

## Solução do exercício 2 - Capítulo 4

a) Considerando o amplificador operacional operando na região linear e usando o conceito de terra virtual, tem-se

$$v_i = R i_L.$$

Portanto  $v_i = i_L$  para  $R = 1[\Omega]$ .

A condição de funcionamento adequado (isto é, de permanência do amplificador operacional na região linear) é

$$v_o \leq E_{sat}.$$

Como

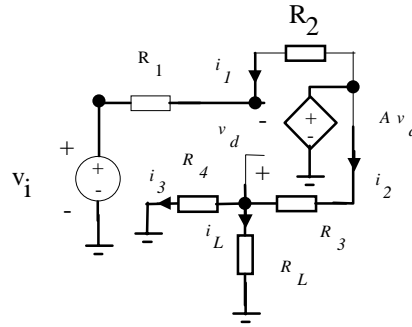
$$v_o = R_L i_L + v_i = \left( \frac{R_L}{R} + 1 \right) v_i,$$

a condição de funcionamento em termos de  $v_i$  é

$$v_i \leq E_{sat} \frac{R}{R + R_L}.$$

Observação: No caso prático, um valor  $R + R_L$  muito pequeno significará o carregamento (não modelado) da saída do amplificador operacional e prejudicará o correto funcionamento do conversor.

b) Substituindo o modelo da Figura 4.2 no diagrama esquemático do circuito do exercício e dando nomes a algumas variáveis de interesse, obtém-se:



Usando o conceito de terra virtual, as seguintes equações podem ser obtidas por inspeção a partir do circuito acima:

$$R_1 i_1 - R_L i_L = -v_i$$

$$R_2 i_1 - R_3 i_2 = 0$$

$$i_2 - i_L - i_3 = 0$$

$$R_L i_L - R_4 i_3 = 0$$

Ou, na forma matricial:

$$\begin{bmatrix} R_1 & 0 & 0 & -R_L \\ R_2 & -R_3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & -R_4 & R_L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ i_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -v_i \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{ou} \quad \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ i_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 & 0 & 0 & -R_L \\ R_2 & -R_3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & -R_4 & R_L \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -v_i \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Como apenas a expressão para  $i_L$  é de interesse, é suficiente determinar apenas um dos elementos da matriz inversa acima (no caso o elemento da quarta linha, primeira coluna). A expressão procurada vale

$$i_L = - \left( \frac{R_2 R_4}{R_1 R_3 R_L + R_1 R_3 R_4 - R_2 R_4 R_L} \right) v_i.$$

Escolhendo-se  $R_3 = R_4$  e  $R_1 = R_2$ ,  $i_L = -\frac{1}{R_3} v_i$ , e a razão de conversão (tensão-corrente) é função de  $R_3$  apenas.