

Relatório - Experimento 09

Fausto Emrich Brenner - 17/0009777

I. ATIVIDADES

A. AR01

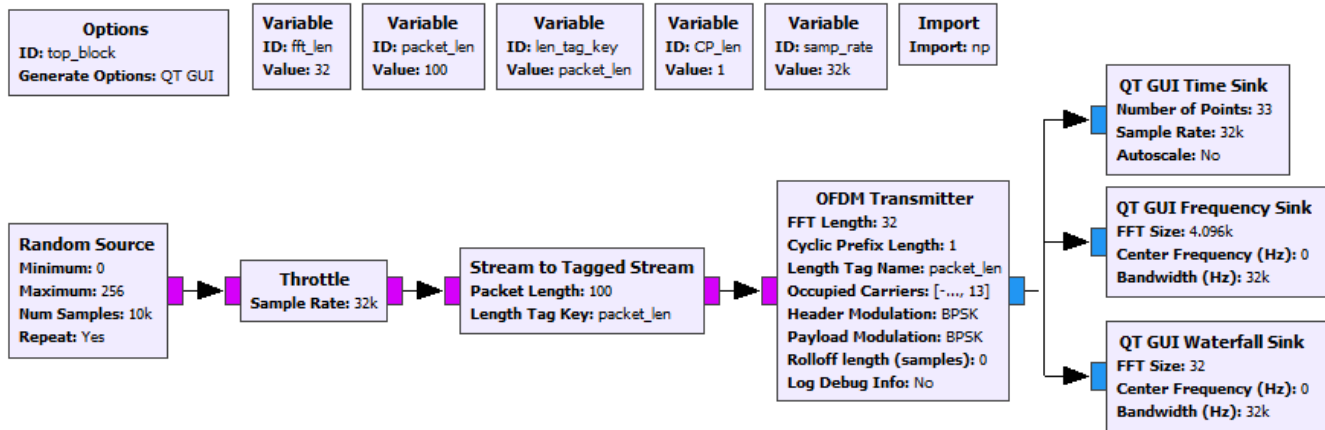


Figura 1: Diagrama do transmissor OFDM [Fig. 1.1]

A partir das instruções do roteiro, construiu-se um transmissor OFDM com o diagrama da Figura 1. As três formas geradas podem ser vistas na Figura 3. Podemos ver claramente os pontos onde não há portadora destacada, são eles: ± 9 kHz, ± 4 kHz e 0 kHz.

[A1a] Sinais complexos podem ser entendidos como compostos por duas componentes em quadratura (seno e cosseno). Dessa forma, o número complexo gerado poderia ser transmitido por uma modulação com portadoras em quadratura como, por exemplo, QAM.

Alteramos os valores das variáveis de forma a transmitir um sinal real banda passante OFDM, centrado em 62,5 kHz. Com $samp_rate = 256$ kHz e $fft_len = 256$. As curvas obtidas podem ser vistas na Figura 4.

[A1b] Nota-se que o sinal modulado em QAM possui uma frequência maior que o anterior, e que foi possível deslocá-lo com sucesso para 62,5 kHz utilizando um modulador QAM simples, que modulou a parte real do número complexo com um cosseno e a imaginária com um seno.

B. AR02

Observou-se o comportamento do sistema para 4 combinações de *NoiseVoltage* e *taps*. Os resultados podem ser vistos nas figuras de 5 a 8.

[A2a] Comparando as figuras 5 e 6, podemos notar que o efeito do ruído no sistema está relacionado à adição de uma constante à DEP do sinal, como já vimos anteriormente quando estudamos os efeitos do AWGN [1]. Com $NoiseVoltage \geq 2$, essa interferência do ruído fica grande o suficiente para interromper a recuperação do sinal na recepção, como podemos ver no quadro "Sinal Demodulado" da figura 6. O efeito da variação do *taps* pode ser visualizado na figura 8. Essa variável está relacionada com efeitos de multipercurso do canal, que geram distorções que podem ser notadas pela forma que as frequências centrais estão amplificadas e as frequências maiores estão atenuadas. Por conta de suas características, a OFDM é robusta a efeitos de multipercurso do canal, de forma que mesmo com essas distorções foi possível recuperar os bits gerados na *random source*.

