

3) C-9. En el circuito de la Fig. C-2 se reemplaza al transistor bipolar por un MOSFET canal N inducido, cuyas características son:

$$k = 0,75 \text{ mA/V}^2 ; V_T = +1 \text{ V} ; \lambda = 0,01 \text{ V}^{-1}$$

Los restantes componentes del circuito se modifican del siguiente modo:

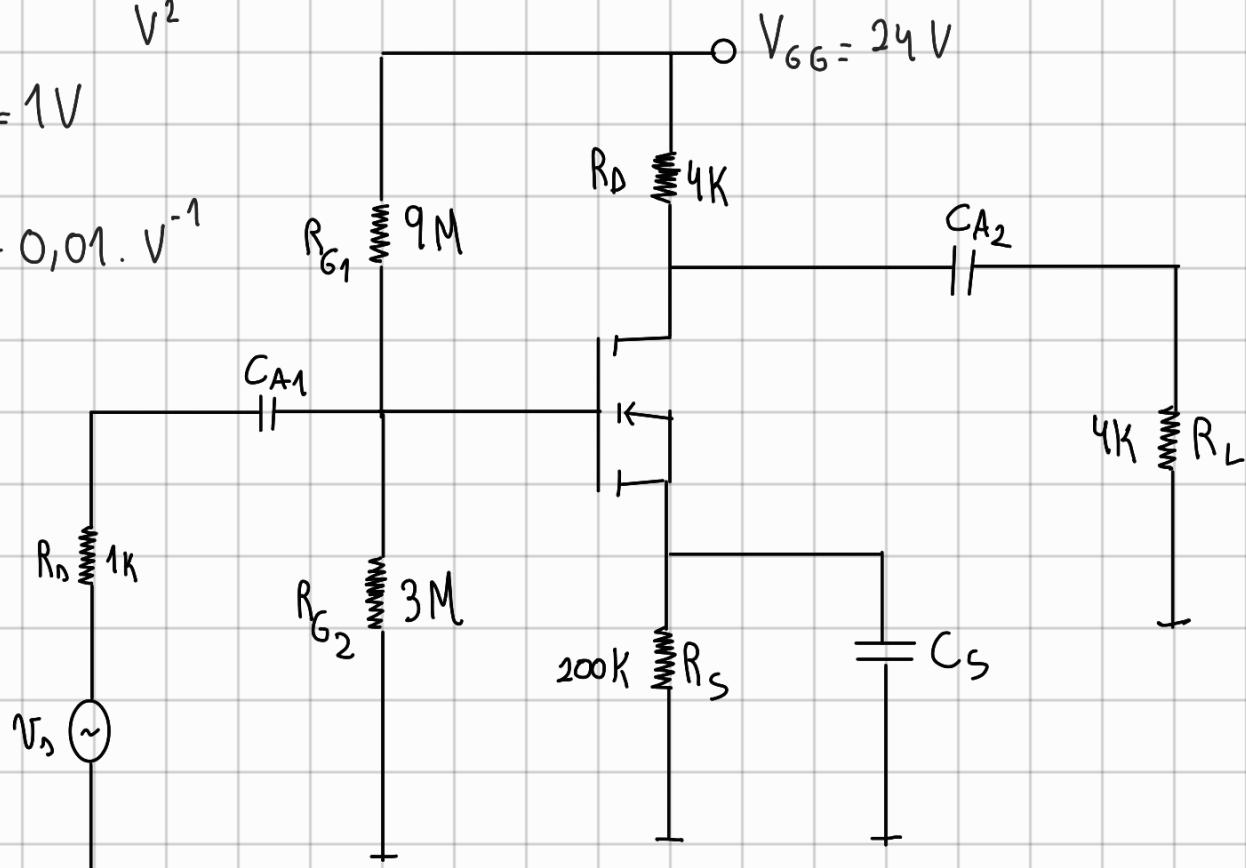
$V_{DD} = 24 \text{ V}$; $R_D = 4 \text{ k}\Omega$; $R_S = 1 \text{ k}\Omega$; $R_{G1} = 9 \text{ M}\Omega$; $R_{G2} = 3 \text{ M}\Omega$; $R_L = 4 \text{ k}\Omega$; $R_s = 200 \text{ k}\Omega$; $v_s = \hat{V}_s \sin(\omega t)$

