



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática CEEI
Departamento de Engenharia Elétrica
Laboratório de Controle Analógico

Implementação de filtro para rejeição de áudio sub grave

Data: 01 de Dezembro, 2020
Alunos: Vitor Matos
Professor: Edmar Candeia

1 Introdução

A arte existe para complementar a vida humana e a música é o tipo de arte mais universal conhecida.

Há várias formas de se fazer música, sejam elas com instrumentos básicos, elaborados e também usando a própria voz.

O espectro de frequência do som audível se encontra entre 20 Hz e 20kHz, porém, a faixa de frequências entre 20 e 50 Hz (sub graves) influenciam de maneira negativa na clareza das músicas e a retirada delas se faz necessária.

Logo, filtros rejeita faixa com banda correspondente ao espectro de frequências das ondas sub graves são dispositivos com capacidade de retirar o som da faixa dos sub graves.

2 Fundamentação

2.1 Filtro FIR - tipo 1

Para a implementação do filtro rejeita faixa, foi utilizado filtro FIR do tipo 1 que contém a seguinte resposta ao impulso:

$$h(n) = \frac{1}{M+1} \left[A(0) + 2 \sum_{k=1}^{\frac{M}{2}} (-1)^k A(k) \cos\left(\frac{\pi k(1+2n)}{M+1}\right) \right]$$

sendo M um número inteiro par referente ao número de coeficientes do filtro FIR, A(k) sendo a resposta em frequência do filtro a ser implementado, k e n sendo números inteiros onde $0 \leq k \leq \frac{M}{2}$ e $0 \leq n \leq M$

2.2 Filtro rejeita faixa

Filtros rejeita faixa são comumente utilizados para a retirada de componentes de frequência indesejadas dentro da banda de frequências do sinal recebido. Logo, esse tipo de filtro se torna o mais indicado para essa aplicação. Um filtro rejeita faixa ideal apresenta resposta em frequência como na Fig. 1.

3 Implementação

3.1 Parâmetros de projeto

Seguindo a equação mostrada para a obtenção da resposta ao impulso do filtro h(n), a implementação do filtro rejeita faixa foi feito em linguagem de programação Python com os parâmetros apresentados na Tab. 1.

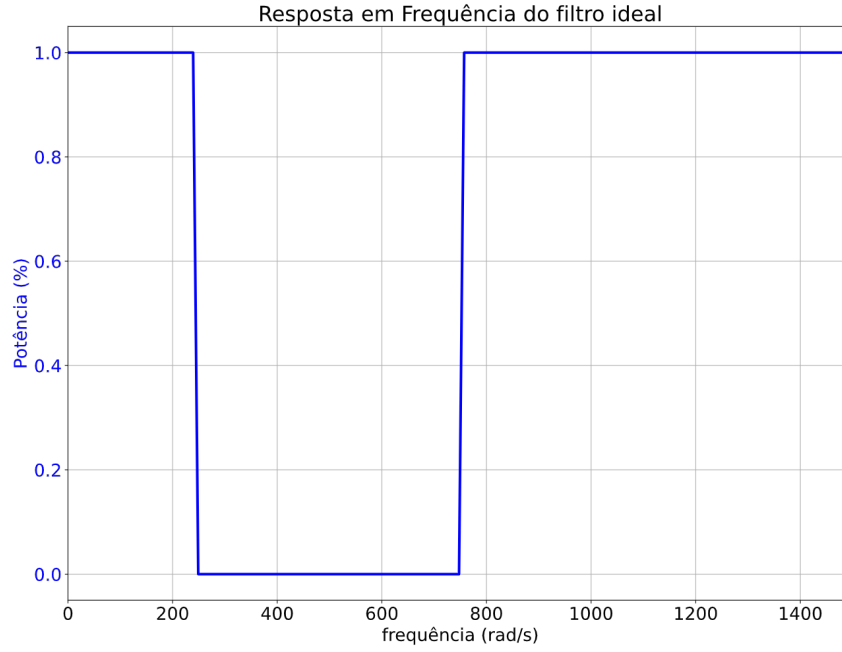


Figura 1: Filtro Rejeita faixa ideal qualquer.

