

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO
NICOLE MIGLIORINI MAGAGNIN

PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS – M2

Relatório apresentado como requisito
parcial para a obtenção da M2 da
disciplina de Processamento digital de
Sinais do curso de Engenharia de
Computação pela Universidade do Vale
do Itajaí da Escola do Mar, Ciência e
Tecnologia.

Prof. Walter Antonio Gontijo

Itajaí
2021

1. OBJETIVO

O presente relatório tem como objetivo a demonstração de resultados das implementações realizadas na M2 da disciplina de Processamento Digital de Sinais.

2. IMPLEMENTAÇÕES

2.1 – MÉDIA MÓVEL

A média móvel consiste em uma entrada de coeficientes que passam por uma convolução, resultando em uma operação de média, onde os coeficientes e dados são deslocados a cada convolução.

Para uma média móvel onde $k=8$:

Coeficientes:

```
0.125,  
0.125,  
0.125,  
0.125,  
0.125,  
0.125,  
0.125,  
0.125
```

Figura 1 - Coeficientes para média 8

Saída no programa Oceanaudio, usando uma entrada sweep com frequência de 2kHz:

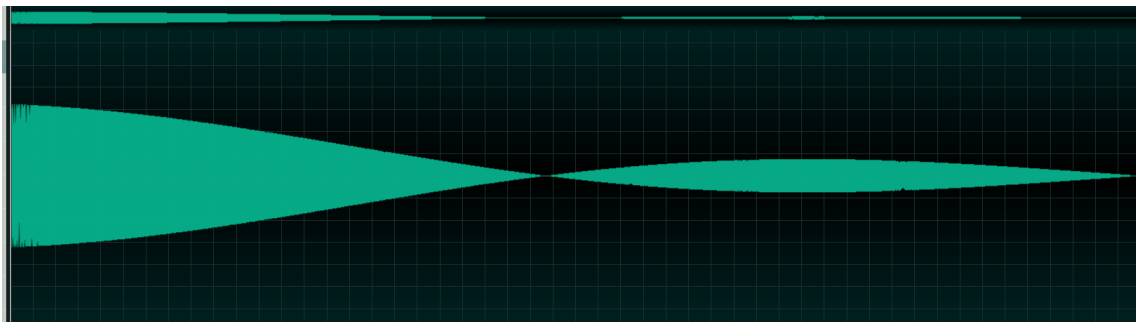


Figura 2 - Resultado

Para uma média móvel onde $k = 4$:

Coeficientes:

```
0.25,
0.25,
0.25,
0.25
```

Figura 3 - Coeficientes para média móvel k=4

Saída média móvel:

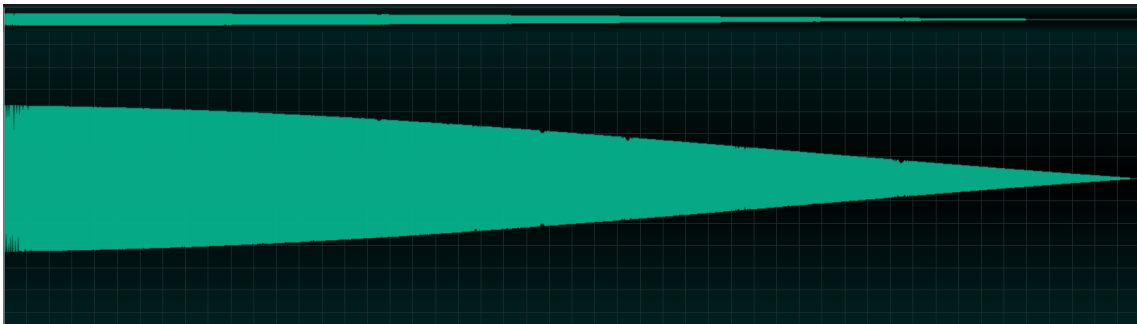


Figura 4 - Resultado para média móvel com k=4

2.2 – ECO

O eco é dado pela seguinte equação:

$$y[n] = a0.x[n] + a1.x[n - n1] + a2.x[n - n2]$$

Figura 5 - Equação eco

Para uma entrada de impulso unitário, foi usado um tamanho de amostragem reduzido a 80, foram usados D: 2, A0: 1 e A1: 0.5 e os resultados obtidos foram:

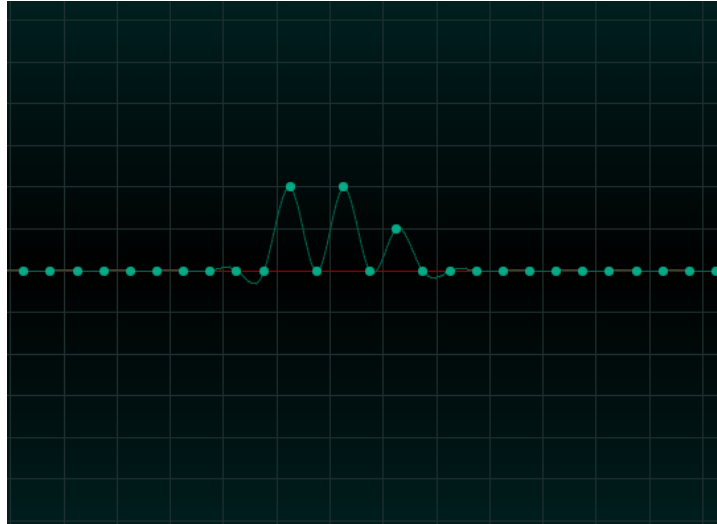


Figura 6 - Resultado eco 1

Para $D:2$, $A0:0.5$ e $A1: 0.2$, os resultados obtidos foram:

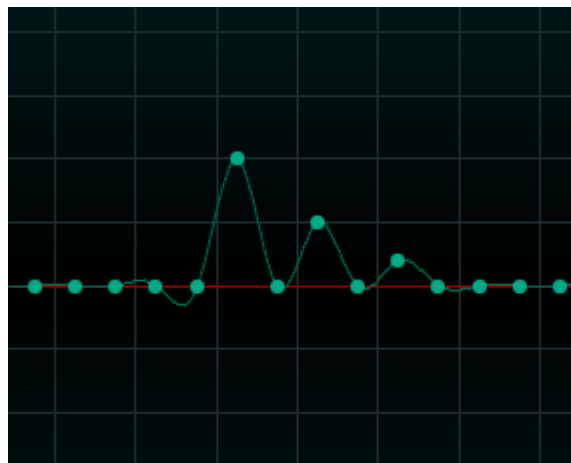


Figura 7 - Resultado eco 2

Onde D se refere a variável do deslocamento em relação a i , que passa pelas posições e $A0$ e $A1$ se referem ao ganho pelo qual deve-se multiplicar os dados de entrada.

