# ASK程序仿真说明

## （一）运行方式

首先打开ASK\_4ASK仿真程序，点击运行。

Matlab仿真完成后会生成12张仿真结果图，其中，figure（1）为第二题结果；figure（2）为第三题结果；figure（3）为第四题结果；figure（4）和figure（5）为第五题结果；figure（6）和figure（7）为第六题结果；figure（8）和figure（9）为第七题结果。

## （二）4ASK部分程序说明

##### 1.初始化

该任务是对ASK的误码性能进行仿真分析，符号间隔为，载频。第一部分对参数进行如下初始化。

1. T = 1; %符号间隔
2. fc = 40/T; %载波频率
3. fs = 1000; %采样点数
4. n = 10000; %符号数
5. t = linspace(0,n/2,n/2\*fs); %生成离散时间序列
6. SNR\_dB = -8:35;%信噪比(dB)
7. SNR = 10.^(SNR\_dB/10);%线性信噪比
8. Ps = 1; %Ps=1/2\*d^2;
9. Pn = Ps./SNR;%噪声方差

##### 2.生成二进制基带数据

1. source = round(rand(1,n));%利用rand函数生成二进制基带数据

##### 3.考虑4ASK调制，将比特映射为调制符号，画出星座图

1. M = 4;
2. d = sqrt(2/7);
3. A = [0:M-1]\*d;
4. figure(1);
5. scatter(real(A),imag(A),'filled'); %绘制星座图
6. title('4ASK星座图');

##### 对基带符号进行载波调制，画出调制信号的波形

这部分首先对基带信号进行格雷码映射，之后求出第i个符号的离散时间序号，生成方波脉冲，再将方波、载波和映射后的基带信号相乘进行调制，最后利用plot函数输出波形。

1. ask\_output = zeros(1,n/2\*fs);%调制的信号
2. X = zeros(1,n/2);%ASK映射后
3. Y = zeros(1,n/2);%加高斯白噪声后
4. maptable = [0 0;0 1;1 1;1 0]; %格雷码映射
5. for i = 1:2:n
6. for m = 1:4
7. if isequal(source(i:i+1),maptable(m,:))
8. X((i+1)/2) = A(m);
9. break;
10. end
11. end
12. end
13. for i = 1:n/2
14. index = (i-1)\*fs+1:i\*fs; %第i个符号的离散时间序号
15. g(index) = 1;%生成方波脉冲
16. ask\_output(index) = X(i).\*g(index).\*cos(2\*pi\*fc.\*t(index));%载波信号调制
17. end
18. figure(2);
19. plot(t,ask\_output);%绘制调制后图像
20. xlim([0,10]);
21. ylim([-2,2]);
22. title('4ASK调制信号');

##### 在AWGN信道，画出基带接收信号（相关采样之后）的星座图

取信噪比为6dB，根据噪声函数求出噪声和加噪声后的调制波，并利用plot函数绘制星座图。

1. X1 = zeros(1,n/2);%AWGN信道判决后的符号串
2. Z = sqrt(Pn(15)/2).\*(randn(size(X))+1i.\*randn(size(X)));%6dB信噪比的噪声函数
3. Y = 1.\*X+Z;%AWGN信道加噪声
4. figure(3);
5. plot(real(X),imag(X),'r\*');
6. hold on;
7. plot(real(Y),imag(Y),'b.');
8. title('SNR为6dB时4ASK-AWGN信道星座图');
9. hold on;

