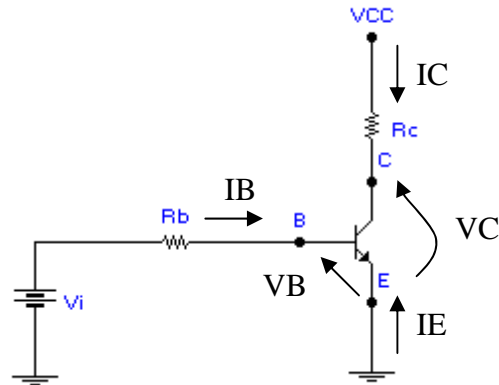


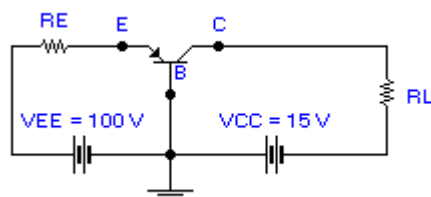
*Ejercicios relativos al
transistor bipolar*

1.- Estudiar los diferentes modos de operación del BJT de la figura en función de v_i ($V_{BE} \sim 0.7$ V).



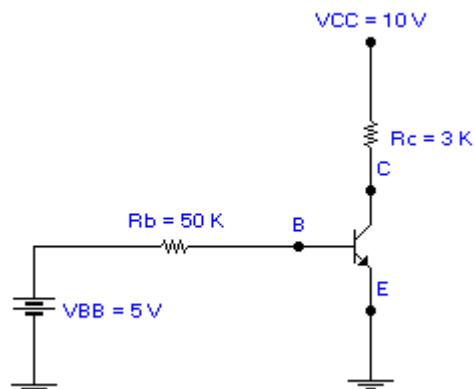
2.- Calcular el punto de trabajo (Q) del transistor de la figura.

DATOS: $\alpha = 0.998$; $|I_{C0}| = 1 \mu\text{A}$; $R_E = 10 \text{ k}\Omega$; $R_L = 1 \text{ k}\Omega$.

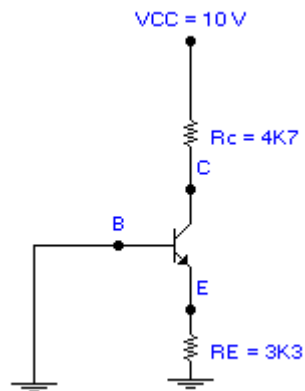


3.- Determinar el punto de polarización (Q) del transistor de la figura.

DATOS: $V_{BE} = 0.7$ V; $|I_{C0}| = 20 \text{ nA}$; $\beta = 100$.



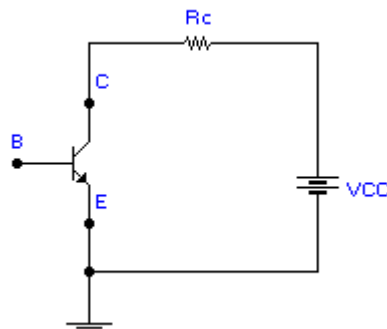
4.- Analizar el circuito de la figura.



5.- En el circuito de la figura, el BJT está conectado de forma que $I_B = 0$. Calcular I_C y V_{BE} utilizando el modelo de Ebers-Mollen.

DATUAK: $|J_{ES}| = 2 \text{ pA/cm}^2$; $\alpha_F = 0.98$; $|J_{CS}| = 7 \text{ pA/cm}^2$; $\alpha_R = 0.28$.

$kT/q = 0.025 \text{ V}$; Áreas: $A_E = A_C = 10^{-4} \text{ cm}^2$.



6.- Se conocen los siguientes datos tecnológicos de un transistor de silicio:

Emisor: $N_E = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$; $L_{nE} = 0.3 \text{ }\mu\text{m}$; $w_E = 3 \text{ }\mu\text{m}$; $D_{nE} = 5 \text{ cm}^2/\text{s}$.

Base: $N_B = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$; $L_{pB} = 50 \text{ }\mu\text{m}$; $w_B = 2 \text{ }\mu\text{m}$; $D_{pB} = 7 \text{ cm}^2/\text{s}$.

