



ASIGNATURA	COMPONENTES ELECTRÓNICOS	FECHA	10/2/2006
APELLIDOS, NOMBRE	SOLUCIÓN	Nº lista	

NOTA: RESPONDA EN LOS HUECOS DEJADOS PARA TAL FIN, CON BOLÍGRAFO AZUL O NEGRO. NO SE CORREGIRÁ NADA ESCRITO FUERA. EN LA CORRECCIÓN SE TENDRÁ EN CUENTA TANTO EL DESARROLLO COMO EL RESULTADO.

Problema 1

(15 puntos)

En el circuito de la figura 1.1 se utiliza un diodo cuya característica I-V es la mostrada en la figura 1.2. Se pide que **calcule** (y **marque en la figura 1.2**) el punto de polarización del diodo Dz en los siguientes casos:

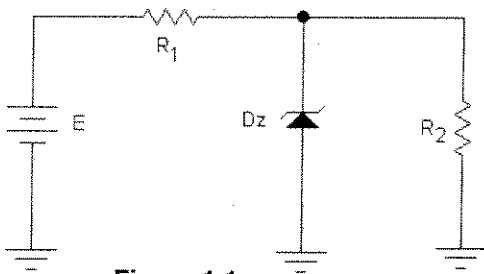
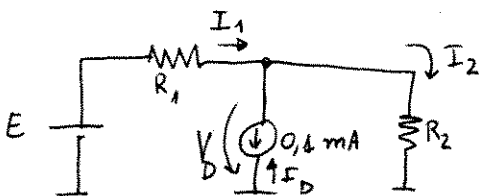


Figura 1.1

a) $E = 4V$, $R_1 = 1k\Omega$, $R_2 = 1k\Omega$ (7 ptos)

D_z supongo en "III"

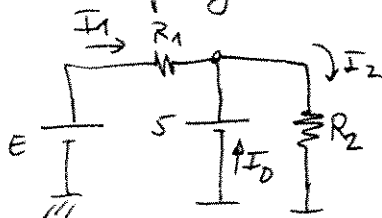


$$\begin{aligned} E &= R_1 \cdot I_1 + R_2 \cdot I_2 \\ I_1 &= I_2 + 0,1 \text{ mA} \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} 4 &= 1 \cdot (I_2 + 0,1) + 1 \cdot I_2 \\ 3,9 &= 2 \cdot I_2 \end{aligned} \right. \quad \begin{aligned} I_2 &= 1,95 \text{ mA} \\ I_1 &= 2,05 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$Q \quad \left\{ \begin{aligned} V_D &= -R_2 \cdot I_2 = -1,95V \\ I_D &= -0,1 \text{ mA} \end{aligned} \right\} \text{ Pertenece a la zona supuesta.}$$

b) $E = 10V$, $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 5 k\Omega$ (8 ptos)

Supongo en "I": $V_D = -5V$



$$I_2 = \frac{5}{R_2}$$

$$I_1 = \frac{E - 5}{R_1}$$

$$I_1 + I_D = I_2 \rightarrow I_D = \frac{5}{5} - \frac{10-5}{0,1} = 1 - 50 = -49 \text{ mA}$$

$$Q \quad \left\{ \begin{aligned} V_D &= -5V \\ I_D &= -49 \text{ mA} \end{aligned} \right\} \rightarrow \text{pertenece a la zona supuesta.}$$

