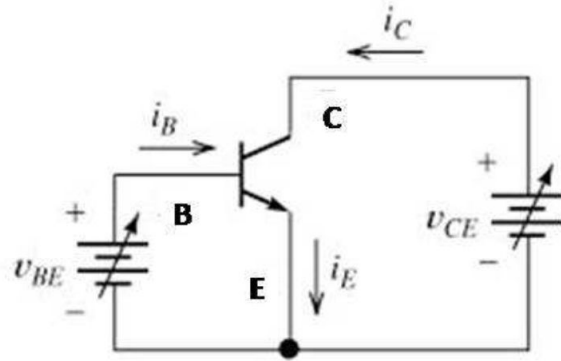


POLARIZACIÓN DEL BJT

APLICACIÓN EN CONMUTACIÓN - APLICACIÓN EN AMPLIFICACIÓN

ECUACIONES DEL DISPOSITIVO



Aplicando la 1ra Ley de Kirchhoff al BJT

$$i_E = i_C + i_B$$

El parámetro alfa del BJT es el cociente entre i_C e i_E

$$\alpha = \frac{i_C}{i_E}$$

Definimos el parámetro beta como:

$$\beta = \frac{i_C}{i_B}$$

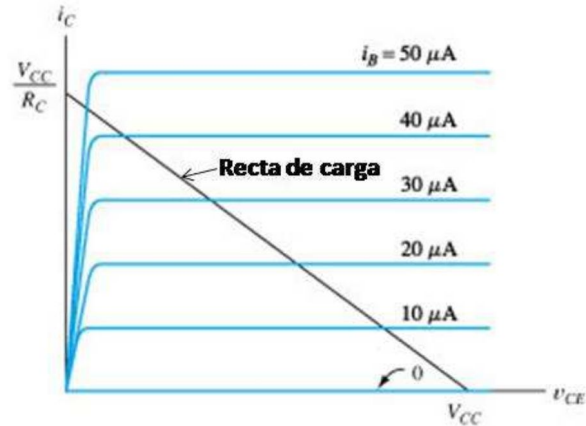
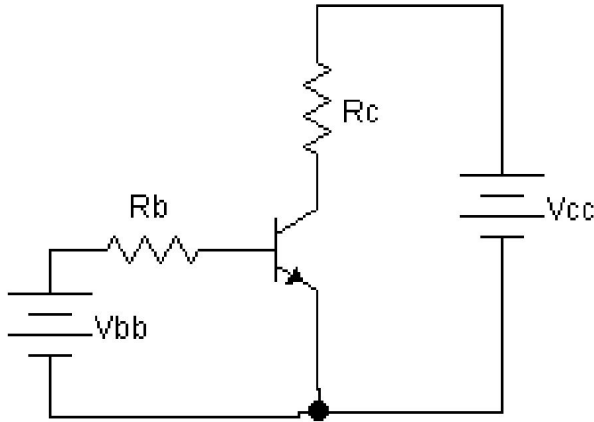
ECUACIONES DEL DISPOSITIVO

Para la entrada tenemos:

