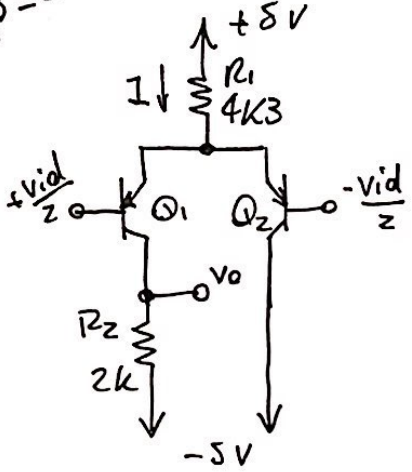
Resolução Exercício 4 - CEA

$\beta = 200$



a) Calcular Ad, Rin e Ro

b) calcular Acm e CMRR

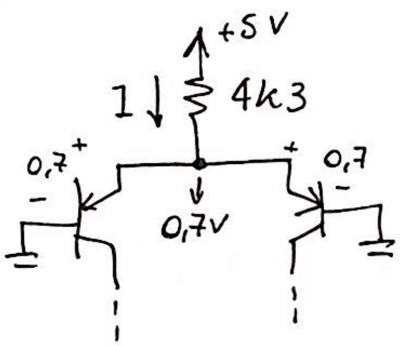
c) calcular Vos.

→ Primeiramente é preciso fazer uma análise c.c. p/ definir o ponto de polarização.

↳ Note que nas entradas do par são aplicados apenas sinais c.a., logo $V_{CM} = 0V$ e $V_{ID} = 0V$.

↳ Assim, se $Q_1 = Q_2 \rightarrow I_{E_1} = I_{E_2} = \frac{I}{2}$

→ cálculo de I:



$$I = \frac{5 - 0{,}7}{4{,}3k} = 1mA$$

• Assim: $I_{E_1} = I_{E_2} = \frac{I}{2} = \underline{0{,}5\,mA}$

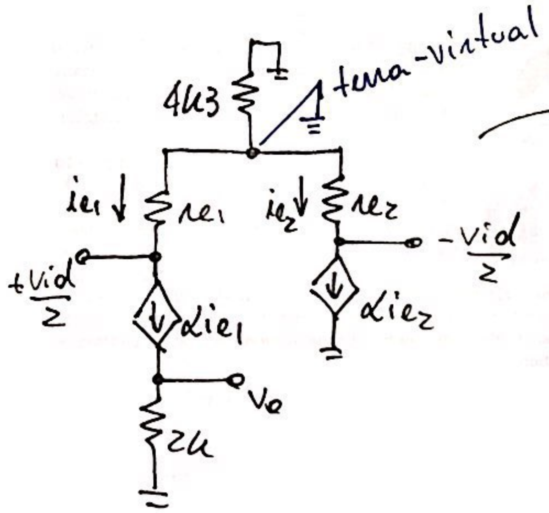
→ cálculo de Vo:

$$V_o = 2k\, I_{C_1} + (-5V)$$

$$V_o = \alpha\, 2k\, I_{E_1} - 5V$$

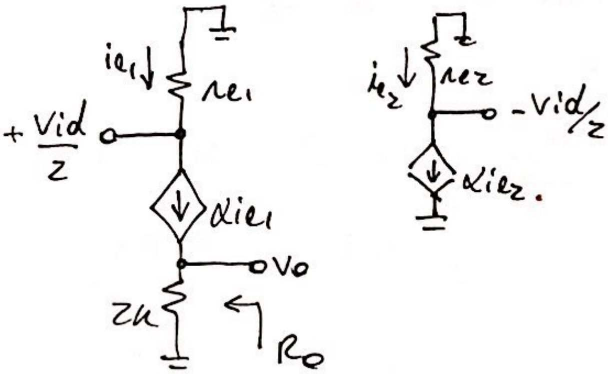
$$\boxed{V_o \cong -4V}$$

a) Análise c.a. diferencial



- como o par está equilibrado, do ponto de vista do circuito base-emissor, surge um terra-virtual no terminal de emissor de Q_1 e Q_2;
- com isso, o circuito pode ser simplificado, pois o terra desacopla os dois braços do par.