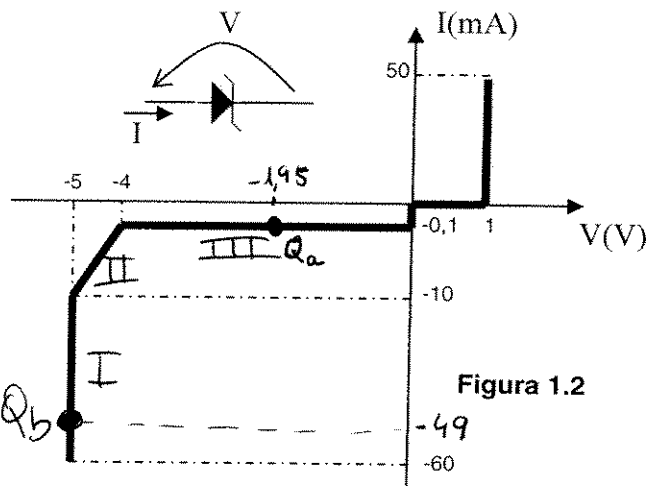


Figura 1.2

Problema 2

(15 puntos)

Con los datos del circuito de la figura 2.1 que se adjuntan calcule el margen de temperaturas ambiente para que la tensión que soporta el resistor R (V_R) en dicho circuito esté dentro del siguiente margen: $V_R \leq 8V$

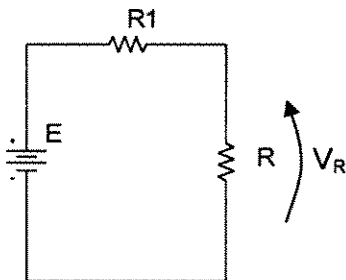


Figura 2.1

Resistor R

Valor nominal $R_n = 7,5k\Omega$ Para $T_{at} = 25^\circ C$

Coefficiente de temperatura $CTR = 300 \text{ ppm}/^\circ C$

Tolerancia $T = \pm 5\%$

$R_1 = 2k\Omega$

$E = 10V$

$$V_R = \frac{E \cdot R}{R + R_1} \leq V_{R_{max}} = 8V \quad \rightarrow \quad R \leq \frac{R_1 V_{R_{max}}}{E - V_{R_{max}}} = \frac{2k\Omega \cdot 8V}{10V - 8V} = 8k\Omega$$

El valor efectivo máximo de R para cualquier temperatura debe ser menor de $8k\Omega$

$$R_{max}(t_2) = R_n(t_2) \left(1 + \frac{t(t_2)}{100}\right) \quad \rightarrow \quad R_n(t_2) = \frac{R_{max}(t_2)}{1 + \frac{t(t_2)}{100}} = \frac{8k\Omega}{1 + \frac{5}{100}} = 7,619k\Omega$$

$$R_n(t_1 = 25^\circ C) = 7,5k\Omega \quad ; \quad CTR = \frac{1}{R_n(t_1)} \cdot \frac{R_n(t_2) - R_n(t_1)}{t_2 - t_1} \cdot 10^6 \text{ ppm}/^\circ C$$

$$t_2 = t_1 + \frac{R_n(t_2) - R_n(t_1)}{R_n(t_1) \cdot CTR} \cdot 10^6 \quad ; \quad t_2 = 25^\circ C + \frac{7,619k\Omega - 7,5k\Omega}{7,5k\Omega \cdot 300 \text{ ppm}/^\circ C} \cdot 10^6 = 77,91^\circ C$$

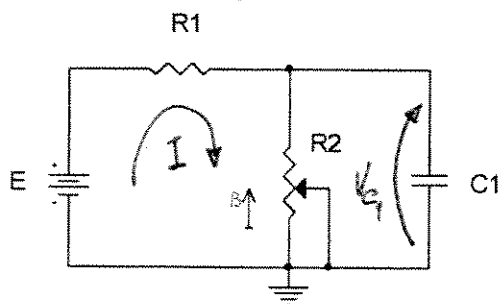
La temperatura ambiente debe ser menor a $77,91^\circ C$

$$t_a \leq 77,91^\circ C$$

Problema 3

(15 puntos)

Del circuito de la figura 3.1 se conocen:



Datos:

$$E = 75V$$

$$C_1 = 10nF$$

$$R_1: R_{n1} = 10k\Omega$$

$$P_{nm1} = 0,5W$$

$$V_{nm1} = 100V$$

R_2 : Ley de variación lineal

$$R_{n2} = 5k\Omega$$

$$P_{nm2} = 1W$$

$$V_{nm2} = 50V$$

Figura 3.1

- a) Calcule la tensión nominal mínima que debería tener el condensador C_1 para que, en cualquier posición del cursor, el condensador no se destruya. (5 pts)

Peor caso $\beta = 0$ $R_2 = R_{n2} = 5k\Omega$

$$V_{C_1} = \frac{E \cdot R_2 (1-\beta)}{R_1 + R_2 (1-\beta)} ; V_{C_1, \max} \Big|_{\beta=0} = \frac{E \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{75V \cdot 5k\Omega}{10k + 5k\Omega} = 25V$$

tensión nominal mínima del condensador: $V_{n_{C_1, \min}} = 25V$

- b) Calcule el margen de valores de β que hace que ni R_1 ni R_2 se quemen. (10 pts)

(10 pts)

$$R_{C_1} = \frac{V_{nm1}^2}{P_{nm1}} = \frac{100V^2}{0,5W} = 20k\Omega \quad \left\{ \begin{array}{l} P_{nR_1} = P_{nm1} = 0,5W \\ I_{nR_1} = \sqrt{\frac{P_{nR_1}}{R_1}} = \sqrt{\frac{0,5W}{10k\Omega}} = 7,07mA \end{array} \right. \quad R_1 < R_{C_1}$$

$$R_{C_2} = \frac{V_{nm2}^2}{P_{nm2}} = \frac{50V^2}{1W} = 2,5k\Omega \quad \left\{ \begin{array}{l} V_{nR_2} = V_{nm2} = 50V \\ I_{nR_2} = \frac{V_{nR_2}}{R_2} = \frac{50V}{5k} = 10mA \end{array} \right. \quad R_2 > R_{C_2}$$

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2 (1-\beta)} \leq \min(I_{nR_1}, I_{nR_2})$$

$$\beta \leq \frac{I_{nR_1} (R_1 + R_2) - E}{I_{nR_1} \cdot R_2} = \frac{7,07mA \cdot (10k + 5k) - 75V}{7,07mA \cdot 5k\Omega} = 0,878$$

$$\beta \leq 0,878$$

Problema 4

(5 puntos)

Se dispone de dos pastillas de Silicio dopadas. La pastilla "A" dopada con una concentración de 10^{16} cm^{-3} de Boro (grupo III de la tabla periódica de los elementos) y pastilla "B" con 10^{17} cm^{-3} de Fósforo (grupo V). La temperatura ambiente es $T=300\text{K}$, siendo las movilidades de electrones y huecos a esta temperatura y con ese nivel de dopado, $\mu_n = 1150 \text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ y $\mu_p = 350 \text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$, respectivamente.

Calcule la relación existente entre las conductividades (σ) de ambos semiconductores (indique el tipo P ó N de cada uno de ellos).

Datos: $\sigma = q \cdot \mu \cdot N$ ($\Omega \text{ cm}^{-1}$)

