

CHƯƠNG 4. CÁC KỸ THUẬT MÃ HÓA DỮ LIỆU TUẦN TỰ

Sau khi học xong bài này, sinh viên có thể:

- Nắm được các kỹ thuật mã hóa dữ liệu tuần tự sang tín hiệu số như: điều chế xung mã PCM, điều chế Delta DM.
- Nắm được các kỹ thuật mã hóa dữ liệu tuần tự sang tín hiệu tuần tự như: AM, FM và PM.

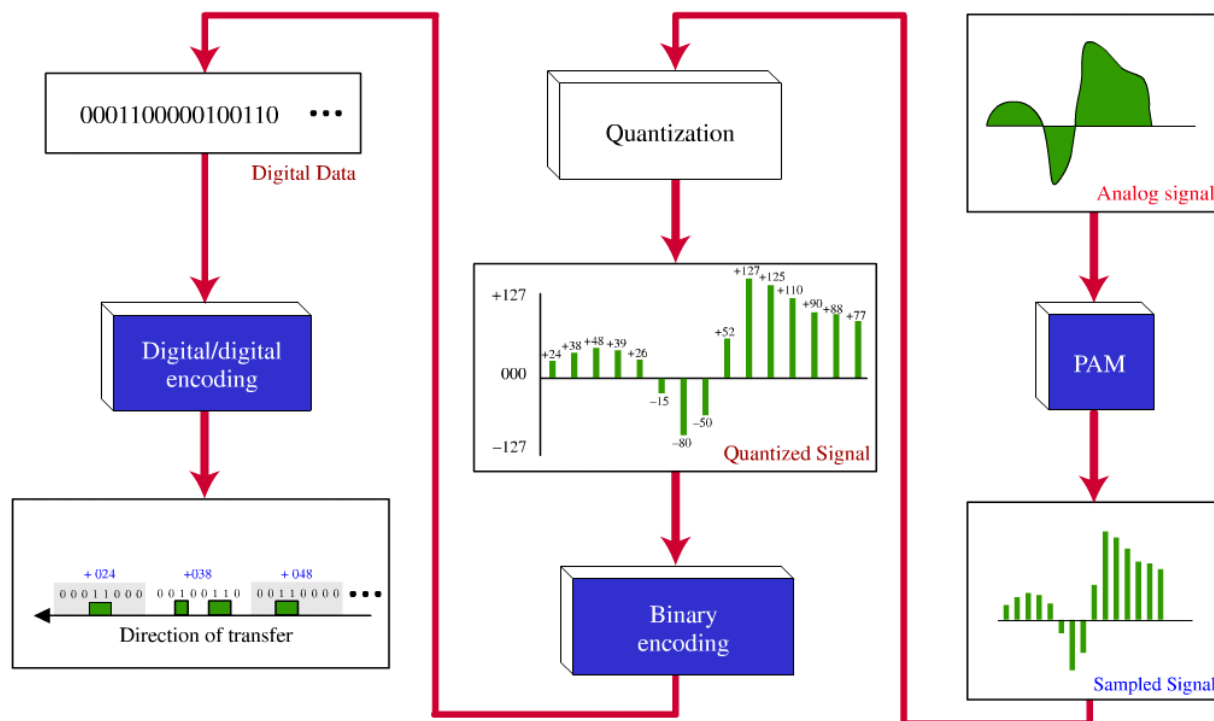
4.1 Các kỹ thuật mã hóa dữ liệu tuần tự sang tín hiệu số

4.1.1 Điều chế xung mã PCM (Pulse Code Modulation)

Ở kỹ thuật điều chế xung mã PCM, nếu tín hiệu được lấy mẫu đều với tốc độ lấy mẫu cao hơn tối thiểu 2 lần tần số tín hiệu cao nhất thì các mẫu thu được chứa đủ thông tin của tín hiệu ban đầu.

Ví dụ dữ liệu tiếng nói có giới hạn tần số là 4000 Hz thì khi điều chế xung mã, chúng ta sử dụng tốc độ lấy mẫu là 8000 mẫu/giây để đảm bảo chứa đủ thông tin của tín hiệu ban đầu, các mẫu này được gọi là PAM (Pulse Amplitude Modulation) samples.

Mô hình điều chế xung mã được tiến hành theo sơ đồ dưới đây:



Hình 4-1: Mô hình điều chế xung mã PCM

- Đầu vào của mô hình là tín hiệu/dữ liệu tuần tự.
- Đầu ra là dữ liệu số được mã hóa bằng các kỹ thuật mã hóa dữ liệu số sang tín hiệu số để truyền đi.
- Cụ thể các bước của mô hình như sau:
 - + Bước 1: Nhận tín hiệu/dữ liệu tuần tự đầu vào.
 - + Bước 2: Tiến hành lấy mẫu PAM → có được các mẫu rời rạc theo tần số lấy mẫu – Sampled Signal.
 - + Bước 3: Tiến hành lượng tử hóa dựa vào biên độ của các mẫu trước đó – Quantized Signal.
 - + Bước 4: Tiến hành nhị phân hóa dữ liệu sử dụng 8 bit đối với mỗi mẫu – Digital Data.
 - + Bước 5: Tiến hành mã hóa dữ liệu số sang tín hiệu số sử dụng các kỹ thuật mã hóa dữ liệu số sang tín hiệu số để truyền dữ liệu đi.

Mã nguồn Matlab dưới đây tương ứng với kỹ thuật PCM:

```

clc;
close all;
clear all;
n=input('Nhập số lượng bit tương ứng với mỗi mẫu : ');
n1=input('Nhập tần số lấy mẫu : ');
L=2^n;
x=0:2*pi/n1:4*pi;
s=8*sin(x);
subplot(3,1,1);
plot(s);
title('Analog Signal');
ylabel('Amplitude--->');
xlabel('Time--->');
subplot(3,1,2);
stem(s);grid on; title('Sampled Signal'); ylabel('Amplitude--->'); xlabel('Sample--->');
% quá trình quantization
vmax=8;
vmin=-vmax;
del=(vmax-vmin)/L;