Colector: $N_C = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$; $L_{nC} = 20 \text{ }\mu\text{m}$; $w_C = 200 \text{ }\mu\text{m}$; $D_{nC} = 6 \text{ cm}^2/\text{s}$.

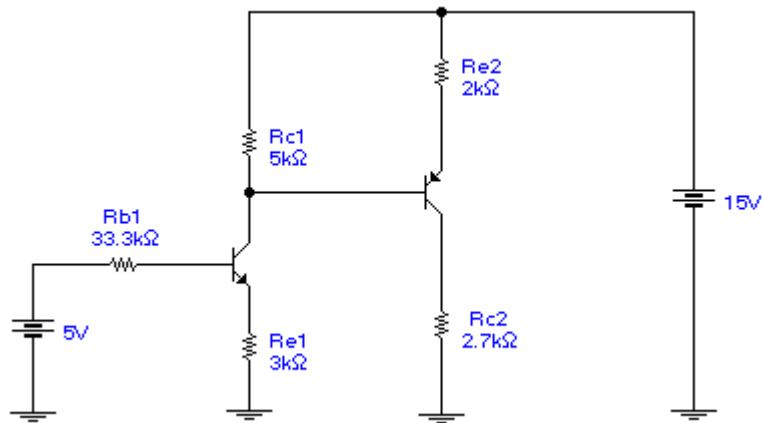
$n_i = 1.5 \cdot 10^{10}$; $V_T = 25 \text{ mV}$.

Suponiendo que el transistor se encuentra en el modo activo, calcular:

- Componentes internas de corriente asociadas a los flujos de portadores.
 - Eficiencia de inyección (γ)
 - Factor de transporte α_T
 - α , β y I_{C0} .
 - Corrientes totales de emisor, base y colector (I_E , I_B , I_C)
-

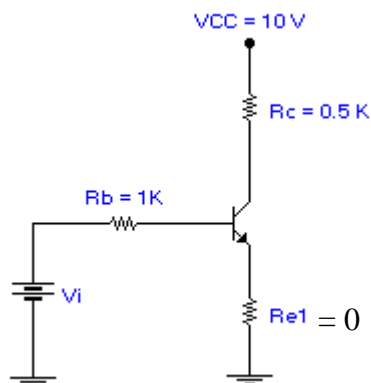
7.- En el circuito de la figura, calcular las corrientes de ambos transistores:

DATOS: $\beta = 100$; $V_{BE1} = 0.7 \text{ V}$; $V_{BE2} = -0.7 \text{ V}$.



8.- Sabiendo que el transistor de germanio del siguiente circuito tiene como parámetros :

$\beta = 100$; $|I_{C0}| = 5 \mu\text{A}$; $|I_{E0}| = 2 \mu\text{A}$.



Calcular:

- α_R
- La corriente mínima de base necesaria para que por el colector pase la máxima corriente posible (aproximadamente).
- La tensión de entrada v_I para que obtener $I_C = 10.5 \text{ mA}$.
- La tensión $V_{CE, \text{sat}}$ necesaria para obtener $I_B = 300 \mu\text{A}$.

9.- En el circuito de la figura inferior se realizan una serie de operaciones y medidas:

1.- Se cierra SW_1 , se abren SW_2 y SW_3 , y se miden las siguientes corrientes:

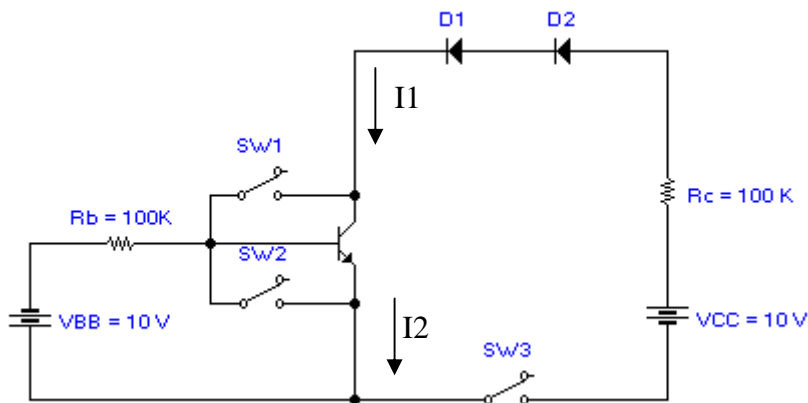
$$I_E = 10 \mu\text{A} \text{ y } I_C = -9.1 \mu\text{A}.$$

2.- Cerrando SW_2 y SW_3 y abriendo SW_1 , se ha medido $I_C = 13 \mu\text{A}$.