$$\sigma_{\text{EXTRINSECO}} \approx \sigma_{\text{mayoritarios}}$$

Pastilla "A" \rightarrow Boro - aceptor \Rightarrow Semiconductor tipo P

Pastilla "B" \rightarrow Fósforo - donador \Rightarrow " tipo N

$$\sigma_A \approx N_A \cdot q \cdot \mu_p$$

$$\sigma_B \approx N_D \cdot q \cdot \mu_n$$

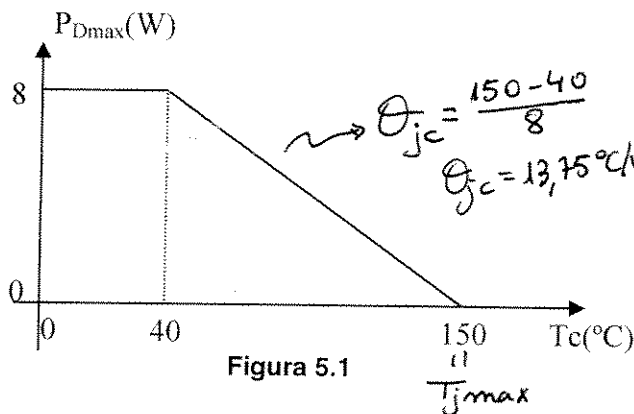
$$\frac{\sigma_A}{\sigma_B} = \frac{N_A \cdot q \cdot \mu_p}{N_D \cdot q \cdot \mu_n} = \frac{10^{16} \cdot q \cdot 350}{10^{17} \cdot q \cdot 1150} = 3,04 \cdot 10^{-2}$$

$$\sigma_B = 32,86 \cdot \sigma_A$$

Problema 5

(10 puntos)

Un transistor de potencia posee una curva de desvataje como la de la figura 5.1, que representa la reducción de potencia en función de la temperatura de la cápsula (T_c) del transistor. Otro dato del transistor es $R_{thJA}=45 \text{ }^\circ\text{C/W}$.



Si el transistor tiene que disipar 2,5W a una temperatura ambiente de 100°C ,

a) Calcule T_j para comprobar que no podría funcionar en esas condiciones. (5 pts)

$$T_j = P_D \cdot \theta_{ja} + T_a$$

$$T_j = 2,5 \cdot 45 + 100 = 212,5^\circ\text{C}$$

$$T_j > T_{jmax} \text{ SE QUEMA}$$

b) Suponiendo que en las condiciones del apartado "a" el transistor se quemase, ¿cuál será la resistencia térmica entre cápsula y ambiente que debe proporcionar un posible disipador que evite la destrucción del transistor?

(5 pts)

$$T_j = P_D \cdot \theta'_{ja} + T_a \leq T_{jmax} \rightarrow \theta'_{ja} \leq \frac{150 - 100}{2,5} = 20^\circ\text{C/W}$$

$$\theta'_{ja} = \theta_{jc} + \theta'_{ca} \leq 20$$

$$\theta'_{ca} \leq 20 - 13,75 \rightarrow \theta'_{ca} \leq 6,25^\circ\text{C/W}$$

Problema 6

Del circuito de la figura 6.1 se conoce:

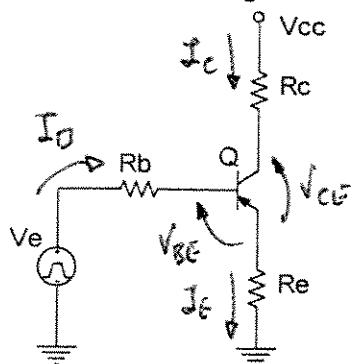


Figura 6.1

Datos:

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

Resistores: $R_b = 1k\Omega$, $R_c = 500\Omega$, $R_e = 100\Omega$

Alimentación: $V_{CC} = -10V$

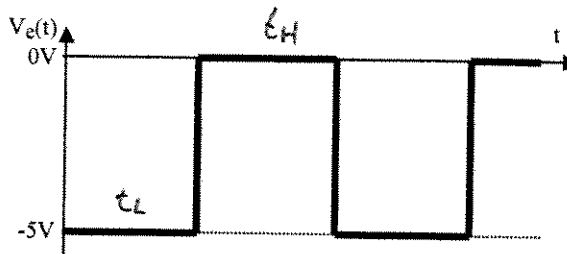


Figura 6.2

a) Calcule el punto de trabajo del transistor Q para los dos posibles valores de la tensión de entrada. (14 pts)

