



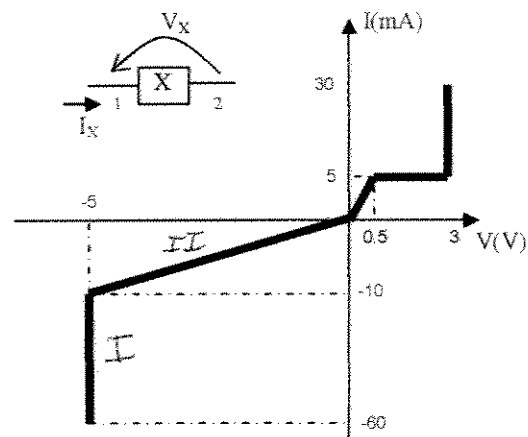
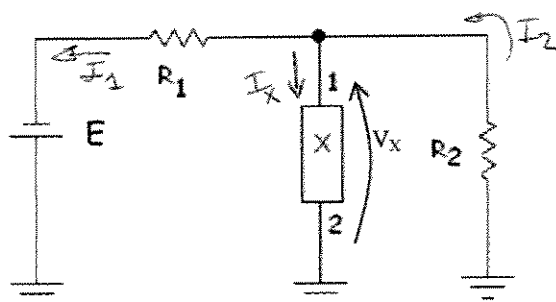
ASIGNATURA	COMPONENTES ELECTRÓNICOS	FECHA	22/1/2007
APELLIDOS, NOMBRE	SOLUCIÓN	Nº lista	

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

(15 puntos)

En el circuito de la figura se conoce la característica del componente "X" y los valores nominales de R_1 y R_2 , además de sus tolerancias y CTR. Se pide resolver las cuestiones:



Datos de los resistores:

$R_{1N} = 100 \Omega$ (a 25°C), Tolerancia $\pm 5\%$

$R_{2N} = 2 \text{ k}\Omega$ (a 25°C), Tolerancia $\pm 5\%$

$\text{CTR}_1 = \text{CTR}_2 = -200 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$

- a) ¿Entre qué valores se encontrará el valor efectivo de cada resistor a 25°C ? (5 pts)

$$R_{1\text{max}} = 100 \cdot \left(1 + \frac{5}{100}\right) = 105 \Omega \quad R_{1\text{min}} = 100 \cdot \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 95 \Omega$$

$$95 \Omega \leq R_1 \leq 105 \Omega$$

$$R_{2\text{max}} = 2000 \cdot \left(1 + \frac{5}{100}\right) = 2100 \Omega \quad R_{2\text{min}} = 2000 \cdot \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 1900 \Omega$$

$$1900 \Omega \leq R_2 \leq 2100 \Omega$$

- b) A una temperatura de 25°C , calcule entre qué valores se podrá encontrar la tensión V_x (Dato: $E = 10 \text{ V}$) (5 pts)

Supongo que X trabaja en el tramo "I" $\rightarrow V_x = -5 \text{ V}$

$$I_2 = \frac{5}{R_2} \quad \rightarrow \quad I_x = I_2 - I_1 = \frac{5}{R_2} - \frac{5}{R_1}$$

$$I_{x\text{max}} = \frac{5}{1900} - \frac{5}{105} = -44,99 \text{ mA}$$

$$I_{x\text{min}} = \frac{5}{2100} - \frac{5}{95} = -50,25 \text{ mA}$$

Es decir, todos los valores de I_x pertenecen al tramo "I"

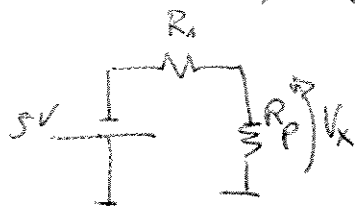
$$V_x = -5 \text{ V}$$

- c) Solo para este apartado considere unos valores efectivos a 25° C de $R_1=98\Omega$ y $R_2=2020\Omega$. Si el valor de $E=5V$, calcule el punto de trabajo del componente "X" a una temperatura de 40°C. (5 pts)

$$T=40^\circ C \rightarrow R_1 = 98 + 98(40-25) \frac{(-200)}{10^6} = 97,706 \Omega$$

$$\rightarrow R_2 = 2020 + 2020(40-25) \frac{(-200)}{10^6} = 2013,94 \Omega$$

Con $E=5V$, suponga a X en "II" $\rightarrow R_{eq} = 500 \Omega \rightarrow R_p = 400,55 \Omega$



$$V_x = \frac{-5}{97,71 + 400,55} \cdot 400,55 = -4,02V$$

$$I_x = \frac{-4,02}{0,5K} = -8,04 mA$$

\rightarrow no pertenece a "II"