$$V_{BB} = V_{RB} + v_{BE} = i_B R_B + v_{BE}$$

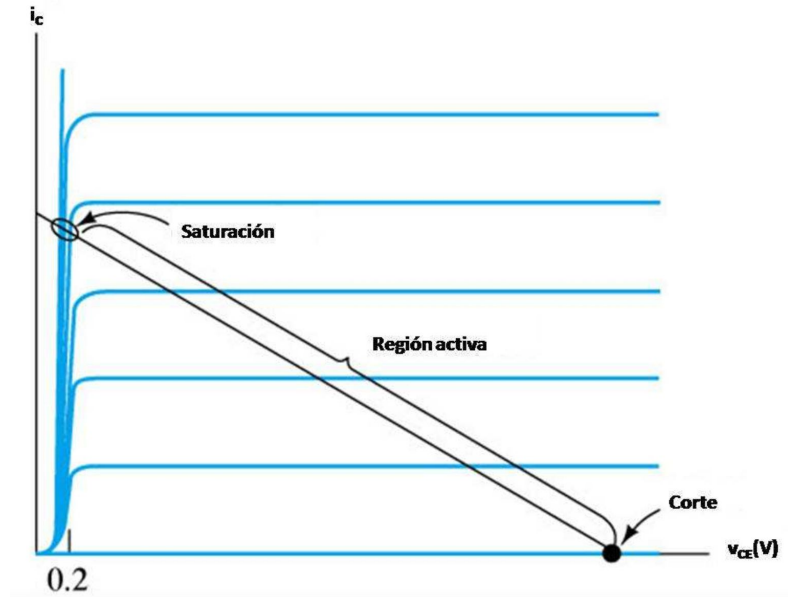
Para la salida:

$$V_{CC} = V_{RC} + v_{CE} = i_C R_C + v_{CE}$$

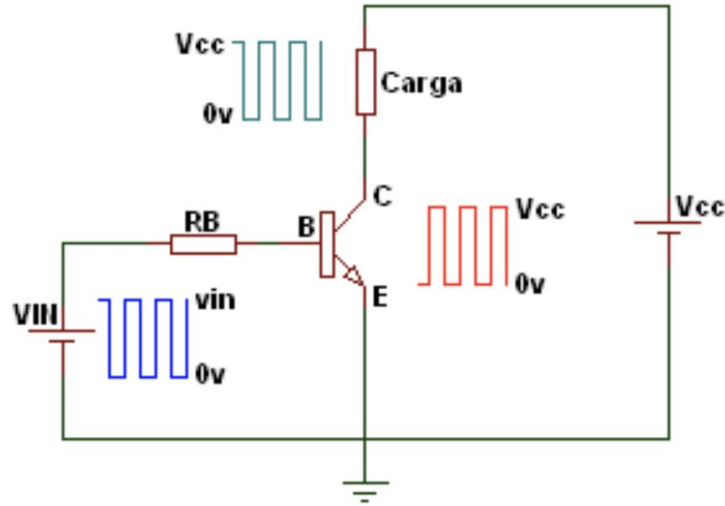


APLICACIÓN EN CONMUTACIÓN

- Paso de corte a saturación se considera inmediato.
- No permanece en la zona activa.
- CORTE:
 - El BJT en corte tiene su I_b a 0 A.
 - La I_c es igual a la de fuga. (I_{ce0} en nA)
 - La tensión V_{ce} es V_{cc} si se desprecia la caída producida por I_{ce0} .
 - El BJT se comporta como interruptor abierto.
- SATURACIÓN:
 - V_{ce} es aproximadamente 0,2 V.
 - I_c es aproximadamente $V_{cc} / (R_c + R_e)$.
 - Se comporta como un interruptor cerrado.
- El tiempo de conmutación depende de la frecuencia del transistor.



APLICACIÓN EN CONMUTACIÓN



- Para garantizar que el transistor trabaje entre la ZS y ZC debemos hallar:

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_L}$$
$$I_B = \frac{5I_C}{\beta}$$
$$R_B \leq \frac{V_{IN} - V_{BE}}{I_B}$$

Suposición desde la práctica.

APLICACIÓN EN CONMUTACIÓN

PRACTIQUEMOS

En el siguiente circuito cada vez que se oprima el pulsador, se debe prender el led. Halle los valores de Rled y Rb.

