

Problema 2

(10 puntos)

Dado el circuito de la figura 2.1

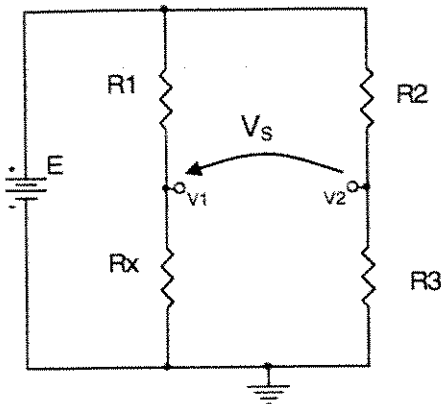


figura 2.1

Datos: $E=10V$

$R_x = 48 \Omega$ para $T_{a1}=25^\circ C$ con $CTR = 400 \text{ ppm}/^\circ C$

$R_1 = 58 \Omega$ $R_2 = 80 \Omega$ $R_3 = 60 \Omega$

a) Calcule el valor de la temperatura ambiente (T_{a2}) si la $V_s=250mV$.

(10 pts)

$$V_s = V_1 - V_2 = \frac{E \cdot R_x}{R_x + R_1} - \frac{E R_3}{R_2 + R_3} ;$$

$$R_x = \frac{R_1 \left(V_s + \frac{E R_3}{R_2 + R_3} \right)}{E - \left(V_s + \frac{E R_3}{R_2 + R_3} \right)} = \frac{58 \Omega \cdot \left(0,25V + \frac{10V \cdot 60 \Omega}{80 \Omega + 60 \Omega} \right)}{10V - \left(0,25V + \frac{10V \cdot 60 \Omega}{80 \Omega + 60 \Omega} \right)} = 48,143 \Omega = R_x(t_{a2})$$

$$CTR_x = \frac{1}{R(t_{a1})} \cdot \frac{R_x(t_{a2}) - R_x(t_{a1})}{t_{a2} - t_{a1}} \cdot 10^6 \text{ ppm}/^\circ C$$

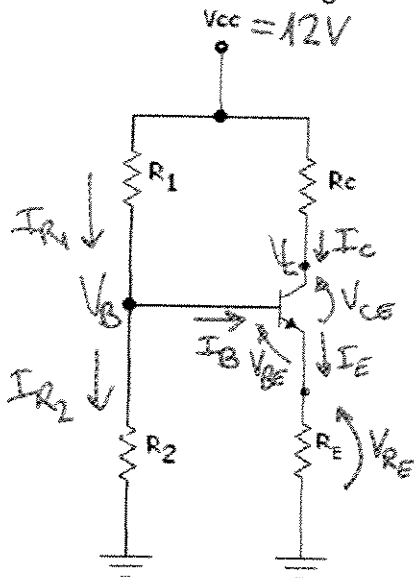
$$t_{a2} = t_{a1} + \frac{R_x(t_{a2}) - R(t_{a1})}{R_x(t_{a1}) \cdot CTR_x} \cdot 10^6 = 25^\circ C + \frac{48,143 \Omega - 48 \Omega}{48 \Omega \cdot 400 \text{ ppm}/^\circ C} \cdot 10^6 = 32,44^\circ C$$

$$t_{a2} = 32,44^\circ C$$

Problema 3

Del circuito de la figura 3.1 se conocen los siguientes datos:

(20 puntos)



$V_{CC} = 12V$
 $R_1 = 2,2 k\Omega$
 $R_2 = 910 \Omega$
 Transistor: $\begin{cases} V_{BE_T} = 0,6V \\ \beta = 40 \end{cases}$

figura 3.1

- a) Calcule los valores de R_C y R_E si se desea que $V_{CE} = 3,6V$ y $V_C = 6,4V$. (20 ptos)

$$\begin{aligned} V_B &= V_{BE} + V_{RE} \\ V_C &= V_{CE} + V_{RE} \rightarrow V_{RE} = 6,4 - 3,6 = 2,8V \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} V_B &= V_{BE} + V_{RE} \\ V_C &= V_{CE} + V_{RE} \end{aligned}} \right\} V_B = 0,6 + 2,8 = 3,4V$$