Problema 2

(15 puntos)

Del circuito de la figura 2.1 son conocidos los datos mostrados en el cuadro:

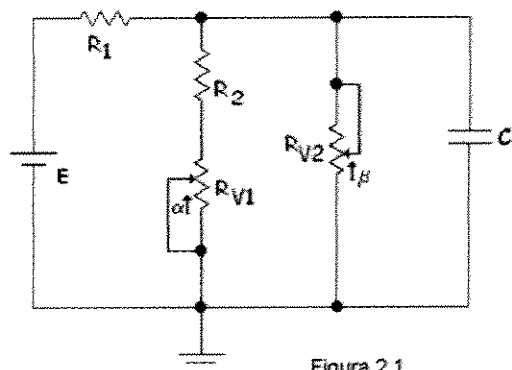


Figura 2.1

$E=50 V$
 $R_1=2k\Omega$
 $R_2=1k\Omega$
 $R_{v1}=1k\Omega$
 $R_{v2}=2k\Omega$
 $C=100nF$

- a) Calcule la potencia nominal mínima de todos los resistores, tanto fijos como variables. (10 pts)

Peor caso para R_{v2} : máxima corriente si $R_{v2}=0 \rightarrow I_{v2max} = \frac{50}{2} = 25mA$

$$P_{mR_2} \geq 2000 \cdot (25 \cdot 10^{-3})^2 = 1,25W$$

Peor caso para R_{v1} y R_2 : $\begin{cases} R_{v2} = R_{v2max} \\ R_{v1} = 0 \end{cases}$

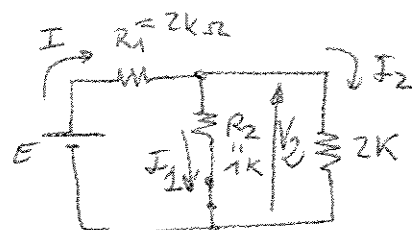
$$I = \frac{50}{2 + \frac{2}{3}} = 18,75mA \rightarrow V_2 = 12,5V$$

$$I_1 = 12,5mA \rightarrow P_{mR_1} \geq 1000 \cdot (12,5 \cdot 10^{-3})^2 = 0,156W$$

$$P_{mR_2} \geq 1000 \cdot (12,5 \cdot 10^{-3})^2 = 0,156W$$

Peor caso para R_1 : $R_{v2}=0 \rightarrow I_{max} = 25mA$

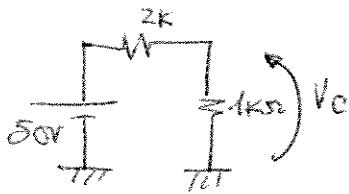
$$P_{mR_1} \geq 2000 \cdot (25 \cdot 10^{-3})^2 = 1,25W$$



b) ¿Cuál deberá ser la tensión nominal mínima del condensador C?

(5 ptos)

Peor caso $R_{V2} = R_{V2max}$ y $R_{V1} = R_{V1max}$



$$V_c = \frac{1}{3} 50 = 16,6V$$

$$V_{nc} \geq 16,6V$$

Problema 3

(5 puntos)

Se dispone de dos pastillas de las mismas dimensiones; una de Silicio dopada con una concentración de impurezas donadoras $N_D = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ y otra intrínseca de Germanio, con una temperatura ambiente de $T=300\text{K}$.

