

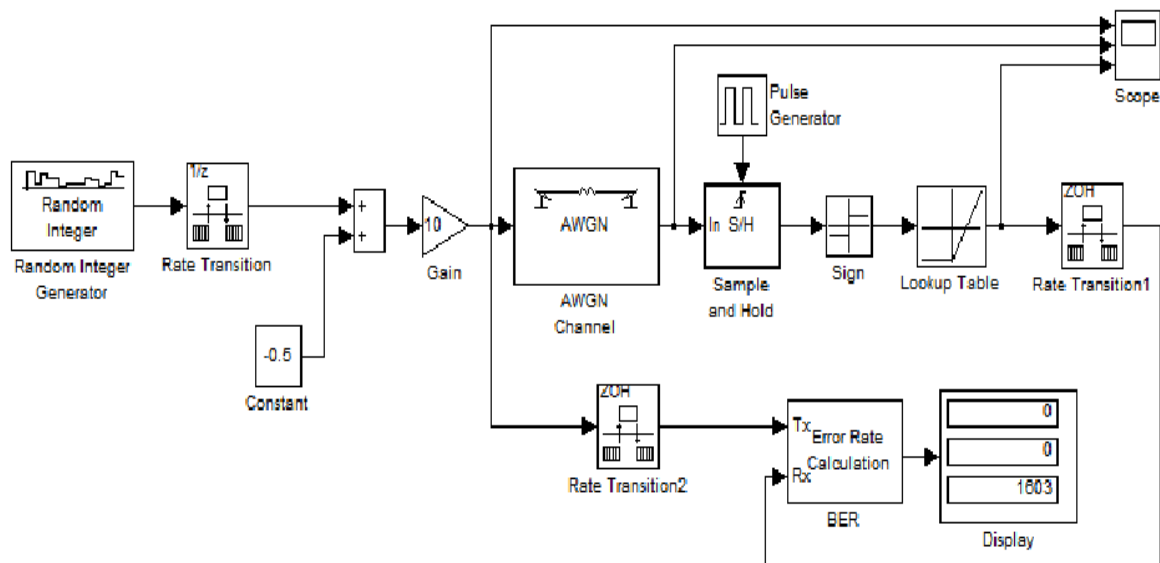
## BÀI 3: Các kĩ thuật điều chế dải gốc

### Mục đích:

- Hiểu được các kĩ thuật điều chế số dải gốc ở đầu phát
- Luyện tập các kĩ năng mô phỏng

### Bài 3.1: Điều chế và giải điều chế PAM với đầu thu đơn giản trong kênh truyền AWGN

Sinh viên thiết lập mô phỏng hệ thống điều chế/ giải điều PAM và đếm lỗi sau:



1. Tần số mô phỏng cơ bản: 50kHz
2. Tín hiệu:  $T_b = 1/1000s$
3. Kênh truyền AWGN: Chọn Variance from mask
4. Ở đầu thu, lấy mẫu tín hiệu  $T_b/2$
5. Giải thích hoạt động của hệ thống.

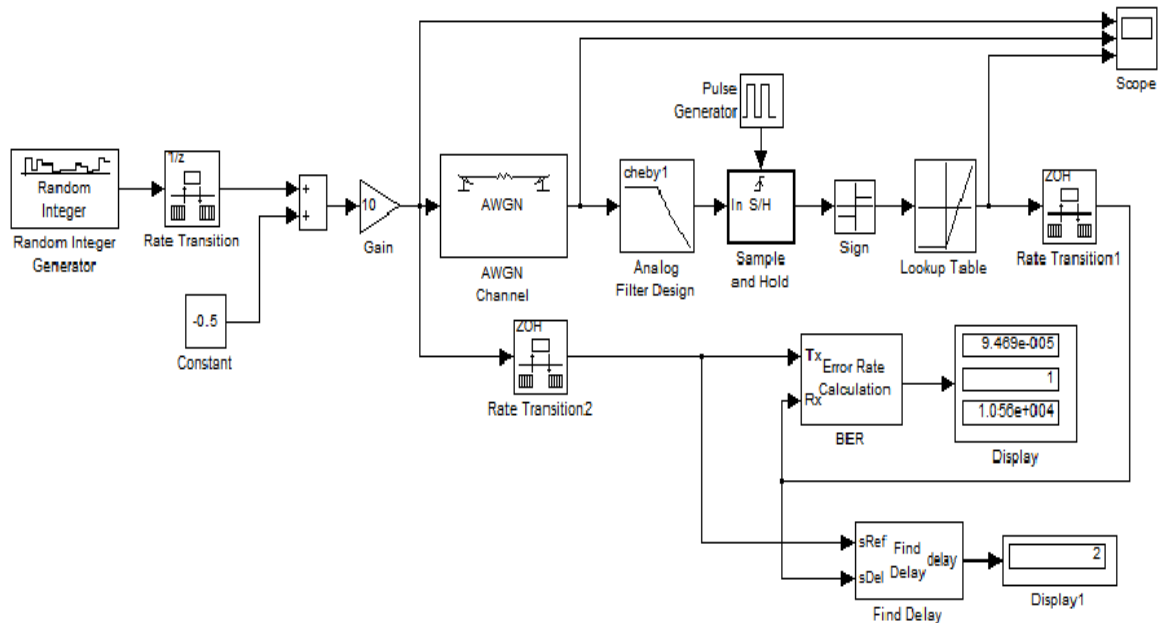
6. Thay đổi các chỉ số variance của kênh truyền AWGN và thiết lập bảng đếm lỗi sau:  
(Chú ý: chỉ đếm tới  $2e4$  bit)

