

Elementos de Processamento de Sinais:

Lista de Exercícios #2

Data de entrega: Terça, 23 de Julho, 2019

Prof. Sergio Lima Netto, Segundas e Quartas: 08:00–10:00

Vinicius Mesquita de Pinho

Questão 1

Para esta questão, devemos executar a síntese de um filtro de resposta ao impulso finita (FIR, do inglês *finite impulse response*) pelo método denominado *frequency sampling*.

FIR fase não linear

Para o caso em que esperamos ver o nosso filtro FIR com fase não linear, sua resposta ao impulso não irá entrar em nenhum dos 4 casos de simetria (ou anti-simetria) que fazem sua resposta em frequência ter fase linear.

Vamos começar com a resposta em frequência ideal do nosso filtro. A Figura 1 mostra sua resposta em magnitude.

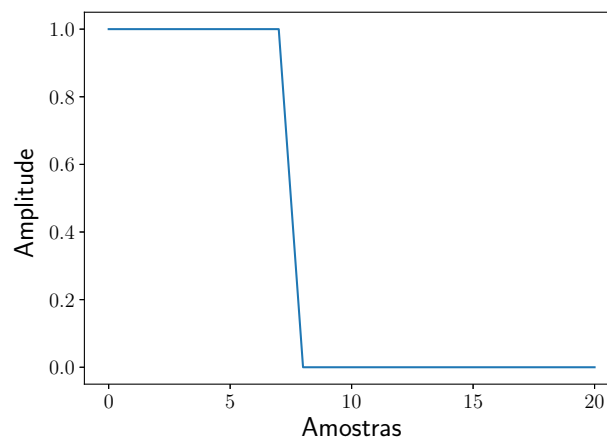


Figura 1: Resposta em magnitude do filtro desejado.

O segundo passo é amostrar a nossa resposta em frequência, o resultado é apresentado na Figura 2.

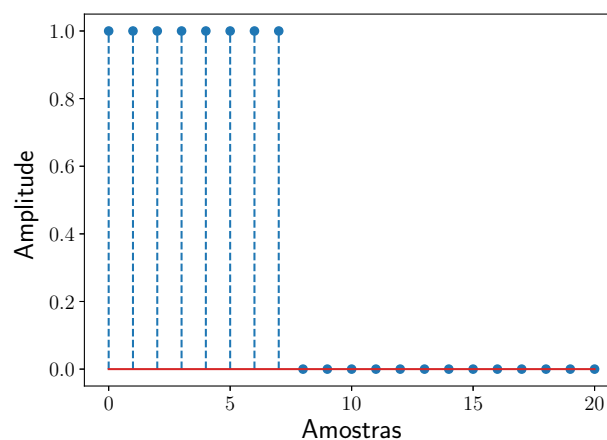


Figura 2: Resposta em magnitude amostrada do filtro desejado.

O que fizemos é calcular a IDFT da resposta em magnitude amostrada, e aí teremos a resposta impulso desejada. A Figura 3 mostra a resposta em magnitude (em azul) e a fase (em verde) do filtro calculado a

partir da estratégia de amostrar o domínio da frequência.

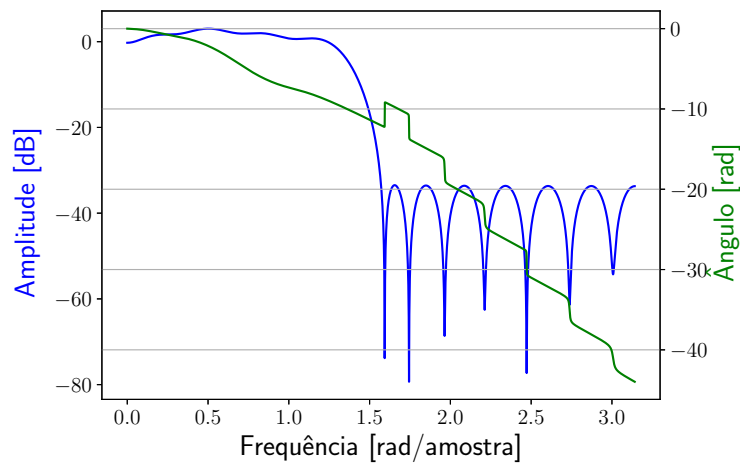


Figura 3: Resposta em frequência do filtro desejado.

FIR fase linear

Agora para o caso em que desejamos fase linear, nossa resposta ao impulso terá simetria.

Vamos começar com a resposta em frequência ideal do nosso filtro. A Figura 4 mostra a resposta em magnitude do filtro ideal.

