Entrega 01: Loopback OFDM em canais AWGN

Ana Paula Medeiros Amarante

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Curso de Engenharia de Telecomunicações

19 de julho de 2020

1. **Introdução**

O objetivo desta entrega foi trabalhar com a multiplexação Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM), compreendendo seu processo de ortogonalização entre subportadoras, bem como a demultiplexação em canais Additive white Gaussian noise (AWGN).

Os pontos a serem alcançados no trabalho, foram três: Eb/No como variável de entrada, variando de 0 a 14 dB e calcular a variância do ruído, considerando modulação Binary phase-shift keying (BPSK) e 16-Quadrature Amplitude Modulation (16-QAM); Usar as funções (inverse fast Fourier transform) IFFT e (fast Fourier transform) FFT para multiplexar (Tx) e demultiplexar (Rx); Fazer o gráfico da bit error rate (BER) vs Eb/No para com OFDM e, no mesmo gráfico, o gráfico da Pe vs Eb/No (fórmula teórica) da modulação BPSK e 16-QAM sem OFDM.

1. **Experimento**

Para as modulações BPSK e 16-QAM, o canal AWGN pode ser modelado da seguinte forma [1]:

(1)

Onde é o sinal recebido é o sinal recebido na entrada do receptor, é o sinal modulado transmitido através do canal, é o fator de escala de amplitude do canal para o sinal transmitido normalmente assumido como unidade e é a variável aleatória do AWGN, com média zero e variância .

Para um canal AWGN, a variância do ruído em termos da Power Spectral Density (PSD) [1], é dado por:

(2)

Onde é a potência de ruído [2], que pode ser calculado em função de , a energia de bit. é a energia de bit pela densidade espectral de potência ruído:

(3)

Para ambas modulações, foi interpretado como a potência do sinal, em (3), sendo calculado em função da PSD [3], como é mostrado na equação (4). Para a modulação 16-QAM, o também em (3) foi normalizado para cada símbolo para que seja encontrado a potência de um único símbolo, sendo o [1] mostrado na equação (5).

(4)

(5)

Onde [1], que para a modulação 16-QAM, .

Com esses valores acima, foi possível medir os valores simulados para as duas modulações. A foi etapa foi calcular a probabilidade de erro de bit, [4]. Para o BSPK, está mostrado na equação (6) e a para o 16-QAM em (7).

(6)

(7)

Foi usado a função fft e ifft do matlab, conforme era requerido. Já o segundo ponto da entrega, o resultado da cálculo da variância do ruído pode ser visto ao executar o código diretamente no matlab.

1. **Conclusão**

O gráfico BER obtido é mostrado na Figura 1, onde é possível observar que a BER simulada, com OFDM, se aproximou da BER teórica, sem OFDM. O número de bits foi 1000, valor que já estava sendo trabalhado nas práticas.

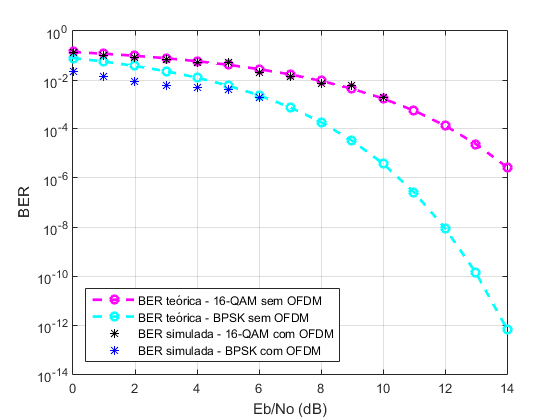


Figura 1: Gráfico BER x EbNo (db) para diferentes modulações

A modulação 16-QAM tem mais bits por símbolo do que a BPSK, resultando em uma BER maior para 16-QAM. Em ambas as modulações, o número de bits não foi suficiente para simular a BER até o Eb/No de 14 dB.

Os valores de BER teóricos e simulados se aproximaram bastante, para o número de bits igual a 1000, porém ao alterar esse valor, o gráfico obtém um comportamento não esperado, sendo possível observar diferenças entre a BER simulada e a teórica. Não possível corrigir esse problema no tempo hábil da produção desta entrega.

Link do vídeo: <http://youtu.be/pFRS55zvs60?hd=1>

1. **Referências**

[1] Viswanathan, M., Simulation of Digital Communication Systems Using Matlab, 2th Ed., 2013.

[2] Proakis, J. G., Digital Communications, 4th Ed., McGraw-Hill, 2001.

[3] Lathi, B. P., Modern Digital and Analog Communication Systems, Oxford University Press, New York, USA, 4th Ed., 2009.

[4] Barreto, A. N., Apostila de Comunicações Digitais - Transmissão Digital em Canais com Ruído, UnB, 2017.