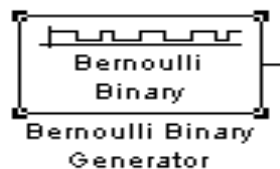
Chương trình giới thiệu được thiết kế để có thể thay đổi các sai lệch một cách độc lập trong khi mô phỏng đang chạy. Cũng có thể sử dụng chuyển mạch trigger bật hoặc tắt sơ đồ khôi phục trong khi mô hình đang chạy và sau đó quan sát hiệu ứng qua các điểm phân tán.

## 3.2 Các khối trong sơ đồ mô phỏng

### 3.2.1 Máy phát nhị phân Bernoulli

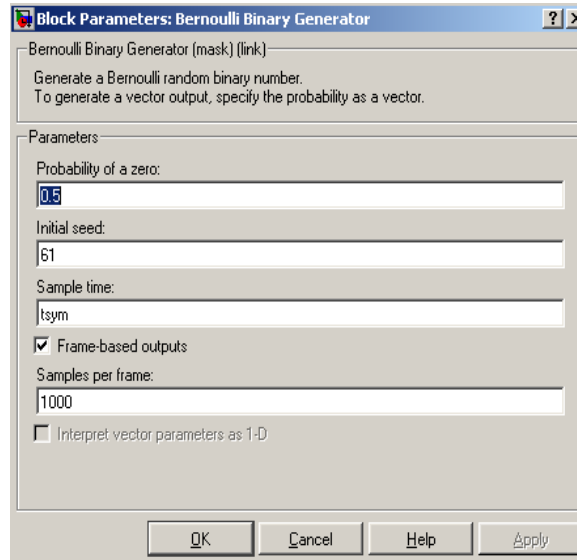
Tự dao động Bernoulli-phân phối ngẫu nhiên các số nhị phân

#### a. Miêu tả



Khối phát nhị phân Bernoulli tạo những số nhị phân ngẫu nhiên sử dụng phân phối Bernoulli. Phân phối Bernoulli với thông số  $p$  bằng 0 với xác suất  $p$  và bằng 1 với xác suất  $1-p$ .

#### b. Thuộc tính của tín hiệu lỗi ra



Tín hiệu lỗi ra có thể là ma trận dựa trên khung, một mẫu cơ sở theo vec to hàng hoặc cột hoặc là một kích thước mảng dựa trên mẫu. Các thuộc tính trên được điều khiển bởi các thông số dựa trên khung lỗi ra, mẫu trên khung và thông số vec to 1-D.

Số phần tử trong tham số xác định ban đầu (Initial seed) và xác suất xuất hiện giá trị không (Probability of a zero) trở thành số cột trong lỗi ra dựa trên khung hoặc số phần tử trong vector lỗi ra dựa trên mẫu. Cũng vậy, việc chia (hàng hoặc cột) của tham số xác định ban đầu và tham số xác suất với việc xuất hiện giá trị không thành chia dựa trên mẫu tín hiệu hai chiều lỗi ra.

- Xác suất xuất hiện giá trị không: Xác suất với việc xuất hiện giá trị 0 ở lỗi ra.

- Giá trị khởi đầu: giá trị ban đầu của máy phát số ngẫu nhiên. Giá trị khởi đầu có thể là một vector có độ dài như thông số xác suất xuất hiện giá trị không (Probability of a zero) hoặc vô hướng.

- Thời gian lấy mẫu: Chu kỳ của mỗi vector dựa trên mẫu hoặc mỗi hàng của ma trận dựa trên khung.

- Các lỗi ra dựa trên khung Xác định lỗi ra dựa theo khung hay theo mẫu

- Các mẫu trên khung: Số mẫu trên mỗi cột của tín hiệu lỗi ra dựa trên khung. Trường này chỉ được hoạt động nếu các lỗi ra dựa trên khung được đánh dấu.

- Thông số vector một chiều 1-D: Nếu bảng này được đánh dấu, lối ra là tín hiệu một chiều. Nếu không thì lối ra là tín hiệu hai chiều. Bảng này chỉ hoạt động chỉ khi “**Frame-based outputs**” không được đánh dấu.

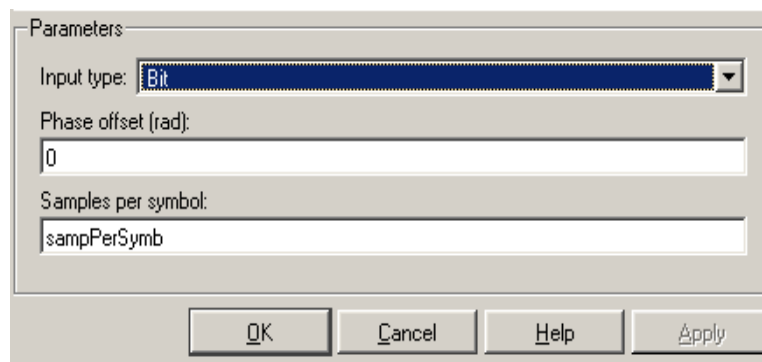
### 3.2.2 Điều chế tín hiệu băng cơ sở MSK

Điều chế sử dụng phương pháp khoá dịch cực tiểu

#### a. Miêu tả



Khối điều chế băng cơ sở MSK điều chế sử dụng phương pháp khoá dịch cực tiểu. Lối ra là biểu diễn băng cơ sở của tín hiệu điều chế.



- Thuộc tính lối ra: Lối ra có thể một là vô hướng hoặc là vector cột dựa theo khung. Nếu tham số kiểu lối vào “Input type” được đặt là nguyên, khối sẽ cập nhật giá trị 1 và -1. Nếu tham số “Input type” đặt là bit, khối cập nhật với giá trị là 0 hoặc 1.

- Lấy mẫu nhanh tín hiệu điều chế: Khối này có thể cho ra một phiên bản lấy mẫu nhanh của tín hiệu điều chế. Thông số mẫu trên kí hiệu là hệ số lấy mẫu tăng, nó phải là số nguyên dương.

- Loại lối vào: xác định dữ liệu lối vào là lưỡng cực hay nhị phân.

- Dịch pha (rad): Pha ban đầu của dạng sóng lối ra.

- Mẫu trên kí hiệu: số mẫu mà khối tạo ra đối với mỗi số nguyên hoặc bit tại lối vào.

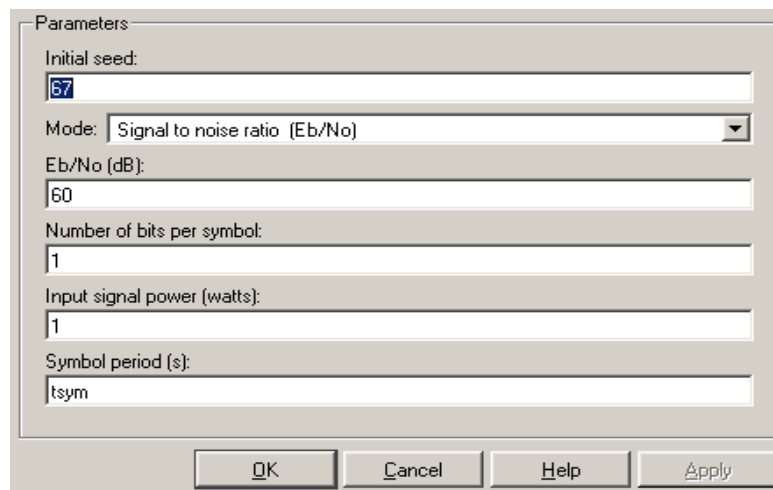
### 3.2.3 Kênh AWGN

Cộng ồn Gaussian trắng vào giá trị lối vào

#### a. Miêu tả



Khối kênh AWGN cộng ồn Gaussian trắng là thực hoặc phức vào tín hiệu lối vào. Khi tín hiệu lối vào là thực, khối này cộng giá trị thực ồn Gaussian và sinh ra giá trị thực tín hiệu lối ra. Khi tín hiệu lối vào là phức, khối này cộng giá trị phức ồn Gaussian và sinh ra tín hiệu phức ở lối ra. Khối tiếp theo này lấy mẫu thời gian từ tín hiệu lối vào. Khối này sử dụng khối nguồn ngẫu nhiên của khối đặt xử lý tín hiệu để tạo ra ồn. Thông số giá trị xác lập ban đầu trong khối khởi tạo máy phát ồn. Giá trị xác lập ban đầu có thể hoặc là vô hướng hoặc là vector khớp số kênh trong tín hiệu lối vào. Khối kênh AWGN gồm các thông số sau:



- Xử lý dựa trên khung và lối vào là tín hiệu một chiều: Khối này có thể xử lý nhiều kênh tín hiệu dựa theo khung hoặc dựa theo mẫu. Chỉ dẫn dưới đây giải thích hoạt động của khối tùy thuộc vào dạng dữ liệu và trạng thái khung:

- Nếu lối vào là mẫu vô hướng, khối sẽ cộng ồn Gaussian vô hướng vào tín hiệu.
- Nếu lối vào là vector dựa theo mẫu hoặc vector hàng dựa theo khung, khối cộng ồn Gaussian độc lập vào mỗi kênh.

- Nếu lỗi vào là vectơ cột dựa theo khung, khối cộng một khung ồn Gaussian vào mỗi kênh tín hiệu.

- Nếu lỗi vào là một ma trận  $m \times n$  dựa trên khung, khối sẽ cộng khung dài  $m$  của ồn Gaussian độc lập vào mỗi kênh trong  $n$  kênh.

Lỗi ra có thể không phải là ma trận  $m \times n$  dựa trên mẫu nếu cả hai  $m$  và  $n$  lớn hơn 1.

- Xác định sự biến thiên một cách trực tiếp hay gián tiếp

Có thể cụ thể hoá sự biến thiên của ồn được tạo ra bởi khối kênh AWGN sử dụng một trong những cách sau:

- Tỉ số tín hiệu trên ồn lượng tử ( $E_b/N_0$ ), khi khối tính toán sự biến thiên từ số lượng được cụ thể hoá bằng bảng dưới đây:

- $E_b/N_0$ : tỉ số năng lượng bit trên mật độ phổ công suất nhiễu.

