

1. a) $N_A > N_D \Rightarrow$ SE COMPORTA COMO TIPO P CON

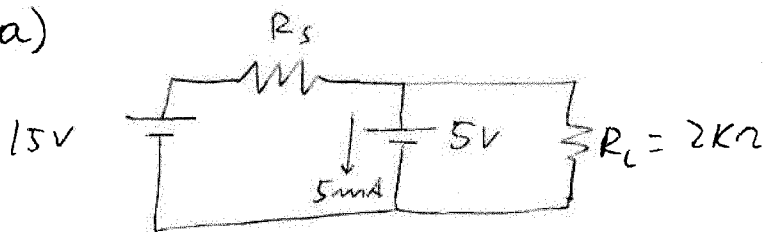
$$N_A' = N_A - N_D = 3 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$$

$$p \approx 3 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$$

$$n = \frac{n_i^2}{p} = 700'83 \text{ cm}^{-3}$$

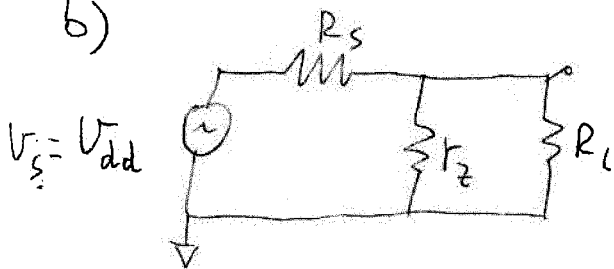
$$\begin{aligned} b) \quad p \gg n \Rightarrow \sigma &\approx \frac{1}{\rho} \approx q \mu_p p = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 471 \frac{\text{cm}^2}{\text{Vs}} \cdot 3 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3} = \\ &= 22'6 \frac{1}{\Omega \text{ cm}} \Rightarrow \rho = \underline{\underline{0'044 \Omega \text{ cm}}} \end{aligned}$$

2. a)



$$\frac{15\text{V} - 5\text{V}}{R_s} = 5\text{mA} + \frac{5\text{V}}{2\text{k}\Omega} = 7'5 \text{ mA} \Rightarrow \underline{\underline{R_s = 1'33 \text{ k}\Omega}}$$

b)



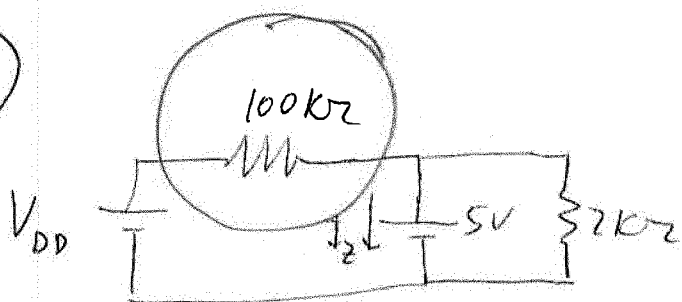
$$V_o = V_{dd} \cdot \frac{r_z \parallel R_L}{r_z \parallel R_L + R_s}$$

$$F_L = \frac{r_z \parallel R_L}{r_z \parallel R_L + R_s} = \frac{5'1 \cdot 10^3}{5'1 \cdot 10^3 + 1'33 \cdot 10^3} = 7'6 \cdot 10^{-3}$$

$$r_z = \frac{2'258 \text{ mV}}{5 \text{ mA}} = 10'32 \Omega$$

$$r_z \parallel R_L = 10'26 \Omega \approx r_z$$

c)



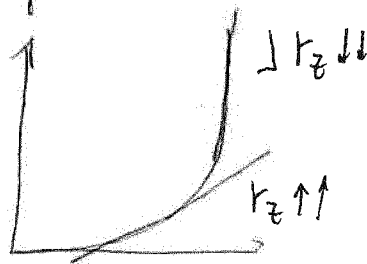
$$I_z = \frac{15V - 5V}{385k\Omega} - \frac{5V}{2k\Omega} = \cancel{0.4mA} (2.6 - 2.5) mA = 0.1mA$$

$$r_z' = \frac{2.258mV}{0.1mA} = 516\Omega \quad (\text{Mayor que en caso b}).$$

$$F_L = \frac{r_z' \parallel R_L}{r_z' \parallel R_L + R_S} = \cancel{0.97} 0.096$$

$$r_z' \parallel R_L = 516\Omega \parallel 2k\Omega = 410.17\Omega$$

Comparado con el caso b), la regulación es mucho peor debido a que la resistencia dinámica (peq. señal) es mucho mayor. Esto sucede cuando los diodos conducen pero todavía con poca corriente.