SOLUCIÓN:

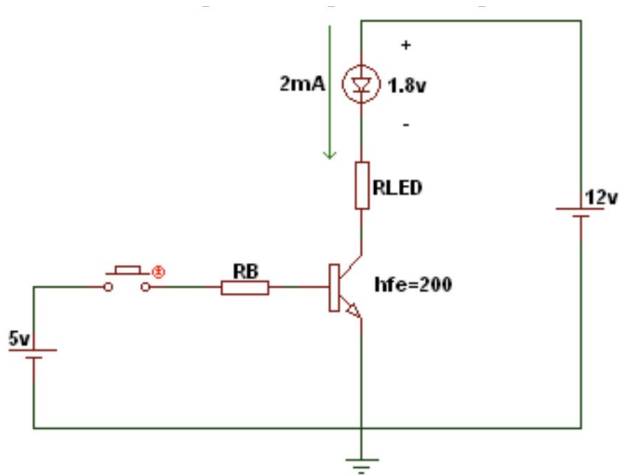
Hallamos el valor de Rled y luego la corriente de base.

$$R_{LED} = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{I_{LED}}$$
$$R_{LED} = \frac{12 - 1.8}{2m}$$
$$R_{LED} = 5.1k\Omega$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta}$$
$$I_B = \frac{5 * 2m}{200}$$
$$I_B = 50\mu A$$

Con Ib hallamos Rb

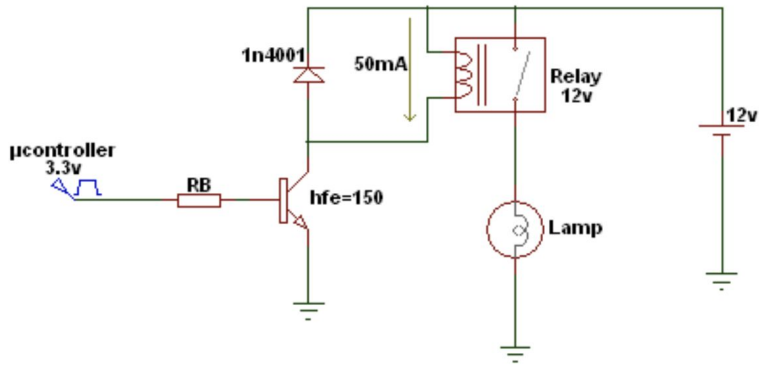
$$R_B \leq \frac{V_{IN} - V_{BE}}{I_B}$$
$$R_B \leq \frac{5 - 0.7}{50\mu}$$
$$R_B \leq 86k\Omega$$



APLICACIÓN EN CONMUTACIÓN

PRACTIQUEMOS

El siguiente circuito es un temporizador cíclico.
Halle el valor de R_B .



SOLUCIÓN:

La corriente que pasa por la bobina es la misma que I_C .
Entonces

$$I_B = \frac{5I_C}{\beta}$$
$$I_B = \frac{5 * 50m}{150}$$
$$I_B = 1.666mA$$

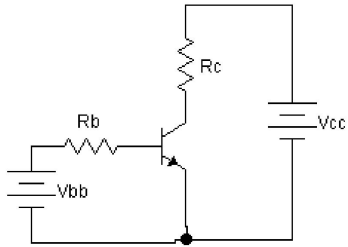
Con I_B hallamos R_B

$$R_B \leq \frac{V_{IN} - V_{BE}}{I_B}$$
$$R_B \leq \frac{3.3 - 0.7}{1.666m}$$
$$R_B \leq 1.56k\Omega$$

