

ASIGNATURA	COMPONENTES ELECTRÓNICOS	FECHA	3/2/2004
APELLIDOS, NOMBRE	SOLVEJÓN	Nº lista	

NOTA: RESPONDER 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

(25 puntos)

Dados los siguientes datos del circuito de la figura 1.1 se pide:

$$R_{nV} = 1k\Omega \quad R = 100\Omega \Rightarrow \begin{cases} P_{nm} = 640mW \\ V_{nm} = 32V \end{cases} \quad \begin{matrix} C_1 = 100nF & V_{nC1} = 25V \\ C_2 = 60nF & V_{nC2} = 30V \end{matrix}$$

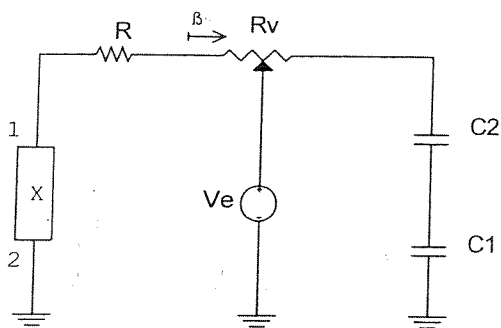


figura 1.1

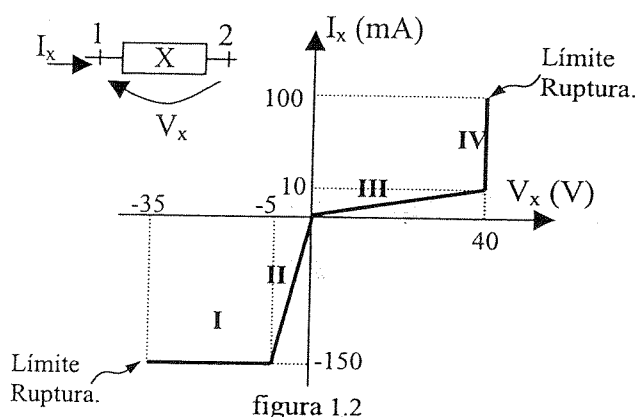


figura 1.2

- a) Atendiendo a la característica I-V de la figura 1.2, calcule cuál es la máxima potencia que disipa el componente X en cada uno de sus cuatro tramos de funcionamiento. (5p)

Número de tramo	Potencia máxima en dicho tramo
I	$-35 \cdot (-150m) = 5,25W$
II	$-5 \cdot (-150m) = 0,75W$
III	$40 \cdot 10m = 0,4W$
IV	$40 \cdot 100m = 4W$

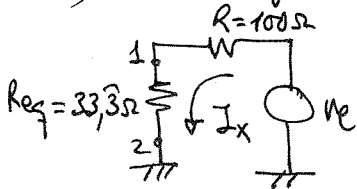
La Potencia máxima en cada tramo i es:

$$P_{max,i} = V_{i,max} \cdot I_{i,max}$$

- b) Calcule los valores de la tensión de entrada V_e que hacen que el componente X no disipe más de 0,5W, para cualquier valor del desplazamiento β del resistor variable. (10p)

Peor caso $\beta=0$. Hay dos casos posibles:

a) X trabaja en la zona II $V_e < 0$

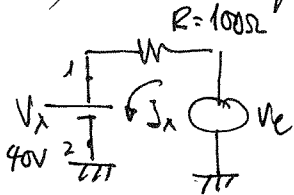


$$P_x = I_x^2 \cdot R_{eq} = \left(\frac{V_e}{R_{eq} + R} \right)^2 \cdot R_{eq} \leq P_{xmax}$$

$$V_e \geq -\sqrt{\frac{P_{xmax} \cdot (R + R_{eq})^2}{R_{eq}}}$$

$$V_e \geq -\sqrt{\frac{0,5 \cdot (133,3)^2}{33,3}} = -16,33V$$

b) X trabaja en la zona IV $V_e > 0$



$$P_x = V_x \cdot I_x = V_x \cdot \frac{V_e - V_x}{R} \leq P_{xmax}$$

$$V_e \leq V_x + \frac{P_{xmax} \cdot R}{V_x}$$

$$V_e \leq 40 + \frac{0,5 \cdot 100}{40} = 41,25V$$

$$-16,33V \leq V_e \leq 41,25V$$

- c) Para este apartado, se sabe que $10V \leq V_e \leq 60V$,

- c.1 Calcule el margen de valores del desplazamiento del cursor β del resistor variable, en tanto por uno, para que no se quemen ni el resistor R ni el componente X. (5p)

Peor caso $V_e = 60V$.

