

Trabalho 4 (2/3)

Vignon Fidele Adanvo

September 5, 2022

1 Relatório

Este documento mostra os cálculos realizados no exercício 2. Além disso, é realizada uma simulação para comparar os resultados. Pode-se observar que o resultado da simulação coincide com o método analítico, portanto valida a análise realizada. Ademais, ao variar a ordem de modulação, observa-se um ganho de diversidade. Aproximado

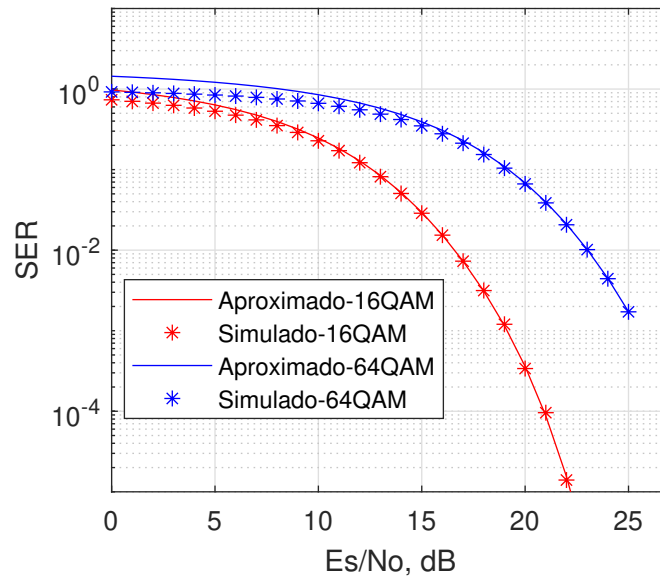


Figure 1: SER vs Es/No.

2 Expressão analítica

2)

$$\begin{cases} p(r = \frac{1}{\sqrt{2}}) = 0,15 \\ p(r = 1) = 0,2 \\ p(r = \sqrt{2}) = 0,15 \end{cases}$$

$$\tilde{P}_e = \int_0^{\infty} p(r) \cdot P(e/r) dr \quad \text{para VA continua}$$

$$P_e = \sum p(r) P(e/r) \quad \text{para VA discretizada}$$

$$P(e/r) = M Q\left(\sqrt{r^2 \frac{E_b}{N_0}}\right)$$

$$\gamma = \frac{3}{10-1} = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$M = \frac{4(\sqrt{10}-1)}{2} = 3$$

$$\frac{E_b}{N_0} = 10^{+2,3} = 10^{2,3} \approx 19,952$$

$$P(e/r)_{1/\sqrt{2}} = 3 Q\left(\sqrt{\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot 0,2 \times 19,952}\right) = 3 Q(4,466607)$$

$$\approx 1,19 \cdot 10^{-5}$$

$$P(e/r)_1 = 4 \cdot 10^{-10}$$

$$P(e/r)_{\sqrt{2}} = 6 \cdot 10^{-19}$$

$$\begin{aligned} \bar{P}_e &= 0,15 \cdot 1,19 \cdot 10^{-5} + 0,2 \cdot 10^{-10} + 0,15 \cdot 10^{-19} \\ \bar{P}_e &\approx 1,785 \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

3 Scrip

```
function [ BER_A_PS, BER_N ]=SER_Ex2(SNR_dB, M )

%% Parametro
N=1e6; %Numero de amostra
SNR=10.^(SNR_dB./10);
mi=(4*(sqrt(M)-1))/(sqrt(M));
sita=3/(M-1);
%% Analitico
pr=[0.15, 0.7, 0.15] ;
r = [1/sqrt(2), 1, sqrt(2)] ;
BER_A_PS=0;
for i=1:1:3
    Fun=pr(i)*(mi*qfunc( sqrt((r(i)^2)*sita.*SNR )));
    BER_A_PS=BER_A_PS + Fun;
end
%% Simulado
BER_N = zeros(1,[]);
tx = randi([0,M-1],1,N); % Genar N sinal para analisar (1 M-1)
tx_mod = qammod(tx, M); % Modular os N sinal
E= sum(abs(tx_mod).^2)/N; % Energia media
for j = 1:length(SNR_dB)
    h=zeros(1,[]);
    Var=rand(1,N);
    for i=1:1:N
        %Gerar uma canal N canal com a pdf
        A=Var(i);
        if A<=pr(1)
            h(i)= r(1);
        elseif A<=(pr(1)+pr(2))
            h(i)= r(2);
        elseif A<=(pr(1)+pr(2)+pr(3))
            h(i)= r(3);
        end
    end
    Stx=tx_mod.*h; %Simbolo enviado com influencia do canal
    N0=E/SNR(j);
    n=sqrt(N0/2)*(randn(1,N)+1i*randn(1,N));%computed noise
    Sr = Stx + n ; %Sinal+ ruido
    Se = Sr./h; %Equalizar o sinal
    C_dem =qamdemod(Se, M); %Demodulacao do sinal
    BER_N(j) = sum(C_dem~=tx)/N; %Calculo de error
end
end
```