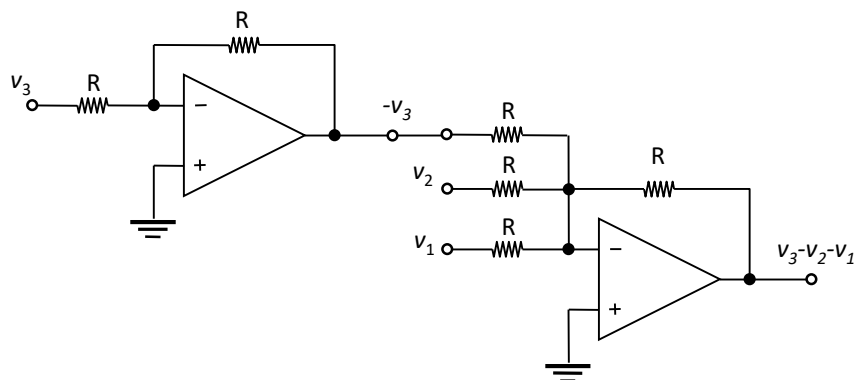


- 15 Apresente um circuito que, utilizando apenas AmpOP's e resistências de $10\text{k}\Omega$, implemente a função $v_{\text{saida}} = v_3 - v_2 - v_1$.



- 18 Na Figura 12 apresenta-se o circuito de um “deslocador de fase”. Diga qual a sua função de transferência para sinais sinusoidais $\left(\frac{V_{saída}(j\omega)}{V_{ent}(j\omega)} \right)$.

Trace a sua resposta em frequência (amplitude e fase) para $R = 10 \text{ k}\Omega$ e $C = 1 \mu\text{F}$.

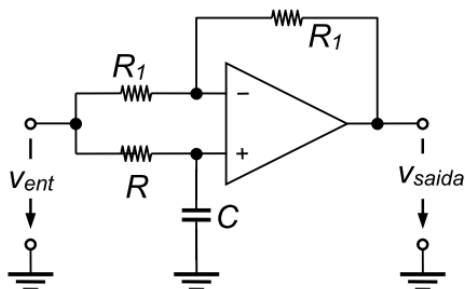
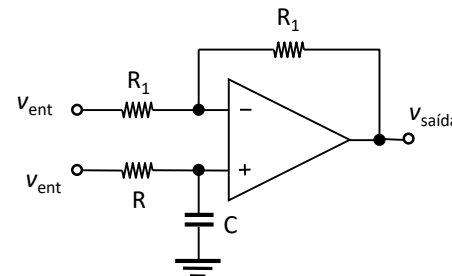
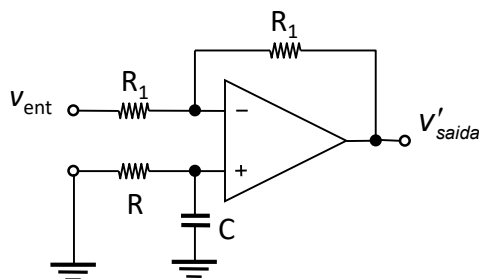


Figura 12



Aplicando o teorema da sobreposição...:

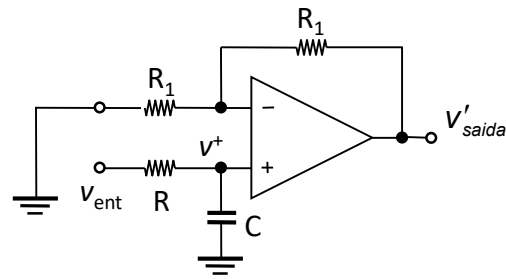


$$V'_{saida} = -V_{ent} \frac{R_1}{R_1} = -V_{ent}$$

$$\rightarrow V_{saida} = V'_{saida} + V''_{saida} =$$

$$= 2V_{ent} \frac{1}{1 + j\omega RC} - V_{ent}$$

$$\rightarrow \frac{V_{saida}}{V_{ent}} = \frac{1 - j\omega RC}{1 + j\omega RC} = \frac{1 - j\omega 0,01}{1 + j\omega 0,01}$$



$$V^+ = V_{ent} \frac{1/j\omega C}{R + 1/j\omega C} = V_{ent} \frac{1}{1 + j\omega RC}$$

$$V''_{saida} = V^+ \left(1 + \frac{R_1}{R_1} \right) = 2V_{ent} \frac{1}{1 + j\omega RC}$$