

ASIGNATURA	COMPONENTES ELECTRÓNICOS	FECHA	1/2/2005
APELLIDOS, NOMBRE	SOLUCIÓN	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)

En el circuito de la figura 1.1 se utiliza un componente X (cuya característica I-V es la mostrada en la figura 1.2), un resistor fijo R_1 y un resistor variable R_2 (los datos de ambos son expresados a continuación).

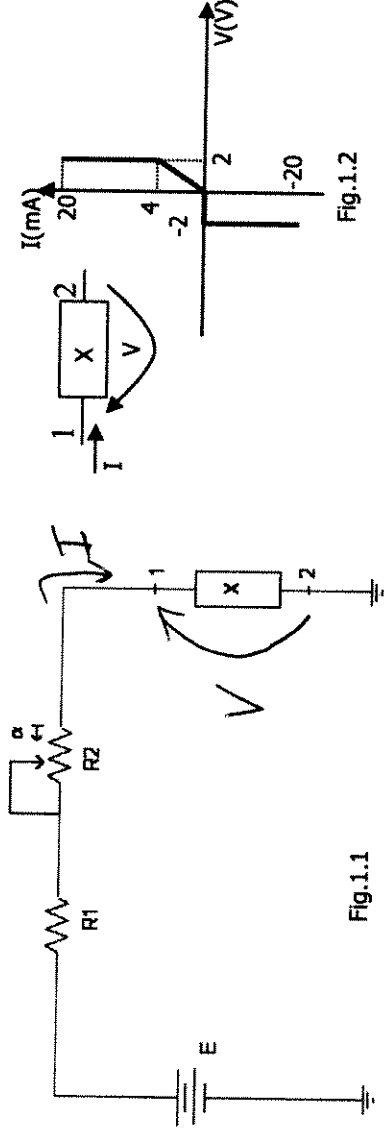


Fig.1.1

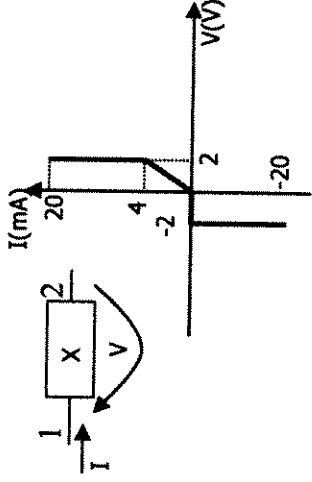


Fig.1.2

Datos de R_1 :	Datos de R_2 :
$R_n = 1200\Omega$ a 25°C	$R_n = 1500\Omega$
Tolerancia = $\pm 5\%$	Ley de var. lineal
CTR = $100\text{ ppm}/^\circ\text{C}$	Modelo: $P_{nm} = 0,125\text{W}$
Modelo: $P_{nm} = 0,5\text{W}$	$V_{nm} = 50\text{V}$

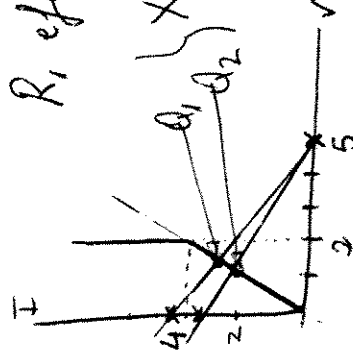
- a) Suponga que $\alpha = 0\%$, que la temperatura es de 25°C , que el generador tiene un valor de $E = 5\text{V}$. ¿En qué posibles puntos de polarización puede encontrarse el componente X? (8p)

$$R_2 = 0$$

$$R_2 \text{ con } T \pm 5\% \begin{cases} R_{n\max} = 1200 \cdot (1 + \frac{5}{100}) = 1260\Omega \\ R_{n\min} = 1200 \cdot (1 - \frac{5}{100}) = 1140\Omega \end{cases}$$