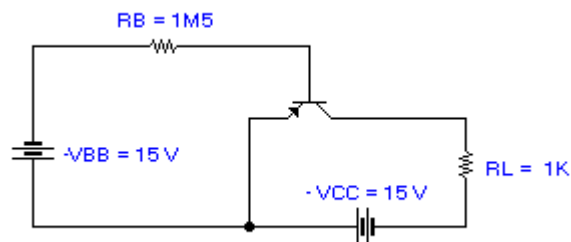
Calcular:

- Los parámetros α_F y α_R del transistor.
- Las corrientes de saturación I_{C0} e I_{E0} .
- Con los interruptores SW_1 y SW_2 abiertos y con SW_3 cerrado:
 - Calcular I_1 e I_2 (con los sentidos indicados en el circuito)
 - Calcular V_{D1} , V_{D2} , V_{CE} y V_{BE} .

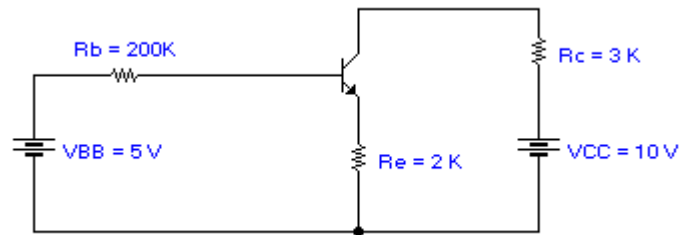
DATOS DE LOS DIODOS: D_1 y D_2 son idénticos, con $I_{\text{sat}} = 3.9 \mu\text{A}$.



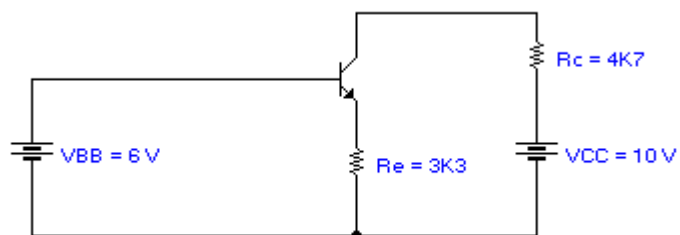
10.- Calcular el punto Q del transistor de la figura, sabiendo que $\alpha = 0.998$ e $|I_{C0}| = 1 \mu\text{A}$.



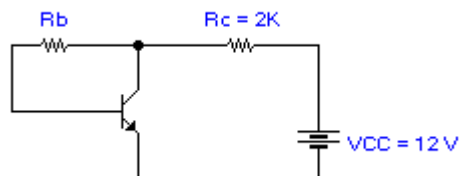
11.- Calcular el punto de trabajo sabiendo que $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$; $\beta = 100$ e $|I_{C0}| = 20 \text{ nA}$.



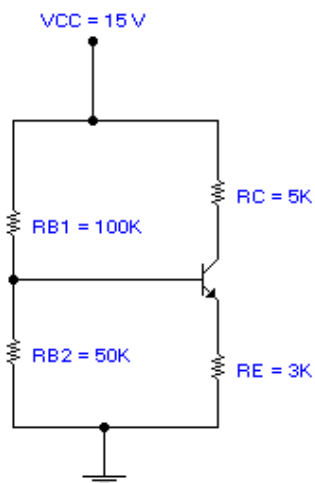
12.- Siendo $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ y $\beta = 100$, calcular Q.