Variance	BER
0	
1	
1.5	
2	
5	
10	
12	

7. Nhận xét

### Bài 3.2: Ý nghĩa của lọc trong hệ thống PAM qua kênh truyền AWGN

Sinh viên thiết lập mô phỏng hệ thống



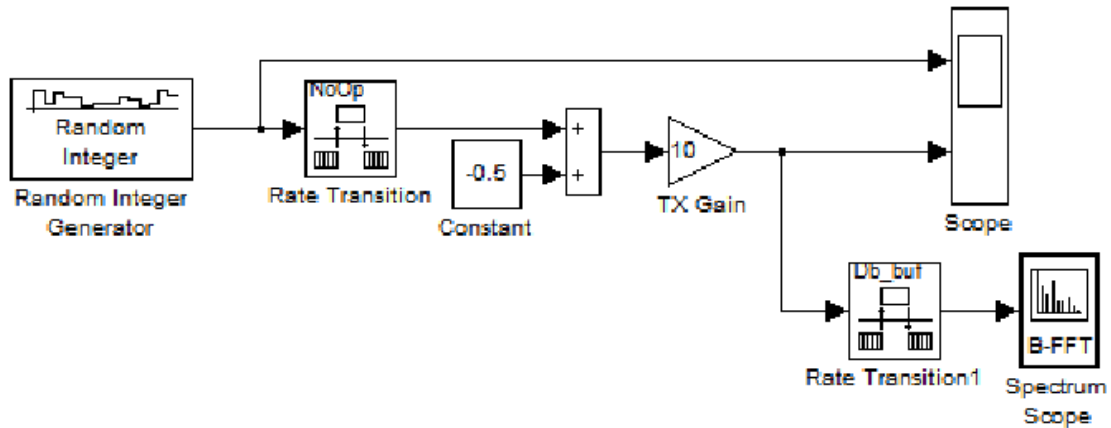
1. Tạo mô hình mới tương tự và giữ nguyên các thông số như bài 1.
2. Thêm lọc tương tự thấp qua, Chebyshev1 trước khi lấy mẫu: 9 poles, tần số cắt 1200, độ ripple 0.1dB
3. Thay đổi các chỉ số variance của kênh truyền AWGN và thiết lập bảng đếm lỗi sau: (Chú ý: chỉ đếm tới 2e4 bit)

Variance	BER
0	
2.5	
20	
50	
100	
200	

4. Từ kết quả BER, nhận xét về hiệu quả của lọc lên hệ thống. Giải thích.

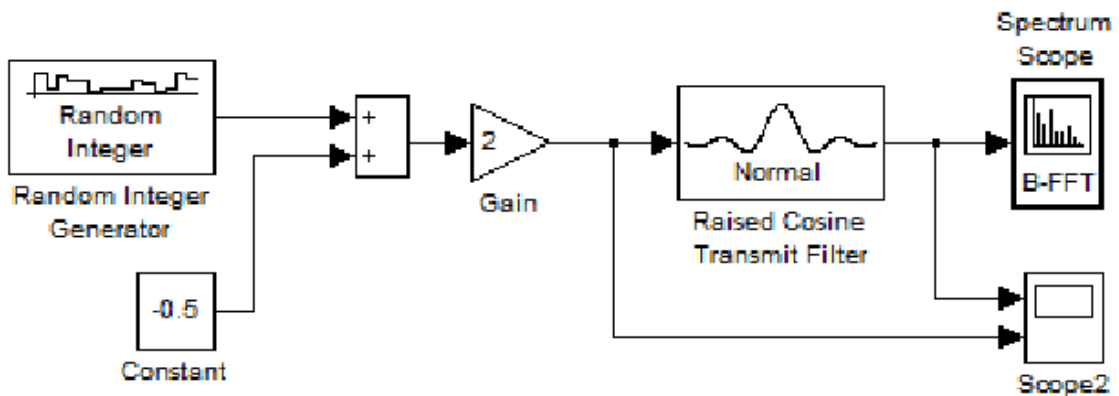
### Bài 3.3: Phổ của điều chế biên độ xung dạng sinc và raised-cosine:

1. Sinh viên thiết lập mô phỏng phân tích phổ của điều chế PAM sau:



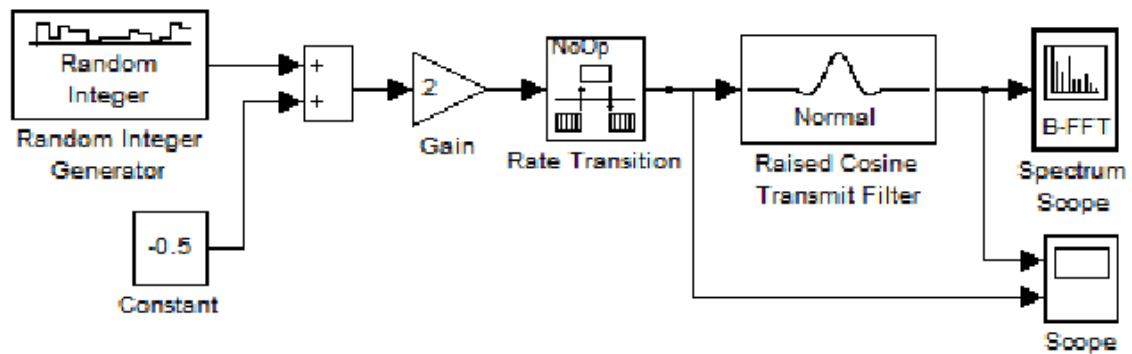
- Tín hiệu:  $T_b = 1/1000s$ .
- Xác định băng thông first null.

2. Thiết lập mô phỏng điều chế biên độ xung dạng sinc và phân tích phổ sau:



- Raised Cosine: Group delay = 4; Upsampling factor = 50, Rolloff factor = 0; Filter gain = user-specified và Linear amplitude filter gain = 5;
- Giải thích hoạt động và các thông số.
- Xác định băng thông first null

