

PROBLEMAS

§ 4.3 Circuito de polarización fija

1. Para la configuración de polarización fija de la figura 4.75, determine:

- I_{BQ} .
- I_{CQ} .
- V_{CEQ} .
- V_C .
- V_B .
- V_E .

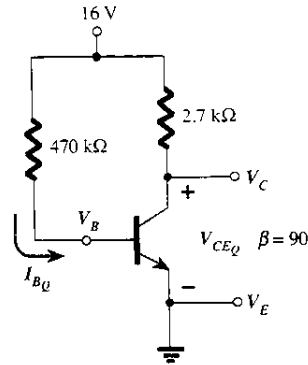


Figura 4.75 Problemas 1, 4, 11, 47, 51, 52, 53, 56, 61.

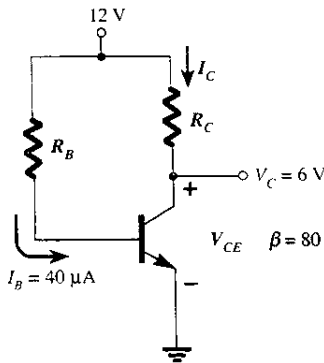


Figura 4.76 Problema 2.

2. Dada la información que aparece en la figura 4.76, calcule:

- I_C .
- R_C .
- R_B .
- V_{CE} .

3. Dada la información que aparece en la figura 4.77, determine:

- I_C .
- V_{CC} .
- β .
- R_B .

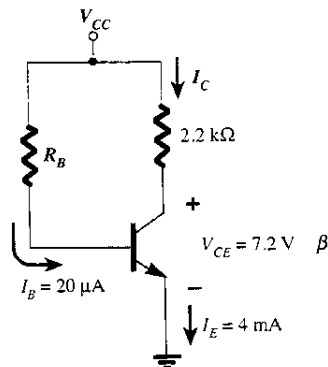


Figura 4.77 Problema 3.

4. Encuentre la corriente de saturación ($I_{C_{sat}}$) para la configuración de polarización fija de la figura 4.75.

- * 5. Dadas las características del transistor BJT de la figura 4.78:

- Dibuje una recta de carga sobre las características determinada por $E = 21\text{ V}$ y $R_C = 3\text{ k}\Omega$ para una configuración de polarización fija.
- Escoja un punto de operación a la mitad entre el corte y la saturación. Determine el valor de R_B para establecer el punto de operación resultante.
- ¿Cuáles son los valores resultantes de I_{CQ} y de V_{CEQ} ?
- ¿Cuál es el valor de β en el punto de operación?
- ¿Cuál es el valor de α definido para el punto de operación?
- ¿Cuál es la corriente de saturación ($I_{C_{sat}}$) para el diseño?
- Dibuje la configuración resultante de polarización fija.
- ¿Cuál es la potencia dc disipada por el dispositivo en el punto de operación?
- ¿Cuál es la potencia proporcionada por V_{CC} ?
- Determine la potencia que los elementos resistivos disipan al tomar la diferencia entre los resultados de los incisos h e i.