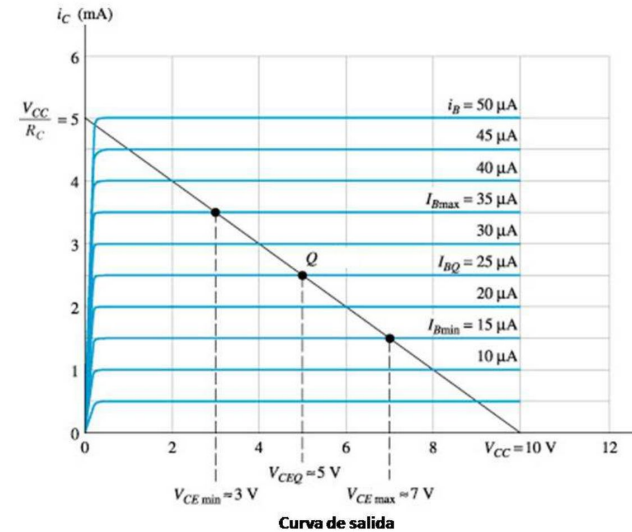
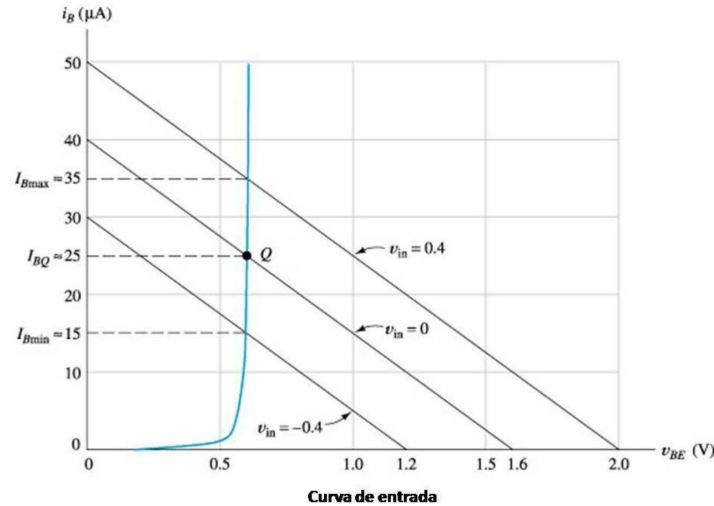
APLICACIÓN PARA AMPLIFICACIÓN

Determinación gráfica del punto Q, en un circuito en emisor común, donde $V_{cc}=10v$, $V_{bb}=1,6v$, $R_b=40k$, $R_c=2k$.

Analizar la variación del punto Q, si V_{bb} varía en $\pm 0,4v$.



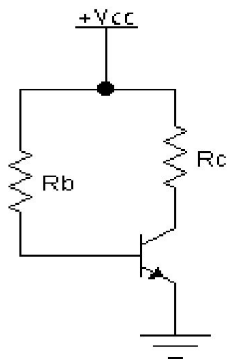
Al variar el valor de la tensión de entrada, cambiará el punto Q en su característica de entrada, además de su posición en la recta de carga de salida.



APLICACIÓN PARA AMPLIFICACIÓN

- **Punto de trabajo (Q)** de un transistor es el punto de la recta de carga que determina el valor de la **tensión** de colector–emisor y de las **corrientes** de colector y base.
- Consiste en situar el punto de trabajo en la región característica donde responde con **mayor linealidad**, de manera que cualquier cambio en la entrada tenga una respuesta proporcional a la salida.
- El comportamiento del transistor puede verse **afectado** por la temperatura (modifica la corriente inversa en la unión pn polarizada inversamente). **El valor de β no se mantiene constante**, pues puede **no coincidir** entre **transistores del mismo tipo**.
- Los circuitos de polarización **insensibiliza** al transistor frente a **variaciones de β** .

APLICACIÓN PARA AMPLIFICACIÓN - POLARIZACIÓN POR RESISTENCIA DE BASE.



Aplicando la 2da ley de Kirchoff a las dos mallas existentes, obtenemos:

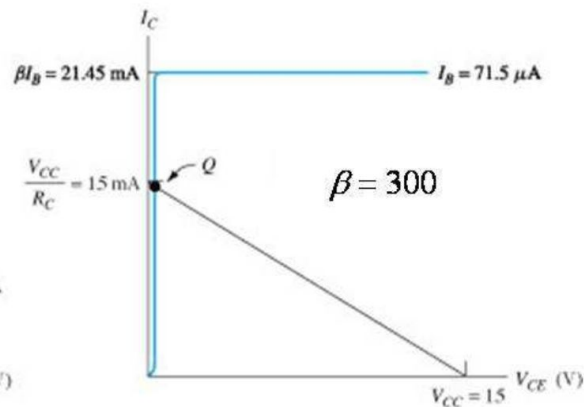
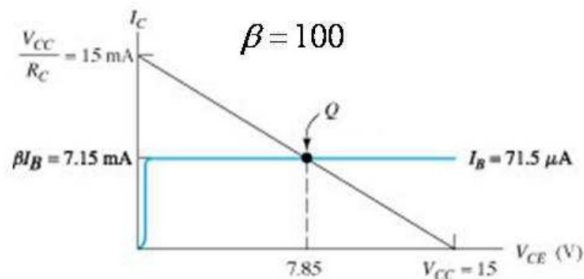
$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE} = \Psi(V_{CE}, I_C)$$