suponemos X trabajando en la zona IV

para que no se queme ni X ni R se debe

cumplir: $I = \frac{V_e - V_x}{R + \beta \cdot R_v} \leq \min(I_{xmax}, I_{nr})$

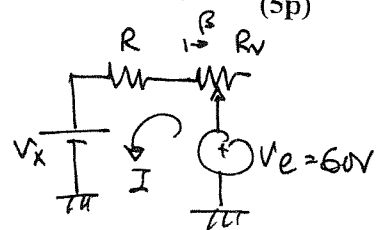
$$\begin{cases} I_{xmax} = 100mA \\ I_{nr} = 80mA \end{cases}$$

$$\beta \geq \frac{V_e - V_x - I_{nr} \cdot R}{I_{nr} \cdot R_v} = \frac{60 - 40 - 80m \cdot 100}{80m \cdot 1K} = 0,15$$

$$R_c = \frac{V_{nm}^2}{P_{nm}} = 1K6K \quad R < R_c$$

$$P_n = P_{nm} = 640mW \quad I_n = \sqrt{\frac{P_n}{R}} = 80mA$$

$$1 \geq \beta \geq 0,15$$



- c.2 ¿Se destruye algún condensador? ¿Cuál? Justifique la respuesta. (5p)

Peor caso $V_e = 60V$

$$V_e = V_{e1} + V_{e2} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} \quad Q = V_e \cdot \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = 2,25\mu C$$

$$V_{e1} = \frac{Q}{C_1} = \frac{2,25\mu}{100n} = 22,5V < V_{nc1} \text{ no se destruye.}$$

$$V_{e2} = \frac{Q}{C_2} = \frac{2,25\mu}{60n} = 37,5V > V_{nc2} \text{ se destruye.}$$

Problema 2

(25 puntos)

Dado el circuito de la figura 2.1, donde la señal de entrada es la que se muestra en la figura 2.2 y los datos son los que se indican a continuación, se pide:

Dato del diodo D_1 ; $V_f = 0,6 \text{ V}$

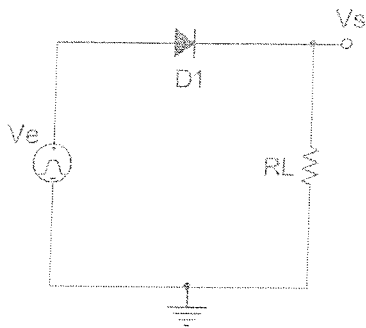


figura 2.1

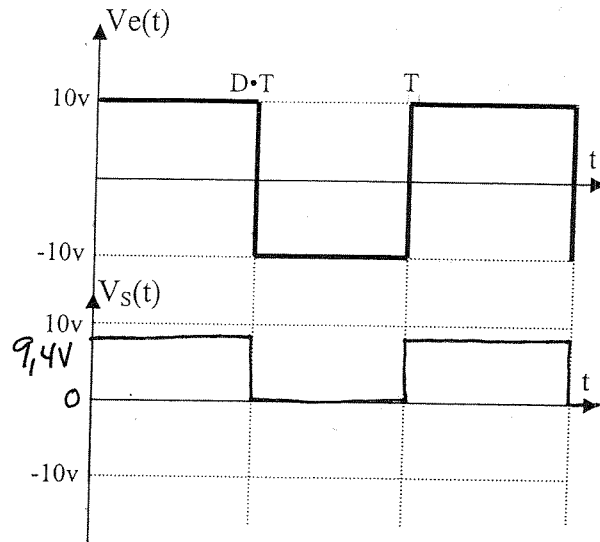
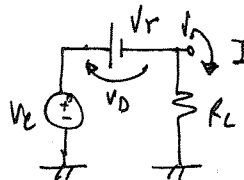


figura 2.2

- a) Calcule cuánto vale la tensión de salida $V_s(t)$ y dibújela en la figura 2.2, indicando el estado del diodo en cada caso, para:

a.1) $V_e(t) = 10 \text{ V}$.