- Số bit trên kí hiệu.

- Công suất tín hiệu lỗi vào, công suất của kí hiệu lỗi vào.

- Chu kì kí hiệu.

- Tỉ số tín hiệu trên ồn lượng tử ( $E_s/N_0$ ), khi khối tính toán sự biến thiên từ số lượng được cụ thể hoá bằng bảng dưới đây:

- $E_s/N_0$ : tỉ số năng lượng tín hiệu trên mật độ phổ công suất nhiễu.

- Năng lượng tín hiệu vào, năng lượng kí hiệu lỗi vào.

- Chu kì kí hiệu

- Tỉ số tín hiệu trên ồn ( $SNR$ ), khi khối tính toán sự biến thiên từ số lượng được cụ thể hoá bằng bảng dưới đây:

- $SNR$ : tỉ số công suất tín hiệu trên công suất ồn

- Công suất tín hiệu lỗi vào, công suất của mẫu lỗi vào

- **“Variance from mask”**: Nơi xác định variance trong hộp thoại và phải là giá trị dương.

- **“Variance from port”**: khi cấp variance như là một đầu vào của khối. Variance lỗi vào phải là giá trị dương và nó có tốc độ lấy mẫu phải bằng tín hiệu lỗi vào. Nếu tín hiệu lỗi vào là dựa trên kí tự, variance vào phải là dựa theo kí tự. Nếu tín hiệu đầu tiên lỗi vào dựa theo khung, variance lỗi vào có thể hoặc là dựa theo khung với chính xác một dòng, hoặc dựa theo mẫu.

- Trong cả hai kiểu(mode) **“Variance from mask”** và **“Variance from port”**, những quy tắc này miêu tả phương thức khối giải thích sự biến thiên:

- Nếu sự biến thiên là vô hướng, tất cả các kênh độc lập nhau nhưng chia sẻ biến thiên như nhau
- Nếu sự biến thiên là một vectơ độ dài của nó là số kênh trong tín hiệu lỗi vào, mỗi thành phần đại diện cho biến thiên của mối tương quan các kênh tín hiệu.

#### a. Mối quan hệ giữa $E_b/N_0$ , $E_s/N_0$ , và SNR

Tín hiệu lỗi vào phức, khối kênh AWGN có quan hệ với  $E_b/N_0$ ,  $E_s/N_0$  và SNR theo các phương trình sau:

$$E_s/N_0 = SNR \cdot (T_{sym}/T_{samp})$$

$$E_s/N_0 = E_b/N_0 + 10\log(k) \text{ dB}$$

Trong đó

- $E_s$  = năng lượng tín hiệu ( J )
- $E_b$  = năng lượng bit ( J )
- $N_0$  = Mật độ phổ công suất nhiễu (W/Hz)
- $T_{sym}$  là thông số chu kỳ mẫu của khối trong  $E_s/N_0$
- $k$  là số bit trên 1 symbol lỗi vào
- $T_{samp}$  là thời gian lấy mẫu của khối, tính bằng giây

Khi tín hiệu vào là thực, khối kênh AWGN có mối liên hệ với  $E_s/N_0$  và SNR theo công thức sau:

$$E_s/N_0 = 2 \cdot SNR \cdot (T_{sym}/T_{samp})$$

Chú ý: Phương trình với trường hợp thực khác với phương trình tương đương đối với trường hợp phức bởi hệ số 2 . Điều này là bởi vì khối này sử dụng mật độ công suất nhiều của  $No/2$  W/Hz cho tín hiệu lỗi vào thực, khác với  $No$  W/Hz cho các tín hiệu phức.

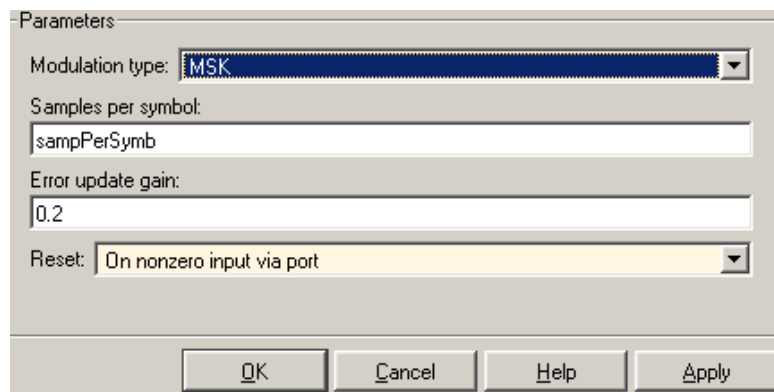
### 3.2.4 Khối khôi phục định thời tín hiệu MSK

Khôi phục lại mẫu pha đồng bộ sử dụng phương pháp phi tuyến bậc bốn

#### a. Miêu tả



Khôi khôi phục đồng bộ tín hiệu MSK: đó là khối khôi phục lại mẫu pha định thời của tín hiệu lỗi vào sử dụng phương pháp phi tuyến bậc bốn. Khối này thực hiện phương pháp tự hồi tiếp về không cần sự trợ giúp của dữ liệu (**non-data-aided feedback**). Điều này độc lập với khôi phục pha sóng mang nhưng cần hiệu chỉnh độ dịch tần số sóng mang. Khối này phù hợp với các hệ thống sử dụng điều chế khoá dịch cực tiểu băng cơ sở (MSK) hoặc là điều chế khoá dịch cực tiểu có bộ lọc Gaussian lỗi vào (GMSK). Khối này gồm các thông số sau:



- Các lối vào:

Nếu mặc định khối này có một cổng lối vào. Tín hiệu lối vào có thể là lối vào của một bộ lọc thu (nhưng không bắt buộc) được nối với dạng xung phát hoặc lối vào bộ lọc thông thấp giới hạn lượng ồn ở lối vào khối này.

Tín hiệu lối vào phải là vô hướng hoặc là vectơ cột dựa theo khung. Tín hiệu lối vào sử dụng  $N$  mẫu để thể hiện mỗi một kí hiệu, khi  $N > 1$  là thông số các mẫu dựa trên kí hiệu. Nếu lối vào là dựa theo khung, thì vectơ độ dài là  $N \cdot R$ , trong đó  $R$  là số



nguyên dương chỉ ra số kí hiệu có trong một khung. Nếu lối vào là dựa trên mẫu, thì thời gian lấy mẫu là  $1/N$  lần dưới chu kì kí hiệu.

Nếu thông số “**Reset**” đặt là On nonzero input via port, thì khối có cổng lối vào thứ hai, nhãn Rst. Lối vào Rst xác định khi quá trình ước lượng thời gian bắt đầu lại và phải là tín hiệu vô hướng. Thời gian lấy mẫu lối vào Rst bằng chu kỳ kí hiệu nếu tín hiệu vào dựa trên mẫu và là chu kỳ khung nếu tín hiệu lối vào dựa theo khung.

- Lối ra:

Khối có hai cổng lối ra, có nhãn Sym và Ph

- Lối ra Sym là kết quả của việc áp dụng ước lượng sự hiệu chỉnh pha từ tín hiệu lối vào. Tín hiệu lối ra này là giá trị tín hiệu cho mỗi kí hiệu, mà có thể được sử dụng cho mục đích quyết định. Các giá trị này trong lối vào Sym xuất hiện theo tỉ lệ:

- Nếu tín hiệu lối vào là vector cột dựa trên khung của độ dài  $N \cdot R$ , lối ra Sym là vector cột dựa theo khung của độ dài R có cùng chu kì dựa theo khung.

- Nếu tín hiệu lối vào là dựa theo mẫu vô hướng với thời gian lấy mẫu  $T/N$  thì lối ra dựa theo khung vô hướng với thời gian lấy mẫu T.

- Lối ra Ph đưa ra ước lượng pha cho mỗi kí hiệu trong tín hiệu lối vào. Lối ra Ph chứa số thực không âm, nhỏ hơn N. Các giá trị nguyên không âm cho ước lượng pha tương ứng với các giá trị nội suy nằm giữa hai giá trị của tín hiệu lối vào. Thời gian lấy mẫu hoặc chu kỳ khung của lối ra Ph cũng tương tự như là lối vào Sym.

### Chú ý

Nếu lối ra Ph gần như bằng không hoặc bằng mẫu trên kí hiệu hoặc nếu độ dịch pha thời gian thực là rất gần không, thì tính chính xác của khối này phải được dung hoà bởi lượng nhiễu hoặc sự biến động tạp. Khối này làm việc chính xác khi độ dịch pha thời gian gần về không.

- Trễ: Khối này gây ra trễ của hai kí hiệu khi tín hiệu lối vào dựa theo khung và khi tín hiệu lối vào dựa theo mẫu.

- Cập nhật lại lỗi: Là số thực dương thể hiện cho kích thước bậc mà khối sử dụng cho ước lượng pha liên tiếp được cập nhật. Điển hình là số này nhỏ hơn  $1/N$  mà tương ứng với pha biến đổi chậm.

- Sự thiết lập lại: Quyết định hoàn cảnh điều kiện nào mà khối này bắt đầu lại quá trình ước lượng pha.

*\*Thuật toán*

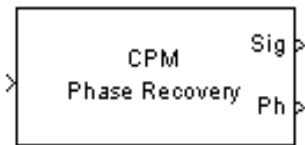
Khối thuật toán này rút ra thông tin về đồng bộ bằng việc lấy mẫu tín hiệu cơ sở thông qua phương pháp phi tuyến bậc bốn cho phép bởi bộ vi phân số mà lỗi vào được làm tròn. Thuật toán này sử dụng tín hiệu lỗi để điều chỉnh lấy mẫu.

Cụ thể hơn, khối này sử dụng bộ phát hiện lỗi định thời mà kết quả của nó cho kí hiệu là  $e(k)$  đã đưa ra ở chương 2.

