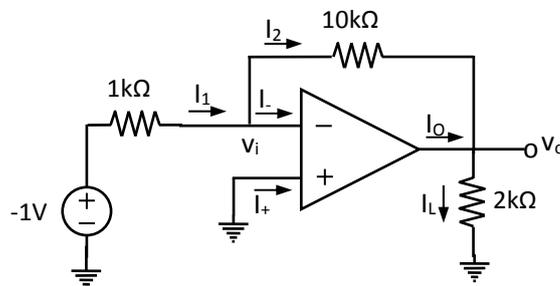


Primeira Lista-Aula - PSI3321 - Eletrônica

Assunto : Amplificadores Operacionais → amp. op. ideal, ganho de tensão em configuração inversora e análise de circuitos com amp. op. ideais.

**Exercício 1** – No circuito da figura a seguir o amplificador operacional é suposto ideal, determine as correntes em todos os ramos e as tensões  $v_i$  e  $v_o$  .



Respostas:  $I_+ = 0$ ,  $I_- = 0$ ,  $I_1 = -1mA$ ,  $I_2 = -1mA$ ,  $I_L = 5mA$ ,  $I_O = 6mA$ ,  
 $v_i = 0V$ ,  $v_o = 10V$

**Exercício 2** – Um amplificador operacional ideal em configuração inversora é implementado com resistores com uma tolerância expressa na forma literal como  $x$  (%).  
 Pede-se:

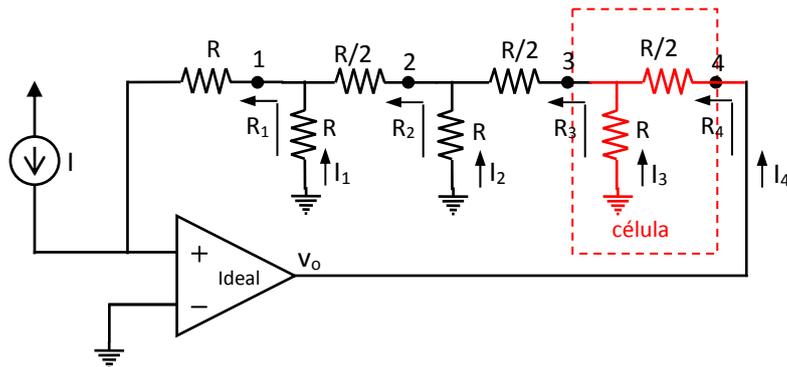
- Qual a faixa de valores que o módulo do ganho em malha fechada pode operar?
- Quais esses valores para  $x = 5\%$  e  $x=10\%$ ?

Respostas: a)  $\frac{1-0,01x}{1+0,01x} \cdot |G_{nom.}| \leq |G| \leq \frac{1+0,01x}{1-0,01x} \cdot |G_{nom.}|$ , onde  $|G_{nom.}| = \frac{R_2}{R_1}$

b1)  $0,9 \cdot |G_{nom.}| \leq |G| \leq 1,1 \cdot |G_{nom.}|$  b2)  $0,82 \cdot |G_{nom.}| \leq |G| \leq 1,22 \cdot |G_{nom.}|$

**Exercício 3** – Considere o circuito da figura abaixo.

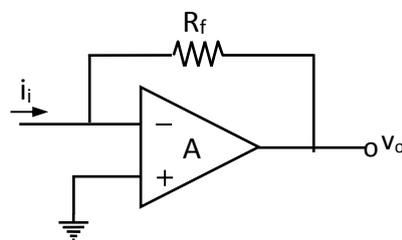
- Determine as resistências vistas do nó 1, ( $R_1$ ); do nó 2, ( $R_2$ ); do nó 3, ( $R_3$ ) e do nó 4, ( $R_4$ ).
- Obtenha as correntes  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  e  $I_4$  em função de entrada  $I$ .
- Calcule as tensões nos nós 1, 2, 3 e 4, isto é,  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  e  $V_4$  em termos do produto ( $IR$ ).
- Obtenha uma expressão geral que relacione a tensão de saída  $v_o$  com o número de células ( $n$ ) utilizadas e com o produto ( $IR$ ).



