

1. a) Para $v_{i1} = v_{i2} = 0$, hallar todas las tensiones y corrientes de reposo, incluyendo I_{LQ} . ¿Con qué error máximo se puede despreciar la corrección de I_{CQ} por efecto Early en este circuito?

b) Hallar las expresiones y valor de:

$$b_1) Gm_d = i_1/v_{id} \mid_{v_o=0}$$

b₂) $Gm_c = i_1/v_{ic} \mid_{v_o=0}$, teniendo en cuenta las corrientes de base en la copia de las FES.

Definir y obtener la RRMC.

c) Definir y hallar el valor de la V_{offset} para un desapareamiento entre I_{S1} e I_{S2} del 2%.

d) Justificar **cualitativamente** cuál será el nodo potencialmente dominante en la respuesta en alta frecuencia de A_{vd} y A_{vc} .

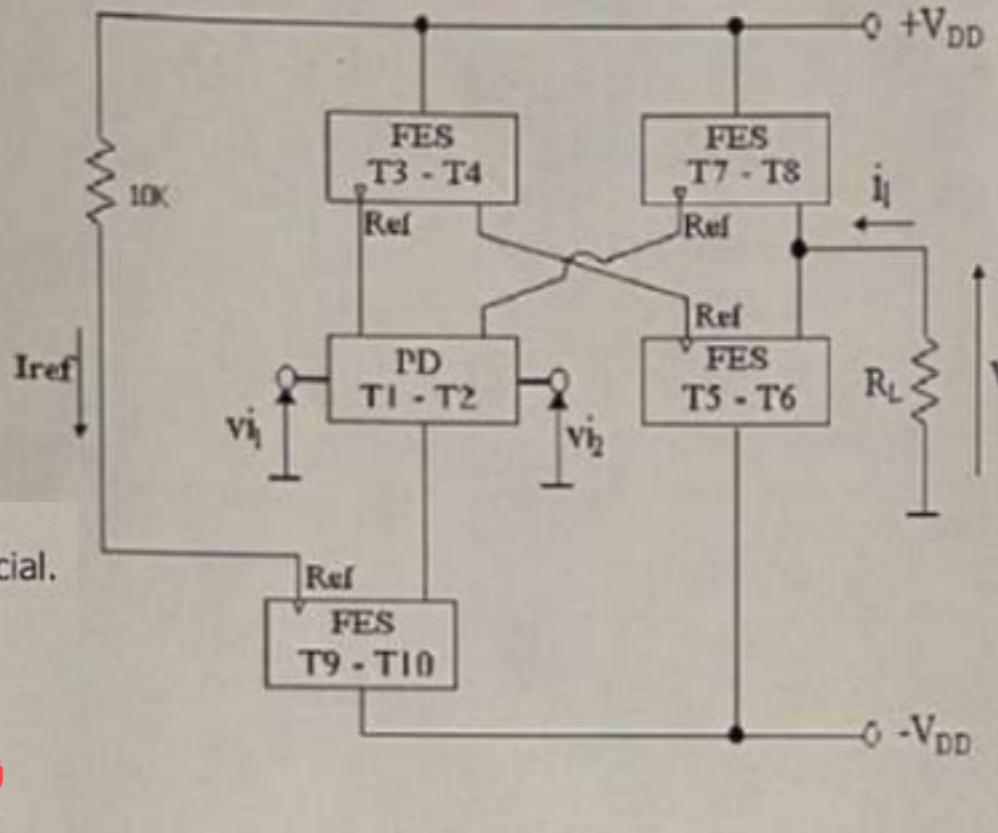
FES: Fuente Espejo Simple – **PD:** Par Diferencial.

Todos TBJs.

