

Problema 4.2ver1

Repetir el problema 4.2 si $R_B = 100k\Omega$.

Solución:

La condición para que el transistor se encuentre en saturación es:

$$\beta \cdot I_B \geq I_C$$

Llamando V_E a la tensión del emisor, y suponiendo que el transistor está saturado:

$$V_B = V_E + V_{BE} = V_E + 0,7$$

$$V_C = V_E + V_{CESAT} = V_E + 0,2$$

Las corrientes de base y colector pueden expresarse como:

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_B}{R_B} = \frac{10 - V_E - 0,7}{100k}$$

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_C}{R_C} = \frac{10 - V_E - 0,2}{2k}$$

Como:

$$I_E = \frac{V_E}{1k}$$

y siempre se cumple que:

$$I_E = I_C + I_B$$

queda:

$$\frac{V_E}{1k} = \frac{10 - V_E - 0,2}{2k} + \frac{10 - V_E - 0,7}{100k}$$

Despejando V_E :

$$V_E = 3,3V$$

A partir del valor de V_E se calculan I_B e I_C :

$$I_B = 60\mu A$$

$$I_C = 3,25mA$$

Como $\beta \cdot I_B \geq I_C$, el transistor está en saturación.

Problema 4.6ver1

Repetir el problema 4.6 si $R_B = R_1 = R_2 = 4,7k\Omega$.

Solución:

Suponiendo el transistor en activa y el diodo conduciendo, el circuito es el de la figura 4.6.2.

La corriente de base puede calcularse como:

$$I_B = \frac{5 - 0,7}{47k} = 91,5\mu A$$

La corriente de colector es, por tanto:

$$I_C = \beta \cdot I_B = 9,15mA$$

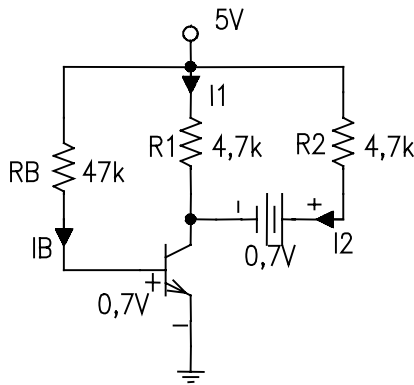


Figura 4.6.1

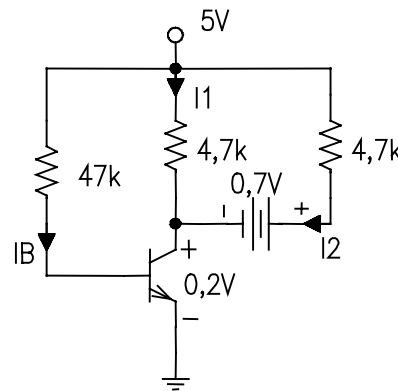


Figura 4.6.2

Observe que el diodo necesariamente conduce ya que de no hacerlo quedaría polarizado directamente ($V_{Anodo} = 5V$ y $V_{K(catodo)} < 5V$), por la caída de tensión en R_1).

Para determinar la tensión V_{CE} observamos que en el nudo C (colector):

$$I_1 + I_2 = I_C = 9,15mA$$

desarrollando la expresión:

$$\frac{5 - V_C}{4,7k} + \frac{5 - (V_C + 0,7)}{4,7k} = 9,15mA$$

Resolviendo V_C , se encuentra que $V_C = V_{CE} = -16,85V$. Puesto que $V_{CE} = 0V$, la suposición inicial de conducción en activa **NO** es cierta.

Con el transistor saturado, el circuito a resolver se muestra en la figura 4.6.3. La corriente de base es la misma que en la situación anterior. La corriente de colector puede calcularse otra vez por: $I_1 + I_2 = I_C$, pero ahora:

$$\frac{5 - 0,2}{4,7k} + \frac{5 - 0,9}{4,7k} = 1,89mA = I_C$$

Comprobamos que el transistor está en saturación ya que $\beta \cdot I_B > I_C$; $9,15mA > 1,89mA$.

Problema 4.14ver1

En la fuente de corriente de la figura 4.14.1:

- Calcular el valor de R_B para que I_C tenga un valor de 2mA.
- En el colector del transistor se coloca una carga $R_C = 20k\Omega$, conectada a una fuente de 20V (ver figura 4.14.2). La corriente en la carga NO son los 2mA previstos, determine la corriente de colector y el estado del transistor.

Nota importante: No desprecie el valor de I_B .

Datos: $V_{BE}=0,7V$, $\beta=100$.

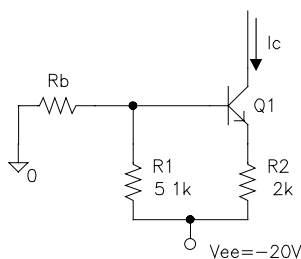


Figura 4.14.1

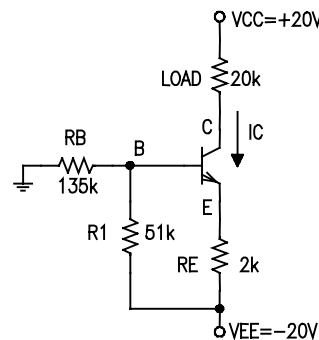


Figura 4.14.2

Solución:

- La figura 4.14.3 muestra las referencias adoptadas para corrientes y tensiones para la fuente de corriente constante de la figura 4.14.1.