* si $V_e = 0$ suponemos Q cortado $I_B = I_C = I_E = 0A$

$V_e - V_{BE} = I_B R_b + I_E R_e$ $V_{BE} = V_e = 0 > V_{BE}$ Q cortado $V_{CE} = V_{CC} = -10V$

$$Q \left\{ \begin{array}{l} I_B = I_C = 0A \\ V_{BE} = 0V \\ V_{CE} = -10V \end{array} \right.$$

* si $V_e = -5V$ suponemos Q conduciendo en saturación.

$$V_{BE} = V_{BEr}$$

$$V_{CE} = V_{CEsat}$$

$$V_e - V_{BEr} = I_B (R_b + R_e) + I_C R_e$$

$$V_{CC} - V_{CEsat} = I_B R_e + I_C (R_c + R_e)$$

$$I_B = \frac{\begin{vmatrix} V_e - V_{BEr} & R_e \\ V_{CC} - V_{CEsat} & R_c + R_e \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} R_b + R_e & R_e \\ R_e & R_c + R_e \end{vmatrix}} = \frac{\begin{vmatrix} -4,4 & 100 \\ -9,8 & 600 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1,1K & 100 \\ 100 & 600 \end{vmatrix}} = -2,55mA$$

$$I_C = \frac{\begin{vmatrix} R_b + R_e & V_e - V_{BEr} \\ R_e & V_{CC} - V_{CEsat} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} R_b + R_e & R_e \\ R_e & R_c + R_e \end{vmatrix}} = \frac{\begin{vmatrix} 1,1K & -4,4 \\ 100 & -9,8 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1,1K & 100 \\ 100 & 600 \end{vmatrix}} = -15,907mA$$

$I_C > \beta I_B$ $-15,9mA > 50 \cdot (-2,55mA)$
el transistor Q está en saturación

$$Q \left\{ \begin{array}{l} I_B = -2,55mA \\ I_C = -15,9mA \\ V_{BE} = -0,6V \\ V_{CE} = -0,2V \end{array} \right.$$

b) Se sabe que los tiempos de conmutación del transistor Q son $t_{on} = 30ns$, $t_{off} = 80ns$, y que el ciclo de trabajo de la señal de entrada $D = 50\%$. Utilizando estos datos calcule la frecuencia máxima de la tensión de entrada para que el transistor pueda conmutar. (6 pts)

$$D = 50\% \quad t_H = t_L \quad t_L \geq t_{on}$$

$$t_H \geq t_{off} \rightarrow \text{peor caso}$$

$$t_H = D \cdot T \geq t_{off} ; D \frac{1}{f} \geq t_{off} ; f \leq \frac{D}{t_{off}} = \frac{0,5}{80ns} = 6,25MHz$$

$$f \leq 6,25MHz$$

Problema 7

En el circuito de la figura 7.1 se muestra una fuente de corriente basada en transistores JFET. La idea de funcionamiento es la siguiente: el transistor J_2 actuará como una resistencia que polariza al transistor J_1 en saturación, obteniendo una intensidad I_L constante.

Considere los dos transistores iguales:

$$I_{DSS} = 5 \text{ mA}; |V_P| = 2 \text{ V} \rightarrow K = \frac{5}{(-2)^2} = \frac{5}{4} \text{ mA/V}^2$$

a) Halle el valor de I_L .

(10 pts)

$$V_{GS2} = 0 \text{ V} \rightarrow J_2 \text{ en } \Omega \text{hmica} \rightarrow R_{DS2} = \frac{1}{\frac{5}{4}(0+2)} = 0,4 \text{ k}\Omega$$

$$V_{DS2} = R_{DS2} \cdot I_{D2} = 0,4 \cdot I_{D1}$$

$$J_1 \text{ en saturación} \rightarrow I_{D1} = \frac{5}{4} (V_{GS1} + 2)^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} -2V_{GS1} = (V_{GS1} + 2)^2 \\ V_{GS1}^2 + 6 \cdot V_{GS1} + 4 = 0 \Rightarrow V_{GS1} = \begin{cases} -5,23 \text{ V} \\ -0,765 \text{ V} \end{cases} \end{array} \right.$$