**3.2.5 Khối khôi phục pha mang CPM**

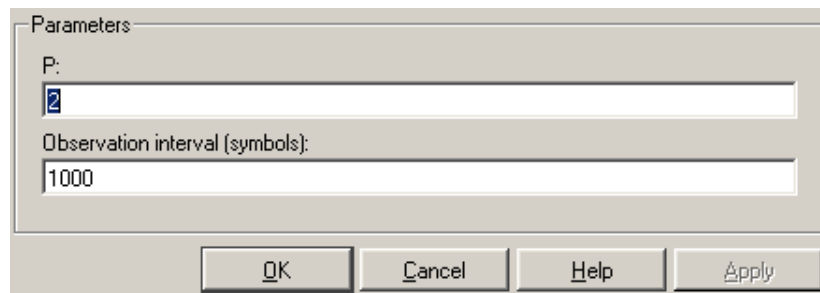
Khôi phục pha sóng mang sử dụng phương pháp 2P-Power

**a. Miêu tả**



Nếu bạn biểu diễn chỉ số điều chế CPM như phân thức  $h = K/P$ , thì P là số mà phương pháp lũy thừa 2P ám chỉ tới.

Phương pháp 2P-Power giả thiết pha sóng mang biến đổi qua một dãy các biểu tượng liên tiếp và đo sự hồi tiếp về của các dãy pha sóng mang. Thông số khoảng quan sát là số các kí hiệu mà pha sóng mang giả thiết biến đổi. Số này phải là bội số nguyên của độ dài vec tơ tín hiệu lỗi vào. Khối này gồm các thông số sau:



- Lỗi vào và lỗi ra

Tín hiệu lối vào phải là vectơ cột dựa trên khung hoặc dựa trên mẫu vô hướng. Tín hiệu lối vào thể hiện tín hiệu bằng cơ sở tại tốc độ kí hiệu, bởi vậy nó phải là giá trị phức và phải chứa một mẫu trên symbol.

Các tín hiệu lối ra là các tín hiệu sau đây:

- Công lối ra nhãn Sig đưa ra kết quả luân chuyển tín hiệu lối vào ngược nhiều kim đồng hồ, khi đó lượng luân chuyển tương đương ước lượng pha sóng mang. Bởi vậy lối ra Sig là phiên bản của tín hiệu lối vào đã được hiệu chỉnh và có cùng thời gian lấy mẫu và kích thước vectơ như tín hiệu lối vào.
- Công lối ra nhãn Ph đưa ra ước lượng pha sóng mang, đo bằng độ, cho tất cả các kí hiệu trong khoảng quan sát. Lối ra Ph là tín hiệu vô hướng.

**Chú ý:**

Bởi vì tự khối này tính toán đối số phức nên việc ước lượng pha mang vốn không xác định. Việc ước lượng pha mang giữa  $-90/P$  và  $90/P$  độ và phải khác với pha mang thực bởi bội số nguyên của  $180/P$  độ.

- Trễ và thời gian trễ: Khối thuật toán này yêu cầu nó lựa chọn các kí hiệu trong suốt chu kì độ dài khoảng quan sát trước khi tính toán ước lượng đơn lẻ của pha mang. Do đó mỗi ước lượng là trễ bởi khoảng cách quan sát các kí hiệu và hiệu chỉnh tín hiệu có thời gian trễ của khoảng quan sát các kí hiệu, liên quan tới tín hiệu lối vào.

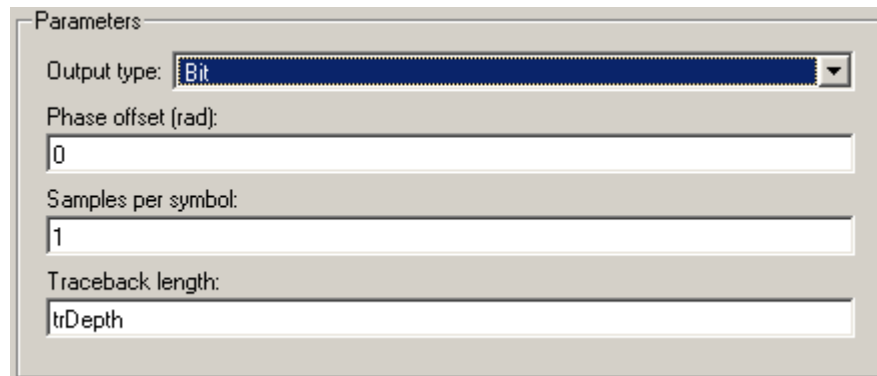
**3.2.6 Giải điều chế tín hiệu bằng cơ sở MSK**

**a. Miêu tả**



Khối giải điều chế bằng cơ sở MSK: giải điều chế tín hiệu mà đã được điều chế sử dụng phương pháp khoá dịch pha cực tiểu. Lối ra là sự biểu diễn bằng cơ sở của

tín hiệu được điều chế. Thông số dịch pha là pha ban đầu của dạng sóng điều chế. Khối này gồm các thông số sau đây:



- Độ dài vết ngược và trễ lỗi ra

Từ bên trong, khối này tạo ra sự mô tả các mạng lưới của sơ đồ điều chế và sử dụng thuật toán Viterbi. Thông số độ dài vết ngược\_D (Traceback length), trong khối này là số các nhánh mạng sử dụng mỗi đường dẫn độ dài vết ngược. D ảnh hưởng đến trễ đầu ra, trễ lỗi ra là số các kí hiệu có giá trị 0 đứng trước giá trị giải điều chế có ý nghĩa đầu tiên trong giá trị lỗi ra:

+Nếu tín hiệu lỗi vào là dựa trên mẫu thì trễ bao gồm D+1 kí hiệu bằng không.

+Nếu tín hiệu lỗi vào là dựa trên khung thì trễ bao gồm D kí hiệu bằng không.

- Lỗi vào và lỗi ra

Lỗi vào có thể là hoặc vô hướng hoặc vector cột dựa trên khung. Nếu thông số “Output type” đặt là nguyên thì khối có giá trị 1 và -1. Nếu thông số “Output type” đặt là bit thì khối có giá trị 0 và 1.

### **b. Quá trình lấy mẫu nhanh tín hiệu điều chế**

Tín hiệu lỗi vào có thể là phiên bản lấy mẫu nhanh (upsampled version) của tín hiệu điều chế. Thông số mẫu trên kí hiệu là hệ số lấy mẫu. Nó phải là nguyên dương.

- Loại tín hiệu lỗi ra: Xác định liệu là lỗi vào bao gồm giá trị lưỡng cực hay nhị phân.

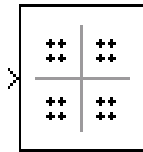
- Dịch pha (rad): Pha ban đầu của dạng sóng điều chế.

- Số mẫu trên một kí hiệu là: Số lượng mẫu có trong mỗi kí hiệu điều chế.
- Độ dài vết ngược: Số lượng mạng nhánh mà khối mã hoá Viterbi sử dụng để tạo ra đường dẫn vết ngược (traceback path).

### 3.2.7 Giải đồ hiển thị các điểm phân tán

Hiện thị thành phần đồng pha và vuông pha của giải đồ chòm sao của tín hiệu đã điều chế.

#### a. Miêu tả



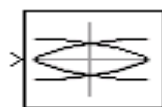
Khối giải đồ hiển thị các điểm phân tán: hiển thị các điểm phân tán của tín hiệu đã điều chế để cho biết đặc tính điều chế như là: sự phân chia xung hoặc méo kênh của tín hiệu.

Khối hiển thị các điểm phân tán có một cổng lối vào. Tín hiệu lối vào phải là phức. Tín hiệu lối vào phải là dựa trên mẫu vô hướng trong chế độ dựa trên mẫu. Lối vào phải là vec tơ cột dựa trên khung hoặc là vô hướng trong chế độ dựa trên khung.

### 3.2.8 Giải đồ mắt

Để hiển thị đa vết tín hiệu được điều chế

#### a. Miêu tả



Khối giải đồ mắt phân tán hiển thị đa vết của tín hiệu được điều chế để tạo ra giải đồ mắt. Có thể sử dụng khối này sẽ cho biết đặc tính điều chế của tín hiệu như là sự phân chia xung hoặc méo kênh. Nếu độ rộng của mắt nhỏ và nhỏ thì tín hiệu bị nhiễu. Tín hiệu bị nhiễu ít hay nhiều được thể hiện ở độ mở của mắt nhỏ hay lớn.

Khôi giản đồ mắt có một cổng vào. Tín hiệu lỗi vào có thể hoặc thực hoặc phức. Tín hiệu lỗi vào phải là dựa trên mẫu vô hướng trong chế độ dựa trên mẫu. Tín hiệu lỗi vào phải là vectơ cột hoặc vô hướng trong chế độ dựa trên khung.

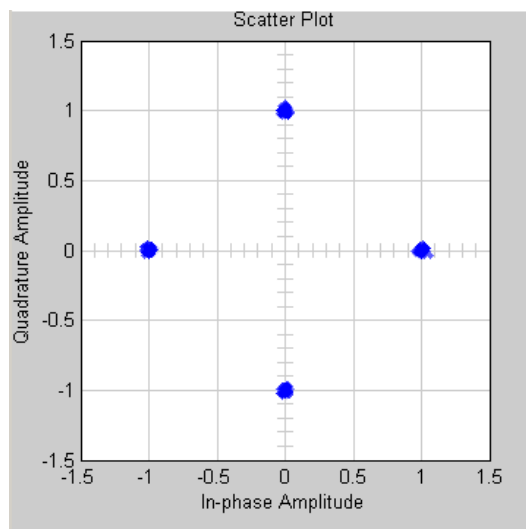
### 3.3 Mô phỏng bằng Matlab 7.0

Trong phần mô phỏng bằng matlab 7.0 sẽ mô phỏng tín hiệu đi qua kênh chỉ có nhiễu gaussian; tín hiệu qua kênh ngoài nhiễu gaussian còn có dịch định thời, dịch pha, dịch tần số; mô phỏng tín hiệu sau khi khôi phục định thời, khôi phục tần số sóng mang, khôi phục pha mang; mô phỏng hiển thị BER.

Để chạy chương trình mô phỏng thực hiện các thao tác sau: tại cửa sổ lệnh của Matlab 7.0 gõ demo sau đó click Getting Started with Demos/Blocksets/Communications/Synchronization and Receivers/MSK Signal Recovery/Open this model. Tại sơ đồ mô phỏng khôi phục định thời, tần số và pha sóng mang, sau đó click play để chạy chương trình.

