

ELE042 – Processamento de Sinais
Trabalho prático

1. Definição

Este trabalho consiste no desenvolvimento de um sistema para análise espectral e filtragem de um sinal de áudio. O sinal é um fragmento de música gravada originalmente em formato estéreo com frequência de amostragem $f_s = 44100 \text{ Hz}$. Para facilitar a implementação, o áudio foi convertido para formato monofônico e armazenado no arquivo “Blind_intro.wav”, disponibilizado junto com este documento (para abrir o arquivo e ouvir o áudio, dê uma olhada nas funções do Matlab `audioread` e `sound`).

O sistema de filtragem deverá ser composto por um banco de filtros com ganho variável, mostrado de forma esquemática na figura 1a.

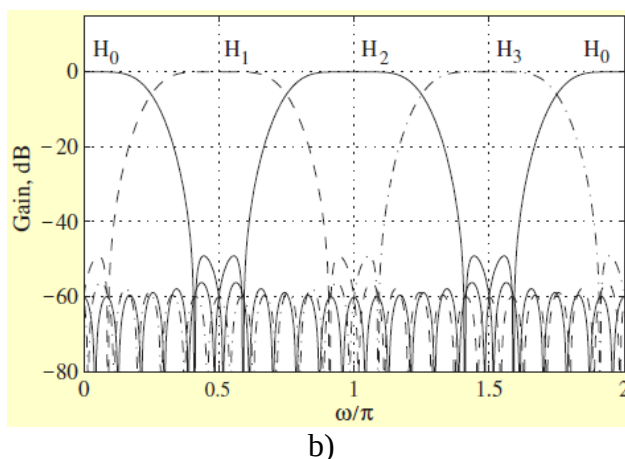
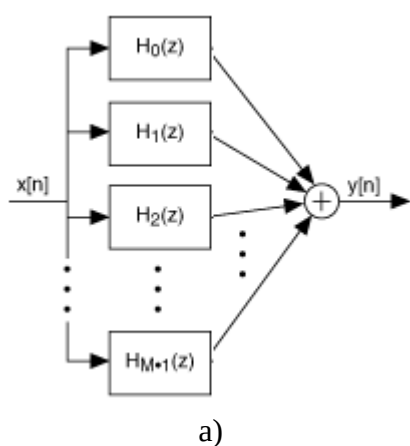


Figura 1.

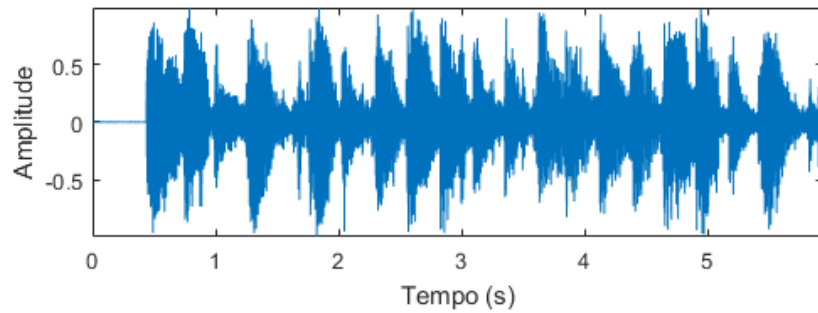
O banco de filtros realizará a decomposição do espectro do sinal em faixas de frequências complementares, como mostrado na figura 1b. Cada filtro deverá ter ganho ajustável, permitindo atenuar ou amplificar as componentes de frequência correspondentes à sua faixa. Após a filtragem, as saídas serão adicionadas para recompor o sinal filtrado.

O sistema deverá reproduzir o sinal filtrado para permitir avaliar o efeito da atenuação ou amplificação de cada canal de frequências.

