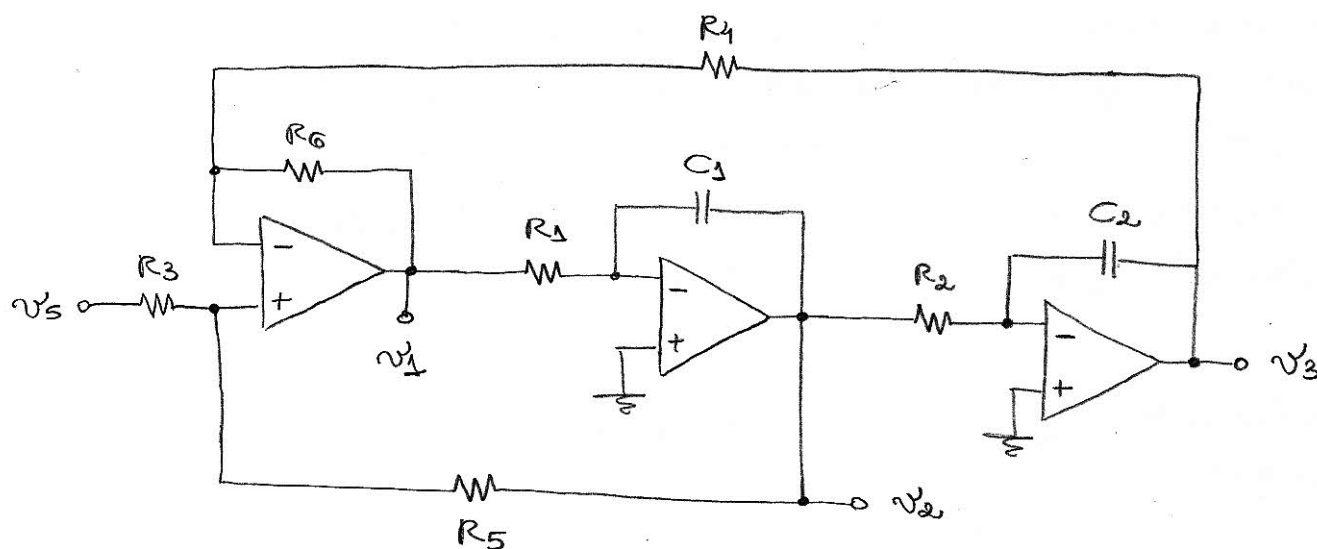


AMPLIFICADORES OPERACIONAIS E APLICAÇÕES

- ① Uma das aplicações de amplificadores operacionais mais comuns é a construção de filtros RC-Ativos. Na figura abaixo, é apresentado o circuito de Wiquad (circuito com função de transferência wiquadrática) de Kerwin - Huelsman - Newcomb:



Para esse circuito:

- (a) Obtenha as funções de transferência $\frac{V_1(s)}{V_s}$, $\frac{V_2(s)}{V_s}$ e $\frac{V_3(s)}{V_s}$, e decida qual é passa-baixas, passa-altas e passa-faixa.
- (b) Com esse wiquad, projete um filtro passa-faixa de 2ª ordem com a função de transferência:

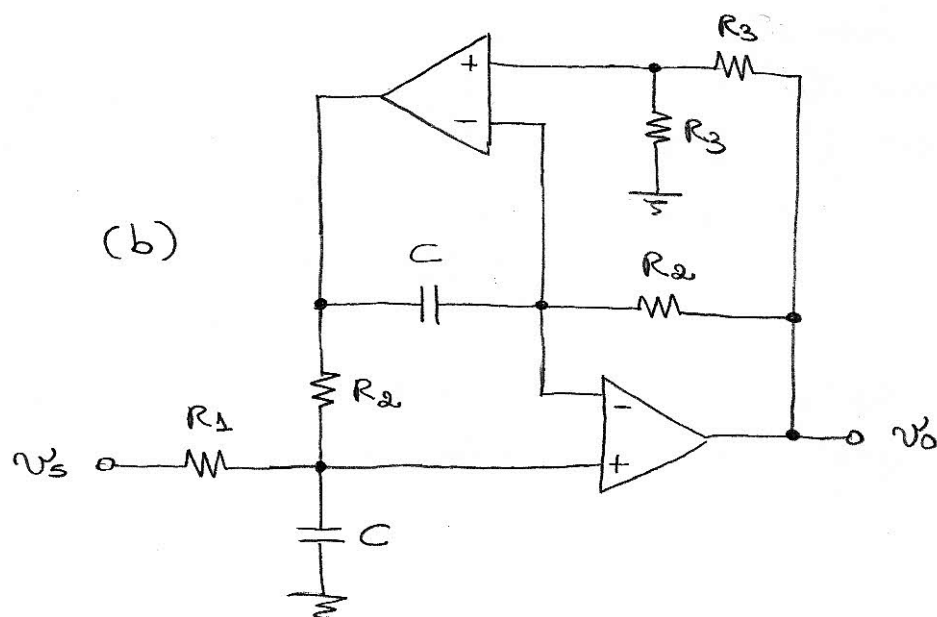
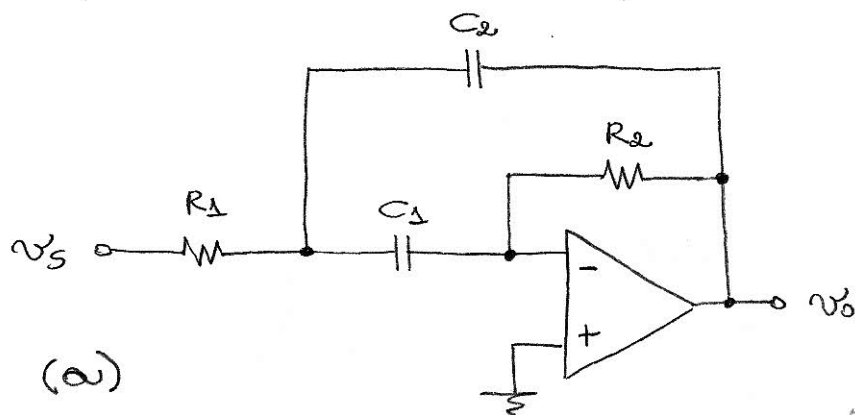
$$H(s) = - \frac{K\omega_0 s}{s^2 + \frac{\omega_0}{Q}s + \omega_0^2}$$