$$V_{CC} = R_B I_B + V_{BE} = R_B \frac{I_C}{\beta} + V_{BE} = \Psi(I_C)$$

Dado un punto Q deseado, determinamos las resistencias de polarización

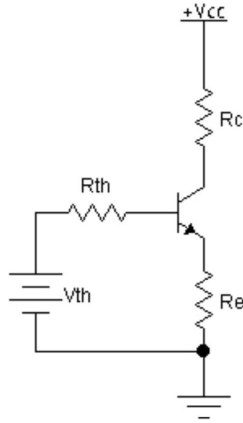
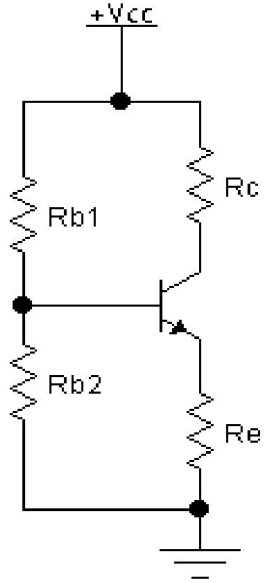
$$R_B = \frac{(V_{CC} - V_{BE})\beta}{I_C}$$

$$R_C = \frac{(V_{CC} - V_{CE})}{I_C}$$



Se puede comprobar que este circuito no estabiliza frente a variaciones de la ganancia del BJT.

APLICACIÓN PARA AMPLIFICACIÓN - POLARIZACIÓN POR DIVISOR DE TENSIÓN EN LA BASE CON RESISTENCIA DE EMISOR.



- Consiste en colocar una resistencia de emisor. La unión de colector se polariza en inversa por medio de Vcc y Rc. La unión de emisor se polariza en directa por el divisor de tensión y Re.

$$V_{TH} = V_{CC} \frac{R_{B2}}{(R_{B1} + R_{B2})}$$

$$R_{TH} = \frac{R_{B1} \times R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

$$V_{TH} = V_{R_{th}} + V_{BE} + V_{RE}$$

$$V_{TH} = I_B R_{TH} + V_{BE} + I_E R_E$$

$$V_{TH} \cong I_B R_{TH} + V_{BE} + \beta I_B R_E$$

$$I_B = \frac{(V_{TH} - V_{BE})}{(R_{TH} + \beta R_E)}; \quad I_C = \beta I_B$$

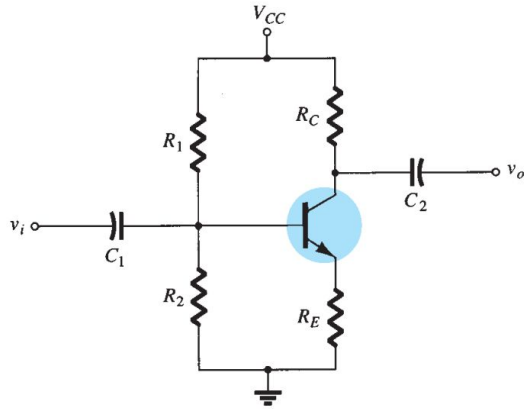
$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E$$

$$V_{CC} \cong I_C (R_C + R_E) + V_{CE}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E)$$

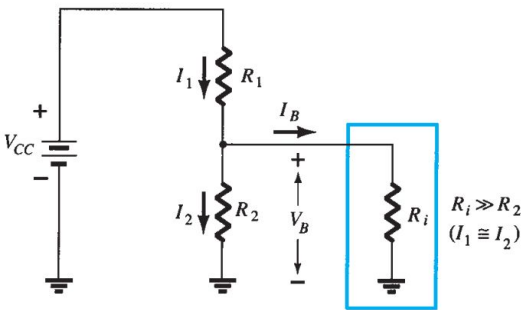
Se demuestra que al aumentar la β , la I_B se hace más pequeña, compensando el aumento de I_C . Si la β se reduce ocurrirá el efecto inverso. Esta realimentación del sistema se debe a R_E .