2.3 – WINDOW-SINC

Os filtros Window-Sinc são usados para separar uma frequência de outra, são filtros bastante estáveis e atingem bons níveis de desempenho.

$$h[i] = \frac{\sin(2\pi f_c i)}{i\pi}$$

Figura 8 - Fórmula Window-Sinc

M = 120

FC = 0.4

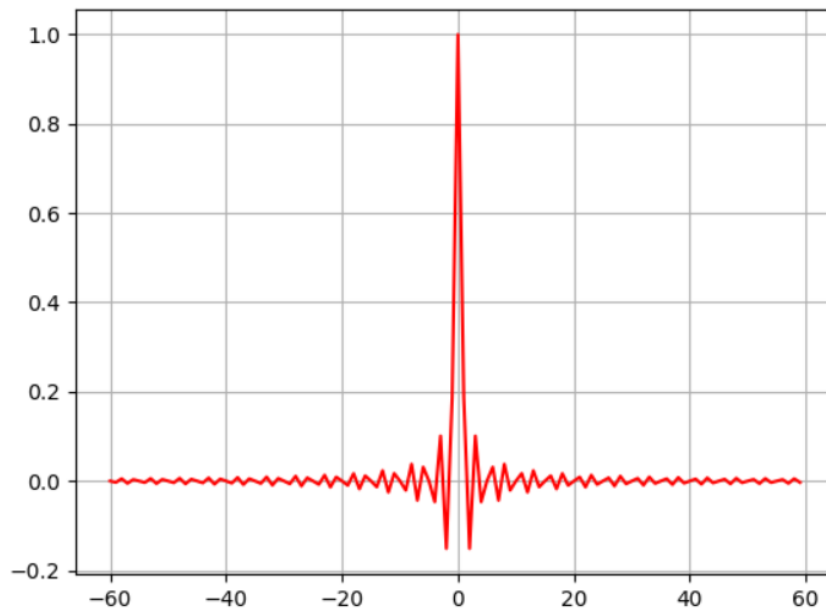


Figura 9 - Filtro Window-Sinc resultados

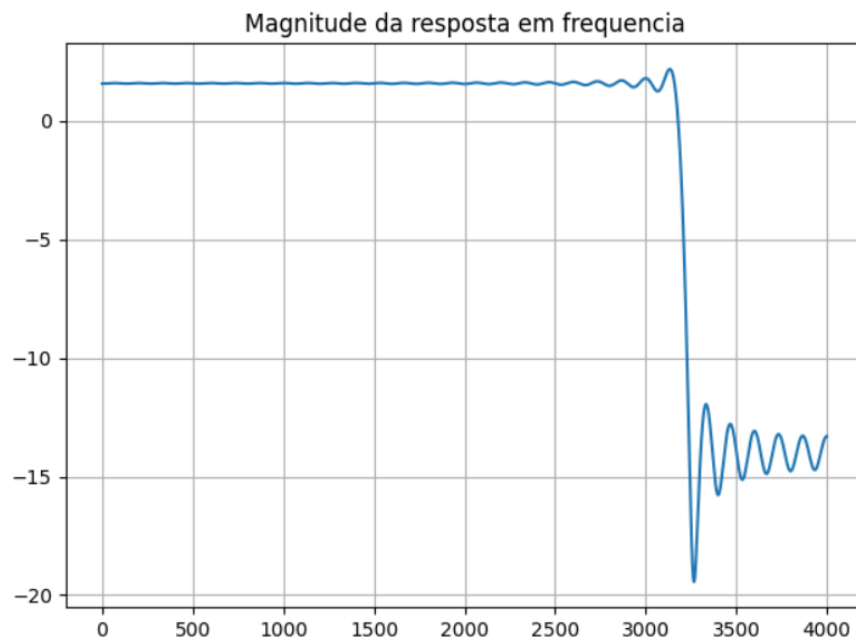


Figura 10 - Resposta em frequência, filtro Window-Sinc

$$M = 110$$

$$FC = 0.3$$

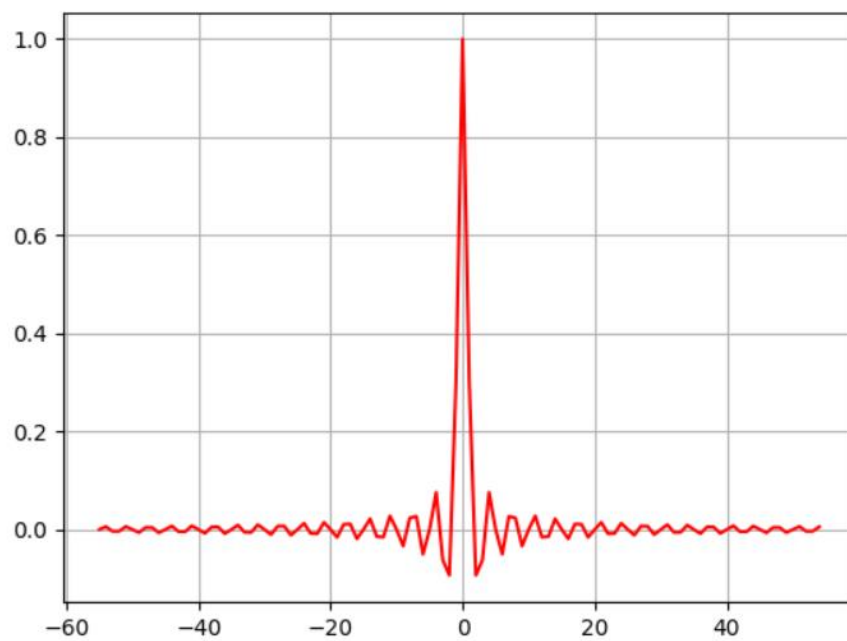


Figura 11 - Resultado do filtro Window-Sinc

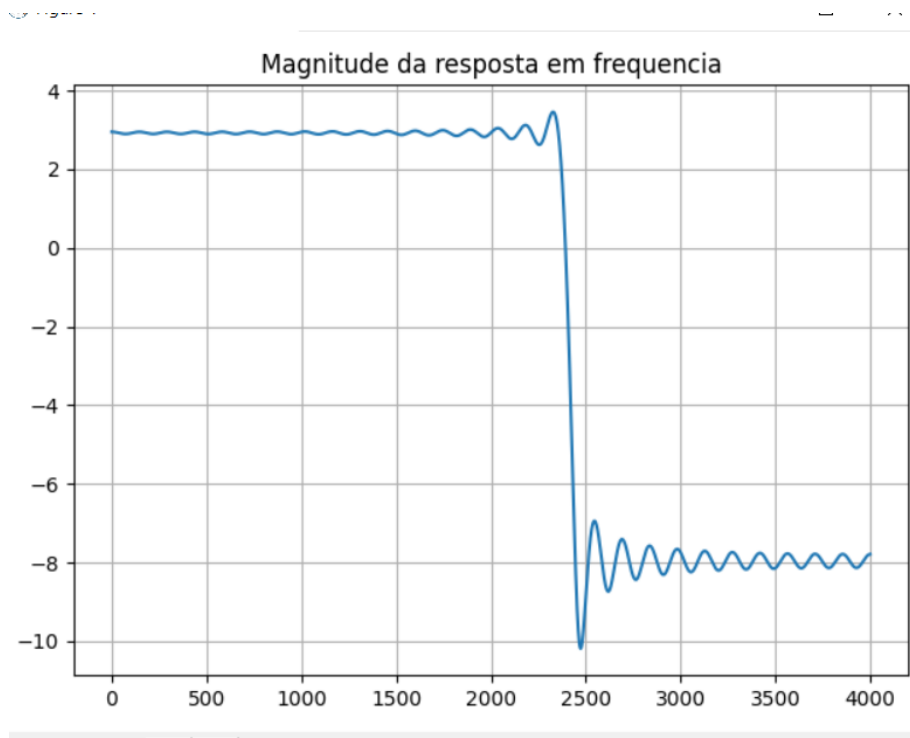


Figura 12 - Resposta em frequência

2.4 – HAMMING E BLACKMAN

A janela de Hamming, assim como a de Blackman serve para provocar a redução da ondulação do sinal, dando uma ideia mais precisa do espectro do sinal.

