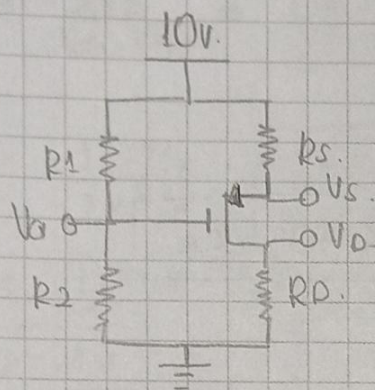


Taller de MOSFET.

① $I_D = 1\text{mA}$ $V_D = 3\text{V}$ y este está polarizado

(a) $V_{th} = -1\text{V}$. $k_p = 0,5 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$



$$I_D = \frac{1}{2} k_p (V_{SG} - |V_{th}|)^2 \Rightarrow V_{SG} = \sqrt{\frac{2I_D}{k_p}} + |V_{th}|$$

$$V_{SG1} = -1\text{V}$$

$$V_{SG2} = 3\text{V}$$

$$V_{DG} = |V_{th}|$$

⇒ Límite región de triodo.

Al estar polarizando a 1V del límite de esta región, entonces

$$V_{DG} = |V_{th}| - 1 \Rightarrow V_D - |V_{th}| + 1 = V_G \Rightarrow V_G = 3\text{V} - 1 + 1 \Rightarrow V_G = 3\text{V}$$

$$V_{SG} = 3\text{V} \Rightarrow V_S - V_G = 3\text{V} \Rightarrow V_S = 3\text{V} + V_G = 6\text{V}$$

$$R_D = \frac{V_D}{I_D} = \frac{3\text{V}}{1\text{mA}} = 3\text{k}\Omega \Rightarrow R_D = 3\text{k}\Omega$$

$$R_S = \frac{10\text{V} - 6\text{V}}{1\text{mA}} = \frac{4\text{V}}{1\text{mA}} = 4\text{k}\Omega \Rightarrow R_S = 4\text{k}\Omega$$

Asumiendo que la corriente que pasa por R_{G1} y R_{G2} es igual a $10\mu\text{A}$

$$R_{G1} = \frac{10\text{V} - V_G}{10\mu\text{A}} = \frac{10 - 3\text{V}}{10\mu\text{A}} = \frac{7}{10} \text{M}\Omega = 0,7\text{M}\Omega \Rightarrow R_{G1} = 700\text{k}\Omega$$

$$R_{G2} = \frac{V_G}{10\mu\text{A}} = \frac{3\text{V}}{10\mu\text{A}} = 0,3\text{M}\Omega = 300\text{k}\Omega = R_{G2}$$

② $V_{th} = -2\text{V}$ $k_p = 1,25 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$

$$I_D = \frac{1}{2} k_p (V_{SG} - |V_{th}|)^2 \Rightarrow V_{SG} = \sqrt{\frac{2I_D}{k_p}} + |V_{th}|$$

$$V_{SG1} = 3,264\text{V}$$

$$V_{SG2} = 0,7351\text{V}$$

$V_{DS} = |V_{th}| \Rightarrow$ al estar polarizado a 3V de la región de triodo.

DD | MM | AA

$$V_{DS} = |V_{th}| - 1V \Rightarrow V_D + 1V - |V_{th}| = V_G \Rightarrow V_G = 3V + 1 - 2 \Rightarrow$$

$$V_G = 2V$$

$$V_{SG} = 3,2649V \Rightarrow V_S - V_G = 3,2649V \Rightarrow V_S = 3,2649 + 2V \Rightarrow$$