$$V_{DD} = 5 \text{ V} ; R_L = 10 \text{ k}\Omega$$

$$\text{NPN: } V_A = 100 \text{ V} ; \beta_1 = 200 ; r_x = 100 \text{ }\Omega$$

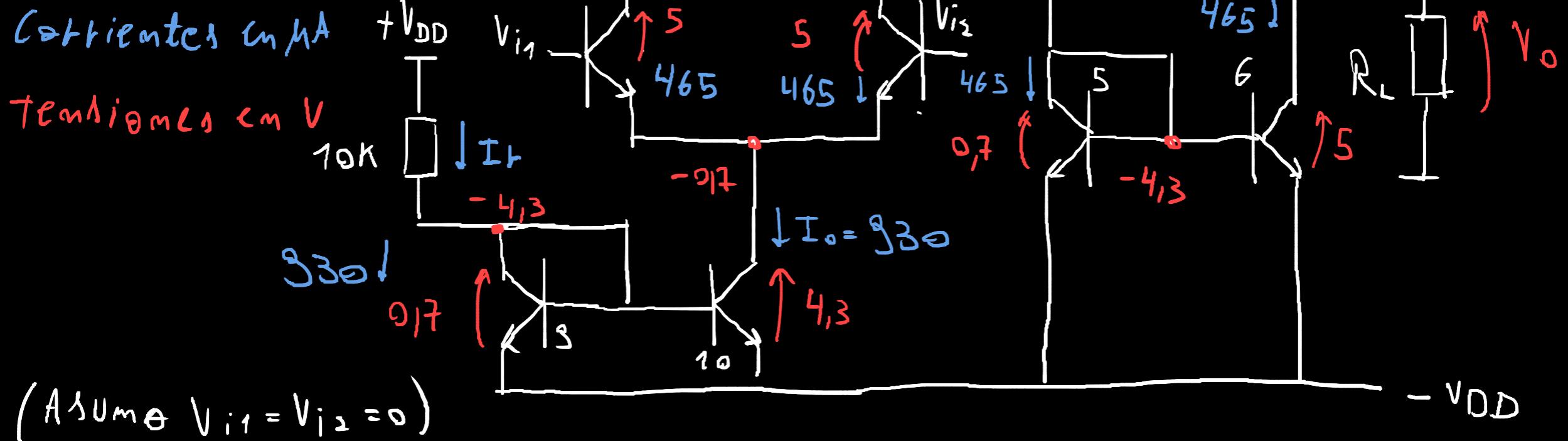
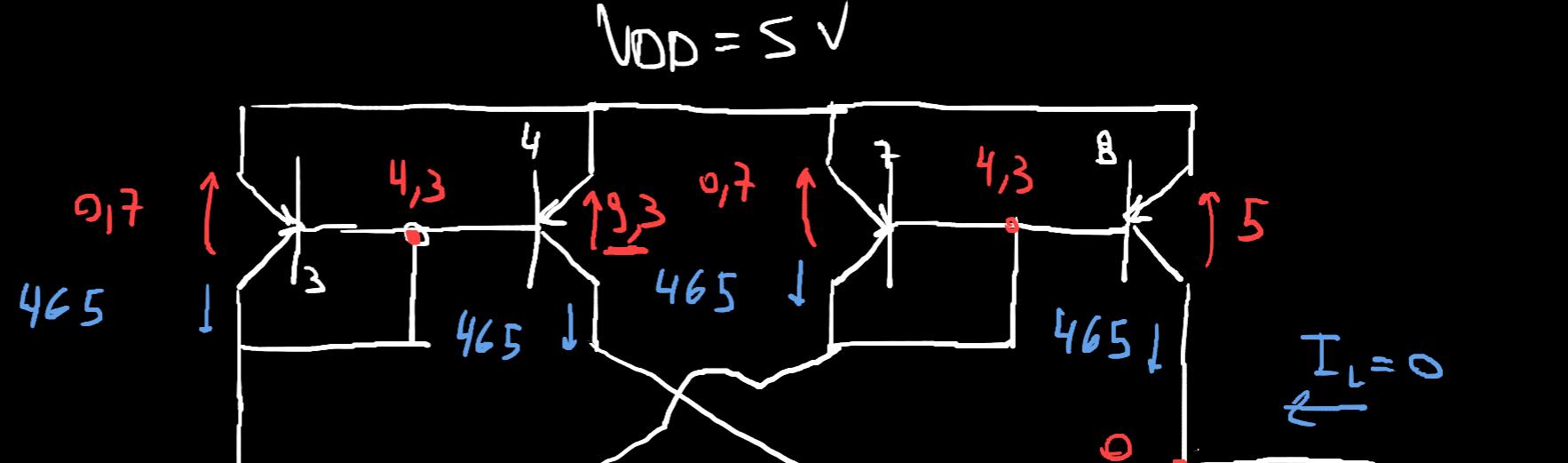
$$\text{PNP: } V_A = 50 \text{ V} ; \beta_2 = 50 ; r_x = 100 \text{ }\Omega$$



¿Qué es esta configuración?
 ¿Para qué sirve?
 ¿Tiene nombre?

El circuito es:

{ En qué momento llegamos acá?



Polarización: FES TG-710: $I_T = \frac{V_{DD} - (-V_{DD} + 0,7)}{10k} = \frac{10 - 0,7}{10k} = \frac{9,3}{10k} = 930\text{mA}$

$$\rightarrow I_0 = \frac{\beta_1}{\beta_1 + 2} \cdot I_T = 920$$

Además: $V_{CE10} = -0,7 - (-V_{DD}) = 4,7\text{ V}$
 → al multiplicar por EE, se tiene un
 error de $\frac{4,7}{100} \times 100\% = 4,7\%$

DUDAS: ¿Considero $a=1$ directamente?

