

Ejercicios Resueltos de Dispositivos Electrónicos I
Examen Final de Diciembre de 2000 - Ejercicio 2¹

Enunciado

Determinar el punto de trabajo del circuito de la figura. Hacer las aproximaciones necesarias, justificando adecuadamente las mismas. Datos: $R_C = 4,7k\Omega$, $R_E = 1k\Omega$, $R_{B1} = 86k\Omega$, $R_{B2} = 12k\Omega$, $V_{DC} = 12V$, y el transistor T_1 tiene las siguientes características: $V_{BEon} = V_{BEsat} = 0,65V$, $V_{CEsat} = 0,25V$, $\beta = 150$.

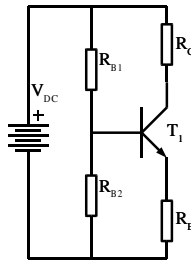


Figura 1: Circuito del enunciado

Solución

El punto de trabajo del transistor viene determinado por dos parámetros eléctricos: la corriente de colector (I_C) y la diferencia de potencial entre el colector y el emisor (V_{CE}). Para resolver este problema es necesario seguir los siguientes pasos:

- hacer una suposición del estado del transistor
- en base a la suposición anterior, calcular las corrientes y tensiones del circuito
- validar, o no, la suposición en base a los resultados

Para resolver este ejercicio se supondrá que el transistor está en zona lineal.

Haciendo el equivalente Thevenin de la fuente de alimentación y las dos resistencias de base se obtiene:

$$V_{Th} = V_{DC} \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} = 12 \frac{12k}{86k + 12k} = 1,46939V$$

$$R_{Th} = R_{B1} \parallel R_{B2} = \frac{R_{B1} R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} = \frac{86k \cdot 12k}{86k + 12k} = 10,53061k$$

Luego, se puede cerrar la malla formada por V_{Th} , R_{Th} , la unión base-emisor de T_1 y R_E :

$$V_{Th} = I_B R_{Th} + V_{BEon} + I_E R_E \quad (1)$$

$$= I_B R_{Th} + V_{BEon} + I_B (\beta + 1) R_E \quad (2)$$

$$= I_B (R_{Th} + R_E (\beta + 1)) + V_{BEon} \quad (3)$$

Despejando la ecuación 3:

¹Resuelto por el Prof. Andrés A. Nogueiras Meléndez, aagusto@dte.uvigo.es, 2001

$$I_B = \frac{V_{Th} - V_{BEon}}{R_{Th} + R_E(\beta + 1)} = \frac{1,46939 - 0,65}{10,53061k + 1k \cdot (150 + 1)} = 5,07266\mu A$$

Luego:

$$I_E = I_B(\beta + 1) = 5,07266\mu A \cdot (150 + 1) = 765,97166\mu A$$

$$I_C = I_B\beta = 5,07266\mu A \cdot 150 = 760,899\mu A$$

La tensión entre emisor y colector es:

$$V_{CE} = V_{DC} - I_C R_C - I_E R_E = 12 - 760,899\mu A \cdot 4,7k\Omega - 765,97166\mu A \cdot 1k\Omega = 7,65780V$$

Por lo tanto, la suposición de que el transistor está en zona activa es correcta. Concluyendo, el punto de trabajo del transistor es:

$$V_{CE} = 7,66V; I_C = 760,90\mu A$$

Segunda Solución

Otra posible forma de solucionar el ejercicio se basa en aproximaciones razonadas. Dado que la beta del transistor es de 150, el despreciar la corriente de base es posible frente a las corrientes de colector y emisor, que pasan a considerarse iguales, pues el error cometido es menor que el 1%. Hay que comprobar, además, que la corriente de base sea despreciable frente a la corriente que circula por las dos resistencias de base. Esta solución, a efectos prácticos, es correcta, aunque menos precisa.

Si la corriente de base (I_B) es nula, la tensión que cae en la resistencia R_{B2} es:

$$V_{R_{B2}} = V_{DC} \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} = 12 \frac{12k}{86k + 12k} = 1,46939V$$

La corriente que circula por las resistencias es:

$$I_{R_{B1}} = I_{R_{B2}} = \frac{V_{DC}}{R_{B1} + R_{B2}} = \frac{12}{86k + 12k} = 122,44899\mu A$$

Luego, las corrientes de emisor I_E y colector I_C son:

$$I_C = I_E = \frac{V_{R_{B2}} - V_{BEon}}{R_E} = \frac{1,46939 - 0,65}{1k} = 819,39\mu A$$

La corriente de base, para estas corrientes, es:

$$I_B = \frac{I_E}{\beta + 1} = \frac{819,39\mu}{150 + 1} = 5,42642\mu A$$

y la tensión entre colector y emisor es:

$$V_{CE} = V_{DC} - (R_C + R_E)I_E = 12 - (4,7k + 1k) \cdot 819,39\mu A = 7,32948V$$

Los resultados son muy similares, viniendo los errores mas acusados en aquellos valores que se suponen despreciables. Una posibilidad, a partir de estos datos, es continuar el análisis del circuito de manera iterativa (*fuerza bruta*).

Comprobaciones

Si la suposición del estado del transistor es de corte, implicaría que las corrientes por T_1 son todas cero. Esto es imposible, ya que el equivalente Thevenin del circuito de base polariza directamente la unión base-emisor. Se podría suponer también que el transistor está en saturación, procediendo a calcular las tensiones y corrientes de la misma forma que para la suposición de zona activa, pero el resultado de la tensión colector-emisor V_{CE} acaba contradiciendo la suposición.