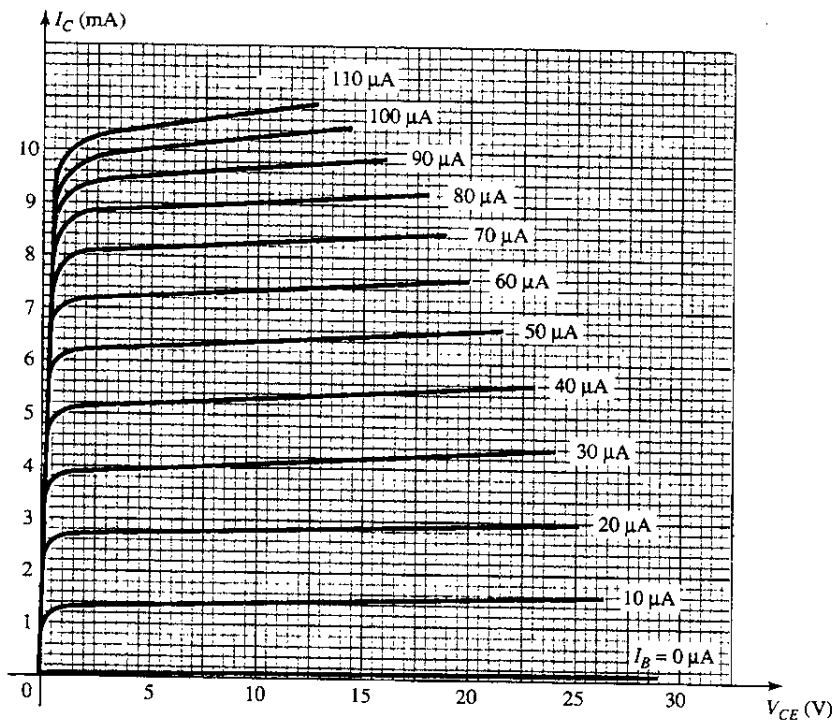


Figura 4.78 Problemas 5, 10, 19, 35, 36.

§ 4.4 Circuito de polarización estabilizado en emisor

6. Para el circuito de polarización con emisor estabilizado de la figura 4.79, determine:
 - a) I_{BQ} .
 - b) I_{CQ} .
 - c) V_{CEQ} .
 - d) V_C .
 - e) V_B .
 - f) V_E .
7. Con la información que proporciona la figura 4.80, calcule:
 - a) R_C .
 - b) R_E .
 - c) R_B .
 - d) V_{CE} .
 - e) V_B .
8. Con la información que ofrece la figura 4.81, determine:
 - a) β .
 - b) V_{CC} .
 - c) R_B .
9. Calcule la corriente de saturación para la red de la figura 4.79.
- * 10. Usando las características de la figura 4.78, determine lo siguiente para una configuración de polarización en emisor si se define un punto Q en $I_{CQ} = 4 \text{ mA}$ y $V_{CEQ} = 10 \text{ V}$.
 - a) R_C si $V_{CC} = 24 \text{ V}$ y $R_E = 1.2 \text{ k}\Omega$.
 - b) β en el punto de operación.
 - c) R_B .
 - d) La potencia disipada por el transistor.
 - e) La potencia disipada por el resistor R_C .

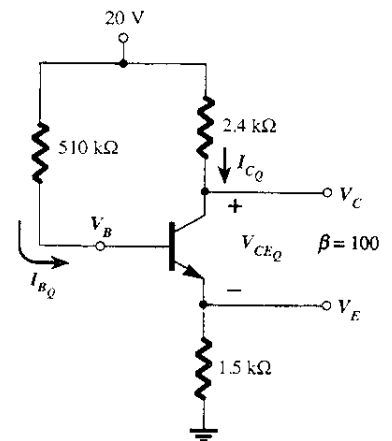


Figura 4.79 Problemas 6, 9, 11, 20, 24, 48, 51, 54, 58, 62.

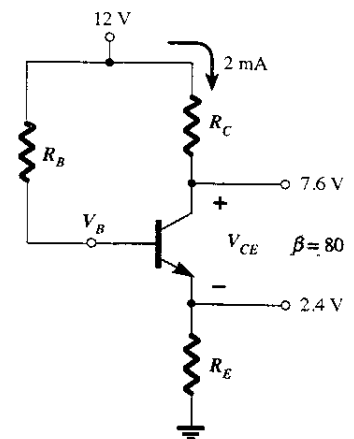


Figura 4.80 Problema 7.

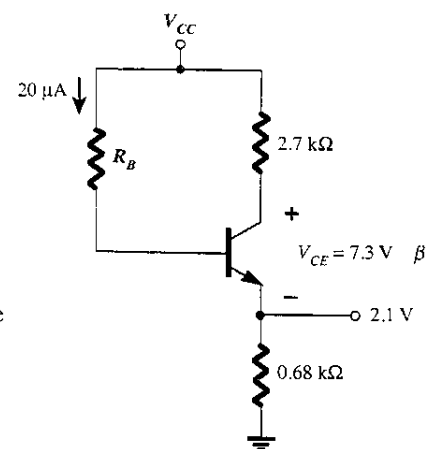


Figura 4.81 Problema 8.



