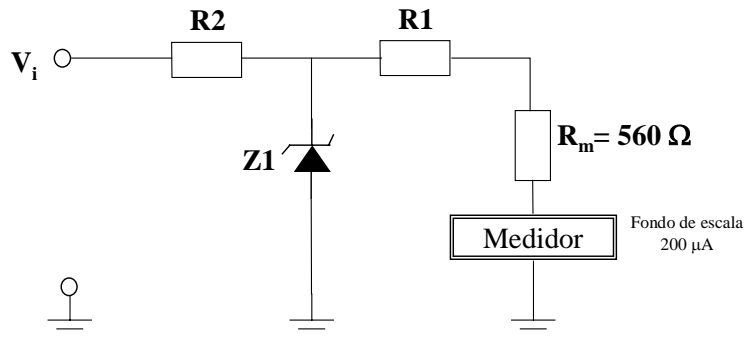
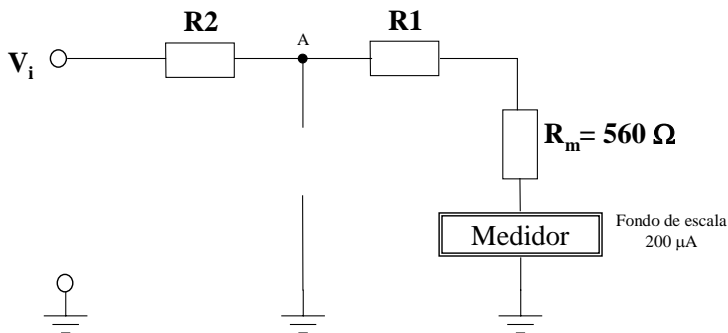


(2) **EJERCICIO 1** (realizar los cálculos con una precisión de 5 cifras significativas)

El diodo zener puede emplearse para prevenir sobrecargas en los aparatos de medición. El circuito de la figura representa un voltímetro de continua que señala 25 V a fondo de escala. La resistencia del medidor ( $R_m$ ) es de  $560 \Omega$  y a fondo de escala lo atraviesa una corriente de  $0,2 \text{ mA}$ . Si el diodo zener tiene  $V_Z = 20 \text{ V}$ , hallar  $R_1$  y  $R_2$  para que cuando  $V_i > 25 \text{ V}$  el diodo entre en regulación y la sobrecorriente sea desviada del medidor.



Para tensiones bajas de  $V_i$  el zener  $Z_1$  está en corte y el circuito equivalente sería:



Por el medidor habrá una corriente  $I = \frac{V_i}{R_2 + R_1 + R_m}$  proporcional a la tensión de entrada.

Cuando el voltímetro tenga a la entrada la tensión de fondo de escala, en ese instante la corriente debe ser la de fondo de escala y el zener debe empezar a regular para que si la tensión de entrada sigue aumentando la corriente por el medidor no supere la de fondo de escala y el exceso lo absorba el zener.

Por lo tanto, para  $V_i = 25 \text{ V}$  (fondo de escala)  $\Rightarrow I = 0,2 \text{ mA}$  y  $V_A = 20 \text{ V}$  (tensión que tiene que haber en el punto A para que el zener empiece a regular)

$$V_A = I \cdot (R_1 + R_m) = I \cdot R_1 + I \cdot R_m \Rightarrow R_1 = \frac{V_A - I \cdot R_m}{I} = \frac{20\text{V} - 0,2\text{mA} \cdot 0,560\text{K}}{0,2\text{mA}} = 99,44\text{K}$$

$$I = \frac{V_i - V_A}{R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{V_i - V_A}{I} = \frac{25\text{V} - 20\text{V}}{0,2\text{mA}} = 25\text{K}$$

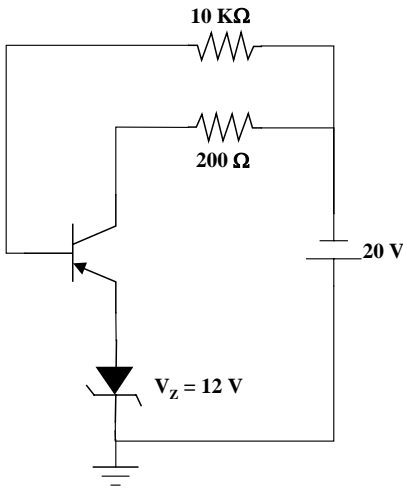
$R_1 = 99,44 \text{ k}\Omega$ $R_2 = 25 \text{ k}\Omega$
---

