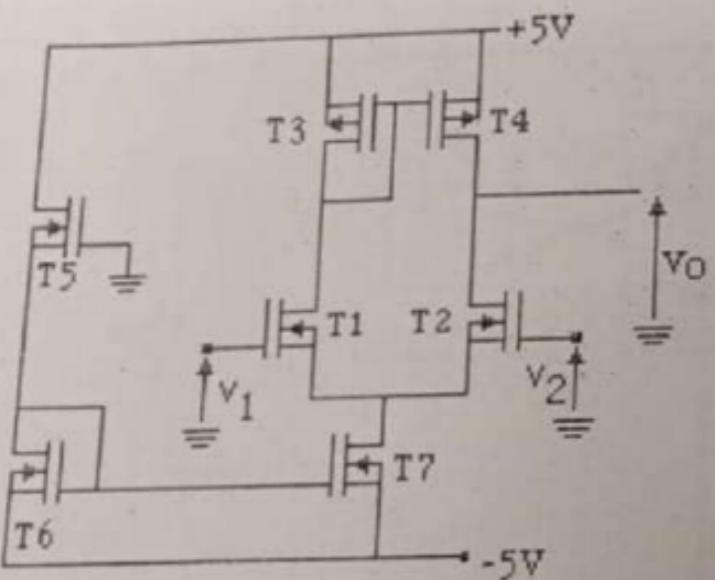


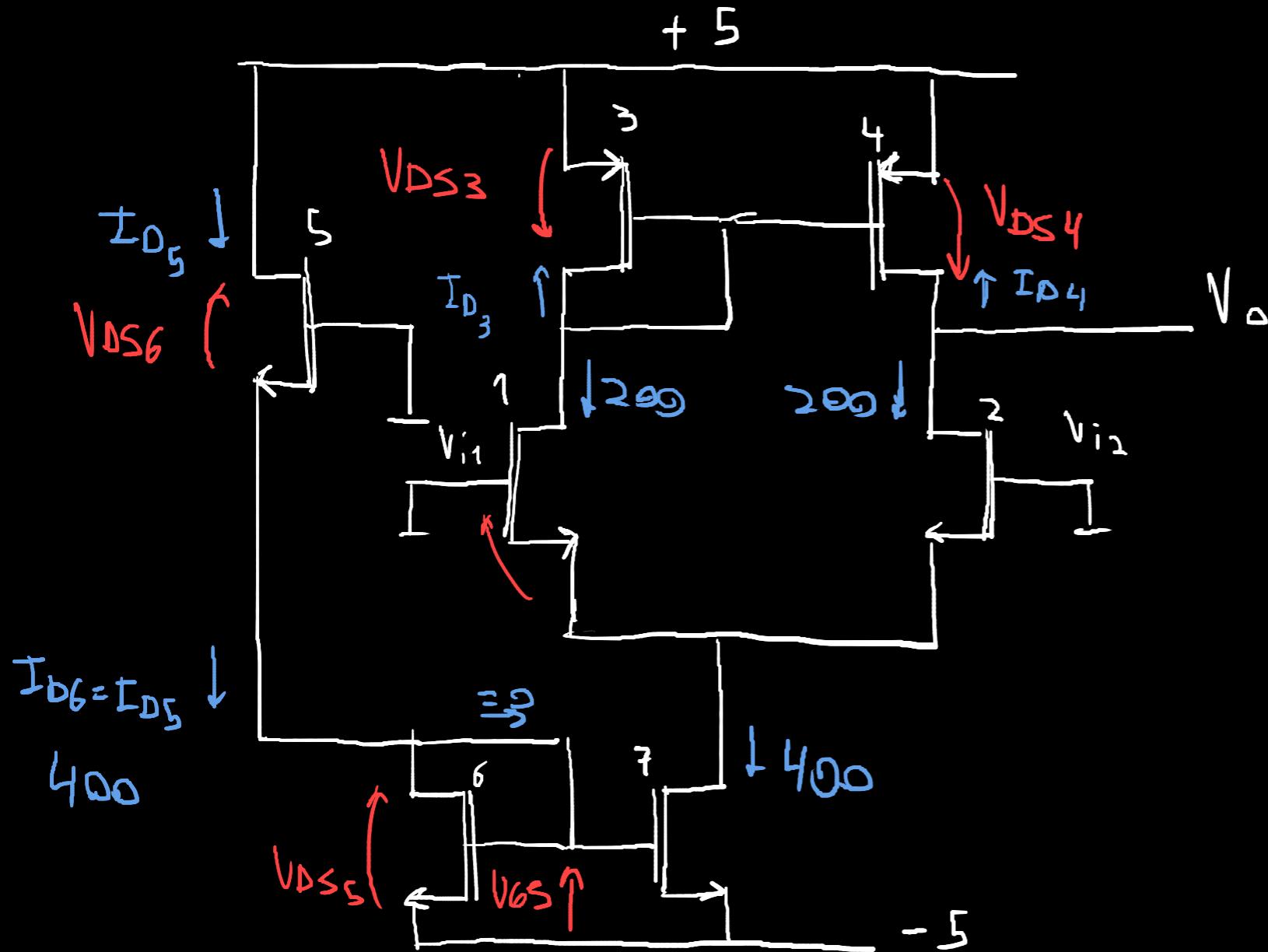
Obtener el valor de f_h garantizable.