¿Esta constante de 920mA se bifurca simétricamente en el AD?

$$a = \frac{\beta}{\beta+2} = 1 - \frac{2}{\beta+2} \rightarrow \text{Error} = \frac{2}{\beta+2} = 1\% = 4\% \xrightarrow[\beta=50]{} \begin{array}{l} \text{Hemos aproximado} \\ \text{peores casos} \end{array}$$

El error más grande al despreciar E.E. se comete en T4

$$\rightarrow \text{err} = \frac{V_{EC}}{VA} \times 100\% = 18,6\% \rightarrow \text{Bastante grande, pero asumo q' la idea no es considerarla}$$

OBS: al no haber resistencias en el circuito, V_{EC} se puede sacar antes de I_c y considerar E.E. ¡Hace falta?

Nota: Para q' conste: Voy a asumir q' $\alpha=1$ y voy a despreciar las corrientes de base contra las de colector.

No sé si es lo más correcto o lo q' se espera CONSULTAR

Nota: no puedo considerar una y no la otra, llora a contradicciones

Parámetros de terminal

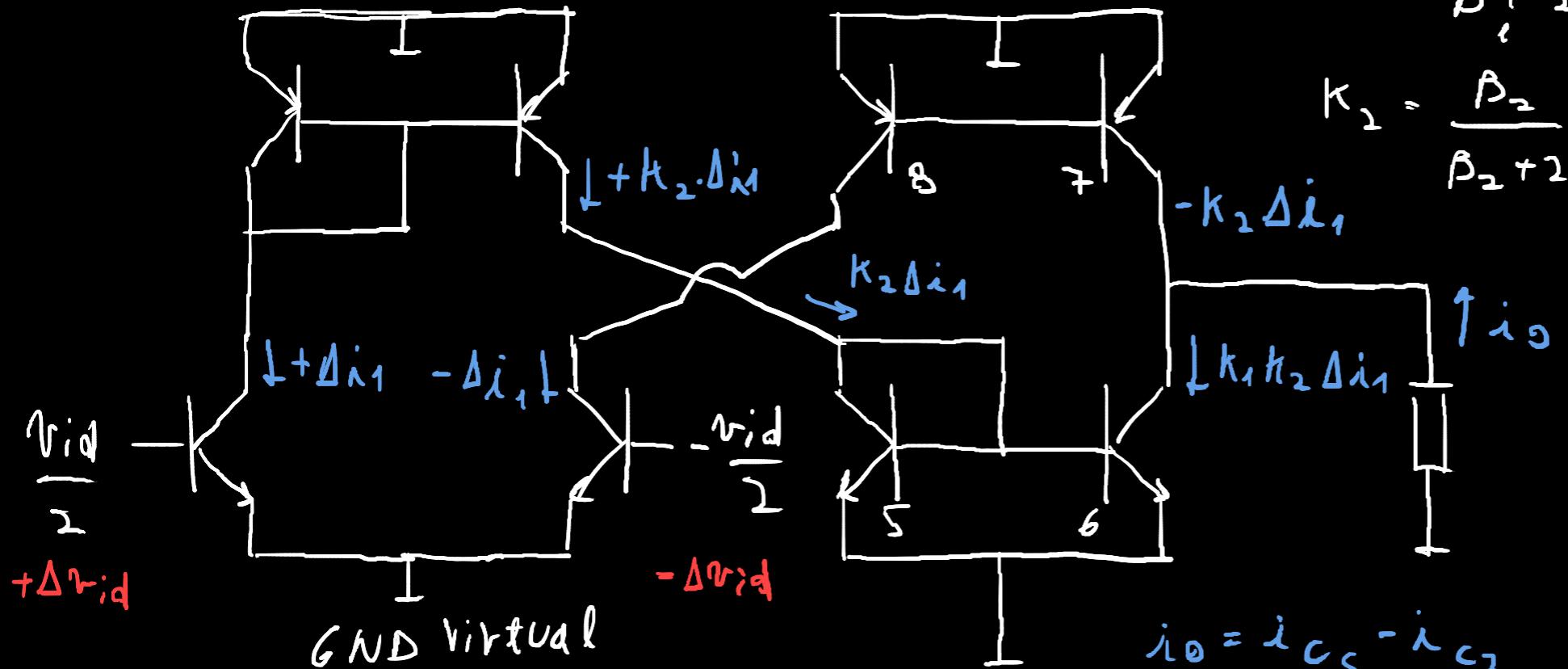
$$\gamma_m = I_c / V_T \quad h_{\pi} = \beta / \gamma_m \quad r_o = \frac{V_A}{I_c}$$

$$\left(\begin{array}{l} \beta = 200 \\ V_A = 100 \end{array} \right) \quad \left(\begin{array}{l} \beta = 50 \\ V_A = 50 \end{array} \right)$$

	NPN	NPN	PNP	PNP	NPN	NPN	PNP	PNP	NPN	NPN
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀
I _c [μA]	465	465	465	465	465	465	465	465	930	930
γ _m [mA/V]	18	18	18	18	18	18	18	18	36	36
h _π [kΩ]	11,1	11,1	2,8	2,8	11,1	11,1	2,8	2,8	5,6	5,6
r _o [kΩ]	215	215	108	108	215	215	108	108	108	108