M	f_{c1} (Hz)	f_{c2} (Hz)	f_s (Hz)
300	20	55	3000

Tabela 1: Parâmetros para implementação do filtro.

Em que f_{c1} e f_{c2} são as frequências de corte do filtro rejeita faixa a ser implementado, correspondentes às frequências limites da banda de frequências sub graves.

O parâmetro f_{c1} é a frequência de amostragem do sistema e é o único parâmetro de projeto pré definido.

O valor elevado de M foi escolhido a fim de melhorar qualidade do filtro, visto que a frequência de amostragem do sistema é muito elevada. O valor de coeficientes do filtro deve ser variada com relação direta à variação da frequência de amostragem.

3.2 Janela de Hanning

Outra análise feita foi com a utilização da janela de Hanning para a suavização da resposta em frequência do filtro. A janela de Hanning tem a seguinte resposta ao impulso:

$$w(n) = 0.5 - 0.5\cos\left(\frac{2\pi n}{M-1}\right)$$

3.3 Resultados

3.3.1 Resposta ao impulso

Utilizando os parâmetros mostrados na Tab. 1, as resposta ao impulso do sistema implementado sem e com janela de Hanning podem ser vistos nas Fig. 2 e Fig. 3



Figura 2: Resposta ao impulso do filtro implementado sem janelamento

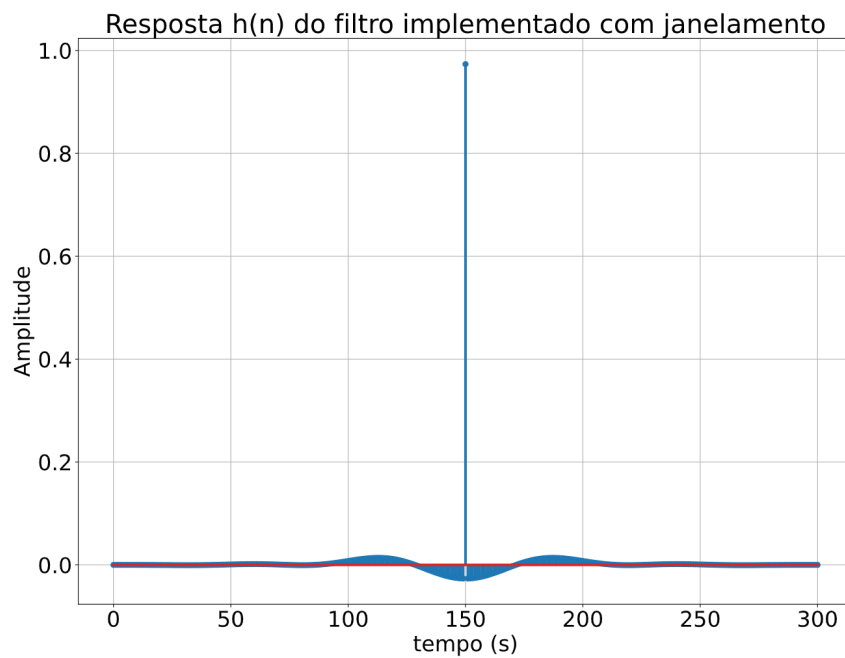


Figura 3: Resposta ao impulso do filtro implementado com janelamento

3.3.2 Resposta em frequência

Utilizando os parâmetros mostrados na Tab. 1, as resposta em frequência do sistema implementado sem e com janela de Hanning podem ser vistos nas Fig. 4 e Fig. 5