#### 3.3.1 Mô phỏng tín hiệu đi qua kênh chỉ có cộng ồn Gaussian trắng (AWGN)

Tín hiệu đi qua kênh truyền không có dịch định thời, dịch pha mang, dịch tần số sóng mang.



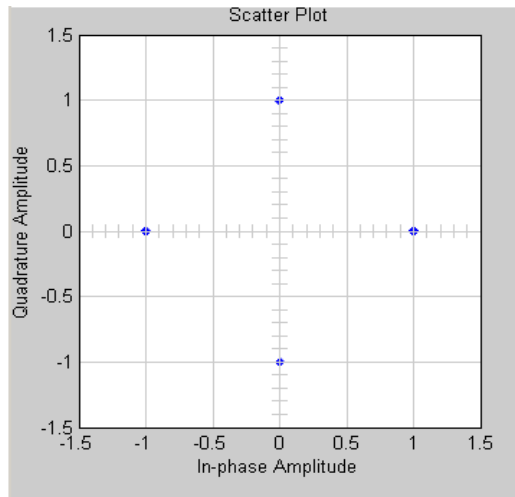
Hình 23. Giản đồ pha của tín hiệu MSK qua kênh truyền chỉ có nhiễu Gaussian với  $E_b/N_0 = 45\text{db}$

Hình 23 biểu diễn giản đồ pha của tín hiệu MSK qua kênh truyền có cộng ồn Gaussian trắng xét với  $E_b/N_0 = 45\text{dB}$  so với giản đồ không gian của tín hiệu MSK trước khi truyền trên kênh (hình 7) thì các điểm chấm biểu diễn pha bị lan rộng so với các điểm chấm trước khi qua kênh truyền. Như vậy nhiễu Gaussian trắng đã gây ra ảnh hưởng đến tín hiệu truyền trên kênh đó là:

- + Làm cho pha của tín hiệu bị xô dịch một lượng nhỏ, điều này làm cho các điểm pha lan rộng sang hai bên so với điểm pha trước khi qua kênh truyền. Do đó làm cho tín hiệu đến nơi thu bị nhoè.

- + Làm cho tín hiệu bị thăng giáng nên các điểm xô dịch lên xuống so với các điểm trước khi qua kênh truyền.

Kết quả nhiễu Gaussian trắng trên kênh truyền làm cho các điểm pha của tín hiệu MSK xô dịch theo các chiều hay điểm chấm pha lan rộng hơn so với điểm chấm pha trước khi qua kênh truyền. Như vậy tạp âm Gaussian trắng của kênh truyền đã làm ảnh hưởng đến chất lượng của tín hiệu truyền trên kênh, ảnh hưởng này được thể hiện bằng mức độ chấm bị nhoè ít hay nhiều. Khi chấm bị nhoè ít nghĩa là tín hiệu bị thăng giáng ít và bị xô dịch pha ít. Hình 23 thể hiện tỉ số tín hiệu trên nhiễu  $E_b/N_0 = 45\text{dB}$  thì tín hiệu truyền qua kênh bị nhiễu lớn. Khi  $E_b/N_0 = 60\text{dB}$  giản đồ pha của tín hiệu MSK (hình 24) không có sự thay đổi so với giản đồ pha của tín hiệu MSK trước khi truyền qua kênh (hình 7). Trong thực tế khi mà tại nơi thu ta vẫn thu được tín hiệu đạt yêu cầu thì ảnh hưởng của nhiễu Gaussian phải ở mức độ vừa phải. Trong trường hợp đó các loại nhiễu khác như dịch định thời, dịch pha và dịch tần số sẽ gây ra các ảnh hưởng lớn hơn. Nên khôi phục đồng bộ trong các phần sau chỉ quan tâm đến khôi phục các đại lượng bị dịch này và cho ảnh hưởng của nhiễu Gaussian chỉ ở mức độ rất nhỏ (tỉ số  $E_b/N_0 = 60\text{dB}$ ).



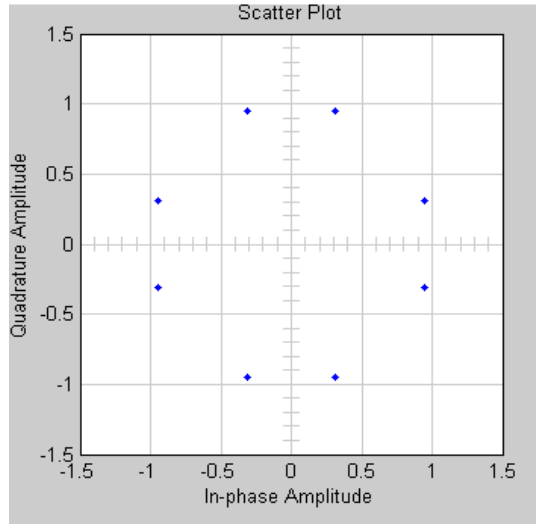
Hình 24: Giản đồ pha của tín hiệu MSK qua kênh chỉ có nhiễu Gaussian với  $E_b/N_0 = 60\text{dB}$

**3.3.2 Mô hình tín hiệu qua kênh gồm nhiễu Gaussian, dịch định thời, dịch pha mang và dịch tần số sóng mang.**

Đối với sơ đồ mô phỏng quá trình khôi phục định thời, tần số sóng mang và pha mang thì các giá trị dịch định thời, dịch tần số sóng mang và dịch pha mang là các giá trị dịch cố định trong mỗi lần chạy chương trình mô phỏng. Trong sơ đồ mô phỏng, giá trị dịch định thời chính là giá trị dịch định thời kí hiệu pha, do tại nơi thu pha có thể đến sớm hay muộn hơn so với pha tại nơi phát. Vì với sơ đồ này chỉ xem xét các yếu tố ảnh hưởng đến tín hiệu điều chế MSK truyền trên đường truyền và vấn đề khôi phục dựa trên giản đồ pha, nên ta chỉ quan tâm đến khôi phục định thời kí hiệu pha và pha mang, tần số sóng mang từ đó khôi phục lại tín hiệu MSK

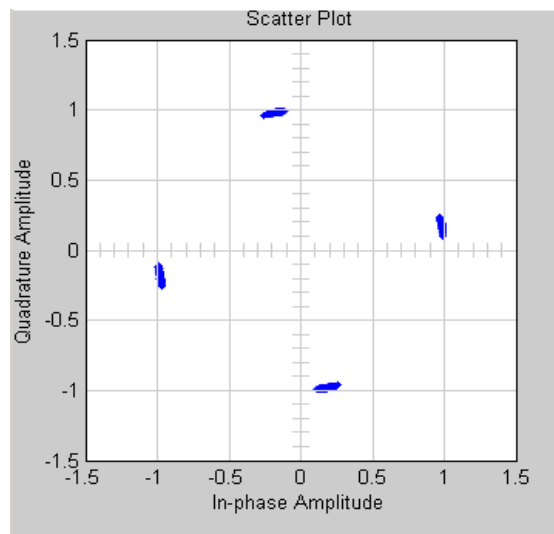
Trước tiên, xét tại vị trí chỉ có dịch định thời kí hiệu pha đi với giá trị dịch 0.2 chẳng hạn (hình 25). Ta thấy rằng nếu chỉ có dịch định thời kí hiệu pha thì các điểm biểu diễn cho pha của tín hiệu MSK dịch về hai phía so với các điểm biểu diễn pha cho tín hiệu MSK như trong hình 24. Nghĩa là sau khi qua kênh truyền giá trị pha tại đúng thời điểm mỗi chu kỳ bit được thể hiện trên hình 25 là các điểm dịch về hai phía so với  $0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2}$  hay nói cách khác đó là hiện tượng rung pha về mặt thời gian. Đây là do tín hiệu đã bị xô dịch, nên tại đúng thời điểm mỗi chu kỳ bit thì các giá trị pha chính là giá trị tại các thời điểm sớm hơn hay muộn hơn so với thời điểm cần thu. Đây là trường hợp thường gặp khi truyền tín hiệu, vì vậy tại nơi thu ta luôn cần phải thực hiện khôi phục lại định thời tín hiệu pha.





Hình 25 : Mô phỏng tín hiệu chỉ bị dịch đồng bộ thời gian

Khi xét chỉ có sự dịch pha (xét với giá trị dịch pha là 30), giá trị này là cố định trong mỗi lần chạy mô phỏng thì pha của tín hiệu tại mỗi thời điểm bị tăng thêm hoặc giảm đi một lượng cố định. Ta thấy trên hình 26 mô phỏng các điểm trong quỹ đạo pha bị dịch đi một khoảng xác định so với các điểm trong quỹ đạo pha biểu diễn của tín hiệu truyền đi khi không có dịch pha (hình 7).



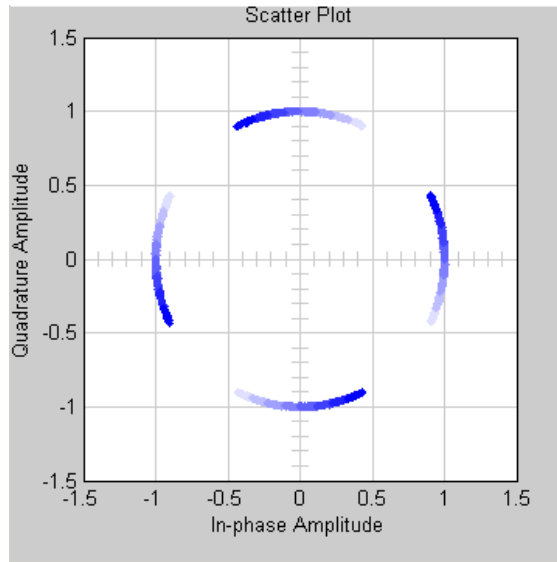
Hình 26: Mô phỏng tín hiệu MSK bị dịch pha

Xét với trường hợp tín hiệu nhận được chỉ dịch tần số sẽ làm cho pha của tín hiệu bị thay đổi liên tục, hay nói cách khác dịch tần số sẽ làm cho giản đồ quỹ đạo pha của tín hiệu MSK sẽ bị quay đi theo giá trị dịch tần số. Vì thay đổi tần số tín hiệu sẽ dẫn đến pha của tín hiệu đã điều chế cũng thay đổi theo thời gian (hình 27).