- * 11. a) Determine I_C y V_{CE} para la red de la figura 4.75.
 b) Cambie β a 135 y calcule el nuevo valor de I_C y V_{CE} para la red de la figura 4.75.
 c) Determine la magnitud del porcentaje de cambio en I_C y V_{CE} utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\% \Delta I_C = \left| \frac{I_{C(\text{parte b})} - I_{C(\text{parte a})}}{I_{C(\text{parte a})}} \right| \times 100\%, \quad \% \Delta V_{CE} = \left| \frac{V_{CE(\text{parte b})} - V_{CE(\text{parte a})}}{V_{CE(\text{parte a})}} \right| \times 100\%$$

- d) Determine I_C y V_{CE} para la red de la figura 4.79.
 e) Cambie β a 150 y determine el nuevo valor de I_C y V_{CE} para la red de la figura 4.79.
 f) Determine la magnitud del porcentaje de cambio en I_C y V_{CE} usando las siguientes ecuaciones:

$$\% \Delta I_C = \left| \frac{I_{C(\text{parte e})} - I_{C(\text{parte d})}}{I_{C(\text{parte d})}} \right| \times 100\%, \quad \% \Delta V_{CE} = \left| \frac{V_{CE(\text{parte e})} - V_{CE(\text{parte d})}}{V_{CE(\text{parte d})}} \right| \times 100\%$$

- g) En cada una de las ecuaciones anteriores, la magnitud de β se incrementó en un 50%. Compare el porcentaje de cambio en I_C y V_{CE} para cada configuración y comente sobre cuál parece ser menos sensible a los cambios en β .

§ 4.5 Polarización por divisor de voltaje

12. Para la configuración de polarización por divisor de voltaje de la figura 4.82, determine:

- a) I_{BQ} .
 b) I_{CQ} .
 c) V_{CEQ} .
 d) V_C .
 e) V_E .
 f) V_B .

13. Con la información que ofrece la figura 4.83, determine:

- a) I_C .
 b) V_E .
 c) V_B .
 d) R_1 .

14. Con la información proporcionada en la figura 4.84, determine:

- a) I_C .
 b) V_E .
 c) V_{CC} .
 d) V_{CE} .
 e) V_B .
 f) R_1 .

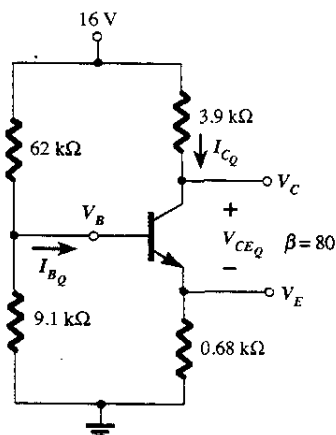


Figura 4.82 Problemas 12, 15, 18, 20, 24, 49, 51, 52, 55, 59, 63.

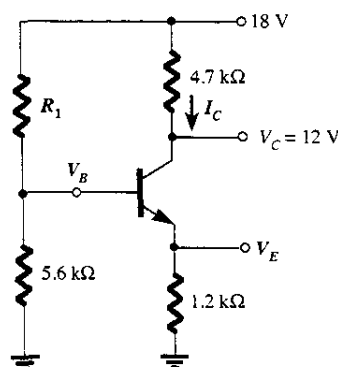


Figura 4.83 Problema 13.

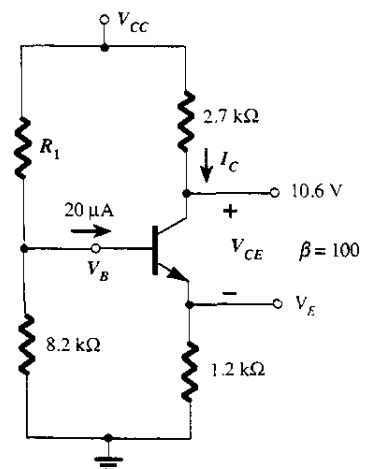


Figura 4.84 Problema 14.