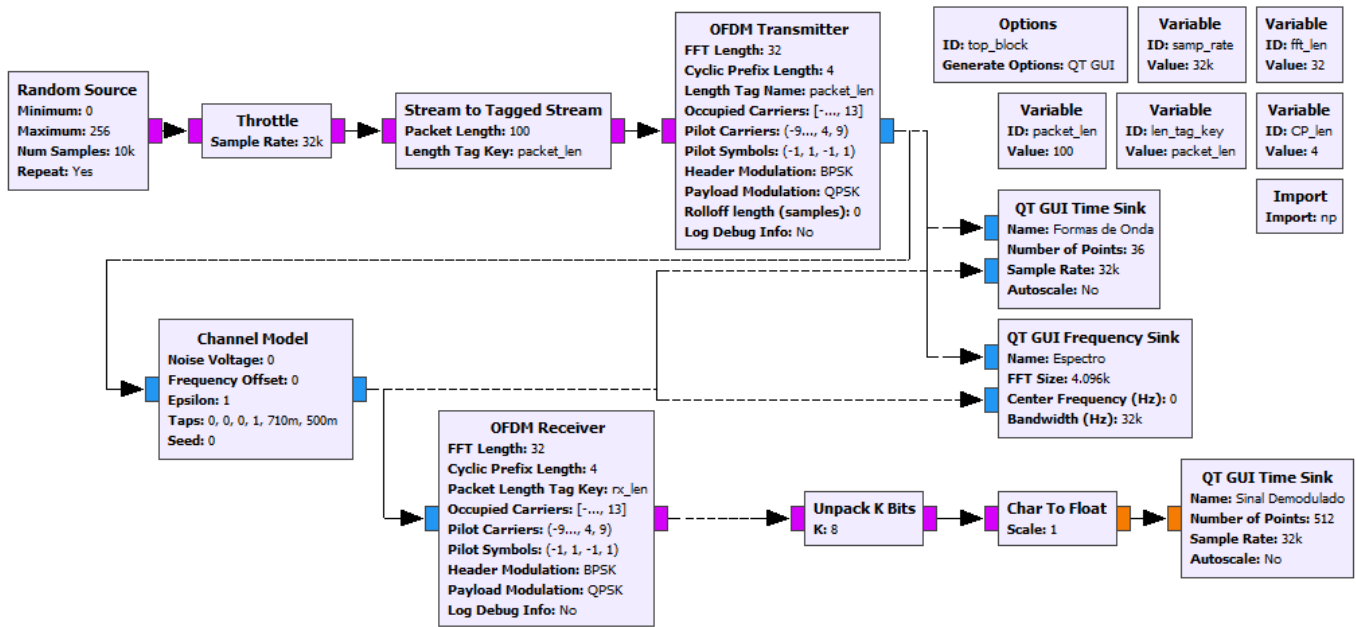


Figura 2: Diagrama da transmissão OFDM por canal [Fig. 2.1]

[A2a] Conforme os TAPs mais distantes ganham mais peso, maior será a ISI (Interferência Intersimbólica). Ou seja, cada vez mais amostras passadas terão peso no valor presente da resposta do canal. Para um filtro FIR discreto de ordem N , cada valor da saída é dado por

$$y[n] = \sum_{i=0}^N b_i x[n - i] \quad (1)$$

onde b_i são os valores de cada Taps. Assim fica claro que se aumentarmos a ordem do FIR e aumentarmos os valores de b_i de ordens elevadas, estaremos criando uma maior dependência de valores anteriores de x na saída.

II. IMAGENS

As imagens de oscilografia e espectrais se encontram ao final do documento, em uma página reservada.