Khi giá trị dịch tần số càng lớn thì vận tốc góc thay đổi càng nhanh nên ta thấy pha quay nhanh hơn theo công thức:

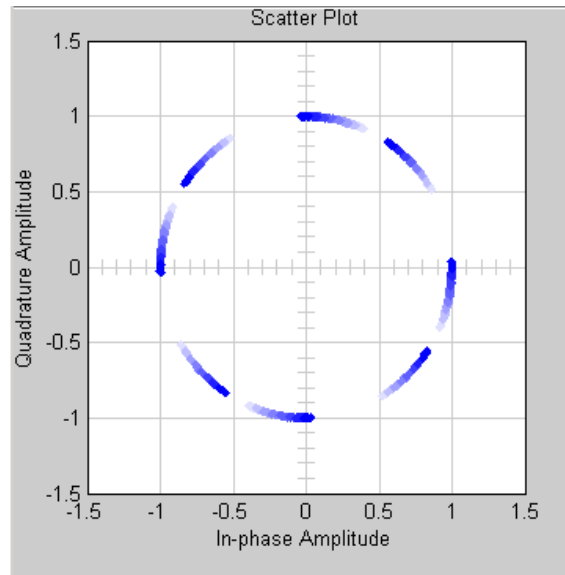
$$\omega = d(\varphi_t)/dt$$

Trong đó:  $\varphi(t) = 2\pi(f_c + \Delta f)t + \psi_t + \varphi_0$



Hình 27: Mô phỏng tín hiệu MSK bị dịch tần số

Như vậy, tín hiệu qua kênh truyền có cộng ồn Gaussian trắng có dịch định thời, dịch pha mang, dịch tần số sóng mang là sự kết hợp của các trường hợp trên. Khi đó tín hiệu qua kênh truyền, quỹ đạo pha không những thay đổi tuyến tính từ 0 đến  $\pi/2$  hoặc ngược lại từ 0 đến  $-\pi/2$  tương ứng với dòng bit dữ liệu lưỡng cực lối vào là “1” hay ”0” so với bit tại thời điểm xét trước đó mà còn bị quay pha theo thời gian theo giá trị dịch tần số và được mô phỏng trên giản đồ không gian như hình 28.



Hình 28: Tín hiệu MSK qua kênh truyền không chỉ có nhiễu Gaussian

Ta có thể giải thích rõ hơn ý nghĩa giản đồ pha được mô phỏng trên hình 28. Theo như chương một ta đã xét quá trình điều chế tín hiệu MSK, pha của nó thay đổi tuyến tính:

$$\psi_i = \sum_i k_i * \Phi_i(t - i * T)$$

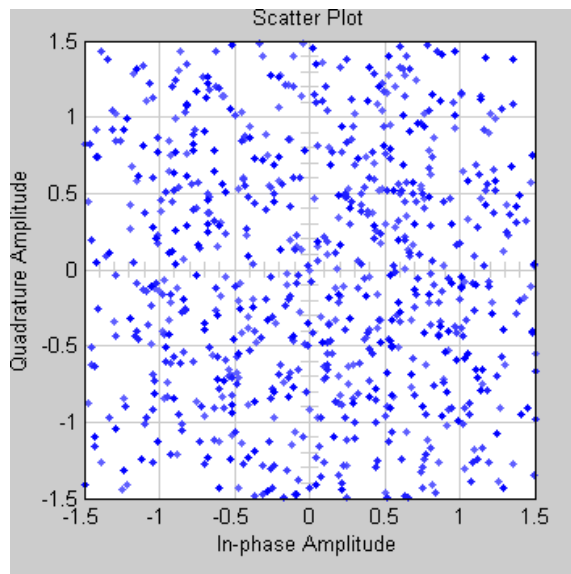
$$\Phi_i(t) = \frac{\pi}{2T} t \quad ; \quad T \text{ là khoảng chu kỳ bit}$$

Như vậy, tín hiệu MSK đã điều chế có pha luôn thay đổi tuyến tính  $\pm 90^\circ$  theo thời gian  $t$ , mà  $t$  chạy trong khoảng từ 0 đến  $T$ . Nhưng khi truyền trên kênh cộng ồn Gaussian trắng, dịch định thời, dịch pha và dịch tần số thì pha của tín hiệu qua kênh không những thay đổi tuyến tính mà còn bị dịch đi theo thời gian. Cụ thể là dịch định thời sẽ làm pha dịch sang hai phía so với điểm ban đầu; dịch pha sẽ làm pha dịch đi một khoảng. Hai giá trị dịch chuyển này sẽ làm pha của tín hiệu bị thay đổi trong một dải quanh điểm pha ban đầu. Trên hình mô phỏng khi để chế độ lưu nhiều điểm trên màn hình ta sẽ lưu được các dải đó thành các cung tròn (8 cung tròn). Khi có dịch tần làm cho độ dịch pha tăng dần theo thời gian làm cho các cung tròn dịch chuyển ngược chiều kim đồng hồ. So sánh hai hình 24 và 28 thấy rằng nhiễu trên kênh truyền do giá trị dịch định thời, dịch pha và dịch tần số mạnh hơn kênh truyền chỉ có nhiễu Gaussian rất nhiều. Do đó tại nơi thu việc áp dụng các phương pháp khôi phục định thời kí hiệu pha, khôi phục tần số sóng mang và khôi phục pha mang là chủ yếu, sau đó mới giải điều chế tín hiệu MSK.

### 3.3.3 Mô phỏng mô hình khôi phục định thời kí hiệu pha, khôi phục tần số và khôi phục pha sóng mang.

Tín hiệu MSK trước khi được giải điều chế phải được khôi phục tần số, khôi phục pha và khôi phục định thời kí hiệu pha. Ta xét lần lượt khôi phục định thời kí hiệu pha sau đó khôi phục tần số và cuối cùng là khôi phục pha. Ta cần phải khôi phục định thời kí hiệu pha và khôi phục tần số trước để xác định khoảng lấy mẫu sớm lên hay muộn đi so với nhịp bit làm cho tín hiệu không rung pha về mặt thời gian, đồng thời làm cho quỹ đạo pha không quay nữa. Tại nơi thu quỹ đạo pha của tín hiệu thu được không rung pha về mặt thời gian và đứng yên thì mới ước lượng độ dịch pha một cách chính xác từ đó khôi phục pha mang và cho qua bộ giải điều chế tín hiệu MSK sẽ thu được chính xác tín hiệu đã phát.

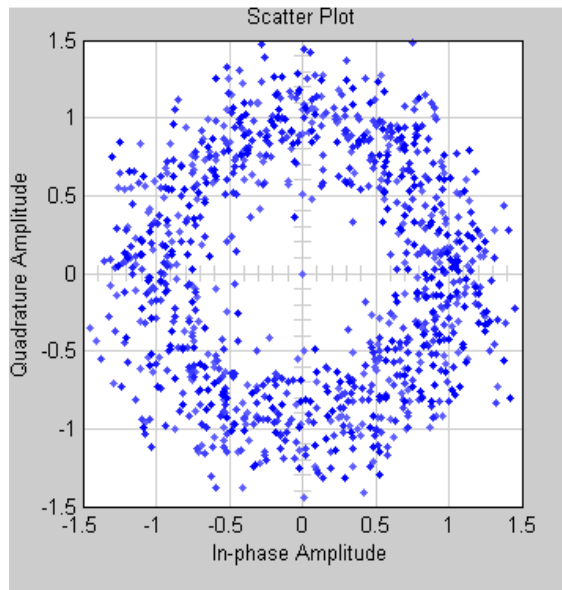
Ta khảo sát tín hiệu truyền qua kênh truyền tại thời điểm khi qua kênh với giá trị  $E_b/N_0$  tăng dần.



Hình 29 Mô phỏng nhiễu trên kênh truyền phân tán

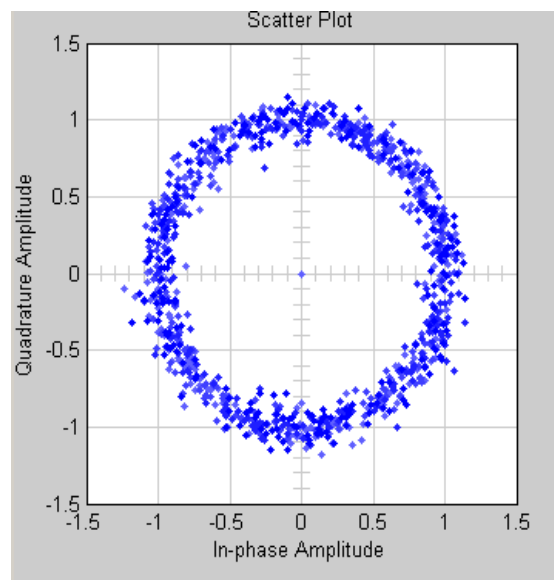
Ở hình 29 với giá trị  $E_b/N_0$  rất nhỏ, khoảng 20 dB thì nhiễu ảnh hưởng đến tín hiệu là rất lớn, nên mô hình mô phỏng ta thấy nhiễu phân tán rộng và dày đặc. Trường hợp này gần như là không khôi phục lại được tín hiệu ban đầu.