```

```

part=vmin:del:vmax;
code=vmin-(del/2):del:vmax+(del/2);
[ind,q]=quantiz(s,part,code);
l1=length(ind);
l2=length(q);
for i=1:l1
    if(ind(i)~=0)
        ind(i)=ind(i)-1;
    end
    i=i+1;
end
for i=1:l2
    if(q(i)==vmin-(del/2))
        q(i)=vmin+(del/2);
    end
end
subplot(3,1,3);
stem(q);grid on;
title('Quantized Signal');
ylabel('Amplitude--->');
xlabel('Sample--->');

figure
code=de2bi(ind,'left-msb');
k=1;
for i=1:l1
    for j=1:n
        coded(k)=code(i,j);
        j=j+1;
        k=k+1;
    end
end

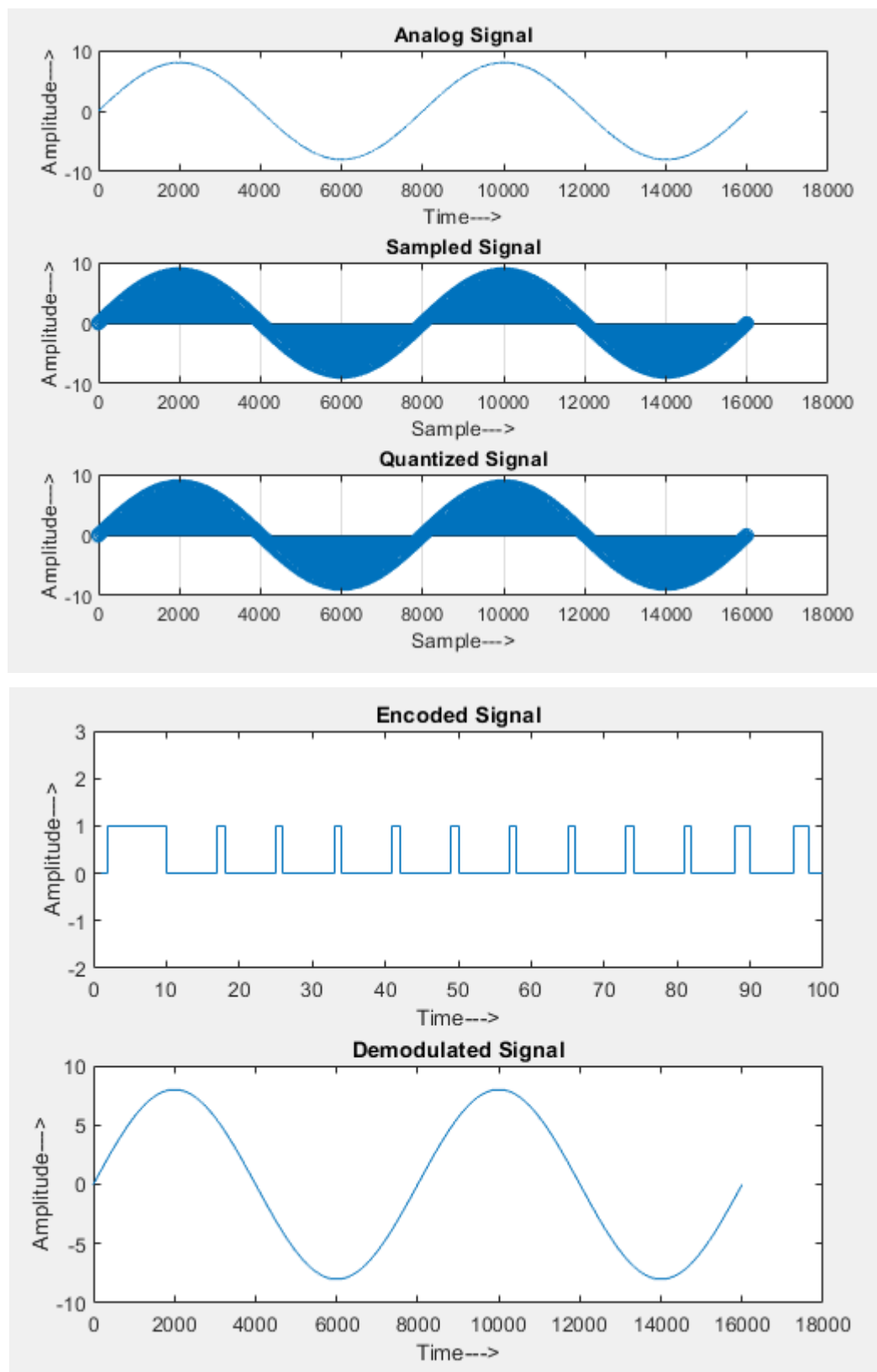
```

```

    i=i+1;
end
subplot(2,1,1); grid on;
stairs(coded);
axis([0 100 -2 3]); title('Encoded Signal');
ylabel('Amplitude--->');
xlabel('Time--->');
qunt=reshape(coded,n,length(coded)/n);
index=bi2de(qunt,'left-msb');
q=del*index+vmin+(del/2);
subplot(2,1,2); grid on;
plot(q);
title('Demodulated Signal');
ylabel('Amplitude--->');
xlabel('Time--->');

```

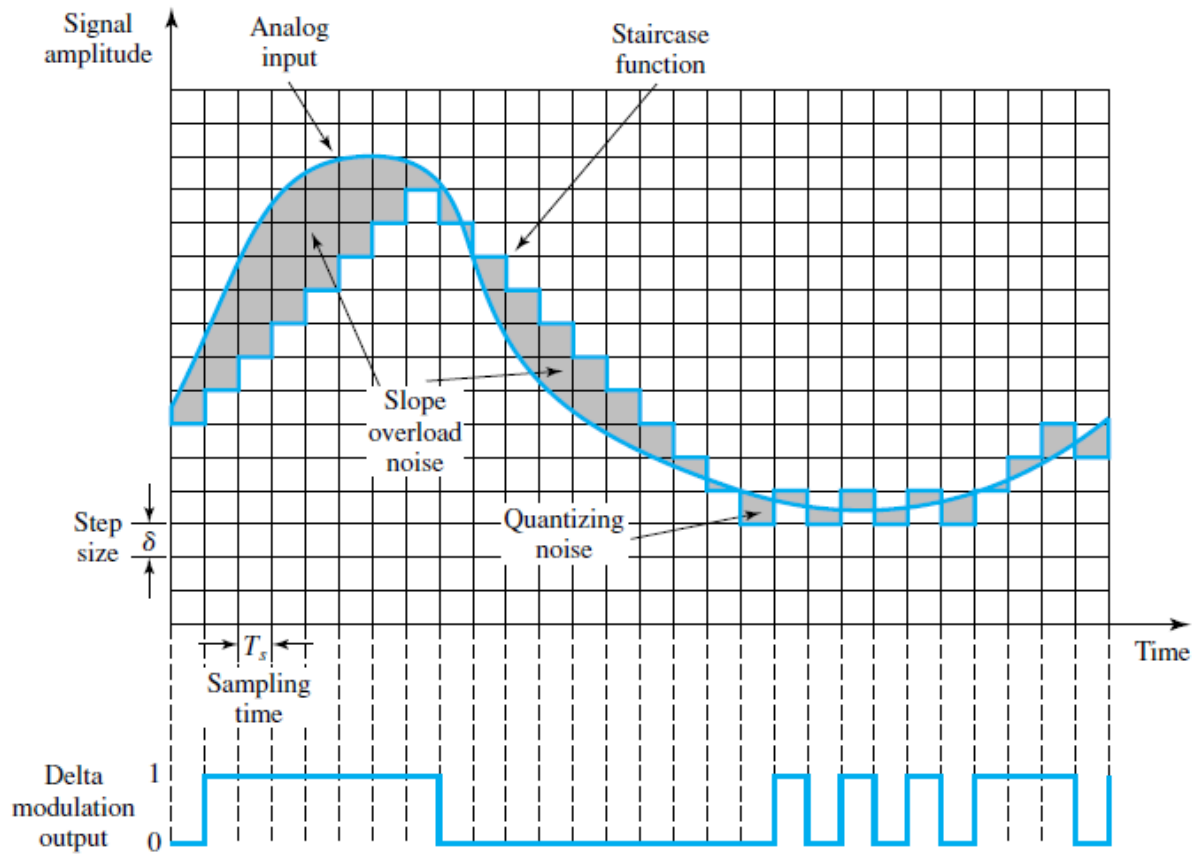
Kết quả của chương trình khi chạy thử với $n = 8$ và $n1 = 8000$ như hình bên dưới:



Hình 4-2: Quá trình điều chế và giải điều chế tín hiệu tuần tự sử dụng PCM

4.1.2 Điều chế Delta DM (Delta Modulation)

Ở kỹ thuật điều chế này, tín hiệu/dữ liệu tuần tự sẽ được xấp xỉ bởi hàm bậc thang (staircase). Tín hiệu sẽ đi lên hoặc đi xuống một lượng delta (δ) ứng với thời gian của mỗi mẫu (T_s) như hình bên dưới.