##### 进行信号解调，统计不同信噪比下的误符号率和误码率，画出SER～SNR和 BER～SNR仿真曲线，并与理论结果进行对比验证

采用蒙特卡洛循环的方法，在每次循环中，都生成一组随机二进制基带数据，并对其进行调制，并在AWGN信道下加入噪声，得到最终输出信号。

之后对输出信号进行相关解调，判断并统计解调是否正确，得到误码率和误比特率的实际值，在利用公式求得误码率和误比特率的理论值，最后绘制对比图。

误码率和误比特率满足如下关系。

1. SER1 = zeros(1,length(SNR\_dB));%AWGN信道误符号率真实值
2. BER1 = zeros(1,length(SNR\_dB));%AWGN信道误比特率真实值
3. T\_SER1 = zeros(1,length(SNR\_dB));%AWGN信道误符号率理论值
4. T\_BER1 = zeros(1,length(SNR\_dB));%AWGN信道误比特率理论值
5. times = 100;%蒙特卡洛循环次数
6. for j = 1:44
8. SER1\_sum = 0;
9. BER1\_sum = 0;
11. for time = 1:times %蒙特卡洛循环
13. source = round(rand(1,n));%随机生成二进制数据并调制輻
14. X = zeros(1,n/2);%ASK映射后
15. Y = zeros(1,n/2);%加高斯白噪声后
16. maptable = [0 0;0 1;1 1;1 0]; %格雷码映射
17. for i = 1:2:n
18. for m = 1:4
19. if isequal(source(i:i+1),maptable(m,:))
20. X((i+1)/2) = A(m);
21. break;
22. end
23. end
24. end
25. Z = sqrt(Pn(j)/2).\*(randn(size(X))+1i.\*randn(size(X)));%噪声函数
26. Y = 1.\*X + Z;%AWGN信道下给调制后的信号加噪声
27. for i = 1:length(Y)
28. dist = abs(Y(i)-A); %计算y到星座图各点距离
29. [~,ind] = min(dist); %找最近的点
30. X11(i) = A(ind);
31. X1(2\*i-1:2\*i) = maptable(ind,:); %估计s,X
32. end
33. [F\_Num,SER1(j)] = symerr(X,X11);
34. [M\_Num,BER1(j)] = biterr(source,X1);
35. SER1\_sum=SER1\_sum+SER1(j);
36. BER1\_sum=BER1\_sum+BER1(j);
37. end
38. SER1(j) = SER1\_sum/times;
39. BER1(j) = BER1\_sum/times;
41. end
42. T\_SER1 = 0.75.\*erfc(sqrt(SNR./14)); %AWGN误符号率理论值
43. T\_BER1 = T\_SER1./2;%AWGN误符号率理论值
45. figure(7)
46. semilogy(SNR\_dB,SER1,'gO'); hold on;
47. semilogy(SNR\_dB,T\_SER1,'r');hold off;
48. axis([-8,25,10^-4,1]);
49. title('SER~SNR仿真曲线');
50. xlabel('SNR(dB)');ylabel('误符号率SER');
51. legend({'4ASK-AWGN信道SER实际值','4ASK-AWGN信道SER理论值'});
52. figure(8)
53. semilogy(SNR\_dB,BER1,'gO');hold on;
54. semilogy(SNR\_dB,T\_BER1,'r');hold off;
55. axis([-8,25,10^-4,1]);
56. title('BER~SNR仿真曲线');
57. xlabel('SNR(dB)');ylabel('误码率BER');
58. legend({'4ASK-AWGN信道BER实际值','4ASK-AWGN信道BER理论值'});

##### 在瑞利衰落信道下，观察接收信号在信道均衡前后的星座图

首先对调制后的信号在瑞利衰落信道下加噪声，并绘制瑞利衰落衰落信道均衡前星座图；之后进行信道均衡，并绘制瑞利衰落衰落信道均衡后星座图。

1. Yr = zeros(1,n/2);%瑞利衰落信道的符号
2. X2 = zeros(1,n/2);%瑞利衰落信道判决后的符号串
3. j = 44;
4. Z = sqrt(Pn(j)/2).\*(randn(size(X))+1i.\*randn(size(X)));
5. Y = 1.\*X + Z;%AWGN信道下给调制后的信号加噪声
6. h = sqrt(1/2).\*(randn(size(X))+1i.\*randn(size(X)));
7. Yr = h.\*X+Z;%瑞利衰落信道下给调制后的信号加噪声
8. Xr = Yr./h;%信道均衡
9. figure(9);%星座图
10. plot(real(X),imag(X),'r\*');
11. hold on;
12. plot(real(Yr),imag(Yr),'b.');
13. axis([-4 4 -2 2]);
14. title('4ASK-瑞利衰落衰落信道均衡前星座图');
15. hold on;
16. figure(10);%星座图
17. plot(real(X),imag(X),'r\*');
18. hold on;
19. plot(real(Xr),imag(Xr),'b.');
20. axis([-4 4 -2 2]);
21. title('4ASK-瑞利衰落衰落信道均衡后星座图');
22. hold on;