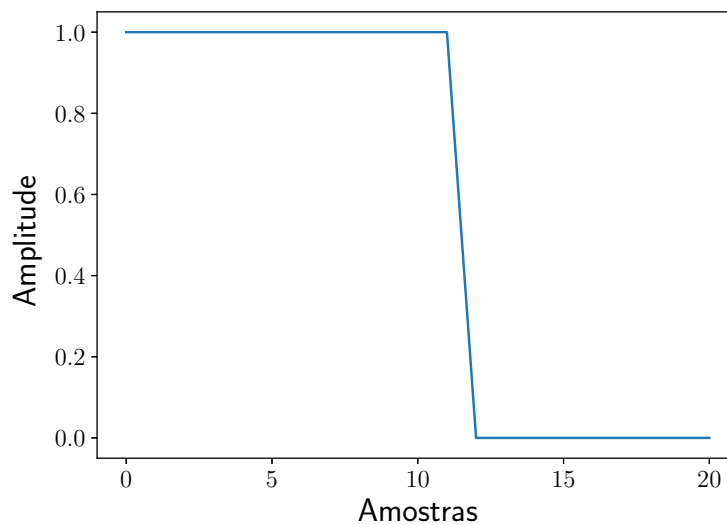


Figura 4: Resposta em frequência do filtro desejado.

O segundo passo é amostrar a nossa resposta em frequência, o resultado é apresentado na Figura 5.

O sinal é flipado e concatenado com ele mesmo, de modo que o que vemos na Figura 2 é na verdade parte da resposta em frequência.

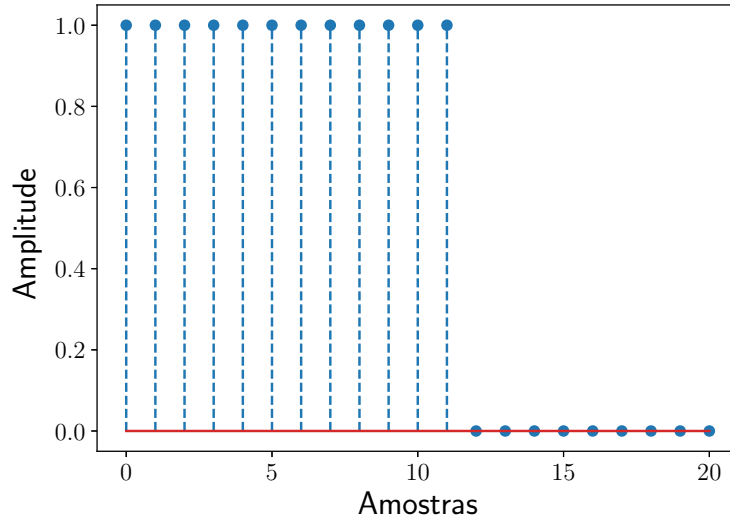


Figura 5: Resposta em frequência do filtro desejado.

Segundo a teoria apresentada no livro-texto, para M par e resposta ao impulso simétrica, a fase $\theta(k)$ e a amplitude $A(k)$ devem ser:

$$\theta(k) = -\frac{\pi k M}{M+1}, \text{ para } 1 \leq k \leq M,$$

$$A(k) = A(M - k + 1), \text{ para } 1 \leq k \leq \frac{M}{2}.$$

Então a response ao impulso é dada por

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

Realizando os calculos, calculamos a resposta ao impulso que é representada na Figura 6 por sua resposta em magnitude (em azul) e sua fase (em verde). Podemos ver que a mesma tem fase linear na banda passante.

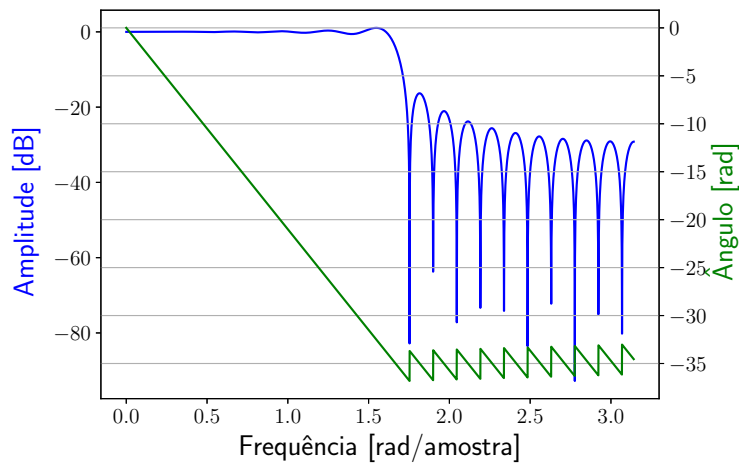


Figura 6: Resposta em frequência do filtro desejado.