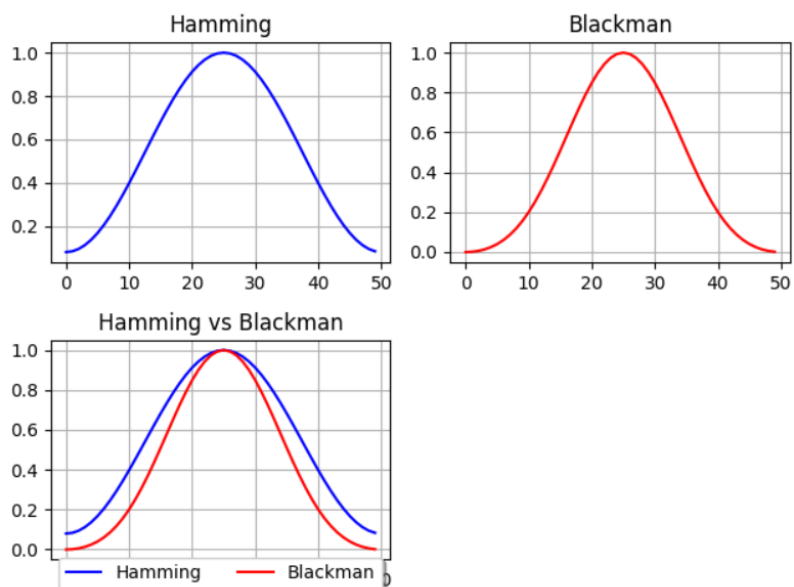


Figura 13 - Resultados Hamming e Blackman para $M=50$

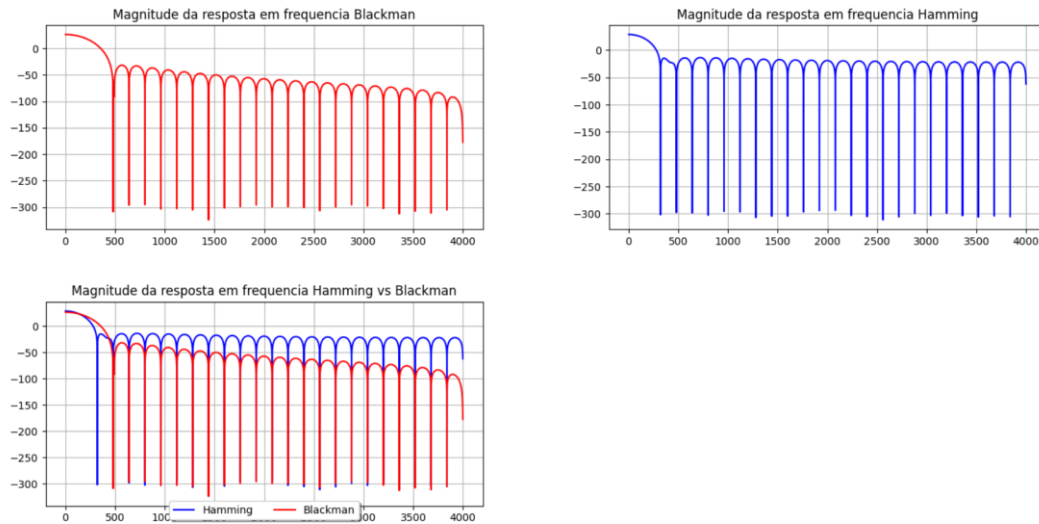


Figura 14 - Magnitude em frequência de Hamming e blackman para $M=50$

Na imagem a seguir, é possível verificar os resultados esperados das janelas acima, segundo o capítulo 16, cujo a leitura foi proposta para a disciplina:

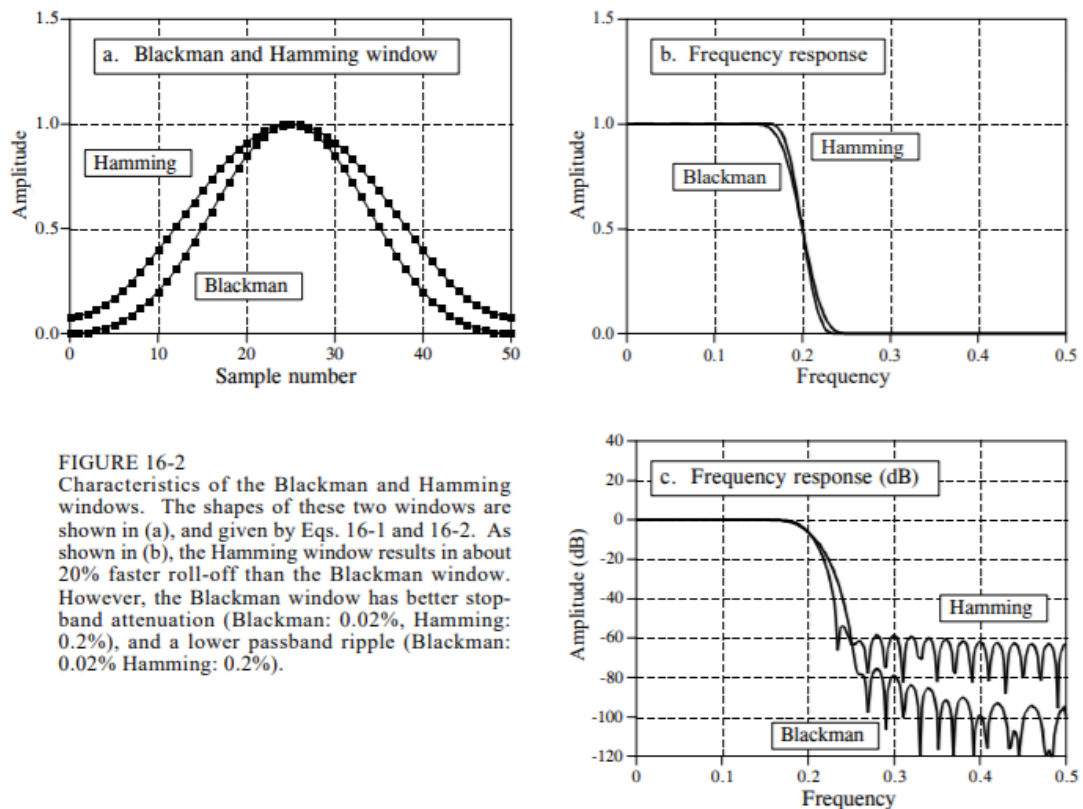


FIGURE 16-2
Characteristics of the Blackman and Hamming windows. The shapes of these two windows are shown in (a), and given by Eqs. 16-1 and 16-2. As shown in (b), the Hamming window results in about 20% faster roll-off than the Blackman window. However, the Blackman window has better stop-band attenuation (Blackman: 0.02%, Hamming: 0.2%), and a lower passband ripple (Blackman: 0.02% Hamming: 0.2%).