Suponga D_1 en ON

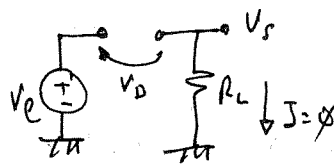


$$I = \frac{V_e - V_f}{R_L} = \frac{10 - 0.6}{R_L} > 0 \text{ luego } D_1 \text{ en ON.}$$

$$\begin{cases} V_s = V_e - V_f = 10 - 0.6 = 9.4 \text{ V} \\ V_D = V_f = 0.6 \text{ V.} \end{cases}$$

a.2) $V_e(t) = -10 \text{ V}$

Suponga D_1 en OFF.



$$V_D = V_e = -10 \text{ V} < V_f \text{ luego } D_1 \text{ en OFF}$$

$$\begin{cases} V_s = I \cdot R_L = 0 \text{ V} \\ V_D = V_e = -10 \text{ V.} \end{cases}$$

- b) Si la máxima corriente que puede circular por el diodo es $I_{FM} = 80 \text{ mA}$, calcule el margen de valores de R_L que hacen que el diodo no se queme.

$$\text{Si } V_e(t) = 10 \text{ V. } I = \frac{V_e - V_f}{R_L} \leq I_{FM} \quad R_L \geq \frac{V_e - V_f}{I_{FM}}$$

$$\boxed{R_L \geq \frac{10 - 0.6}{80 \text{ mA}} = 117.5 \Omega}$$

- c) Se sabe que el diodo tiene un tiempo de recuperación en directo $t_{fr}=12\mu s$ y en inverso $t_{rr}=36\mu s$.
 c.1) Calcule la frecuencia máxima de la señal de entrada para que el diodo pueda conmutar correctamente, y el ciclo de trabajo ($D=t_H/T$) a dicha frecuencia. (4p)

$$f_{max} = \frac{1}{t_{rr} + t_{fr}} = \frac{1}{36\mu + 12\mu} = 20,83 \text{ KHz.}$$

$$D = \frac{t_H}{T} = \frac{t_H}{t_H + t_L} \quad t_H = t_{fr} = 12\mu s$$

$$t_L = t_{rr} = 36\mu s.$$

$$D = \frac{t_{fr}}{t_{rr} + t_{fr}} = \frac{12\mu}{36\mu + 12\mu} = 0,25 \quad 25\% = D$$

- c.2) Si el ciclo de trabajo de la señal de entrada es $D=30\%$. Calcular la máxima frecuencia de funcionamiento del diodo en estas condiciones. (4p)

$$t_H = D \cdot T > t_{fr} \quad T > \frac{t_{fr}}{D} \quad f < \frac{D}{t_{fr}} = \frac{0,3}{12\mu} = 25 \text{ KHz.}$$

$$t_L = (1-D) \cdot T > t_{rr} \quad T > \frac{t_{rr}}{(1-D)} \quad f < \frac{1-D}{t_{rr}} = \frac{0,7}{36\mu} = 19,44 \text{ KHz.}$$

El caso más restrictivo es:

$$f_{max} = 19,44 \text{ KHz.}$$

- d) El diodo utilizado en el circuito de la figura 2.1 es un diodo de unión. En las siguientes frases rodee con un círculo la información correcta relativa a semiconductores y unión PN. (5p)

- a.1) La zona N está dopada con impurezas donadoras / aceptoras
 a.2) El ánodo del diodo se corresponde con la zona (N / P) de la unión.
 a.3) Cuando una unión PN se polariza en directo la zona de la unión se (ensancha / estrecha).
 a.4) La conductividad σ de un semiconductor dopado (aumenta / disminuye) con la temperatura.
 a.5) La corriente de difusión es debida a (un campo eléctrico / un gradiente de concentración) en el semiconductor.

Problema 3

(25 puntos)

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

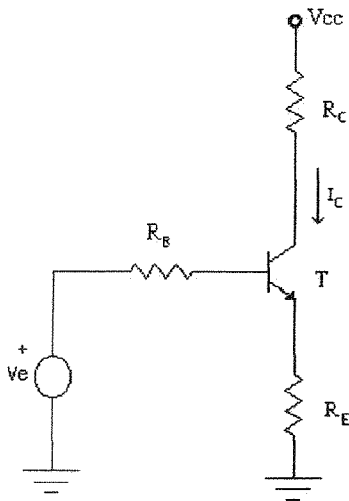


Figura 3.1

$$T \begin{cases} V_{BE\gamma} = 0,6 \text{ V} \\ \beta = 50 \\ V_{CEsat} = 0,2 \text{ V} \end{cases}$$

$$R_C = 220 \, \Omega$$

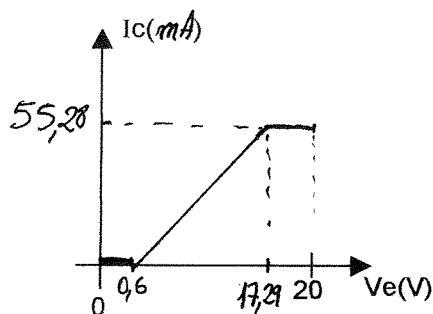
$$R_E = 100 \, \Omega$$

$$R_B = 10 \, \text{k}\Omega$$

$$V_{CC} = 18 \text{ V}$$

- a) Represente la variación de I_C en función de V_e , **indicando** sobre la gráfica los **valores** de los puntos significativos. Suponga valores de V_e entre 0 y 20V. (Nota: se recomienda hallar los valores de V_e para que el transistor trabaje en cada zona de funcionamiento).

