

### Definição do Trabalho Final

Desenvolva, **em duplas**, utilizando Matlab, um simulador de sistemas de comunicação baseados na tecnologia MIMO (*Multiple Input Multiple Output*). Este simulador deverá medir a taxa de erros de bit (BER – *Bit Error Rate*) para diferentes valores de  $E_b/N_0$ , onde  $E_b$  corresponde à energia por bit e  $N_0$  à densidade espectral do ruído.

O simulador deverá efetuar a detecção dos símbolos MIMO utilizando três algoritmos diferentes para esse propósito:

- *Zero forcing*: o algoritmo mais simples, consiste em multiplicar os símbolos recebidos pela pseudo-inversa da matriz  $H$  de resposta impulsiva do canal.
- *Nulling and cancelling*: utiliza a decomposição QR da matriz do canal para, iterativamente, cancelar a interferência de uma antena sobre as demais.
- *Sorted nulling and cancelling*: variação do algoritmo anterior, reordena o processamento das antenas de transmissão de forma a evitar o acúmulo de erros causados por decisões incorretas.

Maiores detalhes sobre os três algoritmos podem ser encontrados no documento anexo, disponível no Moodle da disciplina.

O simulador deverá operar com modulação BPSK (*Binary Phase-Shift Keying*), sem codificação de canal, e deverá ser parametrizável quanto às quantidades de antenas de transmissão ( $N_T$ ) e recepção ( $N_R$ ). Ao final das simulações, o código deverá plotar gráficos com as taxas de erro observadas para cada algoritmo, permitindo a comparação do desempenho de cada um deles.

O código deverá ser organizado, legível e bem documentado. Não devem ser utilizadas funções já disponíveis no Matlab ou seus *toolboxes*, ou desenvolvidas por terceiros, para simulação de sistemas MIMO. É permitido o uso de funções para operações sobre matrizes, como para cálculo da pseudo-inversa ou da decomposição QR.

O trabalho será entregue via Moodle, por um dos integrantes da dupla, até o dia 08/12. Devem ser entregues todos os códigos necessários para a utilização do simulador e um relatório, em formato pdf, apresentando e discutindo os resultados obtidos com o simulador. Deverão ser simulados sistemas  $2 \times 2$ ,  $2 \times 3$  e  $4 \times 4$  ( $N_T \times N_R$ ).

#### Opcionais:

Aqueles que tiverem maior curiosidade a respeito do funcionamento destes sistemas podem avaliar o seu comportamento quando utilizados códigos de canal para correção de erros e/ou modulações de mais alta ordem. Essas funcionalidades não são obrigatórias para a obtenção da nota máxima.