2.- MOSFET inducidos: $V_T = \pm 1,5V$; $k' = 200\mu A/V^2$; $\lambda = 0,01V^{-1}$; $(W/L)_{1,2,3,4} = 20$; $(W/L)_{5,6,7} = 2$



- a) Obtener las corrientes de reposo. Justificar cualitativamente el valor de V_{OQ} .
- b) Dibujar el circuito de señal, sin reemplazar los transistores por su modelo. Indicar en el circuito todos los sentidos de referencia de tensiones y corrientes. Definir y obtener por inspección el valor de la amplificación de tensión para entrada diferencial y común, A_{vd} y A_{vc} . Definir y obtener la RRMC en dB.
- c) Definir y obtener los valores del rango de tensión de modo común.

$$I_D = k' \frac{W}{L} (V_{GS} - V_T)^2 \cdot (1 + \lambda V_{BS})$$



Y q que $I_{D_5} = I_{D_6}$ y
 $(W/L)_5 = (W/L)_6$
 $\Rightarrow V_{GS5} = V_{GS6}$

y tambié n

$V_{DS5} = V_{DS6}$ CONVIENE PENSAR EN E.

$$-5 + V_{GS5} + V_{GS6} = 0$$

$$\Rightarrow V_{GS5} = V_{GS6} = 2,5$$

$$\Rightarrow I_{DG} = k' \left(\frac{W}{L} \right)_6 (V_{GS_6} - V_T)^2 (1 + g, g \cancel{V_{DS}}) = 200 \frac{\mu A}{V^2} \cdot 2 \cdot (2,5 - 1,5)^2 = 400 \mu A$$

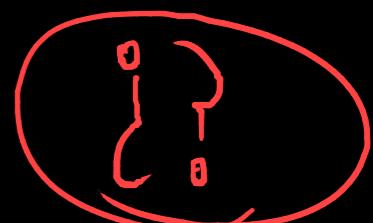
Despreciable

DUDA: $I_{DG} = I_{DS}, T_6 = T_5 \Rightarrow V_{GS_5} = V_{GS_6}$ y $V_{DS_6} = V_{DS_5} \Rightarrow$

$$\Rightarrow -S + V_{DS_6} + V_{DS_5} - S = 0 \Rightarrow V_{DS_6} = 5V = V_{GS_6} \rightarrow \{ xq' \text{ está mal?} \}$$

DUDA 2: $\{ V_{Oq} ? \rightarrow \text{Puedo asumir q' } V_{DS_4} = V_{DS_3} \text{ y } V_{DS_3} = V_{GS_3},$
 $q' \text{ lo puedo sacar } xq' \text{ como } I_{D_3}$

Pero no necesariamente es cierto que $V_{DS_4} = V_{DS_3}$



b) Parámetros de señal: $k_0 = \frac{1}{2ID}$ $g_m = \frac{2ID}{2VGS} = 2k' \frac{W}{L} \cdot (VGS - V_T) =$

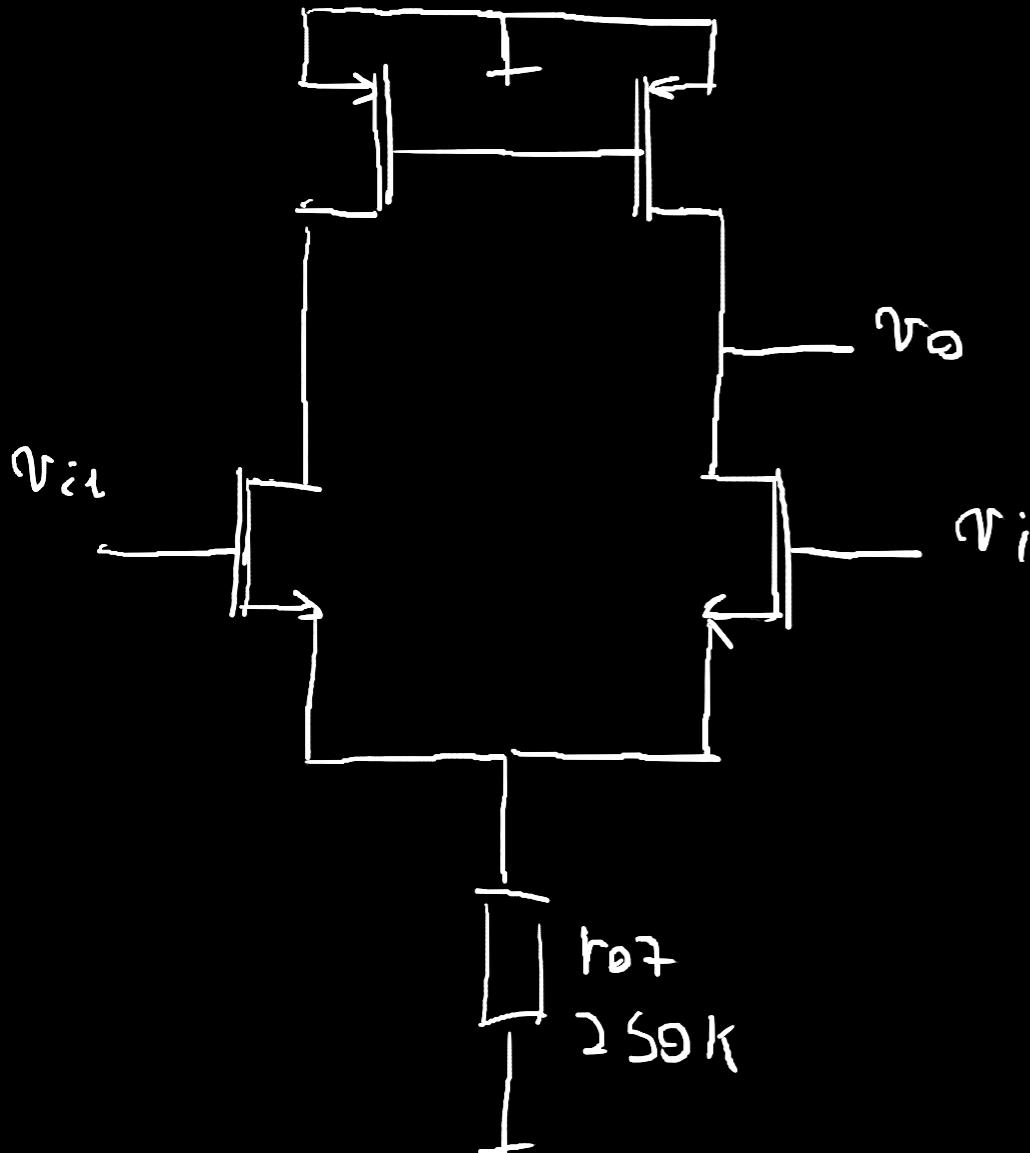
w/L	20	20	20	20	2	2	2
-------	----	----	----	----	---	---	---