REFERÊNCIAS

- [1] B. P Lathi and Z. Ding, *Sistemas de Comunicações Analógicas e Digitais Modernos*, 4th ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

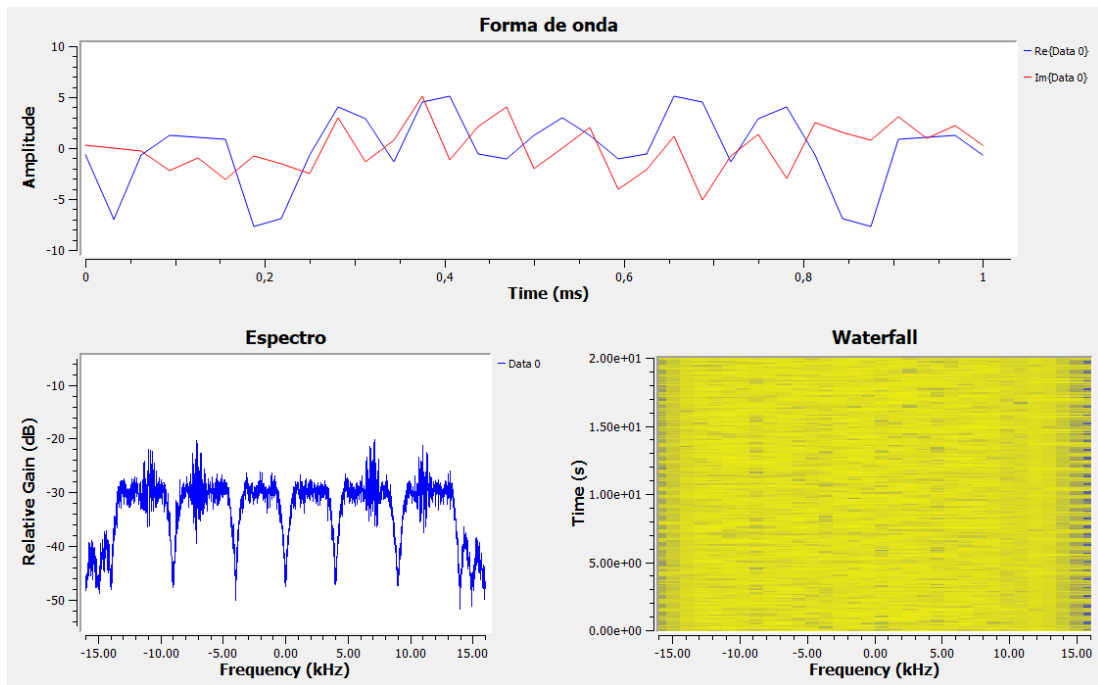


Figura 3: Formas de onda geradas pelo transmissor [Fig.1.2-4]