Ecuación circuito

$$V = 5 - R_2 \cdot I \quad (\text{recta})$$



R_1 efectivo entre 1260Ω y $1140\Omega \Rightarrow Q$ entre Q_2 y Q_1

$$R_{eq} = \frac{2V}{4mA} = 0,5k\Omega = 500\Omega$$

$$I = \frac{5}{R_1 + R_{eq}} \quad Q_2 \Rightarrow I_2 = 2,84\text{ mA} \Rightarrow V_2 = 1,42\text{V}$$

$$Q_1 \Rightarrow I_1 = 3,05\text{ mA} \Rightarrow V_1 = 1,53\text{V}$$

$$R_2 = 1500 \cdot 0,2 = 300 \Omega$$

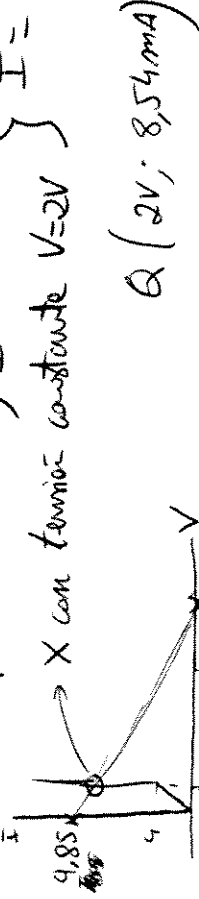
- b) Suponga que $\alpha = 20\%$, que el generador tiene un valor de $E = 15V$, y que el resistor R_1 que tenemos presenta un **valor efectivo de 1220Ω a $25^\circ C$** . Se pide:

b.1) ¿Valor efectivo de R_1 a $45^\circ C$? (3p)

$$CTR = \frac{1}{R_1(25^\circ C)} \cdot \frac{R_1(45^\circ C) - R_1(25^\circ C)}{45 - 25} \cdot 10^6 \Rightarrow R_1(45^\circ C) = 1220 + \frac{100}{10^6} \cdot 1220 \cdot 20 = \underline{\underline{1222,44 \Omega}}$$

- b.2) ¿Punto de trabajo de X en estas condiciones? (5p)

$$V = 15 - (1222,44 + 300) \cdot I \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} I = \frac{15 - 2}{1522,44} = 8,54 \text{ mA}$$



$Q(2V; 8,54 \text{ mA})$

- c) Suponga que el resistor R_1 que tenemos presenta un **valor efectivo de 1220Ω a $25^\circ C$** . ¿Calcule el valor máximo del generador E para que no sufra deterioro ningún componente en ninguna posición del cursor de R_2 ? ($T = 25^\circ C$). (Considere solo valores positivos de E).

$$R_1: R_C = \frac{50^2}{0,5} = 5000 \Omega \rightarrow R_{m1} < R_C \rightarrow P_m = P_{m1} = 0,5 \text{ W} \quad (9p)$$

$$I_m = \sqrt{\frac{0,5}{1200}} = 20,41 \text{ mA}$$

$$R_2: R_C = \frac{50^2}{0,125} = 20000 \Omega \rightarrow R_{m2} < R_C \rightarrow P_m = 0,125 \text{ W}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{0,125}{1500}} = 9,13 \text{ mA}$$

$$X: \rightarrow I_{max} = 20 \text{ mA}$$

$$I_n \text{ en el circuito} \rightarrow I = \frac{E - 2}{R_1 + R_2} \quad \text{Por caso} \rightarrow R_2 = 0 \Rightarrow I_{max} = \frac{E - 2}{R_1}$$

$$\frac{E - 2}{1220} = 9,13 \cdot 10^{-3} \Rightarrow E_{max} = 13,13 \text{ V}$$

Problema 2

(25 puntos)

Dado el circuito de la figura 2.1 donde la $V_e(t)$ es la representada en la figura 2.2, se pide:

