

Universidade Federal de Santa Catarina



Trabalho - Filtros de Primeira Ordem

Aluno	Matheus Francisco Batista Machado
Professor	Thiago Weber

Santa Catarina, 13 de março de 2018

Conteúdo

1	Equipamentos Utilizados	1
2	Filtro de primeira ordem Passa-Baixa	1
2.1	Projetar um filtro passa-baixa de primeira ordem	1
3	Filtro Passa-Alta	5
4	Passa-Baixa com acoplamento AC	6

1 Equipamentos Utilizados

Foi utilizado os seguintes equipamentos e software:

- LTSpice

2 Filtro de primeira ordem Passa-Baixa

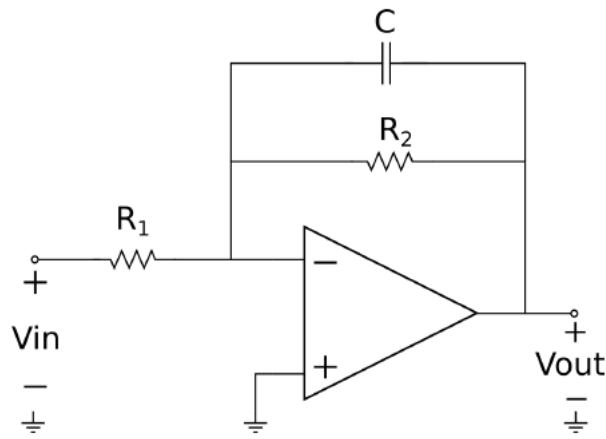


Figura 1: Filtros

Formulas para filtros passa-baixas:

$$T_{PB}(s) = \frac{K}{1 + \frac{s}{\omega_0}}$$

onde K é o ganho na banda de passagem, ω_o é a frequência de corte angular ($\omega_0 = 2\pi f_0$ onde f_0 é a frequência de corte do filtro e s é a variável de frequência complexa).

impedancia do capacitor $Z_c = \frac{1}{sC}$ impedância do resistor $Z_R = R$ Constante de tempo de circuito RC $\tau = R.C$ Função de transferência para o circuito: $\frac{-R_2}{R_1(1+sCR_2)}$

2.1 Projetar um filtro passa-baixa de primeira ordem

Para projetar um filtro passa baixa de primeira ordem mostrado na Figura 3 com ganho de 40dB, resistência de entrada de $1k\Omega$ e frequência de corde de $1kHz$.

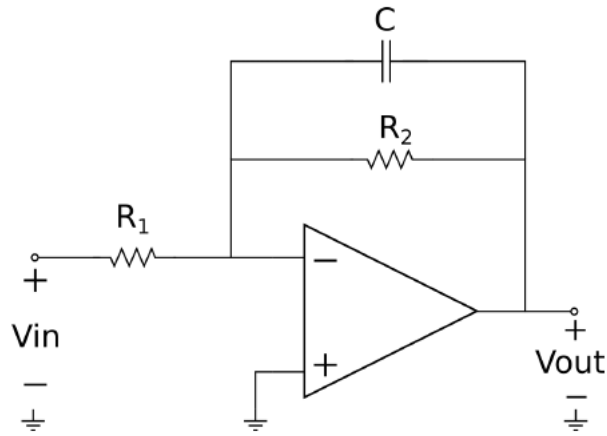


Figura 2: Filtro Passa-Baixa

A figura 3 ilustra o circuito, dado então $R_1 = R_{in}$ devido ao curto virtual então $R_1 = 1\text{k}\Omega$.

O ganho é dado pela fórmula

$$A_v = \frac{V_{out}^-}{V_{in}^-} = -\frac{R_2}{R_1}$$

O ganho em dB do filtro é :

$$A_{dB} = 20 * \log(A_v)$$

Logo temos:

$$\begin{aligned} 40 &= 20 * \log(A_v) \\ 2 &= \log(A_v) \\ A_v &= 100\text{V/V} \end{aligned}$$

Portanto, tem-se que R_2

$$\begin{aligned} A_v &= \frac{-R_2}{R_1} \\ |A_v| &= \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_2 = |A_v| R_1 \end{aligned}$$