A lo mejor mi hacia falta esto

Em mode de comum :



$$\begin{aligned}\rightarrow \Delta i_o &= k_1 k_2 \Delta i_1 - (-k_2 \Delta i_1) \\ &= k_2(k_1 + 1) \Delta i_1\end{aligned}$$

Pot este la do: $\Delta i_1 = g_{m_1} \Delta v_{be_1} = g_{m_1} \frac{\Delta v_{id}}{2}$

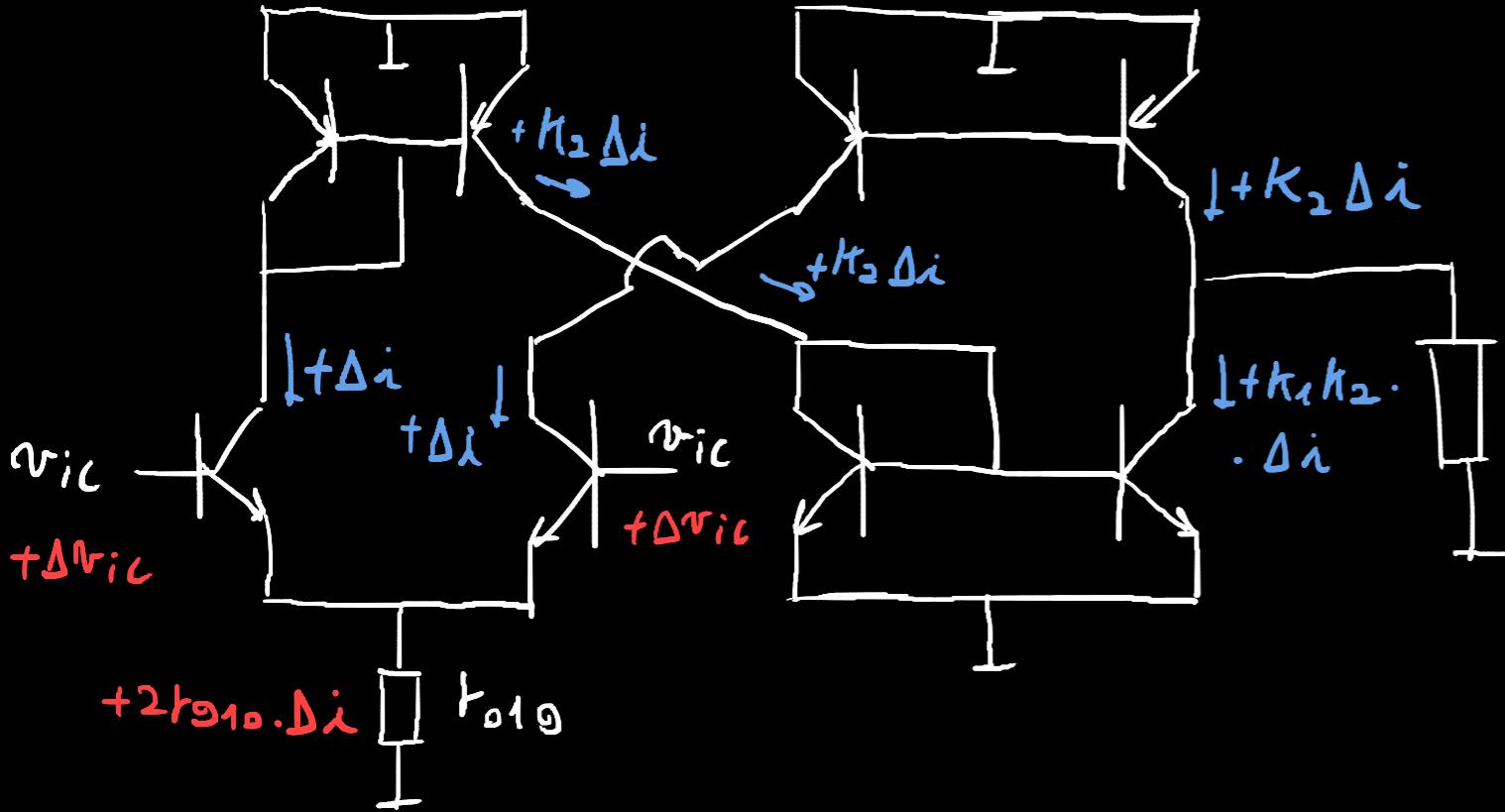
¡ERA ESTO?

$$\Rightarrow \Delta i_0 = k_2 (k_1 + 1) g_{m_1} \frac{\Delta v_{id}}{2} \Rightarrow I_{md} = \frac{\Delta i_0}{\Delta v_{id}} = k_2 (k_1 + 1) \cdot \frac{g_{m_1}}{2}$$

$$I_{md} \approx 17,2 \text{ mA/V}$$

En modo común la fuente de corriente se reemplaza por $R_{S2} = 108 \text{ k}\Omega$