$$V_S = 5,2649V$$

$$R_D = \frac{V_D}{I_D} = \frac{3V}{1mA} \Rightarrow R_D = 3k\Omega$$

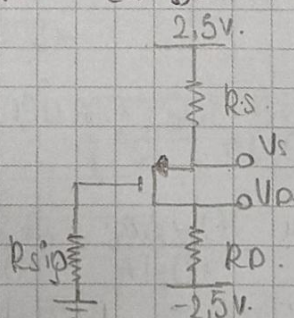
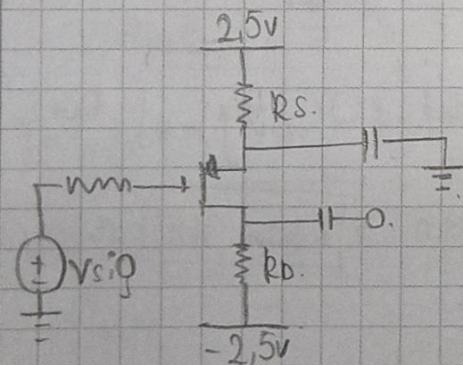
$$R_S = \frac{10V - 5,2649V}{1mA} = \frac{4,7351}{1mA} \Rightarrow R_S = 4,7351k\Omega$$

$$R_{G1} = \frac{10V - 2V}{10\mu A} = \frac{8}{10} M\Omega \Rightarrow R_{G1} = 800k\Omega$$

$$R_{G2} = \frac{2V}{10\mu A} = \frac{2}{10} M\Omega \Rightarrow R_{G2} = 200k\Omega$$

- ② $V_{th} = -0,7V$ y V_A muy alto. Halle R_S y R_D si $I_D = 0,3mA$,
 $V_{ov} = 0,3V$ y $\frac{V_D}{V_{sig}} = -10$.

① Análisis en DC.



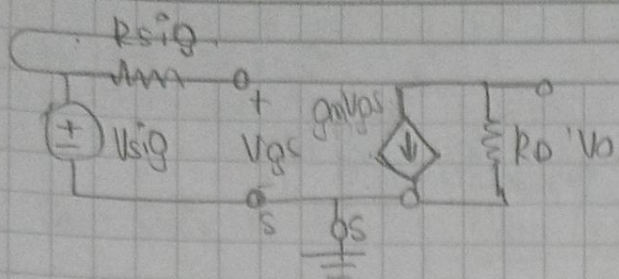
$$V_G = 0$$

$$V_{ov} = V_{SG} - |V_{th}| \Rightarrow V_{SG} - |V_{th}| = 0,3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_S - V_G = 0,3V + 0,7V \Rightarrow V_S = 1V$$

$$V_{RD} = V_D - (-2,5V) \Rightarrow V_D = I_D R_D - 2,5V \quad (1)$$

Para hallar R_D procedemos a realizar un análisis en AC.



$$V_{GS} = V_{SIG}$$

OD | MM | AA

$$V_o = R_D i_D \Rightarrow V_o = R_D (-g_m V_{GS}) \Rightarrow$$

$$\frac{V_o}{V_{SIG}} = -g_m R_D \Rightarrow R_D = \frac{A_V}{-g_m}$$

$$g_m = \frac{2I_D}{V_{GS} - V_{th}} \Rightarrow g_m = \frac{2(0,3\text{mA})}{1\text{V} - 0,7\text{V}} = \frac{0,6\text{mA}}{0,3\text{V}} \Rightarrow \frac{2\text{mA}}{\text{V}}$$

$$R_D = \frac{-10\text{V/V}}{-2\text{mA/V}} \Rightarrow \boxed{R_D = 5\text{k}\Omega}$$

$$\text{De (1)} \Rightarrow V_D = (0,3\text{mA})(5\text{k}\Omega) - 2,5\text{V} \Rightarrow V_D = 1,5\text{V} - 2,5\text{V} \Rightarrow$$

$$\boxed{V_D = -1\text{V}}$$

(a) $V_{SD} = V_{SG} - |V_{th}| \Rightarrow \boxed{V_{SD}} + \boxed{V_{SD}} = \boxed{V_{SG}} + \boxed{V_{SD}} - |V_{th}| \Rightarrow$ condición límite región de triodo

$$V_S - V_D = V_S - V_G + V_{SG} - V_{SD} - |V_{th}| \Rightarrow V_G = V_{SIG} \quad V_D = V_O = -10V_{SIG}$$

$$-(-10V_{SIG}) + V_{SIG} = 1 - 2\text{V} - 0,7\text{V} \Rightarrow V_{SIG} = \frac{1,7\text{V}}{11} = -154,55\text{mV}$$

$$V_{DS} = |V_{th}| \Rightarrow V_{DG} + V_{DG} = |V_{th}| \Rightarrow V_D - V_G = -V_D + V_G + |V_{th}| \Rightarrow$$

$$-10V_{SIG} = V_{SIG} = 1\text{V} + 0 + V_{th} \Rightarrow V_{SIG} = \frac{1,7}{-11} \Rightarrow V_{SIG} = -154,55\text{mV}$$