(10 p)



$$\text{Corte} \rightarrow I_B = 0 \rightarrow V_{BE} = V_e < V_{BE\gamma} \Rightarrow \boxed{V_e < 0,6 \text{ V}} \\ I_C = 0$$

$$\text{Act/Sat} \rightarrow \begin{cases} I_C = 50 \cdot I_B \\ V_{CE} = 0,2 \text{ V} \\ V_{BE} = 0,6 \text{ V} \\ I_E = 51 \cdot I_B \end{cases} \left\{ \begin{array}{l} I_B = \frac{V_e - 0,6}{R_B + 51 \cdot R_E} \\ I_C = \frac{V_{CC} - 0,2}{R_C + \frac{51}{50} \cdot R_E} = 55,28 \text{ mA} \end{array} \right.$$

$$\frac{V_e - 0,6}{10 + 51 \cdot 0,1} = \frac{55,28}{50} \Rightarrow V_e = 17,29 \text{ V (en el límite de act. y sat.)}$$

$$\text{Para Activa} \rightarrow 0,6 \leq V_e \leq 17,29 \text{ V} \Rightarrow I_C = 50 \cdot \frac{V_e - 0,6}{15,1} \text{ (ecuación de una recta)}$$

$$\text{Para SATURACIÓN} \rightarrow V_e \geq 17,29 \text{ V} \Rightarrow I_C = \frac{18 - 0,2}{R_C + \frac{51}{50} R_E} = 55,28 \text{ mA} \rightarrow \text{constante}$$

- b) Para este apartado tenemos como dato la curva de desvataje del transistor (figura 3.2).

b.1) Suponiendo $V_e = 3 \text{ V}$, halle la potencia disipada por el transistor en el circuito de la figura 3.1. (7 p)

$$V_e = 3 \text{ V} \rightarrow \text{ACTIVA} \Rightarrow I_C = 50 \cdot \frac{3 - 0,6}{15,1} = 7,95 \text{ mA} \Rightarrow V_{CE} = 18 - R_C I_C - R_E I_E$$

$$I_B = 0,16 \text{ mA} \Rightarrow I_E = 8,1 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = 15,44 \text{ V}$$

$$P_D \approx 7,95 \text{ mA} \cdot 15,44 = 123 \text{ mW}$$

- b.2) Suponiendo que la potencia disipada por el transistor para el "apartado b.1" sea $P_D = 125\text{mW}$, hasta qué temperatura ambiente podría trabajar sin sufrir deterioro. (8 p)

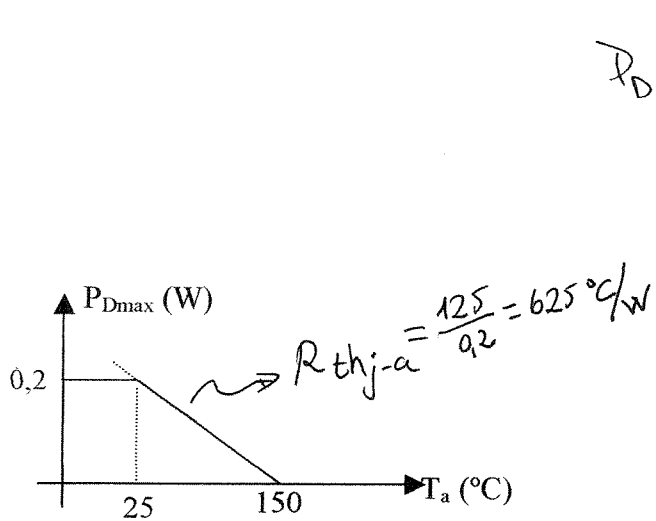


Figura 3.2

$$P_{Dmax} = \frac{T_{jmax} - T_a}{R_{thj-a}}$$

$$125 \cdot 10^{-3} = \frac{150 - T_a}{625}$$

$$T_a = 71,875^\circ\text{C}$$

Problema 4

(25 puntos)

El circuito de la figura 4.1 es una fuente de corriente Widlar. Su objetivo es generar la intensidad I_o , para lo cual se utilizan dos transistores MOS de acumulación iguales.