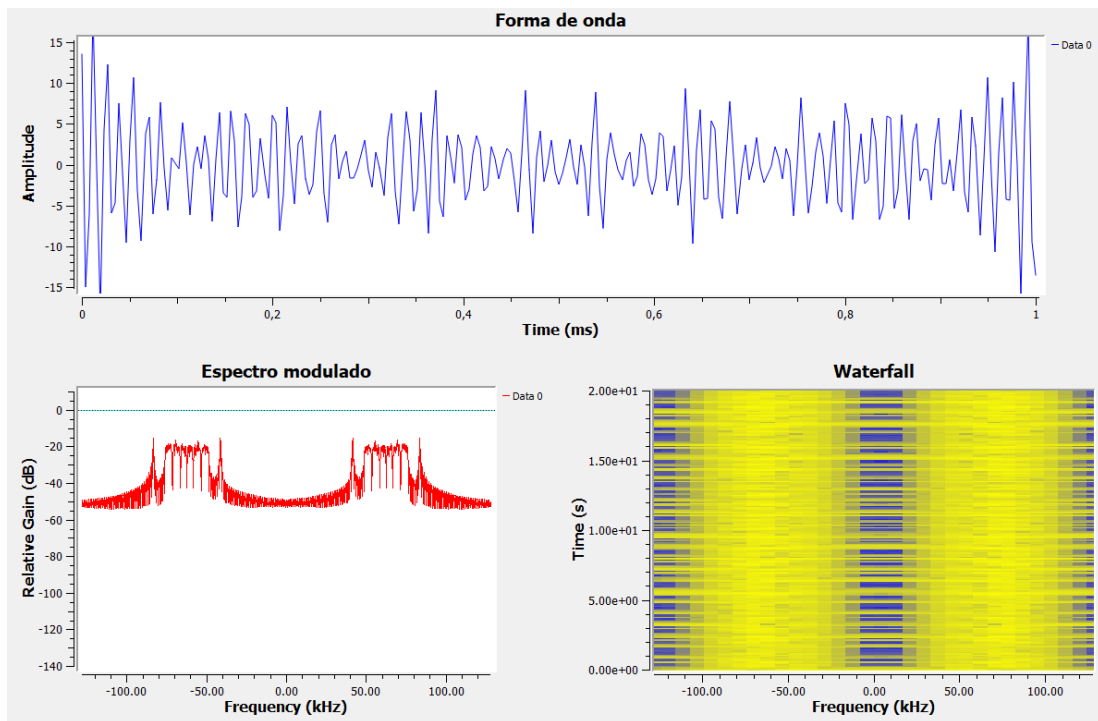


Figura 4: Formas de onda do sinal real banda passante modulado em QAM a 62,5 kHz [Fig.1.5-8]

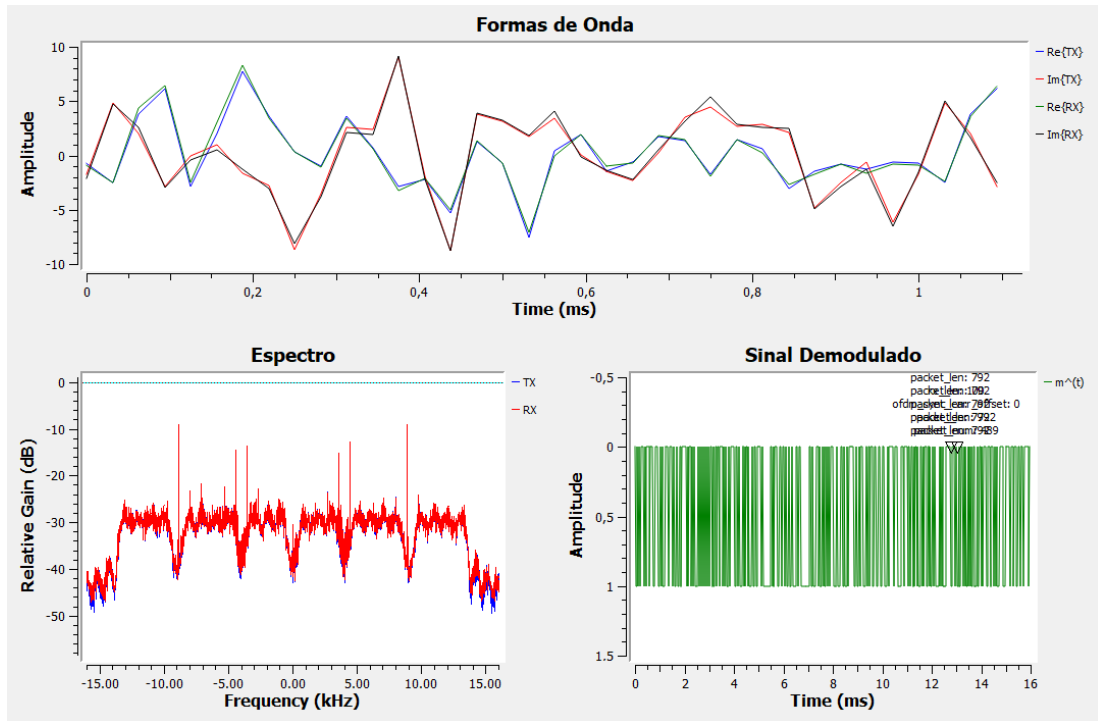


Figura 5: Resultado para a $taps = [0, 0, 0, 1]$ e $NoiseVoltage = 0.5$.