Assim podemos encontrar o valor de R_2 é $100\text{k}\Omega$, com isso encontramos o valor da capacitância.

$$\tau = R_2 C$$

$$\frac{1}{f} = R_2 C$$

$$\frac{1}{2000\pi} = R_2 C$$

$$C = \frac{1}{2000\pi R_2}$$

$$C = 1.59nF$$

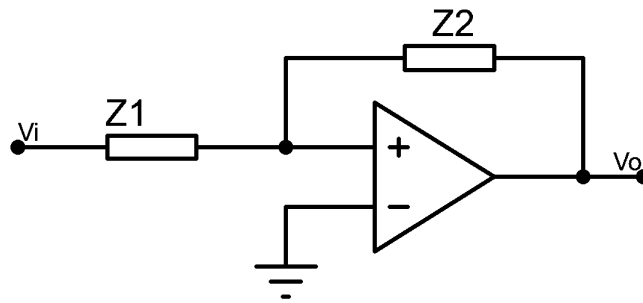


Figura 3: Filtro passa-baixa representação impedâncias

Então temos $A_v = \frac{-Z_2}{Z_1}$

$$Z_2 = C || R_2$$

$$Z_1 = R_1$$

$$A_v = -\frac{R_2 || C}{R_1}$$

$$A_v = -\frac{1}{sCR_1 + \frac{R_1}{R_2}}$$

$$A_v = -\frac{1}{1.59 * 10^{-6}s + 0.01}$$

$$A_v = -\frac{-628930,8}{s + 6289,308}$$

Já a função de transferência do filtro é

$$T_{PB}(s) = \frac{-100}{1 + \frac{2}{6281.407}}$$

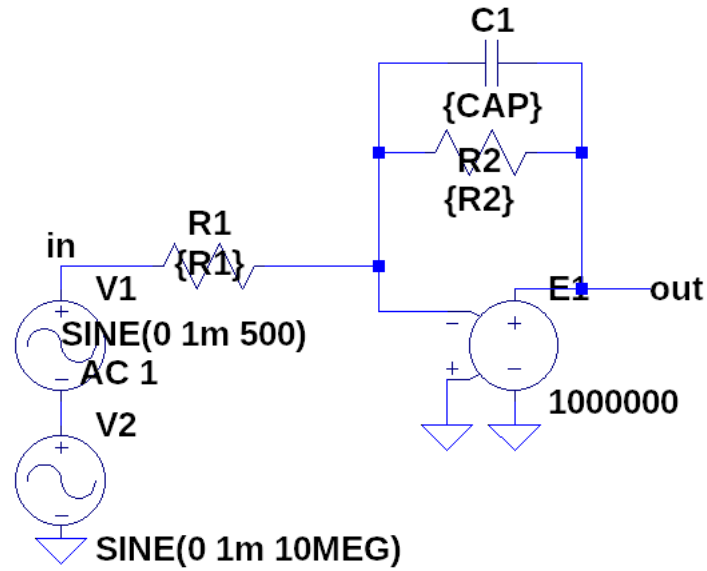


Figura 4: Filtro Passa Baixa

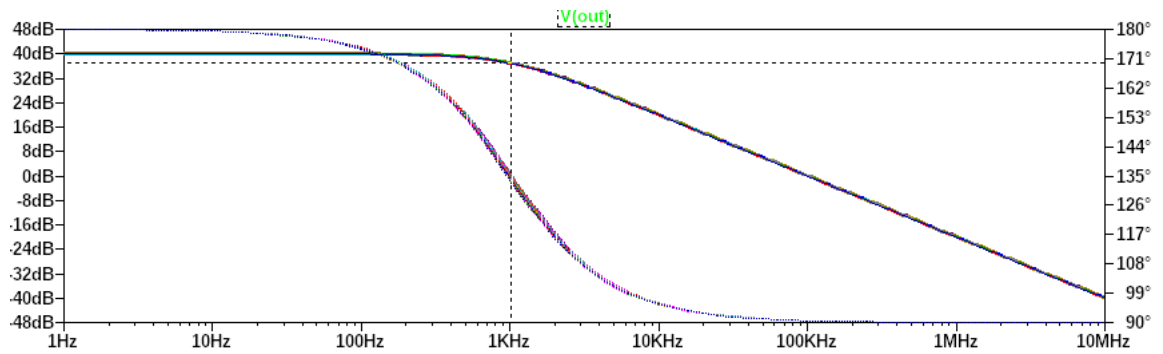


Figura 5: Resposta em frequência

Pode-se observar então que o filtro passa-baixo projetado está funcionando corretamente um ganho de 40dB em baixas frequência em seguida na frequência