3.- a) $V_{DS} = V_{GS} \Rightarrow \text{SATURACIÓN}$

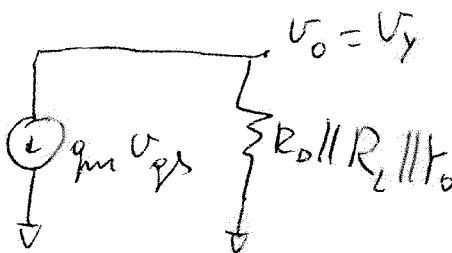
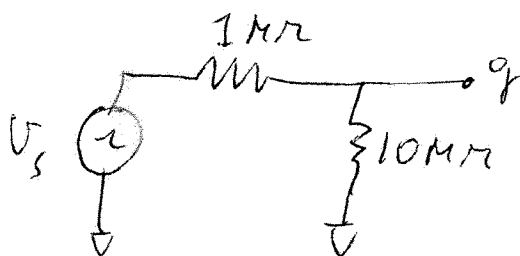
$$I_{DS} = 0.1 \text{ mA} = \frac{k_n}{2} [V_{GS} - V_T]^2 \Rightarrow [V_{GS} - V_T] = \pm \sqrt{\frac{0.2 \text{ mA}}{0.8 \text{ mA/V}^2}}$$

$$\Rightarrow V_{GS} = 1 \text{ V} + 0.5 \text{ V} = 1.5 \text{ V}$$

$$\cdot V_{GS} = 1.5 \text{ V} \Rightarrow V_S = -1.5 \text{ V} \Rightarrow R_S = \frac{-1.5 \text{ V} - (-5 \text{ V})}{0.1 \text{ mA}} = 35 \text{ k}\Omega$$

$$\cdot R_D = \frac{5 \text{ V} - 0 \text{ V}}{0.1 \text{ mA}} = 50 \text{ k}\Omega$$

b)



$$\frac{v_o}{v_s} = -g_m \cdot \frac{10}{1+10} \cdot R_D \parallel R_L \parallel r_o = \underline{\underline{-7.7}}$$

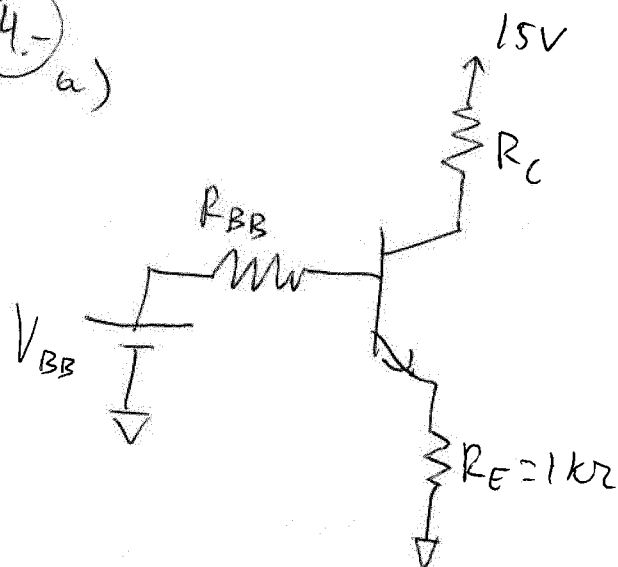
$$g_m = k_n [V_{GS} - V_T] = 0.8 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2} \cdot 0.5 \text{ V} = 0.4 \cdot 10^{-3} \text{ S}$$

$$r_o = \frac{V_A}{I_D} = \frac{40 \text{ V}}{0.1 \text{ mA}} = 400 \text{ k}\Omega$$

$$R_D \parallel R_L \parallel r_o = \underline{\underline{21.05 \text{ k}\Omega}}$$

$$50 \text{ k}\Omega \parallel 40 \text{ k}\Omega \parallel 400 \text{ k}\Omega = 21.05 \text{ k}\Omega$$

4. a)



$$V_{BE} = 15V \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 10V$$

$$R_{BB} = R_1 \parallel R_2 = 33'33 \text{ k}\Omega$$

• SUPONEMOS ACTIVA

$$10V = I_{BB} \cdot R_{BB} + V_{BE} + I_E \cdot R_E =$$

$$= I_B \cdot R_{BB} + 0'7V + (\beta_F + 1) I_B \cdot R_E \quad (*)$$

$$\Rightarrow I_B = \frac{10V - 0'7V}{33'33 \text{ k}\Omega + 301 \text{ k}\Omega} = 27'8 \mu A$$

$$\Rightarrow I_C = 300 \cdot I_B = 8'34 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow I_E = 8'37 \text{ mA}$$

Por tanto:

$$V_C = 15V - I_C \cdot R_C = 14'66$$

$$(**) V_E = I_E \cdot R_E = 8'37V$$

$$(+++) V_B = V_E + 0'7V = 9'07V$$

$$V_{CE} = 5'8V$$

SE VERIFICA QUE ESTÁ EN ACTIVA

b) Si mantenemos la suposición de que está en activa todo igual menos:

$$V_C = 15V - I_C \cdot R_C = 15V - 41'7V < V_B \Rightarrow \text{UNIÓN BC EN DIRECTO} \Rightarrow \text{SUPOSICIÓN ERRÓNEA. REALMENTE ESTÁ EN SATURACIÓN.}$$

c) Mientras esté en activa se verifican (*), (**) y (***).
Solo cambia V_C . El límite (tensión más baja) es
aquella para la cual $V_C = V_E + 0.2V = 8.57V$
y esto sucede para una R_C tal que:

$$R_C = \frac{15V - 8.57V}{8.34mA} = 770.98\Omega$$