- Respostas:
- $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$
  - $I_1 = I, I_2 = 2I, I_3 = 4I, I_4 = -8I$
  - $V_1 = -RI, V_2 = -2RI, V_3 = -4RI, V_4 = -8RI$
  - $v_o = -2^n \cdot RI$

**Exercício 4** – O circuito a seguir é frequentemente utilizado para fornecer uma tensão de saída  $v_o$  proporcional a um sinal de corrente de entrada  $i_i$ . Determinar as expressões para a transresistência  $R_m \equiv v_o/i_i$  (fator de conversão da corrente de entrada para a tensão de saída) e para a resistência de entrada  $R_{in} \equiv v_i/i_i$  para os dois casos a seguir:

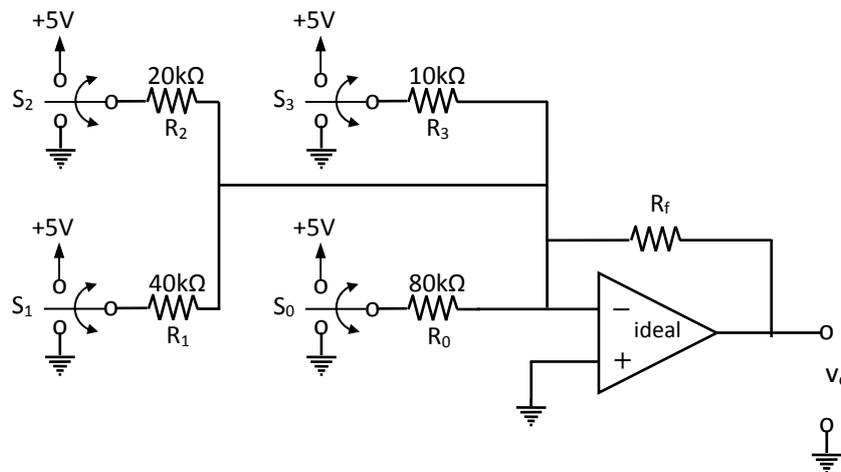
- com  $A$  infinito e
- com  $A$  finito



- Respostas:
- $R_m = -R_f, R_{in} = 0$
  - $R_m = \frac{-R_f}{1 + \frac{1}{A}}, R_{in} = \frac{R_f}{1+A}$

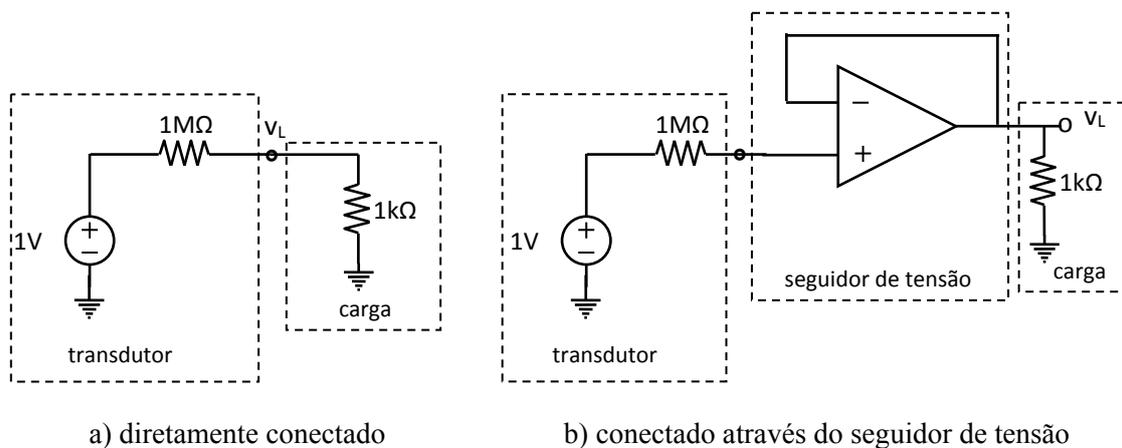
**Exercício 5** – A figura abaixo mostra o circuito de um conversor digital analógico (CDA). O circuito tem como entrada uma palavra binária de 4 bits  $a_3 a_2 a_1 a_0$  na qual  $a_0, a_1, a_2$  e  $a_3$  podem assumir os valores 0 ou 1, fornecendo uma tensão de saída analógica  $v_o$  proporcional ao valor da entrada digital. Cada um dos bits da palavra de entrada controla as chaves correspondentes numeradas. Por exemplo se  $a_2$  é 0, então a chave  $S_2$  conecta o resistor  $R_2$  ao terra, ao passo que se  $a_2$  é 1, então a chave  $S_2$  conecta o resistor  $R_2$  ao terminal +5V da fonte de alimentação. Deduza a expressão abaixo, em que  $R_f$  é dada em  $k\Omega$ . Calcule o valor de  $R_f$  de modo que  $v_o$  varie na faixa de 0 a -12V.