de corte o filtro esta com -3dB. Percebeu-se também que o filtro passa-baixo logo após a frequência de corte ocorre uma queda de -20dB/dec

3 Filtro Passa-Alta

A figura 6 mostra um filtro passa alta, para encontrar o valores foi realizado um calculo semelhante para o filtro passa baixa.

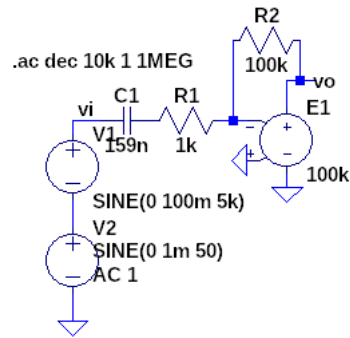


Figura 6: Filtro passa-alta

Para encontrar o valor do capacitor de entrada

$$\begin{aligned}\omega_0 &= 2\pi f_0 \\ \omega_0 &= 2\pi 1000 \text{ Hz} \\ \tau &= CR_1 \\ \omega_0 &= \frac{1}{\tau} \\ C &= 159 \text{ nF}\end{aligned}$$

Dado $R_1 = 1\text{k}$, como resistência de entrada então temos o filtro passa alta, mostrado na figura 6, com isso

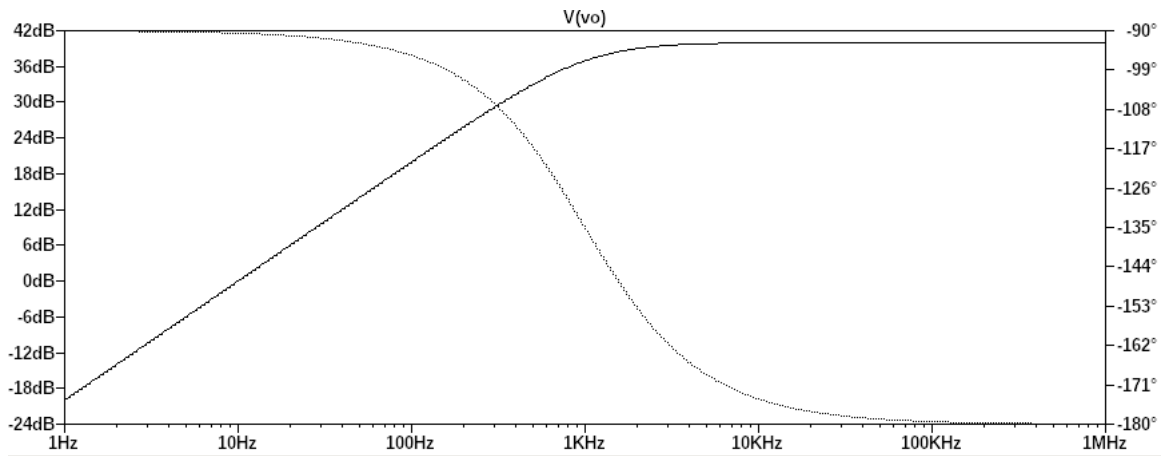


Figura 7: Resposta em frequência do passa-alta

Com isso podemos verificar que a frequência de corte em 1kHz, logo em seguida o filtro passa alta não atenua altas frequência. Obteve-se um ganho de 40dB para altas frequência.