com frequência de sintonia $\omega_0 = 2\pi \cdot 10^3$ rad/s, um fator de qualidade $Q = 5$.

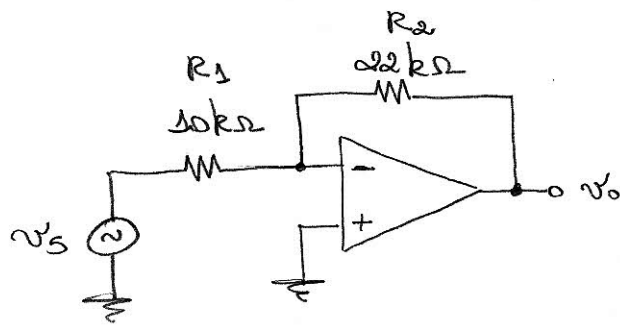
(c) Simule o circuito projetado no item (b), usando o amplificador 74084, e obtenha os gráficos de $\left| \frac{V_1}{V_5}(j\omega) \right|$, $\left| \frac{V_2}{V_5}(j\omega) \right|$ e $\left| \frac{V_3}{V_5}(j\omega) \right|$. Explique por que a resposta em frequência que deveria ser passa-altas não é efetivamente passa-altas.

(d) Simule o circuito projetado no item (b), aplicando uma onda quadrada na entrada V_5 com amplitude de 1V pico a pico, tensão de offset nula e frequência de 1,0 kHz. Apresente os gráficos com a evolução no tempo de $V_1(t)$, $V_2(t)$ e $V_3(t)$, e comente os resultados.

2) Obtenha a função de transferência dos seguintes filtros:



- ③ O amplificador abaixo foi construído com um amplificador operacional cujas características estão listadas na tabela:

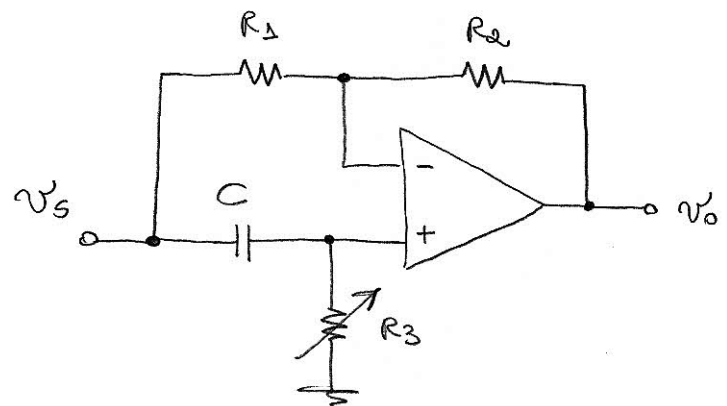


GANHO DE MALHA ABERTA EM DC	10 V/mV
GB	3,0 MHz
SLEW-RATE	12 V/ μ s
LIMITE DE EXCURSÃO DE SINAL NA SAÍDA	± 9 V

A partir desses dados, obtenha:

- O percentual de erro que o ganho v_o/v_s do amplificador real irá apresentar em relação ao circuito com amp. op. ideal.
- A banda passante do amplificador real em malha fechada.
- A máxima amplitude que um sinal com frequência dentro da banda passante pode assumir na saída v_o sem sofrer distorção não linear.
- A banda passante à plena potência.

- ④ O circuito da figura ao lado é conhecido como sendo um deslocador de fase (phase shifter). Este circuito deve operar como um filtro passa-tudo, ou seja, deve ter



$\left| \frac{V_o}{V_s}(j\omega) \right|$ constante para qualquer frequência ω , mas deve apresentar desvios de fase de V_o em relação a V_s , que dependem da frequência ω do sinal.

Para este circuito:

- (a) Qual a relação que R_1 e R_2 devem satisfazer de modo que o circuito opere como um filtro passa-tudo?
- (b) Satisfazendo à condição do item (a), obtenha a expressão analítica da frequência ω_0 onde o desvio de fase entre V_o e V_s é de 90° (quadratura).
- (c) Mostre que para um sinal V_s com frequência fixa ω_0 , pode-se variar a fase de V_o ajustando-se o resistor R_3 .