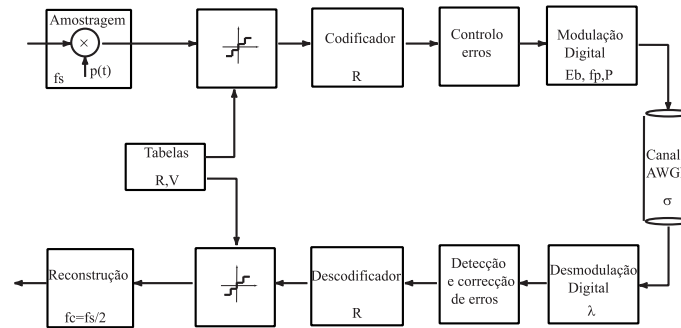


**Instituto Superior de Engenharia de Lisboa**  
Licenciatura em Engenharia Informática e Multimédia  
Comunicação e Processamento de Sinais

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 primeiro guia de trabalho focam-se os blocos - **Amostragem e Reconstrução** e **Quantificação e Desquantificação**. O código implementado para a resolução das perguntas práticas deve ser encapsulado num ficheiro ZIP com o número do grupo e submetidos no Moodle até 15 de Outubro de 2017.

1. Grave dois sinais com 1 segundo usando uma frequência de amostragem de 8 KHz: o primeiro sinal é uma senoide, com amplitude máxima de 20 000 e frequência de 3014 Hz e o segundo é um sinal áudio.
  - a) Represente os sinais no domínio do tempo e da frequência (módulo do espectro).
  - b) Amostre os sinais a uma frequência menor:
    - i) Faça a amostragem da senoide com uma frequência  $f_s=4\text{kHz}$ . Grave o sinal e reproduza o som. Compare o sinal amostrado com sinal original. Compare também os seus espectros.
    - ii) Faça a amostragem do sinal de voz com uma frequência  $f_s=1\text{kHz}$ . Grave o sinal num ficheiro e reproduza o som. Compare o espectro do sinal amostrado com o espectro do sinal original.
2. Construa uma função que crie as tabelas com os intervalos de decisão e valores de quantificação para um quantificador uniforme. Esta função tem como parâmetros de entrada o número de bits por amostra ( $R$ ), o valor máximo a quantificar ( $V_{\max}$ ) e o tipo de quantificador (midrise ou midtread). Como parâmetros de saída tem dois *Numpy arrays* com valores de quantificação e os intervalos de decisão.
3. Construa uma função que implementa um quantificador uniforme, que dado um *Numpy array* com as amplitudes do sinal amostrado ( $x$ ), retorne um *Numpy array* com o sinal quantificado ( $x_q$ ) e com os índices dos valores de quantificação usados ( $v_q$ ).
4. Com as funções criadas nos pontos anteriores, e assumindo que o número de bits é  $R = 3$ :
  - a) Quantifique um sinal de rampa. Represente as amostras do sinal original e do sinal quantificado em função do tempo.
  - b) Represente o erro de quantificação em função do tempo e o seu histograma.
  - c) Para cada valor de  $R=\{3,4,5,6,7,8\}$  meça a SNR e compare com o valor teórico. Construa um gráfico com os valores da SNR teórica e medida em função do número de bits  $R$ .
5. Faça a leitura do ficheiro de áudio previamente gravado para um *Numpy array*.
  - a) Represente o histograma do sinal de áudio.
  - b) Represente cada amostra do sinal em função da amostra anterior. Comente o gráfico.
  - d) Para cada valor de  $R=\{3,4,5,6,7,8\}$  Quantifique o sinal e meça a SNR. Ouça o sinal quantificado para os diferentes valores de  $R$ . Construa um gráfico com os valores da SNR em função do número de bits  $R$ . Analise o gráfico e tire conclusões.

6. **Teórica** Suponha a existência de um sistema de amostragem e reconstrução a funcionar com frequência de amostragem  $F_s = 44\text{kHz}$ . Considere que os filtros de anti-aliasing e de reconstrução são ideais e com frequência de corte  $F_{c1}$  e  $F_{c2}$  respectivamente. Considere que o sinal à entrada é  $x(t) = 4 \cos(2\pi 10000t) + 10 \cos(2\pi 25000t)$ . Nas alíneas seguintes, obtenha a expressão do sinal analógico à saída, apresentando os espectros dos sinais ao longo do sistema. Comente os resultados obtidos verificando existência ou não de aliasing.

- a) Considerando que  $F_{c1} = 20\text{kHz}$  e  $F_{c2} = 20\text{kHz}$ .
- b) Considerando que  $F_{c1} = 30\text{kHz}$  e  $F_{c2} = 20\text{kHz}$ .