

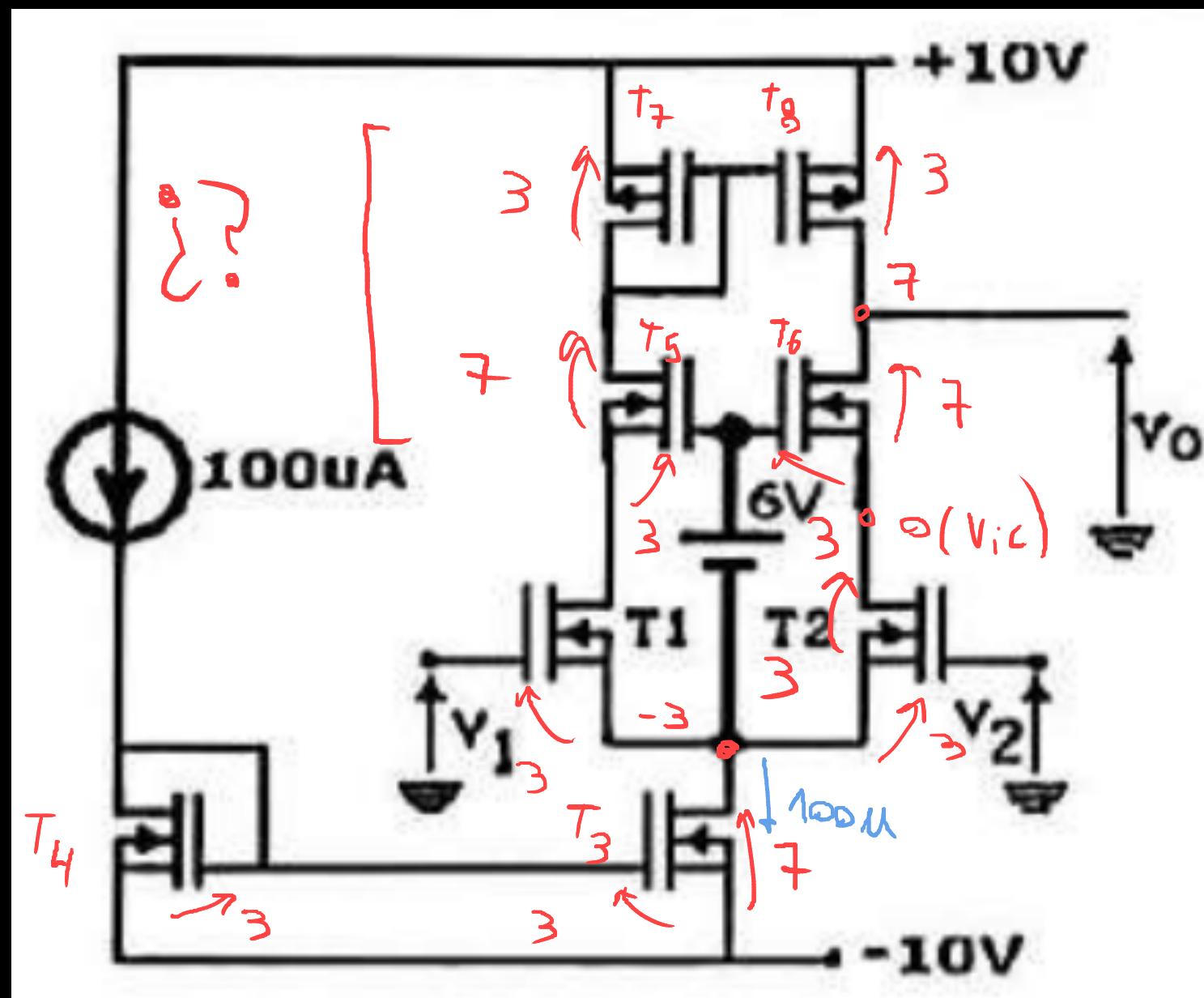
1.-

MOSFETs de canal Inducido ( $k' = 100 \mu\text{A}/\text{V}^2$ ;  $W/L = V_T = \pm 2\text{V}$ ;  $\lambda = 0,01 \text{ V}^{-1}$ )

Obtener el Rango de modo común, justificando el procedimiento.

$$K = K', \frac{W}{L} = 0, 1 \text{ mA/V}^2$$

Rango de tensiones de entrada  
común para las cuales los mos  
trabajan en SAT.



$$100\mu = \frac{100\mu}{V^2} (V_{65} - V_t)$$

$$\rightarrow V_{GS} - V_T = 1 \rightarrow V_{GS} = 3V$$

## Condición para el NMOS:

$$V_{DS} > V_{GS} - V_T = 3 - 2 = 1 \text{ V} \rightarrow |V_{DS} > 1 \text{ V}|$$

## Condición para el PMS

$$V_{DS} < V_{GS} - V_T = -3 - (-2) = -1 \Rightarrow \boxed{V_{DS} < -1 \text{ V}}$$

$$\theta' V_{SD} > 1 \text{ V}$$

Si bajo  $V_{IC}$ ,  $T_3$  se vuelve SAT:  $V_{DS3} = V_{IC} - 3 - (-10 \text{ V}) = V_{IC} + 7 > 1$

$$\Rightarrow V_{IC} > -6$$

Nota: faltó aclarar q' como las corrientes son fijas, los  $V_{GS}$  son fijos

Si sube mucho  $V_{IC}$ ,  $T_5 - T_6$  se vuelve SAT. OBS: el Source de  $T_5$  está a  $V_{IC}$

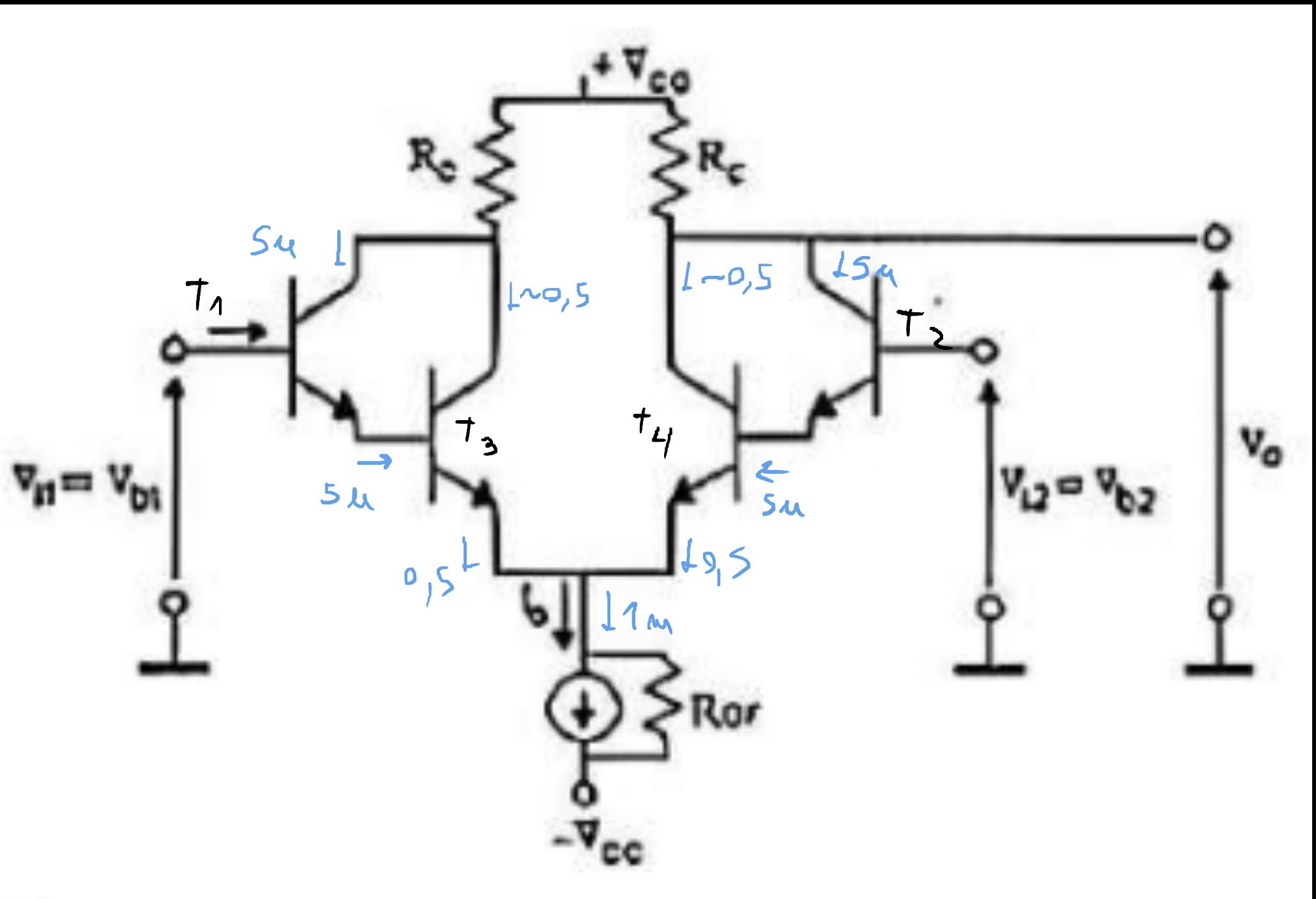
$$\Rightarrow V_{DS5} = |10 \text{ V} - 3 \text{ V}| - V_{IC} = 7 - V_{IC} > 1 \Rightarrow V_{IC} < 6$$