MC:



$$\Delta i_o = k_1 k_2 \Delta i - k_2 \Delta i = \\ = k_2 (k_1 - 1) \Delta i$$

OBS: $v_{ic} = v_{be} + v_{t_{o1o}}$

$\rightarrow \{ v_{be} = \text{cte} ?$

$$\Delta v_{ic} = 2t_{o1o} \cdot \Delta i$$

CONSULTAR

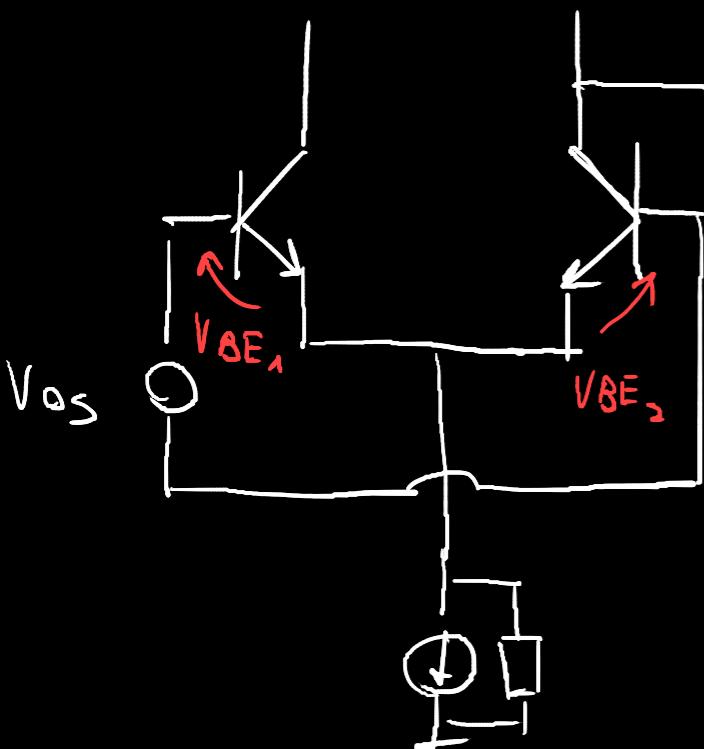
$$\Rightarrow \Delta i_o = k_2 (k_1 - 1) \frac{\Delta v_{ic}}{2t_{o1o}}$$

$$\Rightarrow G_{mC} = \frac{\Delta i_o}{\Delta v_{ic}} = \frac{k_2(k_1 - 1)}{2k_1 \alpha} = -88 \cdot 10^{-9} \text{ A/V} = -88 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

$$RRMC = 20 \log \left(\left| \frac{G_{mA}}{G_{mC}} \right| \right) = 105,8 \text{ dB}$$

c) Definir y hallar el valor de la V_{offset} para un despareamiento entre I_{S1} e I_{S2} del 2%.

V_{os} : tensión diferencial q' hay q' poner para compensar despareamientos
y tener $V_o = 0$