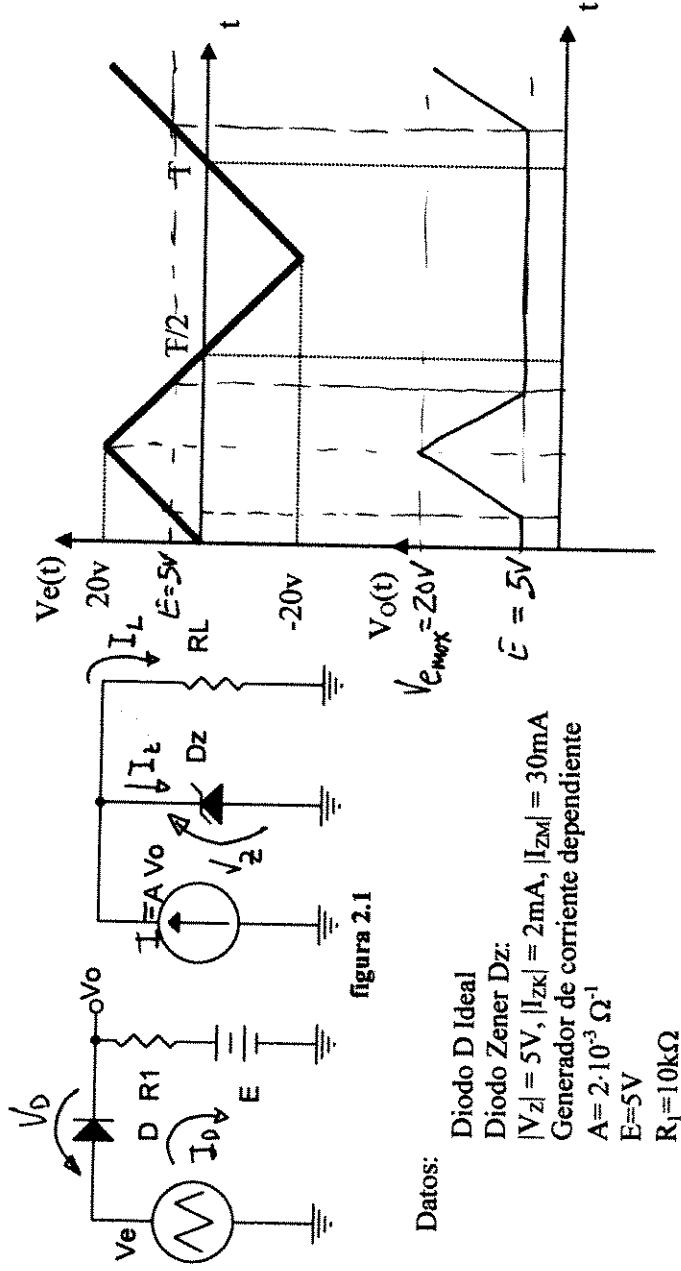


figura 2.2

a) Represente la tensión $V_o(t)$ en la figura 2.2 Calcule e indique claramente los valores más significativos. (9 p)

* Si $V_e(t) \geq E$ supongamos D en ON, $i_D(t) = \frac{V_e(t) - E}{R_1} > 0$ luego D estará en ON

$$V_o(t) = V_e(t) \rightarrow V_o(t) \geq E$$

* Si $V_e(t) \leq E$ supongamos D en OFF $V_o(t) = V_e(t) - E < 0$ luego D estará en OFF

$$I_D = 0 \quad V_o(t) = E \rightarrow V_o(t) \leq E$$

b) Calcule los valores de R_L que hacen que el diodo zener permanezca en su zona zener. (Nota: suponer que la tensión $V_o(t)$ toma los siguientes valores: $5V \leq V_o(t) \leq 20V$) (10p)

$$i(t) = A \cdot V_o(t) \quad \begin{cases} I_{max} = A \cdot V_{omax} = 2 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \cdot 20V = 40mA \\ I_{min} = A \cdot V_{omin} = 2 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \cdot 5V = 10mA \end{cases}$$

$$I_{ZK} \leq i_{Z(t)} = i(t) - i_L(t) \leq I_{ZM} \quad i_L(t) = i(t) - \frac{V_Z}{R_L}$$

$$1^\circ) I_{ZK} \leq I_{min} - \frac{V_Z}{R_L} \quad R_L \geq \frac{V_Z}{I_{min} - I_{ZK}} = \frac{5V}{10mA - 2mA} = 625\Omega$$

$$2^\circ) I_{ZM} \geq I_{max} - \frac{V_Z}{R_L} \quad R_L \leq \frac{V_Z}{I_{max} - I_{ZM}} = \frac{5V}{40mA - 30mA} = 500\Omega$$

