

Trabalho 4 (1/2)

Vignon Fidele Adanvo

August 29, 2022

1 Introdução

Este documento mostra uma função que receba os seguintes parâmetros de entrada: faixa de SNR em dB, ordem da modulação e parâmetro sigma do canal Rayleigh e retorne a probabilidade de erro de símbolo. A Figura 1 ilustra o modelo de um sistema de comunicação com canal Rayleigh. A função desenvolvida é explorada com três diferentes modulações (QPSK, 16-QAM e 64-QAM) com o objetivo de realizar um análise de desempenho. Os resultados obtidos são comparados entre se.

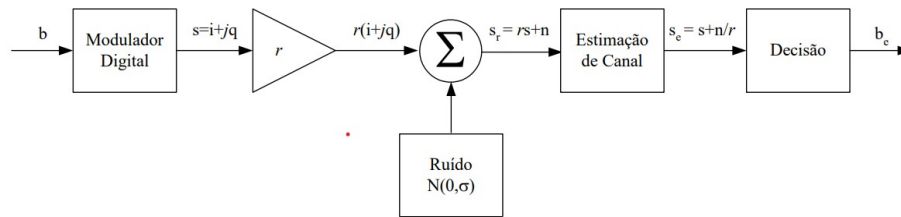


Figure 1: Modelo de sistema

2 Scrip

2.1 Scrip

```
function [BER_N, BER_A]=funtion_SER(SNR_dB, M, sigma)
    %% Parametro
    N=1e6; %Numero de amostra
    SNR=10.^(SNR_dB./10);
    %% Analitico
    mi=(4*(sqrt(M)-1))/(sqrt(M));
    sita=3/(M-1);
    gama=2*sita*(sigma^2).*SNR;
```

```

BER_A=(mi/2)*(1-sqrt(gama./(2+gama)));
BER_N = zeros(1,[]);
%% Simulado
tx = randi([0,M-1],1,N);
tx_mod = qammod(tx, M); % Modular os N sinal
for j = 1:length(SNR_dB)
    r=abs((sigma)*randn(1,N) + 1i*(sigma)*randn(1,N));
    Stx=tx_mod.*r; %Simbolo enviado com influencia do canal
    E= sum(abs(Stx).^2)/N;
    N0=E/SNR(j);
    n = sqrt(N0/2)*(randn(1,N)+1i*randn(1,N));%computed noise
    Sr = Stx + n; %Sinal+ ruido
    Se = Sr./r; %Equalizar o sinal
    C_dem =qamdemod(Se,M); %Demodulacao do sinal
    BER_N(j) = sum(C_dem~=tx)/N; %Calculo de error
end
end

```

3 Comentário sobre as figuras

A Figura 2 mostra o desempenho do sistema para as seguintes modulações: QPSK, 16-QAM e 64-QAM. Considera-se $\sigma = 1/\sqrt{2}$ e 10^6 simulações. Observa-se que quanto menor é a ordem de modulação maior é o ganho de diversidade obtido. Por exemplo, para um sistema que requer um SER igual a 10^{-1} , a modulação 8-PSK o atinge com um $E_S/N_0 = 14dB$ enquanto as modulações 16-QAM e 64-QAM o atingem com $E_S/N_0 = 18dB$ e $E_S/N_0 = 25dB$, respectivamente. Da mesma forma, um sistema com $E_S/N_0 = 20dB$ atinge a $SER = 0.029$ para modulação 8-PSK, enquanto atinge $SER = 0.069$ e $SER = 0.281$ para as modulações 16-QAM e 64-QAM. Portanto, a ordem de modulação deve ser selecionada de acordo com o desempenho esperado do sistema. Um pequeno erro de aproximação também é notado ao comparar a curva aproximada e a numérica. Portanto, o uso da expressão exata é recomendado para realizar as análises de desempenho.

4 Conclusão

Esse trabalho mostra uma simulação da E_S/N_0 em função da SER para diferentes modulação e ordens de modulação. Observa-se que quanto maior é a ordem de modulação maior é a taxa de erro de símbolo. Por tanto, pode-se atingir uma ordem de diversidade de ganho ao selecionar adequadamente a ordem de modulação.

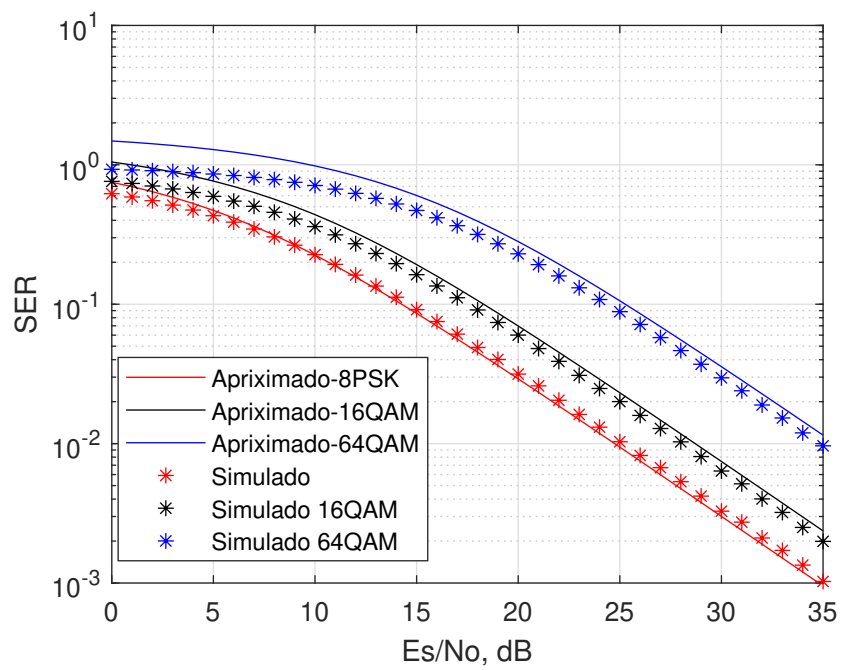


Figure 2: SER vs E_s/N_0