$$v_o = -\frac{R_f}{16} \cdot [2^0 a_0 + 2^1 a_1 + 2^2 a_2 + 2^3 a_3]$$



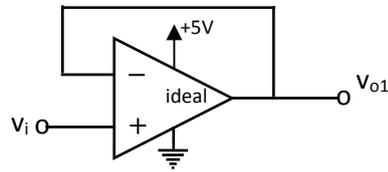
**Respostas:**  $R_f = 12,8k\Omega$

**Exercício 6** – Necessita-se conectar um transdutor que tem uma tensão em circuito aberto igual a 1V e uma resistência de saída de  $1M\Omega$  a uma resistência de carga de  $1k\Omega$ . Ache a tensão na carga se a conexão for feita: a) diretamente e b) por meio de um seguidor de tensão com ganho unitário.

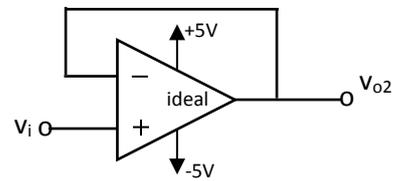


**Respostas:** a)  $v_L \cong 1mV$       b)  $v_L = 1V$

**Exercício 7** – Considere os dois seguidores de tensão com ganho unitário polarizados de forma distinta como na figura abaixo. Considere que a forma de onda de entrada seja uma rampa com início em  $-6V$  e término em  $+6V$ , com uma inclinação de  $1V/ms$ . Esboce as formas de onda de saída dos dois circuitos em sincronia com a entrada.

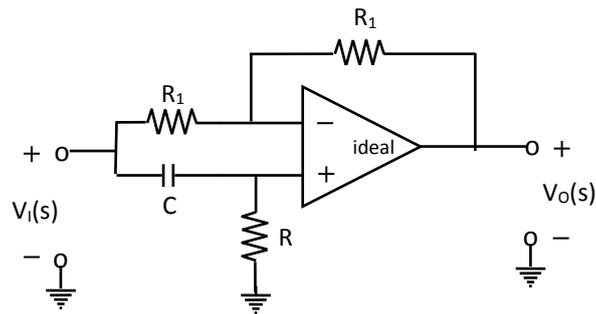


a) circuito 1



b) circuito 2

**Exercício 8** – Dado circuito da figura abaixo, deduza uma expressão para a função de  $V_o(s)/V_i(s)$ . Encontre as expressões para o módulo e a fase da resposta. Observação: Esse circuito trabalha como um deslocador de fase. Ele também é conhecido como um filtro passa-todas (“frangueiro”) de primeira ordem.



Respostas:  $\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = -\frac{(1-sRC)}{(1+sRC)}$  ;  $\left|\frac{V_o}{V_i}\right| = 1$  ;  $\phi = 180^\circ - 2\arctg(wRC)$