15. Determine la corriente de saturación ($I_{C_{sat}}$) para la red de la figura 4.82.
- * 16. Determine para la siguiente configuración de divisor de voltaje de la figura 4.85 utilizando la aproximación, si se satisface la condición establecida por la ecuación (4.33).
- I_C .
 - V_{CE} .
 - I_B .
 - V_E .
 - V_B .
- * 17. Repita el problema 16 empleando el sistema exacto (Thévenin) y compare las soluciones. Basándose en los resultados, ¿es el sistema aproximado una técnica válida de análisis si la ecuación (4.33) está satisfecha?
18. a) Determine I_{C_Q} , V_{CE_Q} e I_{B_Q} para la red del problema 12 (figura 4.82) con el método aproximado aunque la condición establecida por la ecuación (4.33) no esté satisfecha.
b) Determine I_{C_Q} , V_{CE_Q} e I_{B_Q} utilizando el método exacto.
c) Compare las soluciones y comente sobre si la diferencia es lo suficientemente grande como para requerir el respaldo de la ecuación (4.33) cuando se determine qué método debe utilizarse.
- * 19. a) Con las características de la figura 4.78, determine R_C y R_E para la red del divisor de voltaje que tiene un punto Q de $I_{C_Q} = 5$ mA y $V_{CE_Q} = 8$ V. Utilice $V_{CC} = 24$ V y $R_C = 3R_E$.
b) Encuentre V_E .
c) Determine V_B .
d) Encuentre R_2 si $R_1 = 24$ k Ω suponiendo que $\beta R_E > 10R_2$.
e) Calcule β en el punto Q .
f) Pruebe la ecuación (4.33) y obsérvese si la suposición del inciso d es correcta.
- * 20. a) Determine I_C y V_{CE} para la red de la figura 4.82.
b) Cambie β a 120 (50% de incremento) y determine los nuevos valores de I_C y V_{CE} para la red de la figura 4.82.
c) Determine la magnitud del porcentaje de cambio en I_C y V_{CE} utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\% \Delta I_C = \left| \frac{I_{C(\text{parte b})} - I_{C(\text{parte a})}}{I_{C(\text{parte a})}} \right| \times 100\%, \quad \% \Delta V_{CE} = \left| \frac{V_{CE(\text{parte b})} - V_{CE(\text{parte a})}}{V_{CE(\text{parte a})}} \right| \times 100\%$$

- d) Compare la solución del inciso c con las soluciones que se obtuvieron para c y f del problema 11. Si no se llevó a cabo, obsérvese las soluciones proporcionadas en el apéndice E.
- e) Basándose en los resultados del inciso d, ¿cuál configuración es menos sensible a las variaciones en β ?
- * 21. I Repita los incisos a a e del problema 20 para la red de la figura 4.85. Cambie β a 180 en el inciso b.
II ¿Qué conclusiones generales se pueden hacer respecto a las redes en las cuales se satisface la condición $\beta R_E > 10R_2$ y las cantidades I_C y V_{CE} deben resolverse en respuesta a un cambio en β ?

§ 4.6 Polarización de dc por retroalimentación de voltaje

22. Para la configuración de retroalimentación del colector de la figura 4.86, determine:

- I_B .
- I_C .
- V_{CE} .

23. Para la configuración de retroalimentación de voltaje de la figura 4.87, calcule:

- I_C .
- V_{CE} .
- V_E .
- V_{CE} .

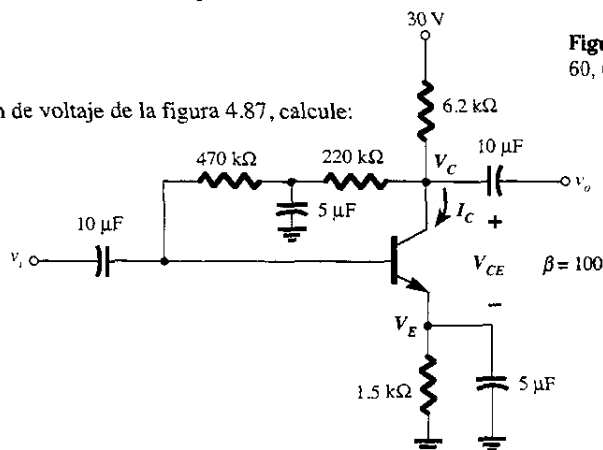


Figura 4.87 Problema 23.

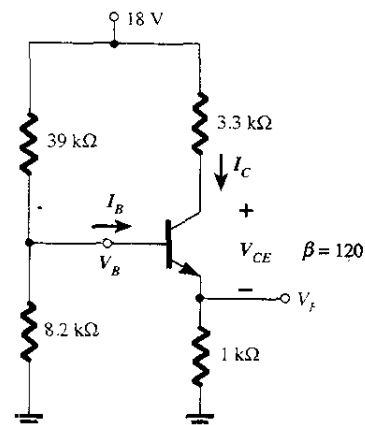


Figura 4.85 Problemas 16, 17, 21.

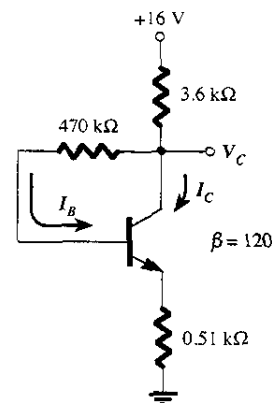


Figura 4.86 Problemas 22, 50, 56, 60, 64.