$\sigma = c \cdot q \cdot \mu (\Omega \text{ cm})^{-1}$; $R = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{L}{S} (\Omega)$; Ley del producto $n_i^2 = n \cdot p$; $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $\mu_n \approx 3 \mu_p$

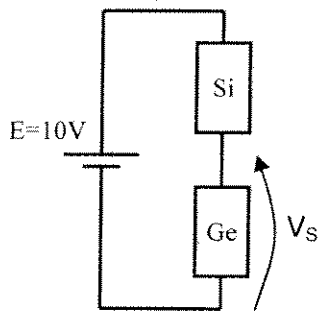


Figura 3.1

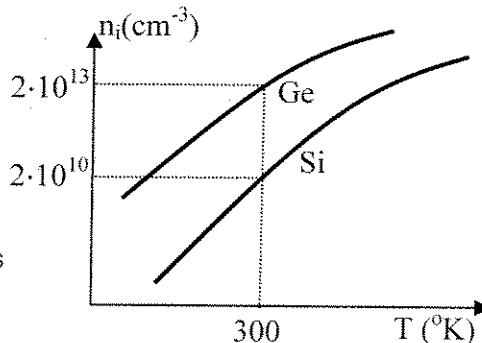


Figura 3.2

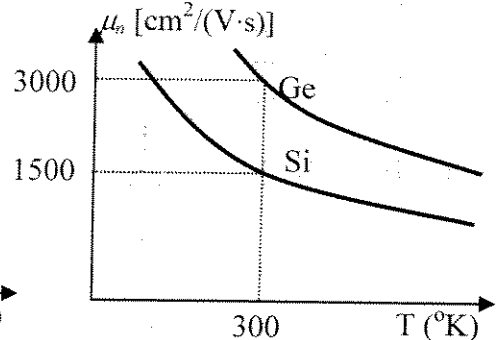


Figura 3.3

a) Calcule el valor de la tensión de salida V_s .

(5 ptos)

$$V_s = \frac{E \cdot R_{Ge}}{R_{Ge} + R_{Si}} = \frac{E \cdot \frac{1}{\sigma_{Ge}} \cdot \frac{L}{S}}{\left(\frac{1}{\sigma_{Ge}} + \frac{1}{\sigma_{Si}}\right) \frac{L}{S}} = \frac{10V \cdot (12,8 \cdot 10^3)^{-1}}{(12,8 \cdot 10^3)^{-1} + (24 \cdot 10^3)^{-1}} = 6,52V$$

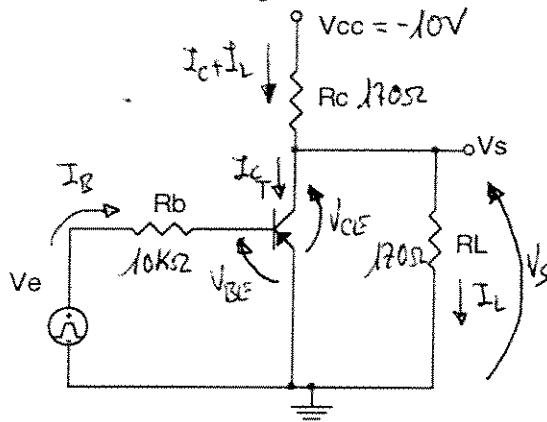
$$\sigma_{Si} = N_D \cdot q \cdot \mu_{n_{Si}} = 10^{14} \text{ cm}^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1500 \text{ cm}^2/\text{V.s} = 24 \cdot 10^3 (\Omega \text{ cm})^{-1}$$

$$\sigma_{Ge} = n_{i_{Ge}} \cdot q \cdot (\mu_{n_{Ge}} + \mu_{p_{Ge}}) = 2 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot \left(3000 + \frac{3000}{3}\right) \text{ cm}^2/\text{V.s} = 12,8 \cdot 10^3 (\Omega \text{ cm})^{-1}$$

Problema 4

(20 puntos)

Del circuito de la figura 4.1 se conoce:



Datos:

Transistor T: $V_{BE} = -0,6V$, $V_{CEsat} = -0,2V$, $\beta = 100$

Resistores: $R_b = 10k\Omega$, $R_c = 170\Omega$, $R_L = 170\Omega$

Alimentación: $V_{CC} = -10V$

Figura 4.1

- a) Calcule el valor de la tensión de entrada mínimo para que la salida valga $V_s = -5V$. (10 ptos)