* No hay valores de R_L que hacen que el diodo D zener trabaje en la zona ZENER.

c) Los diodos utilizados en el circuito de la figura 2.1 son diodos de unión. Rodee con un círculo la información correcta relativa a semiconductores y unión PN en las siguientes frases. (6 p)

- c.1) Un semiconductor dopado con Boro (B) trivalente es un semiconductor tipo (N/P)
- c.2) Un semiconductor intrínseco es aquel que (no está dopado) / está dopado con impurezas).
- c.3) El cátodo del diodo se corresponde con la zona (N/P) de la unión
- c.4) Cuando una unión PN se polariza en inverso la zona de la unión (aumenta / disminuye).
- c.5) La movilidad μ de un semiconductor (aumenta / disminuye) si la temperatura se incrementa positivamente.
- c.6) La corriente de arrastre es debida a (un campo eléctrico / un gradiente de concentración) en el semiconductor.

Problema 3

Del circuito de la figura 1 se conocen los siguientes datos:

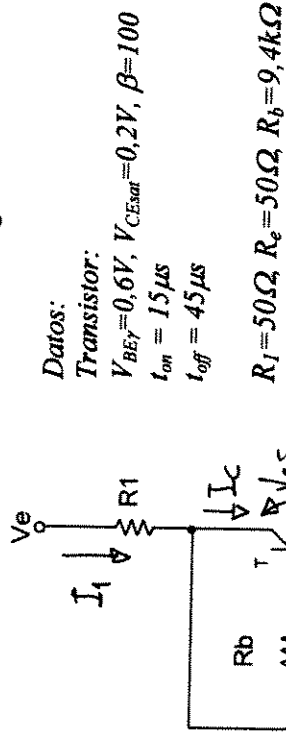


figura 1

a) Calcule el punto de trabajo del transistor para los dos valores de la tensión de entrada. (9 p)

Con esta configuración el transistor sólo puede trabajar en ACTIVA o en corte.

* Si $V_e = 20V$. + en ACTIVA. $\left\{ \begin{array}{l} V_{BE} = V_{BE} = 0.6V \\ I_C = \beta I_B \end{array} \right.$

$$V_e - V_{BE} = I_C (R_1 + R_2) + I_B R_b \quad I_C = \frac{V_e - V_{BE}}{R_1 + R_2 + \frac{R_b}{\beta}} = \frac{20 - 0.6}{50 + 50 + \frac{9.4k}{100}} = 100 \mu A$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{100 \mu A}{100} = 1 \mu A$$

$V_{CE} = I_B \cdot R_b + V_{BE} = 1 \mu A \cdot 9.4k + 0.6V = 10V > V_{CESAT}$ luego está en ACTIVA
 pto. de trabajo. $\left\{ \begin{array}{l} I_C = 100 \mu A, I_B = 1 \mu A \\ V_{BE} = 0.6V, V_{CE} = 10V \end{array} \right.$

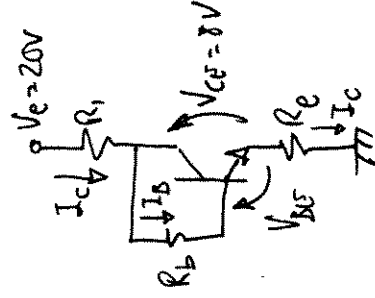
* Si $V_e = -20V$ + en corte. $I_1 = I_B = I_C = I_E = 0$

$$V_{CE} = V_{BE} = V_e = -20V$$

$$V_{BE} = -20V < V_{BE} + \text{en corte.}$$

$\left\{ \begin{array}{l} I_B = 0, I_C = 0 \\ V_{BE} = -20V, V_{CE} = -20V \end{array} \right.$

- b) Calcule el valor de la resistencia de emisor R_e para que la tensión colector emisor sea $V_{CE}=8V$, si la $V_e=20V$. Calcule la potencia que disipa el transistor.



