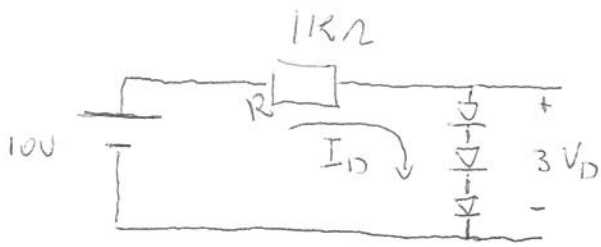


* Aula 04

o Exercício => Análise c.c.



o Leis das malhas

$$1 \cdot 10^3 I_D + 3V_D = 10$$

o Para $I_D = I_s \exp\left(\frac{V_D}{V_T}\right)$

$$\Rightarrow 1 \cdot 10^3 \cdot I_s \cdot \exp\left(\frac{V_D}{V_T}\right) + 3V_D = 10$$

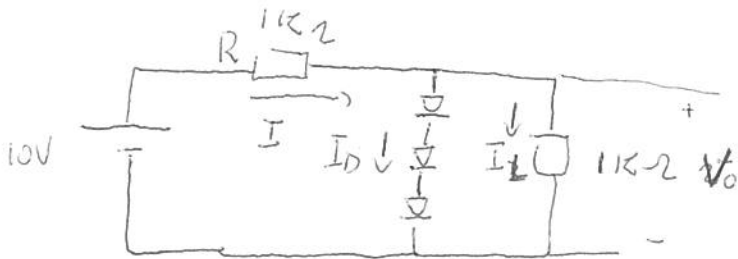
$\nearrow 25 \cdot 10^3$

$\searrow 2,6 \cdot 10^{-16}$

↓ Cálculo numérico -> solve

Ponto de Operação $\left\{ \begin{array}{l} V_D = 0,7754V \Rightarrow V_o = 2,3262V \\ I_D = 7,6738 \cdot 10^{-3}A \end{array} \right.$

~> MatLab



$$\left\{ \begin{array}{l} I = I_D + I_L \\ V_o = 3V_D \\ I_D = I_s \exp\left(\frac{V_D}{V_T}\right) \\ I_L = \frac{V_o}{R_L} = \frac{3V_D}{R_L} \end{array} \right.$$

$$V_o = 10 - R \cdot I \Rightarrow I = \frac{10 - V_o}{R} = \frac{10 - 3V_D}{R}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I = I_D + \frac{3V_D}{R_L} \\ \searrow I_s \exp\left(\frac{V_D}{V_T}\right) \\ \searrow \frac{10 - 3V_D}{R_o} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow I_s \exp\left(\frac{V_D}{V_T}\right) + \frac{3V_D}{R_L} = \frac{10 - 3V_D}{R}$$

$$I_s \exp\left(\frac{V_D}{V_T}\right) + \frac{3V_D}{R_L} + \frac{3V_D}{R} - \frac{10}{R} = 0$$

$\nearrow 2,6 \cdot 10^{-16}$

$\searrow 25 \cdot 10^3$ $\searrow 1000$ $\searrow 1000$ $\searrow 1000$

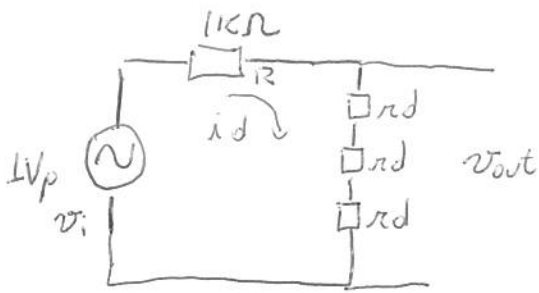
↓ $\left\{ \begin{array}{l} V_D = 0,7666V \Rightarrow V_{out} = 2,2998V \\ I_D = 5,4011 \cdot 10^{-3}A \end{array} \right.$

Ponto de Operação

* Aula 04

o Exercício => Análise de pequenos sinais

Modelo linearizado em torno do ponto de operação



$$r_d = \frac{V_T}{I_D} = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{5,41 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow r_d = 4,6278$$

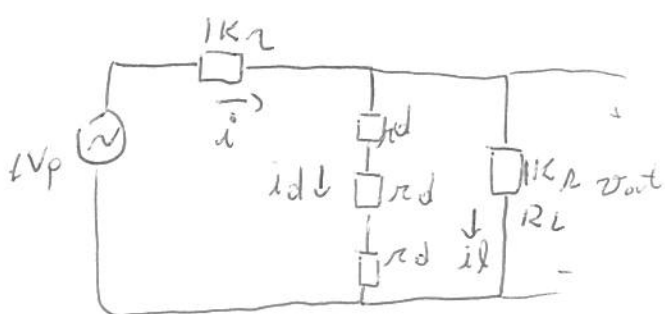
$$i_d = \frac{v_i}{R + 3r_d} = \frac{1}{10^3 + 3 \cdot 4,6278} \Rightarrow i_d = 9,903 \cdot 10^{-4} \text{ A}_p$$

$$v_{out} = 3r_d \cdot i_d \Rightarrow 3 \cdot 4,6278 \cdot 9,903 \cdot 10^{-4} \Rightarrow v_{out} = 13,6959 \text{ mV}_p$$

$$V_{out} = V_{OUT} + v_{out} \Rightarrow V_{out} = 2,2998 \pm 13,6959 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

\downarrow análise C.C. \downarrow análise de pequenos sinais

obs: Um modo mais exato de resolver é não linearizar, ou seja, não utilizar r_d . Para isto, temos que refazer a análise c.c. para $V_{fonte} = 9V$ e $V_{fonte} = 11V$. Vocês perceberão que a variação não é simétrica em torno de $2,2998V$ (V_{out}).



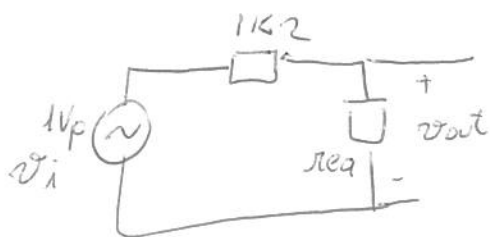
$$r_d = \frac{V_T}{I_D} = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{5,411 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow r_d = 4,6287 \Omega$$

$$R_{req} = R_L // 3r_d \Rightarrow R_{req} = 13,6959 \Omega$$

\downarrow 1000

$$v_{out} = \frac{v_i}{R + R_{req}} \cdot R_{req} \Rightarrow v_{out} = 13,5108 \text{ mV}_p$$

\downarrow 1000 \downarrow 13,69



$$V_{out} = V_{OUT} + v_{out} \Rightarrow V_{out} = 2,2998 \pm 13,5108 \cdot 10^{-3} \text{ V}_p$$