



**INSTITUTO
FEDERAL**

Santa Catarina

Câmpus
São José

Filtros Digitais

Processamento de Sinais Digitais

Arthur Cadore Matuella Barcella

05 de Maio de 2024

Engenharia de Telecomunicações - IFSC-SJ

Sumário

- 1. Exemplo: 3
- 2. Questão 1: 3
- 3. Questão 2: 6
- 4. Questão 3: 9
- 5. Questão 4: 9
- 6. Questão 5: 10
- 7. Questão 6: 10

1. Exemplo:

```
1 clear all % Limpa todas as variáveis e funções da área de trabalho
2
3 M = 52; % Define a ordem do filtro
4 N = M + 1; % Define o comprimento do filtro
5 Omega_p = 4; % Frequência de passagem
6 Omega_r = 4.2; % Frequência de rejeição
7 Omega_s = 10; % Frequência de amostragem
8
9 kp = floor(N * Omega_p / Omega_s); % Índice de passagem
10 kr = floor(N * Omega_r / Omega_s); % Índice de rejeição
11
12 A = [ones(1, kp + 1) zeros(1, M / 2 - kr + 1)]; % Vetor de resposta ideal
    em frequência
13
14 % Corrigindo o cálculo de 'A' para evitar vetores de tamanho não inteiro
15 A = [ones(1, kp + 1) zeros(1, ceil(M / 2 - kr) + 1)];
16
17 % Ajuste de kp se a diferença entre kr e kp for maior que 1
18 if (kr - kp) > 1
19     kp = kr - 1;
20 end
21
22 % Inicializando o vetor de resposta ao impulso
23 h = zeros(1, N);
24
25 k = 1:M/2; % Índices para o cálculo da resposta ao impulso
26 for n = 0:M
27     h(n + 1) = A(1) + 2 * sum((-1).^k .* A(k + 1) .* cos(pi * k * (1 + 2
    * n) / N));
28 end
29
30 h = h / N; % Normalização da resposta ao impulso
31
32 % Calculando a resposta em frequência
33 [H, w] = freqz(h, 1, 2048, Omega_s);
34
35 % Plotando a resposta em frequência
36 figure(1)
37 plot(w, 20 * log10(abs(H)))
38 axis([0 5 -50 10])
39 ylabel('Resposta de Módulo (dB)')
40 xlabel('Frequência (rad/s)')
41 title('Resposta em Frequência')
42
43 % Plotando a resposta ao impulso
44 figure(2)
45 stem(h)
46 ylabel('Resposta ao impulso')
47 xlabel('Amostras (n)')
```

2. Questão 1:

Projete um filtro passa-baixas usando o método da amostragem em frequência que satisfaça a especificação a seguir:

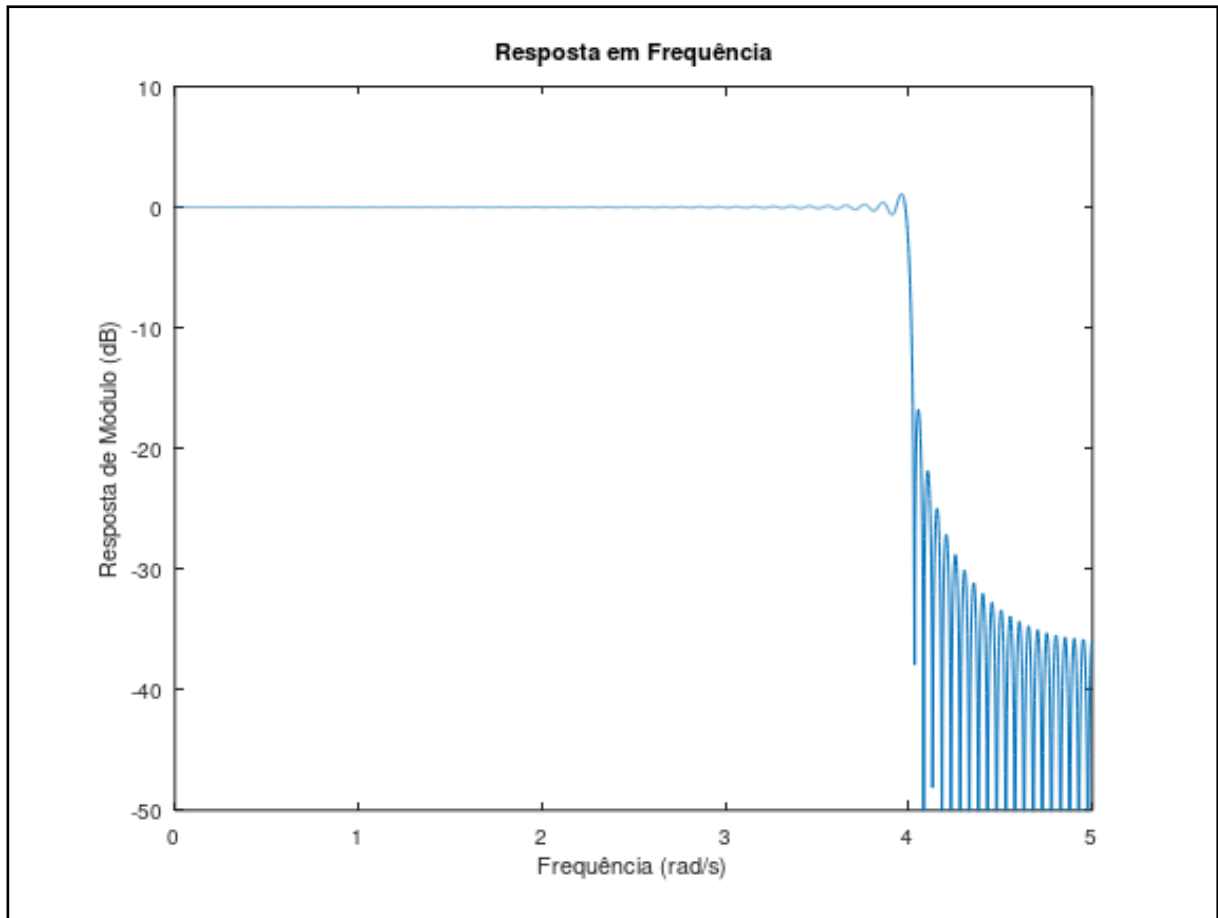
- $M = 200$
- $\Omega_p = 4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_r = 4,2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_s = 10,0 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

```

1  clear all % Limpa todas as variáveis e funções da área de trabalho
2
3  % Definindo os parâmetros do filtro
4  M = 200; % Define a ordem do filtro
5  N = M + 1; % Define o comprimento do filtro
6  Omega_p = 4.0; % Frequência de passagem
7  Omega_r = 4.2; % Frequência de rejeição
8  Omega_s = 10.0; % Frequência de amostragem
9
10 kp = floor(N * Omega_p / Omega_s); % Índice de passagem
11 kr = floor(N * Omega_r / Omega_s); % Índice de rejeição
12
13 % Corrigindo o cálculo de 'A' para evitar vetores de tamanho não inteiro
14 A = [ones(1, kp + 1) zeros(1, N - (kp + 1))];
15
16 % Ajuste de kp se a diferença entre kr e kp for maior que 1
17 if (kr - kp) > 1
18     kp = kr - 1;
19 end
20
21 % Inicializando o vetor de resposta ao impulso
22 h = zeros(1, N);
23
24 k = 1:M/2; % Índices para o cálculo da resposta ao impulso
25 for n = 0:M
26     h(n + 1) = A(1) + 2 * sum((-1).^k .* A(k + 1) .* cos(pi * k * (1 + 2
27 * n) / N));
28 end
29 h = h / N; % Normalização da resposta ao impulso
30
31 % Calculando a resposta em frequência
32 [H, w] = freqz(h, 1, 2048, Omega_s);
33
34 % Plotando a resposta em frequência
35 figure(1)
36 plot(w, 20 * log10(abs(H)))
37 axis([0 5 -50 10])
38 ylabel('Resposta de Módulo (dB)')
39 xlabel('Frequência (rad/s)')
40 title('Resposta em Frequência')
41
42 % Plotando a resposta ao impulso
43 figure(2)
44 stem(h)
45 ylabel('Resposta ao impulso')
46 xlabel('Amostras (n)')

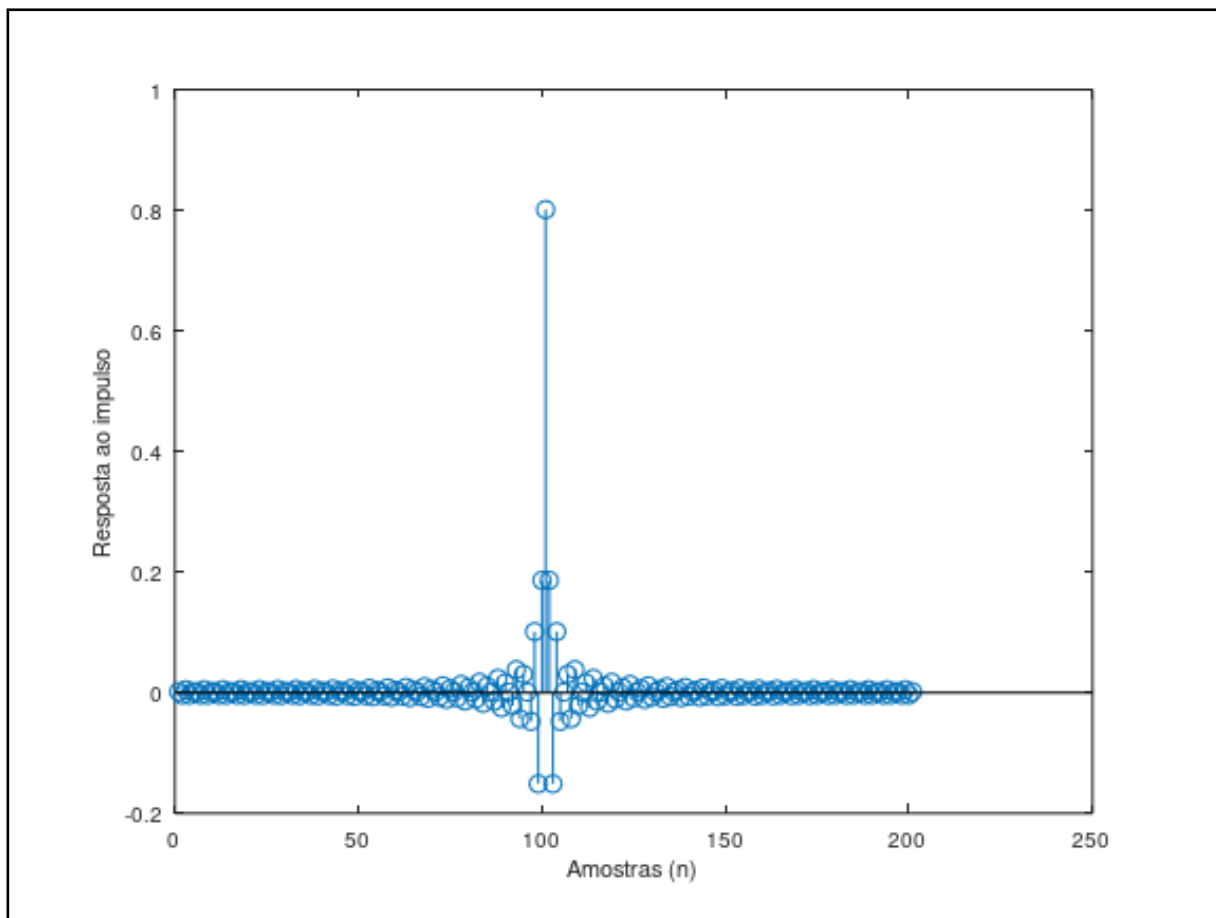
```