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7
I_D [mA]	200	200	200	200	400	400	400
g_m [$\mu A/V$]	1,8	1,8	1,8	1,8	0,8	0,8	0,8
t_0	500K	500K	500K	500K	250K	250K	250K

$$= 2k' \frac{W}{L} \sqrt{\frac{1}{k'w/L} \cdot ID} =$$

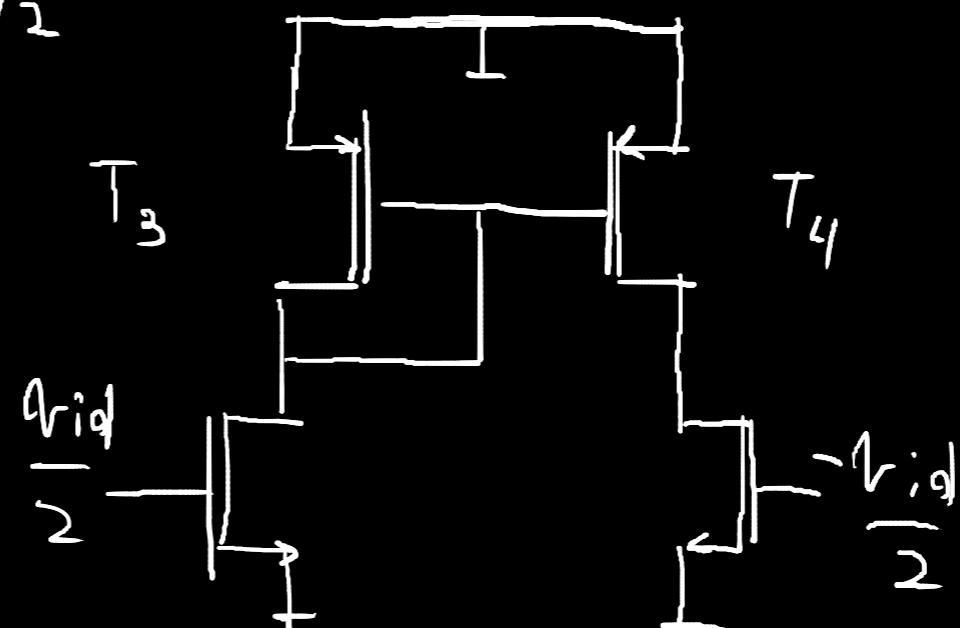
$$= 2\sqrt{k' w/L \cdot ID}$$

Circuitos de señal: La fuente de corriente la reemplaza por $x't_0$



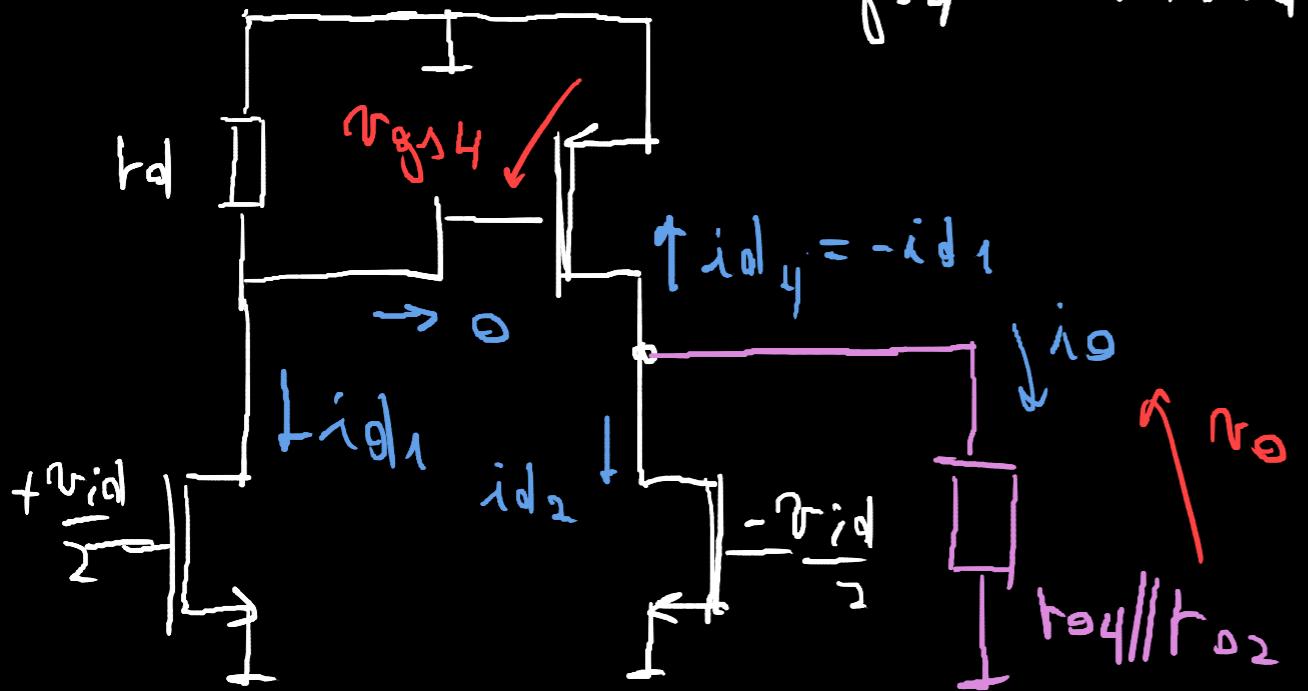
$$A_{vd} = \frac{v_o}{v_{id}} = \frac{v_o}{v_{i1} - v_{i2}}$$

En modo diferencial las fuentes están