$$\begin{aligned} I_{R_1} &= \frac{V_{CC} - V_B}{R_1} = \frac{12 - 3,4}{2,2} = 3,91 mA \\ I_{R_2} &= \frac{V_B}{R_2} = \frac{3,4V}{910 \Omega} = 3,73 mA \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} I_{R_1} &= \frac{V_{CC} - V_B}{R_1} \\ I_{R_2} &= \frac{V_B}{R_2} \end{aligned}} \right\} I_B = 0,18 mA$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 7,2 mA$$

$$R_C = \frac{12 - 6,4}{7,2} = 0,77 k\Omega$$

$$R_E = \frac{2,8}{7,2 + 0,18} = 0,38 k\Omega$$

Problema 4

(20 puntos)

Del circuito de la figura 4.1 se conoce:

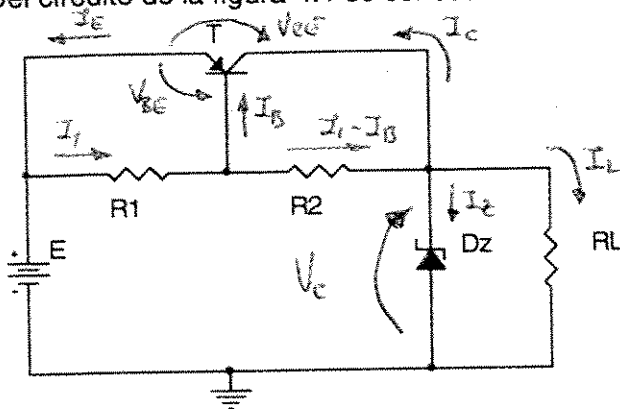


figura 4.1

Datos: $E = 10V$

Transistor T

$\beta = 50$, $V_{BE\gamma} = -0,6V$, $V_{CEsat} = -0,2V$

Zener

$|V_Z| = 5V$, $|I_{ZK}| = 10mA$, $|I_{ZM}| = 200mA$

$R_1 = 6\Omega$

$R_2 = 43\Omega$

- a) Indique, justificadamente, la zona de funcionamiento del transistor T cuando el diodo se encuentra trabajando en la zona Zener. (5 pts)

Si D_z está en la zona Zener $V_c = V_z = 5V$

$V_{CE} = V_c - E = 5V - 10V = -5V < V_{CEsat}$ luego T está en Activa

- b) Calcule los valores de R_L que hacen que el diodo funcione siempre en la zona Zener sin quemarse. (15 pts)

D_z en Zener T en Activa. $\begin{cases} V_{BE} = V_{BE\gamma} = -0,6V \\ I_C = \beta I_B \end{cases}$ demostrados en a)

Condición para que esté en Zener: $I_{ZK} \leq I_Z \leq I_{ZM}$

$I_Z = I_1 - I_B - I_C - I_L$; $I_L = \frac{V_Z}{R_L}$; $I_1 = \frac{-V_{BE\gamma}}{R_1}$; $E - V_Z = I_1(R_1 + R_2) - I_B R_2$

$I_1 = \frac{0,6V}{6\Omega} = 100\mu A$; $I_B = \frac{-10V + 5V + 100\mu A(6\Omega + 43\Omega)}{43\Omega} = -2,32mA$ $I_B = \frac{-E + V_Z + I_1(R_1 + R_2)}{R_2}$

$I_C = \beta \cdot I_B = 50 \cdot (-2,32mA) = -116,27\mu A$

$I_{ZK} \leq I_1 - I_B - I_C - \frac{V_Z}{R_L} \leq I_{ZM}$

$R_L \geq \frac{V_Z}{I_1 - I_B - I_C - I_{ZK}} = \frac{5V}{100\mu A + 2,32mA + 116,27\mu A - 10\mu A} = 23,968\Omega$

$R_L \leq \frac{V_Z}{I_1 - I_B - I_C - I_{ZM}} = \frac{5V}{100\mu A + 2,32mA + 116,27\mu A - 200\mu A} = 268,75\Omega$

$$23,97\Omega \leq R_L \leq 268,75\Omega$$

Problema 5

(5 puntos)

Se dispone de un cristal semiconductor de Silicio (longitud $L=1\text{ cm}$ y área $S=5\text{ mm}^2$, en el cual se han difundido homogéneamente átomos de Galio (trivalente) en una concentración de 10^{16} cm^{-3} , a una temperatura de 300 K .

