

Equipe: _____

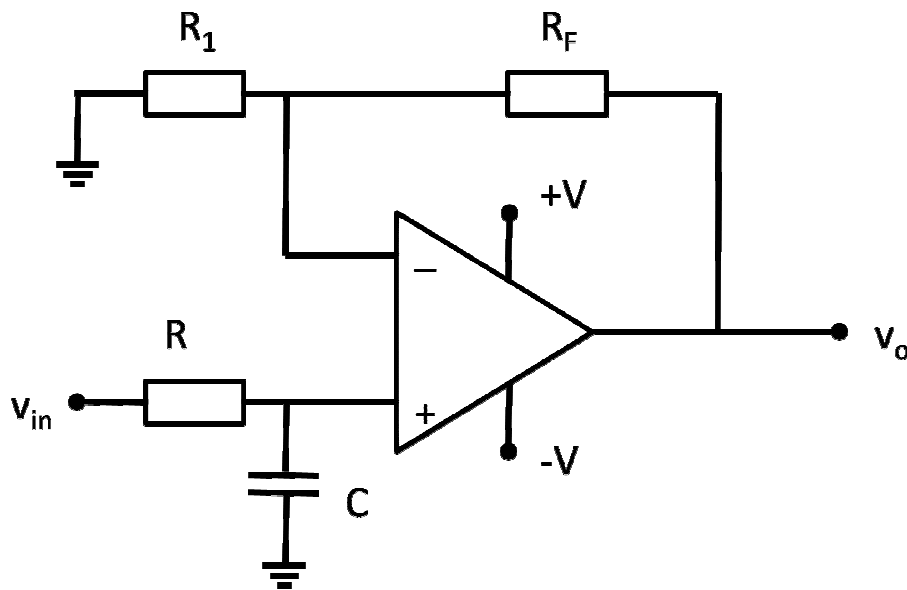
Disciplina: Laboratório III

Profa.: Giselle

Prática 4 – Filtro Passa-Baixa Butterworth

Fundamentação Teórica

1) Filtro passa-baixa Butterworth de 1º ordem.



$$v_1 = \frac{-jX_C}{R - jX_C} \cdot v_{in}$$

$$-jX_C = \frac{1}{j2\pi fC}$$

$$v_1 = \frac{v_{in}}{1 + j2\pi fRC}$$

$$v_o = \left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right) \cdot v_1$$

$$v_o = \left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right) \cdot \frac{v_{in}}{1 + j2\pi fRC}$$

Ou:

$$\frac{v_o}{v_{in}} = \frac{A_F}{1 + j \frac{f}{f_H}}$$

Onde:

$$f_H = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$A_F = 1 + \frac{R_F}{R_1}$$

f é a frequência de v_{in}

$\frac{v_o}{v_{in}}$ é o ganho do filtro em função da frequência

Magnitude

$$\left| \frac{v_o}{v_{in}} \right| = \frac{A_F}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_H} \right)^2}}$$

$$\phi = -\tan^{-1} \left(\frac{f}{f_H} \right)$$

Assim:

Para $f \ll f_H$:

$$\left| \frac{v_o}{v_{in}} \right| = A_F$$

Para $f = f_H$:

$$\left| \frac{v_o}{v_{in}} \right| = \frac{A_F}{\sqrt{2}}$$

Para $f \gg f_H$:

$$\left| \frac{v_o}{v_{in}} \right| < A_F$$

Para:

Para $f > f_H$: o ganho diminui em uma taxa constante com o aumento da frequência.

Quando a frequência aumentar dez vezes, o ganho é dividido por 10, ou seja, o ganho diminui 20dB ($=20\log 10$) cada vez que a frequência aumenta 10 vezes, ou 20dB/década ou 6dB/oitava.

f_H : é a frequência de corte pois é o ponto em que o ganho do filtro cai 3dB ($20\log 0,707$).

Projeto do filtro passa-baixa

1. Escolhe-se a frequência de corte superior f_H ;
2. Seleciona-se o valor de C ($<1\mu\text{F}$). Capacitores de tântalo ou mica (Mylar) são mais recomendados);
3. Seleciona-se R_1 e R_F em função do ganho desejado e da banda passante.

$A_F = 1 + \frac{R_F}{R_1}$ do manual selecion-se o UGB (*unit bandwidth gain*)

Dica: Projetado o filtro e desejando-se alterar a frequência de corte, multiplicar R ou C pela razão $\frac{f_H(\text{original})}{f_H(\text{nova})}$.

Exemplo: $f_H = 1\text{kHz}$ e $A_F = 2$

1. $f_H = 1\text{kHz}$
2. $C = 0,01\mu\text{F}$
3. $R = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 0,01 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3} = 15,9\text{k}\Omega$ (potenciômetro de $20\text{k}\Omega$)
4. $A_F = 2$, $R_1 = R_F = 1\text{k}\Omega$

Experimento:

Projete um filtro passa baixa cuja frequência de corte superior (vide tabela 1) seja igual a:



O ganho do filtro deve ser o máximo permitido para o amplificador operacional selecionado, levando em conta o produto ganho banda passante.

1. Apresente os cálculos.
2. Levantar a curva de resposta em frequência e indicar a frequência de corte.
3. Montar um segundo estágio e colocá-los em cascata. Levantar a resposta em frequência dos dois estágios em série e indicar a frequência de corte.