Figura 1: Elaborada pelo Autor



Forma de onda no domínio do tempo e densidade espectral de potência do sinal filtrado.

Figura 2: Elaborada pelo Autor



Forma

3. Questão 2:

Projete um filtro passa-altas usando o método da amostragem em frequência que satisfaça a especificação a seguir:

- $M = 52$
- $\Omega_p = 4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_r = 4,2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_s = 10,0 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- Agora aumente o número de amostras, mantendo a paridade e faça suas considerações.

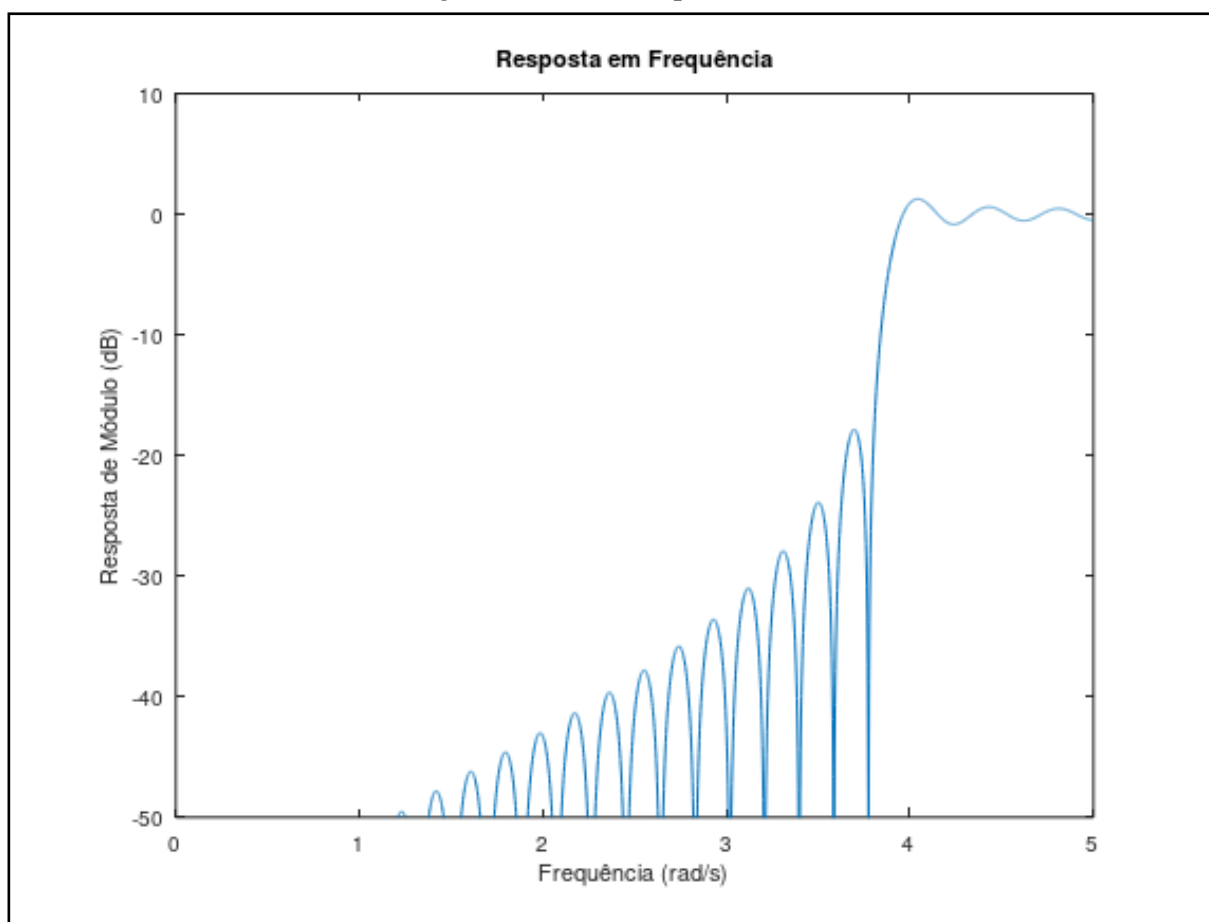
```
1 clear all % Limpa todas as variáveis e funções da área de trabalho
2
3 % Definindo os parâmetros do filtro
4 M = 52; % Define a ordem do filtro
5 N = M + 1; % Define o comprimento do filtro
6 Omega_r = 4.0; % Frequência de rejeição
7 Omega_p = 4.2; % Frequência de passagem
8 Omega_s = 10.0; % Frequência de amostragem
9
10 kp = floor(N * Omega_p / Omega_s); % Índice de passagem