Hình 4-3: Quá trình điều chế sử dụng Delta Modulation

Mã nguồn Matlab dưới đây tương ứng với kỹ thuật Delta Modulation:

```
clc;  
clear all;  
close all;  
a=2;  
subplot(2,1,1);  
t=0:2*pi/50:2*pi;  
x=a*sin(t);  
l=length(x);  
plot(x,'r');
```

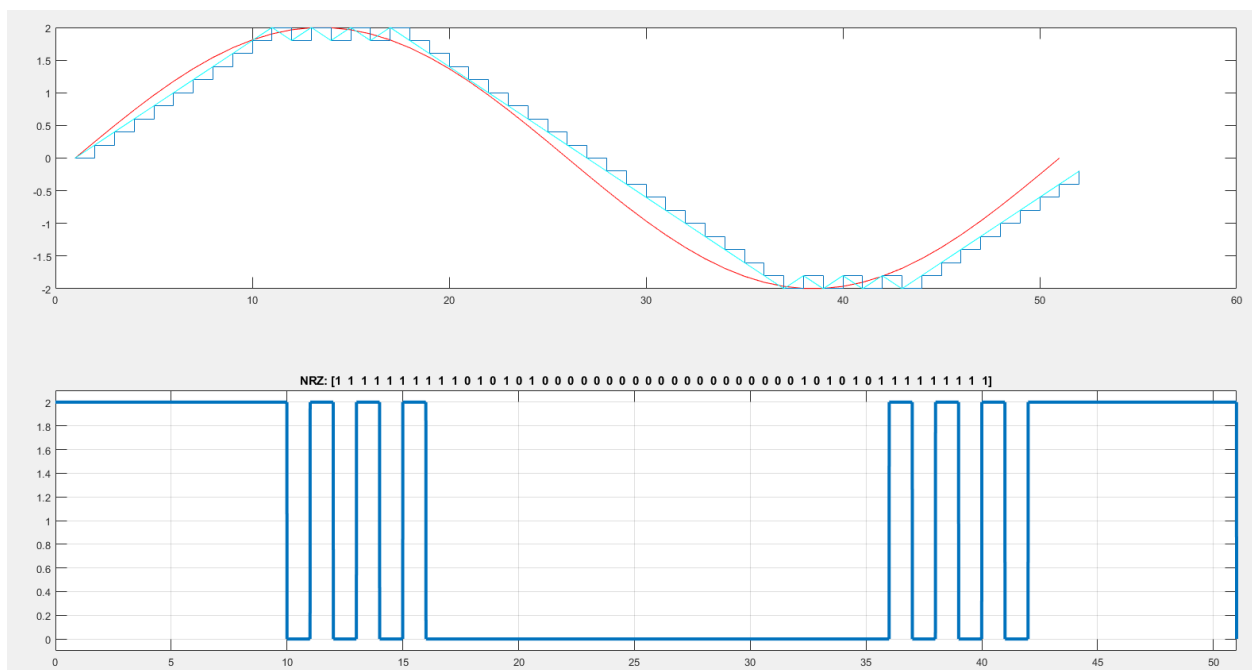
```

delta=0.2;
hold on
xn=0;
for i=1:l
    if x(i)>=xn(i)
        d(i)=1;
        xn(i+1)=xn(i)+delta;
    else
        d(i)=0;
        xn(i+1)=xn(i)-delta;
    end
end
stairs(xn)
hold on
plot(xn,'c');

subplot(2,1,2);
bitrate = 1;
[t,s] = nrz(d,bitrate);
plot(t,s,'LineWidth',3);
axis([0 t(end) -0.1 2.1])
grid on;
title(['NRZ: [' num2str(d) ']']);

```

Kết quả của chương trình được thể hiện như hình bên dưới:

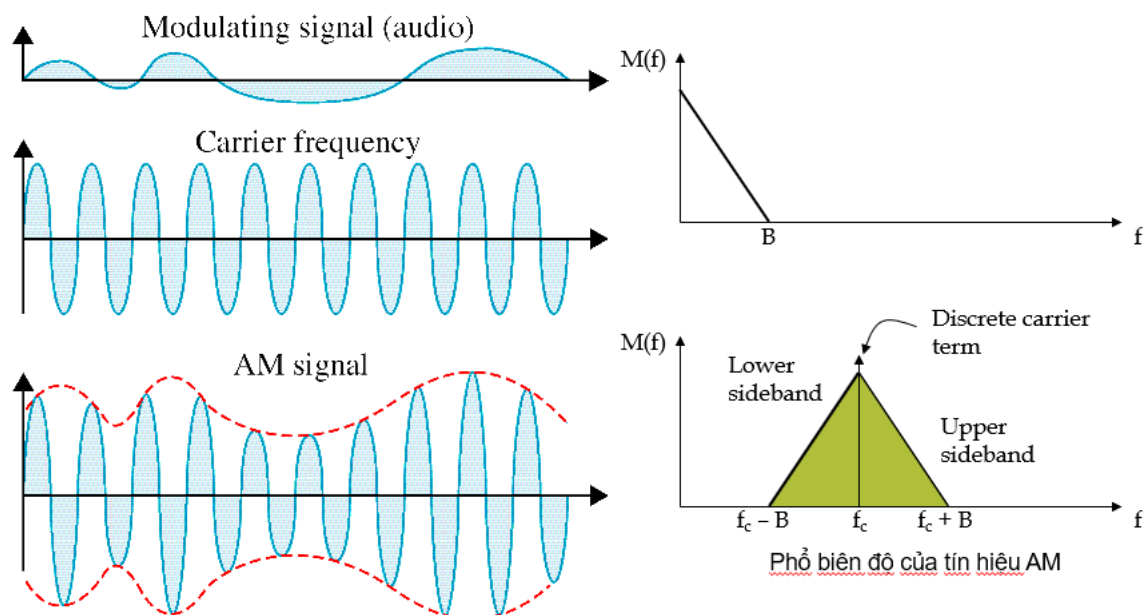


Hình 4-4: Quá trình điều chế sử dụng Delta Modulation

4.2 Các kỹ thuật mã hóa dữ liệu tuần tự sang tín hiệu tuần tự

4.2.1 Điều chế biên độ AM (Amplitude Modulation).