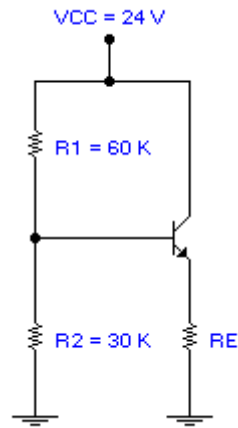
13.- Calcular la resistencia R_B necesaria para que $I_C = 2.5 \text{ mA}$ b ($\beta = 50$).



14.- Calcular el punto Q ($\beta = 100$; $I_{C0} \sim 0$).

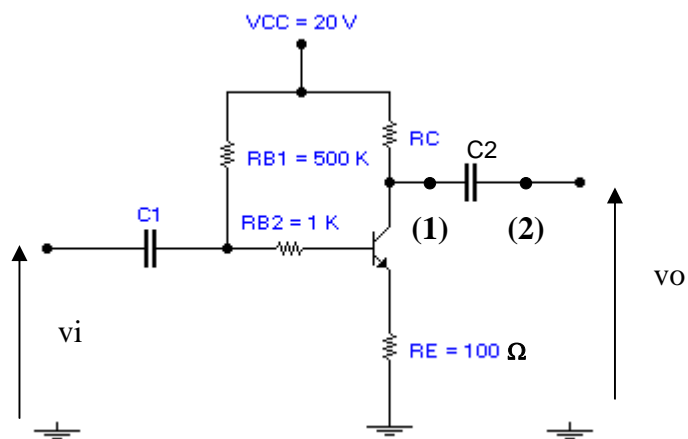


- 1.- Calcular el valor de la resistencia R_E en el circuito de la figura para que la transconductancia g_m sea de $140\text{m}\Omega^{-1}$.



DATOS: $kT/q = 25\text{ mV}$; $V_{BE} = 0\text{ V}$; $\beta = 80$; $I_{CB0} = 0\text{ A}$.

- 2.- Se pretende analizar el comportamiento del circuito de la figura, frente a una señal de entrada v_i sinusoidal. Para ello:



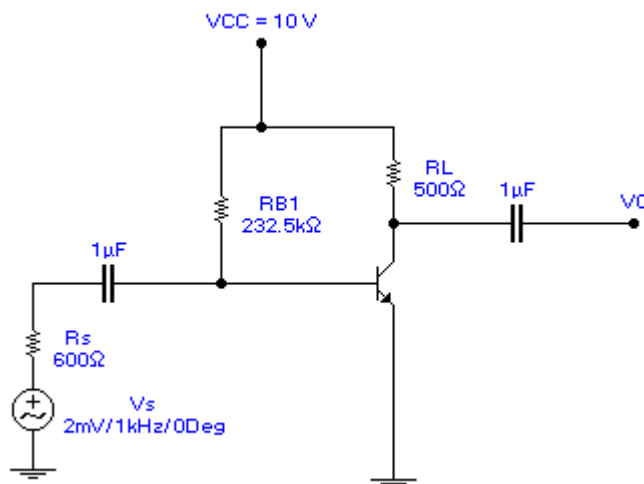
- Representar los circuitos equivalentes de polarización y pequeña señal.
- Determinar, en función del valor de R_C , los valores de I_B , I_C , V_{CE} y la tensión en el punto (1) correspondiente al punto de trabajo.

- c) Deducir la expresión de la ganancia de tensión $A_V = v_o / v_i$, en función de R_C , y el valor de la componente de señal de la tensión entre el colector y emisor en función de la señal de entrada. (Se puede suponer que $R_C \gg R_E$).
- d) Calcular, también en función de R_C , los valores máximos de la amplitud de la señal de entrada, v_i , para los que se alcanza la situación de CORTE y SATURACIÓN respectivamente.
- e) Calcular el valor de R_C y la amplitud de la señal de entrada para los que el BJT entra en CORTE y SATURACIÓN simultáneamente.
- f) Si $R_C = 2,5 \text{ k}\Omega$ y $v_i = 100 \text{ mV}_P$, representar gráficamente la tensión en los puntos (1) y (2).

DATOS: $C_1 = C_2 = \infty$; $\beta = 100$.