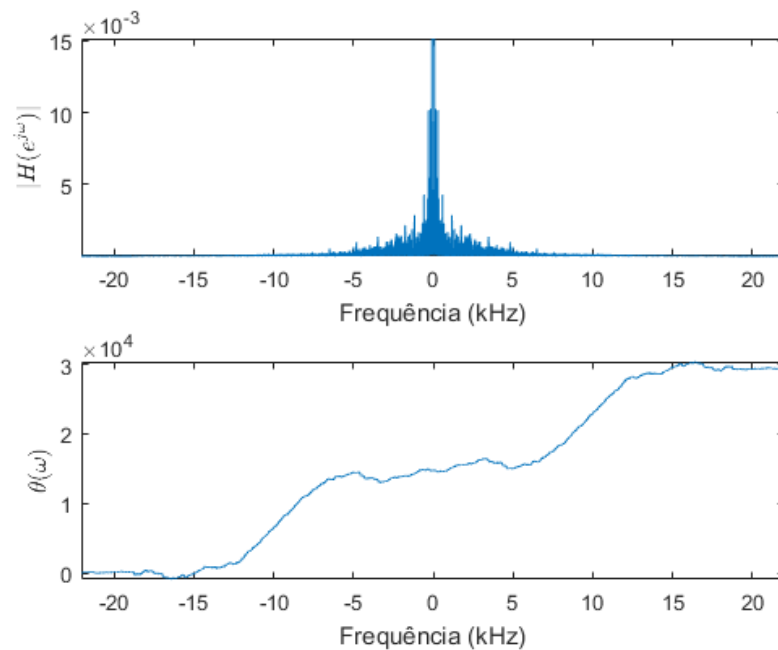
2. Implementação

O sistema desenvolvido deverá realizar, no mínimo, as seguintes tarefas:

1. Abrir o arquivo `Blind_intro.wav` e gerar um gráfico da forma de onda em função do tempo, similar ao mostrado na figura abaixo.



2. Calcular e mostrar a composição espectral do sinal utilizando a transformada rápida de Fourier (FFT). Gere os gráficos de amplitude e fase do espectro de frequências, similares aos mostrados na figura abaixo.



3. Faça o projeto do banco de filtros considerando as seguintes especificações:
- O banco deverá dividir o espectro de frequências em 6 faixas, com as seguintes frequências de borda:
 - Subgraves: entre 16 Hz to 60 Hz;
 - Graves: entre 60 Hz to 250 Hz;
 - Médio-graves: entre 250 Hz to 2 kHz;
 - Médio-agudos: entre 2 kHz to 4 kHz;
 - Agudos: entre 4 kHz to 6 kHz;
 - Brilho: entre 6 kHz to 16 kHz;
 - Os filtros digitais devem ser do tipo IIR com ganho variável entre -40 e +6.02 dB, baseados em um filtro analógico Chebyshev tipo I com $\delta_p = 0,5 \text{ dB}$ e $\delta_s = 40 \text{ dB}$.
 Faça o relato deste projeto especificando:
 - Funções de transferência.
 - Diagramas de polos e zeros.
 - Respostas de amplitude e fase.
 - Respostas ao impulso.
 - Eventuais problemas com atrasos de fase e de grupo.

4. Após o ajuste dos ganhos, o sistema deverá realizar a filtragem e reconstrução do sinal por meio da soma das saídas dos filtros individuais.
 - Apresente a composição espectral do sinal filtrado.
5. Reproduza o sinal filtrado no sistema de áudio do computador.

3. Condições

O trabalho deverá ser implementado como um script do Matlab ou Scilab¹ e entregue via Moodle na data especificada. Note que o script deverá conter os comandos para gerar todos os gráficos, de modo que não é necessário enviá-los separadamente.

Trabalho em grupo de 2 alunos.

Entregar:

- Scripts do Matlab ou Scilab.
- Relato do projeto do banco de filtros.

Data:

- Até 05 de dezembro de 2019 às 23:55 (sem adiamento!).

¹ <https://www.scilab.org/>