$$V_{GS1} = -V_{DS2} = -0,4 I_{D1}$$

$$V_{GS1} = -0,765 \text{ V} \rightarrow I_{D1} = I_L = 1,91 \text{ mA}$$

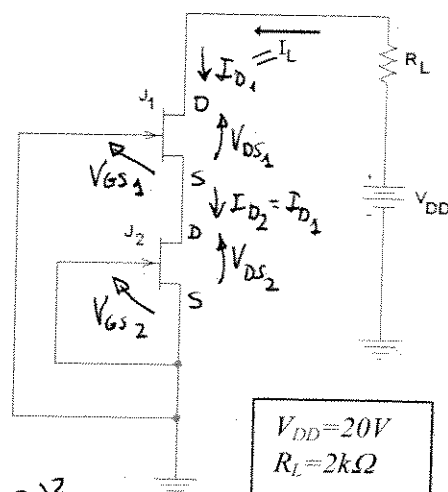


Figura 7.1

b) Calcule la I_{DSS1} de un nuevo transistor J_1 (con $V_P = -2 \text{ V}$), para que éste trabaje en saturación y la nueva corriente I_L sea de 2 mA . (Nota: el transistor J_2 es el mismo que el del apartado anterior). (10 pts)

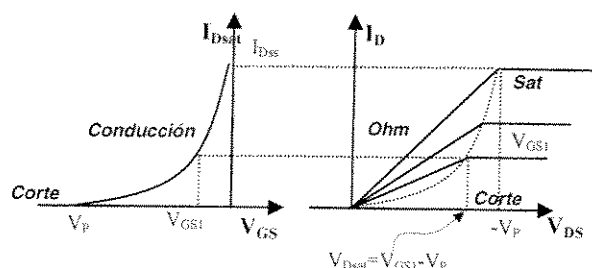
$$V_{GS2} = 0 \text{ V} \rightarrow R_{DS2} = 0,4 \text{ k}\Omega \rightarrow V_{DS2} = 0,4 \cdot I_{D2} = 0,8 \text{ V}$$

$$I_L = I_{D1} = I_{D2} = 2 \text{ mA}$$

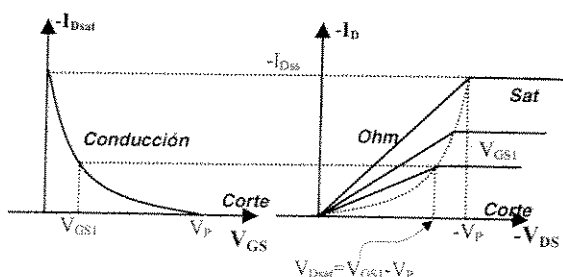
$$V_{GS1} = -V_{DS2} = -0,8 \text{ V}$$

$$I_{D1} = K_1 \cdot (V_{GS1} + 2)^2 = K_1 \cdot (-0,8 + 2)^2 = 2 \text{ mA} \rightarrow K_1 = 1,38 \text{ mA/V}^2$$

$$I_{DSS1} = K_1 \cdot V_P^2 = 5,55 \text{ mA}$$



Curvas I-V de JFET canal N



Curvas I-V de JFET canal P

Ecuaciones transistores	MOSFET	JFET
Ecuación de Corte:	$I_D = 0$	$I_D = 0$
Ecuación de Saturación:	$I_D = k (V_{GS} - V_T)^2$	$I_D = k (V_{GS} - V_P)^2$
Ecuación de Óhmica:	$R_{DS} = 1 / (k (V_{GS} - V_T))$	$R_{DS} = 1 / (k (V_{GS} - V_P))$
	Nota: $V_{DSsat} = V_{GS} - V_T$ Nota: $k = I_{DSS} / V_P^2$ $V_{DSat} = V_{GS} - V_P$	