- Determinar el punto de reposo indicando las tensiones de los electrodos del transistor contra común. Definir e indicar sobre el circuito original, previamente a su cálculo, cómo se define la tensión de Thévenin V_{GG} .
- Se divide el resistor de source en dos resistores en serie, cuya suma tenga el mismo valor de $1 \text{ k}\Omega$. El resistor $R_{S2} = 800\Omega$ se coloca de modo que uno de sus bornes queda conectado a común y se lo desacopla para la señal alterna mediante un capacitor C_S de reactancia despreciable a la frecuencia de funcionamiento, dejando a $R_{S1} = 200\Omega$ sin desacoplar. Determinar las expresiones por inspección y hallar los valores de A_v y A_{vs} a frecuencias medias. Simplificar, en lo posible, la expresión de A_v . ¿Resulta válido en general usar la misma expresión aproximada que en el TBJ? ¿Por qué?:

$$K = 0,75 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$$

$$V_T = 1 \text{ V}$$

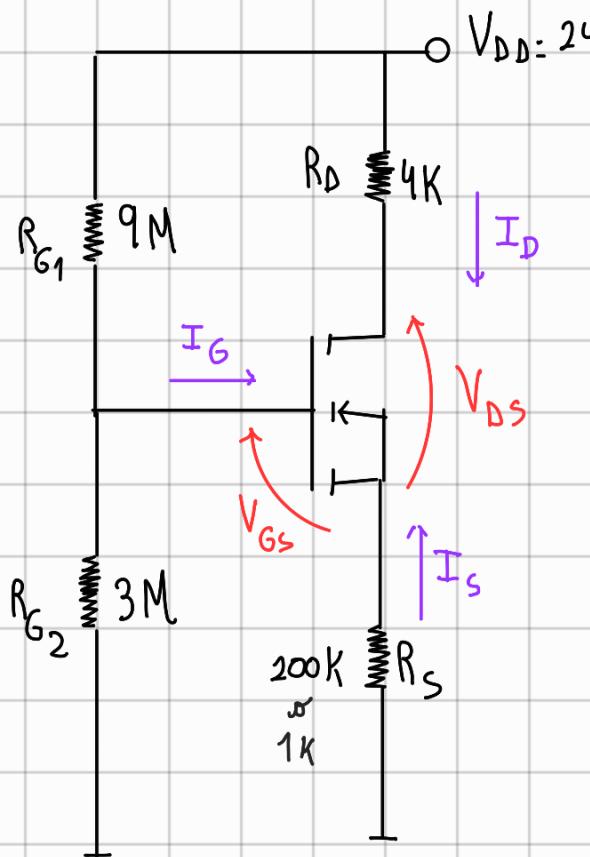
$$\lambda = 0,01 \cdot \text{V}^{-1}$$



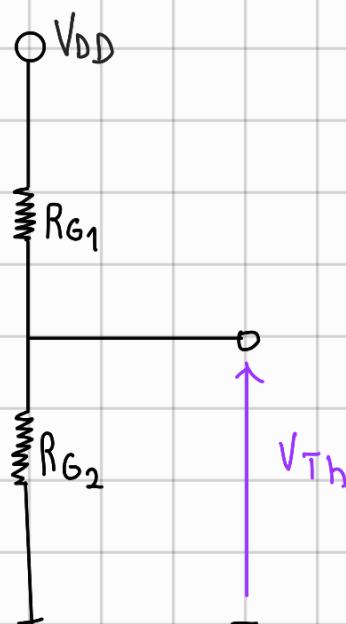
A)