Figura 15 - Resultados esperados

Em uma breve comparação, é possível notar que os resultados obtidos através das implementações foram bastante semelhantes aos esperados pelo livro, onde Podemos notar que a queda de Hamming é um pouco mais rápida que Blackman (em torno de 20%), mas Blackman possui uma boa parada de banda e um Ripple menor do que Hamming.

2.5 – EQUAÇÃO 16.4

$$h[i] = K \frac{\sin(2\pi f_c (i - M/2))}{i - M/2} \left[0.42 - 0.5 \cos\left(\frac{2\pi i}{M}\right) + 0.08 \cos\left(\frac{4\pi i}{M}\right) \right]$$

Figura 16 - Equação proposta

$$M = 500$$

$$K = 1$$

$$FC = 0.4$$

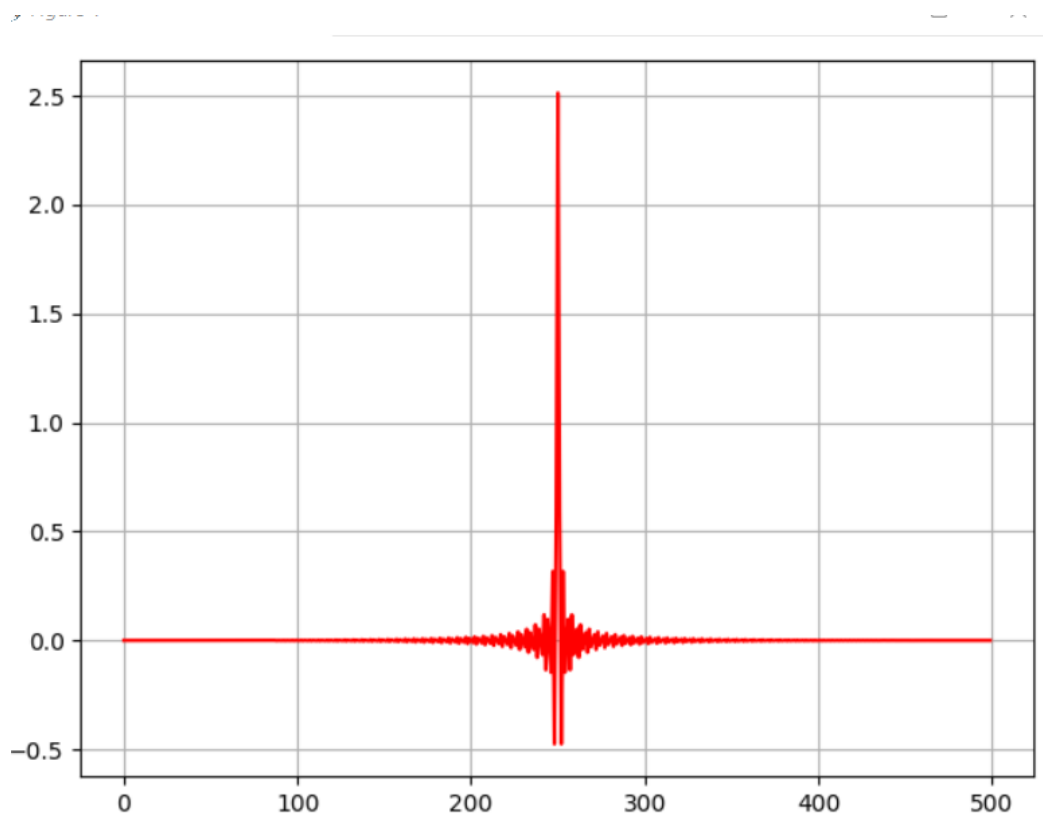


Figura 17 - Sinal resultante da equação 16.4

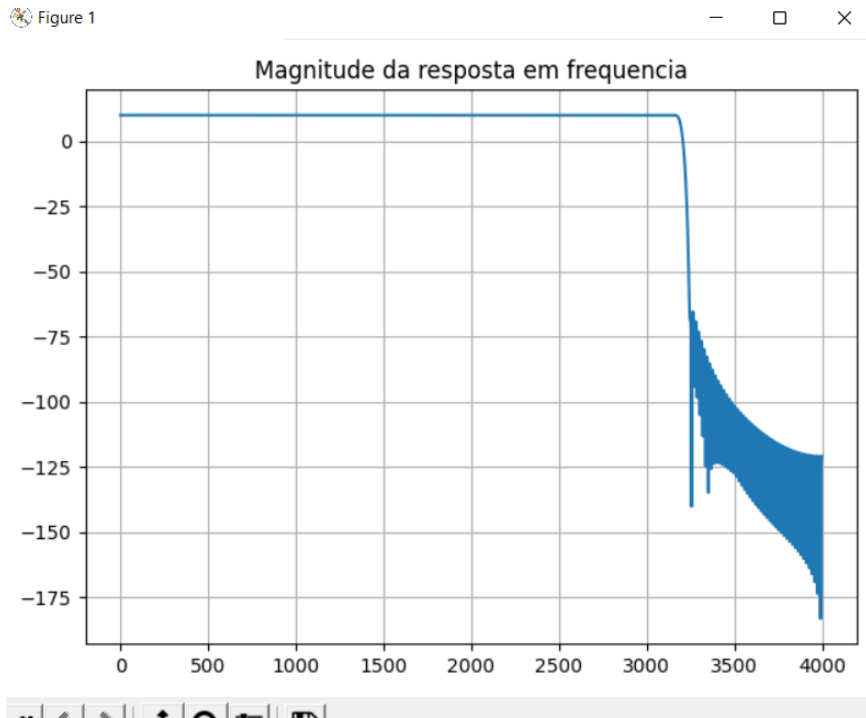


Figura 18 - Resposta em frequência

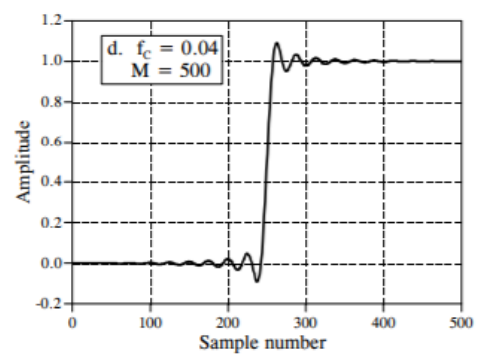
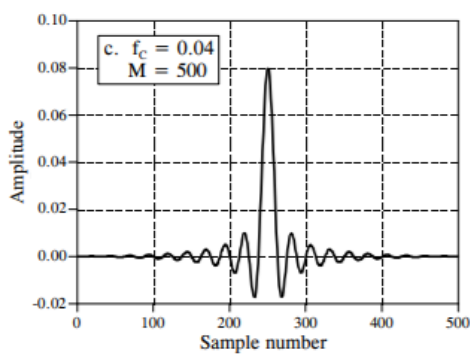


Figura 19 - Resultados esperados com base no livro

A equação 16.4 reúne a função window-sinc, o deslocamento de $M/2$ e Blackman, há também um ganho denominado K . Em sua resposta em frequência, é possível observar um comportamento semelhante a Blackman.

