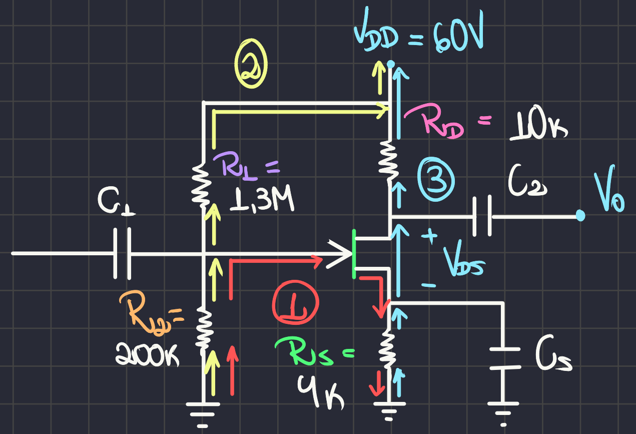
Prova 2 ⇒

Nome: Victor Henrique de Moura Netto
RA: 2090910

1)



- sabendo que:

$V_{GS(off)} = -4V$

$I_{DSS} = 4mA$

$\cancel{I_G} = I_1 - I_3 \Rightarrow I_1 = I_3$

- encontrando a corrente I_1 a partir da malha 2:

$200k\, I_1 + 1{,}3M\, \underbrace{\cancel{I_3}}_{I_1} + 60 = 0 \Rightarrow$

$1{,}5 \cdot 10^6 I_1 = -60 \Rightarrow I_1 = -40 \cdot 10^{-6} = -40\mu A$

- realizando a malha 1 e isolando I_s:

$200 \cdot 10^3 I_1 + V_{gs} + 4k I_s = 0 \Rightarrow$

$200 \cdot 10^3 (-40 \cdot 10^{-6}) + V_{gs} + 4k I_s = 0 \Rightarrow$

$-8 + V_{gs} + 4k I_s = 0 \Rightarrow 4k I_s = 8 - V_{gs} \Rightarrow I_s = \frac{8 - V_{gs}}{4k}$

- como $I_s = I_D$: $I_D = \frac{8 - V_{gs}}{4k}$

- substituindo I_D e encontrando seu valor:

$I_D = I_{DSS}\left(1 - \frac{V_{gs}}{V_{gs(off)}}\right)^2 \Rightarrow \frac{8 - V_{gs}}{4k} = I_{DSS}\left(1 - \frac{V_{gs}}{V_{gs(off)}}\right)^2 \Rightarrow$

$\frac{8 - V_{gs}}{4k} = 4m\left(1 + \frac{V_{gs}}{4}\right)^2 \Rightarrow \frac{8 - V_{gs}}{4k} = 4m\left(1 + \frac{V_{gs}}{2} + \frac{V_{gs}^2}{16}\right) \Rightarrow$

$8 - V_{gs} = 16 + 8V_{gs} + V_{gs}^2 \Rightarrow V_{gs}^2 + 9V_{gs} + 8 = 0$

$S = -9 \quad P = 8$

$\Downarrow \quad V_{gs}' = -8V \quad V_{gs}'' = -1V$

$$I_D = \frac{8 - V_{gs}}{4k} \Rightarrow I_S = \frac{8+1}{4k} = 2{,}25mA$$

- por fim, para encontrar a malha ③ :

$$-4kI_S - V_{DS} - 10kI_D + 60 = 0 \Rightarrow$$

$$-4k(2{,}25 \cdot 10^{-3}) - V_{DS} - 10k(2{,}25 \cdot 10^{-3}) + 60 = 0 \Rightarrow$$

$$-9 - V_{DS} - 22{,}5 + 60 = 0 \Rightarrow V_{DS} = 28{,}5V$$

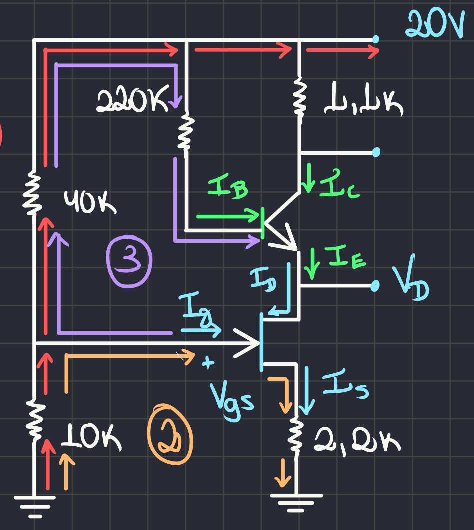
$\therefore$

$I_D = 2{,}25mA$

$V_{gs} = -1V$

$V_{DS} = 28{,}5V$

2)