**EJERCICIO 2** (realizar los cálculos con una precisión de 5 cifras significativas)

Determinar los puntos de funcionamiento de los transistores bipolares de los siguientes circuitos:

DATOS: Diodos ideales, transistores bipolares con  $|V_{BEon}| = 0,6\text{ V}$ ,  $|V_{CEsat}| = 0,2\text{ V}$ ,  $\beta = 100$

(1) a)



Debido a la polarización del circuito con la fuente de 20 V, hay tensión suficiente para polarizar la unión emisor-base en directo y el zener en su zona de regulación. Por lo tanto el zener regula y establece una tensión constante e igual a 12 V entre su cátodo y su ánodo.

Como el transistor es PNP  $\Rightarrow V_{BEon} = -0,6\text{ V}$  y  $V_{CEsat} = -0,2\text{ V}$

Calculamos la corriente de base que sería saliente:

$$20V = V_Z + V_{EB} + I_B \cdot 10K \Rightarrow I_B = \frac{20V - V_Z - V_{EB}}{10K} = \frac{20V - 12V - 0,6V}{10K} = 0,74mA$$

Calculamos ahora la corriente de colector, que sería también saliente, en el caso de que el transistor estuviera saturado:

$$I_{Csat} = \frac{V_{CEsat} - V_Z + 20V}{200\Omega} = \frac{-0,2V - 12V + 20V}{200\Omega} = 39mA$$

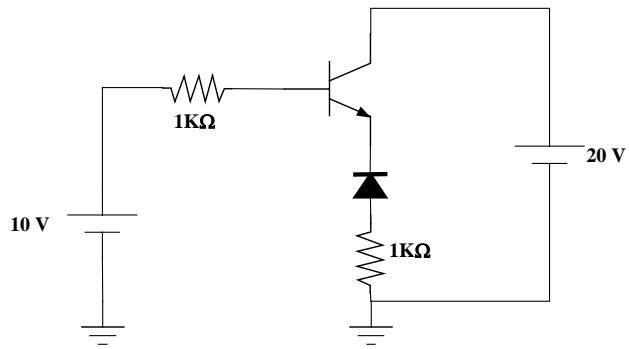
La corriente de base mínima para saturar el transistor sería:

$$I_{Bmin} = \frac{I_{Csat}}{\beta} = \frac{39mA}{100} = 0,39mA$$

Como  $I_B = 0,74\text{ mA} > 0,39mA \Rightarrow$  transistor está saturado e  $I_C = 39\text{ mA}$  y  $V_{CE} = -0,2\text{ V}$

Transistor saturado $I_C = 39\text{ mA}$ $V_{CE} = -0,2\text{ V}$
---

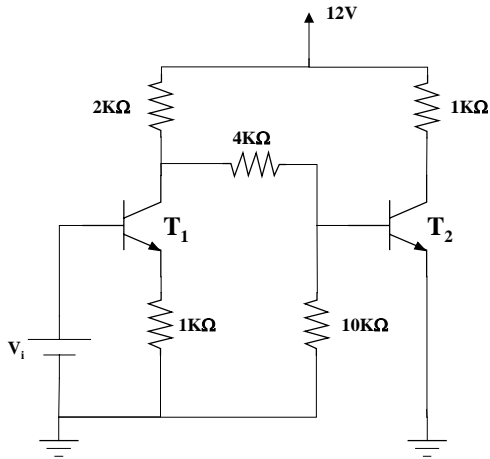
(1) b)



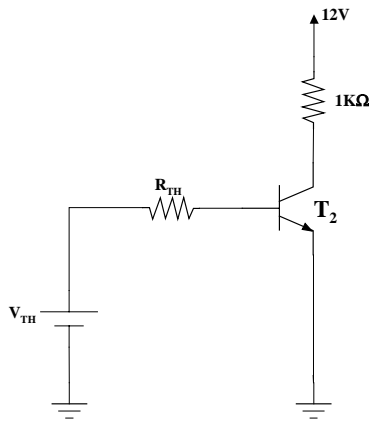
Para que el transistor conduzca debería haber una corriente de emisor saliente y esto supondría una corriente de cátodo a ánodo en el diodo y esto supondría que el diodo estaría en corte. Por lo tanto en este circuito es imposible polarizar en directa la unión de emisor-base y el diodo a la vez => transistor en corte