Điều chế biên độ (AM) là hình thức điều chế đơn giản nhất, được mô tả trong hình sau:



Hình 4-5: Dạng tín hiệu điều chế AM

Về mặt toán học, quá trình có thể được thể hiện dưới dạng sau:

$$s(t) = [1 + n_a x(t)] \cos 2\pi f_c t$$

Với $\cos 2\pi f_c t$ là sóng mang và $x(t)$ là tín hiệu đầu vào. n_a là hệ số điều chế là tỉ số của biên độ tín hiệu đầu vào và biên độ sóng mang. Số 1 thể hiện thành phần DC của tín hiệu.

Nếu $n_a < 1$ đường bao là một bản sao chính xác của tín hiệu gốc. Nếu $n_a > 1$ đường bao sẽ vượt qua trục thời gian và thông tin bị mất.

Giả sử một thành phần của tín hiệu mang đi điều chế (Modulating signal) có dạng $\cos 2\pi f_m t$. Ta có

$$s(t) = [1 + n_a \cos 2\pi f_m t] \cos 2\pi f_c t$$

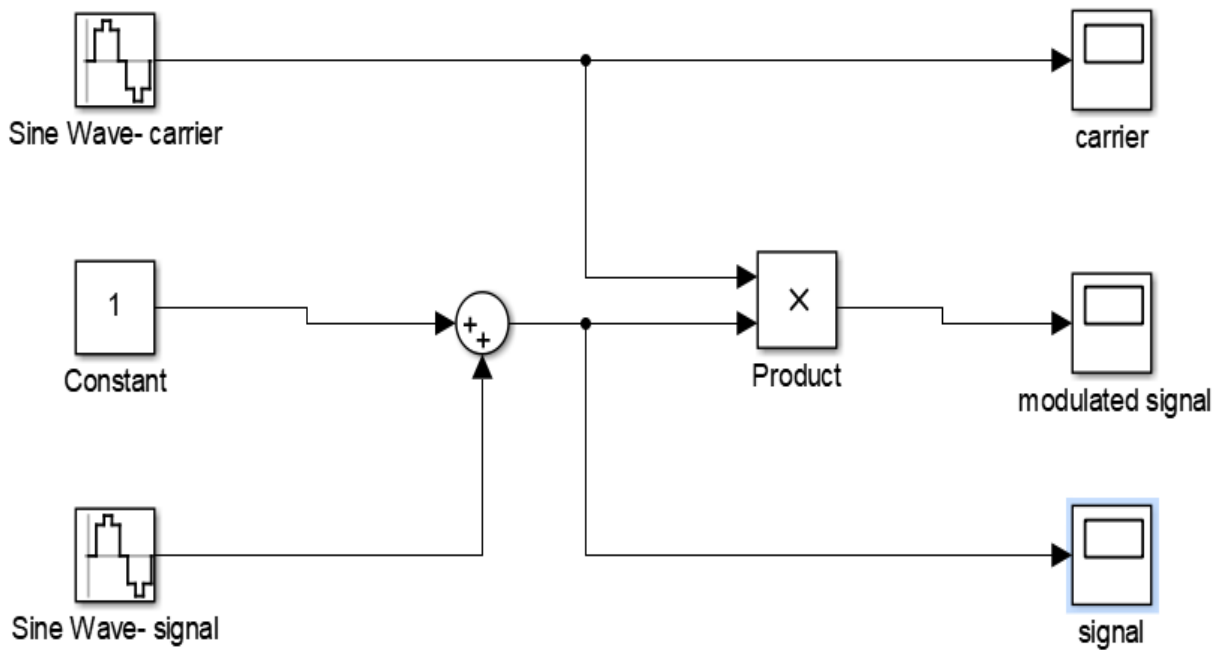
Triển khai biểu thức trên ta được:

$$s(t) = \cos 2\pi f_c t + (n_a/2) \cos 2\pi (f_m - f_c) t + (n_a/2) \cos 2\pi (f_m + f_c) t$$

Vì vậy ta sẽ có phổ của tín hiệu điều chế AM như hình trên.

Thiết kế bộ điều chế AM sử dụng simulink theo mô hình bên dưới:

Trong đó:



Hình 4-6: Sơ đồ mô phỏng hệ thống điều chế AM

- Khởi Sine wave-carrier tạo sóng mang hình sin: $O(t) = A \sin(F \cdot t + \text{Phase})$
 - Biên độ sóng mang : $A = 1$, Tần số góc: $F = 100\pi$ rad/sec, Phase = 0
- Biên độ của bộ phát tín hiệu Sine wave signal bằng 0.8 (tương ứng với n_a không lớn hơn 1).

- Khôi “ + ” đưa thành phần DC vào tín hiệu.

4.2.2 Điều chế tần số FM (Frequency Modulation).

Điều chế tần số (FM) là trường hợp đặc biệt của điều chế góc. Tín hiệu điều chế góc được biểu thị là:

$$s(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + \phi(t)]$$

Đối với điều chế tần số, đạo hàm của pha tỷ lệ với tín hiệu điều chế:

$$\phi'(t) = n_f m(t)$$

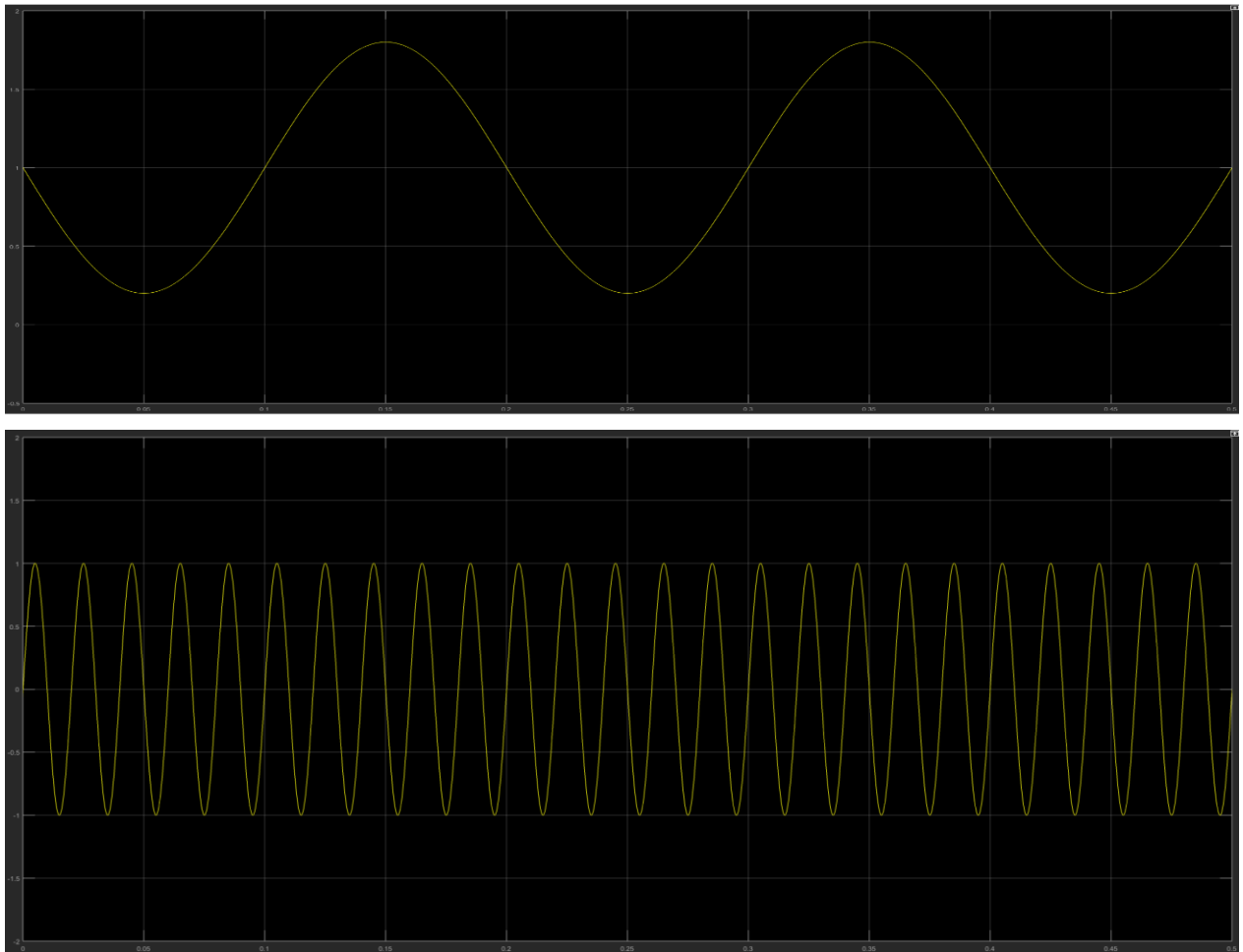
Với n_f là hệ số điều chế tần số và $\phi'(t)$ là đạo hàm của $\phi(t)$, $m(t)$ là tín hiệu được mang đi điều chế

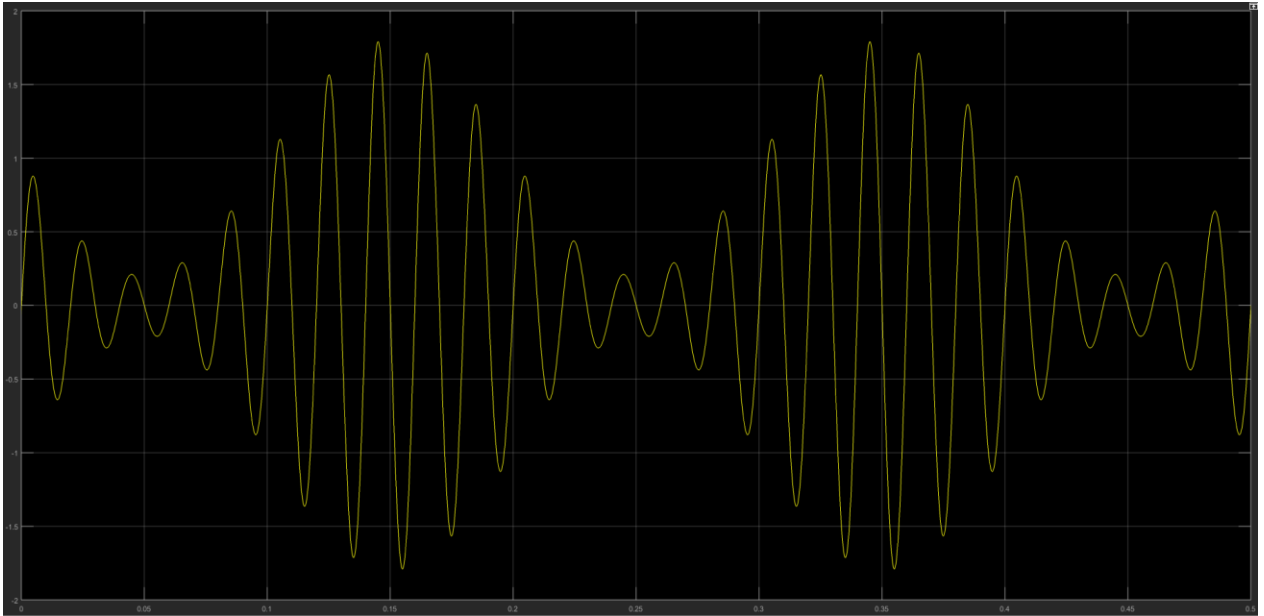
Nếu $\phi'(t) = -n_f \sin 2\pi f_m t$ là tín hiệu điều chế tần số thì biểu thức cho $s(t)$ như sau:

$$s(t) = \cos[2\pi f_c t + (n_f / 2\pi f_m) \cos 2\pi f_m t]$$

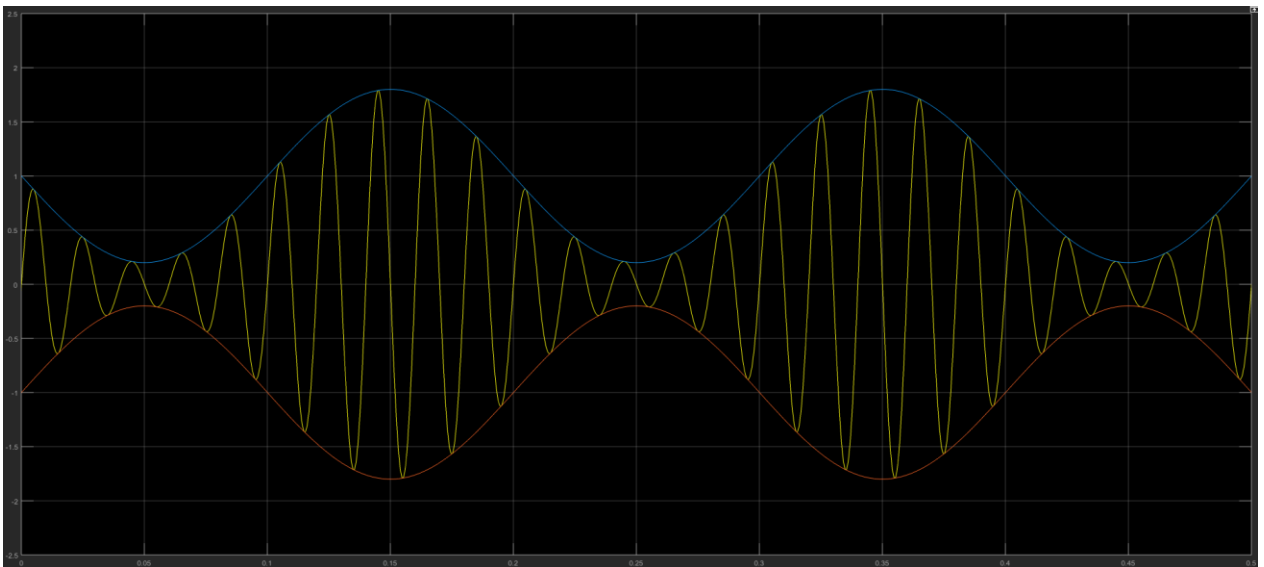
Độ lệch tần số tức thời của tín hiệu sóng mang là $-n_f \sin 2\pi f_m t$.

