## Problema 6.3ver1

En el circuito de la figura 6.3.1, no se conoce el valor de $R_{E1}$. Calcule $R_{E1}$ para que la ganancia de tensión resulte –5.

Nota: El transistor se encuentra polarizado en zona activa, con $h_{fe} = \beta = 100$ y $h_{ie} = 21{,}8k\Omega$.

Solución:
El circuito en alterna está representado en la figura 6.3.2bis.

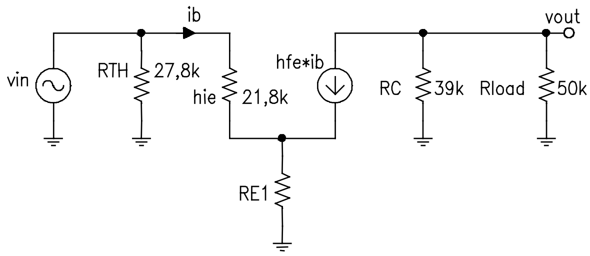


**Figura 6.3.2bis**

En el circuito de salida:

$$v_{out} = -h_{fe} i_b \left(R_C \,//\, R_{load}\right)$$

En la malla de entrada:

$$v_{in} = h_{ie} i_b + R_{E1}\left(1 + h_{fe}\right) \cdot i_b = i_b \cdot \left[h_{ie} + R_{E1}\left(1 + h_{fe}\right)\right]$$

Sustituyendo $i_b$ en la primera ecuación y agrupando términos:

$$A_v = \frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{-h_{fe}\left(R_C \,//\, R_{load}\right)}{h_{ie} + R_{E1}\left(1 + h_{fe}\right)}$$

Para que la ganancia sea –5, $A_v = -5$, sustituyendo valores:

$$A_v = \frac{-h_{fe}\left(R_C \,//\, R_{load}\right)}{h_{ie} + R_{E1}\left(1 + h_{fe}\right)} = \frac{-100\left(39k \,//\, 50k\right)}{21{,}8k + R_{E1}\left(1 + 100\right)} = -5$$

despejando $R_{E1}$, queda:

$$R_{E1} = 4{,}12k\Omega$$

## Problema 6.7ver1

En el circuito de la figura 6.7.1 determinar la resistencia de salida $R_{out}$ (la resistencia vista desde el terminal $v_{out}$):

a) Si $R_s$=0Ω y se modeliza el transistor con los parámetros híbridos $h_{ie}$, $h_{fe}$ y $1/h_{oe} = r_o$.

b) Si $R_s$=100Ω y se modeliza el transistor con los parámetros híbridos $h_{ie}$ y $h_{fe}$.

**Datos:** $h_{ie}$=1kΩ, $h_{fe}$=150, $R_{B1}$=56kΩ, $R_{B2}$=10kΩ, $R_C$=2,2 kΩ, y , $1/h_{oe} = r_o = 40k\Omega$ (solo apartado a), $R_s$=100Ω (solo apartado b).

Solución:

a) El circuito es el mostrado en la figura 6.7.2bis, donde se ha dibujado directamente $R_B = R_{B1} // R_{B2}$.

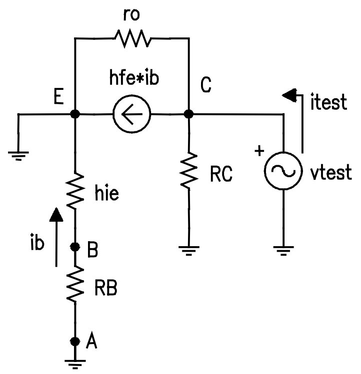


**Figura 6.7.1bis**

Se puede ver que la corriente $i_b$ circula por $h_{ie}$ y $R_B$. Para calcularla, observamos los puntos A y E marcados en la figura:

$$i_b = \frac{v_A - v_E}{h_{ie} + R_B} = 0 \qquad \Rightarrow \qquad h_{fe} i_b = 0$$

Por tanto, el circuito equivalente es el de la figura 6.7.3bis. Directamente:

$$R_{out} = R_C // r_o = 2{,}2k\Omega // 40k\Omega \approx 2{,}1k\Omega$$

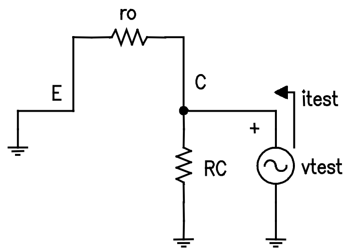


**Figura 6.7..2bis**

b) El circuito a resolver es ahora el de la figura 6.7.4bis.

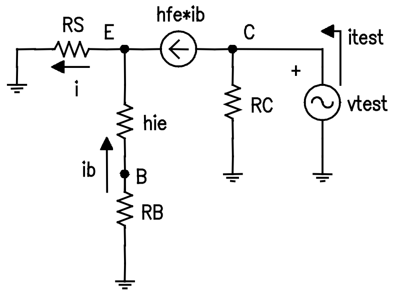


**Figura 6.7.3bis**

De nuevo, la corriente $i_b$ es nula. Para demostrarlo, expresaremos la tensión del punto E, como:

$$v_E = iR_S \qquad \text{o} \qquad v_E = -i_b\left(h_{ie} + R_B\right)$$

Igualando:

$$iR_S = -i_b\left(h_{ie} + R_B\right)$$

Por otra parte, la suma de corrientes en E es: $i = i_b + h_{fe}i_b$ , sustituyendo arriba:

$$i_b\left(1 + h_{fe}\right)\cdot R_S = -i_b\left(h_{ie} + R_B\right)$$

La única forma de que se cumpla esta expresión, para cualquier valor de $h_{ie}$, $h_{fe}$, $R_B$ y $R_S$, es que:

$$i_b = 0$$

La figura 6.7.5bis muestra por tanto el circuito equivalente para calcular la resistencia de salida. Directamente:

$$R_{out} = R_C = 2{,}2k\Omega$$

La resistencia de salida no depende de $R_S$, y solo depende, ligeramente, de $h_{oe}$.