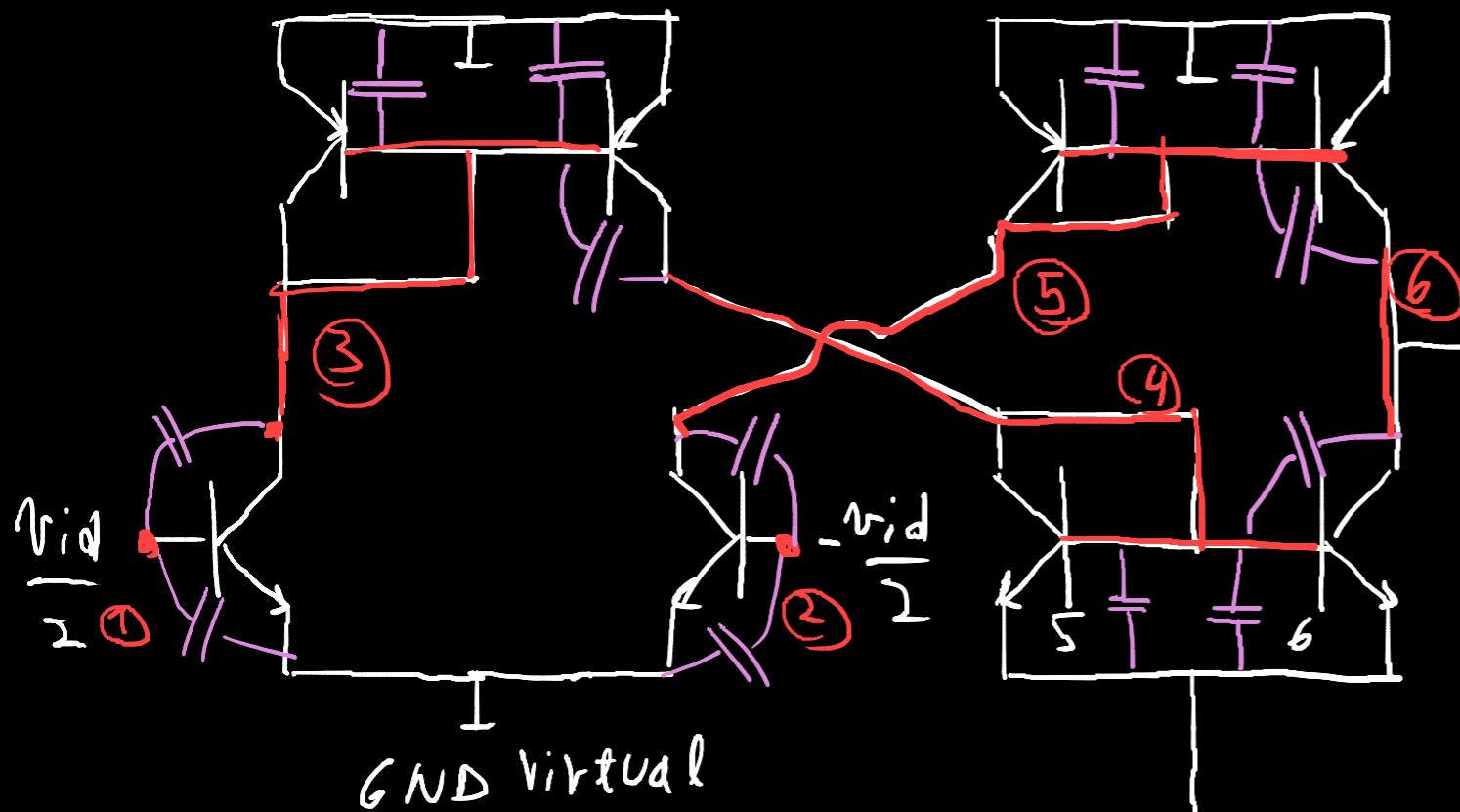
$$V_{OS} = V_{BE_1} - V_{BE_2} = V_T \ln\left(\frac{I_{C1}}{I_{S1}}\right) - V_T \ln\left(\frac{I_{C2}}{I_{S2}}\right) =$$

$$\begin{aligned} \nearrow n_0 = 0 &= V_T \left[\ln\left(\frac{\cancel{I_{C1}}}{I_{S1}} \cdot \frac{I_{S2}}{\cancel{I_{C2}}}\right) \right] = \\ &= V_T \ln\left(\frac{I_{S2} - I_{S1} + I_{S1}}{I_{S1}}\right) = \\ &= V_T \ln\left(\frac{I_{S2} - I_{S1}}{I_{S1}} + 1\right) \end{aligned}$$

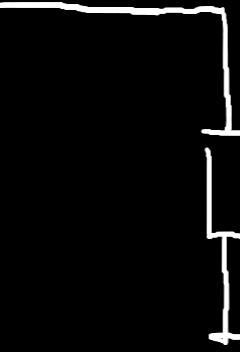
$$\delta = \frac{I_{S2} - I_{S1}}{I_{S1}} \approx 2\% \Rightarrow \therefore V_{OS} = V_T \ln(1,02) =$$

$$V_{OS} = 0,51 \text{ mV}$$

d) Justificar *cualitativamente* cuál será el nodo potencialmente dominante en la respuesta en alta frecuencia de A_{vd} y A_{vc} .



OBS: muchos C_u desaparecen
xq la junta CB está
cortocircuitada



$$f = \frac{1}{2\pi RC} \rightarrow \text{busca el de frecuencia + baja}$$

(R y cogtantes)

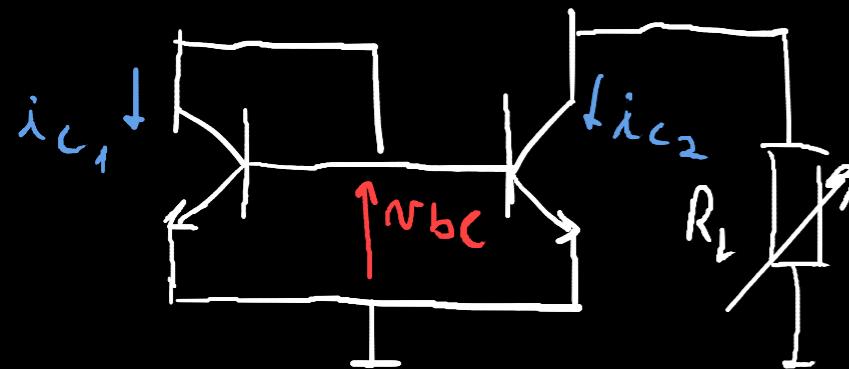
los modos ③, ④ y ⑤ tienen muchos capacitores

en paralelo, lo q' sube la capacidad. PERO esos TBS están conectados
como diodos, así q' en total son $I_d \sim 2 \rightarrow$ muy chicos.