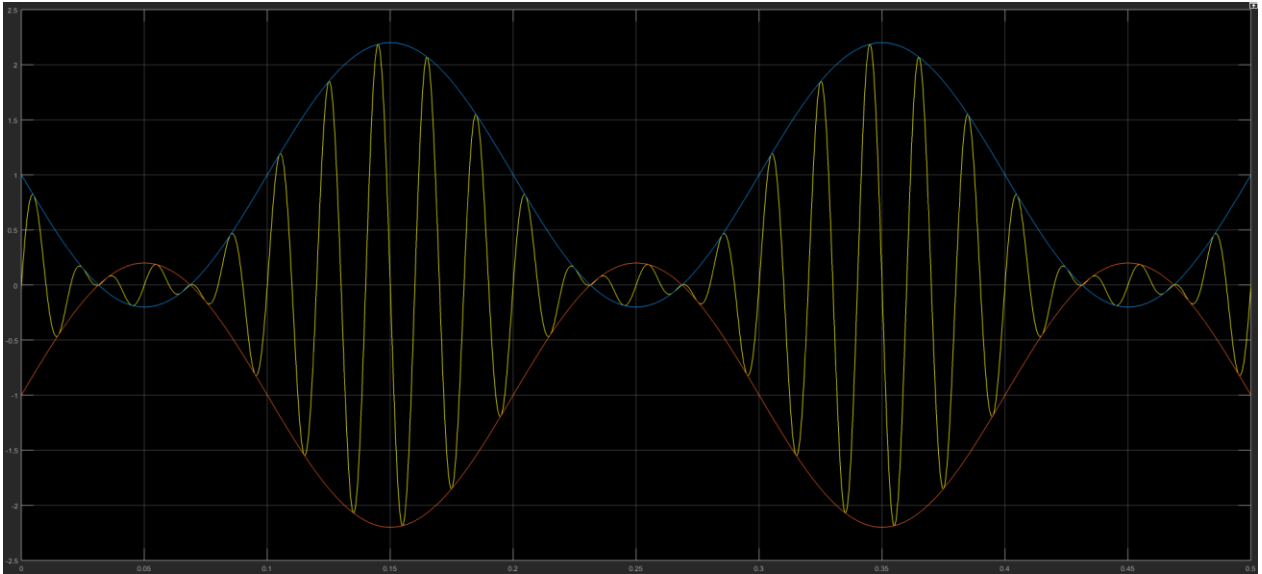
Chúng ta có thiết kế bộ điều chế FM sử dụng simulink theo mô hình bên dưới:



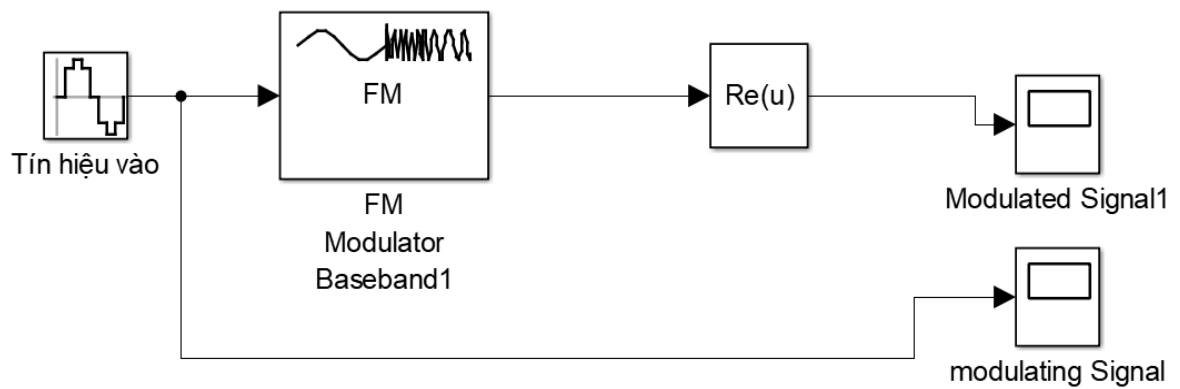


Hình 4-7: Dạng tín hiệu điều chế AM với hệ số điều chế $n_a = 0.8$





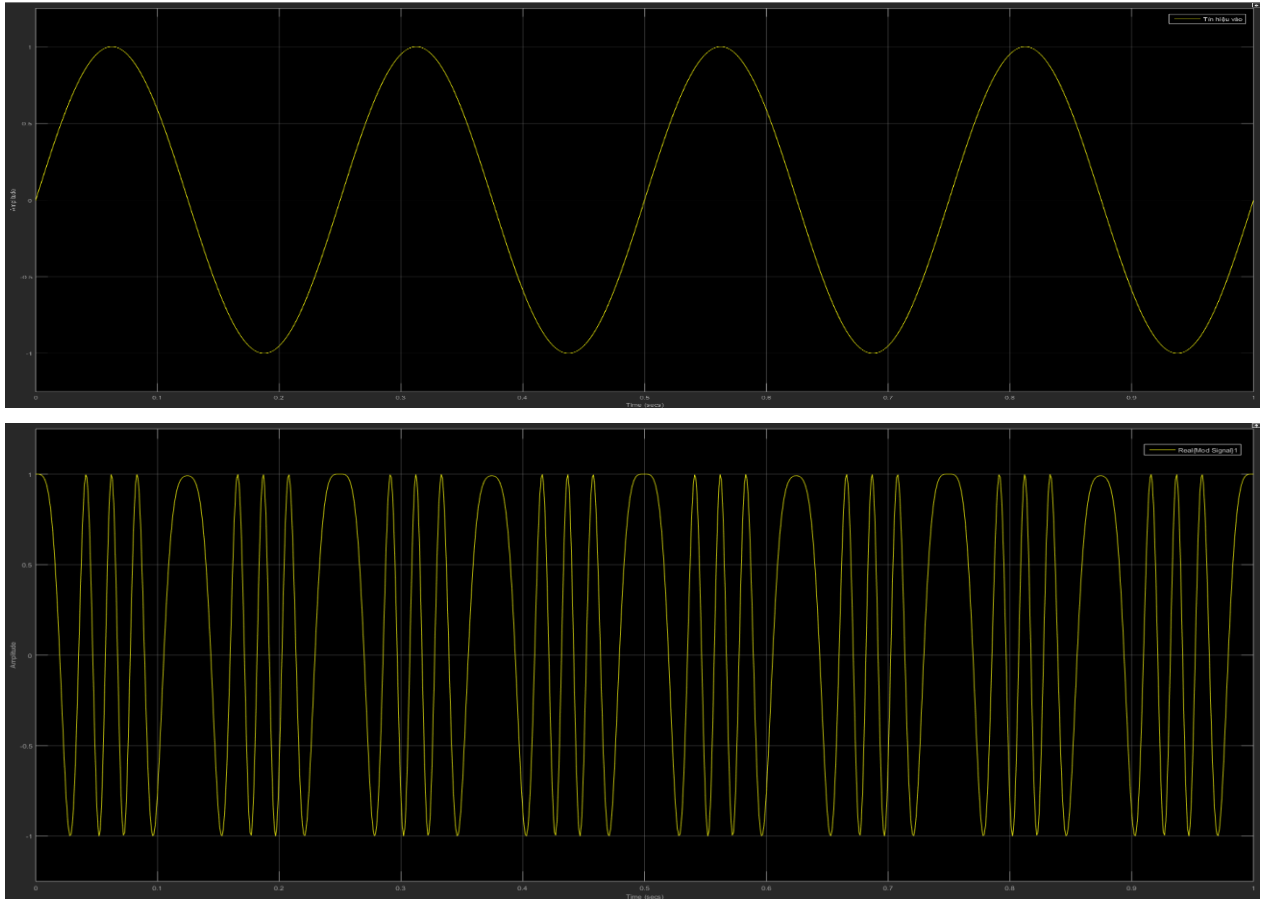
Hình 4-8: So sánh 2 tín hiệu điều chế AM với $n_a = 0.8$ (hình trên) và $n_a = 1.2$