4 Passa-Baixa com acoplamento AC

Para realizar o calculo do capacitor de acomplamento para uma frequencia de 20Hz

$$\begin{aligned}\omega_0 &= 2\pi f_0 \\ \omega_0 &= 2\pi 20Hz \\ \tau &= CR_1 \\ \omega_0 &= \frac{1}{\tau} \\ C &= 7.96nF\end{aligned}$$

O circuito abaixo mostra o capacitor de acomplamento no filtro passa-baixa

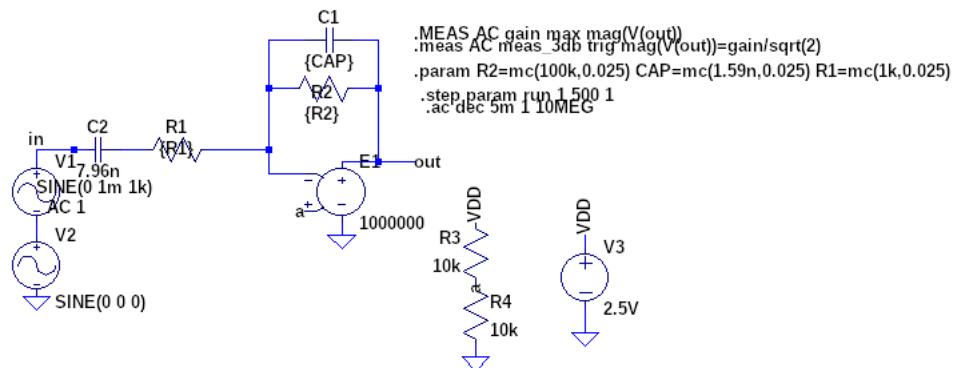


Figura 8: Filtro passa-baixa com acomplamento DC

Pode-se perceber olhando para o diagrama de Bode (resposta em frequência) do circuito que foi de acordo com o esperado as faixa de frequência aceita pelo filtro

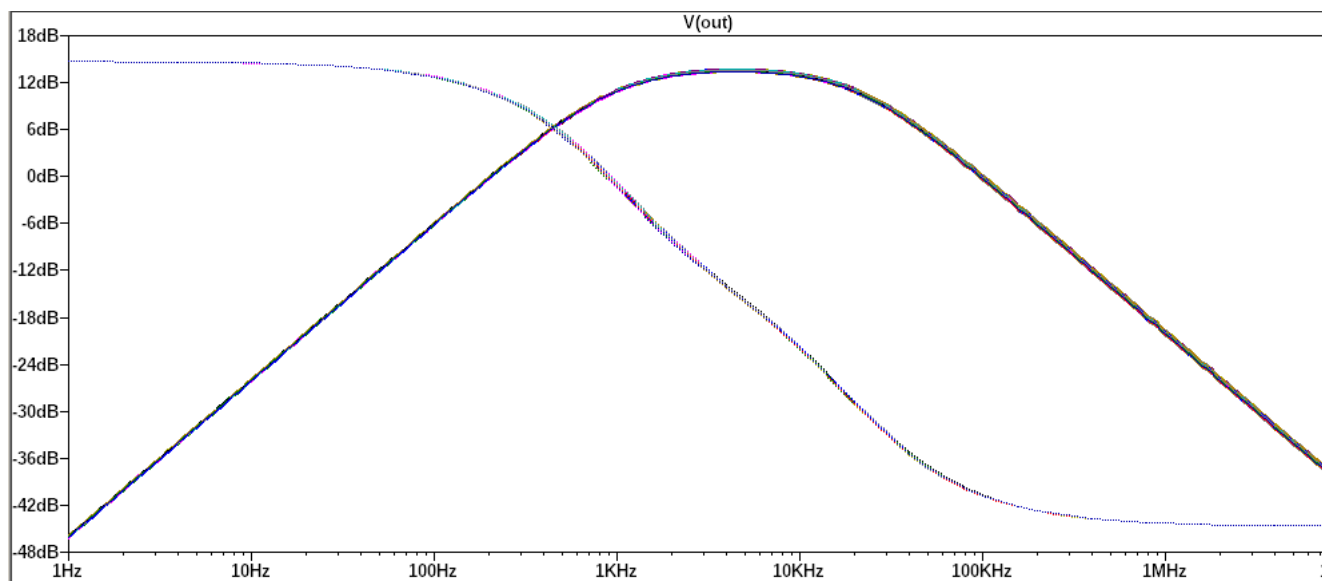


Figura 9: Resposta em frequência do passa-banda