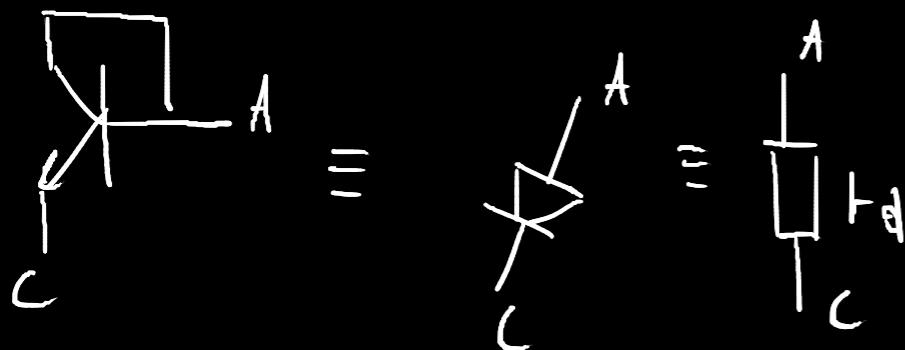
los mejores candidatos son ①, ② y ⑥

El análisis para modo común es similar, solo q' hay que descartar
también los modos de los candidatos

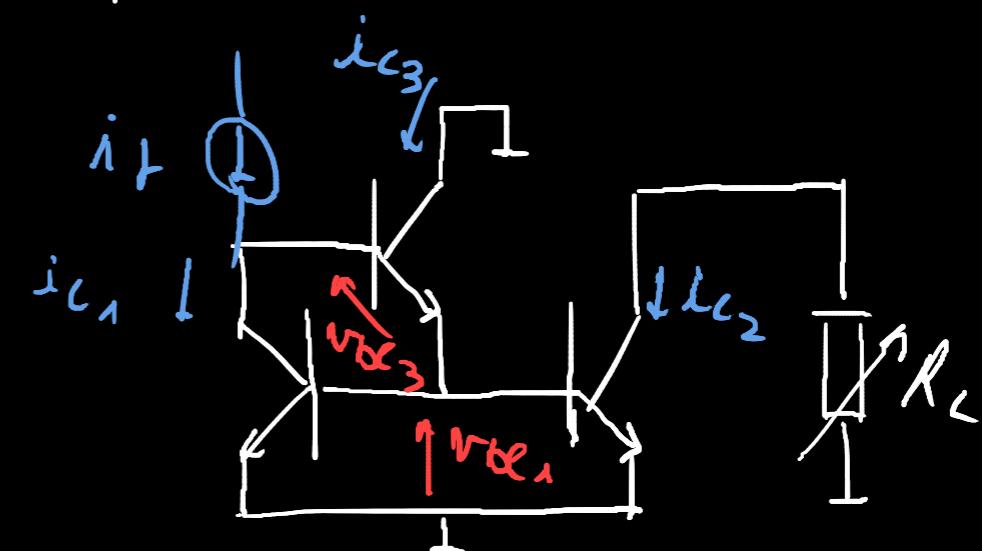
Una duda: las fuentes de corriente copian también en continua?



$$\begin{aligned} i_{c_1} &= g_m v_{bc} \\ i_{c_2} &= g_m v_{bc} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{para que iguales las corrientes} \\ \text{se copien} \end{array} \right\}$$



{Beta helper?



$$h\pi_3 = \frac{V_T}{I_{B_3}} = \beta \frac{V_T}{I_{C_3}} = \beta \frac{V_T}{2I_{B_1}} = \frac{\beta}{2} h\pi_2 \rightarrow h\pi_3 = \frac{\beta}{2} h\pi_2$$

$$g_m^m_3 = \frac{\beta}{h\pi_3} = \frac{2}{h\pi_2} = \frac{2}{\beta} \cdot g_m^m_2$$

$$2 \cdot \frac{i_{C_1}}{\beta+1} \cdot \frac{1}{\beta} = i_{B_3}$$

$$\rightarrow i_t = i_{C_1} + i_{B_3} = i_{C_1} + \frac{2}{\beta(\beta+1)} i_{C_1} = \left[1 + \frac{2}{\beta(\beta+1)} \right] i_{C_1} = \frac{\beta^2 + \beta + 2}{\beta^2 + \beta} \cdot i_0$$