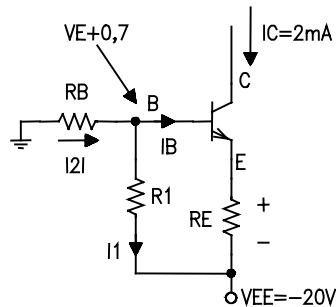


Figura 4.14. 3

Suponemos que la carga (no mostrada) es la adecuada para mantener el transistor en activa, ya que de lo contrario la operación como fuente de corriente constante no es posible. Por lo tanto, la corriente de base es:

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{2mA}{100} = 20\mu A$$

La corriente de emisor es $I_E = I_C + I_B = 2,02mA$. En consecuencia la tensión en el emisor se puede determinar fácilmente:

$$V_E = V_{EE} + I_E R_E = -20 + 2,02 \cdot 10^{-3} \cdot 2k = -15,96V$$

El balance de corrientes en la base del transistor es: $I_2 = I_1 + I_B$, desarrollando:

$$\frac{0 - (V_E + 0,7)}{R_B} = \frac{(V_E + 0,7) - (V_{EE})}{R_1} + I_B$$

$$\frac{-(-15,96 + 0,7)}{R_B} = \frac{(-15,96 + 0,7) - (-20)}{51k} + 20\mu A$$

Operando con esta última expresión: $R_B = 135,1k\Omega$.

b) La figura 1.14.4 muestra las referencias adoptadas para corrientes y tensiones para la fuente de corriente constante de la figura 4.14.2.

Del apartado a) se sabe que si el transistor está en activa, el circuito es una fuente de corriente constante y la corriente de colector es de 2mA. Como el enunciado indica que la corriente NO es de 2mA, el transistor NO está en activa.

Supondremos que en este caso el transistor está en saturación. (Note que con 2mA de corriente de colector la caída en la resistencia de colector sería de 40V).

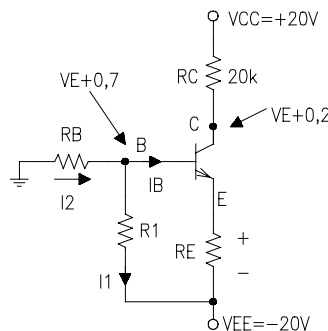


Figura 4.14. 4

La corriente de base se calcula con las mismas consideraciones del apartado anterior, ya que la ecuación $I_B = I_2 - I_1$ se verifica también en saturación:

$$I_B = \frac{0 - (V_E + 0,7)}{R_B} - \frac{(V_E + 0,7) - (V_{EE})}{R_1}$$

A la vista de la figura 1.4, las corrientes de colector y de emisor son, respectivamente:

$$I_C = \frac{V_{CC} - (V_E + 0,2)}{R_C} \quad I_E = \frac{V_E - V_{EE}}{R_E}$$

Como $I_E = I_B + I_C$, utilizando las expresiones anteriores y sustituyendo vemos que la única variable a determinar es V_E :

$$\frac{V_E - V_{EE}}{R_E} = \left[\frac{0 - (V_E + 0,7)}{R_B} - \frac{(V_E + 0,7) - (V_{EE})}{R_1} \right] + \frac{V_{CC} - (V_E + 0,2)}{R_C}$$

$$\frac{V_E + 20}{2} = \left[\frac{-(V_E + 0,7)}{135} - \frac{(V_E + 0,7) + 20}{51} \right] + \frac{20 - (V_E + 0,2)}{20}$$

Operando: $V_E = -16,33V$, y las corrientes de emisor, colector y base, resultan:

$$I_E = 1,836mA$$

$$I_C = 1,816mA$$

$$I_B = 0,02mA$$

El transistor funciona en saturación, ya que:

$$\beta I_B = 100 \cdot 0,02mA > I_C$$

Problema 4.16ver1

En el circuito de la figura 4.16.1 el punto de trabajo de los transistores es:

$$Q_1 (I_{CQ1} = 1,05 \text{ mA}, V_{CEQ1} = 5,05\text{V})$$

$$Q_2 (I_{CQ2} = 2,09 \text{ mA}, V_{CEQ2} = 11,74\text{V})$$

Calcule la β y el valor exacto de la tensión V_{BE} para cada transistor.
(OJO: NO HAY QUE TOMAR $V_{BE} = 0,7\text{V}$).