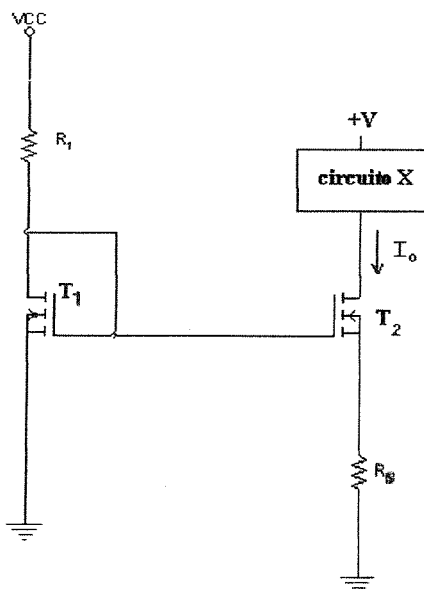


Figura 4.1

DATOS:

T_1 y T_2 :

$$k = 2 \text{ mA/V}^2$$

$$V_T = 3 \text{ V}$$

$$R_1 = 500 \Omega$$

$$V_{CC} = 12 \text{ V}$$

Se pretende calcular la resistencia R_S para que la intensidad I_0 sea de 1mA. Responda a las cuestiones:

- a) En el transistor T_2 conocemos que la tensión $V_{DS2} = 9\text{ V}$ (además $I_0 = 1\text{mA}$). Calcule el valor de la tensión V_{GS2} e indique la **zona de funcionamiento** de dicho transistor. (10 p)

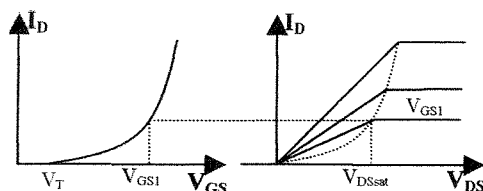
Supongo que T_2 saturado $\rightarrow I_0 = I_D = K(V_{GS} - V_T)^2 \Rightarrow 1 = 2 \cdot (V_{GS} - 3)^2$
 Resuelvo la ecuación de 2º grado $\Rightarrow V_{GS2} = \begin{cases} +3,7\text{ V} \\ +2,3\text{ V} < V_T \rightarrow \text{NO SENTIDO} \end{cases}$
 La solución correcta $\rightarrow V_{GS2} = 3,7\text{ V}$
 $V_{DSAT} = 3,7 - 3 = 0,7\text{ V}$
 $V_{DS} > V_{DSAT} \Rightarrow \text{SI SATURADO}$

- b) Demuestre que T_1 está funcionando en saturación. (5 p)

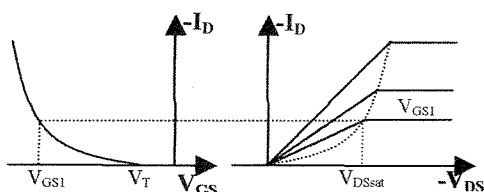
$\left. \begin{aligned} V_{DS1} &= V_{GS1} \\ V_{DSAT1} &= V_{GS1} - 3 \end{aligned} \right\} \rightarrow V_{DS1} > V_{DSAT1} \quad \text{SATURADO SI CONDUCE.}$

- c) Si $V_{GS2} = 3,7\text{ V}$ (además $I_0 = 1\text{mA}$) y sabiendo que T_1 está saturado, halle el valor de R_S necesario. (10 p)

T_1 en saturación: $I_{D1} = 2 \cdot (V_{GS1} - 3)^2$
 Del circuito $\begin{cases} V_{DS1} = V_{GS1} \\ V_{DS1} = V_{CC} - R_1 \cdot I_{D1} \end{cases} \rightarrow \begin{aligned} &I_{D1} = 2 \cdot (V_{DS1} - 3)^2 \\ &V_{DS1}^2 - 5V_{DS1} - 3 = 0 \end{aligned}$
 $V_{DS1} = \begin{cases} -0,5\text{ V} \rightarrow \text{sin sentido} \\ 5,54\text{ V} \end{cases} \rightarrow V_{GS1} = 5,54\text{ V}$
 Del circuito $\rightarrow V_{GS1} = V_{GS2} + R_S \cdot I_0 \rightarrow R_S = \frac{V_{GS1} - V_{GS2}}{I_0} = \frac{5,54 - 3,7}{1} = 1,84\text{ k}\Omega$



Curva I-V de NMOS de acumulación



Curva I-V de PMOS de acumulación

Ecuaciones transistores MOSFET

Ecuación de Corte: $I_D = 0$

Ecuación de Saturación: $I_D = k(V_{GS} - V_T)^2$

Ecuación de Óhmica: $R_{DS} = 1/(k(V_{GS} - V_T))$

Nota: $V_{DSsat} = V_{GS} - V_T$