- * 24. a) Determine I_C y V_{CE} para la red de la figura 4.88.
 b) Cambie β a 135 (50% de incremento) y calcule los nuevos niveles de I_C y V_{CE} .
 c) Resuelva la magnitud del porcentaje de cambio en I_C y V_{CE} usando las siguientes ecuaciones:

$$\% \Delta I_C = \left| \frac{I_{C(\text{parte b})} - I_{C(\text{parte a})}}{I_{C(\text{parte a})}} \right| \times 100\%, \quad \% \Delta V_{CE} = \left| \frac{V_{CE(\text{parte b})} - V_{CE(\text{parte a})}}{V_{CE(\text{parte a})}} \right| \times 100\%$$

- d) Compare los resultados del inciso c con las soluciones de los problemas 11 c, 11 f y 20 c.
 ¿Cómo se compara la red de retroalimentación del colector en función de las otras configuraciones respecto a la sensibilidad a los cambios en β ?

25. Determine el rango de posibles valores para V_C para la red de la figura 4.89 empleando el potenciómetro de 1-M Ω .

- * 26. Dado $V_B = 4$ V para la red de la figura 4.90, resuelva:

- a) V_E .
 b) I_C .
 c) V_C .
 d) V_{CE} .
 e) I_B .
 f) β .

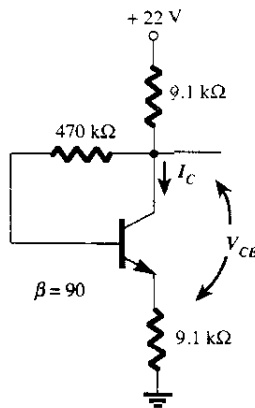


Figura 4.88 Problema 24.

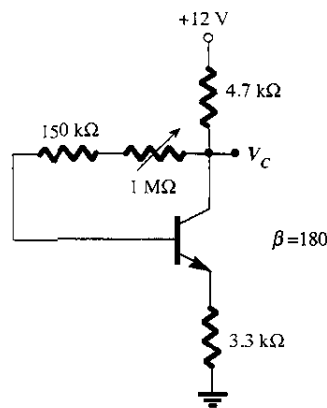


Figura 4.89 Problema 25.

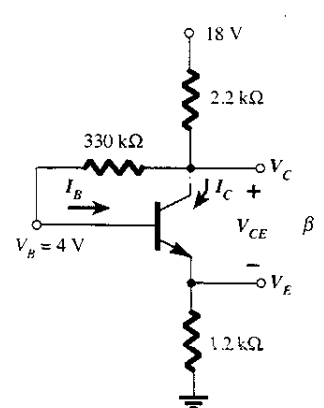


Figura 4.90 Problema 26.

§ 4.7 Diversas configuraciones de polarización

27. Con $V_C = 8$ V para la red de la figura 4.91, determine:

- a) I_B .
 b) I_C .
 c) β .
 d) V_{CE} .

- * 28. Para la red de la figura 4.92, calcule:

- a) I_B .
 b) I_C .
 c) V_{CE} .
 d) V_C .

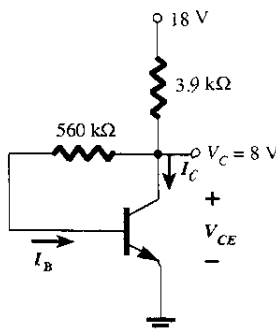


Figura 4.91 Problema 27.

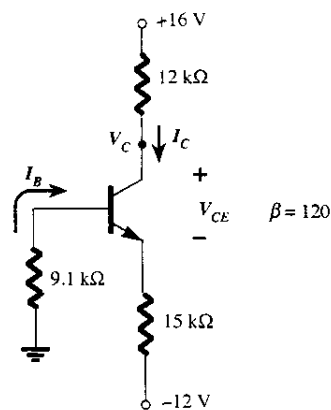


Figura 4.92 Problema 28.

* 29. Para la red de la figura 4.93, especifique:

- I_B .
- I_C .
- V_E .
- V_{CE} .

* 30. Determine el nivel de V_E e I_E para la red de la figura 4.94.

* 31. Para la red de la figura 4.95, determine:

- I_E .
- V_C .
- V_{CE} .