$$\therefore -6 \text{ V} < V_{IC} < 6 \text{ V}$$

2.-

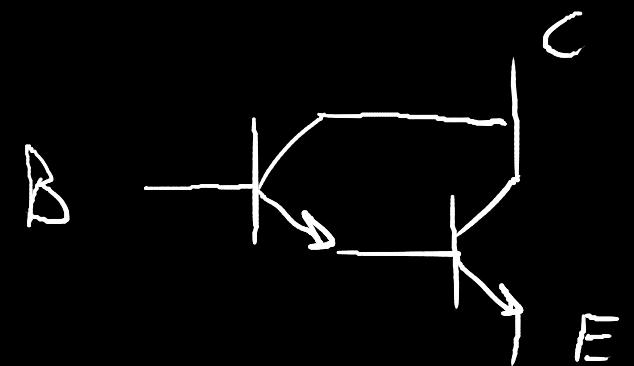
$$I_0 = 1 \text{ mA} ; R_{OF} = 1 \text{ M}\Omega ; R_C = 10 \text{ k}\Omega ; V_{CC} = 10 \text{ V} ; \beta = 100 ;$$

$V_A \rightarrow \infty$  Obtener el valor de la RRMC en dB para la salida indicada. Justificar el procedimiento.



	$T_{1,2}$	$T_{3,4}$
$I_c$	5 $\mu$	0,5 $\mu$
$g_m$	$0,2 \frac{mA}{V}$	$20 \frac{mA}{V}$
$r_H$	500 k	5 k
$r_o$	$\infty$	$\infty$

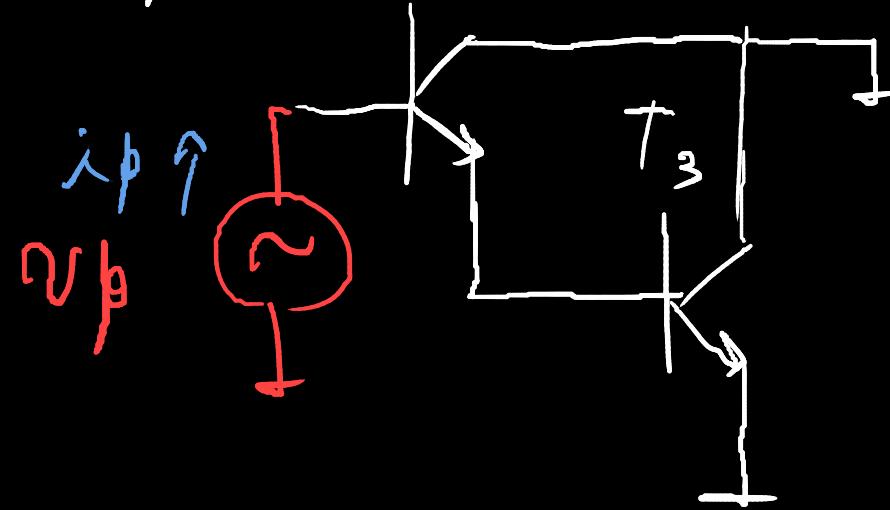
TBJ equivalente del Darlington:



$$\beta_{eq} \approx \beta^2 = 10.000$$

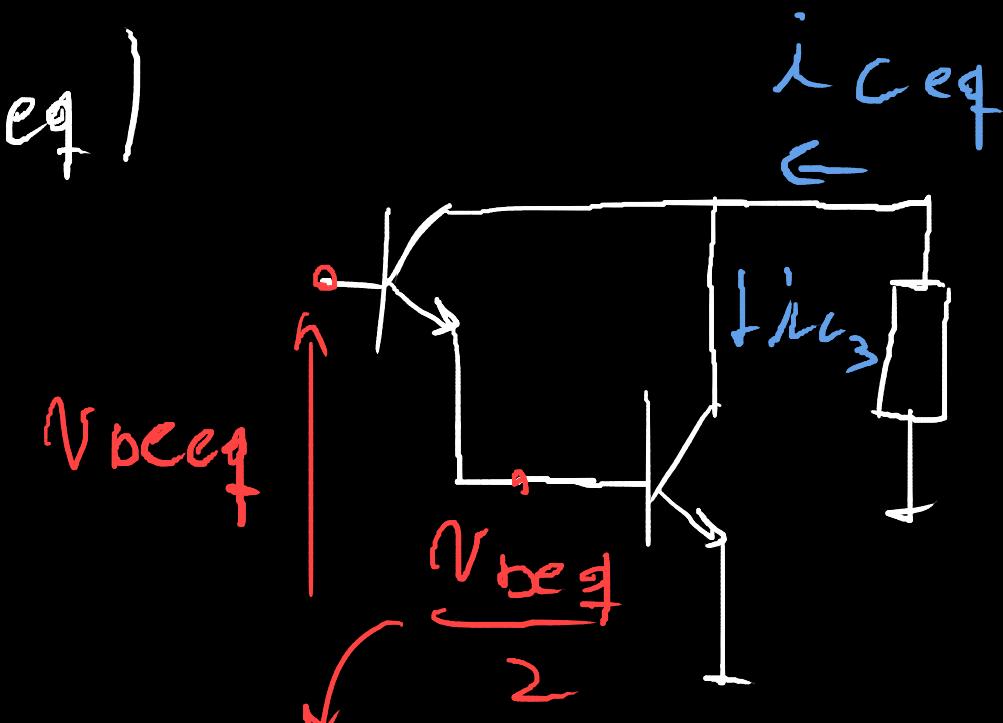
b<sub>eq</sub>, g<sub>eq</sub>  
r<sub>eq</sub>

$$r_{\pi eq} = \frac{V_p}{i_p} = r_{\pi_1} + \beta r_{\pi_3} = r_{\pi_1} + r_{\pi_1} \approx 2r_{\pi_1} = 1 M$$