DATOS: $\sigma = e \cdot q \cdot \mu (\Omega\text{ cm})^{-1}$; Ley del producto $n_i^2 = n \cdot p$; $q = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$;
 $\mu_n = 1500\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$; $\mu_p = 300\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ $R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{L}{S} (\Omega)$
 $n_i = 2 \cdot 10^{10}\text{ cm}^{-3}$

a) Calcule la concentración de portadores mayoritarios y minoritarios en la pastilla de Silicio antes mencionada. (2 pts)

Mayoritarios $\rightarrow p \approx N_A = 10^{16}\text{ cm}^{-3}$ $n_i^2 = n \cdot p$

Minoritarios $\rightarrow n = \frac{(2 \cdot 10^{10})^2}{10^{16}} = 4 \cdot 10^4\text{ cm}^{-3}$

b) Calcule la corriente que circulará por la pastilla si le aplicamos una diferencia de potencial de 5 V entre sus extremos. (3 pts)

$\sigma \approx \sigma_{\text{mayoritarios}} = p \cdot q \cdot \mu_p = 10^{16} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 300 = 0,48 (\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$

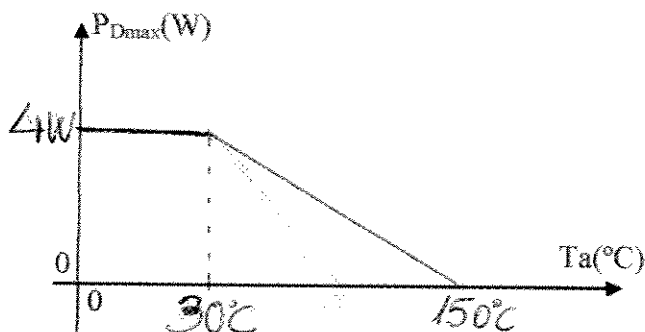
$I = \frac{5\text{ V}}{\frac{1}{\sigma} \cdot \frac{L}{S}} = \frac{5\text{ V}}{1\text{ cm}} \cdot 0,48 \Omega \cdot \text{cm}^{-1} \cdot 5 \cdot 10^{-2}\text{ cm}^2 = 0,12\text{ A}$

Problema 6

(10 puntos)

Se dispone de un transistor con los siguientes datos: $P_N(T_{a0})=4\text{ W}$, $R_{thj-a}=30^\circ\text{C/W}$, $T_{j\text{max}}=150^\circ\text{C}$

a) Dibuje la curva de desvataje del componente, justificando todos los valores, incluyendo el valor de T_{a0} . (4 pts)



$R_{thja} = \frac{T_{j\text{max}} - T_{a0}}{P_{D\text{max}}}$

$T_{a0} = 150 - 4 \cdot 30 = 30^\circ\text{C}$

b) Calcule el valor de la temperatura en la unión si el transistor disipa 3 W y la temperatura ambiente es de 70°C . (2 pts)

$T_j = T_a + P_D \cdot R_{thja} = 70 + 3 \cdot 30 = 160^\circ\text{C} > T_{j\text{max}}$
 Se quema

c) Calcule el margen de valores de la R_{thd-a} del disipador que habrá que colocar para que el transistor pueda disipar 3 W a una temperatura ambiente de 70°C . Dato: $R_{thj-c}=5^\circ\text{C/W}$ (4 pts)

$R_{th}^1 = \frac{150 - 70}{3} = 26,6^\circ\text{C/W} = R_{thjc} + R_{thcd} + R_{thda}$

$R_{thda} = 21,66^\circ\text{C/W}$

El margen será $0 \leq R_{thda} \leq 21,6^\circ\text{C/W}$

Problema 7

(20 puntos)