Los procedimientos anteriores, se hicieron con base en las condiciones de saturación tanto en AC como DC. Por lo que se llegó a que $V_{SIG} = -154,55\text{mV}$.

(b) Con base en la condición de saturación se plantea lo siguiente:

$$V_{DS} = |V_{th}| \Rightarrow V_D - V_G = |V_{th}| \Rightarrow V_D + V_O - \cancel{V_G} - V_G = |V_{th}| \Rightarrow$$

$$V_G = V_{SIG}; V_D = V_O = -g_m R_D V_{SIG}; V_O = I_D R_D - 2,5\text{V}$$

$$-g_m R_D V_{SIG} + I_D R_D - 2,5\text{V} - V_{SIG} = 0,7 \Rightarrow R_D = \frac{0,7 + 2,5\text{V} + 0,05\text{V}}{-g_m V_{SIG} + I_D}$$

Tomando $V_{sig} = 50mV$

DE | MM | AA

$$R_D = 16,25k\Omega$$

$$\frac{V_o}{V_{sig}} = -g_m R_D \Rightarrow \boxed{A_v = -32,5} \rightarrow \text{ganancia muy alta}$$

$$V_s = 1 \text{ y } V_D = 16,25k \times (0,3mA) - 2,5V = 2,375V$$

$$\boxed{V_s < V_D} \rightarrow \text{Incongruente para región de saturación.}$$

Por tanto; tomando V_{sig} en su semiciclo negativo:

$$V_{sig} = -50mV$$

$$R_D = 7,875k\Omega$$

$$\frac{V_o}{V_{sig}} = A_v = -g_m R_D \Rightarrow A_v = -15,75 \frac{V}{V}$$

$$V_D = (7,875k\Omega)(0,3mA) - 2,5V = -0,1375V$$

$$\boxed{V_s < V_D} \checkmark$$

$$V_{D0} \geq |V_{D1}| \Rightarrow 1,1375V \geq 0,1375V$$

③. $V_t = 0,8V$, $k_1 = 5mA/V^2$ y $V_A = 40V$.

④.

Análisis en DC.

$$Z_{IN} = R_{IN} = 10M = R_G \text{ (Modelo AC)}$$

$$V_G = 0V \text{ (NO hay } I_G)$$

$$I_D = \frac{1}{2} k [V_{GS} - V_{th}]^2 \Rightarrow V_{GS} = \sqrt{\frac{2I_D}{k_n}} + V_{th}$$

$$\boxed{V_{GS1} = 1,2V}$$

$$V_{GS2} = 0,4V$$

$$V_{GS} = V_G - V_S = 1,2V \Rightarrow -V_S = 1,2V \Rightarrow V_S = -1,2V$$

Hallando el V_D tal que se encuentre en saturación y se tenga la máxima excursión posible.

$$V_{GD} \leq V_{th} \Rightarrow -V_D \geq V_{th} \Rightarrow V_D \geq -V_{th} \rightarrow \text{Límite región de triodo.}$$

$$\Rightarrow \boxed{V_D \geq -0,8V}$$

sin embargo, al necesitarse la máxima excursión en el drenaje, la que la señal de $+0,8V$ no salga de la región de saturación, por ello se plantea lo siguiente:

$$V_D - 0,8V = -V_{th} \Rightarrow \boxed{V_D = 0} \Rightarrow V_D \geq -0,8V$$

$$V_D + 0,8V = -V_{th} \Rightarrow V_D = -1,6 \Rightarrow V_D < 0,8V$$

$$V_{ps} = V_s - (-5V) \Rightarrow I_{D RS} = -1,2V + 5V \Rightarrow R_s = \frac{3,8V}{0,4mA} \Rightarrow$$