Solución:

Sabiendo que $V_{CEQ2} = 11,74\text{V}$, la tensión en el emisor de Q_2 es:

$$V_{E2} = 24 - V_{CE2} = 12,26 \text{ V}$$

Así que la corriente de emisor de dicho transistor es:

$$I_{E2} = \frac{12,26}{5,6k} = 2,19\text{mA} \quad \Rightarrow \quad I_{B2} = I_{E2} - I_{C2} = 0,1\text{mA}$$

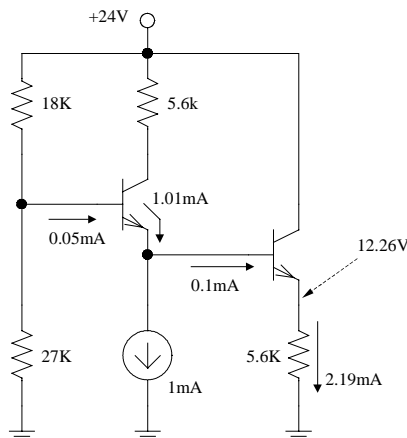
Para el transistor Q_1 , si observamos el emisor:

$$I_{E1} = I_{B2} + 1\text{mA} = 1,1\text{mA} \quad \Rightarrow \quad I_{B1} = I_{E1} - I_{C1} = 0,05\text{mA}$$

La β de los transistores es:

$$\beta_{Q1} = \frac{I_{C1}}{I_{B1}} = \frac{1,05}{0,05} = 21 \quad \beta_{Q2} = \frac{I_{C2}}{I_{B2}} = \frac{2,09}{0,1} = 20,9$$

En la figura siguiente se resumen los resultados obtenidos. Para calcular los valores exactos de las tensiones V_{BE} partimos del transistor Q_1 .



La tensión del emisor es:

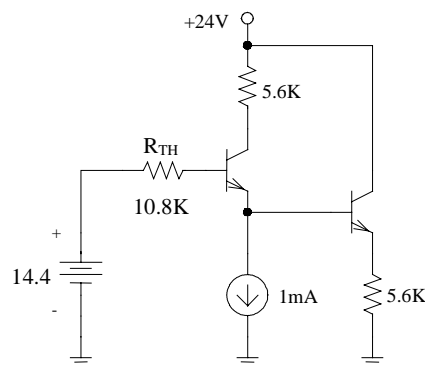
$$V_{E1} = V_{C1} - V_{CE1} = (24 - 5,6k \cdot 1,05mA) - 5,05 = 13,07V$$

Por tanto para el transistor Q_2 :

$$V_{BE2} = V_{B2} - V_{E2} = 13,07 - 12,26 = 0,81V$$

Para calcular la tensión V_{BE1} se puede calcular primero el equivalente de Thevenin del circuito de base. Como conocemos I_{B1} , se tiene:

$$V_{B1} = V_{TH} - I_{B1} \cdot R_{TH}$$



Con los valores del enunciado:

$$V_{B1} = 14,4 - 0,05mA \cdot 10,8k = 13,86V \quad \Rightarrow \quad V_{BE1} = 13,86 - 13,07 = 0,79V$$

PROBLEMAS PROPUESTOS

Exámenes Junio 2000 y Septiembre 2000

Problema 1

En el circuito de la figura 1 determine R_E para que la tensión colector-emisor en el punto de polarización del transistor sea: $V_{CEQ} = 7V$.

Nota importante: Haga el problema sin despreciar el valor de I_B .

Datos: $V_{BEON} = 0,7V$, $\beta = 100$

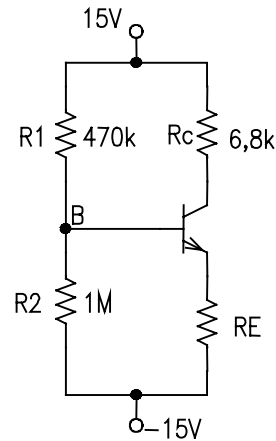


Figura 1

Solución: $R_E = 18,16k\Omega$

Problema 2

En el circuito de la figura 2, dibujar la función de transferencia del circuito, $v_{out} = f(v_{in})$, si $0 < v_{in} < 15V$. Indique claramente en cada zona el estado de los diodos y del transistor.

Datos: Diodo 1: $V_Z = 3V$, Diodo 2: $V_{AKON} = 0,7V$, Transistor: $\beta = 100$

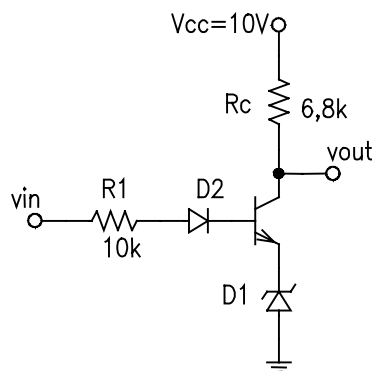


Figura 2

Solución: Si $0 < v_{in} < 4,4V$ el trt está en OFF y $v_{out} = 10V$; Si $4,4 < v_{in} < 11,2V$ el trt está en ACTIVA; Si $11,2 < v_{in} < 15V$ el trt está en SATURACION y $v_{out} = 0,2V$.