Đối với hình 30 giá trị  $E_b/N_0$  đã được cải thiện nên nhiễu đã giảm bớt. Do vậy ta đã nhìn được hình dáng của giản đồ không gian pha tín hiệu MSK

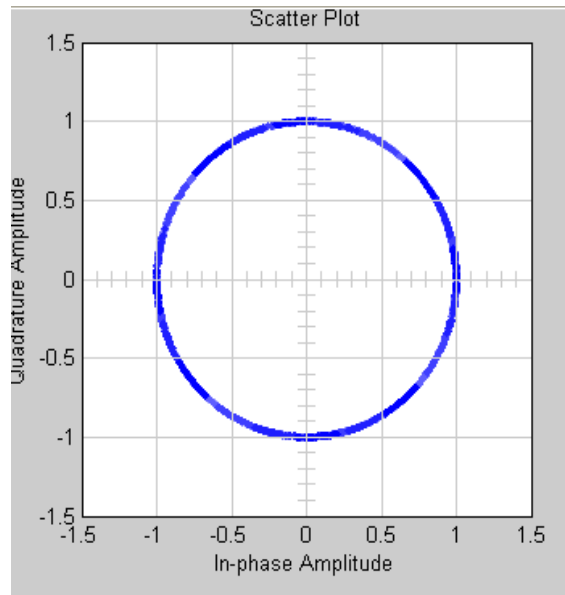


Hình 30: Mô phỏng tỉ số  $E_b/N_0$  đã được cải thiện.

Như vậy : khi tỉ số  $E_b/N_0$  càng lớn càng tốt. Khi đó năng lượng tín hiệu trên mật độ tạp âm càng lớn tín hiệu truyền được đi xa và khôi phục lại tín hiệu một cách dễ dàng hơn. File msk\_sync trong Matlab 7.0 mặc định là lấy giá trị  $E_b/N_0$  bằng 60dB nên xác suất lỗi bit qua kênh truyền là nhỏ.

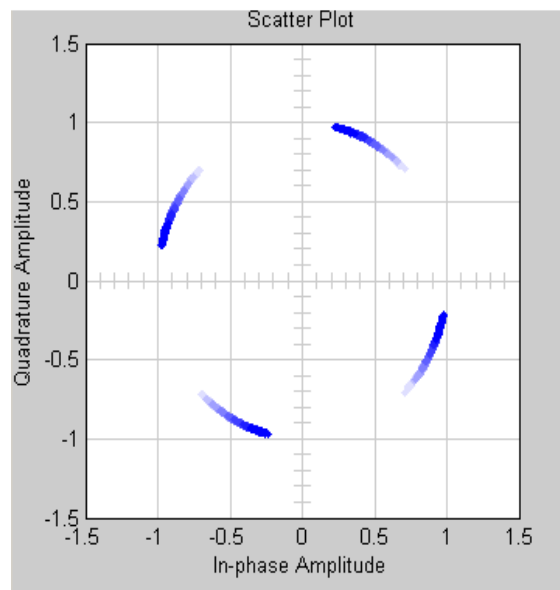


Hình 31: Mô phỏng tỉ số  $E_b/N_0$  khoảng 40 dB



Hình 32: Mô phỏng tỉ số  $E_b/N_0$  khoảng 60dB

Các hình mô phỏng tín hiệu lần lượt qua các bộ khôi phục định thời kí hiệu pha, khôi phục tần số sóng mang và khôi phục pha mang:

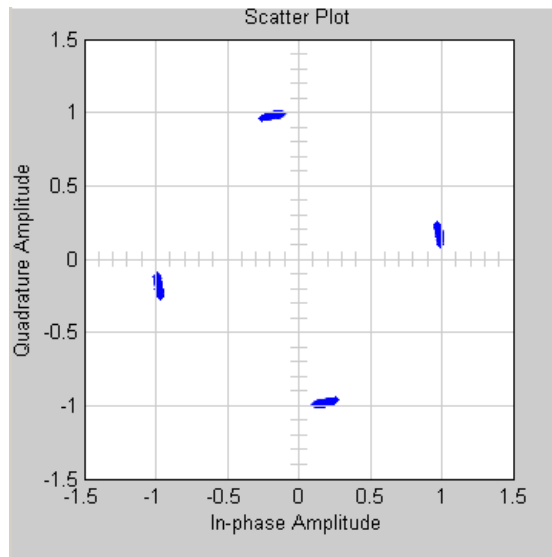


Hình 33: Mô phỏng khôi phục định thời kí hiệu pha

Xét lần lượt các khối khôi phục: Khối khôi phục định thời pha trong sơ đồ mô phỏng (hình 22) thực chất là khôi phục lại định thời kí hiệu pha. Khi trên đường truyền chỉ có dịch thời, sau khi cho tín hiệu thu được qua khối khôi phục định thời thì mỗi

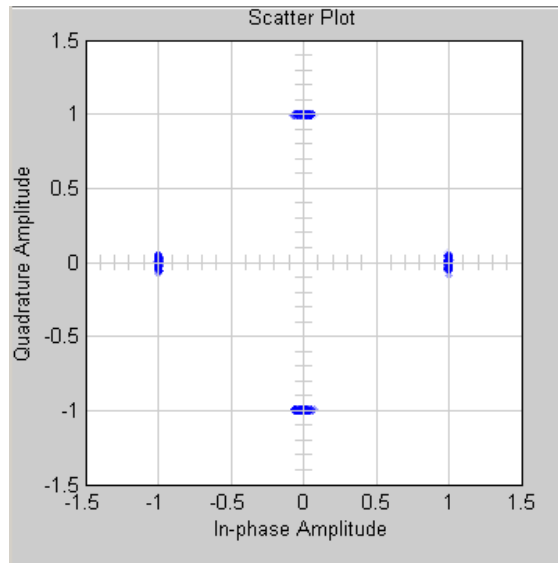
cặp điểm chấm gần nhau nhất trên hình 25 sẽ chập thành 1 điểm thể hiện cho việc đã xác định được điểm lấy mẫu tín hiệu thu sớm nên hay muộn đi do rung pha về mặt thời gian. Khi mà đường truyền có cả dịch thời, dịch pha, dịch tần thì sau khi khôi phục dịch thời ta sẽ thu được 4 cung tròn xoay ngược chiều kim đồng hồ.

Tín hiệu sau khi đã khôi phục định được đi qua mạch khôi phục lại tần số (hình 33).



Hình 34: Mô phỏng khôi phục lại tần số

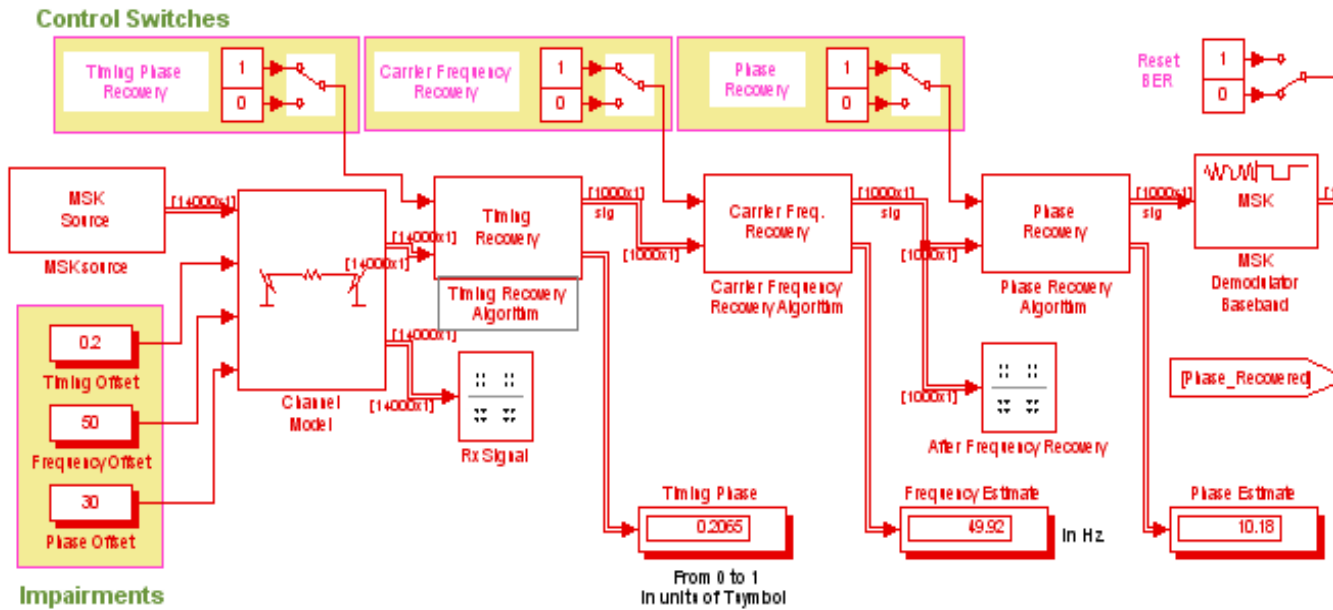
Tín hiệu khi được khôi phục tần số sóng mang sẽ có một tần số xác định, do đó tần số sẽ không thay đổi tuyến tính theo thời gian nữa. Nên trên hình 34 giản đồ không gian của tín hiệu MSK sẽ chỉ còn giá trị pha bị dịch đi với một giá trị xác định so với vị trí  $0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2}$  trên giản đồ pha tín hiệu MSK (hình 7). Tiếp tục cho đi qua mạch khôi phục dịch pha mang (hình 35).



Hình 35: Mô phỏng khôi phục pha mang

Như vậy qua hai mô hình mô phỏng khôi phục tần số sóng mang và khôi phục pha mang ta thấy rằng ở lối ra của bộ khôi phục tần số sóng mang thì pha mang sẽ bị dịch về một phía nào đó với một giá trị pha xác định so với giản đồ không gian tín hiệu MSK tại nơi phát (hình 7), khi qua sơ đồ khôi phục pha mang, nó sẽ dịch với một lượng bằng đúng giá trị đó nhưng theo chiều ngược lại. Hay nói cách khác, qua bộ khôi phục pha mang nó sẽ bù lại một lượng pha bằng đúng giá trị pha đã bị dịch trên kênh truyền. Khi đó tín hiệu tại nơi thu đã được khôi phục cả về định thời, tần số và pha sau đó tín hiệu MSK đến bộ giải điều chế MSK chỉ có nhiễu Gaussian. Bộ giải điều chế chỉ cần dùng thuật toán Viterbi để chọn tổ hợp giống với bản tin phát đi nhất trong rất nhiều các tổ hợp dữ liệu và đồng thời loại bỏ được nhiễu Gaussian dễ dàng.