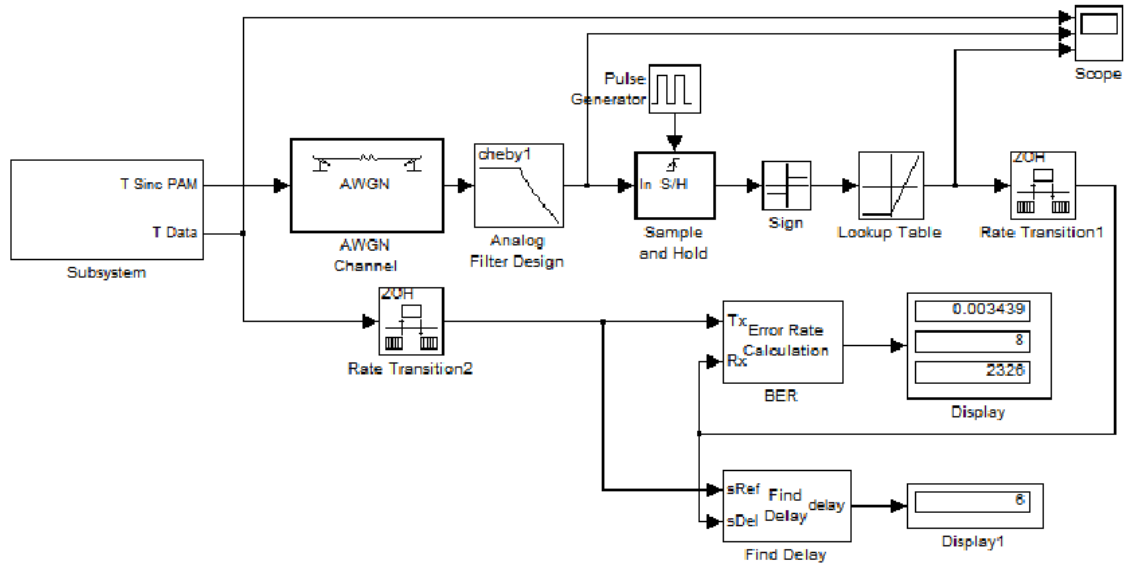
3. Thiết lập mô phỏng điều chế biên độ xung dạng raised-cosine và phân tích phổ sau:



- Raised Cosine: Group delay = 4; Upsampling factor = 50, Rolloff factor = 0.5; Filter gain = user-specified và Linear amplitude filter gain = 5;
- Giải thích hoạt động và các thông số.
- Xác định bằng thông first null

4. So sánh bằng thông first null ở câu a, b và c. Nhận xét về sự hiệu quả phổ giữa các phương pháp.

### Bài 3.4: Hệ thống điều chế biên độ xung dạng sinc



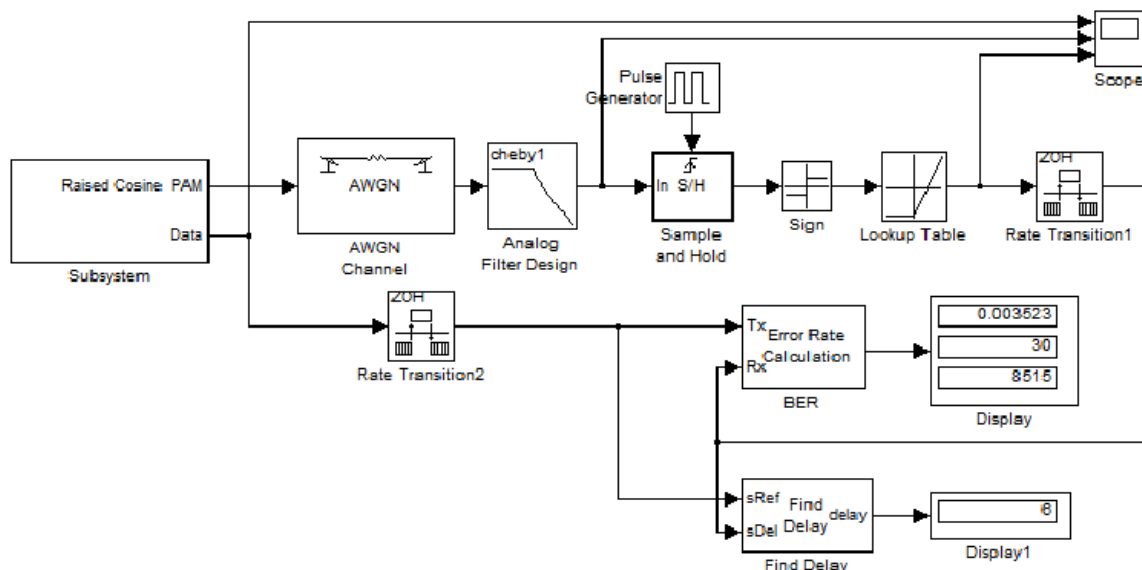
1. Đưa phần điều chế biên độ sinc (câu b bài 4) vào trong subsystem.
2. Tần số mô phỏng cơ bản, phần kênh truyền và đầu thu như bài 2.
3. Thay đổi các chỉ số variance của kênh truyền AWGN và thiết lập bảng đếm lỗi sau: (Chú ý: chỉ đếm tới  $2e4$  bit)

Variance	BER
0	
20	
50	
100	
200	
500	

4. Từ kết quả BER, nhận xét về hiệu quả của hệ thống điều chế biên độ sinc so với hệ thống PAM thông thường (bài 2) . Giải thích.

### Bài 3.5: Ý nghĩa của điều chế biên độ dạng raised-cosined trong hệ thống

Thực hiện mô phỏng phân tích phổ của các xung vuông sau:



1. Đưa phần điều chế biên độ raised-cosine (câu c bài 4) vào trong subsystem.
2. Tần số mô phỏng cơ bản, phần kênh truyền và đầu thu như bài 2.
3. Thay đổi các chỉ số variance của kênh truyền AWGN và thiết lập bảng đếm lỗi sau:  
(Chú ý: chỉ đếm tới 2e4 bit)

Variance	BER
0	
10	
20	
50	
100	
200	

4. Từ kết quả BER, nhận xét về hiệu quả của hệ thống điều chế biên độ raised-cosine so với hệ thống điều chế sinc (bài 4) . Giải thích ý nghĩa của điều chế biên độ raisedcosine.