11 kr = floor(N * Omega_r / Omega_s); % Índice de rejeição
```

```

12
13 % Corrigindo o cálculo de 'A' para evitar vetores de tamanho não inteiro
14 A = [zeros(1, kr) ones(1, N - kr)];
15
16 % Ajuste de kr se a diferença entre kr e kp for maior que 1
17 if (kr - kp) > 1
18     kp = kr - 1;
19 end
20
21 % Inicializando o vetor de resposta ao impulso
22 h = zeros(1, N);
23
24 k = 1:M/2; % Índices para o cálculo da resposta ao impulso
25 for n = 0:M
26     h(n + 1) = A(1) + 2 * sum((-1).^k .* A(k + 1) .* cos(pi * k * (1 + 2
27 * n) / N));
28 end
29 h = h / N; % Normalização da resposta ao impulso
30
31 % Calculando a resposta em frequência
32 [H, w] = freqz(h, 1, 2048, Omega_s);
33
34 % Plotando a resposta em frequência
35 figure(1)
36 plot(w, 20 * log10(abs(H)))
37 axis([0 5 -50 10])
38 ylabel('Resposta de Módulo (dB)')
39 xlabel('Frequência (rad/s)')
40 title('Resposta em Frequência')
41
42 % Plotando a resposta ao impulso
43 figure(2)
44 stem(h)
45 ylabel('Resposta ao impulso')
46 xlabel('Amostras (n)')

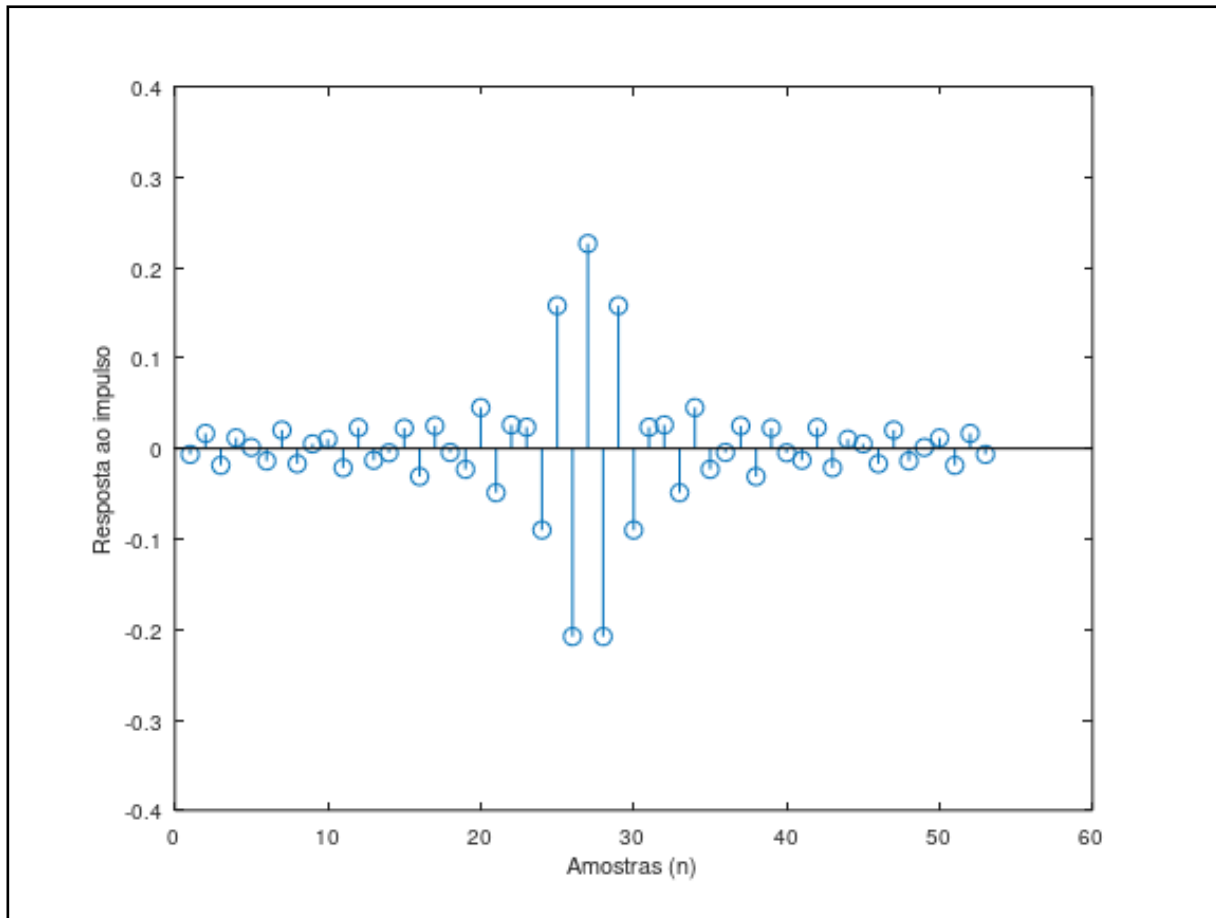
```