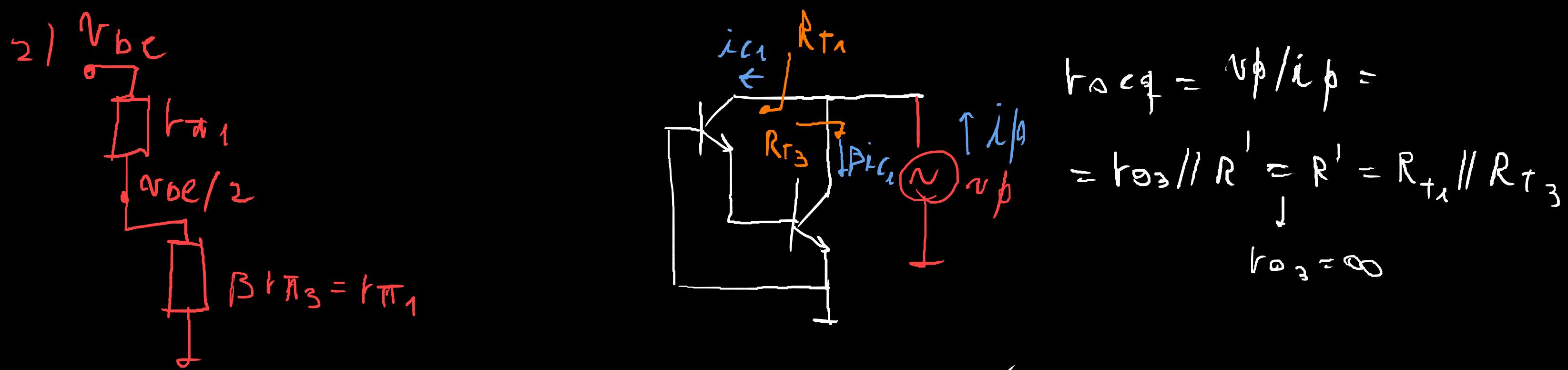
$r_\pi \propto \frac{1}{I_c} \rightarrow T_3$  tiene  $\beta$  veces  
máis corriente q'  $T_1$   
 $\Rightarrow T_3$  tiene  $\beta$  veces más  
 $r_\pi$  q'  $T_1$

$$g_{meq} = \frac{i_{ceq}}{V_{beq}} \approx \frac{i_{c3}}{V_{beq}} = \frac{\frac{V_{beq}}{2} \cdot g_{m3}}{V_{beq}} = \frac{g_{m3}}{2} = 10 \text{ mA/V}$$



1) Los iguales son iguales,  
y si no te gusta

$r_{o eq}$ ) Va a ser  $\infty$  q' la es  $\infty$



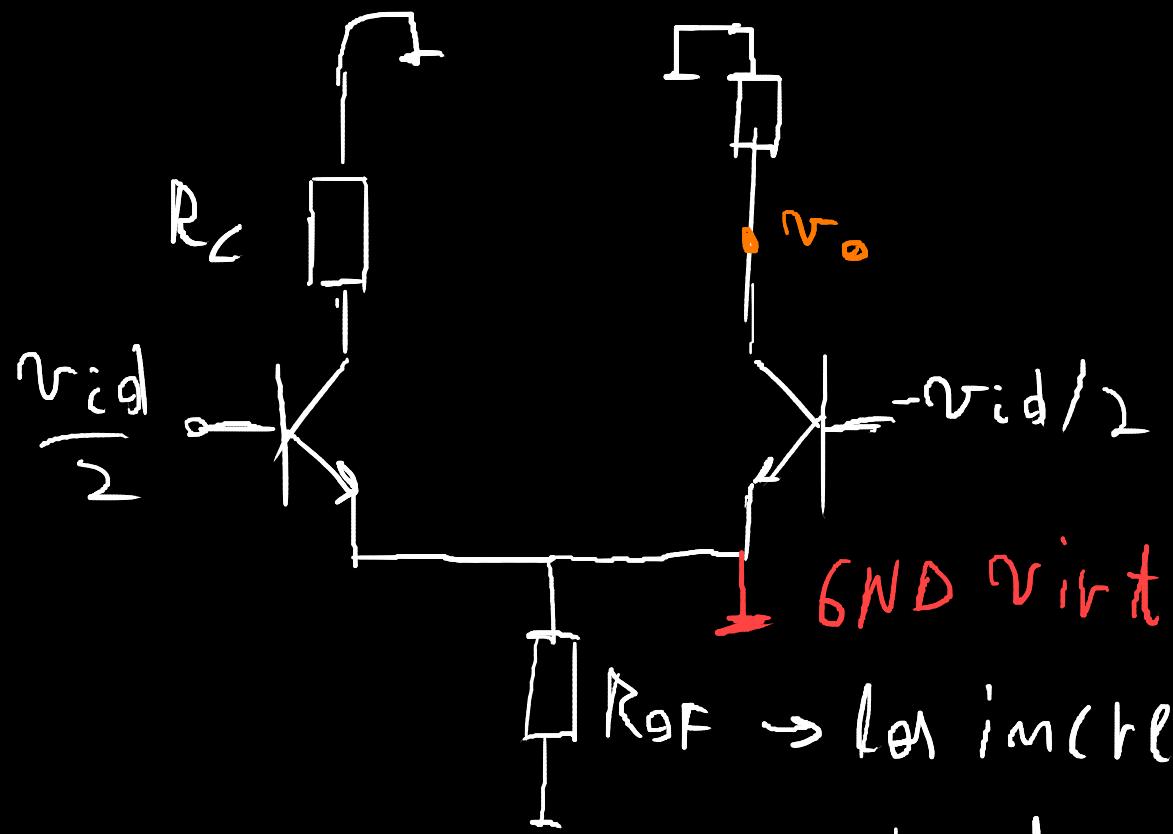
$$\begin{aligned}
 r_{o\text{eq}} &= v_p / i_p = \\
 &= r_{o3} // R' = R' = R_{T1} // R_{T3} \\
 r_{o3} &= \infty
 \end{aligned}$$

$T_3$  suministra  $\beta$  veces más corriente que  $T_1$   
 $\rightarrow R_{T3} = R_{T1}/\beta \Rightarrow r_{eq} = R_{T1} // R_{T3} \cong R_{T3} = R_{T1}/\beta$

$R_{T1}$  es la resistencia de salida de un FET realimentado con  $b\pi_3$

$$\rightarrow R_{T1} = r_{o1}(1 + g_m \cdot b\pi_3) = r_{o1}(1 + 1) = 2r_{o1} = \infty \Rightarrow r_{o\text{eq}} = \infty$$

Modo Dif:

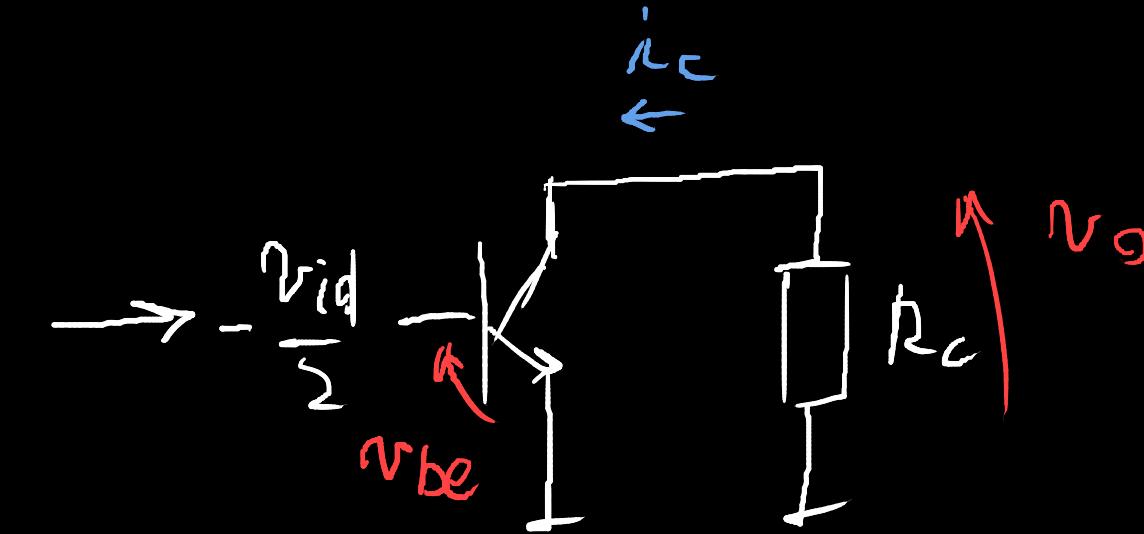


GND virtual  $\rightarrow$   
 $R_{\text{Ref}} \rightarrow$  los implementados en

ambas fuentes son iguales

y supuestamente la tensión del  
nodo de los E nos haría

Modo Común:



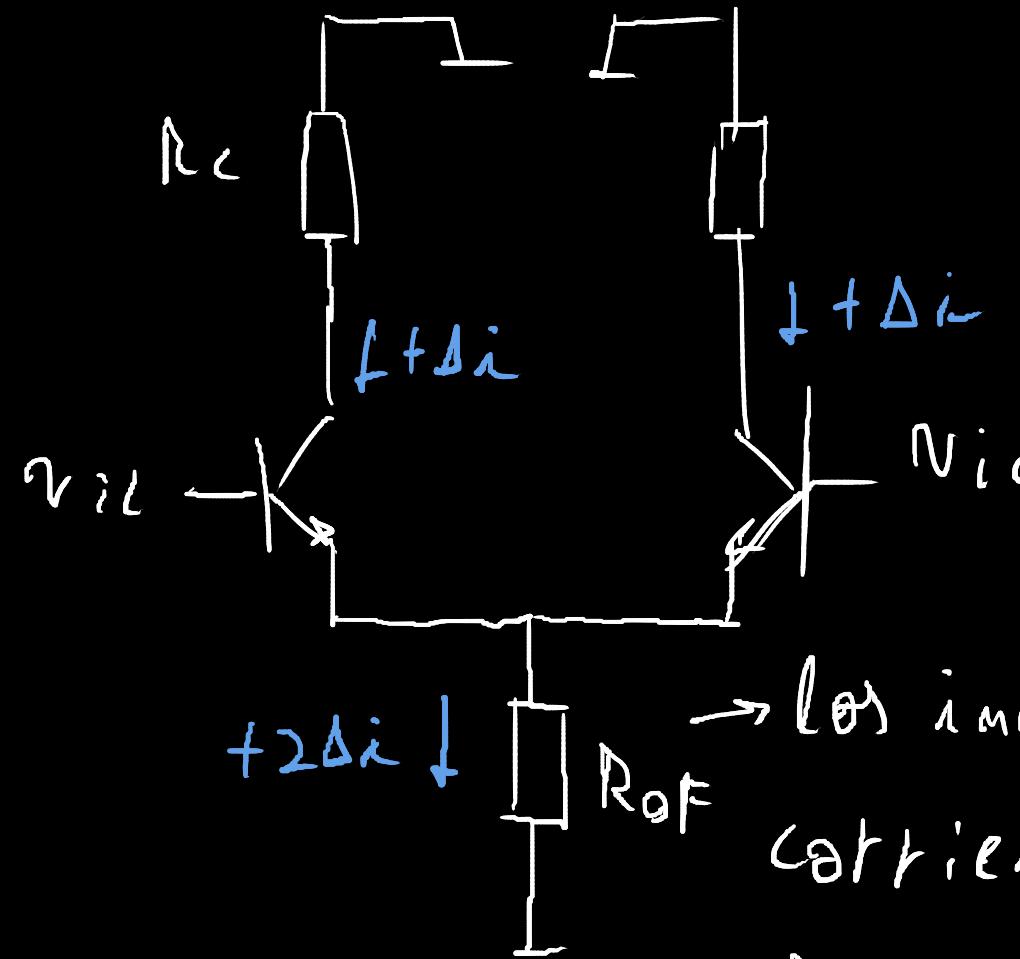
$$A_{\text{vd}} = \frac{V_o}{V_{id}} \quad V_o = -i_C \cdot R_L =$$

$$= -g_m V_{be} \quad R_L = g_m \cdot R_L \frac{V_{id}}{2}$$

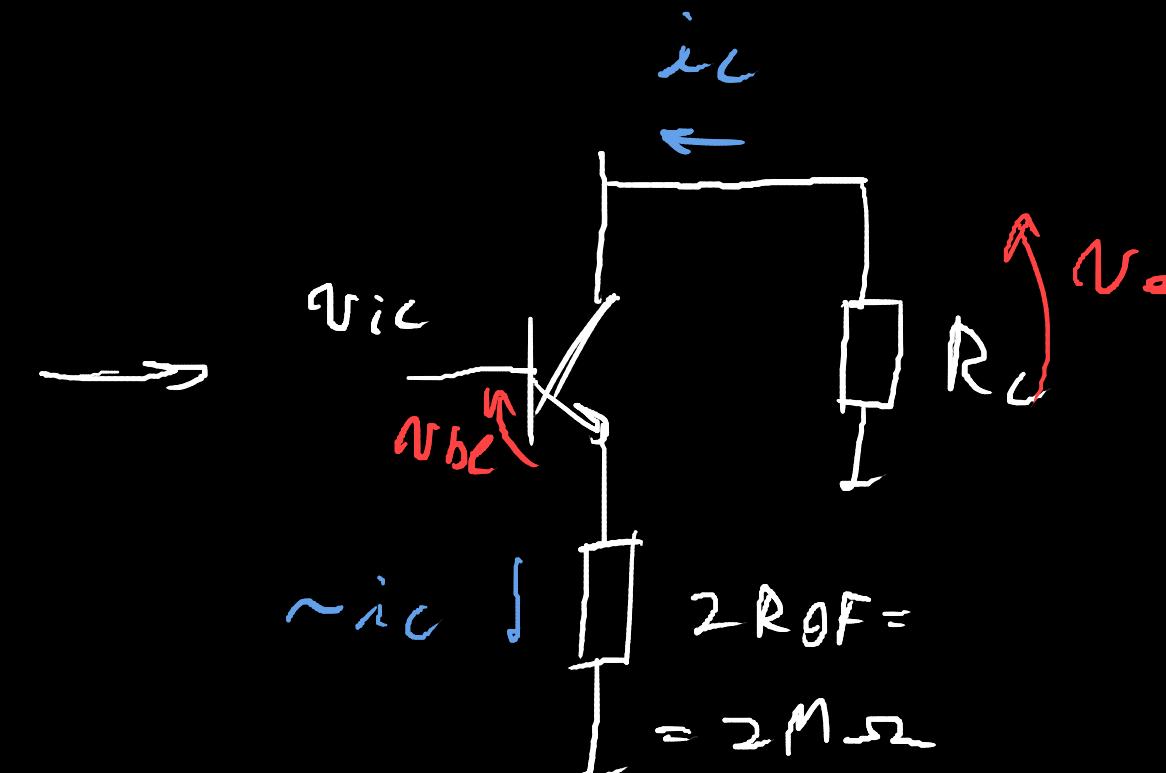
$$\rightarrow V_o = \frac{g_m c_q}{2} \cdot R_c \cdot V_{id}$$

$$\rightarrow A_{\text{vd}} = \frac{V_o}{V_{id}} = \frac{g_m c_q}{2} R_c =$$

$$= \frac{g_m 3}{4} R_c$$



$\rightarrow$  los incrementos de corriente confluyen sobre  $R_{OF}$ , equivale a  $R = 2R_{OF}$



$$\frac{v_o}{v_{ilc}} = \frac{-i_{lc} \cdot R_C}{v_{be} + i_{lc} 2R_{OF}} = \frac{-R_C}{\frac{v_{be}}{i_{lc}} + 2R_{OF}}$$

~~$\frac{1}{g_m eq} + 2R_{OF}$~~

$$\Rightarrow A_{ilc} = -R_C / 2R_{OF}$$

$$\therefore RRMC = 20 \log \left( \frac{|A_{vd}|}{|A_{ilc}|} \right) = 20 \log \left( \frac{q^{m_3}}{4} \cdot 2R_{OF} \right) = 20 \log \left( \frac{q^{m_3}}{2} \cdot R_{OF} \right)$$