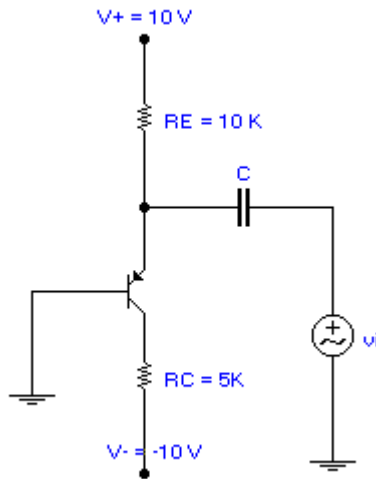
3.- En el circuito de la figura, se sabe que la $I_C = 8 \text{ mA}$. Determinar:

- a) Valor de pico de v_s que dé una señal de salida de $2V_P$.
- b) Valor de pico de la señal de salida con un valor de pico de la señal de entrada de 2 mV .
- c) Repetir el apartado (b) para $v_s = 265 \text{ mV}_P$.
- d) Analizar los resultados.



4.- Se desea analizar el circuito de la figura para determinar la ganancia de tensión y la forma de onda de la señal en el colector si $v_i = 10 \text{ mV}_P$. Estudiar los valores máximos de $v_c(t)$. Analizar el máximo valor permitido de v_i para que el circuito amplifique sin distorsión.

$$\beta = 100 \quad V_{EB} = 0.7 \text{ V}$$



5.- El transistor del circuito de la figura, tiene las características de las figuras 1, 2 y 3.

Dibujar, dentro del margen $0 \leq v_i \leq 3,6 \text{ V}$:

- $I_B = I_B(v_i)$
- $I_C = I_C(v_i)$
- $V_0 = V_0(v_i)$

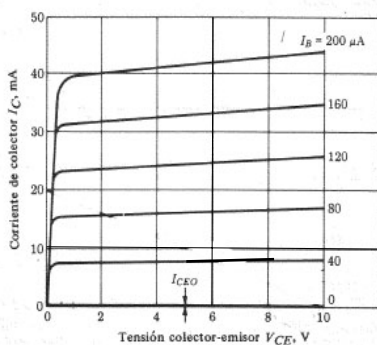
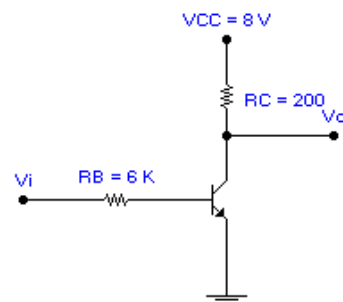


Fig.1

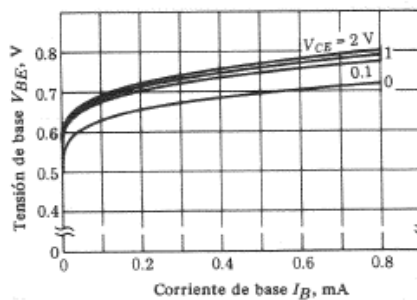


Fig.2

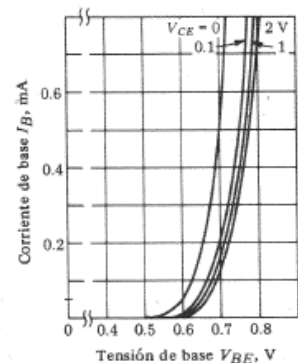


Fig.3

6.- El transistor del circuito de la figura, tiene las características representadas en las figuras 4 y 5:

- a) Determinar el punto de funcionamiento Q y la β del transistor.
- b) Obtener la característica de transferencia $v_{CE}(t) - v_{BE}(t)$.
- c) Dibujar la señal de salida cuando:
 - 1.- $v_i = 0.05 \text{ sen}(wt)$ Volt
 - 2.- $v_i = 0.7 \text{ sen}(wt)$ Volt

