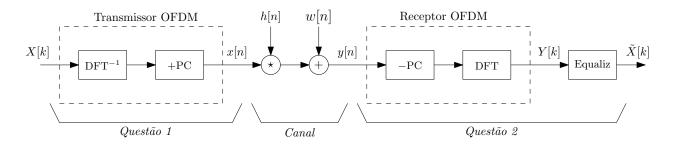


COM29007 TRABALHO: OFDM 2018.2

Considere um sistema de comunicação OFDM, como ilustrado na figura abaixo.



- 1. Escreva uma função que implementa um transmissor OFDM, tendo como entradas:
 - A sequência de símbolos da modulação, X[k].
 - \bullet O número de subportadoras, N.
 - O comprimento do prefixo cíclico, μ .

E como saída:

• A sequência a ser enviada pelo canal, x[n].

Para testar a sua função, utilize como entradas:

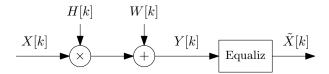
$$\bullet \ \ X[k] = [+1, \ \ +1, \ \ -1, \ \ -1, \ \ -1, \ \ +1, \ \ -1, \ \ +1].$$

- N = 4.
- $\mu = 2$.

A saída deverá ser:

 $\bullet \ x[n] = [0, \quad \frac{1}{2} - \mathrm{j} \frac{1}{2}, \quad 0, \quad \frac{1}{2} + \mathrm{j} \frac{1}{2}, \quad 0, \quad \frac{1}{2} - \mathrm{j} \frac{1}{2}, \quad -1, \quad 0, \quad 0, \quad -1, \quad 0].$

2. Lembre-se de que, devido ao prefixo cíclico, a relação entre a entrada X[k] e a saída Y[k] se simplifica para Y[k] = H[K]X[k] + W[k], em que H[k] é o ganho do k-ésimo subcanal e W[k] é ruído. Assim, tem-se o modelo mostrado na figura abaixo.



Portanto, a equalização pode ser feita no domínio da frequência, apenas invertendo o ganho do subcanal, ou seja, o sinal equalizado, $\tilde{X}[k]$, pode ser calculado como

$$\tilde{X}[k] = \frac{Y[k]}{H[k]}.$$

Escreva uma função que implementa o **receptor OFDM seguido de equalização**, tendo como entradas:

- A sequência recebida do canal, y[n].
- \bullet O número de subportadoras, N.
- O comprimento do prefixo cíclico, μ .
- Os coeficientes do canal, h[n].

E como saída:

 $\bullet\,$ A sequência na saída do equalizador, $\tilde{X}[k].$

Para testar sua função, considere o caso sem ruído e utilize os mesmos parâmetros da Questão 1 com os seguintes canais:

- (a) h[n] = [1].
- (b) $h[n] = [1 \ 0.25].$
- (c) $h[n] = \begin{bmatrix} 1 & 0.25 & 0.50 \end{bmatrix}$.
- (d) $h[n] = \begin{bmatrix} 1 & 0.25 & 0.50 & 0.25 \end{bmatrix}$.

O que ocorre no último caso? Explique.

- **3.** Utilizando as funções escritas nas Questões 1 e 2, simule o desempenho de erro de bit de um sistema OFDM com as especificações abaixo.
 - Modulação BPSK.
 - Número de subportadoras: N = 16.
 - Comprimento do prefixo cíclico: $\mu = 4$.
 - Número de blocos OFDM transmitidos: $L = 50\,000$.
 - Canal de comunicação dado por $h[n] = \begin{bmatrix} 2 & -0.5 & 0.5 \end{bmatrix}$.
 - $E_{\rm b}/N_0$ no RX variando de 0 a 10 dB, com passo de 1 dB.

Figura de saída:

- $P_{\rm b}$ vs $E_{\rm b}/N_0$ obtido via simulação com as especificações acima.
- $P_{\rm b}$ vs $E_{\rm b}/N_0$ teórico para o caso sem ISI, isto é, $P_{\rm b}=Q\left(\sqrt{\frac{2E_{\rm b}}{N_0}}\right)$.
- **4.** Plote as envoltórias instantâneas no tempo (isto é, o módulo da representação em banda base do sinal) e os espectros na frequência dos sinais x(t) e y(t), que são as versões em tempo contínuo de x[n] e y[n], respectivamente. Utilize as especificações abaixo.
 - Modulação BPSK.
 - $\bullet\,$ Taxa de bits de informação: $R_{\rm b}^{\rm info}=16\,{\rm Mbps}.$
 - Número de subportadoras: N = 64.
 - Comprimento do prefixo cíclico: $\mu = 16$.
 - Número de blocos OFDM transmitidos: L = 100.
 - Canal de comunicação dado por $h[n] = \begin{bmatrix} 2/\sqrt{5} & 0 & 1/\sqrt{5} \end{bmatrix}$.
 - Ausência de ruído.

Sugestão: Execute uma interpolação nos sinais em tempo discreto para obter os sinais em tempo contínuo.