Del circuito de la figura 7.1 se conoce:

Datos:

$$V_{DD} = 12V$$

Transistor T_1 y T_2

$$K = 4mA/V^2$$

$$|V_T| = 3V \quad V_T =$$

$$R_2 = 200\Omega$$

$$R_L = 125\Omega$$

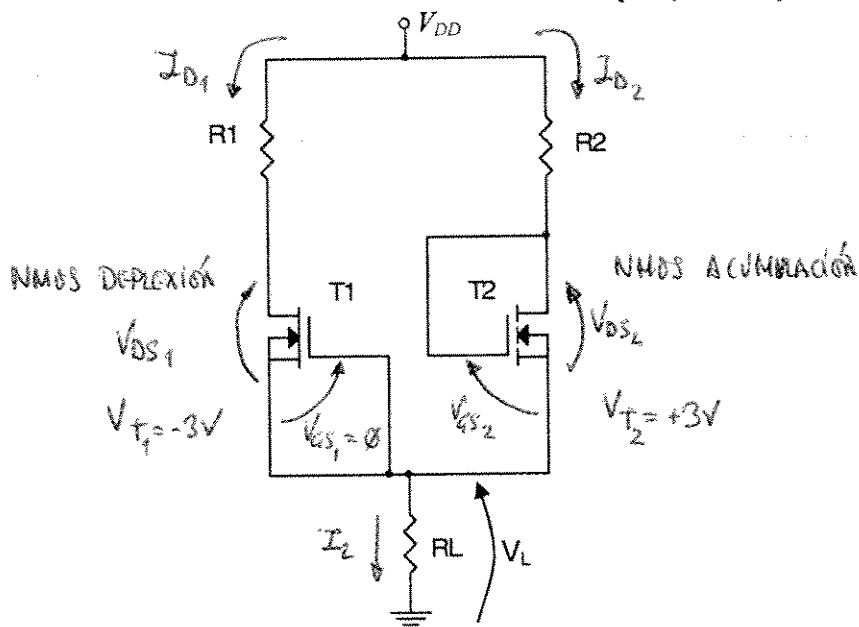


figura 7.1

a) Calcular el valor de R_1 para que la tensión en la carga V_L sea de 4V.

(20 pts)

T_2 $V_{GS2} = V_{DS2} \Rightarrow V_{DS2} \geq V_{GS2} - V_{T2} = V_{DS2} - 3V$ SIEMPRE luego T_2 en SAT.

Supongo T_1 en OHMICA.

$$R_{OS1} = \frac{1}{K(V_{GS1} - V_{T1})} = \frac{1}{4mA/V^2 \cdot (0 + 3V)} = 83,3\Omega$$

T_2 en SAT.

$$\left. \begin{aligned} I_{D2} &= K(V_{DS2} - V_{T2})^2 \\ V_{DD} - V_{DS2} - V_L &= I_{D2} \cdot R_2 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} V_{DS2}^2 (R_2 K) + V_{DS2} (1 - 2KV_{T2}R_2) + V_L - V_{DD} + KV_{T2}^2 R_2 &= 0 \\ V_{DS2} &= \begin{cases} 4,9579V \\ -0,2V \end{cases} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{DS2} &= 4,95V \\ I_{D2} &= 15,24\mu A \end{aligned}$$

$$I_{D1} = I_L - I_{D2} = \frac{V_L}{R_L} - I_{D2} = \frac{4V}{125\Omega} - 15,24\mu A = 16,76\mu A$$

$$V_{DD} - V_L = I_{D1} (R_{OS1} + R_1) \quad R_1 = \frac{V_{DD} - V_L - I_{D1} R_{OS1}}{I_{D1}} = \frac{12V - 4V - 16,76\mu A \cdot 83,3\Omega}{16,76\mu A} = 394\Omega$$

con este valor de R_1 $V_{DS1} = R_{OS1} \cdot I_{D1} = 83,3\Omega \cdot 16,76\mu A = 1,27V < V_{GS1} - V_{T1} = 3V$
luego T_1 está en OHMICA.

$$\boxed{R_1 = 394\Omega}$$