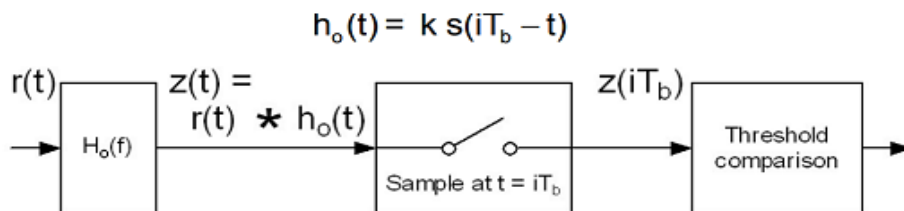
## BÀI 4: Thiết kế đầu thu tối ưu

### Mục đích:

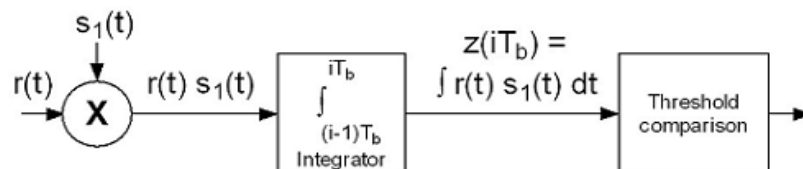
- Hiểu được các kỹ thuật thiết kế đầu thu số tối ưu
- Luyện tập các kỹ năng mô phỏng

### I. Tóm lược lý thuyết

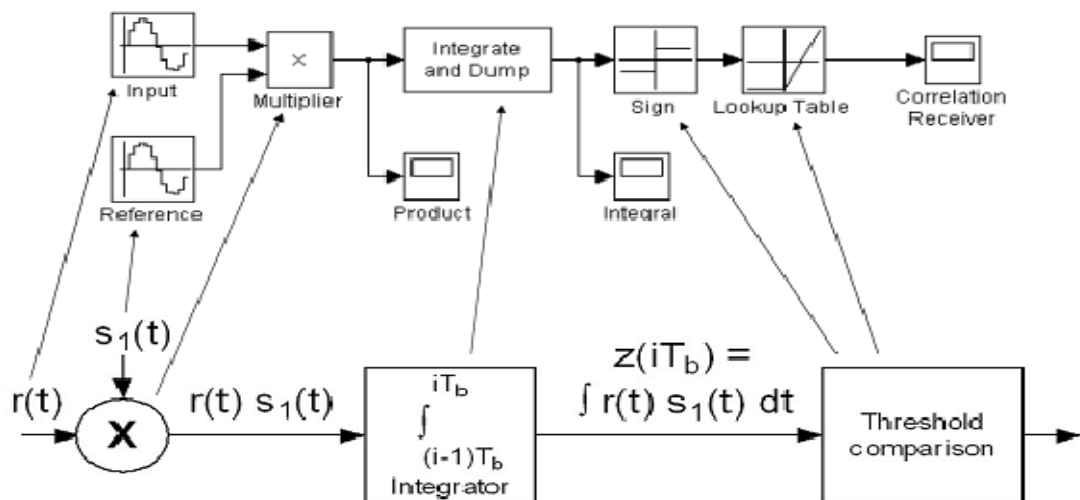
Mục đích của việc thiết kế đầu thu số là giảm thiểu BER tối đa. Bài thực hành số 3 đã đưa ra 3 bước cơ bản của một đầu thu đó là: lọc  $\rightarrow$  lấy mẫu  $\rightarrow$  so sánh ngưỡng. Trong 3 bước này, chỉ có bước lọc là ta có thể cải tiến để cho BER tốt hơn. Tuy lọc thấp qua cũng đã phát huy khá tốt việc giảm nhiễu dẫn tới giảm BER cho hệ thống nhưng các nhà nghiên cứu đã tìm ra một loại lọc tối ưu hơn cho hệ thống đó là **Matched Filter** (tìm hiểu thêm lý thuyết). Lọc này có tên như vậy vì đáp ứng xung  $h_o(t)$  của nó là sự đảo ngược của tín hiệu và bị dịch một khoảng thời gian như sau, với  $s(t)$  là tín hiệu ban đầu được truyền đi.



Khi lọc này được sử dụng trong hệ thống có BER là nhỏ nhất. Do sự nhân chập giữa tín hiệu nhận được ở đầu thu và đáp ứng xung của Matched Filter (liên quan tới tín hiệu ban đầu) tương đương với việc lấy tương quan giữa tín hiệu nhận được với tín hiệu ban đầu nên một mô hình đầu thu tối ưu khác cũng được đưa ra đó là **Đầu thu tương quan**:



Sử dụng Matlab, sinh viên có thể mô phỏng đầu thu tối ưu tương đương với Matched Filter hay Đầu thu tương quan như sau:

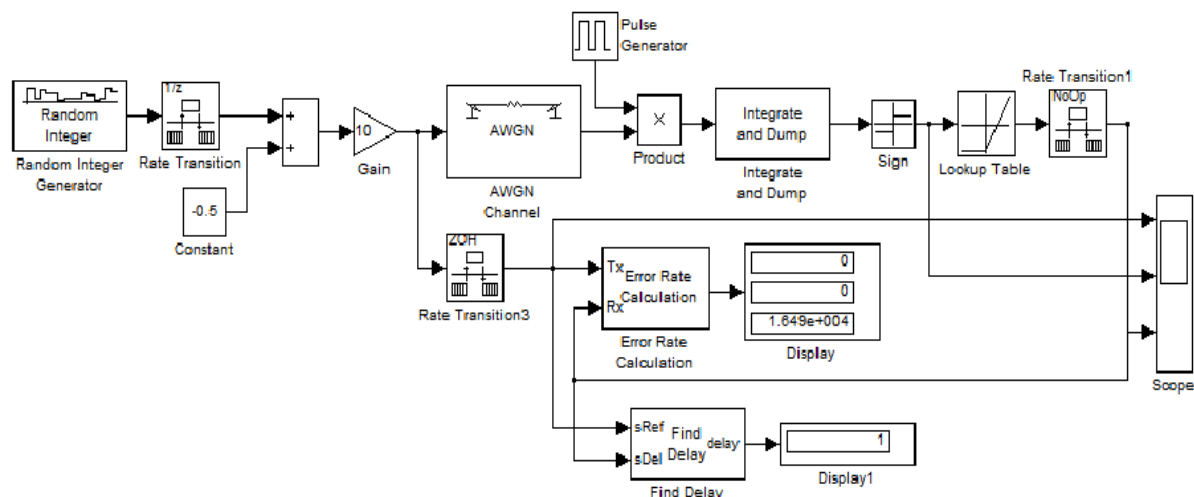




## II. Phần thực hành

### Bài 4.1: Hệ thống điều chế và giải điều chế PAM với đầu thu tương quan trong kênh truyền AWGN

Sinh viên thiết lập mô phỏng hệ thống PAM với đầu thu tương quan như sau:



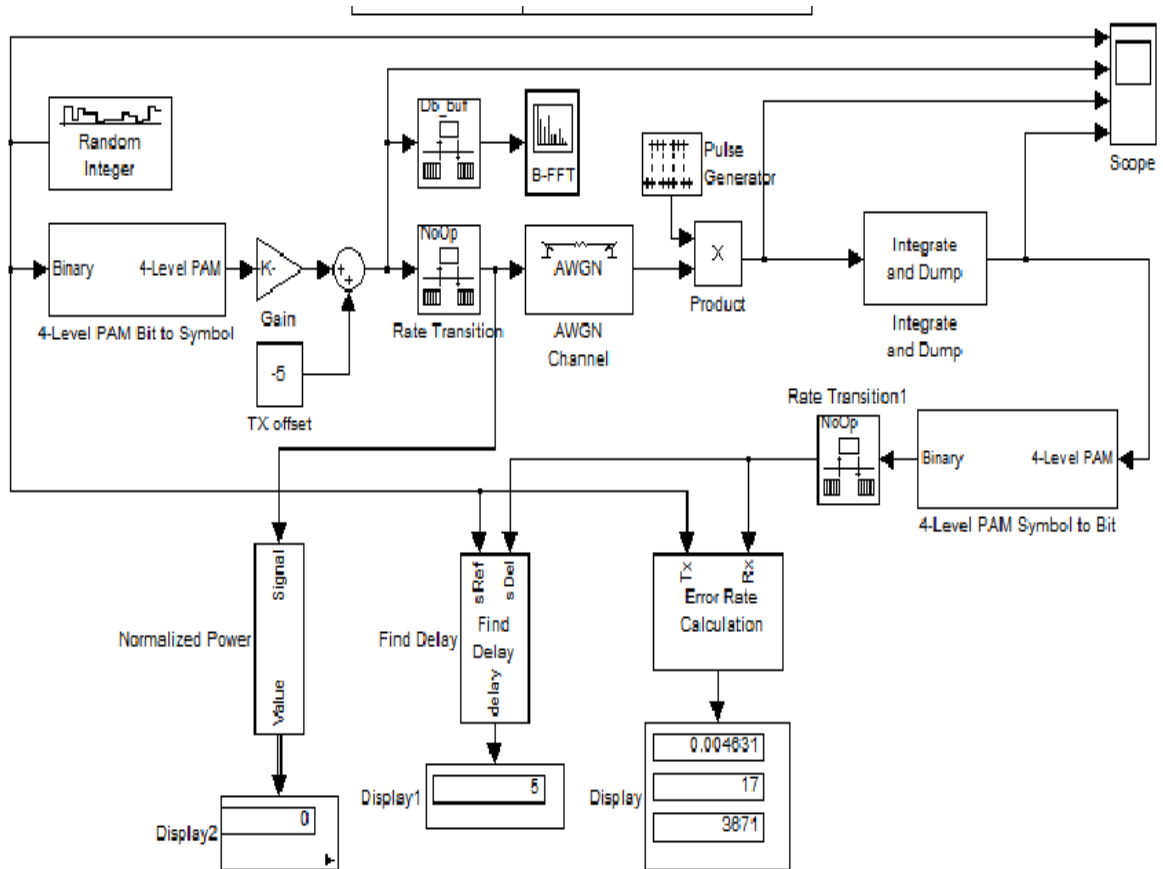
1. Tần số mô phỏng: 50kHz
2. Tín hiệu:  $T_b = 1/1000$  (s)
3. Kênh truyền AWGN: Chọn Variance from mask
4. Ở đầu thu, lấy mẫu tín hiệu  $T_b$
5. Integrate and Dump: Integration Period = 50.
6. Giải thích các thông số và hoạt động của hệ thống.
7. Thay đổi các chỉ số variance của kênh truyền AWGN và thiết lập bảng đếm lỗi sau:  
(Chú ý: chỉ đếm tới 2e4 bit)

Variance	BER
0	
20	
50	
100	
200	
500	
1000	

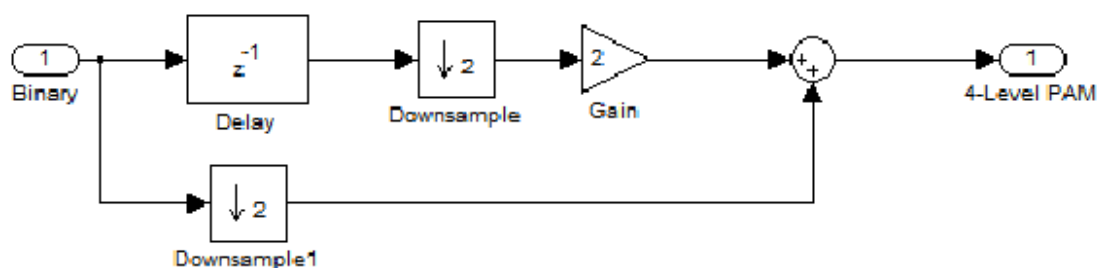
8. So sánh kết quả BER trên với hệ thống PAM có lọc bình thường. Nhận xét.