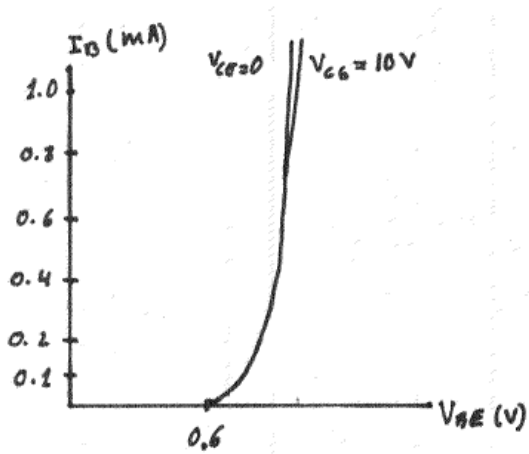
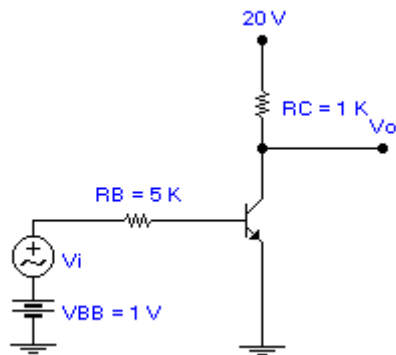


Fig.4

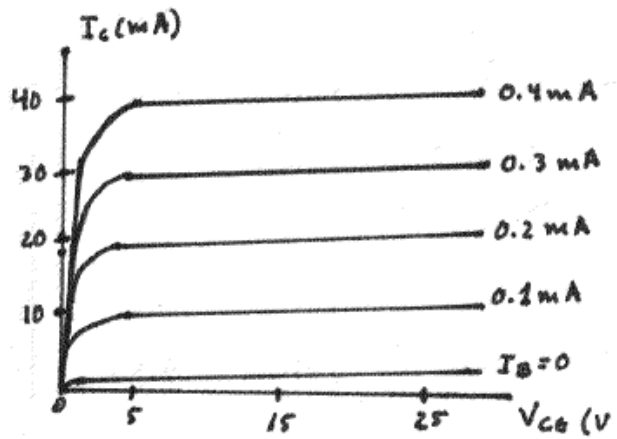
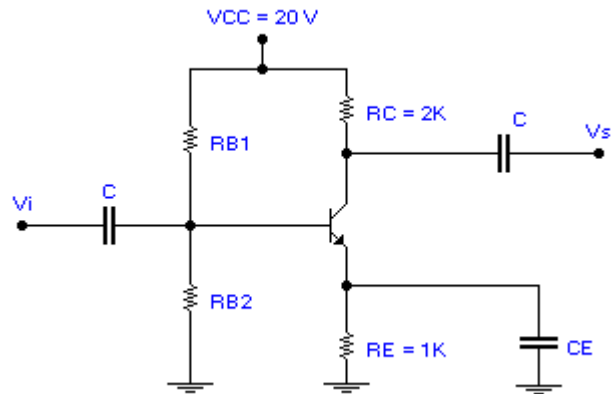


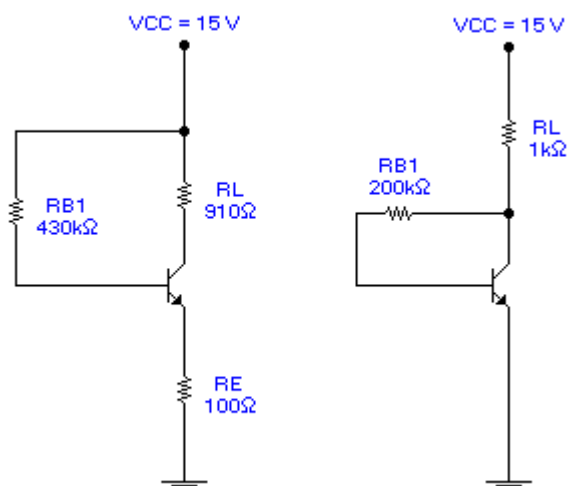
Fig.5

- 7.- Calcular los valores de R_{B1} y R_{B2} para obtener una excursión simétrica máxima en la corriente de colector. DATOS: $\beta = 100$, $I_{CO} \cong 0$, $C = C_E = \infty$