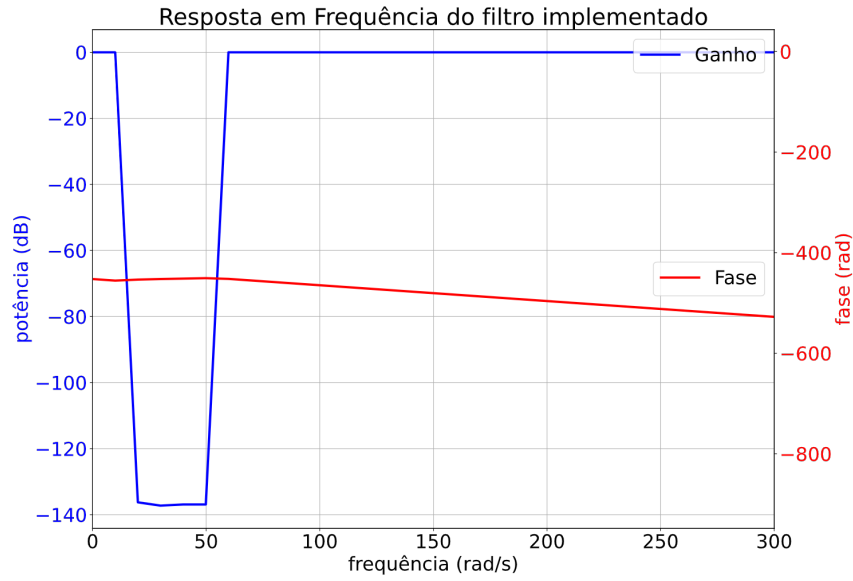


Figura 4: Resposta em frequência do filtro implementado sem janelamento

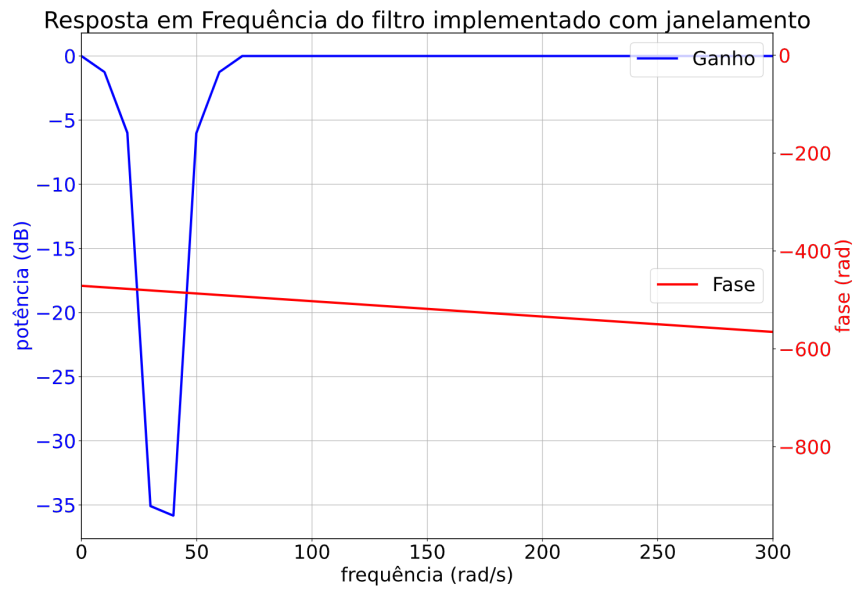


Figura 5: Resposta em frequência do filtro implementado sem janelamento

3.3.3 Discussão de resultados

O filtro implementado apresenta bons resultados, atenuando de maneira elevada as componentes de frequência da faixa de sub graves, faixa de frequências utilizada como parâmetro de projeto.

Visto que é um filtro ideal, a atenuação alcança o nível de aproximadamente -140 dB , nível de de potência comparado ao nível de ruído.

A utilização da janela de Hanning serve para suavizar a resposta em frequência do filtro e, assim, torná-lo mais realizável. Esse efeito pode ser visto na Fig. 5.

4 Conclusão

Como visto anteriormente, o filtro implementado sem o janelamento apresenta resposta em frequência ideal, logo sua implementação não pode ser alcançada com circuitos reais.

O filtro com janelamento de Hanning apresenta resposta em frequência mais suave e, assim, se torna um filtro realizável e pode ser utilizado para a atenuação das ondas de áudio sub graves.

Filtros passivos são, então, uma ferramenta física de grande poder que deve ser utilizada com muita sabedoria para a resolução dos problemas inerentes aos sistemas e situações do reais.