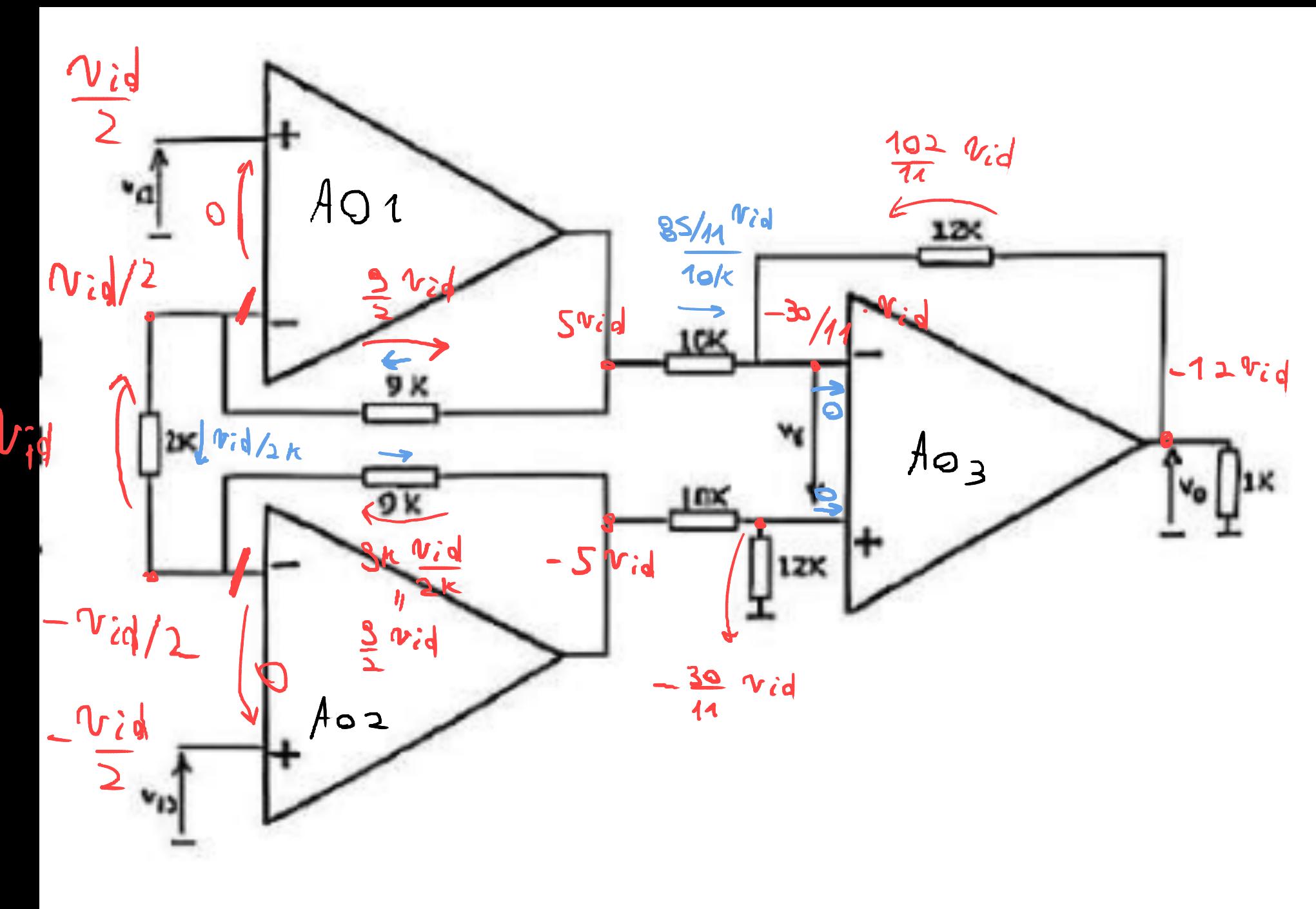
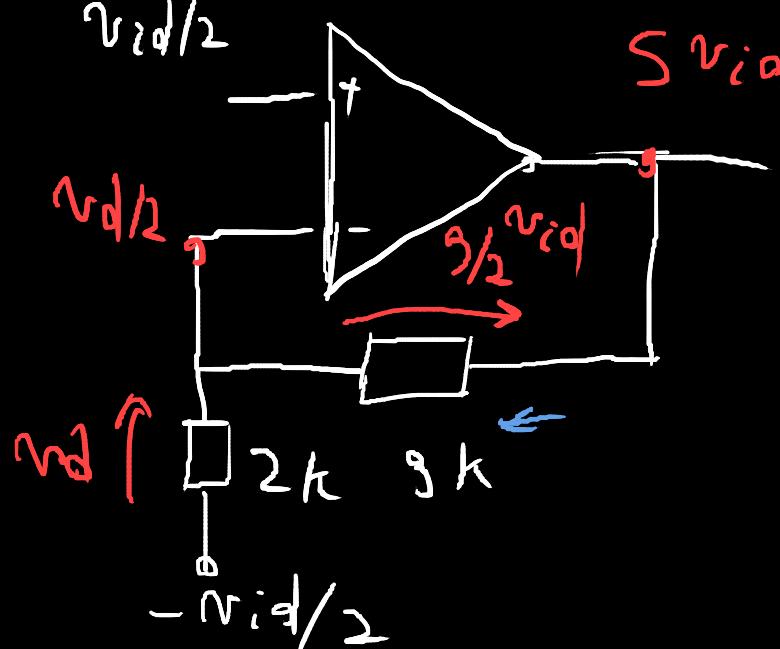
$$= 20 \log \left( \frac{10 \text{ mV}}{\sqrt{A} \cdot 1 \text{ M}} \right) = 80 \text{ dB}$$

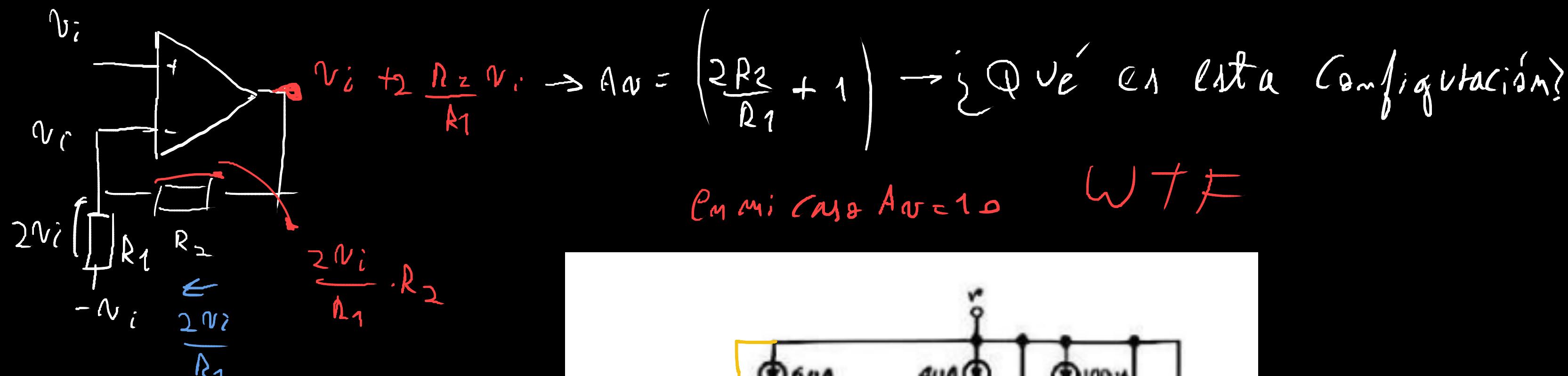
3.-

Para el siguiente circuito de señal, obtener el valor de  $A_{v_d} = v_o / (v_{11} - v_{12})$ . Justificar el comportamiento del circuito ante  $v_{10} = v_{11} - v_{12}$ . (Admitir AO Ideales).

