

EA614 - Análise de Sinais

Exercício de Fixação de Conceitos (EFC) 5 – Amostragem

Turma A – 1º semestre de 2018

Prof: Levy Boccato Email: lboccato@dca.fee.unicamp.br

PED-C: Renan Brotto Email: rbrotto@decom.fee.unicamp.br

1 Introdução

Conforme visto em sala de aula, o Teorema da Amostragem de Shannon-Nyquist fornece a taxa mínima com que um sinal de banda limitada deve ser amostrado de modo a permitir sua reconstrução. Nos casos em que taxas inferiores são utilizadas, surge o fenômeno denominado *aliasing*, comprometendo a reconstrução do sinal original. Neste exercício, estudaremos este fenômeno, no contexto de um sinal de áudio, assim como uma maneira de atenuá-lo.

2 Atividades

- (a) Para carregar um arquivo de áudio no Matlab basta usar o comando `audioread`:

```
[y,Fs]=audioread('queen_I_want_it_all.wav');
```

Este comando retorna o sinal de áudio, y , e a frequência de amostragem, F_s . Note que y corresponde a uma matriz com `num_amostras` linhas e duas colunas, uma para cada canal de áudio. Apenas por simplicidade, vamos somar os dois canais para realizar o experimento:

```
y=y(:,1)+y(:,2);
```

OBS.: A taxa de amostragem tipicamente empregada em sinais de áudio (e.g., música) corresponde a 44,1 kHz.

- (b) Utilizando a rotina `espectro(y)` fornecida, mostre o espectro de frequências do sinal de áudio e discuta seu conteúdo espectral.
- (c) Reduza a taxa de amostragem por um fator de $M = 6$. Para isto, a cada bloco de M amostras, basta reter uma amostra de y e descartar as $M - 1$ amostras seguintes. Matematicamente, a nova sequência gerada se relaciona com y da seguinte forma:

$$y_{\text{dec}}(n) = y(Mn). \quad (1)$$

Apresente o espectro do sinal subamostrado ($y_{\text{dec}}(n)$) e discuta as mudanças em relação ao espectro do sinal original.

Curiosidade: este procedimento de redução da taxa de amostragem via processamento digital é conhecido como decimação.

- (d) Ouça, então, o sinal de áudio original e o subamostrado. Para isto, utilize o comando `soundsc` do Matlab:

```
soundsc(z,Fs),
```

onde F_s denota a taxa de amostragem associada ao sinal z . Comente as diferenças.

OBS.: Lembre-se que, após a decimação, a taxa de amostragem foi reduzida para F_s/M .

- (e) Uma maneira de minimizar o *aliasing* produzido pela subamostragem consiste em aplicar um filtro passa-baixas (FPB) sobre o sinal original antes da decimação. Um FPB próximo ao ideal pode ser construído com o auxílio do método da janela de Kaiser. Para este exercício, a rotina `kaiser` é fornecida, a qual recebe como parâmetros a frequência de passagem (Ω_p) e a frequência de rejeição (Ω_r), ambas em *rad* e retorna a resposta ao impulso do filtro (h). Apresente e discuta a resposta em frequência do filtro (utilizando a rotina `espectro(h)`) para os seguintes cenários:

- $\Omega_p = 0.45 \text{ [rad]}, \Omega_r = 2 \text{ [rad]}$;
- $\Omega_p = 0.45 \text{ [rad]}, \Omega_r = 0.5 \text{ [rad]}$;
- $\Omega_p = 1.5 \text{ [rad]}, \Omega_r = 2 \text{ [rad]}$.

- (f) Utilizando $\Omega_p = 0.45 \text{ [rad]}, \Omega_r = 0.5 \text{ [rad]}$, filtre (novamente através da convolução) o sinal original. Apresente e discuta o espectro do sinal filtrado. Escute o sinal filtrado e analise os efeitos.
- (g) Subamostre o sinal obtido no item (f) por um fator $M = 6$. Compare o espectro obtido com aquele associado ao sinal original subamostrado (item (c)). Escute os sinais e discuta as diferenças. Lembre-se de fazer a correção na frequência de amostragem ao utilizar o comando **soundsc**.