2.6 – FILTROS

2.6-1 – PASSA-BAIXA

$$F_s = 8000$$

$$F_c = 400$$

$$Bw = 100$$

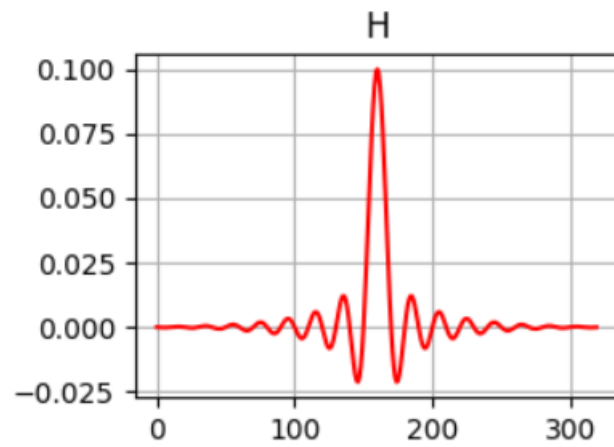


Figura 20 - Sinal resultante

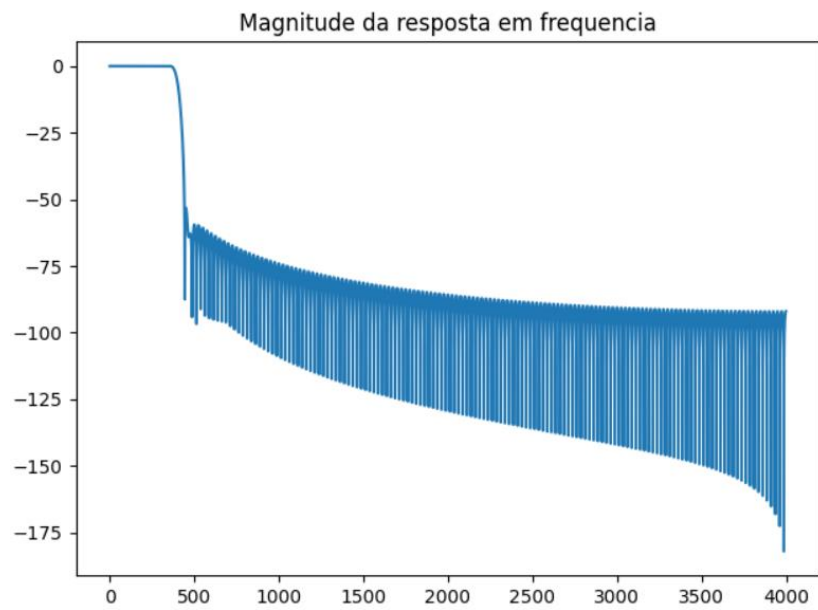


Figura 21 - Resposta em frequência

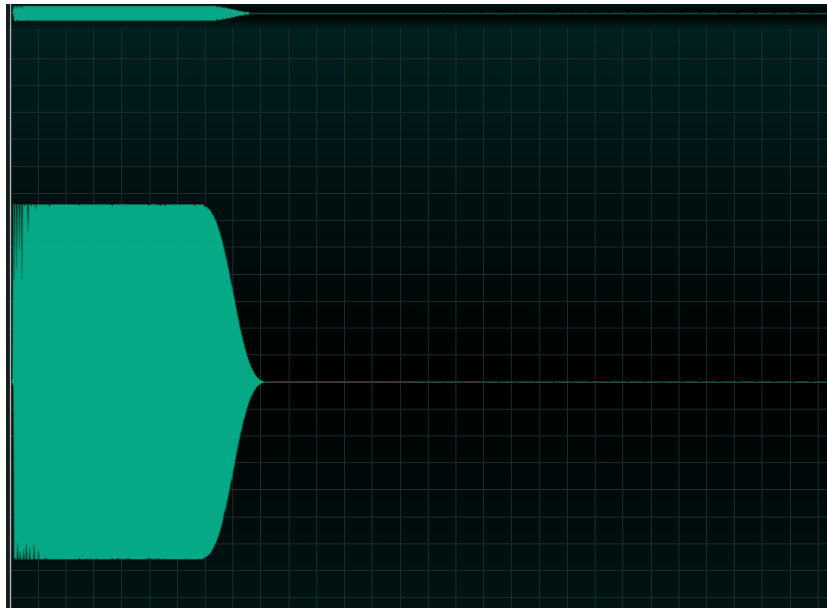


Figura 22 - Sinal no OceanAudio através de um sweep de 2kHz

2.6-2 – PASSA-ALTA

$$F_s = 8000$$

$$F_c = 1000$$

$$B_w = 100$$

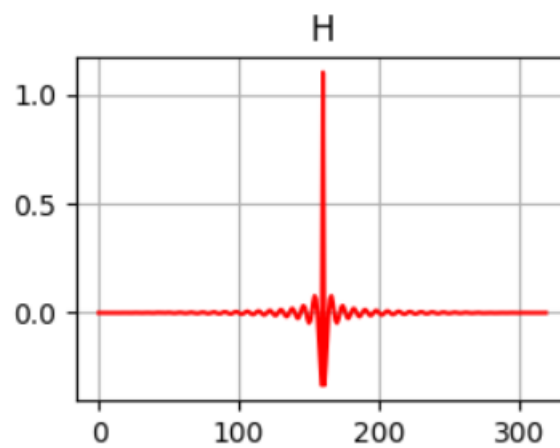


Figura 23 - Sinal Gerado

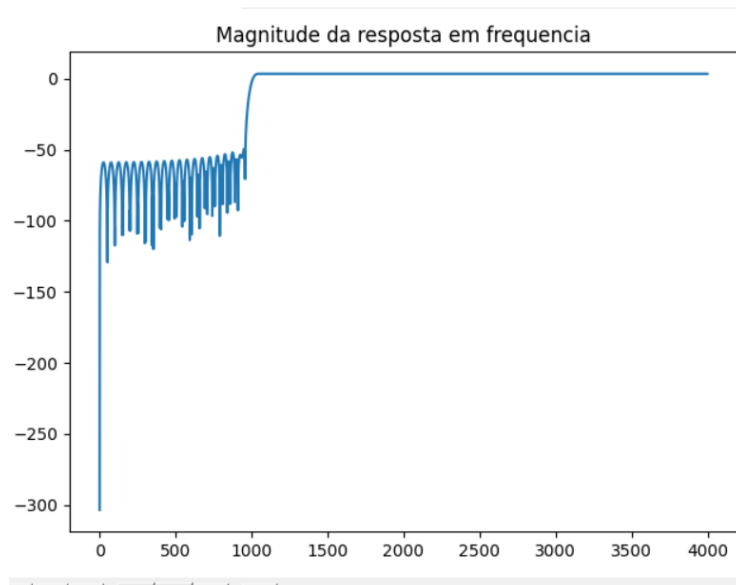