$V_{gs(off)} = -4V$

$I_{DSS} = 8mA$

$\beta = 80$

$I_g = 0$

- fazendo a malha 2 para isolar I_s:

$$10K I_1 + V_{gs} + 2{,}2K I_s = 0 \rightarrow 2{,}2K I_s = -V_{gs} - 10K I_1 \rightarrow$$

$$I_s = \frac{-V_{gs} - 10K I_1}{2{,}2K}$$

- agora, na malha 1, e sabendo que $I_1 = I_2 = I_3$:

$$10K I_1 + 40K I_1 + 20 = 0 \rightarrow 50K I_1 = -20 \rightarrow$$

$$I_1 = \frac{-20}{50 \cdot 10^3} \rightarrow I_1 = -0{,}4mA$$

- como $I_s = I_D$, substituindo I_1:

$$I_D = \frac{-V_{gs} - 10K(-0{,}4m)}{2{,}2K} \rightarrow I_D = \frac{4 - V_{gs}}{2{,}2K}$$

$$I_D = I_{DSS}\left(1 - \frac{V_{gs}}{V_{gs(off)}}\right)^2 \rightarrow \frac{4 - V_{gs}}{2{,}2K} = 8m\left(1 + \frac{V_{gs}}{4}\right)^2 \rightarrow$$

$$4 - V_{gs} = 17{,}6\left(1 + \frac{V_{gs}}{4}\right)^2 \rightarrow 4 - V_{gs} = 17{,}6\left(1 + \frac{V_{gs}}{2} + \frac{V_{gs}^2}{16}\right) \rightarrow$$

$$4 - V_{gs} = 17{,}6 + 8{,}8V_{gs} + 1{,}1V_{gs}^2 \rightarrow 1{,}1V_{gs}^2 + 9{,}8V_{gs} + 13{,}6 = 0 \rightarrow$$

$$V_{gs}^2 + 8{,}909 V_{gs} + 12{,}364 = 0$$

$$V_{gs} = \frac{-8{,}909 \pm \sqrt{[8{,}909^2 - 4(12{,}364)]}}{2} \rightarrow$$

$$V_{gs} = \frac{-8{,}909 \pm 5{,}469}{2} \Rightarrow V_{gs}' = -1{,}72V$$

$$V_{gs}'' = -7{,}189V$$

- substituindo o valor de V_{gs} em I_D :

$$I_D = \frac{4 - V_{gs}}{2{,}2k} \Rightarrow I_D = \frac{4 + 1{,}72}{2{,}2k} = \boxed{2{,}6\,mA}$$

- por fim, encontrando V_D :

$$I_D = I_e \Rightarrow I_b = \frac{I_e}{(\beta + 1)} = \frac{2{,}6 \cdot 10^{-3}}{81} = 32{,}1\,\mu A$$

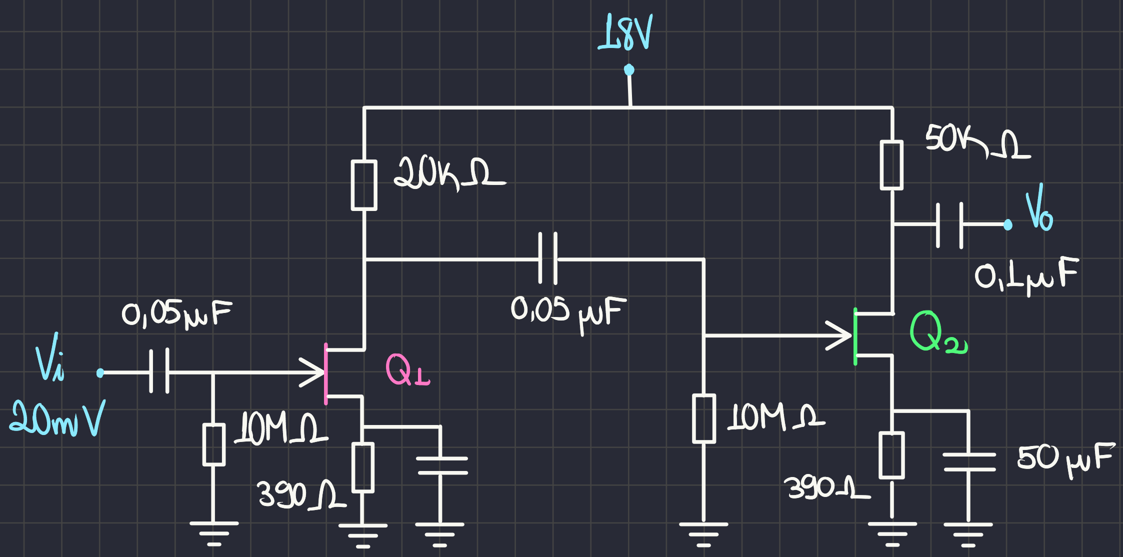
$$V_D = V_B - V_{BE} \Rightarrow V_D = [20 - (220 \cdot 10^3 \cdot 32{,}1 \cdot 10^{-6})] - 0{,}7 \Rightarrow$$