Suponga T en corte $I_B = I_C = 0A$

$$V_s = \frac{V_{CC} \cdot R_L}{R_L + R_c} = \frac{-10V \cdot 170\Omega}{170\Omega + 170\Omega} = -5V = V_{CE}$$

el valor de entrada mínimo es el que hace que el transistor T esté en el límite entre corte y activo luego $V_{BE} = V_{BEs}$

$$\boxed{V_{e_{min}} = V_{BEs} = -0,6V}$$

- b) Calcule el valor de la tensión de entrada máximo para que la salida valga $V_s = -0,2V$. (10 ptos)

si $V_s = -0,2V = V_{CE}$ luego el transistor debe estar en saturación

$$\left. \begin{array}{l} V_{CE} = V_{CEsat} = -0,2V \\ V_{BE} = V_{BEs} = -0,6V \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} V_{CC} - V_{CEsat} = I_C R_c + I_L R_c \\ I_L = \frac{V_{CEsat}}{R_L} \end{array}$$

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CEsat} - \frac{R_c}{R_L} \cdot V_{CEsat}}{R_c} = \frac{-10V + 0,2V + 0,2V \cdot \frac{170\Omega}{170\Omega}}{170\Omega} = -56,47mA$$

$$I_B = \frac{V_e - V_{BEs}}{R_B}; \text{ se debe cumplir } I_C \geq \beta I_B \text{ para que T esté en SAT}$$

el valor de entrada máximo se dará cuando $I_C = \beta I_B$

$$I_C = \beta \frac{(V_e - V_{BEs})}{R_B}; \quad V_e = \frac{I_C R_B + V_{BEs} \cdot \beta}{\beta} = \frac{-56,47mA \cdot 10k\Omega - 0,6V \cdot 100}{100} = -6,247V$$

$$\boxed{V_e = -6,247V}$$

Problema 5

(35 puntos)

En el circuito de la figura 5.1, el diodo zener estabiliza la tensión de puerta del transistor MOSFET M_2 . Con los datos mostrados a continuación, responda a las cuestiones:

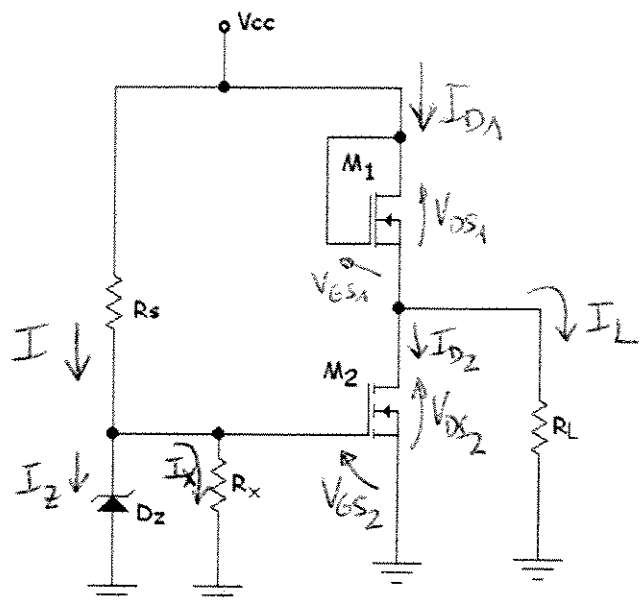


Figura 5.1

Datos:

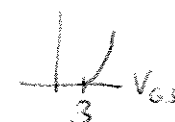
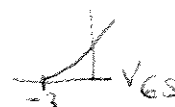
$$V_{cc} = 12 \text{ V}$$

$$R_L = R_X = 1 \text{ k}\Omega$$

$$D_z \begin{cases} V_z = 5 \text{ V} \\ I_{zK} = 10 \text{ mA} \\ I_{zM} = 60 \text{ mA} \end{cases}$$

$$M_1 \begin{cases} K = 1 \text{ mA/V}^2 \\ |V_T| = 3 \text{ V} \end{cases}$$

$$M_2 \begin{cases} K = 1 \text{ mA/V}^2 \\ |V_T| = 3 \text{ V} \end{cases}$$



- a) Calcule los valores de R_s para que el diodo D_z se encuentre siempre en zona zener. (15 pts)

$$I = \frac{V_{cc} - V_z}{R_s} \rightarrow I_2 = I - I_x = \frac{7}{R_s} - 5 \text{ mA}$$

$$I_x = \frac{V_z}{R_x}$$

$$I_{zmax} = \frac{7}{R_{smin}} - 5 = 60 \text{ mA} \Rightarrow R_{smin} = \frac{7}{65} = 0,107 \text{ k}\Omega$$