Hình 36: Các giá trị ước lượng độ dịch định thời, tần số, pha sau khi khôi phục

Từ hình 36 ta thấy rằng các giá trị ước lượng độ dịch định thời kí hiệu pha, tần số, pha mang được hiện trên đồng hồ đo qua các bộ khôi phục có giá trị gần bằng với các giá trị dịch đóng vai trò là nhiễu trên kênh truyền. Các giá trị này càng xấp xỉ với giá trị dịch tại nơi phát càng tốt.

### 3.3.4 Sử dụng công cụ Bertool trong Matlab 7.0 để tính toán BER

\* Công thức và ý nghĩa của tốc độ lỗi bit BER:

Ta có:

$$SNR = \text{tỉ số tín/tạp} = S/N .$$

Nên tốc độ bit được tính theo công thức

$$C = B \log_2 (1 + SNR)$$

Để truyền không có nhiễu thì  $N = 0$

$$C = \infty$$

Nhưng trong thực tế điều này là không thể xảy ra vì tốc độ bit không thể là vô cùng và tạp âm nhiễu trong không khí không thể là bằng không được. Do đó người ta luôn lấy những giá trị C và N một giá trị thích hợp.

Trong khi đó xác suất sai lỗi  $P_e$  (tương ứng với độ sai bit BER) phụ thuộc vào  $C/N$  (tương ứng với  $E_b/N_0$  ở đầu vào của bộ giải điều chế). Sai lỗi càng lớn tương đương với hiệu suất sử dụng nguồn càng thấp vì năng lượng đã tiêu phí cho càng nhiều hơn cho dữ liệu sai.

$$\text{Với } \frac{E_b}{N_0} = \frac{C}{N} * \frac{B_w}{f_b}$$

Trong đó :  $E_b$  là năng lượng của một bit.

$N_0$  là mật độ tạp âm.

$C$  là công suất sóng mang.

$N$  là công suất nhiễu.

$\frac{B_w}{f_b}$  là tỉ số của dải thông tạp âm với tốc độ bit.

Từ đó ta tính được tốc độ lỗi bit BER phụ thuộc vào giá trị  $\frac{E_b}{N_0}$  như thế nào.

\* Các bước thao tác sử dụng Bertool:

Công cụ Bertool trong Matlab 7.0 để mô phỏng để tính toán BER và so sánh với kết quả BER thực nghiệm với lý thuyết. Các bước thao tác sử dụng Bertool như sau:

Bước 1: Mở cửa sổ lệnh trong Matlab 7.0, sau đó click file/open, trong cửa sổ open click MALAB7/toolbox/commbks/commbksdemos/msk\_sync để mở file msk\_sync đó là file mô phỏng sơ đồ khôi phục tín hiệu MSK.

Bước 2: Để khai báo các giá trị khởi đầu của các thông số trong MATLAB workspace và các giá trị trong các khối thông số này phải được định nghĩa, đánh vào cửa sổ lệnh MATLAB dòng lệnh sau:

$$EbNo = 0; \text{maxNumErrs} = 100; \text{maxNumBits} = 1e8;$$

Trong đó: EbNo là tham số khởi đầu cho và bằng 0

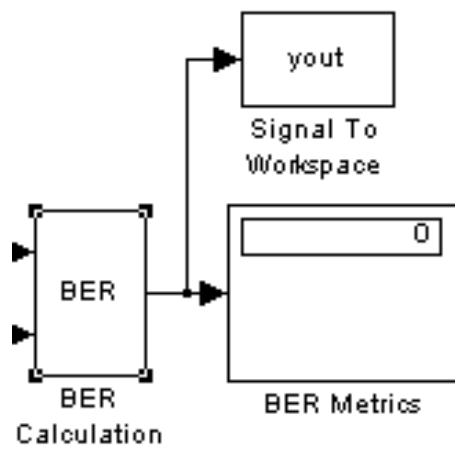
maxNumErrs là số bit lỗi lớn nhất và bằng 100

maxNumBits là số bit lớn nhất được xử lý và bằng 1e8

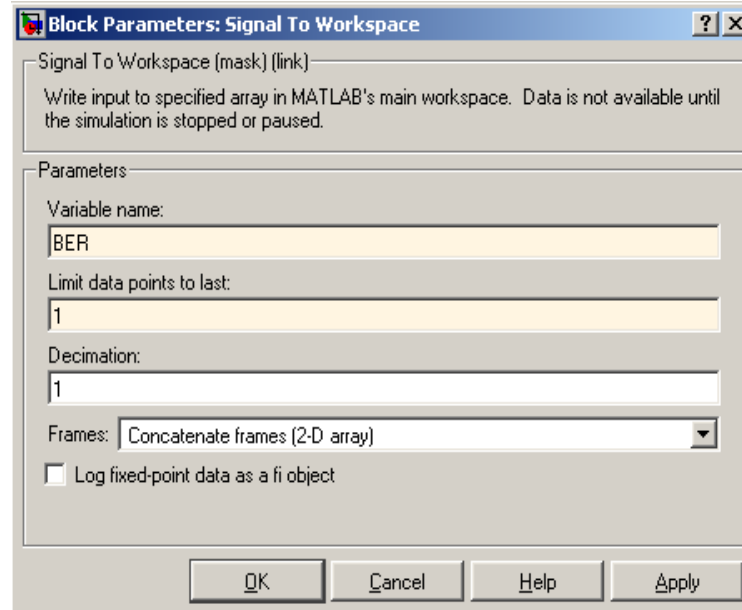
**Bước 3:** Để chắc chắn rằng BERtool sử dụng đúng lượng ồn cho mỗi một lượng thời gian chạy mô phỏng, mở hộp thoại của khối AWGN Channel bằng việc click đúp vào khối. Đặt **Es/No** là EbNo và click **OK**.

**Bước 4:** Để sử dụng đúng tiêu chuẩn dừng công cụ BERtool đang chạy cho mỗi lần chạy lặp lại, mở khối Error Rate Calculation . Đặt **Target number of errors** bằng maxNumErrs, đặt **Maximum number of Symbol** bằng maxNumBits và click **OK**. Đó là hai điều kiện để dừng chương trình mô phỏng BER nếu một trong hai điều kiện đó xảy ra.

**Bước 5:** Để BERtool có thể truy nhập được kết quả BER và khối Error Rate Calculation tính toán được số lỗi bit, ta lấy khối Signal to Workspace trong Signal Processing Blockset và nối vào đầu ra của khối Error Rate Calculation



**Bước 6:** Để cấu hình thêm vào khối Signal to Workspace ta mở hộp thoại. Đặt thông số **Variable name** là BER, đặt thông số **Limit data points to last** là 1 và click là 1000.



**Bước 7:** Để mô phỏng chạy nhanh hơn với giá trị EbNo lớn hơn, mở hộp thoại của khối Bernoilli Binary Generator. Kiểm tra **Frame-base outputs** và đặt **Samples per frame** nên 1000.

**Bước 8:** Save file mô phỏng vừa thay đổi các thông số trên vào và lấy tên file là msk\_1.

**Bước 9:** (tùy chọn) tại cửa sổ dòng lệnh Matlab ta đánh dòng lệnh

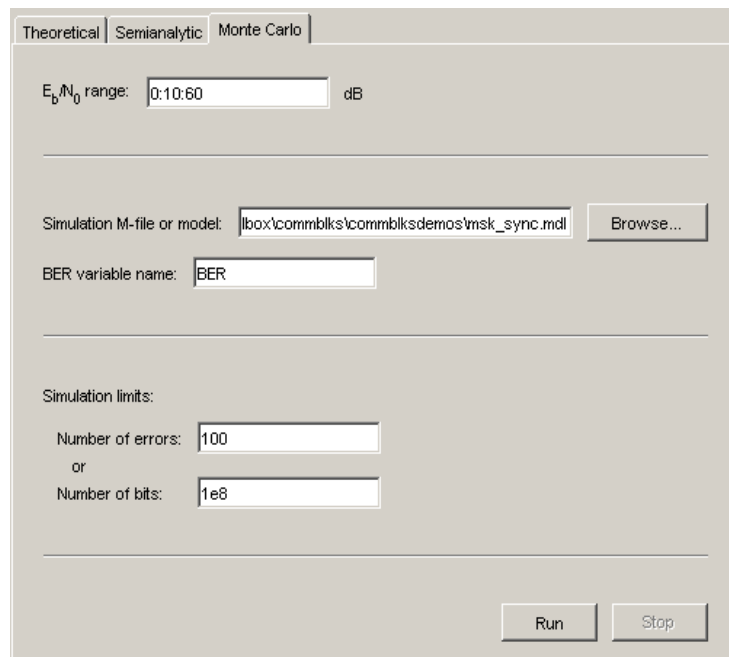
```
set_param('bertool_bpskdoc','preLoadFcn',...
```

```
'EbNo = 0; maxNumErrs = 100; maxNumBits = 1e8;');
```

Bước này có thể có hoặc không cũng được. Nếu có thì ta đã mặc định là các lần sau ta chạy lại mô phỏng với chính các thông số ta vừa đặt và không có sự thay đổi.

