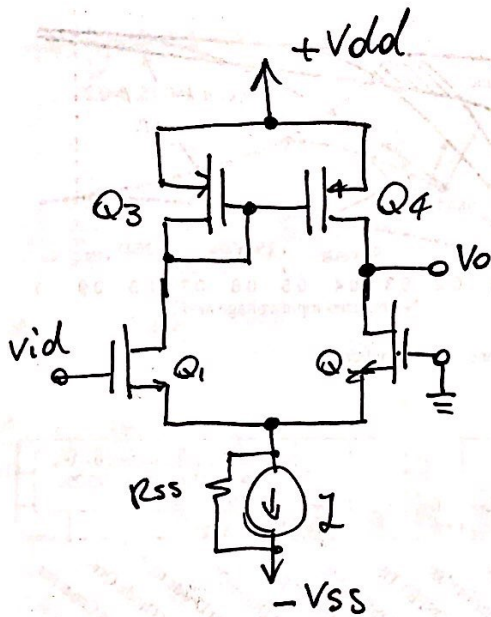
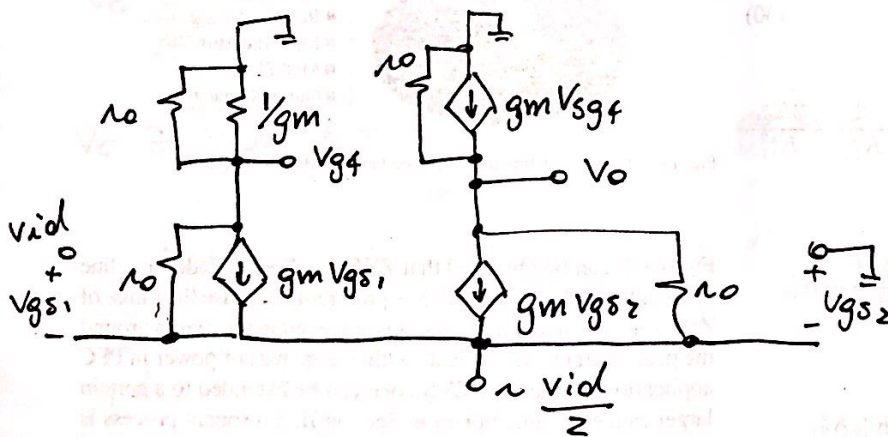


# Resolução Exercício 5 - CEA



- calcular o ganho, assumindo  $R_{ss} = \infty$  e que  $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4$  e que  $V_{ID} = 0$ .

→ Análise de pequenas sinais:



$$\rightarrow V_{gs1} = \frac{v_{id}}{2}$$

$$V_{gs2} = -\frac{v_{id}}{2}$$

LKC em  $V_{g4}$ !

$$\rightarrow \frac{V_{g4}}{1/gm \parallel r_o} + \frac{gm v_{id}}{2} + \frac{V_{g4} - \frac{v_{id}}{2}}{r_o} = 0$$

$$\rightarrow \boxed{1/gm \parallel r_o \approx 1/gm}$$

Assim  $\rightarrow gm V_{g4} + \frac{gm}{2} v_{id} + \frac{V_{g4}}{r_o} - \frac{v_{id}}{2 r_o} = 0$

$$V_{g4} \left( gm + \frac{1}{r_o} \right) = v_{id} \left( \frac{1}{2 r_o} - \frac{gm}{2} \right)$$

$$V_{g4} \frac{gm r_o + 1}{r_o} = v_{id} \frac{1 - gm r_o}{2 r_o}$$

$$V_{g4} = \frac{1 - g_{m1} r_o}{2(1 + g_{m1} r_o)} \cdot v_{id}$$

$$\rightarrow g_{m1} r_o \gg 1 \rightarrow \boxed{V_{g4} \approx -\frac{v_{id}}{2}}$$

→ Por outro lado:

KCL em  $V_o$ :

$$\frac{V_o}{r_o} + g_m v_{gs2} + \frac{V_o - v_{id}/2}{r_o} \approx g_m v_{gs4}$$

$$V_o \frac{2}{r_o} - \frac{g_m}{2} \cdot v_{id} - \frac{v_{id}}{2r_o} \approx g_m \left(0 + \frac{v_{id}}{2}\right)$$

$$V_o \frac{2}{r_o} \approx v_{id} \left( \frac{g_m}{2} + \frac{g_m}{2} + \frac{1}{2r_o} \right)$$

$$V_o \frac{2}{r_o} \approx v_{id} \frac{r_o g_m + r_o g_m + 1}{2r_o}$$

$$V_o \approx v_{id} \frac{1 + 2r_o g_m}{4} \rightarrow g_{m1} r_o \gg 1$$

$$\cdot \text{logo} \rightarrow V_o \approx \frac{g_{m1} r_o}{2} \cdot v_{id}$$

$$\boxed{A_v = \frac{V_o}{v_{id}} = \frac{1}{2} g_{m1} r_o}$$

→ Assim, se  $r_o \gg 1/g_m$ , apesar de uma entrada diferencial não equilibrada não produzir um terna-virtual em  $V_{s1,2}$ , isto não impacta significativamente o ganho do circuito em relação a uma condição perfeitamente equilibrada.