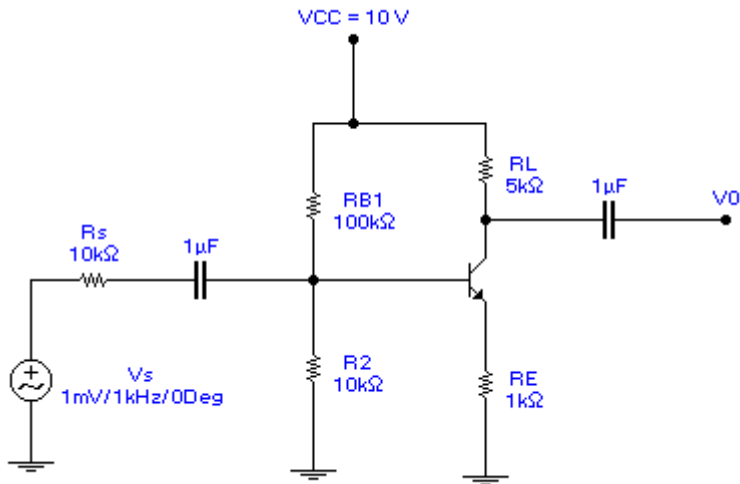


- 8.- Se desea polarizar un transistor lo mejor posible respecto a los cambios de β producidos por variaciones de temperatura. Para ello se ha optado por las configuraciones representadas en las figuras. Si se supone que el transistor tiene una β que puede variar entre 100 y 300, determinar cual de las dos polarizaciones es mejor.

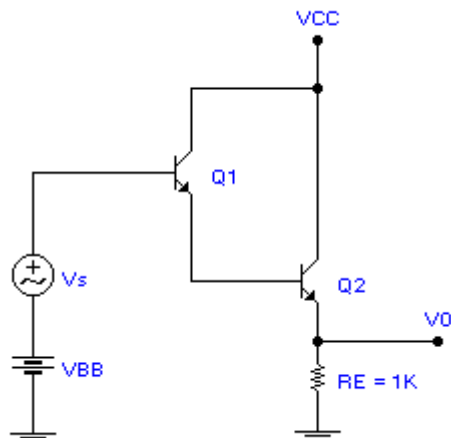
DATOS: $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$.



- 9.- El BJT del circuito tiene los siguientes parámetros: $h_{ie} = 1,1 \text{ k}\Omega$, $h_{re} = 2,5 \cdot 10^{-9}$, $h_{fe} = 50$, $h_{oe} = 1/40 \text{ (k}\Omega)^{-1}$. Calcular: R_i , A_I , A_V , A_{VS} , R_o .



- 10.- **DARLINGTON.** Para el circuito de la figura, calcular: R_i , A_V y A_I . DATOS del BJT: $h_{11} = h_i = 1\text{K}$; $h_{12} = h_r = 1$; $h_{21} = h_f = -51$; $h_{22} = h_o = 1/40 \text{ (k}\Omega)^{-1}$.



11.- En el circuito de la figura, ambos transistores son idénticos y de características:

Transistores: $h_{ie} = 2\text{K}\Omega$; $h_{fe} = 100$; $h_{oe} = 0 \Omega^{-1}$; $I_{C0} = 0 \text{ pA}$; $V_{BE} = 0.6 \text{ V}$;