Polarización

○ Frecuencias medios

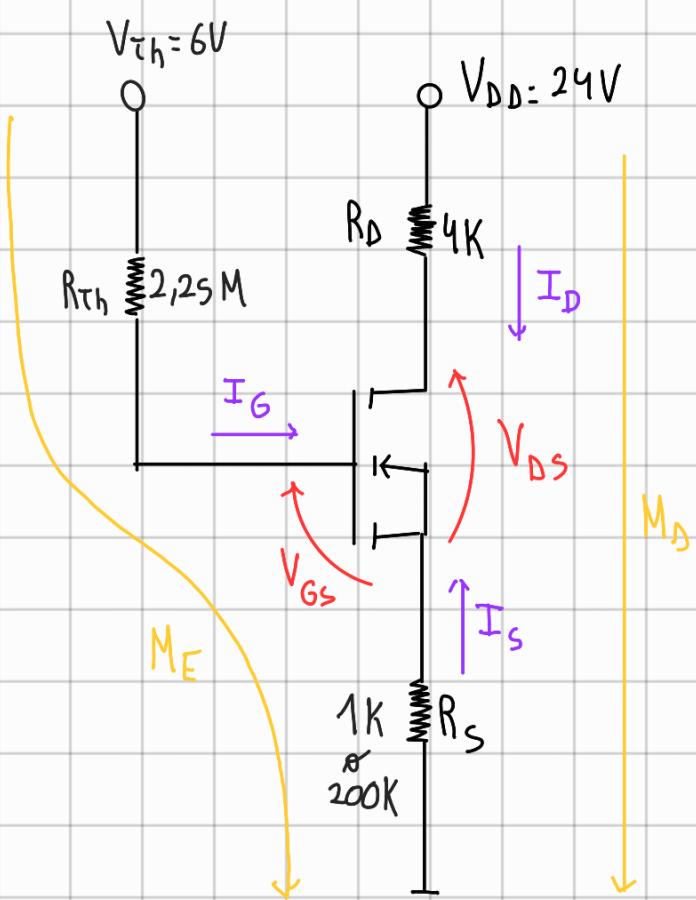


Equivalent between the gate and the source



$$V_{Th} = V_{DD} \cdot \frac{R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} = 24V \cdot \frac{3M}{3M + 9M} = 6V$$

$$R_{Th} = R_{G1} \parallel R_{G2} = 2,25M$$



Voy a suponer zona estandarizada

$$I_D = k(V_{GS} - V_T)^2 (1 + \lambda V_{DS})$$

Desprecio efecto de modulación

$$I_D = k(V_{GS} - V_T)^2 \quad (1)$$

$$(M_E) \quad V_{th} - R_{Th} \cdot I_G - V_{GS} + R_S \cdot I_D = 0$$

$$I_G = 0 \quad \text{y} \quad I_D = -I_D$$

$$\rightarrow V_{th} - V_{GS} - I_D \cdot R_S = 0 \quad (2)$$

$$(M_D) \quad V_{DD} - R_D \cdot I_D - V_{DS} - I_D \cdot R_S = 0 \quad (3)$$

Pongo (1) en (2)

$$V_{Th} - V_{GS} - K(V_{GS} - V_T)^2 \cdot R_S = 0$$

$$V_{Th} - V_{GS} - KR_S V_{GS}^2 + 2KR_S V_{GS} V_T - KR_S V_T^2 = 0$$

$$-KR_S \cdot V_{GS}^2 + \underbrace{(2KR_S V_T - 1)}_{\begin{array}{l} 299 \\ 0,5 \end{array}} V_{GS} + \underbrace{(V_{Th} - KR_S V_T^2)}_{\begin{array}{l} -144 \leftarrow 200K \\ 5,25 \leftarrow 1K \end{array}} = 0$$

