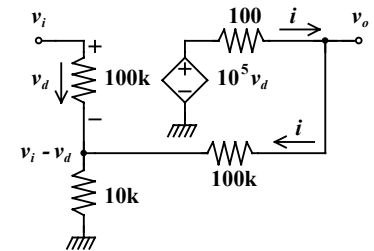


**Resolução (compacta):**

1. Lei dos nós na entrada inversora:  $i = \frac{v_i - v_d}{10k} - \frac{v_d}{100k}$

Malha da saída do AmpOp:  $10^5 v_d = 100i + v_o$

Substituindo  $i$  na segunda vem:  $v_d = \frac{10v_i + 10^3 v_o}{10^8 + 11} \cong \frac{10v_i + 10^3 v_o}{10^8}$



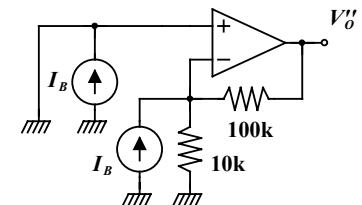
Finalmente, escrevendo  $v_o$  na malha de realimentação:  $v_o = v_i - v_d + 100k \times i$  e substituindo  $i$  e  $v_d$

vem  $\frac{v_o}{v_i} = \frac{11 \times 10^8 - 120}{10^8 + 12 \times 10^3} \cong \frac{11 \times 10^8}{10^8 + 12 \times 10^3} \cong 10,9987$  Sendo o valor ideal 11, o erro é 0,012%.

2. Erro devido a  $V_{OS}$ :  $V'_O = \pm V_{OS} \times 11 = \pm 165 \text{ mV}$

Erro devido a  $I_B$ :  $V''_O = 100k \times I_B = 100 \text{ mV}$

Finalmente:  $V_O = \pm 265 \text{ mV}$



3. Calculemos  $V_{Z0}$ :  $V_{Z0} = 13,7 - 50m \times 10 = 13,2 \text{ V}$

Com  $i_L = 0$ , a corrente no zener é máxima. A potência dissipada deve ser  $\leq 5 \text{ W}$ . A pior situação é quando  $v_I = 21 \text{ V}$ :

$21 = 75 I_Z + 13,2 + 10 I_Z \Rightarrow I_Z = 91,8 \text{ mA}$  Então  $V_Z = 13,2 + 10 \times 91,8m = 14,12 \text{ V}$

donde  $P = 14,12 \times 91,8m = 1,3 \text{ W} < 5 \text{ W}$  O.K.!

É também nestas condições que se verifica  $v_{O\text{máx}} = 14,12 \text{ V}$

Com  $i_L = 70 \text{ mA}$ , a corrente no zener é mínima. Esta deve ser  $\geq I_{ZK}$  para haver regulação.

A pior situação é quando  $v_I = 19 \text{ V}$ :

$19 = 75 (I_Z + 70m) + 13,2 + 10 I_Z \Rightarrow I_Z = 6,5 \text{ mA} > I_{ZK}$  O.K.!

É nestas condições que se verifica  $v_{O\text{mín}}$ :

$v_{O\text{mín}} = 13,2 + 10 \times 6,5m = 13,26 \text{ V} \Rightarrow \Delta v_O = 0,86 \text{ V}$