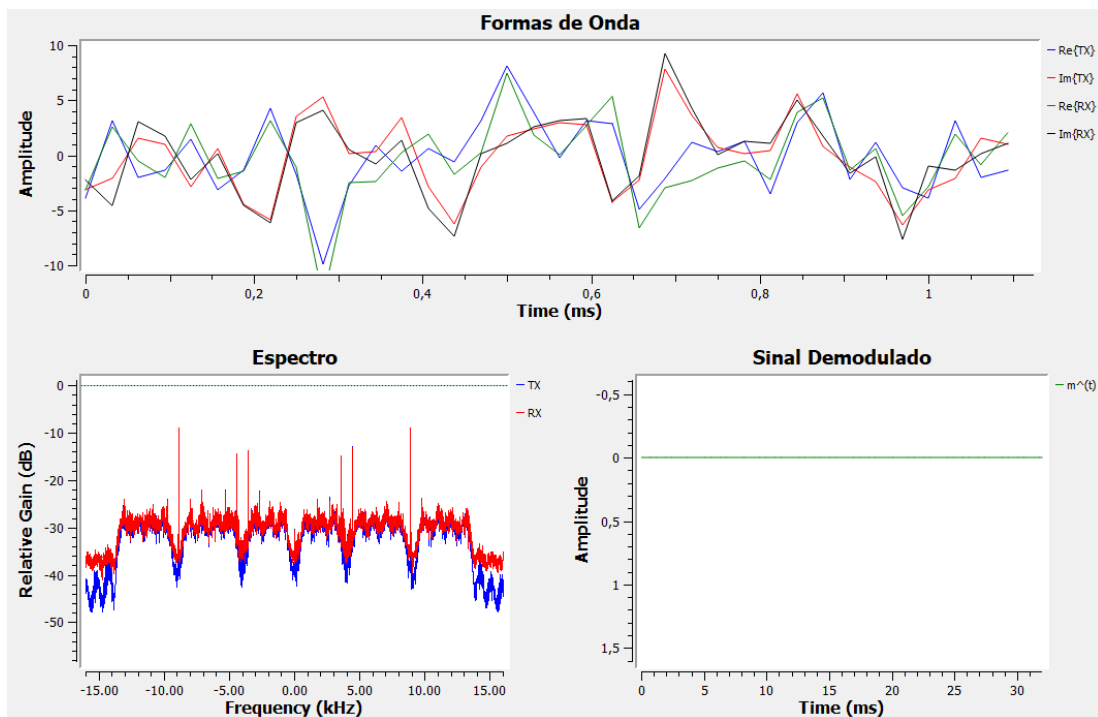


Figura 6: Resultado para a $taps = [0, 0, 0, 1]$ e $NoiseVoltage = 2.0$.