## Bài 4.2: Hệ thống điều chế và giải điều chế 4-PAM với đầu thu tương quan trong kênh truyền AWGN

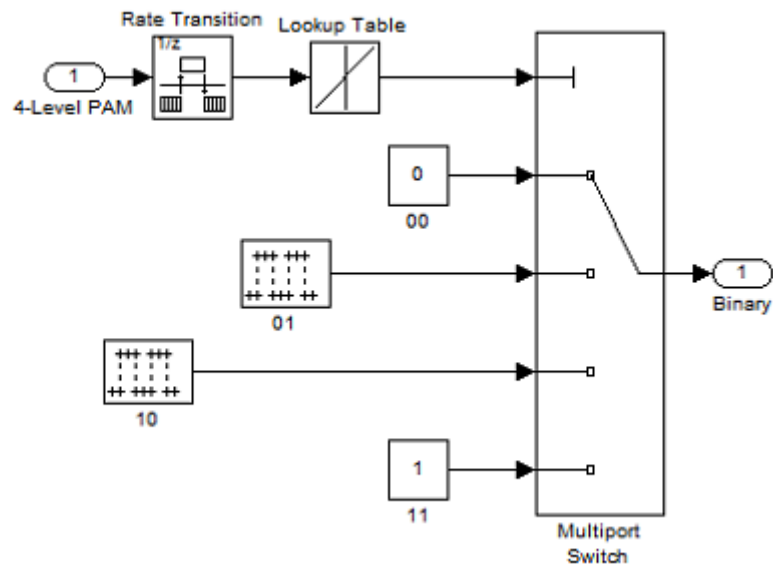
1. Tạo mô hình như vẽ. Các khối có điều chế và giải điều chế 4-PAM được thiết kế đi kèm ở dưới.  $T_b = 1/1000$  (s)



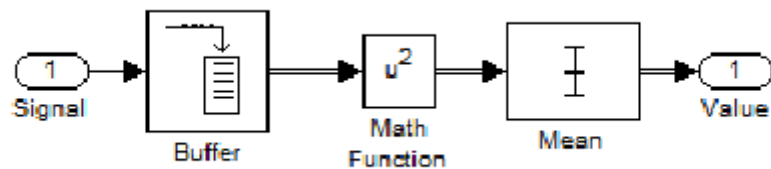
Khối 4-Level PAM Bit to Symbol:



Khối 4-Level PAM Symbol to Bit:



Khởi Normalized Power (chuẩn hoá công suất):

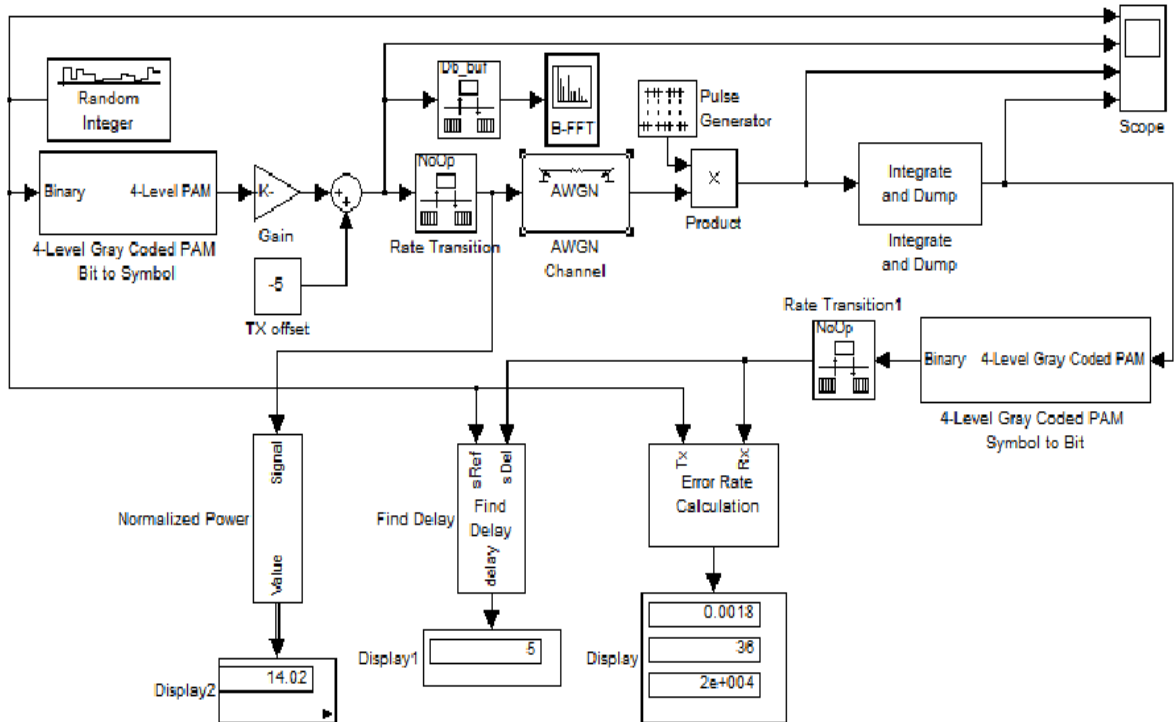


2. Kênh truyền AWGN với Mode = Signal to Noise Ratio ( $E_b/N_0$ )
3. Pulse Generator: chọn Sample Based
4. Chọn Gain phù hợp để điều chế 4-PAM ở 4 mức biên độ là:  $[-5, -5/3, 5/3, 5]$
5. Giải thích hoạt động của hệ thống
6. So sánh kết quả phổ của hệ thống 4-PAM và PAM. Nhận xét
7. Thay đổi các chỉ số  $E_b/N_0$  của kênh truyền AWGN và thiết lập bảng đếm lỗi sau:  
(Chú ý: chỉ đếm tới  $2e4$  bit)