a GND virtual



Como en TBJ,
 T_3 es una
resistencia de r_d

$$v_{g34} = -t_0 \cdot i_{d1} \Rightarrow i_{d4} = g_m, v_{g34} = -i_{d1}$$



$$\begin{aligned} v_d &= t_{04} i_0 = t_{04} (-i_{d4} - i_{d2}) = \\ &= t_{04} (i_{d1} - i_{d2}) \end{aligned}$$

$$i_{d1} = g_m, v_{id}/2$$

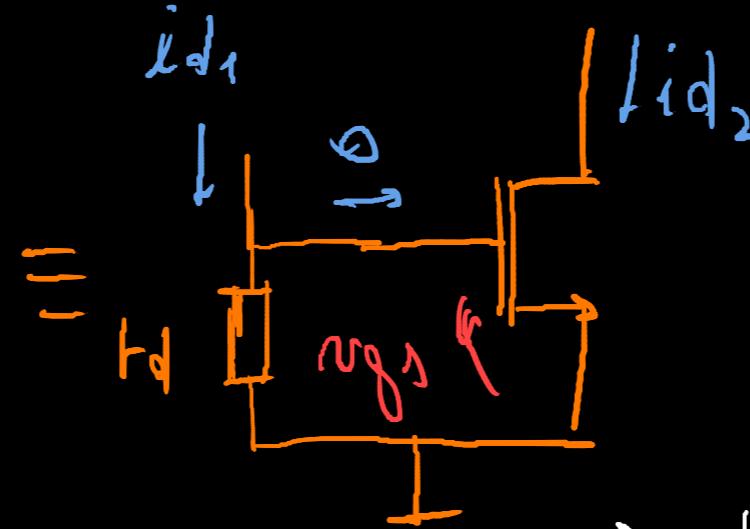
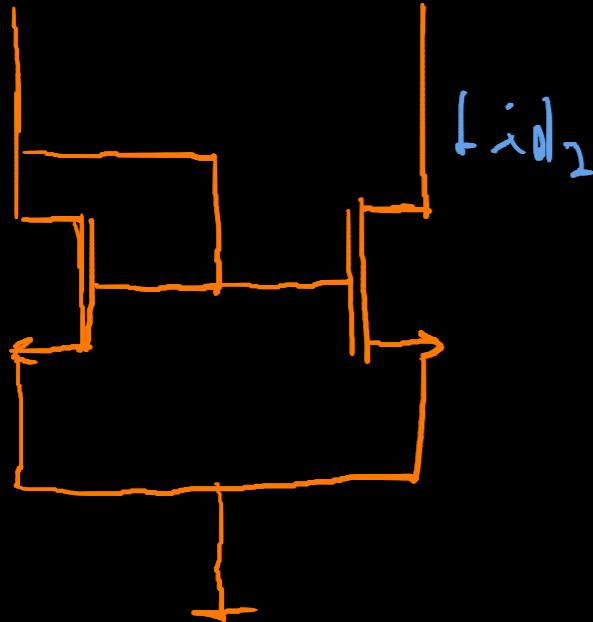
$$i_{d2} = g_m, (-v_{id}/2)$$

\rightarrow faltó t_{02}

$$\Rightarrow v_d = t_{04} // g_m \cdot v_{id} \Rightarrow A v_d = v_d / v_{id} = t_{04} // t_{02}, g_m$$