APLICACIÓN PARA AMPLIFICACIÓN - ANÁLISIS APROXIMADO



La resistencia reflejada entre la base y el emisor está definida por $R_i = (\beta + 1)R_E$. Si R_i es mucho más grande que la resistencia R_2 , la corriente I_B será mucho menor que I_2 (la corriente siempre busca la ruta de menor resistencia) e I_2 será aproximadamente igual a I_1 .

Si aceptamos la aproximación de que I_B es en esencia de 0 A comparada con I_1 o I_2 , entonces I_1 , I_2 y R_1 y R_2 se pueden considerar como elementos en serie.



$$V_B = \frac{R_2 V_{CC}}{R_1 + R_2}$$

$$R_i = (\beta + 1)R_E \cong \beta R_E,$$

$$\beta R_E \geq 10R_2$$

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

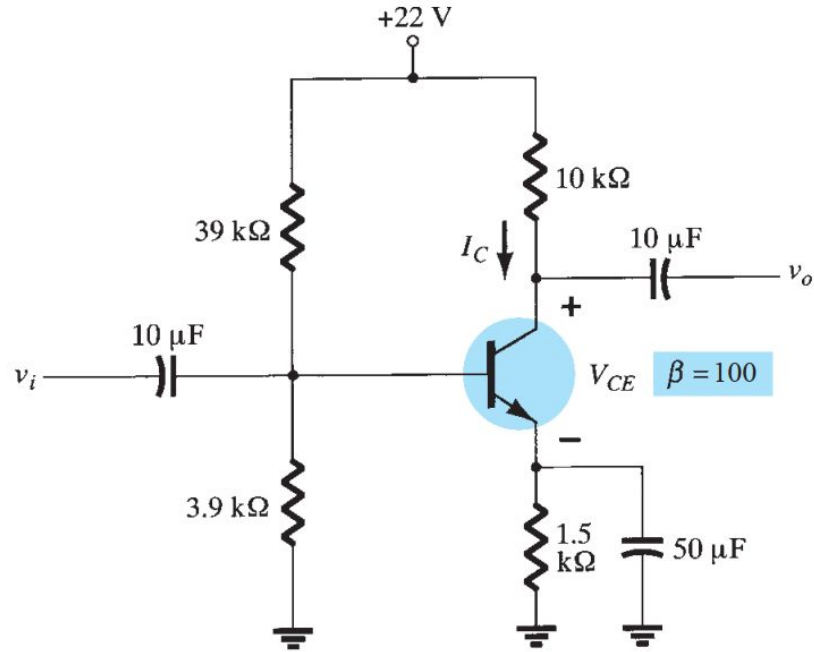
$$I_{CQ} \cong I_E$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E)$$

Condición que definirá si se puede aplicar el método aproximado.

APLICACIÓN PARA AMPLIFICACIÓN - PROBLEMA DE PRÁCTICA

Determine el voltaje de polarización V_{CE} y la corriente I_C para la configuración de polarización del divisor de voltaje de la figura para el análisis exacto. Luego repita el análisis utilizando la técnica aproximada y compare las soluciones para I_{CQ} y V_{CEQ} . Por último repita el análisis si BETA se reduce a la mitad. R_{th} y V_{th} no cambian.



β	$I_{CQ} (mA)$	$V_{CEQ} (V)$
100	0.84 mA	12.34 V
50	0.81 mA	12.69 V