Figura 24 - Resposta em frequência

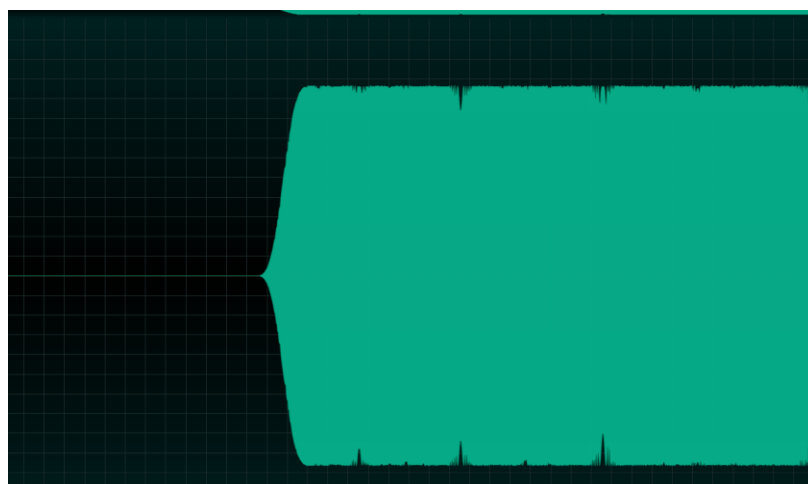


Figura 25 - Sinal no OceanAudio através de um sweep de 2kHz

2.6-3 – REJEITA-FAIXA

Fs: 8000

Fc(baixa): 400

Bw: 100

Fc(alta): 1000

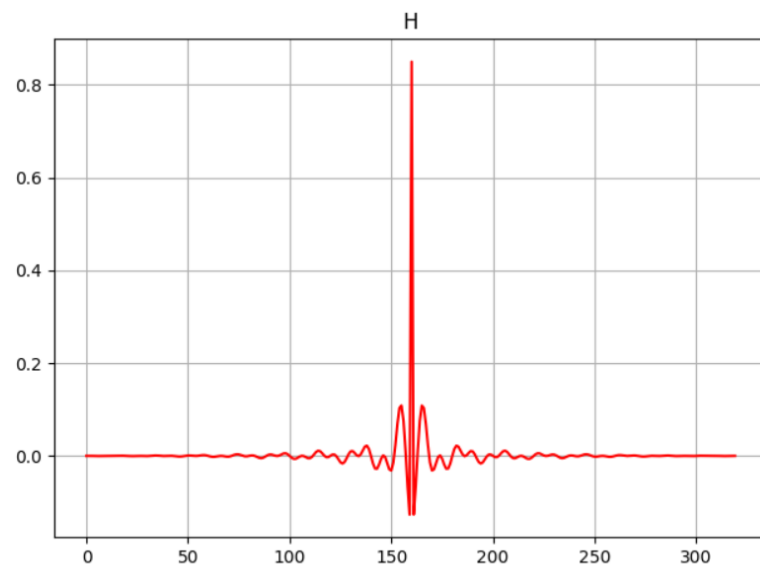


Figura 26 - Sinal gerado

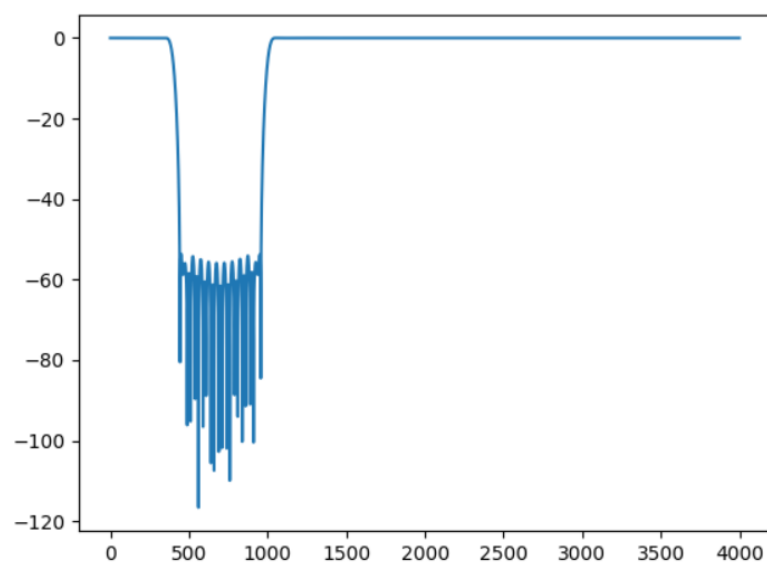


Figura 27 - Resposta em frequência

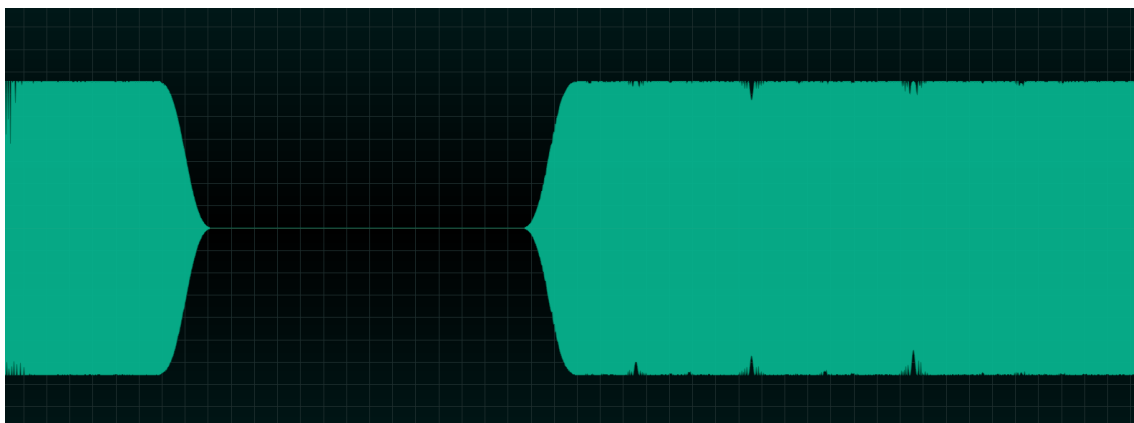


Figura 28 -Sinal no OceanAudio através de um sweep de 2kHz

2.6-3 – PASSA-FAIXA

Fs: 8000

Fc(baixa): 400

Bw: 100