Hình 4-9: Sơ đồ mô phỏng hệ thống điều chế FM

Trong đó:

- Khối Sine wave1 tạo nguồn tín hiệu điều chế hình sin: $O(t) = A \cdot \sin(F \cdot t + \text{Pharse})$
 - Biên độ sóng mang : $A = 1$, Tần số góc: $F = 8\pi \text{ rad/sec}$, Pharse = 0
 - Khối FM Modulator là bộ điều chế FM có tần số điều chế 50 hz.
 - Khối Re(u) để lấy phần thực của tín hiệu điều chế do khối FM cho ra tín hiệu phức.
- Kết quả mô phỏng như sau:



Hình 4-10: Biểu diễn dạng tín hiệu điều chế FM

4.2.3 Điều chế pha PM (PhaseFrequency Modulation).

Điều chế pha (PM) cũng là trường hợp đặc biệt của điều chế góc. Tín hiệu điều chế góc được biểu thị là:

$$s(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + \phi(t)]$$

Đối với điều chế pha, pha tỷ lệ với tín hiệu điều chế:

$$\phi(t) = n_p m(t)$$

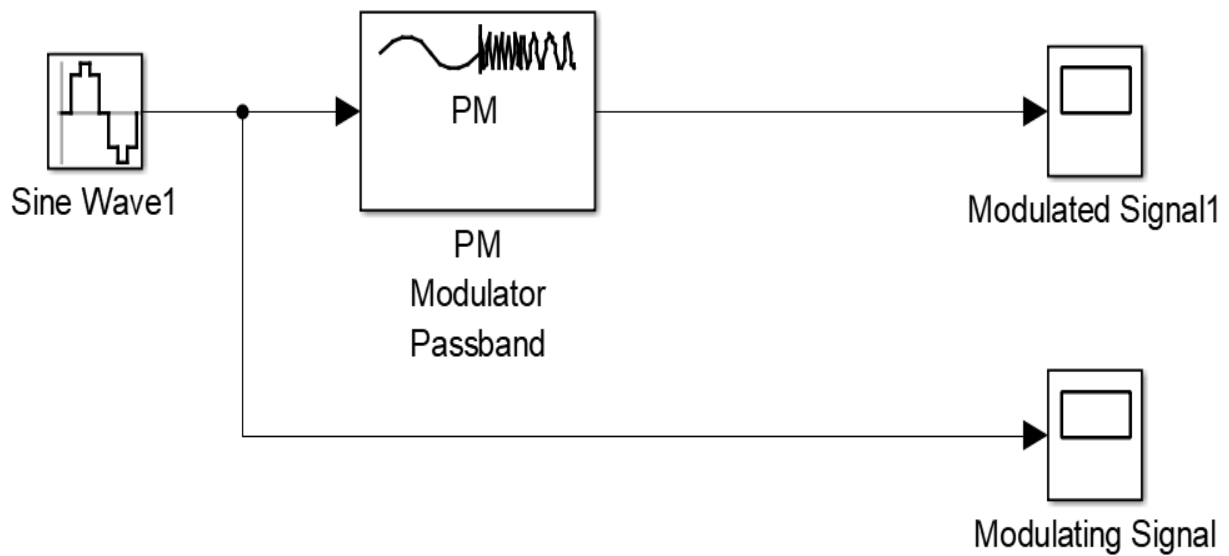
Với n_p là hệ số điều chế pha, $m(t)$ là tín hiệu điều chế. Trong PM, độ lệch pha tức thời tỷ lệ với $m(t)$.

Nếu $\phi(t) = n_p \cos 2\pi f_m t$ là tín hiệu điều chế pha và $A_c = 1$ thì biểu thức cho $s(t)$ như sau:

$$s(t) = \cos[2\pi f_c t + n_p \cos 2\pi f_m t]$$

Độ lệch pha tức thời của tín hiệu sóng mang là $n_p \cos 2\pi f_m t$, độ lệch pha đỉnh là n_p .

Chúng ta có thiết kế bộ điều chế PM sử dụng simulink theo mô hình bên dưới:

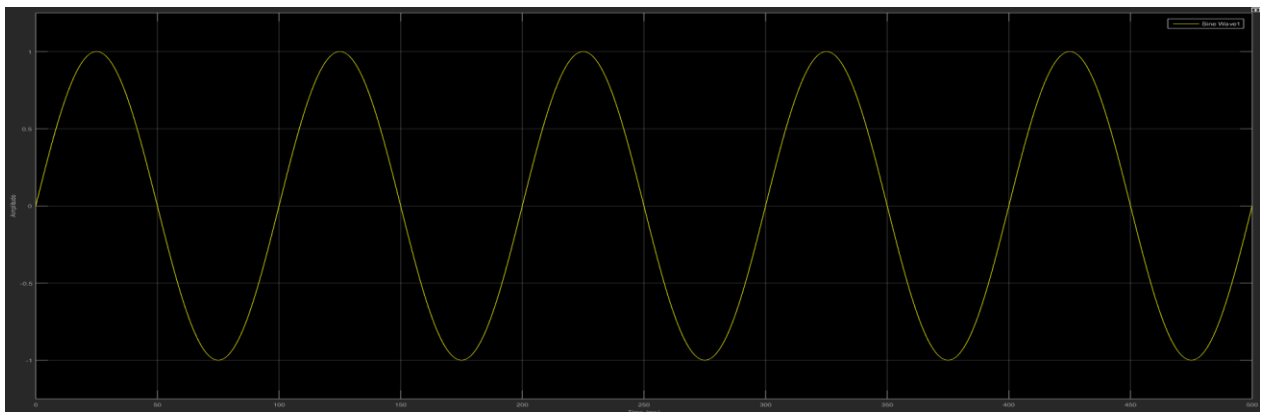


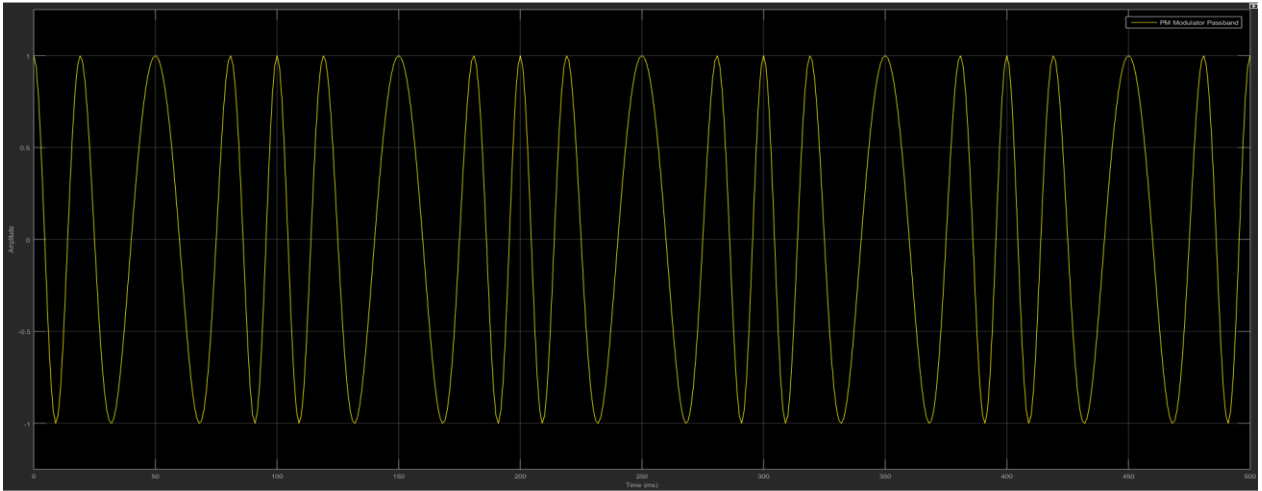
Hình 4-11: Bộ điều chế PM sử dụng simulink

Trong đó:

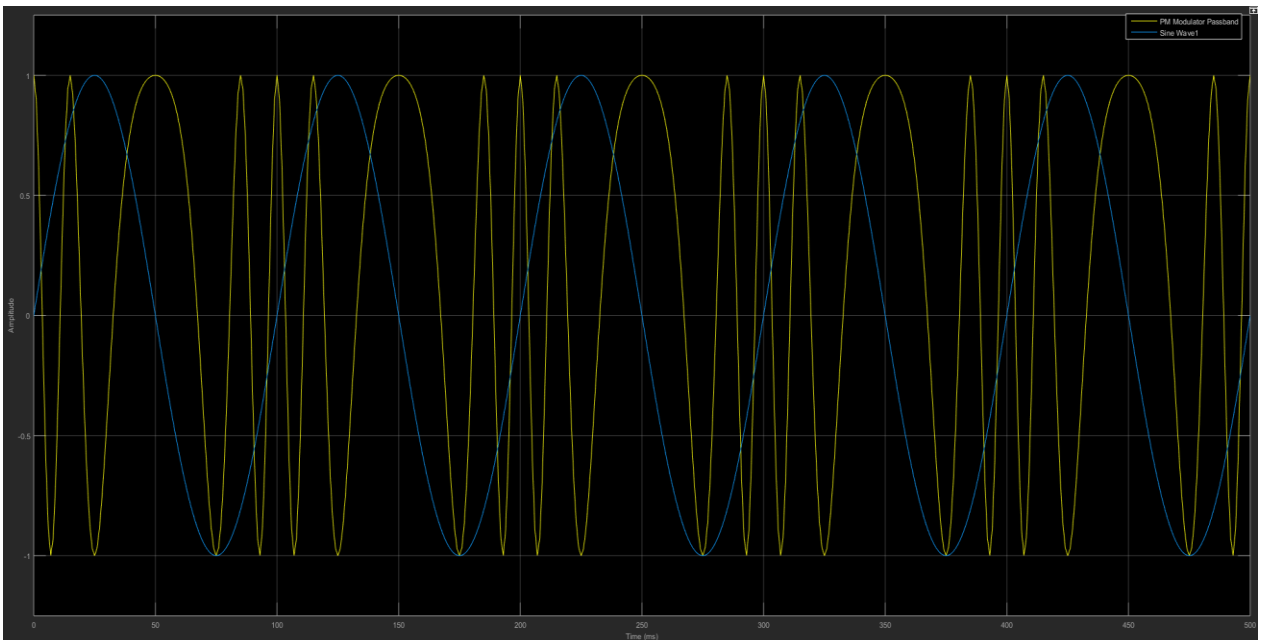
- Khối Sine wave1 tạo nguồn tín hiệu điều chế hình sin: $O(t) = A \cdot \sin(F \cdot t + \text{Pharse})$
 - Biên độ sóng mang : $A = 1$, Tần số góc: $F = 20\pi$ rad/sec, Pharse = 0
- Khối PM Modulator là bộ điều chế pha PM: $s(t) = \cos(2\pi f_c t + K_c u(t) + \theta)$.
 - $f_c = 40$ hz : tần số sóng mang
 - K_c : độ lệch pha (hay còn gọi là độ biến thiên pha).
 - $\theta = 0$: pha ban đầu của tín hiệu.

Kết quả mô phỏng ta có được như sau:





Hình 4-12: Biểu diễn dạng tín hiệu điều chế PM với độ lệch pha $K_c = \pi/2$



Hình 4-13: Biểu diễn dạng tín hiệu điều chế PM với độ lệch pha $K_c = \pi$

BÀI TẬP

- 1) Cho biết sự khác nhau giữa Sampled Signal và Quantized Signal?
- 2) Ở PCM nếu sử dụng 4 bit với mỗi mẫu thì các bước của PCM sẽ thay đổi như thế nào?
- 3) Cho biết mối quan hệ giữa step size và Sampling time trong điều chế Delta?
- 4) Thực hiện mô hình mô phỏng bộ điều chế AM bằng bộ điều chế DSB AM Modulator Passband (trong mục Communications System Toolbox\Modulation của thư viện simulink). với hệ số $n_a = 0.7$.
- 5) Thực hiện lại mô hình mô phỏng bộ điều chế AM bằng bộ điều chế SSB AM Modulator Passband (trong mục Communications System Toolbox\Modulation của thư viện simulink).
- 6) Thực hiện mô hình mô phỏng bộ điều chế FM bằng bộ điều chế FM Modulator Baseband (trong mục Communications System Toolbox\Modulation của thư viện simulink). với tín hiệu là sóng sin có tần số 10 Hz, tần số điều chế (deviation) là 100Hz.