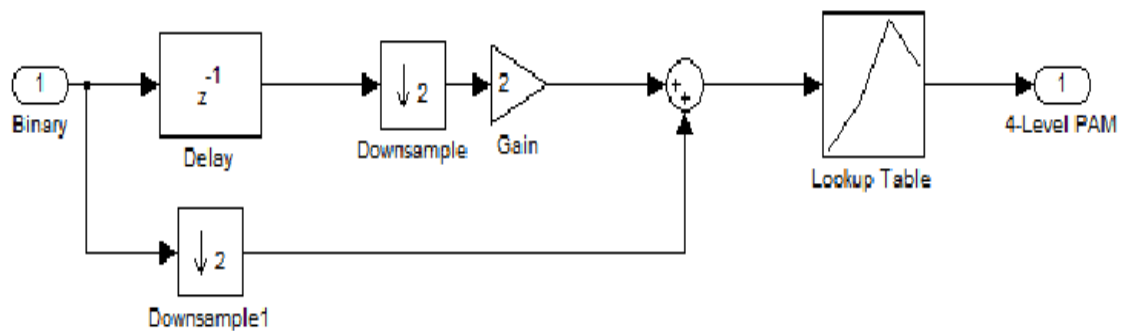
$E_b/N_0$	BER
10	
8	
6	
4	
2	
0	

### Bài 4.3: Hệ thống điều chế và giải điều chế 4-Gray Coded PAM với đầu thu tương quan trong kênh truyền AWGN

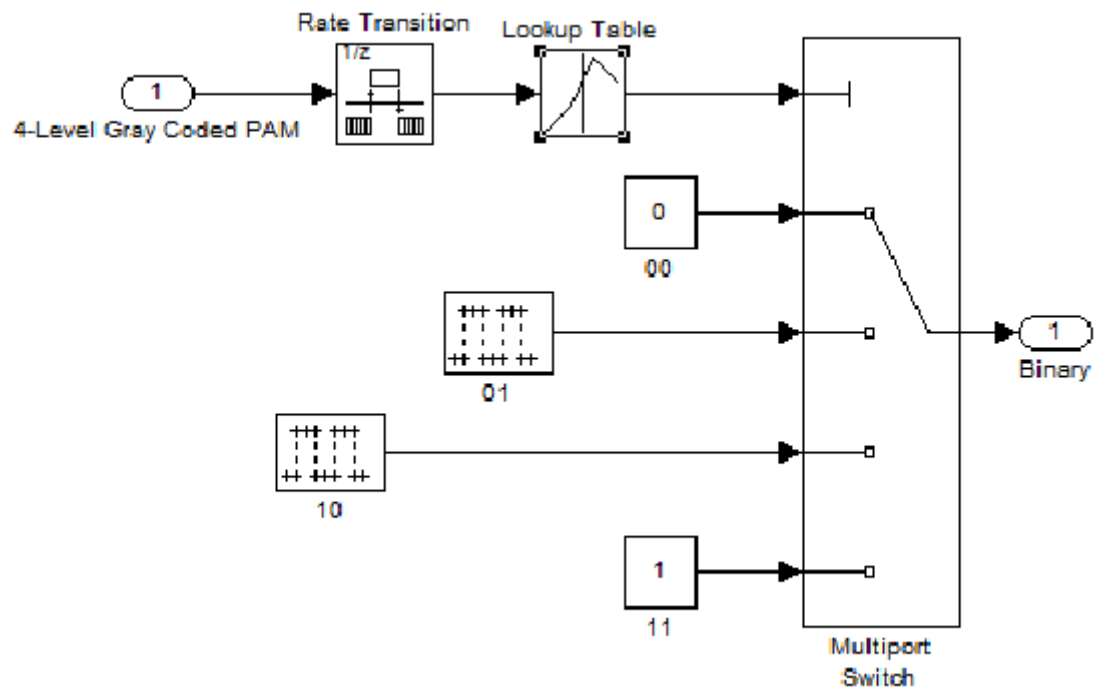
1. Thiết lập mô phỏng với các thông số tương tự như bài 2.



Khối 4-Level Gray Coded PAM Bit to Symbol:



Khối 4-Level Gray Coded PAM Symbol to Bit:



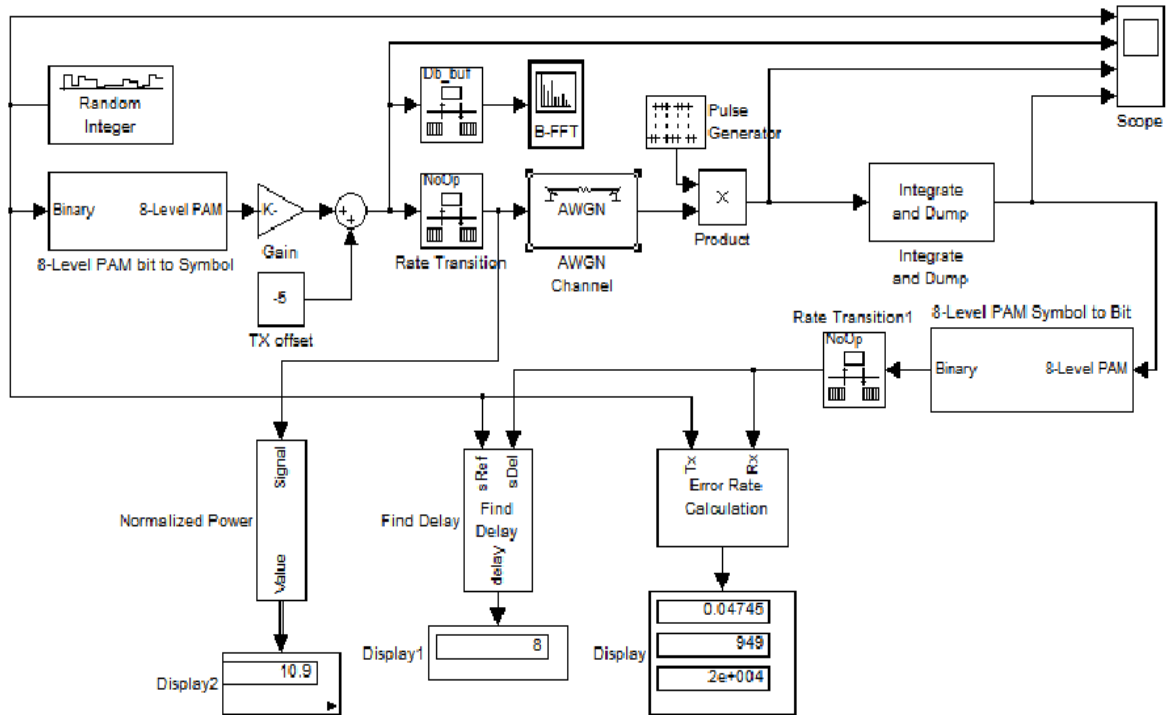
2. Giải thích hoạt động của hệ thống
3. So sánh kết quả phổ của hệ thống 4-PAM và 4-Gray Coded PAM. Nhận xét.
4. Thay đổi các chỉ số Eb/No của kênh truyền AWGN và thiết lập bảng đếm lỗi sau:  
(Chú ý: chỉ đếm tới 2e4 bit)