$200K \rightarrow V_{GS}$

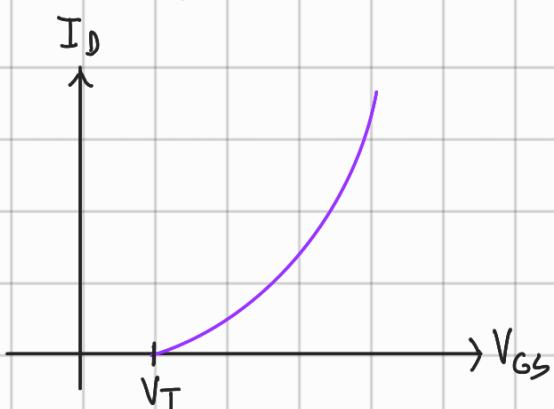
$1,18V \checkmark (\geq V_T)$

$0,81V \times$

$1K \rightarrow V_{GS}$

$3V \checkmark$

$-2,3V \times$



(1) $R_S = 200K$

$$I_D = K(V_{GS} - V_T)^2 = 0,75 \frac{mA}{V^2} \cdot (1,18V - 1V)^2 = 24,3 \mu A$$

$$I_D = 0,75 \frac{mA}{V^2} \left(3V - 1V \right)^2 = 3mA$$

(3) $R_S = 200K$

$$V_{DS} = V_{DD} - R_D \cdot I_D - R_S \cdot I_D = 19,04V$$

$$V_{DS} = 24V - 4K \cdot 3mA - 1K \cdot 3mA = 9V$$

Venfigo: zona estrangulada

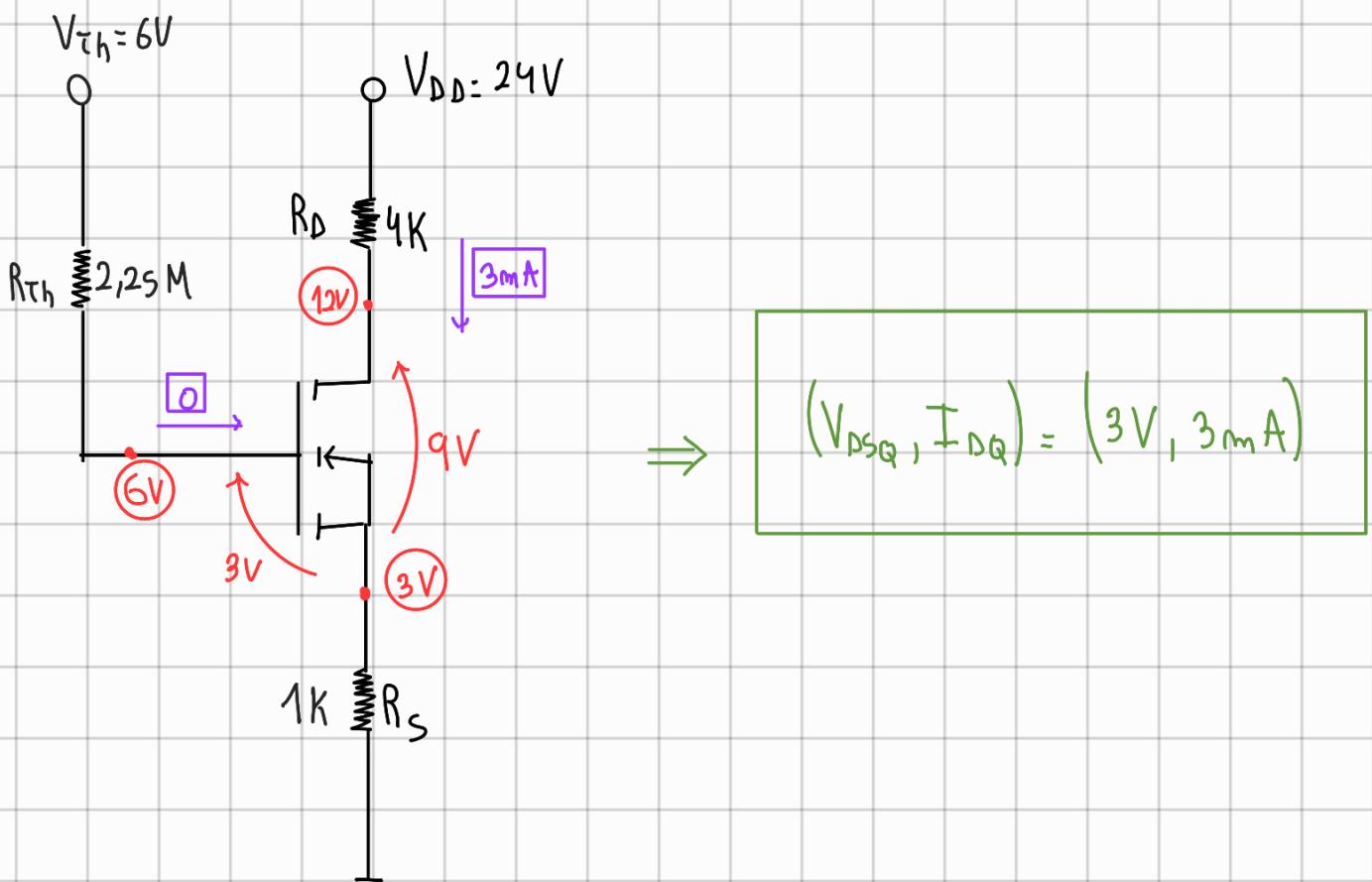
$$200K_0 \quad V_{DS} > V_{GS} - V_T \longrightarrow 19,04V > 0,18V \quad \checkmark$$