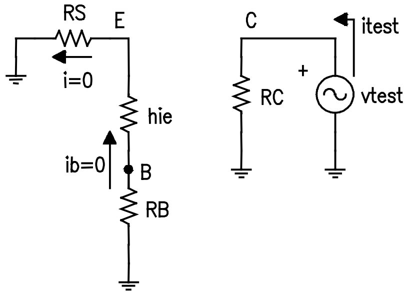


**Figura 6.7.4bis**

## Problema 6.10ver1

En el circuito de la figura 6.10.1bis, la fuente de corriente I es una fuente de continua. Determinar la resistencias de entrada $R_{in1}$ y $R_{in2}$: a) Si se representa el transistor con los parámetros $h_{ie}$ y $h_{fe}$. b) Si se representa el transistor con los parámetros $h_{ie}$, $h_{fe}$ y $h_{oe}$.

Datos: $h_{fe} = 100$, $h_{ie} = 610\Omega$, $1/h_{oe} = 40k\Omega$.

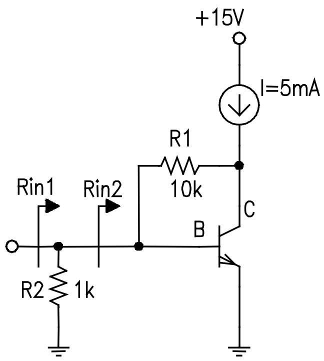


**Figura 6.10.1bis**

Solución:

Por la forma en la que están definidas las resistencias, se calculará solamente $R_{in2}$, ya que:

$$R_{in1} = R_2 \,//\, R_{in2}$$

a) En la figura 6.10.2bis se muestra el circuito equivalente en alterna, donde se ha introducido un generador $v_{test}$ para calcular la resistencia de entrada. Note que la fuente de corriente I ha sido sustituida por un circuito abierto.

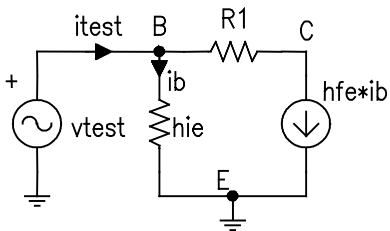


**Figura 6.10.2bis**

El balance de corrientes en la base B es:

$$i_{test} = i_b + h_{fe} i_b = (1 + h_{fe}) \cdot i_b$$

pero la corriente de base puede expresarse: $i_b = v_{test} / h_{ie}$, con lo que sustituyendo:

$$i_{test} = (1+h_{fe}) \cdot i_b = (1+h_{fe}) \cdot \frac{v_{test}}{h_{ie}} \qquad \Rightarrow \qquad R_{in2} = \frac{v_{test}}{i_{test}} = \frac{h_{ie}}{1+h_{fe}} = 6{,}1\Omega$$

La resistencia $R_{in1}$, vale: $R_{in1} = R_2 \,//\, R_{in2} = 1k\Omega \,//\, 6{,}1\Omega \approx 6{,}1\Omega$.

b) Ahora, el circuito equivalente en alterna se muestra en la figura 6.10.3bis. Con los sentidos adoptados para las corrientes, el balance en la base B es:

$$i_{test} = i_b + h_{fe} i_b + i_o = (1+h_{fe}) \cdot i_b + i_o$$

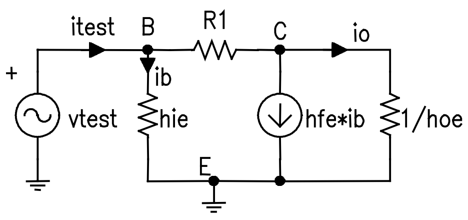


**Figura 6.10.3bis**

La tensión en el colector C viene dada por $v_C = i_o \cdot \frac{1}{h_{oe}} = i_o r_o$. Por otra parte, la corriente en $R_1$ se puede expresar:

$$i_{R_1} = h_{fe} i_b + i_o = \frac{v_{test} - v_C}{R_1} = \frac{v_{test} - i_o r_o}{R_1}$$

Despejando $i_o$ y sustituyendo en la expresión inicial de $i_{test}$:

$$i_o = \frac{v_{test}}{R_1 + r_o} - \frac{h_{fe} i_b R_1}{R_1 + r_o} \qquad \Rightarrow \qquad i_{test} = (1+h_{fe}) \cdot i_b + \frac{v_{test}}{R_1 + r_o} - \frac{h_{fe} i_b R_1}{R_1 + r_o}$$

Finalmente, teniendo en cuenta, de nuevo, que $i_b = v_{test} / h_{ie}$:

$$i_{test} = (1+h_{fe}) \cdot \frac{v_{test}}{h_{ie}} + \frac{v_{test}}{R_1 + r_o} - \frac{h_{fe} R_1}{R_1 + r_o} \cdot \frac{v_{test}}{h_{ie}}$$

Agrupando términos, se tiene, finalmente:

$$R_{in2} = \frac{v_{test}}{i_{test}} = \frac{1}{\left[\left(\frac{1+h_{fe}}{h_{ie}}\right) + \frac{1}{R_1 + r_o} - \frac{h_{fe}}{h_{ie}} \cdot \frac{R_1}{R_1 + r_o}\right]} \approx 7{,}5\Omega$$

La resistencia $R_{in1}$, vale: $R_{in1} = R_2 \,//\, R_{in2} = 1k\Omega \,//\, 7{,}5\Omega \approx 7{,}5\Omega$.