Fc(alta): 1000

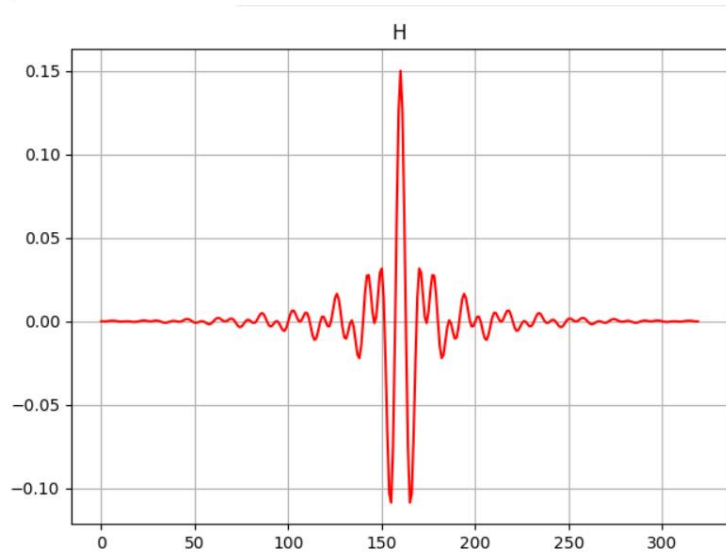


Figura 29 - Sinal Gerado

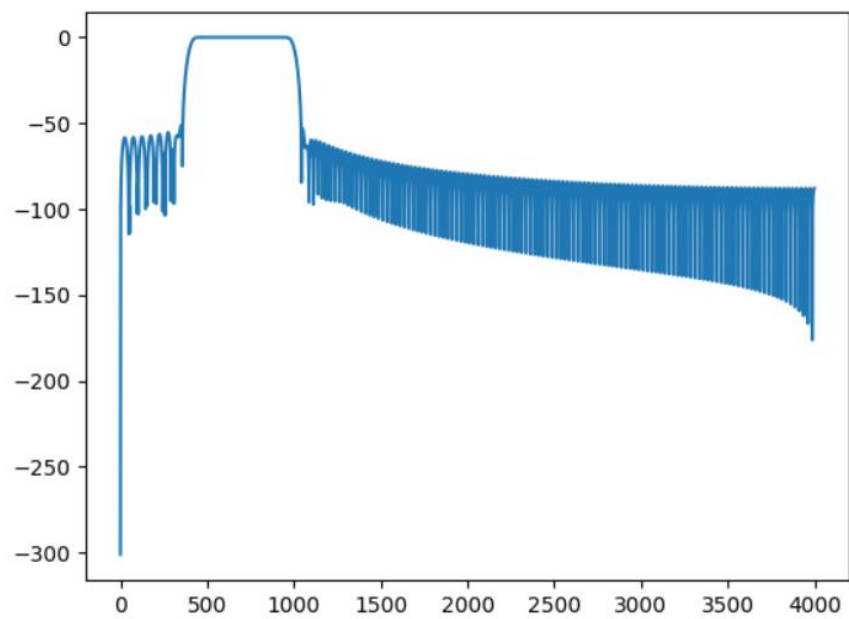


Figura 30 - Resposta em frequência

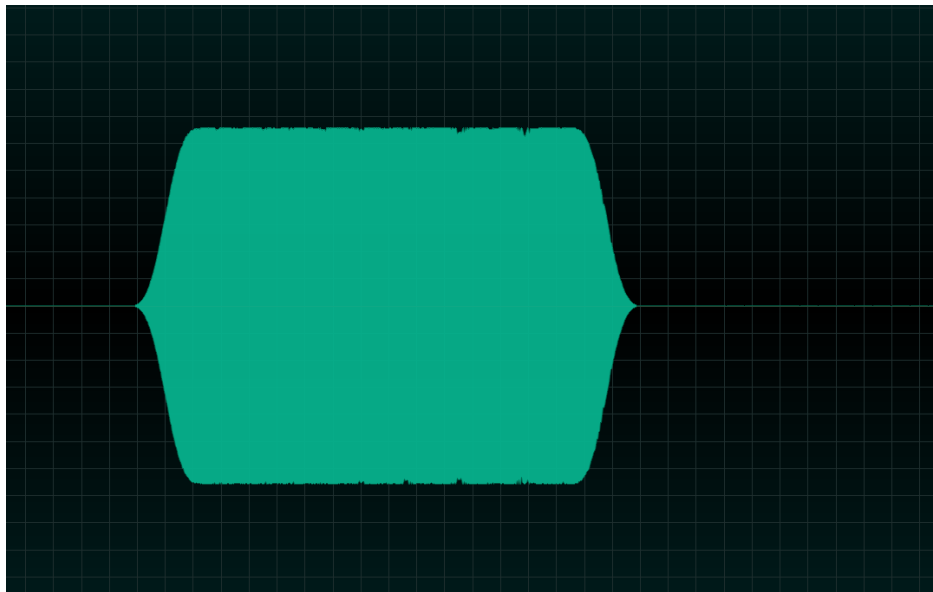


Figura 31 - Sinal no OceanAudio através de um sweep de 2kHz

2.7 - EQUALIZADOR

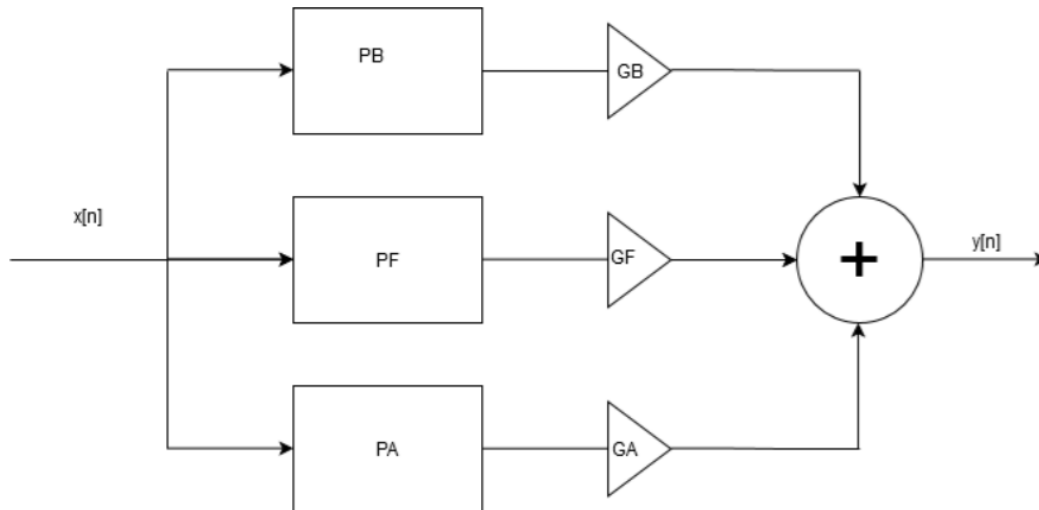


Figura 32 – Proposta

- Valide para diferentes valores de GB, GF e GA.
Por exemplo:
- GB = 1; GF = 0 e GA = 0;
- GB = 0; GF = 1 e GA = 0;
- GB = 0; GF = 0 e GA = 1;
- GB = .7; GF = .6 e GA = .5;

