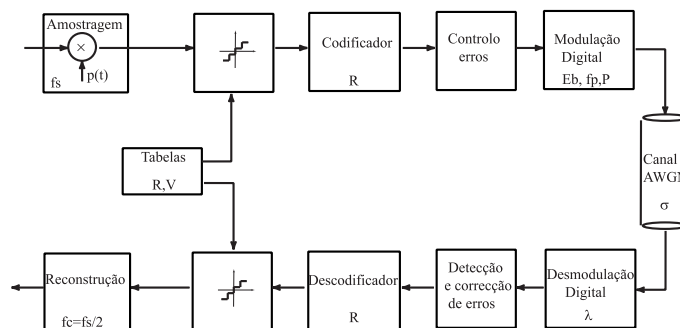


Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
Licenciatura em Engenharia Informática e Multimédia
Comunicação e Processamento de Sinais

1º Semestre de 2017/2018

A figura representa o esquema típico do processo de envio e recepção de informação usando modulações digitais. Durante o semestre pretende-se que sejam estudados e implementados os vários blocos funcionais do esquema.



Neste trabalho pretende-se que seja implementado um sistema de emissão e recepção em banda base, usando para tal os códigos de linha. O código implementado para os pontos 1 a 6 e os cálculos para a resolução da pergunta 7 devem ser encapsulados num ficheiro ZIP com o número do grupo e submetidos no Moodle até 26 de novembro de 2017.

1. Construa uma função que implemente o emissor para o código de linha Manchester. Assuma que a entrada é um *Numpy array* de bits (com dimensão N), a amplitude do código (A) e o número de pontos (amostras) usado para representar o sinal (P). A saída deverá ser um *Numpy array* com o código da sequência (com dimensão $N.P$).
2. Construa uma função que implemente o receptor baseado no filtro adaptado. Este deve receber um código de linha com ruído e deve retornar uma sequência binária. Esta função deve ainda ter como parâmetro de entrada o valor de limiar de decisão (λ).
3. Adapte as funções anteriores para funcionarem com o código de linha Manchester diferencial.
4. Construa uma função que simule um canal AWGN. Esta função recebe o código linha do emissor e adiciona ruído com uma determinada potência (parâmetro de entrada):

$$\text{signal_out} = \text{signal_in} + \sigma_n * \text{np.random.randn}(\text{len}(\text{signal_in}));$$
5. Com base nas funções elaboradas, simule a emissão para o canal de uma sequência binária e a sua recepção:
 - a) Admita que os bits à entrada no emissor são $[0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1]$. Gere o código de linha correspondente ($P=8, A=1$), transmita o sinal pelo canal ($\sigma_n^2 = 1W$) e decodifique o código linha ($\lambda = 0$). Represente o sinal à entrada e à saída do canal. Compare a sequência de bits decodificada com a original.
 - b) Repita a alinea anterior para cada valor do parâmetro $\sigma_n^2 = \{0.5, 1, 2\}$ e comente os resultados.
6. Considerando o sinal previamente gravado, gere o código linha para este ($P=8, A=1$), transmita o sinal pelo canal e decodifique-o. Considere diferentes valores de potência para o ruído, $\sigma_n^2 = \{0.5, 1, 2, 4\}$ e elabore um gráfico com o BER medido e o BER teórico. comente os resultados. Calcule também a SNR obtida.
7. Considere um sistema de transmissão que usa o código de linha Manchester, com um factor de *roll-off* de 0.5. Sabe-se que o canal de comunicação (AWGN) é do tipo passa-baixo, cujo ruído tem uma densidade espectral de potência de 0.5×10^{-6} W/Hz, uma atenuação de 5 dB e uma largura de banda disponível de 400 kHz. Pretende-se que o receptor tenha um BER igual ou inferior a 10^{-5} .
 - a) Determine o débito binário máximo do sistema.
 - b) Determine a energia por bit no receptor que satisfaça as condições pretendidas.
 - c) Determine a potência recebida (após o canal) nas condições da alinea anterior.
 - d) Determine a potência mínima que deve ser emitida.