##### 进行信号解调，统计不同信噪比下的误符号率和误码率，画出SER～SNR和 BER～SNR仿真曲线，并与理论结果进行对比验证

采用蒙特卡洛循环的方法，在每次循环中，都生成一组随机二进制基带数据，并对其进行调制，并在瑞利衰落信道下加入噪声，得到最终输出信号。

之后对输出信号进行相关解调，判断并统计解调是否正确，得到误码率和误比特率的实际值，再利用公式求得误码率和误比特率的理论值，最后绘制对比图。

误码率和误比特率满足如下关系。

1. SER2 = zeros(1,length(SNR\_dB));%瑞利衰落信道误符号率
2. BER2 = zeros(1,length(SNR\_dB));%瑞利衰落信道误比特率
3. % T\_SER2 = zeros(1,length(SNR\_dB));%瑞利衰落信道误符号率理论值
4. % T\_BER2 = zeros(1,length(SNR\_dB));%瑞利衰落信道误比特率理论值
5. for j = 1:44
7. SER2\_sum = 0;
8. BER2\_sum = 0;
10. for time = 1:times
12. source = round(rand(1,n));%随机生成二进制数据并调制輻
13. X = zeros(1,n/2);%ASK映射后
14. Y = zeros(1,n/2);%加高斯白噪声后
15. maptable = [0 0;0 1;1 1;1 0]; %格雷码映射
16. for i = 1:2:n
17. for m = 1:4
18. if isequal(source(i:i+1),maptable(m,:))
19. X((i+1)/2) = A(m);
20. break;
21. end
22. end
23. end
24. Z = sqrt(Pn(j)/2).\*(randn(size(X))+1i.\*randn(size(X)));%噪声函数
25. Y = X+Z;%AWGN信道下给调制后的信号加噪声
26. h = sqrt(1/2).\*(randn(size(X))+1i.\*randn(size(X)));
27. Yr = h.\*X+Z;%瑞利衰落信道下给调制后的信号加噪声
28. Xr = Yr./h;%信道均衡
30. for i = 1:length(Xr)
31. dist = abs(Xr(i)-A); %计算y到星座图各点距离
32. [~,ind] = min(dist); %找最近的点
33. X22(i) = A(ind);
34. X2(2\*i-1:2\*i) = maptable(ind,:); %估计s,X
35. end
37. [F\_Num,SER2(j)] = symerr(X,X22);
38. [M\_Num,BER2(j)] = biterr(source,X2);
39. SER2\_sum=SER2\_sum+SER2(j);
40. BER2\_sum=BER2\_sum+BER2(j);
42. end
44. SER2(j) = SER2\_sum/times;
45. BER2(j) = BER2\_sum/times;


49. end
50. T\_SER2 = 0.5.\*(1-(1./sqrt(1+21./SNR)));
51. T\_BER2 = 0.5.\*T\_SER2;
52. figure(11)
53. semilogy(SNR\_dB,SER2,'gO'); hold on;
54. semilogy(SNR\_dB,T\_SER2,'r'); hold off;
55. axis([0,35,10^-4,1]);
56. title('SER~SNR仿真曲线');
57. xlabel('SNR(dB)');ylabel('误符号率SER');
58. legend({'4ASK-瑞利衰落衰落信道SER实际值','4ASK-瑞利衰落衰落信道SER理论值'});
60. figure(12)
61. semilogy(SNR\_dB,BER2,'gO'); hold on;
62. semilogy(SNR\_dB,T\_BER2,'r'); hold off;
63. axis([0,35,10^-4,1]);
64. title('BER~SNR仿真曲线');
65. xlabel('SNR(dB)');ylabel('误码率BER');
66. legend({'4ASK-瑞利衰落衰落信道BER实际值','4ASK-瑞利衰落衰落信道BER理论值'});