Figura 3: Elaborada pelo Autor



Forma

Figura 4: Elaborada pelo Autor



Forma

4. Questão 3:

Projete um filtro passa-faixa usando o método da amostragem em frequência que satisfaça a especificação a seguir:

- $M = 52$
- $\Omega_{r1} = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_{p1} = 3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_{r2} = 7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_{p2} = 8 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_s = 20,0 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- Agora aumente o número de amostras, mantendo sua paridade e faça suas considerações.

5. Questão 4:

Projete um filtro rejeita-faixa usando o método da amostragem em frequência que satisfaça a especificação a seguir:

- $M = 52$
- $\Omega_{r1} = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

- $\Omega_{p1} = 3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_{r2} = 7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_{p2} = 8 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_s = 20,0 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

6. Questão 5:

Projete um filtro passa-faixa tipo III usando o método da amostragem em frequência que satisfaça a especificação a seguir:

- $M = 52$
- $\Omega_{r1} = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_{p1} = 3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_{r2} = 7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_{p2} = 8 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_s = 20,0 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

7. Questão 6:

Projete um filtro passa-baixas usando o método da amostragem em frequência que satisfaça a especificação a seguir

- $M = 53$
- $\Omega_p = 4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_r = 4,2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
- $\Omega_s = 10,0 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$