Transistor en corte

(2) c)  $V_i = 0\text{ V}$



Con  $V_i = 0\text{ V}$  T1 estaría en corte. Realizando el equivalente Thevenin del circuito de entrada del transistor T2 que daría el siguiente circuito:



$$V_{TH} = 12V \frac{10K}{2K + 4K + 10K} = 7,5V$$

$$R_{TH} = 10K // 6K = \frac{10K \cdot 6K}{10K + 6K} = 3,75K$$

Calculamos la corriente de base:

$$I_B = \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_{TH}} = \frac{7,5V - 0,6V}{3,75K} = 1,84mA$$

Calculamos la corriente de colector en el caso de que T2 saturado:

$$I_{Csat} = \frac{12V - V_{CEsat}}{1K} = \frac{12V - 0,2V}{1K} = 11,8mA$$

La corriente de base mínima para saturar el transistor sería:

$$I_{Bmin} = \frac{I_{Csat}}{\beta} = \frac{11,8mA}{100} = 0,118mA$$

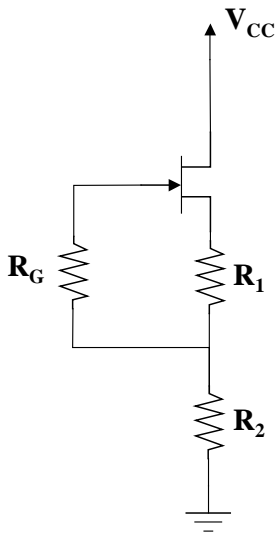
Como  $I_B = 1,84\text{ mA} > 0,118\text{ mA} \Rightarrow$  transistor está saturado e  $I_C = 11,8\text{ mA}$  y  $V_{CE} = 0,2\text{ V}$

T1 en corte  
 T2 saturado  
 $I_{C2} = 11,8\text{ mA}$   
 $V_{CE2} = 0,2\text{ V}$

(2) **EJERCICIO 3** (realizar los cálculos con una precisión de 5 cifras significativas)

Calcular los valores de  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_G$  en el circuito de la figura para obtener un punto de trabajo con  $I_D = 3 \text{ mA}$  y  $V_{DS} = 15 \text{ V}$  cuando  $V_{CC} = 20 \text{ V}$ .

DATOS:  $V_P = -2\text{V}$ ,  $I_{DSS} = 8 \text{ mA}$



$V_{DS} = 15\text{V} \Rightarrow$  Transistor saturado

$$I_D = I_{DSS} \cdot \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2 \Rightarrow 3\text{mA} = 8\text{mA} \cdot \left(1 - \frac{V_{GS}}{-2\text{V}}\right)^2 \Rightarrow \left(1 + \frac{V_{GS}}{2\text{V}}\right) = \pm\sqrt{\frac{3}{8}} = \pm 0,61237$$

$$V_{GS} = 2\text{V} \cdot (-1 \pm 0,61237) = \begin{cases} -0,77526\text{V} \\ -3,22474\text{V} \end{cases}$$

Con  $V_{GS} = -3,22474 \text{ V}$  el JFET estaría en corte ya que  $|V_{GS}| > |V_P|$ . Por lo tanto la respuesta correcta es  $V_{GS} = -0,77526 \text{ V}$

$$V_{GS} = -I_D \cdot R_1 \Rightarrow R_1 = \frac{V_{GS}}{-I_D} = \frac{-0,77526\text{V}}{-3\text{mA}} = 0,25842\text{K} = 258,42\Omega$$

$$V_{CC} = V_{DS} - V_{GS} + I_D \cdot R_2 \Rightarrow R_2 = \frac{V_{CC} - V_{DS} + V_{GS}}{I_D} = \frac{20\text{V} - 15\text{V} - 0,77526\text{V}}{3\text{mA}} = 1,40824\text{K}$$

Con respecto a  $R_G$  se puede poner cualquier valor ya que como  $I_G \approx 0$ , prácticamente se puede considerar que no hay caída de tensión en dicha resistencia y no influye en el punto de trabajo.

$R_1 = 258,42 \Omega$ $R_2 = 1,40824 \text{ k}\Omega$ $R_G$ cualquier valor
---