Parentesis:

i_{d_1} +



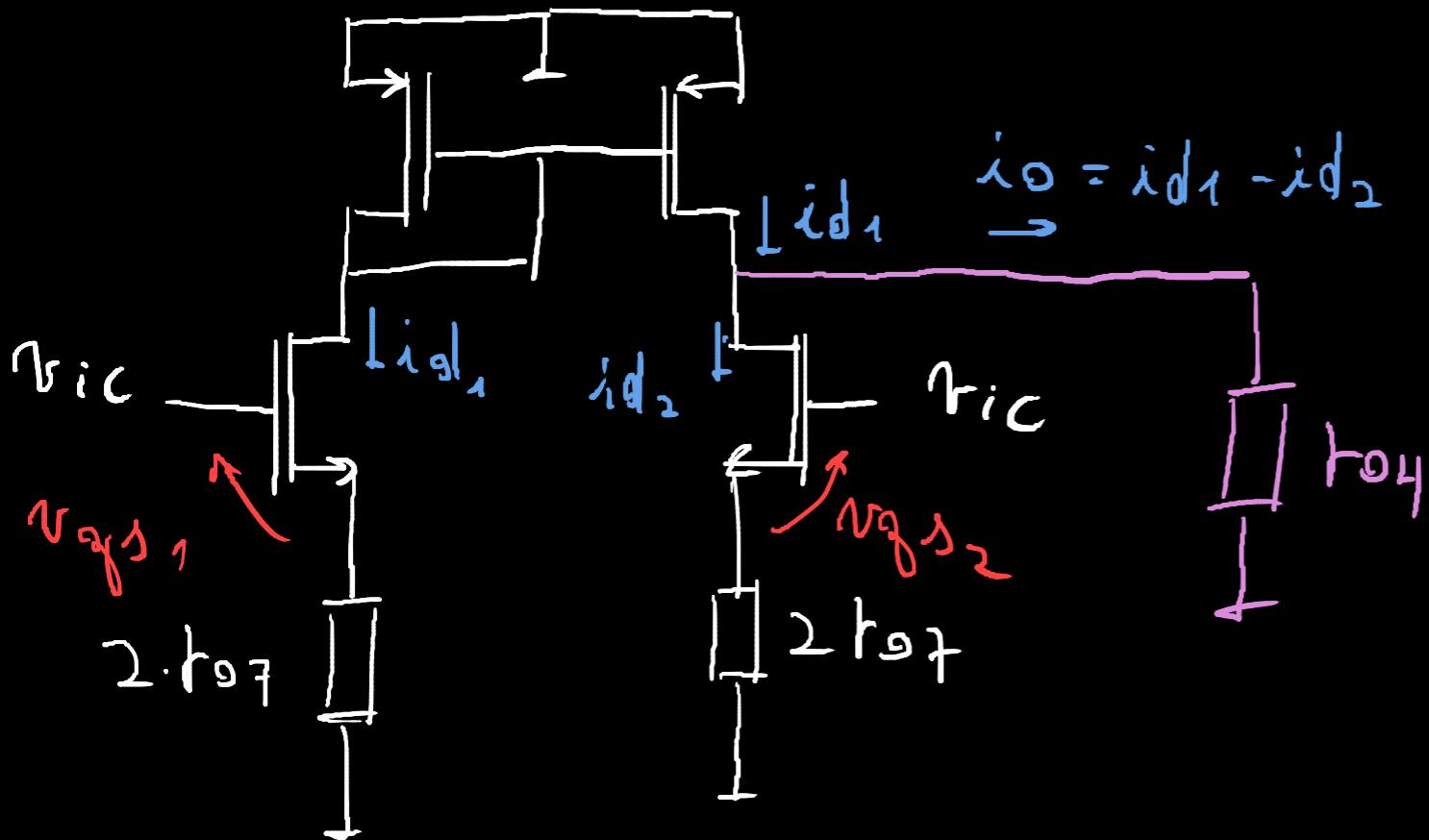
$$i_{d_2} = g_m v_{gs} = \\ = g_m k_d i_{d_1} = i_{d_1}$$

Copia perfecta, sin
aproximaciones.

De repente me cayó bien el
MOSFET

Fin del Parensis (bue xq' escribia asi)

