

Trabalho 6

Vignon Fidele Adanvo

September 20, 2022

1 Relatório

Este documento mostra o desenvolvimento de uma simulação que permita avaliar o desempenho em termos de SER de um esquema **Space Time Block Code**. Denota-se J o número de antenas na recepção. O Script foi avaliado com $J = 1, 2$ e 3 antenas receptoras, $\sigma_r = 1/\sqrt{2}$, uma modulação de 16-QAM e em um canal que segue a distribuição de Rayleigh. Além de isso, plota-se as curvas teóricas com o objetivo de validar a simulação realizada. Pode-se observar que o resultado da simulação coincide com as curvas analíticas, portanto valida a análise realizada. Ademais, um ganho de diversidade é obtido ao incrementar o número de antenas receptoras. Aproximado

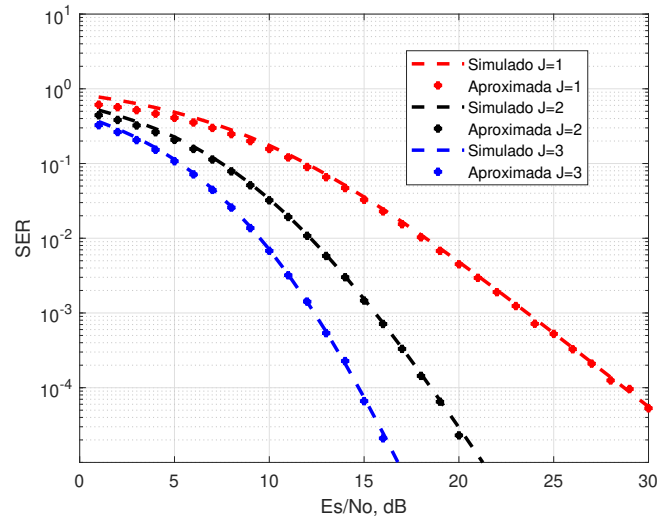


Figure 1: SER vs Es/No.

2 Scrip

```

function [BER_A_STC, BER_N_STC]=SER_STC(SNR_dB, sigma, M, J)
    %% Valido para duas antenas na tx e n na recepcao
    N=1e6; %Numero de amostra
    SNR=10.^(SNR_dB./10);
    mi=(4*(sqrt(M)-1))/(sqrt(M));
    sita=3/(M-1);
    gama=2*sita*(sigma^2).*SNR;
    varsigma = sqrt(gama./(4-10.^(3./10)+gama));
    %% Analitico Space Time Block Code STC
    Suma=0;
    for k=0:1:(2*J)-1
        Suma=Suma+nchoosek((2*J)-1+k,k)*((1+varsigma)/2).^k;
    end
    BER_A_STC= (mi*((1-varsigma)/2).^(2*J)).*Suma;
    %% Simulado Rayleigh Space Time Block Code STC
    BER_N_STC = zeros(1,[]);
    for i = 1:length(SNR_dB)
        tx = randi([0,M-1],N,1); % Genar N sinal para analisar (1 M-1)
        s = qammod(tx, M); % Modular os N sinal
        E= sum(abs(s).^2)/N; % Energia medio
        % Ordenar os simbolos segundo a Alamouti STBC
        s_2ant = zeros(2,N);
        s_2ant(1,1:1:N)=s;
        s_2ant(2,1:2:N) = -conj(s(2:2:N));
        s_2ant(2,2:2:N) = conj(s(1:2:N));
        N0 = E/SNR(i);
        h = sigma*(randn(J,N) + 1i*randn(J,N)); %Gerar uma canal Rayleigh
        n = sqrt(N0/2)*(randn(J,N) + 1i*randn(J,N)); %Gerar o ruido
        Stx = zeros(J,N);
        Stx_2ant = zeros(J*2,N); % Vector dos simbolo na duas antenas
        h_eq= zeros(J*2,N); % Vector de equaliza o
        for ii = 1:J
            h_2Ts = kron(reshape(h(ii,:),2,N/2),ones(1,2));
            %Forma a matriz do canal
            Stx(ii,:) = sum(h_2Ts.*s_2ant,1) + n(ii,:);
            % Formando a matriz dos simbolos recebidos
            %vindo das duas antenas tranmissora (Alamouti STBC).
            Stx_2ant(2*ii-1,1:2:N) = Stx(ii,1:2:N);
            Stx_2ant(2*ii-1,2:2:N) = conj(Stx(ii,1:2:N));
            Stx_2ant(2*ii,1:2:N) = conj(Stx(ii,2:2:N));
            Stx_2ant(2*ii,2:2:N) = Stx(ii,2:2:N);
            % Formando a matriz do canal para equalizar simbolo recebidos
            h_eq(2*ii-1,1:2:N)=conj(h_2Ts(1,1:2:N));
        end
    end
end

```

```

        h_eq(2*ii-1,2:2:N)=-h_2Ts(2,1:2:N);
        h_eq(2*ii,1:2:N)=h_2Ts(2,1:2:N);
        h_eq(2*ii,2:2:N)=conj(h_2Ts(1,1:2:N)); %Calculo de error
    end
    S_eq = sum(h_eq.*Stx_2ant,1)./sum(h_eq.*conj(h_eq),1);
%Signal equalizado
    C_dem=qamdemod(S_eq,M)';
%Signal demodulado
    BER_N_STC(i) = sum(C_dem~=tx)/N;
end

end

```

3 Scrip principal

```

clc
clear
close all
SNR_dB=1:1:30;
sigma=1/sqrt(2);
M=16;
[BER_A_STC1,~]=SER_STC(SNR_dB, sigma, M, 1);
[~,BER_N_STC1]=SER_STC(SNR_dB, sigma, M, 1);

[BER_A_STC2,~]=SER_STC(SNR_dB, sigma, M, 2);
[~,BER_N_STC2]=SER_STC(SNR_dB, sigma, M, 2);

[BER_A_STC3,~]=SER_STC(SNR_dB, sigma, M, 3);
[~,BER_N_STC3]=SER_STC(SNR_dB, sigma, M, 3);

semilogy(SNR_dB,BER_A_STC1,'r—','MarkerSize',4,'LineWidth',2)
grid
hold on
semilogy(SNR_dB,BER_N_STC1,'r*','MarkerSize',4,'LineWidth',2)
semilogy(SNR_dB,BER_A_STC2,'k—','MarkerSize',4,'LineWidth',2)
semilogy(SNR_dB,BER_N_STC2,'k*','MarkerSize',4,'LineWidth',2)
semilogy(SNR_dB,BER_A_STC3,'b—','MarkerSize',4,'LineWidth',2)
semilogy(SNR_dB,BER_N_STC3,'b*','MarkerSize',4,'LineWidth',2)
legend('Simulado_J=1','Aproximada_J=1','Simulado_J=2',...
'Aproximada_J=2','Simulado_J=3','Aproximada_J=3');
xlabel('Es/No, dB')
ylabel('SER')
axis([0 30 0.00001 10 ])

```