Eb/No	BER
10	
8	
6	
4	
2	
0	

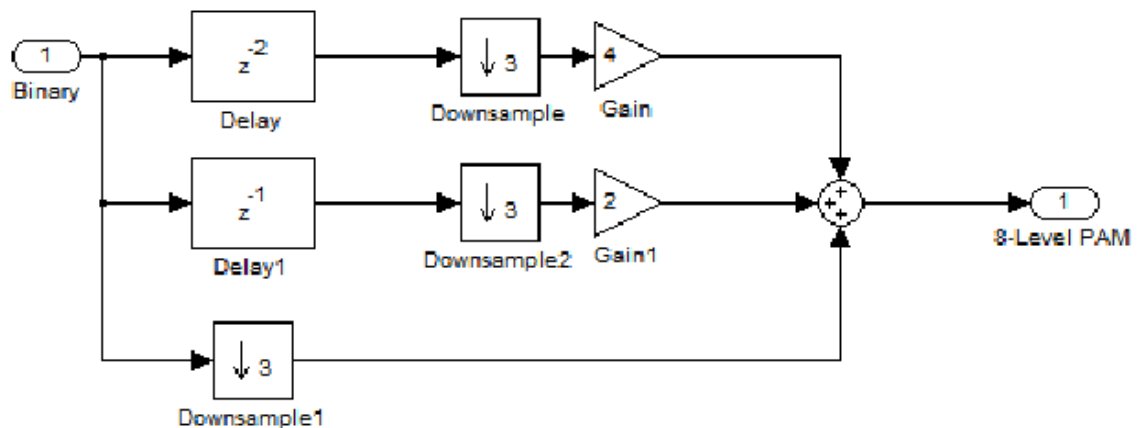
5. So sánh BER của hệ thống 4-PAM và 4-Gray Coded PAM. Giải thích.

## Bài 4.4: Hệ thống 8-PAM với đầu thu tương quan trong kênh truyền AWGN

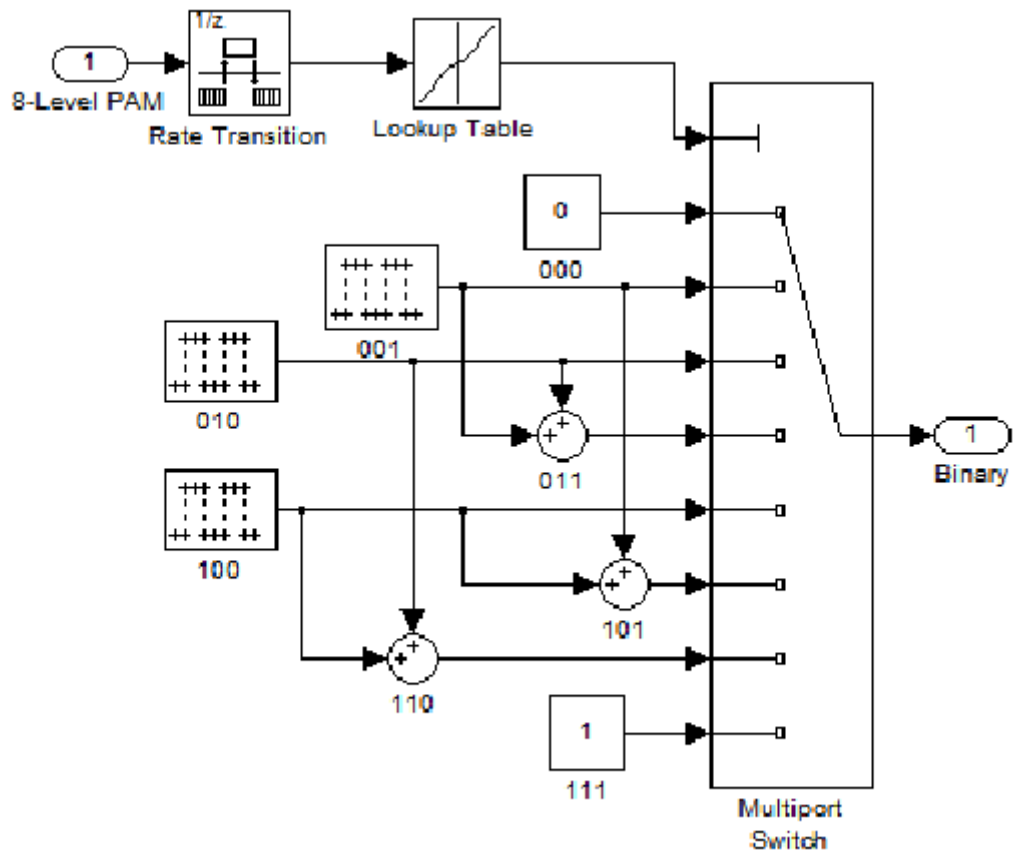
1. Thiết lập mô phỏng với các thông số gần tương tự như bài 2.



Khối 8-Level PAM Bit to Symbol:



Khối 8-Level PAM Symbol to Bit:



2. Chọn Gain phù hợp để điều chế 8-PAM ở 8 mức biên độ từ -5 tới 5
3. Giải thích hoạt động của hệ thống
4. So sánh kết quả phổ của hệ thống 8-PAM, 4-PAM và PAM. Nhận xét.
5. Thay đổi các chỉ số Eb/No của kênh truyền AWGN và thiết lập bảng đếm lỗi sau:  
(Chú ý: chỉ đếm tới 2e4 bit)

Eb/No	BER
10	
8	
6	
4	
2	
0	

6. So sánh BER của hệ thống 4-PAM và 8-PAM. Giải thích.