$A_{v_d} = -12 \rightarrow$  amplifica e invierte fase

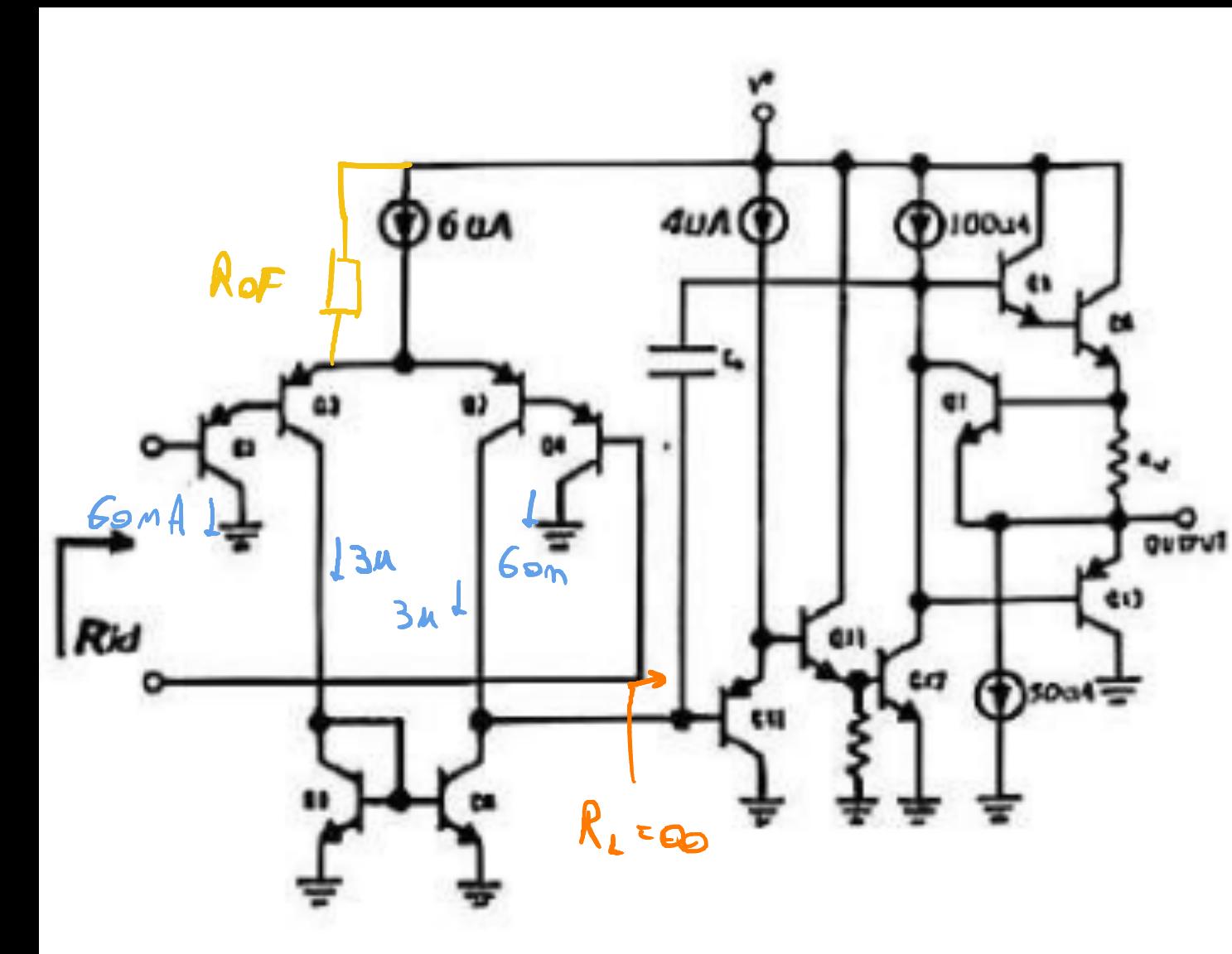
$A_{O1}$ :

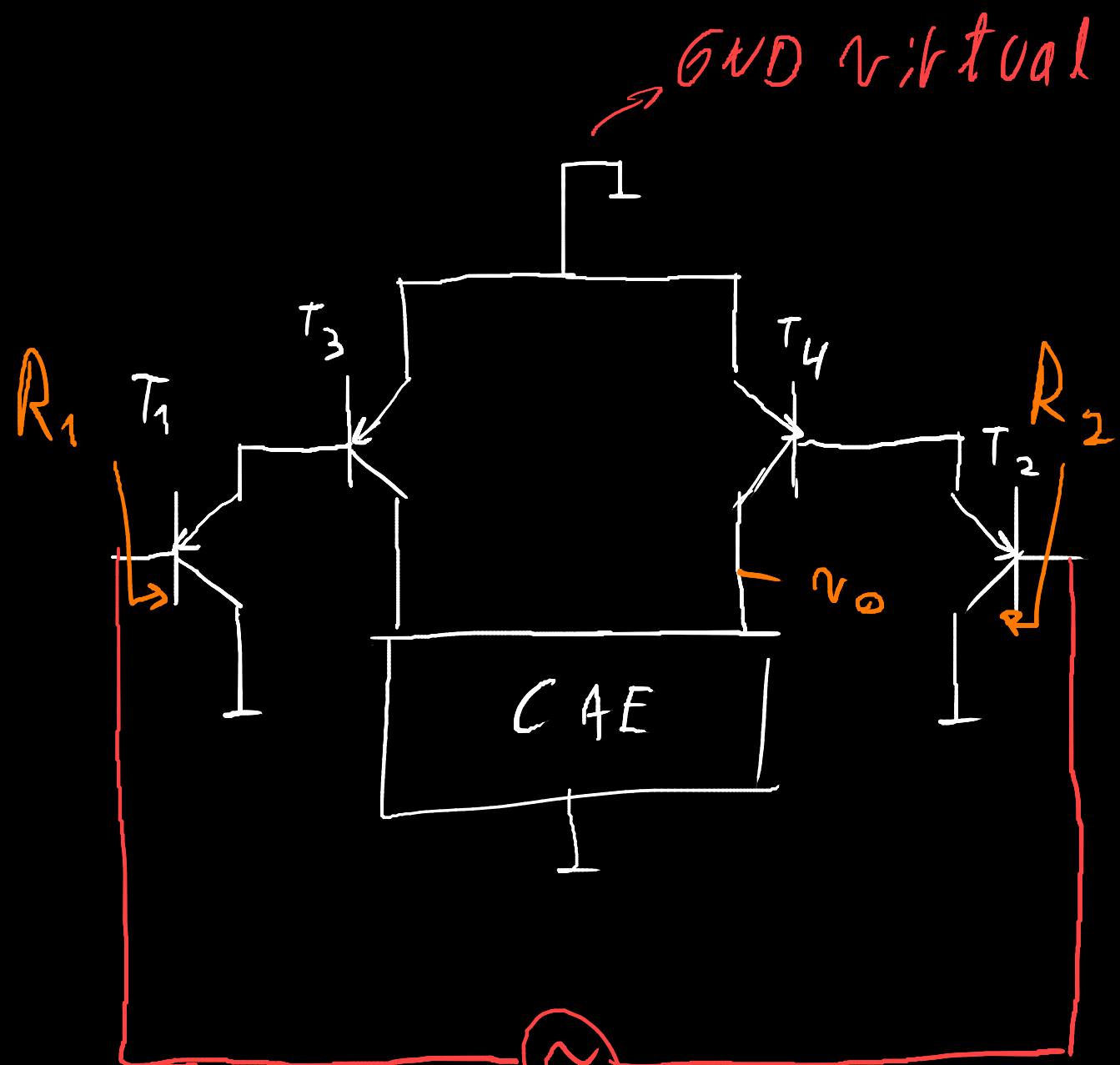




4.-

Dado el siguiente esquema interno del AO LM358, obtener por inspección el valor de  $R_d$  (admitir  $\beta=50$ ). Justificar el análisis.