**Bước 10:** Mở BERtool và tới bảng **Monte Carlo**

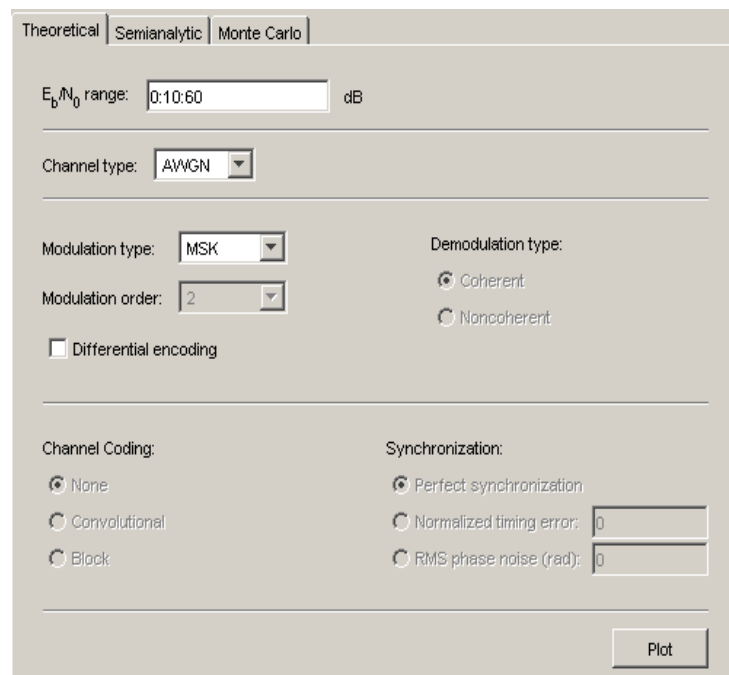
**Bước 11:** Đặt các thông số trong bảng **Monte Carlo** theo chỉ dẫn dưới đây:



**Bước 12:** Click **Run**

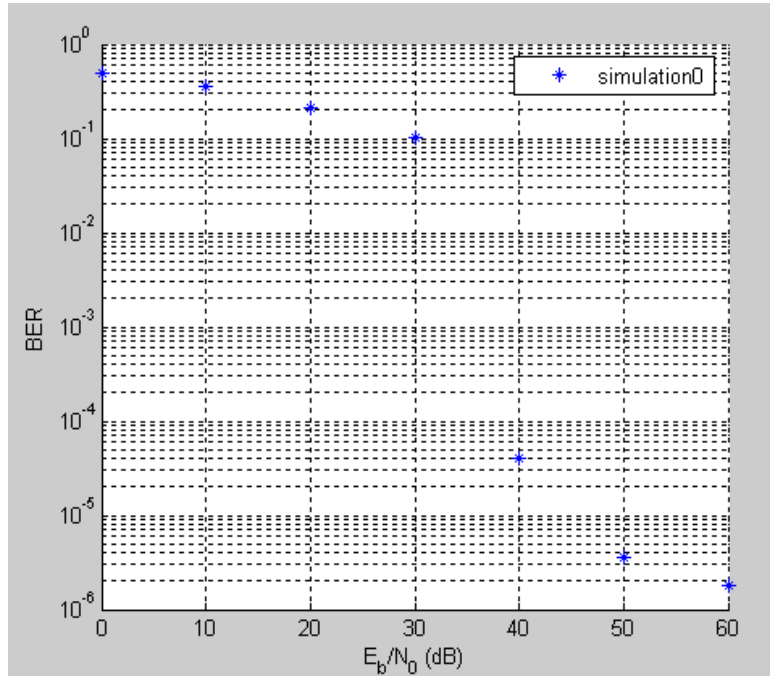
BERtool sẽ đưa ra kết quả tính toán trong một số khoảng thời gian và vẽ nên một số điểm.

**Bước 13:** Ta cũng có thể so sánh kết quả mô phỏng lý thuyết với kết quả thực nghiệm. Click **Theoretical** trong BERtool và đặt theo các thông số dưới đây:



**Bước 14:** Click **Plot**. Khi đó BERtool sẽ vẽ ra đường cong lý thuyết và cả đường thực nghiệm.

*\* Kết quả hiển thị tốc độ lỗi bit BER (Bit error rate)*



Hình 37: Hiển thị BER

Như trên hình tính toán lỗi bit BER. Với giá trị  $E_b/N_0$  nhỏ thì BER còn rất lớn, khi  $E_b/N_0$  trong khoảng từ 30dB đến 40dB BER giảm rất nhanh. Từ  $E_b/N_0$  bằng 40dB trở đi BER có giá trị rất nhỏ.

Kết quả BER có được bởi việc tính toán dựa trên mô phỏng bộ điều chế, kênh AWGN cũng như mạch lọc thông dải và giải điều chế. Việc này được thực hiện khi có sóng mang hoàn chỉnh và có sự đồng bộ bit. Điều này là rất quan trọng và không áp dụng được cho việc thiết kế trong hệ thống thực, đặc biệt tại giá trị BER nhỏ. Ý tưởng kết hợp sóng mang và thuật toán đồng bộ bit đã được thực hiện trong bộ mô phỏng. Trong thực tế việc liên kết hệ thống thông tin di động thực giữa các vị trí di chuyển và trạm cơ sở sẽ tùy thuộc vào nhiễu fading Rayleigh, đó là kết quả dịch pha nhanh. Điều này sẽ có ảnh hưởng đáng kể đến giá trị BER. Để cải thiện điều này ta phải cải thiện bộ giải điều chế và kênh, làm cho tỉ số  $E_b/N_0$  tăng lên và giá trị BER giảm đi. Có thể tăng tỉ số C/N cho đặc trưng BER mức tối đa từ 10 – 15 dB.

### **Kết luận**

Trong giới hạn của khoá luận này, mục đích là dùng Matlab 7.0 để mô phỏng quá trình khôi phục tín hiệu MSK trên điều kiện kênh truyền chất lượng kém.

Cụ thể, khoá luận này đã mô phỏng những ảnh hưởng đóng vai trò là nhiễu trên đường truyền đến chất lượng tín hiệu thu được tại nơi thu như: dịch định thời kí hiệu pha, dịch tần số, dịch pha và nhiễu Gaussian cũng như cho ta biết mức độ ảnh hưởng của nhiễu đến dạng tín hiệu thu được. Đồng thời mô phỏng được quá trình khôi phục định thời kí hiệu pha, khôi phục tần số sóng mang, khôi phục pha mang và nêu nên các phương pháp để khôi phục các tham số đã bị dịch. Ngoài ra khoá luận này đã sử dụng công cụ BERtool tính tốc độ lỗi bit BER nhằm minh hoạ tính phức tạp của quá trình khôi phục tín hiệu tại nơi thu.

Qua đó dựa vào lí thuyết và mô phỏng cho ta hình dung toàn cảnh khôi phục lại tín hiệu MSK trên kênh truyền chất lượng kém trong thực tế.

Do thời gian và hiểu biết có hạn, chắc chắn khoá luận này không tránh khỏi sai sót. Em rất mong sự góp ý và châm trước của các thầy cô.

Em xin chân thành cảm ơn.

Hà Nội, ngày 28 tháng 5 năm 2005

Sinh viên

Ngô Thị Nguyên

**Các tài liệu tham khảo**

[1] *Cơ sở lý thuyết truyền tin* \_Tập 1

Tác giả: Đặng Văn Chuyết, Nguyễn Tuấn Anh.

[2] *Kỹ thuật truyền dẫn số* \_ Học viện kỹ thuật quân sự \_Hà Nội 2000

Tác giả: Nguyễn Quốc Bình

[3] *Thông tin không dây nguyên tắc và thực hành* \_Tập2

Người dịch: Nguyễn Viết Kính

[4] *Thông tin di động số Cellular* \_Nhà xuất bản giáo dục

Tác giả: Vũ Đức Thọ

[5] *Wireless Communication Principles and Practice*

Tác giả: Theodore S.Rappaport



**MỤC LỤC**

Lời mở đầu.....4

Chương I: TỔNG QUAN MỘT SỐ KỸ THUẬT ĐIỀU CHẾ SỐ .....6

    1.1 Khoá dịch pha (PSK) .....6

    1.2. Khoá dịch pha vuông góc (QPSK) .....7

    1.3 Khoá dịch pha lệch vuông góc (OQPSK).....9

    1.4 Kỹ thuật điều chế tín hiệu MSK trong thông tin vô tuyến .....11

        1.4.1 Phương pháp điều chế và biểu diễn tín hiệu MSK.....11

        1.4.2 Giảm đồ không gian tín hiệu MSK .....15

        1.4.3 So sánh phổ của tín hiệu MSK với tín hiệu OQPSK. ....16

        1.4.4 Sơ đồ bộ thu và phát tín hiệu MSK.....18

    1.5 Khoá dịch tối thiểu kiểu Gauss (GMSK).....19

Chương II KỸ THUẬT KHÔI PHỤC TÍN HIỆU MSK .....25

    2.1 Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng truyền dẫn vô tuyến .....25

    2.2 Kỹ thuật khôi phục tín hiệu MSK.....28

        2.2.1 Khôi phục định thời kí hiệu .....28

        2.2.2 Kỹ thuật khôi phục tần số sóng mang.....30

        2.2.3 Kỹ thuật khôi phục pha mang .....31

        2.2.4 Giải điều chế tín hiệu MSK.....31

Chương III MÔ PHỎNG HỆ THỐNG KHÔI PHỤC TÍN HIỆU MSK.....33

    3.1 Cấu trúc chương trình mô phỏng .....33

        3.1.1. Cấu trúc chương trình mô phỏng .....33

        3.1.2. Kết quả và hiển thị .....34

        3.1.3. Thí nghiệm với chương trình .....34

    3.2 Các khối trong sơ đồ mô phỏng.....34

3.2.1 Máy phát nhị phân Bernoulli .....	34
3.2.2 Điều chế tín hiệu băng cơ sở MSK .....	36
3.2.3 Kênh AWGN.....	37
3.2.4 Khối khôi phục định thời tín hiệu MSK.....	40
3.2.5 Khối khôi phục pha mang CPM.....	42
3.2.6 Giải điều chế tín hiệu băng cơ sở MSK .....	43
3.2.7 Giảm đồ hiển thị các điểm phân tán.....	45
3.2.8 Giảm đồ mắt.....	45
3.3 Mô phỏng bằng Matlab 7.0.....	46
3.3.1 Mô phỏng tín hiệu đi qua kênh chỉ có cộng ồn Gaussian trắng (AWGN)....	46
3.3.2 Mô hình tín hiệu qua kênh gồm nhiễu Gaussian, dịch định thời, dịch pha mang và dịch tần số sóng mang. ....	48
3.3.3 Mô phỏng mô hình khôi phục định thời kí hiệu pha, khôi phục tần số và khôi phục pha sóng mang.....	52
3.3.4 Sử dụng công cụ Bertool trong Matlab 7.0 để tính toán BER .....	57
Kết luận.....	63
Các tài liệu tham khảo .....	64