$$1K_0 \quad V_{DS} > V_{GS} - V_T \longrightarrow 9V > 2V \quad \checkmark$$

Venfigo desprecia el efecto early

$$200K_0 \quad (1 + \lambda V_{DS}) = 1,19 \longrightarrow 19\%$$

$$1K_0 \quad (1 + \lambda V_{DS}) = 1,09 \longrightarrow 9\% \text{ de error} \quad \checkmark$$

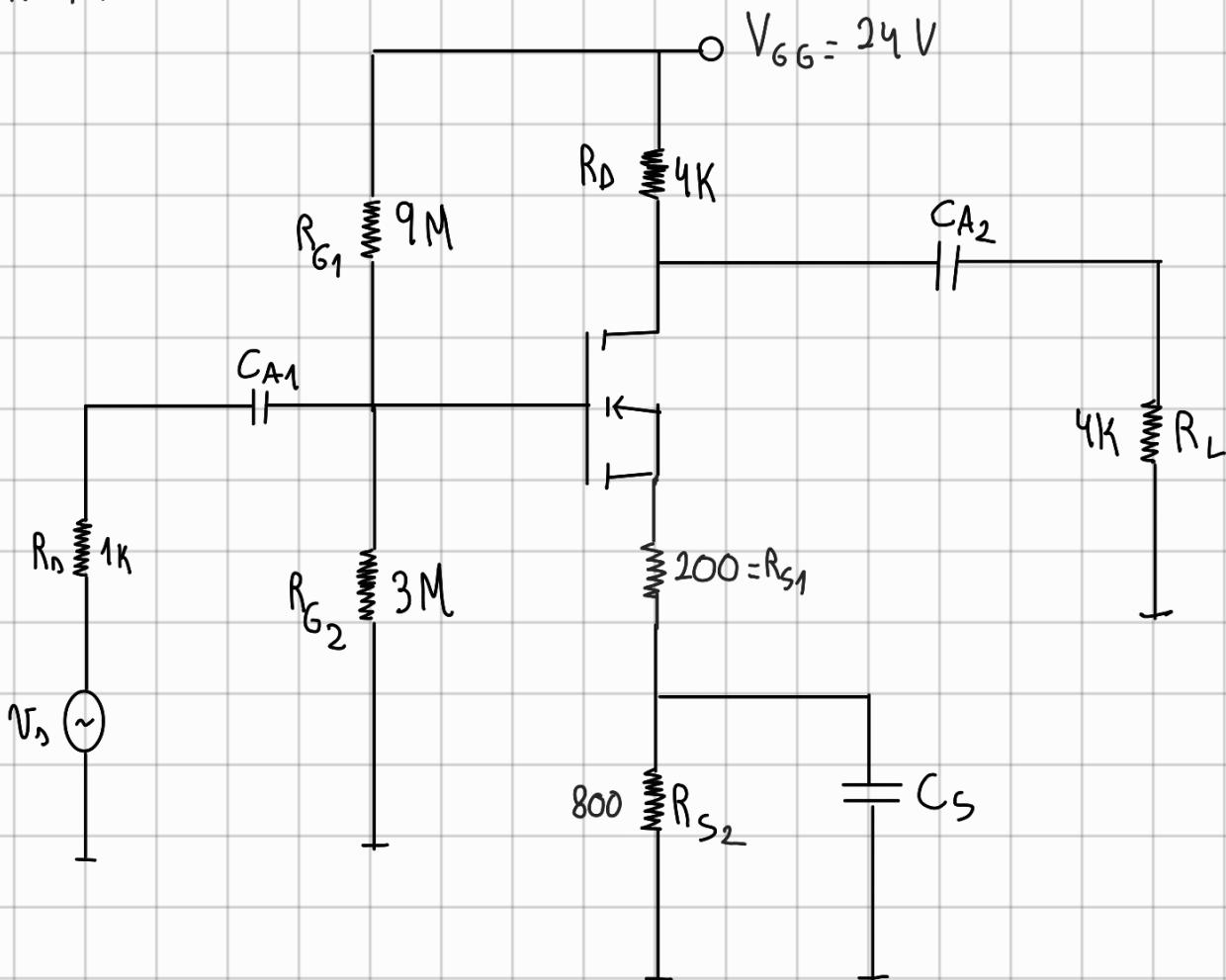


b)