$N_{id}$

$$R_{id} = 86 \text{ M}\Omega$$

$$R_1 = R_2$$

$$R_{id} = R_1 + R_2 = 2R_1$$

$$R_1 = k_{\pi 1} + \beta k_{\pi 3}$$

$$I_{c3} = \beta I_{c1}$$

$$k_{\pi} \propto \frac{1}{I_c} \Rightarrow k_{\pi 3} = \frac{V_{\pi 1}}{\beta}$$

$$\Rightarrow R_1 = 2k_{\pi 1}$$

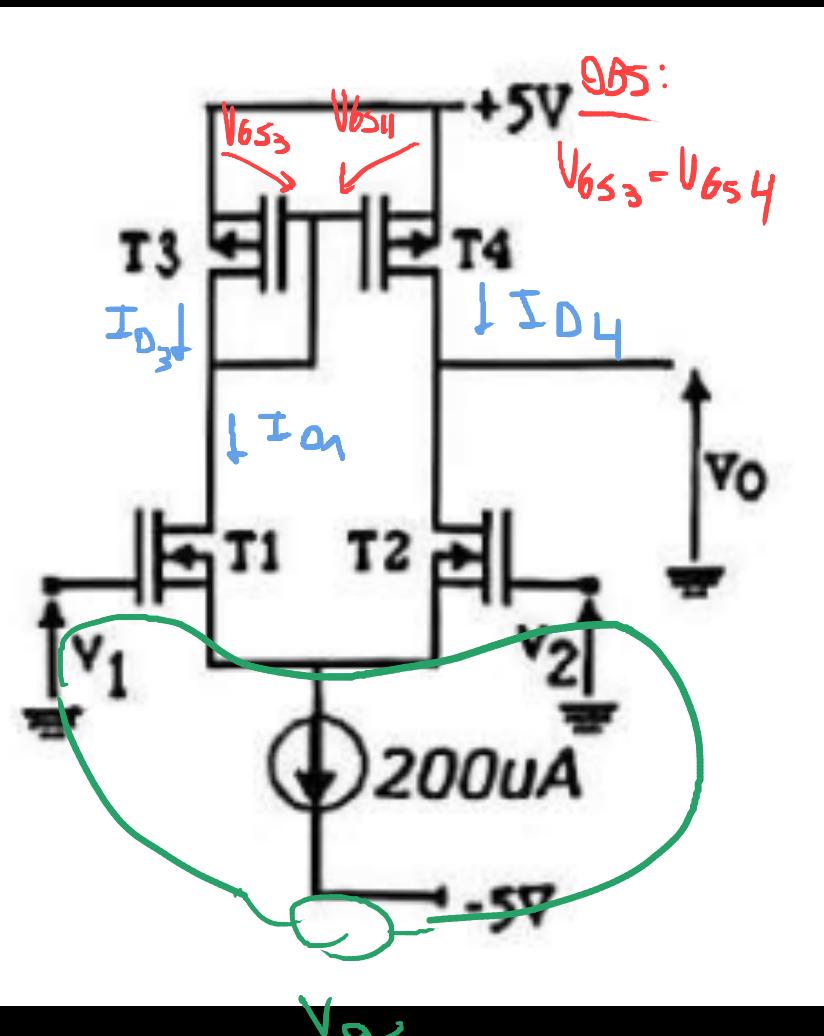
$$\Rightarrow R_{id} = 4k_{\pi 1} = 4 \cdot \beta \frac{V_{\pi}}{I_{c1}} = 4 \cdot 6 \cdot \frac{26 \text{ mV}}{6 \text{ mA}}$$

5.-

MOSFETs de canal Inducido ( $k' = 100 \mu\text{A}/\text{V}^2$ ;  $W/L=0,5$ ;

$V_T = \pm 1,5\text{V}$ ;  $\lambda = 0,01 \text{ V}^{-1}$ ).

Definir y obtener el valor de  $V_{\text{offset}}$  para un desapareamiento entre  $(W/L)_3$  y  $(W/L)_4$  del 2%. Justificar el procedimiento.



$V_{\text{OS}}$ : tensión de entrada diferencial q' hay que aplicar para compensar los desapareamientos q' que  $V_O$  sea 0

↓  
y que las Corrientes sean iguales

↓  
¿Segura?

$$\text{Malla: } V_{\text{OS}} - V_{\text{GS}1} + V_{\text{GS}2} = 0 \rightarrow V_{\text{OS}} = V_{\text{GS}1} - V_{\text{GS}2}$$

$$I_{D1} = k' \left( \frac{w}{L} \right)_1 (V_{\text{GS}1} - V_T)^2 = I_{D3} = k' \left( \frac{w}{L} \right)_3 (V_{\text{GS}3} - V_T)^2$$

~~$$k' \left( \frac{w}{L} \right)_1 (V_{\text{GS}1} - V_T)^2 = k' \left( \frac{w}{L} \right)_3 (V_{\text{GS}3} - V_T)^2$$~~

$$V_{\text{GS}1} = \sqrt{\left( \frac{w}{L} \right)_3 (V_{\text{GS}3} - V_T)^2 + V_T}$$

$$V_{BS_2} = \sqrt{\frac{(\omega/L)_4}{(\omega/L)_2} (V_{BS_4} - V_T)^2 + V_T}$$

$$V_{OS} = V_{BS_1} - V_{BS_2} = \sqrt{\frac{(\omega/L)_3}{(\omega/L)_1} |V_{BS_3} - V_T|} - \sqrt{\frac{(\omega/L)_4}{(\omega/L)_2} |V_{BS_4} - V_T|}$$

$$V_{BS_4} = V_{BS_3} \Rightarrow |V_{BS_4} - V_T| = |V_{BS_3} - V_T|. \text{ Ademáis } (\omega/L)_1 = (\omega/L)_2$$

$$\rightarrow V_{OS} = \left[ \sqrt{(\omega/L)_3} - \sqrt{(\omega/L)_4} \right] \frac{|V_{BS_4} - V_T|}{\sqrt{(\omega/L)_1}}$$

$$\frac{(\omega/L)_3 - (\omega/L)_4}{(\omega/L)_4} = \delta = 0, 02$$

$$\left[ \sqrt{\frac{(\omega/L)_3}{(\omega/L)_4}} - 1 \right] \sqrt{(\omega/L)_4}$$

$$\frac{(\omega/L)_3 - 1}{(\omega/L)_4} = \delta \rightarrow \frac{(\omega/L)_3}{(\omega/L)_4} = 1 + \delta$$

$$\Rightarrow V_{OS} = \left[ \sqrt{1 + S} - 1 \right] \cdot \frac{\sqrt{(W/L)_4}}{\sqrt{(W/L)_1}} \cdot |V_{GS_4} - V_T| \quad \text{Asumo q' } (W/L)_4 = (W/L)_1 = 0,5$$