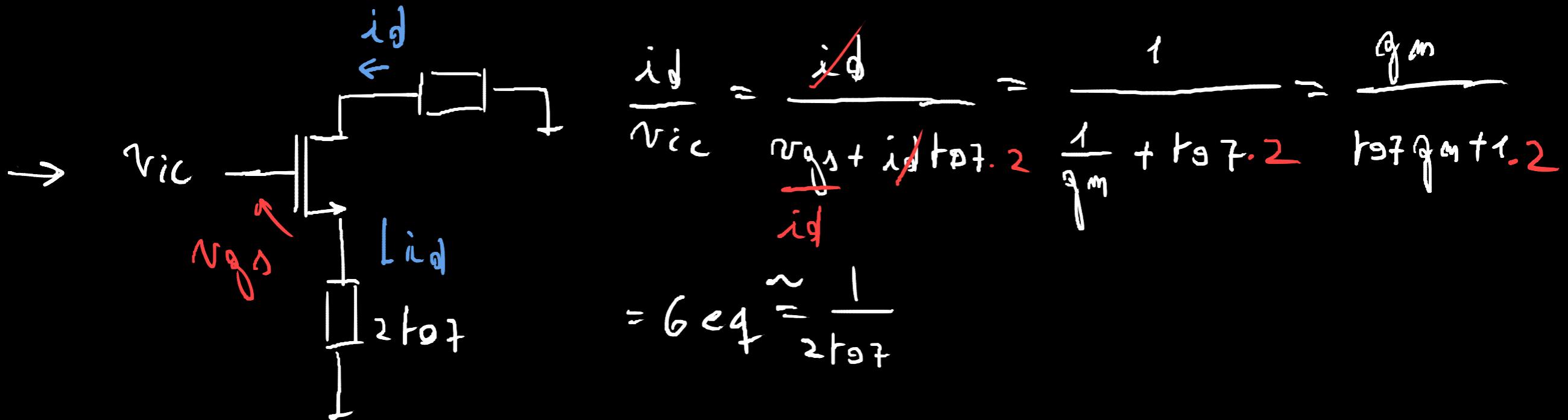
En Modo Común



$$i_o = i_{ds1} - i_{ds2}$$

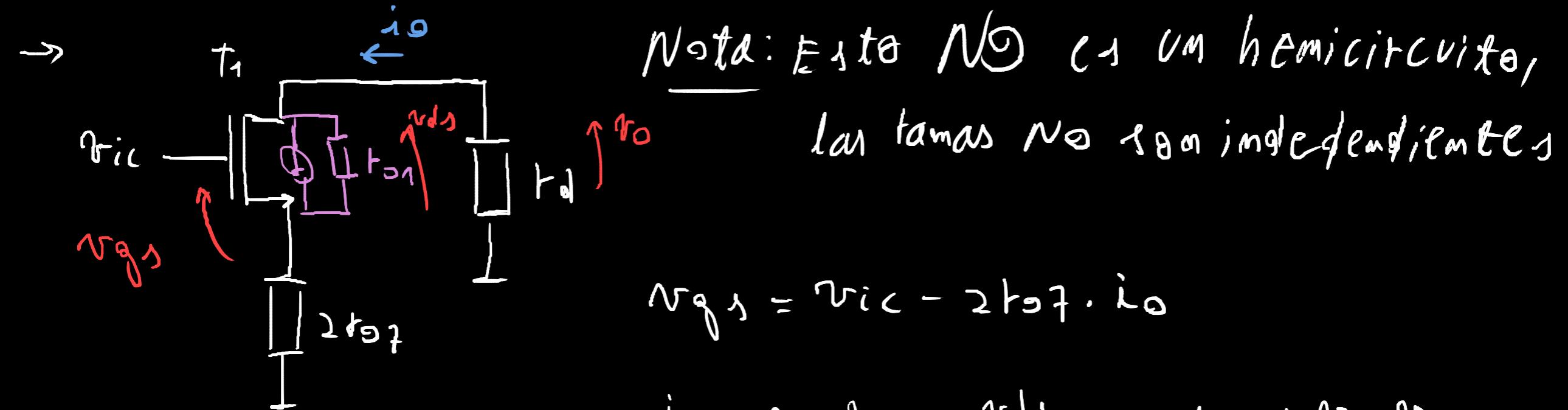
$$V_o = r_{o4} (i_{ds1} - i_{ds2})$$

¿Cómo cambia la transconductancia de T_1 y T_2 con $2 \cdot r_{o7}$?



$$\therefore id_1 = \frac{1}{2t_{07}} \cdot v_{ic}, \quad id_2 = \frac{1}{2t_{07}} v_{ic} \Rightarrow v_o = t_{04} \cdot \left(\frac{v_{ic}}{2t_{07}} - \frac{v_{ic}}{2t_{07}} \right) = 0?$$

\rightarrow Tengo q' considerar t_{01}, t_{02} ?



$$v_{ds} = v_{ic} - 2r_{g1} \cdot i_o$$

$$i_o = g_m \cdot v_{ds} + \frac{v_{ds}}{r_{g1}} = g_m v_{ds} + \frac{v_o - v_s}{r_{g1}}$$

$$\frac{v_{ds}}{r_{g1}} = -r_d \cdot i_o - 2r_{g1} i_o = \frac{r_d + 2r_{g1}}{r_{g1}} (-i_o)$$

