

PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS

ATIVIDADE PÓS GRADUAÇÃO

Nome:

12/05/2023

A atividade proposta requer implementação. As linguagens de programação aceitas são Matlab ou Python. Pode-se utilizar Jupyter notebook (Python) para implementar os algoritmos e escrever as respostas dos exercícios, caso contrário, deve-se enviar um arquivo .zip ou .rar com o código implementado e um arquivo texto contendo as respostas e comentários dos exercícios. Quando o exercício envolver especificação e projeto de filtros, deve-se fornecer os parâmetros, diagrama de tolerância, respostas em frequência de magnitude e de fase, bem como detalhes nas faixas de passagem e de rejeição. No caso de cálculo dos espectros, deve-se explorar os diferentes parâmetros da análise espectral, para demonstrar seu domínio sobre o assunto. Muitas vezes a especificação do filtro deve ser feita com base nos espectros dos sinais de interesse ou conhecidos.

Exercício 1 - (a) Simule dois sinais cossenos, sendo o primeiro (x_1) com frequência de 10 kHz e o segundo (x_2) com frequência de 100 kHz, em que a frequência de amostragem (f_s) é de 500 kHz. Utilize um número de amostras que gere exatamente 4 ciclos senoidais do primeiro cosseno de frequência de 10 kHz e explique como determinar esse número de pontos.

(b) Crie outro sinal, x_3 , realizando a multiplicação entre os dois sinais cossenos simulados e esboce os 3 sinais simulados em uma única figura, mas utilizando o comando subplot para separar os gráficos.

(c) Calcule o espectro dos 3 sinais e ilustre-os. Comente o que aconteceu no espectro de x_3 ao multiplicarmos os dois cossenos no tempo discreto ($x_1 \cdot x_2$). Utilize diferentes janelas (sendo uma delas a retangular) e explique o que acontece nos espectros, comparando os resultados.

(d) Multiplique o sinal x_3 por x_2 (sinal cosseno de 100 kHz), analise o espectro deste novo sinal (com diferentes janelas) e explique porque essa multiplicação resultou nesse espectro. Dica: Para conseguir identificar esse

fenômeno, desenvolva analiticamente a multiplicação dos cossenos e lembre-se da relação fundamental da trigonometria.

(e) Nesse novo sinal criado a partir da multiplicação x_3 por x_2 , especifique e projete um filtro que recupere o sinal de baixa frequência. Após filtrar o sinal, explore o sinal resultante e veja se existe similaridade entre este sinal e os sinais já simulados.

Exercício 2 - Abra o arquivo 'sinal_AM' disponibilizado

(a) Ilustre sua resposta no tempo. Obs: A frequência de amostragem do sinal é 500 kHz.

(b) Calcule o espectro do sinal (usando diferentes janelas) e indique quais são as frequências do sinal.

(c) Multiplique o sinal por um cosseno simulado de 100 kHz (x_2), ilustre o novo sinal resultante no tempo e na frequência.

(d) Especifique um filtro passa baixas com frequência de corte (do filtro ideal) igual a 20 kHz (estabeleça as frequências e desvios de interesse), projete-o, mostrando suas respostas de magnitude e de fase. Filtre o sinal do item (c) e mostre o sinal filtrado no tempo e na frequência.

(e) Comente sobre o sinal recuperado (tempo e frequência).

(f) Mude a frequência do sinal de 100 kHz em $\pm 1\%$, refaça as operações e comente sobre os resultados finais. O que aconteceu com o sinal recuperado?

Exercício 3 - Nos exercícios 1 e 2 foram simulados a modulação e a demodulação AM. O arquivo "AudioActivity.wav" disponibilizado junto com o exercício é um sinal AM, em que um sinal de áudio (música) foi modulado por um cosseno cuja frequência da portadora é 14 kHz. A frequência de amostragem do sinal é de 44.1 kHz. Nesta etapa, deve-se realizar a demodulação do sinal para recuperar o sinal de áudio original.

(a) Calcule o espectro do sinal modulado e observe a banda de frequências do sinal. Verifique com diferentes janelas.

(b) Realize a demodulação do sinal multiplicando-o por um cosseno de mesma frequência da portadora e aplicando um filtro passa baixas (especifique, projete e implemente o filtro).

- (c) Filtre o sinal, reproduza o sinal demodulado e verifique se a informação foi recuperada; em seguida, salve o áudio para enviar junto com as respostas.
- (d) Mude a frequência do sinal da portadora em $\pm 1\%$ e comente sobre o resultado final.

Exercício 4 - Abra o sinal "ECG_signal.mat", neste arquivo contém 3 variáveis: ECG_data, um vetor com dados de ECG digitalizados a partir de um monitor holter cuja configuração de eletrodos corresponde a derivação II de Einthoven. ECG_seg_data, um segmento do arquivo ECG_data contendo um batimento cardíaco e fs, a frequência de amostragem utilizada durante a aquisição dos sinais.

- (a) Esboce o espectro do ECG disponibilizado e aponte os artefatos presentes no sinal. Obs: Será necessário realizar uma busca na literatura sobre os artefatos existentes no ECG e explicar isso no relatório.
- (b) Especifique, projete e implemente um filtro para eliminar os artefatos presentes no ECG_data. Justifique as suas escolhas, mostre o resultado e faça comentários.
- (c) Especifique, projete e implemente um filtro para eliminar os artefatos presentes no ECG_seg_data. Justifique suas escolhas, mostre o resultado e faça comentários.