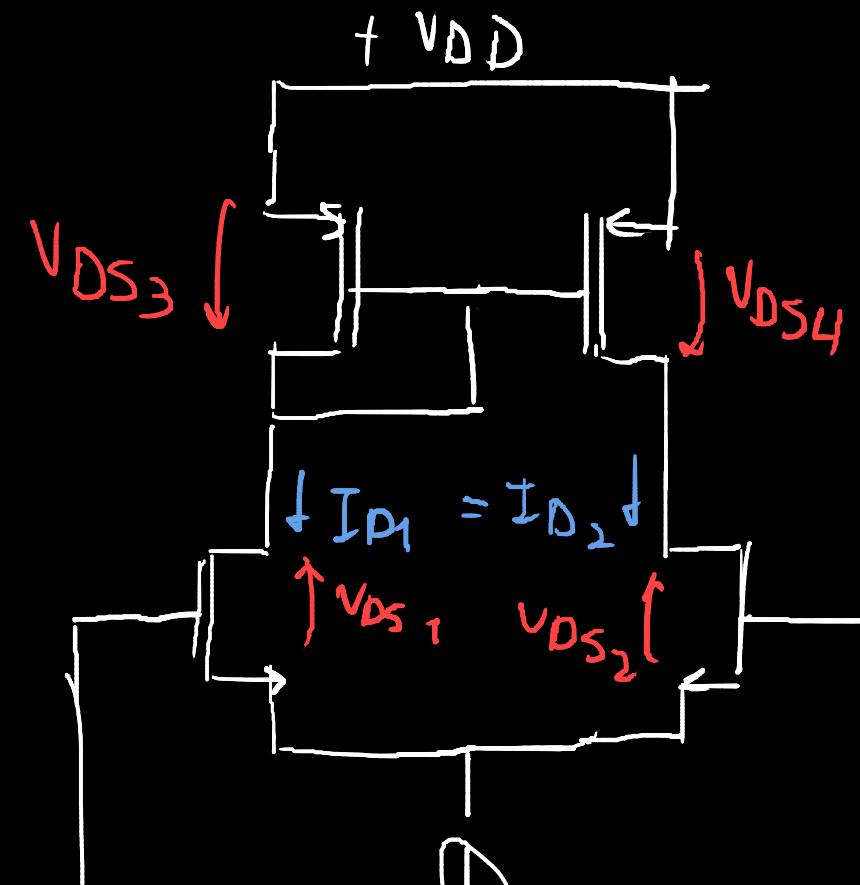
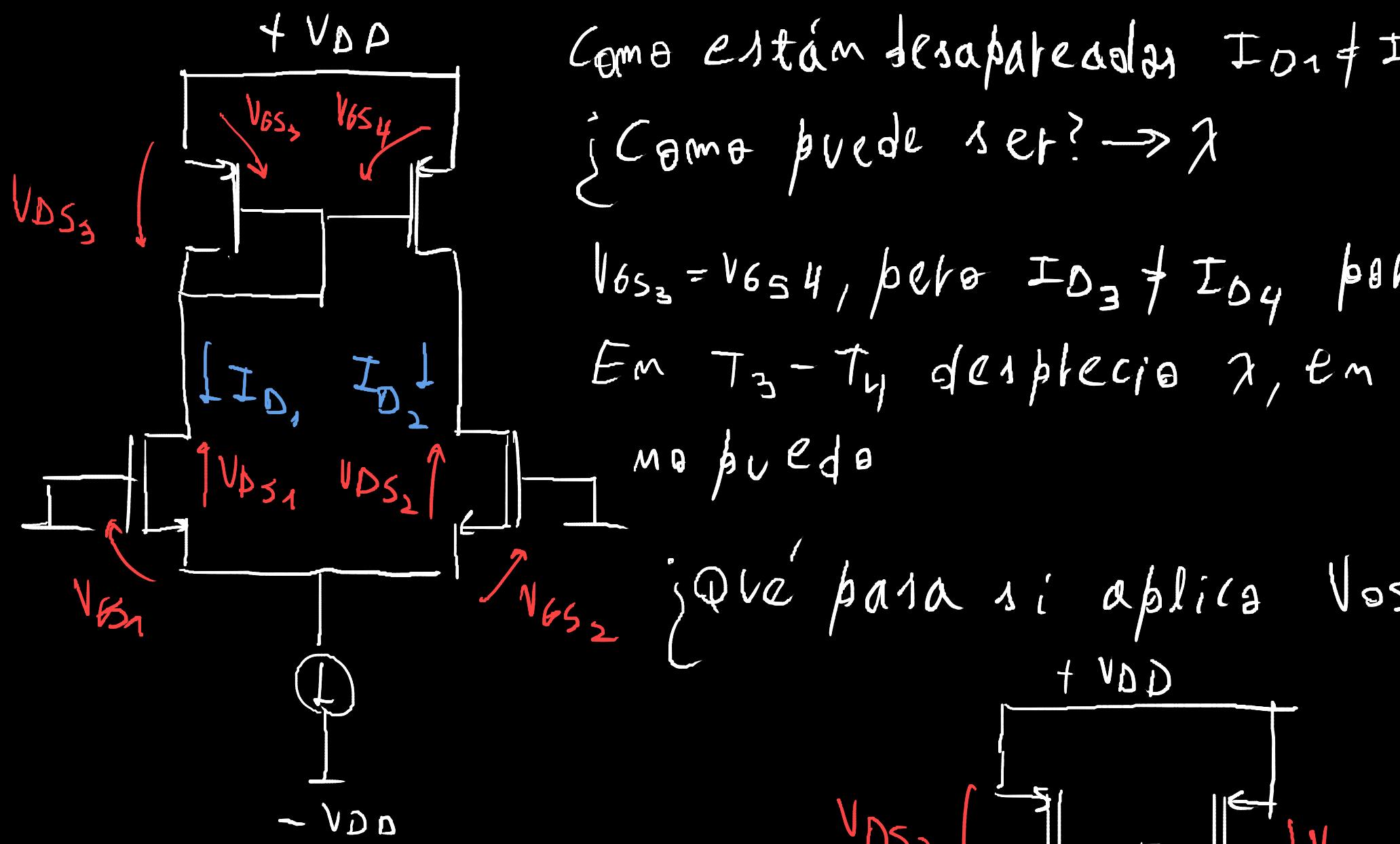
y el desaparecido es  $(W/L)_3$

$$\text{necesito } |V_{GS_4} - V_T| \rightarrow I_{D4} = k'(W/L)_4 (V_{GS_4} - V_T)^2 \rightarrow |V_{GS_4} - V_T| = \sqrt{\frac{I_D}{k'(W/L)_4}} = \frac{100 \mu}{70 \mu \cdot 1/2} =$$

$$\rightarrow V_{OS} \cdot \sqrt{1 + S} - 1 \cdot 2 \leq 20 \text{ mV} \quad = 2 \text{ V}$$

Me Confunde esto del OFFSET.

El circuito sim Vos q:



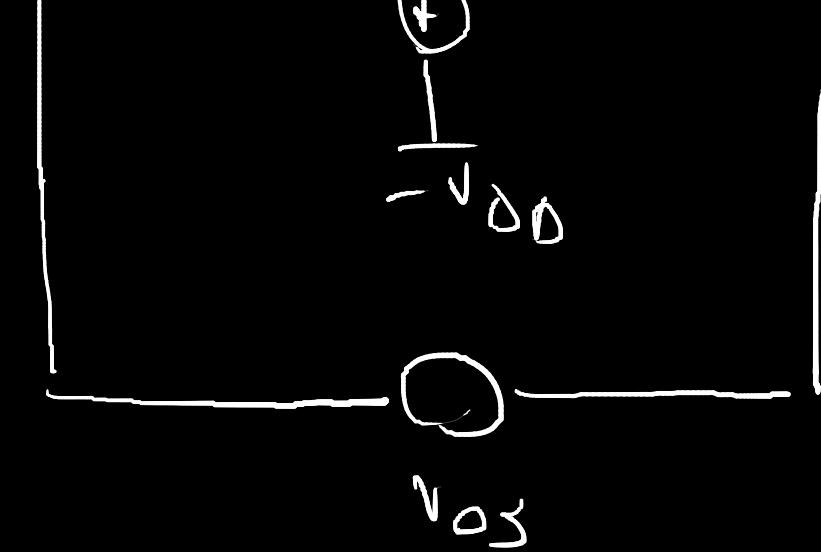
$V_{OS}$  es tal que  
 $I_{D1} = I_{D2}$

Ahora  $V_{GS1} \neq V_{GS2}$   
 ¿Cómo pueden ser iguales  
 $I_{D1} < I_{D2}$ ?  $\rightarrow \times$

$$\text{Si } I_{D_3} = I_{D_4} \text{ y } V_{DS_3} = V_{DS_4}$$

los VDS deben ser distintos

y q los ( $w/L$ ) son distintos



Si no pude especificar ningún VDS ¿qué sentido tiene la cuenta que planteé?