→ com o terra-virtual:



$$\rightarrow i_{e1} = -\frac{v_{id}}{2r_{e1}}$$

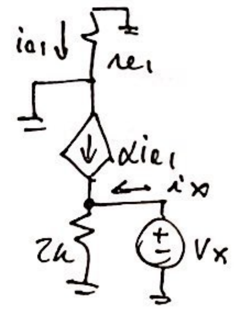
$$v_o = \alpha i_{e1} \cdot 2k$$

$$v_o = -\frac{\alpha\, 2k}{2r_{e1}} \cdot v_{id}$$

$$\rightarrow r_{e1} = \frac{V_T}{I_{E1}} = 50\,\Omega$$

$$\boxed{A_d = \frac{v_o}{v_{id}} = \frac{-\alpha\, 2k}{100\,\Omega} = -19{,}9\ V/V}$$

- Cálculo de R_o

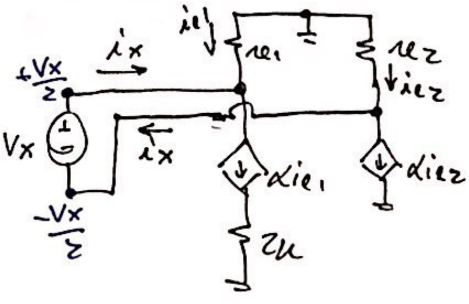


$$\rightarrow i_{e1} = 0$$

$$i_x = \frac{v_x}{2k}$$

$$\boxed{R_o = 2k\,\Omega}$$

- Cálculo de R_{in}



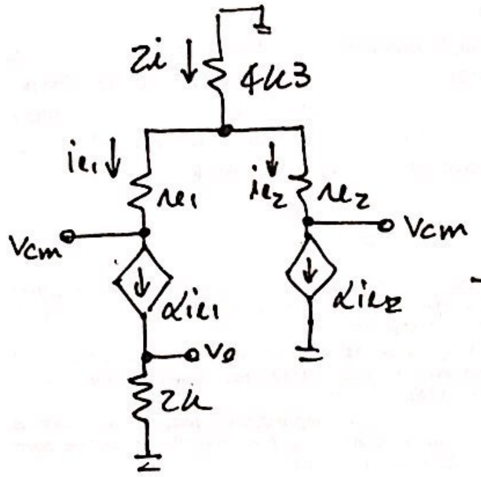
$$i_x = \frac{-i_{e1}}{(\beta+1)} = \frac{i_{e2}}{\beta+1}$$

$$i_{e1} = -\frac{v_x}{2r_{e1}} \quad ; \quad i_{e2} = \frac{v_x}{2r_{e2}}$$

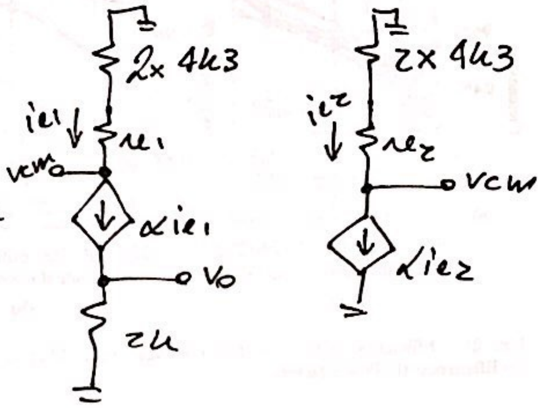
$$i_x = \frac{v_x}{2r_{e1}(\beta+1)} \rightarrow \boxed{R_{in} = 2r_{e1}(\beta+1) = 20{,}1\,k\Omega}$$

b) Análise c.a. de modo comum

→ $i_{e_1} = i_{e_2} = i$



pode-se simplificar →



→ $i_{e_1} = -\dfrac{V_{cm}}{r_{e_1} + 8{,}6k}$

$V_o = \alpha i_{e_1} \cdot 2k$ → $A_{cm} = \dfrac{V_o}{V_{cm}} = -\dfrac{\alpha 2k}{50 + 8.6k} = -0{,}23 \ V/V$ //

• $CMRR = 20 \log_{10}\left(\dfrac{A_d}{A_{cm}}\right) = 20 \log_{10}\left(\dfrac{19.9}{0{,}23}\right)$

$CMRR = 38{,}7 \ dB$

c) Cálculo de Vos

→ A tensão de offset de entrada é definida como:

$V_{os} = \dfrac{V_{offset,\ saida}}{|A_d|}$

→ $V_{offset,\ saida} = -4V$

→ $|A_d| = -19.9 V/V$

→ $V_{os} = \dfrac{-4}{-19.9} = 201 mV$ //