$$I_{zmin} = \frac{7}{R_{smax}} - 5 = 10 \text{ mA} \rightarrow R_{smax} = \frac{7}{15} = 0,466 \text{ k}\Omega$$

$$107 \Omega \leq R_s \leq 466 \Omega$$

- b) Suponiendo que D_z está en zener, calcule el punto de trabajo de los dos transistores y la potencia disipada por la resistencia R_L . (20 pts)

$$V_{GS2} = V_z = 5 \text{ V}$$

M_2 supongo saturación:

$$I_{D2} = 1 \cdot (V_{GS2} - 3)^2 = 4 \text{ mA}$$

$$I_L = \frac{V_{DS2}}{R_L} = \frac{V_{DS2}}{1 \text{ k}\Omega}$$

$$V_{DS2} = V_{cc} - V_{DS1} = 12 - V_{DS1}$$

$$M_1: V_{DS1} = V_{GS1} \rightarrow V_{DSAT1} = V_{GS1} + 3$$

$$V_{DS1} \leq V_{DSAT1} \rightarrow \text{OHMICA}$$

$$R_{DS1} = \frac{1}{1 \cdot (V_{GS1} + 3)} = \frac{1}{V_{DS1} + 3}$$

$$I_{D1} = I_{D2} + I_L = 4 + \frac{V_{DS2}}{1}$$

$$\left\{ \begin{aligned} V_{DS1} &= R_{DS1} \cdot I_{D1} = \frac{1}{V_{DS1} + 3} \cdot (4 + V_{DS2}) \\ V_{DS2} &= 12 - V_{DS1} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} V_{DS1}^2 + 4V_{DS1} - 16 &= 0 \\ V_{DS1} &= \begin{cases} 2,4721 \text{ V} \\ -6,47 \text{ V sin sentido} \end{cases} \end{aligned}$$

$$V_{DS2} = 12 - 2,47 = 9,53 \text{ V} > V_{DSAT2} \quad V_{DSAT2} = 5 - 3 = 2 \text{ V}$$

↑
si está saturado

$$V_{GS1} = V_{DS1} = 2,47 \text{ V} \quad I_{D1} = 4 + 9,53 = 13,53 \text{ mA}$$

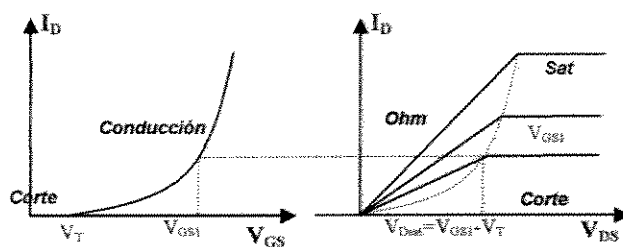
$$I_L = 9,53 \text{ mA}$$

$$P_{RL} = R_L \cdot I_L^2 = 90,82 \text{ mW}$$

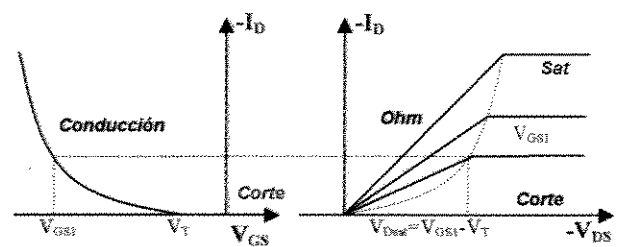
$$Q_{M1} \begin{cases} V_{GS1} = 2,47 \text{ V} \\ V_{DS1} = 2,47 \text{ V} \\ I_{D1} = 13,53 \text{ mA} \end{cases}$$

$$Q_{M2} \begin{cases} V_{GS2} = 5 \text{ V} \\ V_{DS2} = 9,53 \text{ V} \\ I_{D2} = 4 \text{ mA} \end{cases}$$

