

Há várias janelas e métodos de janelamento. A ferramenta *wintool* do Matlab permite explorar várias janelas e vários sites e livros trazem comparações entre métodos de janelamento. Nada é conclusivo, é sempre uma troca.

Em resumo, o método de projeto de filtro por janelamento funciona da seguinte forma:

- A partir do tipo de filtro e das suas frequências de corte, projete o filtro ideal  $h_i[n]$  como recapitulado mais cedo nesta Seção.
- Escolha o tamanho do filtro  $(2K + 1)$ .
- Escolha a sua janela  $w[n]$ .
- Calcule  $h'[n] = h[n]w[n]$ . Esse é o filtro a ser convoluído com o sinal de entrada para gerar a saída do filtro desejado.

## 8 Trabalhos

### 8.1 Projeto de equalizador de áudio



Figura 55: Ilustração de equalizador gráfico de áudio de 10 bandas.

O que deve ser feito:

- Projetar uma equalizador de áudio (ilustração na Fig. 55) para processar sinal de áudio com amostragem em 44.1 KHz (típico de CD, MP3 etc.) .
- Vocês devem projetar 10 filtros com frequências centrais em 32Hz, 64Hz, 128Hz, 256Hz, 512Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz, 8KHz, 16KHz. As frequências de corte dos filtros devem estar no meio entre as frequências centrais das bandas.
- Cada uma das 10 bandas (sinais filtrados) serão amplificadas ou atenuadas de acordo com um comando dados pela posição do “slide” no equalizador gráfico. A posição no slide é dada em dB enquanto a amplificação é um número real:  $A_{dB} = 20 \log_{10}(A)$  .
- Os 10 sinais filtrados e amplificados devem ser somados novamente para recompor o sinal equalizado.
- O sinal resultante deve ser “mostrado” por um analisador de espectro de barras (ilustração na Fig. 56), também de 10 bandas, em tempo real.

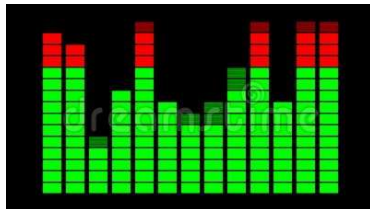


Figura 56: Ilustração de analisador de espectro de barras.

O que deve ser entregue?

- Relatório em PDF. Deve conter uma breve explicação do que você fez, o código, detalhes da função de transferência de cada filtro como espectro de frequência, função de transferência do equalizador inativo (todos ganhos em 0dB), e ilustrações de resultados.
- Vídeo com uma demonstração da operação. É para utilizar o áudio direto, não é pra ser capturado por microfone e auto-falantes de monitor ou similar.
- A música a ser utilizada é de livre escolha, mas tem que ser de boa qualidade e rica em várias frequências. Um “rip” de uma música “pop” de um CD ou baixada de um aplicativo de stream de boa qualidade, está de bom tamanho.

Sobre o projeto do equalizador:

Achar valor de  $M$  confortável. Sugiro mais de 100, pelo menos. Podem usar janela de Hamming de comprimento  $2K + 1$ .

Se  $x_i[n] = x[n] * h_i[n]$  for o sinal filtrado de cada banda que é amplificado (ou atenuado) por fator de  $A_i$  que é decidido pelo usuário do equalizador, então o sinal de saída é

$$y[n] = \sum_{i=1}^{10} A_i x_i[n] = \sum_{i=1}^{10} A_i (x[n] * h_i[n]) = x[n] * \left( \sum_{i=1}^{10} A_i h_i[n] \right) = x[n] * h[n].$$

Ou seja, é mais fácil estabelecer o ganho de cada banda corrente, multiplicar os filtros já pré-computados e somar os filtros amplificados, gerando  $h[n]$  que o único filtro continuamente convoluído com a entrada. A diferença é que os valores de  $h[n]$  mudam cada vez que há alteração no valor de qualquer  $A_i$  pelo usuário.

## 8.2 Filtragem de imagens

Use uma imagem padrão de teste monocromática de 8 bits por pixel. Tamanho: pelo menos 512x512 pixels.

São 14 processamentos no total. Mostre os resultados.