DAR

$$\Rightarrow i_0 = \frac{\beta^2 + \beta}{\beta^2 + \beta + 2} \cdot i_t$$

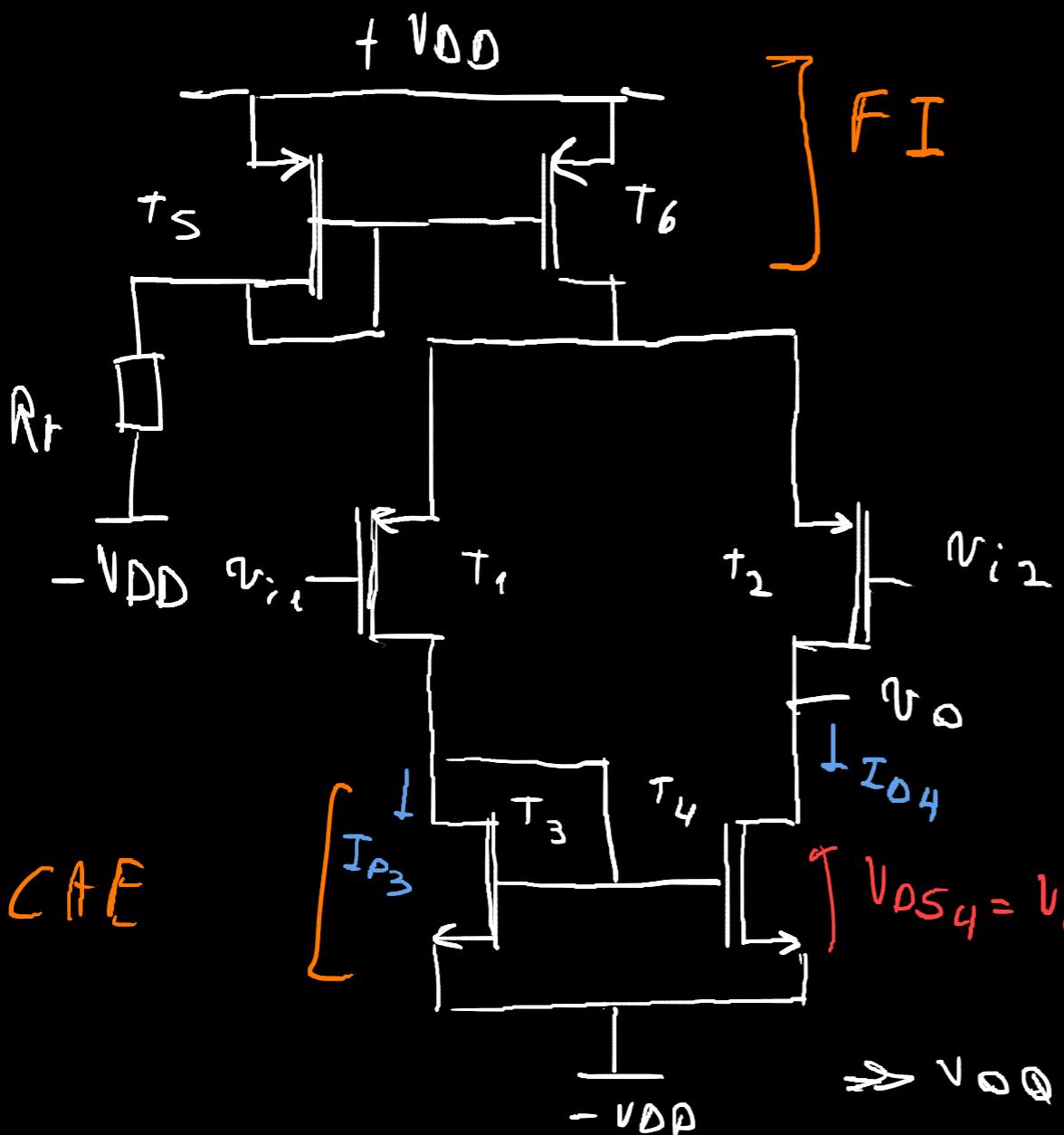
$$i_{C_1} = i_0$$

Las fuentes de corriente también
copiamos en la nota

2.- Dibujar el circuito de un par acoplado por source con PMOSFET inducidos (T_1-T_2), polarizado mediante una fuente espejo simple con MOSFET (T_5-T_6), de R_{ref} conocida y carga activa espejo simple, también con MOSFET (T_3-T_4), alimentado todo entre $\pm V_{DD}$ de valor conocido. **Los transistores se encuentran apareados y se conocen todos sus parámetros.**

Justificar cualitativamente :

- a)** La expresión de la tensión de salida simple V_{OQ} del amplificador, en función de V_{DD} y la corriente de reposo de los transistores del par diferencial.
- b)** ¿ T_3-T_4 pueden ser JFETs? ¿y T_5-T_6 ?.



$$V_{DS4} = V_{GS3} = \sqrt{\frac{I_D}{k}} + V_T$$

$$\Rightarrow V_{OQ} = \sqrt{I_D/k} + V_T - V_{DD} \quad ?$$