$$v_{ds} = v_{ic} - 2r_{g1} \cdot i_o$$

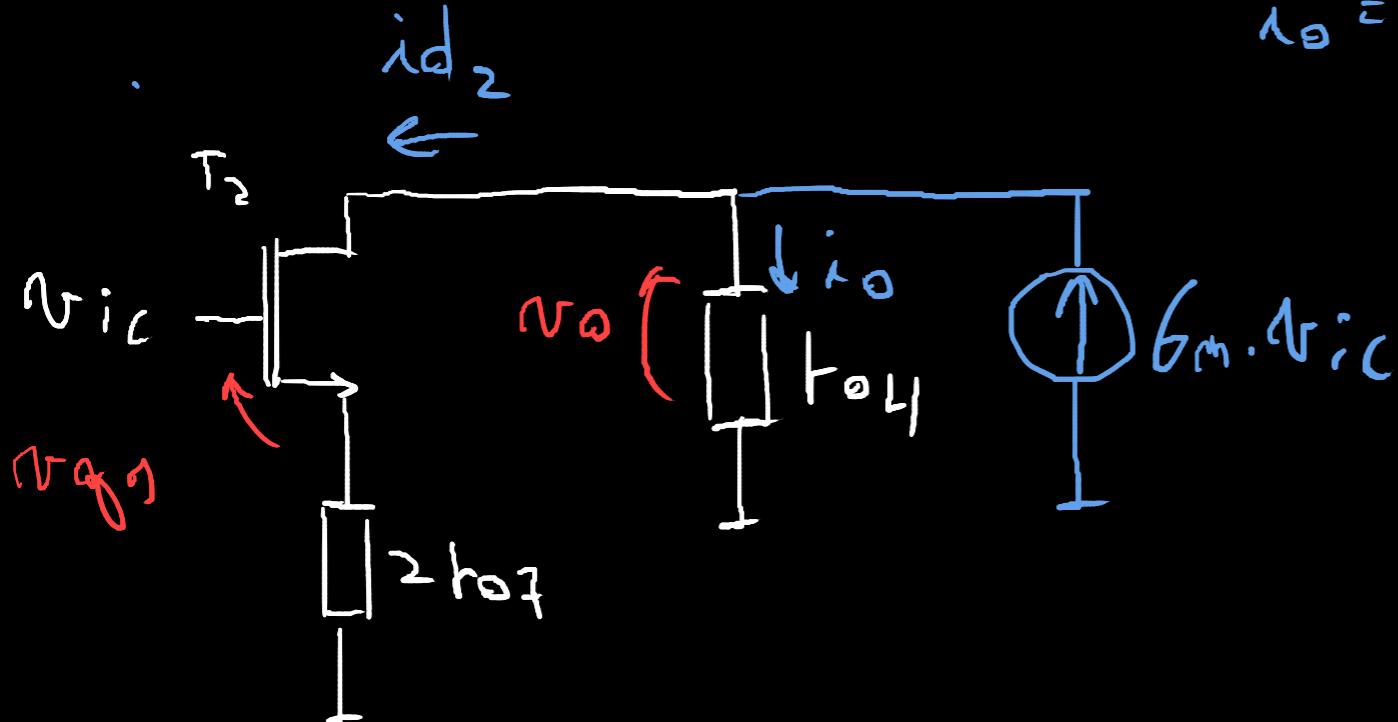
$$\Rightarrow i_0 = g_m (\tau_{ic} - 2t_{07} i_0) + \frac{\cancel{t_0} + 2t_{07}}{t_{01}} (-i_0) =$$

$$= g_m \tau_{ic} - \frac{2t_{07} i_0}{t_{01}} = g_m \tau_{ic} - \left(2g_m t_{07} + \frac{2t_{07}}{t_{01}} \right) i_0$$

$$\rightarrow \left(1 + 2g_m t_{07} + \frac{2t_{07}}{t_{01}} \right) i_0 = g_m \tau_{ic}$$

$$\rightarrow \frac{i_0}{\tau_{ic}} = \frac{g_m}{1 + 2g_m 2t_{07} + \frac{2t_{07}}{t_{01}}} = \frac{id_1}{\tau_{ic}} = 6 \text{ msq}$$

Del lado de T_2 tengo:



$$i_0 = 6m \cdot V_{ic} - id_2$$

¿Y qué pasa si despliego t_{02} ?

$$\rightarrow id_2 = \frac{q_m}{1 + q_m \cdot 2t_{07}} \cdot V_{ic}$$

$$\rightarrow V_0 = t_{04} \left(6m \cdot q_1 \cdot V_{ic} - \frac{q_m}{1 + q_m \cdot 2t_{07}} \cdot V_{ic} \right)$$

$$\rightarrow A_{Vc} = \frac{V_o}{V_{ic}} = k_04 \left(\frac{\frac{q_m}{1 + q_m 2k_07 + \frac{2k_07}{k_{01}}}}{1 + q_m 2k_07} - \frac{\frac{q_m}{1 + q_m 2k_07}}{1 + q_m 2k_07} \right)$$

$$A_{Vd} = k_04 // k_02 \cdot q_m = 500k // 500k \cdot 1,8 \cdot 10^{-3} \frac{A}{V} = 450$$

$$\therefore A_{VX}: q_m \cdot 2k_07 = 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot 500k = 900 \quad \frac{2k_07}{k_{01}} = 1$$