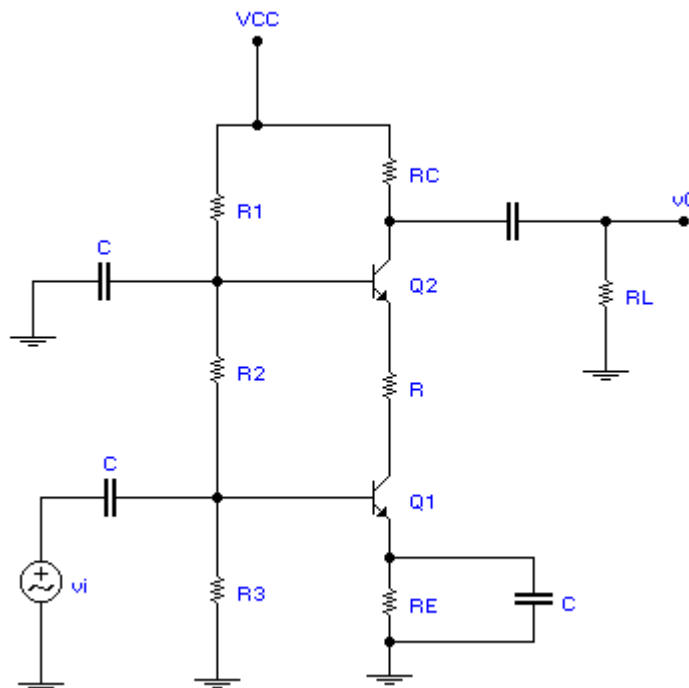
Otros datos: $V_{CC} = 20 \text{ V}$; $C = \infty \text{ F}$; $R_1 = 134 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 50 \text{ k}\Omega$; $R_3 = 16 \text{ k}\Omega$;

$R_C = 10 \text{ k}\Omega$ $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ $R_E = 1\text{k}\Omega$

Calcular:

- Calcular la corriente I_C que atraviesa los colectores de Q1 y Q2. Suponer que las corrientes de base son despreciables frente a la corriente que atraviesa R_1 , R_2 y R_3 .
- Calcular el valor de R para que ambos transistores tengan el mismo voltaje V_{CE} de polarización.
- Calcular la ganancia de tensión.

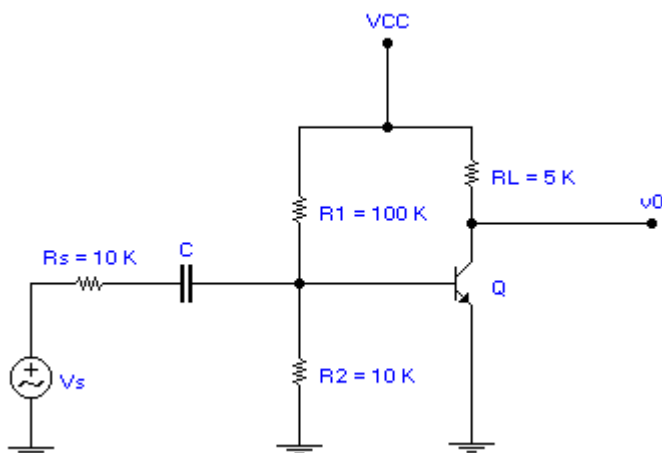
NOTA: $h_{fb} = -h_{fe}/(1+h_{fe})$.



12.- Un TRT con $\beta = 50$ y $V_{BE} = 0,8$ V se emplea en un circuito de autopolarización con $V_{CC} = 20$ V. El punto de trabajo es $I_C = 2$ mA y $V_{CE} = 14$ V. Se sustituye el transistor por otro con $\beta = 200$ y $V_{BE} = 0,6$ V (I_{CO} no varía apreciablemente). Se desea que debido a la variación de β , I_C no aumente en más de 0,1 mA y lo mismo suceda respecto a la variación de V_{BE} . En otras palabras, el nuevo valor de I_C con el cambio del transistor no deberá sobrepasar de 2,2 mA. Calcular los valores de las cuatro resistencias R_E , R_C , R_1 y R_2 .

13.- En el circuito de la figura, calcular ΔV , ΔV_S , ΔI y R_i

DATOS: $h_{ie} = 1\text{K}\Omega$, $h_r = 2.5\text{E-}4$, $h_{fe} = 50$, $1/h_o = 40\text{ k}\Omega$.



14.- En el circuito amplificador de la figura:

- Calcular y dibujar las rectas de carga estática y dinámica, definiendo claramente el punto de trabajo.
- Dibujar el circuito equivalente de pequeña señal completo.
- Con el circuito equivalente simplificado, calcular A_V , A_I , R_i y R_o .
- Máximo valor de v_s para que no haya distorsión a la salida.

DATOS: $h_{oe} = h_{re} = 0$; $h_{ie} = 2 \text{ K}\Omega$; $h_{fe} = 100$; $C = \infty$.