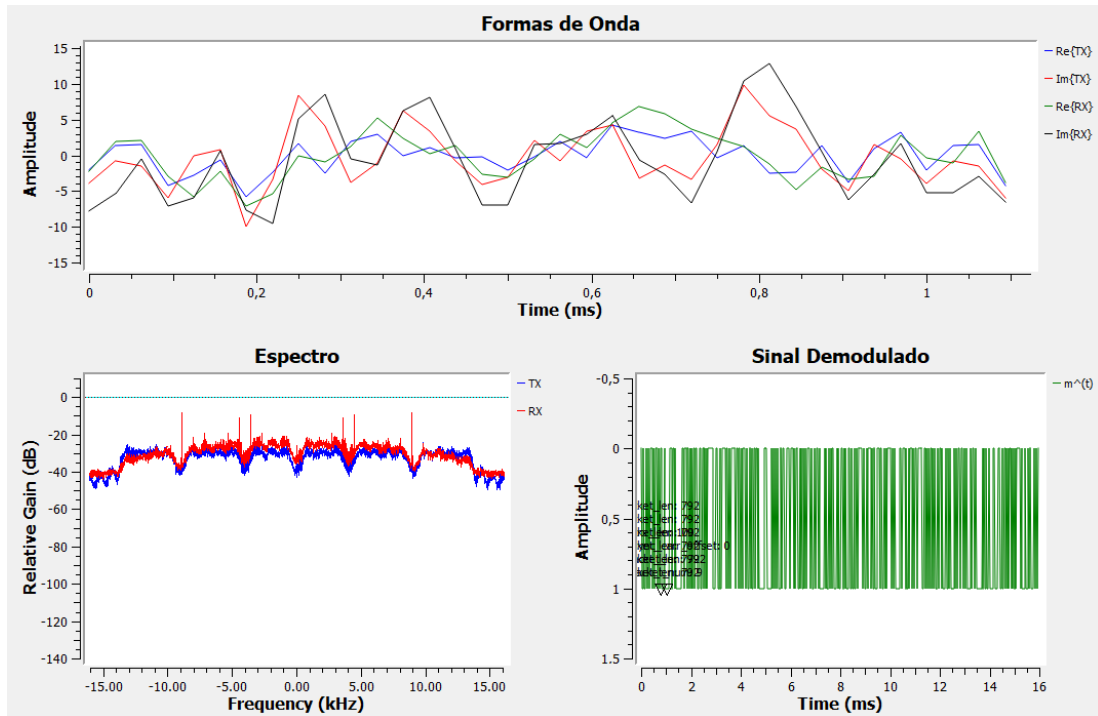


Figura 7: Resultado para a $taps = [0, 0, 0, 1, 0.71]$ e $NoiseVoltage = 1.5$.

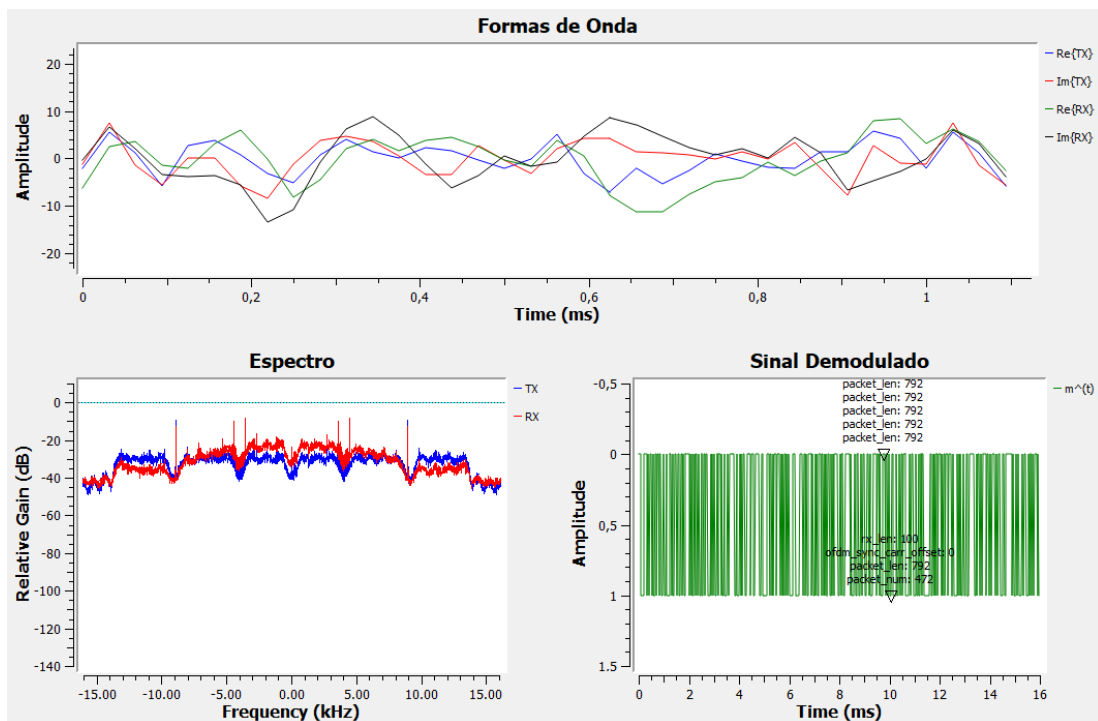


Figura 8: Resultado para a $taps = [0, 0, 0, 1, 0.71, 0.5]$ e $NoiseVoltage = 1.0$.