Si $V_{CE}=8V > V_{CEsat}$ + ΔV_{CE} en Activa. $\left. \begin{array}{l} V_{BE} = V_{BEY} = 0.6V \\ I_C = \beta I_B \end{array} \right\}$ (8 p)

$$I_B = \frac{V_{CE} - V_{BEY}}{R_B} = \frac{8V - 0.6V}{9.4K\Omega} = 787.23\mu A$$

$$I_C = 100 \cdot 787.23\mu A = 78.72mA$$

$$V_e - V_{CE} = I_C (R_1 + R_e)$$

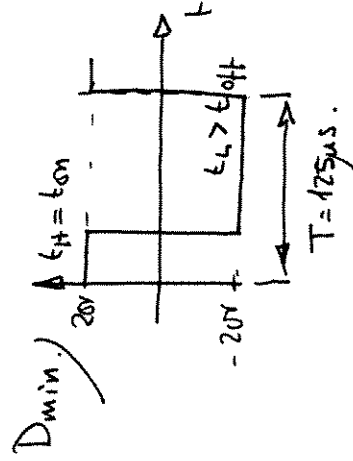
$$R_e = \frac{V_e - V_{CE} - I_C R_1}{I_C} = \frac{20V - 8V - 78.72mA \cdot 50\Omega}{78.72mA} = 102.43\Omega$$

$$P = V_{CE} \cdot I_C = 8V \cdot 78.72mA = 629.78mW$$

- c) Calcule el margen de valores del ciclo de trabajo D de la señal de entrada para que el transistor conmute a la frecuencia $f=8kHz$.

$$f = 8kHz \rightarrow T = 125\mu s.$$

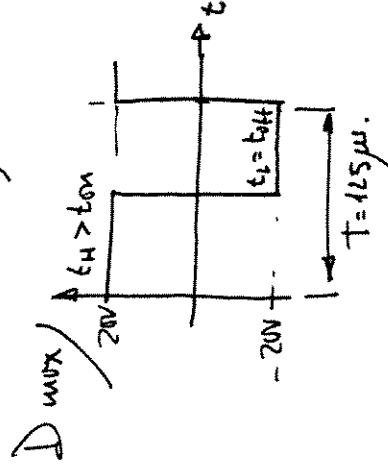
(8 p)



$$t_H = t_{on} = 15\mu s$$

$$t_L = T - t_H = 125\mu s - 15\mu s = 110\mu s.$$

$$D_{min} = \frac{t_H}{T} = \frac{15\mu s}{125\mu s} = 0.12 \approx 12\%$$



$$t_L = t_{off} = 45\mu s$$

$$t_H = T - t_L = 125\mu s - 45\mu s = 80\mu s$$

$$D_{max} = \frac{t_H}{T} = \frac{80\mu s}{125\mu s} = 0.64 \approx 64\%$$

$$12\% \leq D \leq 64\%$$

Problema 4

(25 puntos)

En el circuito de la figura 4.1 se emplea un transistor BSS-129 de Siemens, del que conocemos las siguientes características:

Tensión Umbral	V_T	-1,2 V
Constante k	k	50 mA/V ²
Max. disipación de potencia, hasta $T_A=25^{\circ}\text{C}$	P_{tot}	1 W
Max. temperatura de la unión en funcionamiento	T_{Imax}	150 $^{\circ}\text{C}$
Resistencia térmica, unión-ambiente (sin disipador)	R_{thja}	125 $^{\circ}\text{C/W}$
Resistencia térmica, unión-cápsula	R_{thjc}	25 $^{\circ}\text{C/W}$

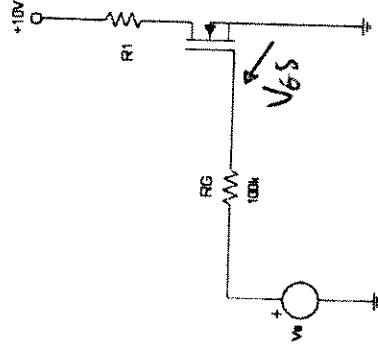


Figura 4.1

a) Se desea que el transistor conmute de corte a óhmica, para lo cual se utiliza una **Ve cuadrada de niveles 0V y -2,5V**.

a.1) Indique para qué valor de V_e el transistor estaría en corte. Justifique su respuesta. (5p)