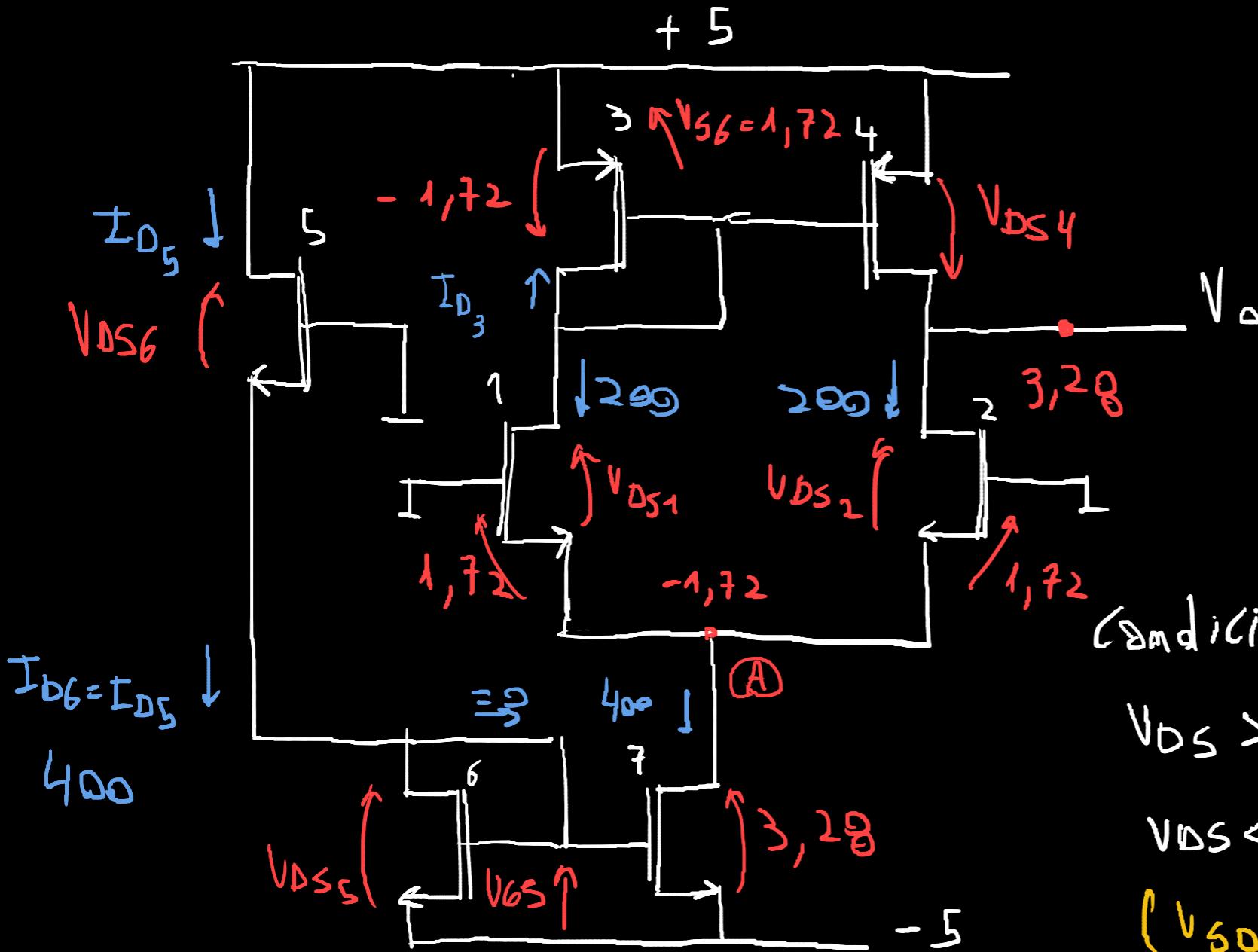
$$A_{Vc} = 250k \cdot \left[\frac{1,8 \cdot 10^{-3}}{1 + 900 + 1} - \frac{1,8 \cdot 10^{-3}}{1 + 900} \right] = -0,55 \cdot 10^{-3}$$

$$RRMC = 20 \log \left| A_{rd} / A_{rc} \right| = 118 \text{ dB}$$

CONSULTAR POR
 A_{rc}

c) Definir y obtener los valores del rango de tensión de modo común.

→ Rango de entrada
común q' se puede poner sin
sacar a los MOSFET de SAT



Cottientes fijas →
 → V_{GS} fija.
 Si V_i baja mucha,
 T_7 se va de STT
 Si V_i sube, T_1 y T_2
 se van

Condición para STT:

$$V_{DS} > V_{GS} - V_T \text{ (NMOS)}$$

$$V_{DS} < V_{GS} - V_T \text{ (PMOS)}$$

$$\{ V_{SO} > -V_{GS} + V_T - V_{SG} + V_T \}$$

$$I_{D_1} = k' \left(\frac{w}{L} \right)_1 \left(V_{GS_1} - 1,5 \right)^2 \rightarrow V_{GS_1} = \sqrt{\frac{I_D}{k' \frac{w}{L}}} + 1,5 = \sqrt{\frac{200}{200 \cdot 20}} + 1,5$$

↓
20

$200 \mu A / V^2$

$$\rightarrow V_{GS_1} = V_{GS_2} = 1,72 V$$

$$I_{D_3} = -k' \left(\frac{w}{L} \right)_3 \left(V_{GS} - V_T \right)^2 \rightarrow |V_{GS} - V_T| = \sqrt{\frac{-I_D}{k' w/L}}$$

↓
20

$V_{GS} < V_T$
 $V_{GS} - V_T < 0$

$$\rightarrow V_{GS_3} = -\sqrt{\frac{-I_D}{k' w/L}} + V_T = -\sqrt{\frac{200 \mu A}{200 \mu \cdot 20}} - 1,5 = -1,72 V$$

$$\Rightarrow V_{GS_3} = V_{DS_3} \quad V_{DS_4} = -1,72 V$$

↓
¿VÁLIDO?

Cota inferior: $V_A = V_{IC} - 1,72$ $V_{DS7} = V_A - (-5) > V_{GS} - V_t = 1,72 - 1,5$
= 0,22

$$\Rightarrow V_A - 5 = V_{IC} - 1,72 + 5 > 0,22 \Rightarrow V_{IC} + 3,28 > 0,22$$

$$V_{IC} > -3,06$$

Cota superior: V_{DS3} y V_{DS4} están bien (si es que se puede admitir q'
son iguales) $\left| m = 1,72V \right.$

El límite está en T_1 y T_2

$$V_{DS_1} = \left(5 - V_{GS_3} \right) - V_A = 3,28 - (V_{IC} - 1,72) = 5 - V_{IC} \Rightarrow V_{GS_1} - V_T = 0,22$$

$$\rightarrow 5 - V_{IC} > 0,22 \Rightarrow 4,78 > V_{IC}$$

$$\therefore -3,06 < V_{IC} < 4,78$$