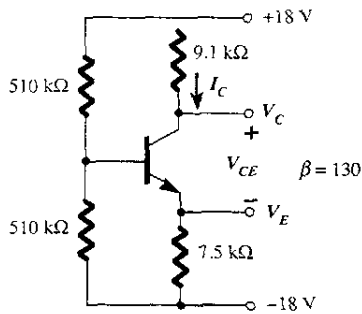


Figura 4.93 Problema 29.

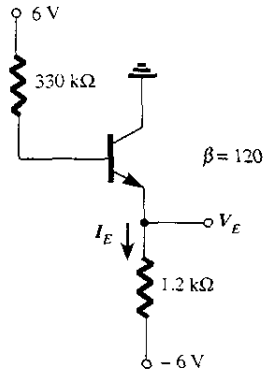


Figura 4.94 Problema 30.

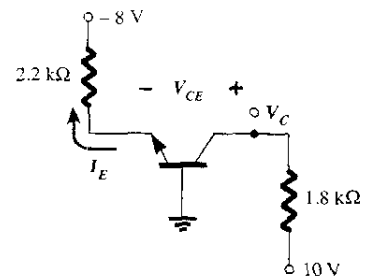


Figura 4.95 Problema 31.

§ 4.8 Operaciones de diseño

- Calcule R_C y R_B para una configuración de polarización fija si $V_{CC} = 12$ V, $\beta = 80$ e $I_{C_Q} = 2.5$ mA con $V_{CE_Q} = 6$ V. Utilice valores estándar.
- Diseñe una red con estabilización en emisor a $I_{C_Q} = \frac{1}{2}I_{C_{sat}}$ y $V_{CE_Q} = \frac{1}{2}V_{CC}$. Utilice $V_{CC} = 20$ V, $I_{C_{sat}} = 10$ mA, $\beta = 120$ y $R_C = 4R_E$. Utilice los valores estándar.
- Diseñe una red de polarización por divisor de voltaje utilizando una fuente de 24 V, un transistor con una beta de 110, y un punto de operación de $I_{C_Q} = 4$ mA y $V_{CE_Q} = 8$ V. Elija $V_E = \frac{1}{8}V_{CC}$. Utilice valores estándar.
- Con las características de la figura 4.78, diseñe una configuración de divisor de voltaje que tenga un nivel de saturación de 10 mA, y un punto Q a la mitad entre el corte y la saturación. La fuente que está disponible es de 28 V y V_E debe ser un quinto de V_{CC} . La condición establecida por la ecuación (4.33) también debe cumplirse para ofrecer un alto factor de estabilidad. Utilice los valores estándar.

§ 4.9 Redes de conmutación de transistores

- Con las características de la figura 4.78, determine la apariencia de la forma de onda de salida para la red de la figura 4.96. Incluya los efectos de $V_{CE_{sat}}$ y determine I_B , $I_{B_{max}}$ e $I_{C_{sat}}$ cuando $V_i = 10$ V. Determine la resistencia colector a emisor en saturación y en corte.
- Diseñe el inversor a transistor de la figura 4.97 para operar con una corriente de saturación de 8 mA empleando un transistor con una beta de 100. Utilice un nivel de I_B igual al 120% de $I_{B_{max}}$ y valores estándar de resistores.

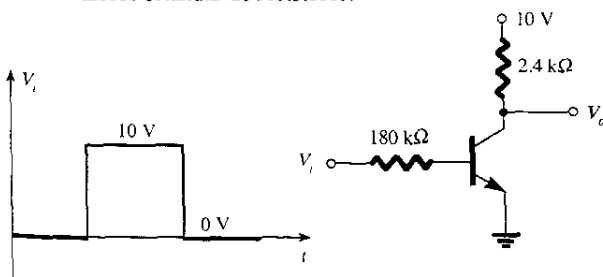


Figura 4.96 Problema 36.

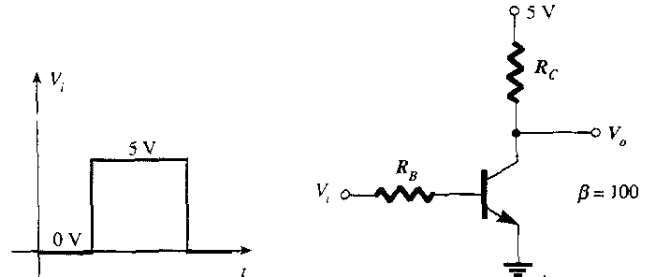


Figura 4.97 Problema 37.