$V_{GS} = V_e$
 En corte $\rightarrow V_{GS} < -1,2V$ } Es decir $\Rightarrow V_e = -2,5V$

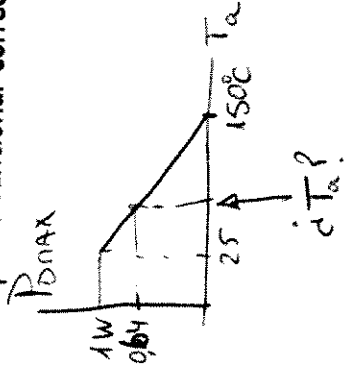
a.2) ¿Qué valores de R_1 serían válidos para que el transistor pueda funcionar en óhmica? (5p)

$V_e = 0V$ para óhmica $\Rightarrow V_{GS} = 0V \Rightarrow R_{DS} = \frac{1}{50 \cdot 10^{-3} \cdot (0 + 1,2)} = 16,67 \Omega$
 $V_{DS} = \frac{10}{R_1 + R_{DS}} \cdot R_{DS}$
 En óhmica $V_{DS} \leq V_{DSAT}$
 $V_{DSAT} = 0 + 1,2 = 1,2V$
 $\frac{10}{R_1 + 16,67} \cdot 16,67 \leq 1,2 \Rightarrow R_1 \geq 122,22 \Omega$

b) Si $R_1 = 16\Omega$ y $V_e = 0V$, ¿qué potencia estará disipando el transistor? (5p)

SATURACIÓN $\rightarrow V_{GS} = 0V \rightarrow I_D = 50 \cdot 10^{-3} \cdot (0 + 1,2)^2 = 72 \text{ mA}$
 $V_{DS} = 10 - 16 \cdot 72 \cdot 10^{-3} = 8,85V > V_{DSAT} \rightarrow \text{en corte SAT.}$
 $P_D = V_{DS} \cdot I_D = 0,637W$

- c) Si en el apartado b, el transistor estuviese disipando 0,64W ¿hasta qué temperatura ambiente podrá funcionar correctamente el circuito? (5p)

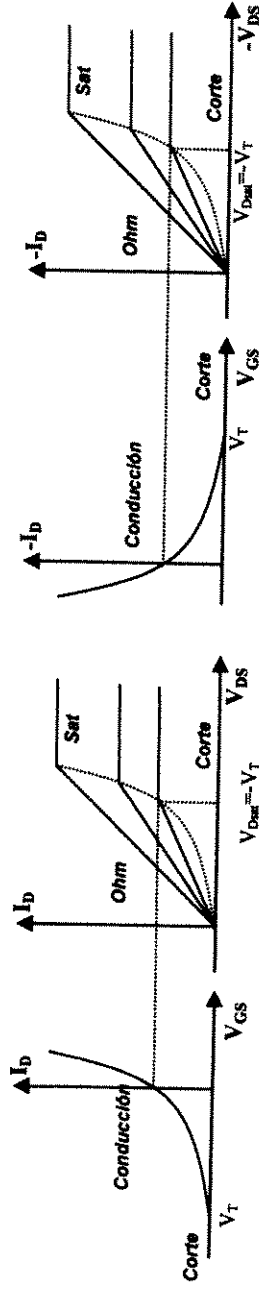


$$0,64 = \frac{150 - T_a}{125W/^\circ C} \Rightarrow \underline{T_a = 70^\circ C}$$

- d) Si en el apartado b, el transistor estuviese disipando 0,64W ¿qué resistencia térmica debería tener un disipador para conseguir que el circuito funcionase hasta $T_A=100^\circ C$? (Considere nula la resistencia térmica entre cápsula y disipador) (5p)

$$0,64 = \frac{150 - 100}{R_{thja}'} \Rightarrow R_{thja}' = 78,13^\circ C/W$$

$$R_{thja} = R_{thjc} + R_d \Rightarrow \underline{R_d = 78,13 - 25 = 53,13^\circ C/W}$$



Curvas I-V de NMOS de Deplexión

Curvas I-V de PMOS de Deplexión

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