$$V_D = 12{,}938 - 0{,}7 \Rightarrow \boxed{V_D = 12{,}238\,V}$$

$\therefore$

$$\boxed{\begin{aligned} V_{gs} &= -1{,}72\,V \\ I_D &= 2{,}6\,mA \\ V_D &= 12{,}238\,V \end{aligned}}$$

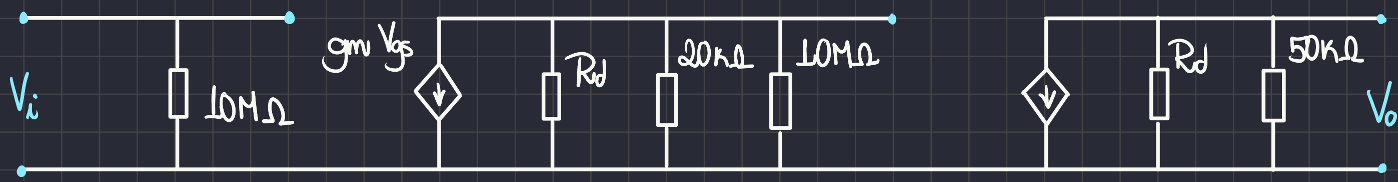
3)



⇝ informações do datasheet:

$I_{DSS} = 12mA$ $\quad V_{gs(off)} = -3V$ $\quad r_d = 30k$

a) no modelo AC:



b) - calculando V_{gs}, usando $R_s = 390\Omega$:

$$V_{gs} = -I_D \cdot R_s \rightarrow I_D = -\frac{V_{gs}}{R_s} = -\frac{V_{gs}}{390}$$

- substituindo I_D na fórmula:

$$I_D = I_{DSS}\left(1 - \frac{V_{gs}}{V_{gs(off)}}\right)^2 \rightarrow -\frac{V_{gs}}{390} = 12m\left(1 + \frac{V_{gs}}{3}\right)^2 \rightarrow$$

$$-V_{gs} = 4{,}68\left(1 + \frac{2V_{gs}}{3} + \frac{V_{gs}^2}{9}\right) \rightarrow -V_{gs} = 4{,}68 + 3{,}12V_{gs} + 0{,}52V_{gs}^2 \rightarrow$$

$$0{,}52V_{gs}^2 + 4{,}12V_{gs} + 4{,}68 = 0 \rightarrow V_{gs}^2 + 7{,}923V_{gs} + 9 = 0$$

$$V_{gs} = \frac{-7{,}923 \pm \sqrt{(7{,}923)^2 - 4(9)}}{2} \rightarrow$$

$$V_{gs} = \frac{-7{,}923 \pm 5{,}174}{2} \Rightarrow V_{gs}' = -1{,}375V$$

$$V_{gs}'' = -6{,}549V$$

- calculando o valor de gm :

$$g_m = \frac{2 \cdot I_{DSS}}{|V_{gs(off)}|}\left(1 - \frac{V_{gs}}{V_{gs(off)}}\right) = \frac{2 \cdot 12m}{|-3|}\left(1 - \frac{(-1,375)}{-3}\right) \Rightarrow$$

$$g_m = 8m\,(0,542) \Rightarrow g_m = 4,336\,mS$$

- por fim, calculando os ganhos :

$$A_{v_1} = -g_m\,(R_d \,//\, 20k \,//\, 10M) \Rightarrow$$

$$R_e = \left(\frac{30k \cdot 20k}{50k}\right) \Rightarrow$$

$$R_e = \frac{12k \cdot 10M}{12k + 10M} \Rightarrow$$

$$R_e = 11,986\,k\Omega$$

$$A_{v_1} = -4,336m\,(11,986\,k) \Rightarrow$$

$$A_{v_1} = -51,971$$

$$A_{v_2} = -g_m\,(R_d \,//\, 50k) \Rightarrow$$

$$R_e = \frac{30k \cdot 50\cancel{k}}{80\cancel{k}} = 18,75\,k\Omega$$

$$A_{v_2} = -4,336m\,(18,75\,k) \Rightarrow$$

$$A_{v_2} = -81,3$$

$$\therefore \quad A_{vT} = A_{v_1} \cdot A_{v_2} \Rightarrow A_{vT} = 4,225\,k$$