38. a) Con las características de la figura 3.23c, determine $t_{\text{encendido}}$ y t_{apagado} para una corriente de 2 mA. Obsérvese cómo se utilizan las escalas logarítmicas y la posible necesidad de referirse a la sección 11.2.
- b) Repita el inciso a para una corriente de 10 mA. ¿Cómo han cambiado $t_{\text{encendido}}$ y t_{apagado} con el incremento de corriente del colector?
- c) Dibuje para los incisos a y b la forma de onda del pulso de la figura 4.56 y compare los resultados.

§ 4.10 Técnicas para la localización de fallas

- * 39. Todas las mediciones de la figura 4.98 revelan que la red no está funcionando de manera adecuada. Enliste las posibles razones para las mediciones que se obtuvieron.

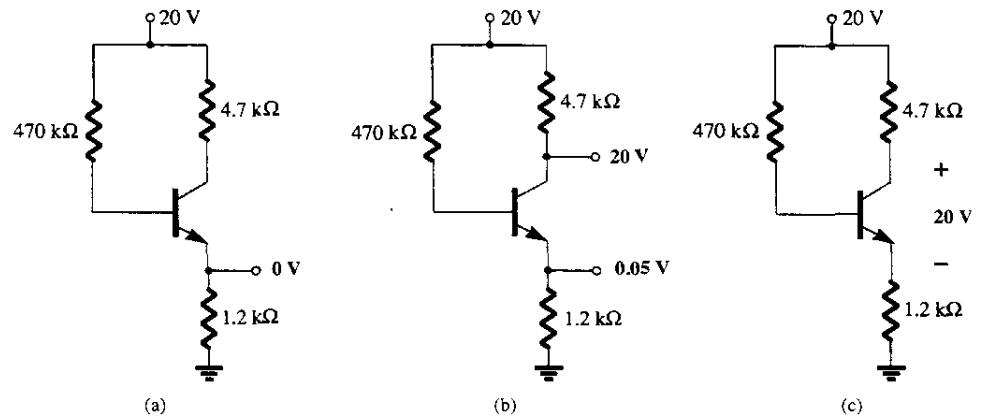


Figura 4.98 Problema 39.

- * 40. Las mediciones que aparecen en la figura 4.99 revelan que las redes no están operando adecuadamente. Sea específico al describir por qué los niveles reflejan un problema en el comportamiento esperado de la red. En otras palabras, los niveles obtenidos señalan un problema muy específico en cada caso.

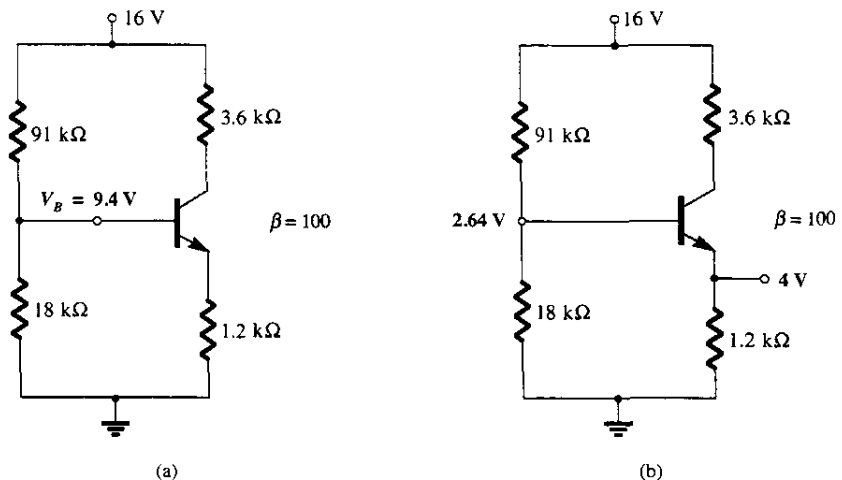


Figura 4.99 Problema 40.

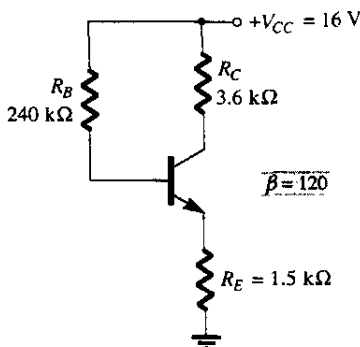


Figura 4.100 Problema 41.