$$K = 0,75 \frac{mA}{V^2}$$

$$V_T = 1V$$

$$\lambda = 0,01 \cdot V^{-1}$$



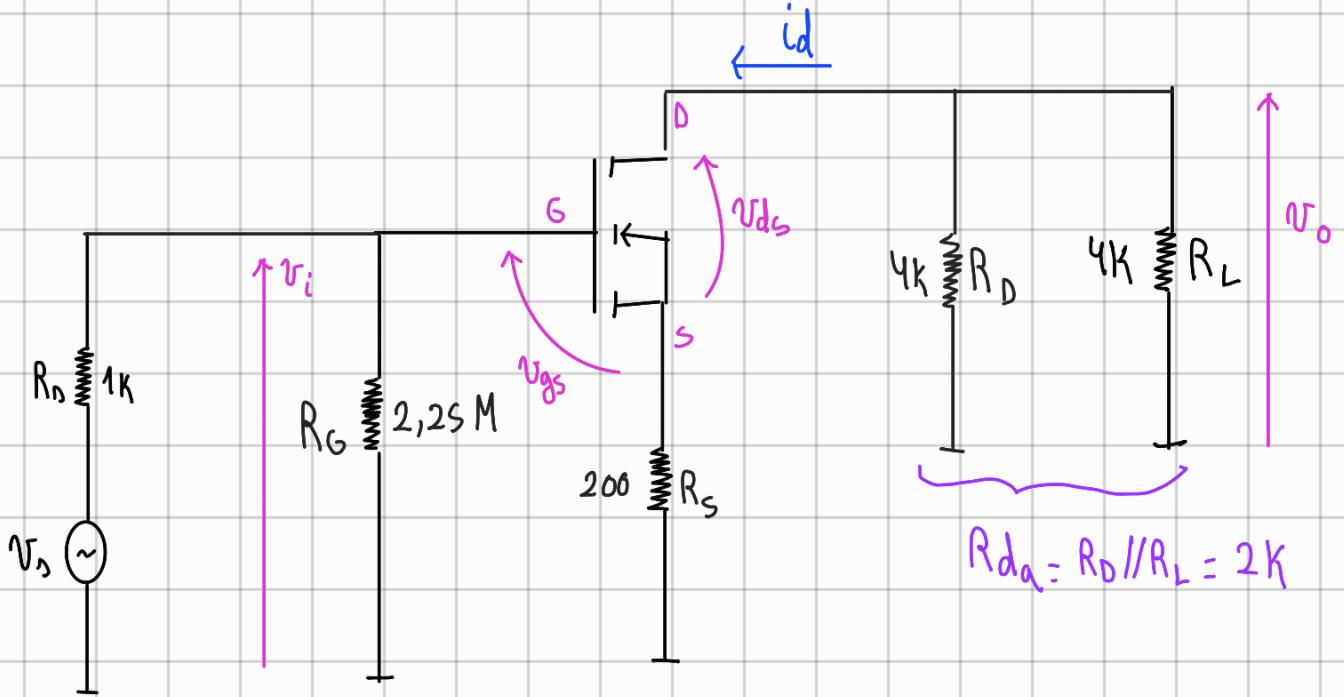
Detailed

$$\circ g_m = \left. \frac{dI_{DQ}}{dV_{GS}} \right|_Q = \frac{i_d}{V_{GS}} = 2 \sqrt{K I_{DQ}} = 3 \frac{mA}{V}$$

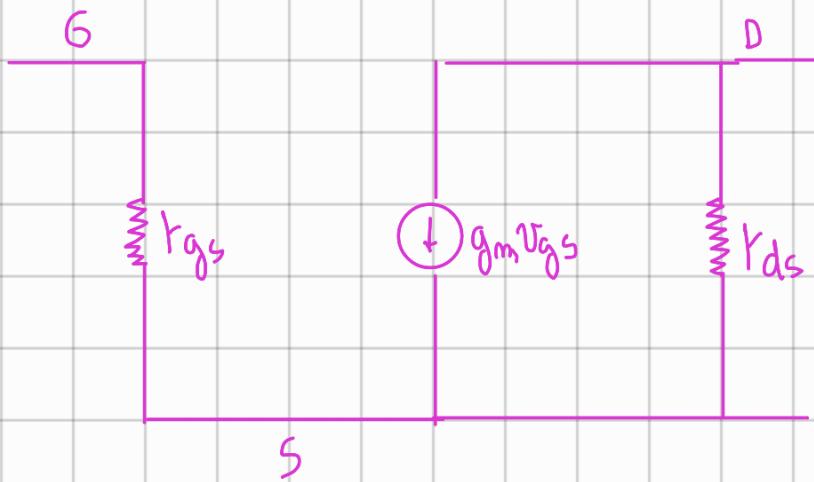
$\circ r_{gs} \rightarrow \infty$ (resistencia del efecto de conducción)

to en TBJ

$$\circ r_{ds} = \frac{1}{\lambda I_D} \approx 33,3 K$$



MPS



$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-i_d \cdot (R_L // R_D)}{V_{gs} + i_d R_{S1}} = \frac{-g_m V_{gs} (R_L // R_D)}{V_{gs} (1 - g_m R_S)} = -\frac{g_m (R_L // R_D)}{1 + g_m R_S}$$

$$= -\frac{3 \frac{mA}{V} \cdot 2 k\Omega}{1 + 3 \frac{mA}{V} \cdot 200} = -3,75$$

$$V_i - V_{gs} - i_d R_s = 0 \xrightarrow{i_d = g_m V_{gs}} V_i = V_{gs} + V_{gs} g_m \cdot R_s = V_{gs} (1 + g_m R_s)$$

$$A_{V_D} = \frac{V_o}{V_D} = \frac{V_o}{\frac{V_i}{T_i}} = A_V \cdot T_i = -3,75 \cdot \frac{2,25 M}{2,25 M + 200} \approx -3,75$$

$$V_i = V_D \frac{\frac{R_G}{R_D + R_G}}{T_i}$$

\Rightarrow

$A_V = -3,75 ; A_{V_D} \approx -3,75$