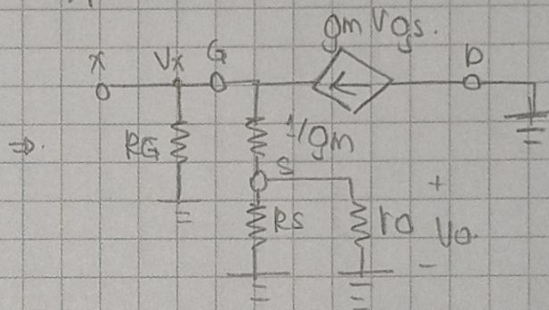
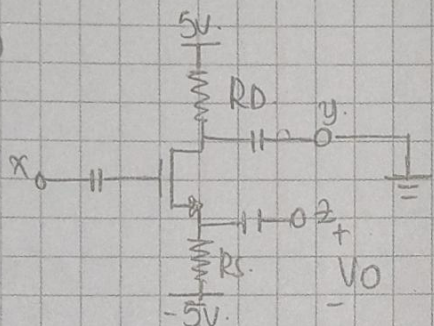
$$R_s = \frac{38}{4} k \Rightarrow \boxed{R_s = 9,5k \Omega}$$

$$R_D = \frac{5V - V_D}{I_D} \Rightarrow R_D = \frac{5V}{0,4mA} \Rightarrow \frac{25}{4,2} k \Rightarrow \boxed{R_D = 12,5k \Omega}$$

$$(b) \quad g_m = \frac{2I_D}{V_{GS} - V_{th}} \Rightarrow g_m = \frac{2mA}{V}$$

$$r_o = \frac{V_A}{I_D} \Rightarrow r_o = \frac{40V}{0,4mA} \Rightarrow \frac{400k}{4} \Rightarrow \boxed{r_o = 100k \Omega}$$

(c)

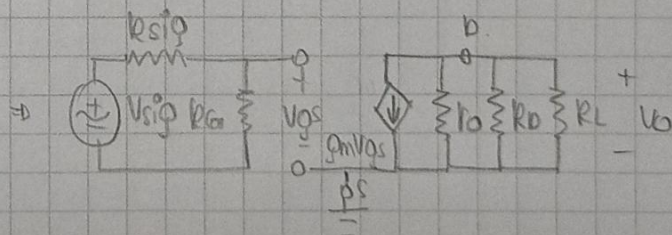
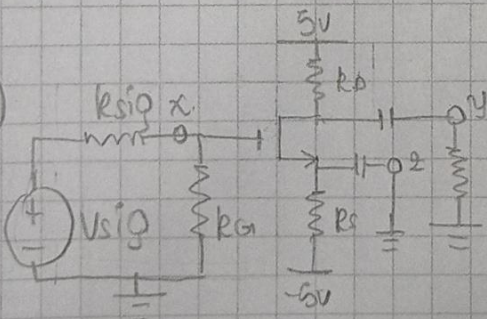


$$V_x = V_{IN} = V_{GS}$$

$$V_D = \frac{[R_s || r_o]}{[R_s || r_o] + 1/g_m} V_x \Rightarrow \frac{V_D}{V_{IN}} = \frac{[9,5k || 100k]}{[9,5k || 100k] + 1/2mA}$$

$$A_v = 0,9455 \frac{V}{V} \quad Z_{out} = \frac{1}{g_m} || [R_s || r_o] = 472,7544$$

(d)



$$V_{GS} = \frac{R_G}{R_G + R_{sig}} V_{sig}$$

DD | MM | AA

$$V_O = [R_L \parallel r_o \parallel R_D] (-g_m V_{GS}) \Rightarrow V_O = - \frac{[R_L \parallel r_o \parallel R_D] g_m R_G}{R_G + R_{sig}} V_{sig}$$

$$\frac{V_O}{V_{sig}} = - \frac{[10k \parallel 100k \parallel 12,5k] (2mA) (10M)}{11k} \Rightarrow$$

$$A_V = - 9,5694 \frac{V}{V}$$