41. Para el circuito de la figura 4.100:
- ¿Se incrementa o disminuye V_C si R_B aumentó?
 - ¿Se incrementa o disminuye I_C si β se incrementa?
 - ¿Qué sucede con la corriente de saturación si β aumenta?
 - ¿Se incrementa o disminuye la corriente del colector si V_{CC} se disminuye?
 - ¿Qué sucede a V_{CE} si el transistor se reemplaza con uno con una β más pequeña?

42. Conteste las siguientes preguntas acerca del circuito de la figura 4.101.
- ¿Qué le sucede al voltaje V_C si el transistor se reemplaza con uno que tenga un mayor valor de β ?
 - ¿Qué le pasa al voltaje V_{CE} si la terminal de tierra del resistor R_E se abre (no se conecta a la tierra)?
 - ¿Qué le sucede a I_C si el voltaje de la fuente es bajo?
 - ¿Qué voltaje V_{CE} debe ocurrir si la unión del transistor base-emisor falla al convertirse en abierta?
 - ¿Qué voltaje V_{CE} debe resultar si la unión del transistor base-emisor falla al convertirse en corto circuito?

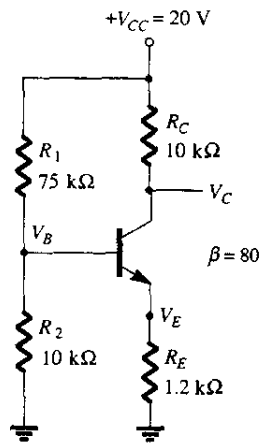


Figura 4.101 Problema 42.

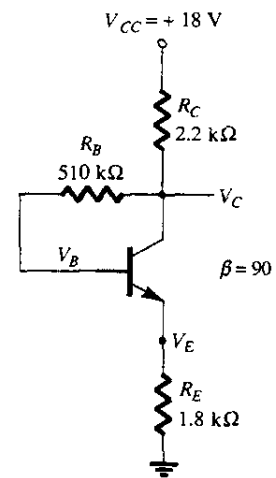


Figura 4.102 Problema 43.

- * 43. Conteste las siguientes preguntas acerca del circuito de la figura 4.102.
- ¿Qué le sucede al voltaje V_C si el resistor R_B se abre?
 - ¿Qué le pasa al voltaje V_{CE} si β se incrementa debido a la temperatura?
 - ¿Cómo se verá afectado V_E cuando se reemplace el resistor de colector con uno cuya resistencia está en el extremo inferior del rango de tolerancia?
 - Si la conexión del colector del transistor se abre, ¿qué le pasará a V_E ?
 - ¿Qué puede motivar que V_{CE} tome el valor de cerca de 18 V?

§ 4.11 Transistores pnp

- Calcule V_C , V_{CE} e I_C para la red de la figura 4.103.
- Determine V_C e I_B para la red de la figura 4.104.
- Determine I_E y V_C para la red de la figura 4.105.

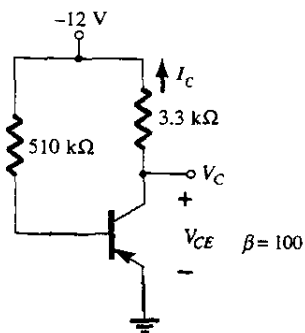


Figura 4.103 Problema 44.

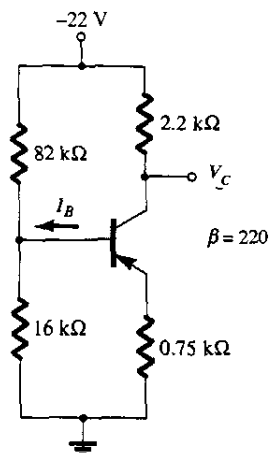


Figura 4.104 Problema 45.

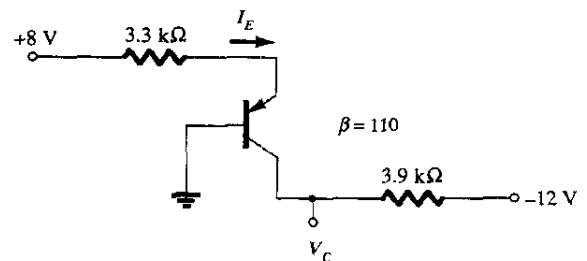


Figura 4.105 Problema 46.