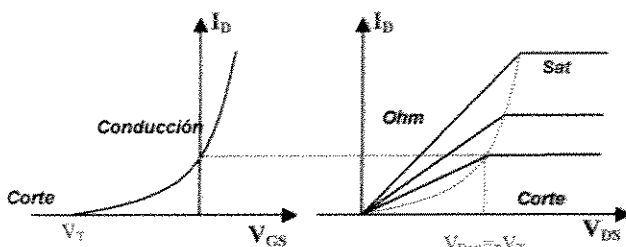
Ecuaciones transistores	MOSFET
Ecuación de Corte:	$I_D = 0$
Ecuación de Saturación:	$I_D = k (V_{GS} - V_T)^2$
Ecuación de Óhmica:	$R_{DS} = 1 / (k (V_{GS} - V_T))$
Nota: $V_{DSsat} = V_{GS} - V_T$	



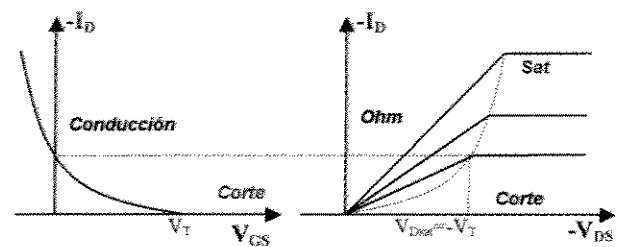
Curvas I-V de NMOS de Acumulación



Curvas I-V de PMOS de Acumulación



Curvas I-V de NMOS de Deplexión

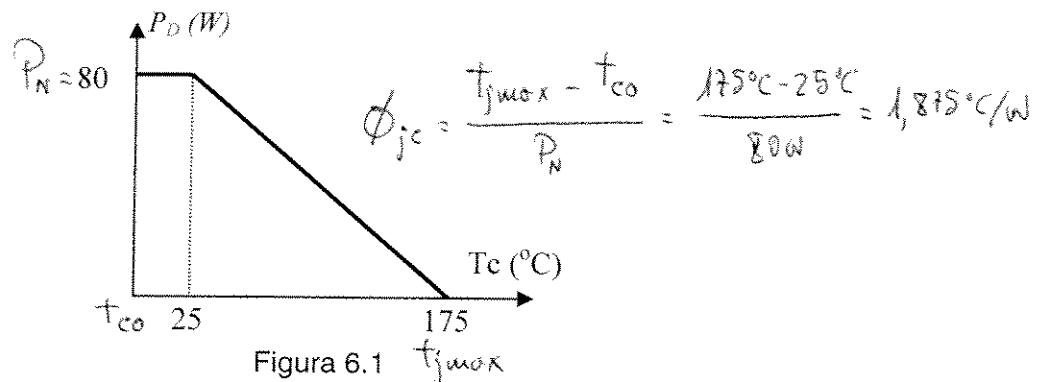


Curvas I-V de PMOS de Deplexión

Problema 6

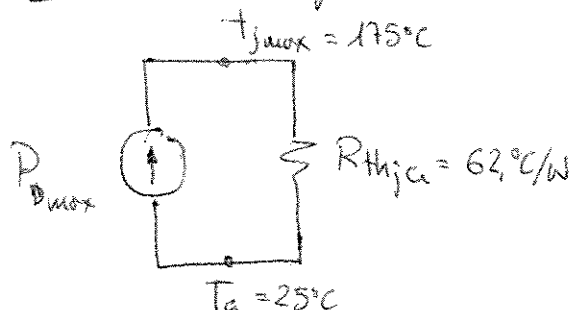
(10 puntos)

La curva de desvataje de la figura 6.1 está extraída de las hojas características de un transistor de potencia, donde además se indica el valor de la resistencia térmica unión-ambiente $R_{thja}=62^{\circ}\text{C/W}$.



- a) Calcule, justificadamente, la máxima potencia P_{Dmax} que puede disipar el transistor si la temperatura ambiente es $T_a=25^{\circ}\text{C}$. (5 pts)

$$P_{Dmax} = \frac{T_{jmax} - T_a}{R_{thja}} = \frac{175^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}}{62^{\circ}\text{C/W}} = 2,419\text{ W}$$



- b) Si se coloca un disipador de resistencia térmica $R_{thda}=15^{\circ}\text{C/W}$. Calcule la temperatura ambiente máxima de funcionamiento si el componente disipa una potencia $P_D=5\text{W}$. (5 pts)
Nota: suponga $R_{thcd}=0^{\circ}\text{C/W}$