Figura 33 - Testes propostos

Teste 1:

sweep_100_3k4.pcm

FS:8000

FC(alta):2000

FC(baixa):400

FC(passa): entre 401 e 1999

GB = 1

GA = 0

GF = 0

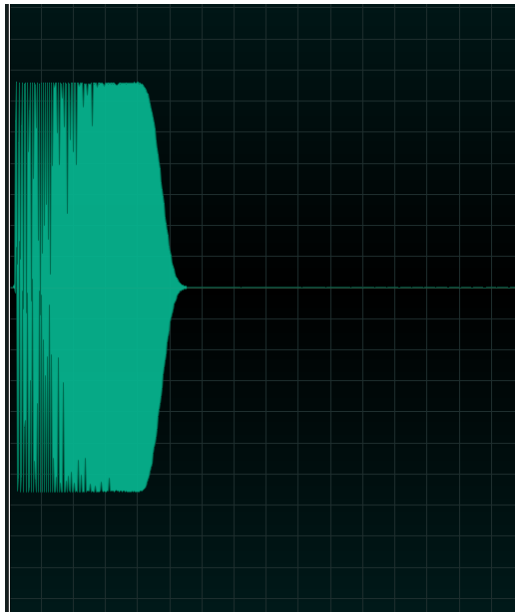


Figura 34 - Resultado teste 1

Teste 2 :

sweep_100_3k4.pcm

FS:8000

FC(alta):2000

FC(baixa):400

FC(passa): entre 401 e 1999

GB = 0

GA = 0

GF = 1

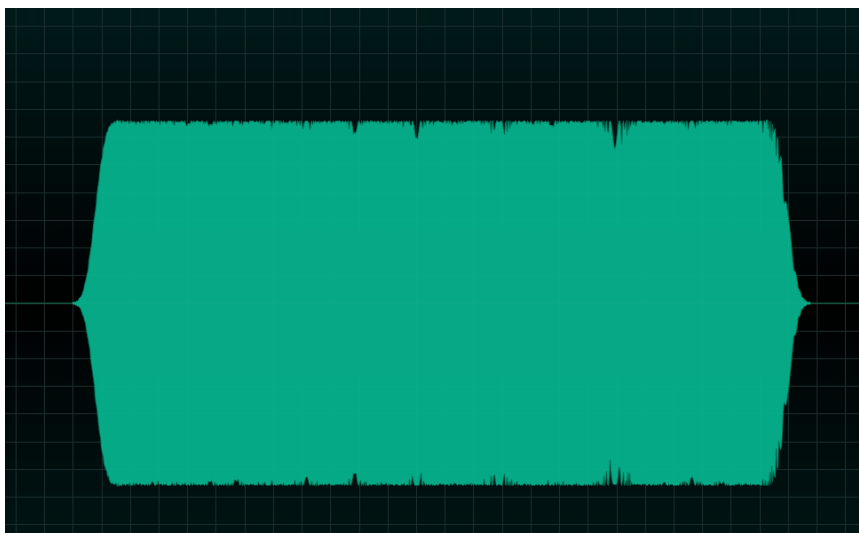


Figura 35 - Resultado teste 2

Teste 3:

sweep_100_3k4.pcm

FS:8000

FC(alta):2000

FC(baixa):400

FC(passa): entre 401 e 1999

GB = 0

GA = 1

GF = 0

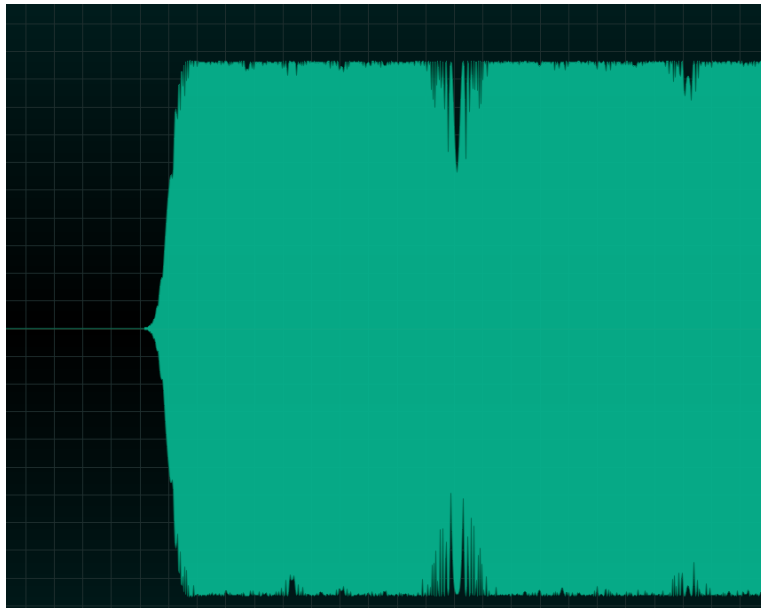


Figura 36 - Resultado teste 3

Teste 4:

sweep_100_3k4.pcm

FS:8000

FC(alta):2000

FC(baixa):400

FC(passa): entre 401 e 1999

GB = .7

GA = .5

GF = .6

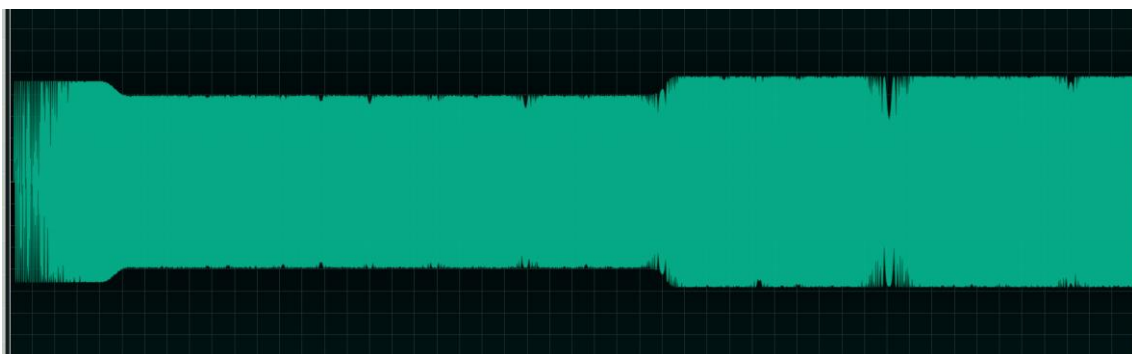


Figura 37 - Resultado teste 4

3. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos foram satisfatório, comparando-se além de com os resultados esperados pela teoria, com as simulações apresentadas pelo livro. Os conhecimentos adquiridos em sala foram consolidados através de implementações em *C* e *Python*, além de análise de simulações e respostas em frequência.