

Dispositivos Electrónicos

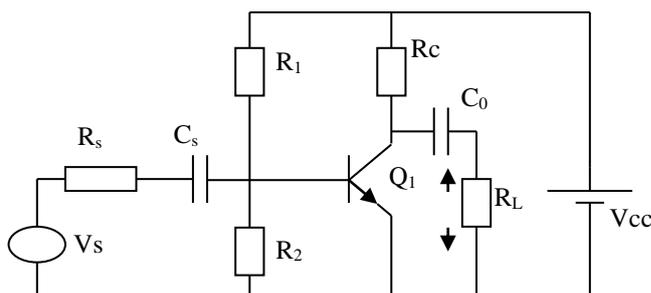
Guía Trabajo Práctico N°4

Tema: TBJ

- Defina cualitativamente el dispositivo TRANSISTOR BIPOLAR DE JUNTURA (TBJ). Explique el significado del nombre. Que funciones puede cumplir un TBJ en los circuitos electrónicos.
- Dibuje el esquema físico y el símbolo circuital de un TBJ NPN y un PNP. Indique las convenciones de tensiones y corrientes.
- Según la polarización de las junturas B-E y C-B, cuales son las zonas de operación del TBJ. Explique
- Dibujar el modelo de Ebers y Moll para el TBJ NPN. Indique las ecuaciones y los parámetros del modelo. Para que zonas de operación es válido el modelo dibujado.
- Para un TBJ NPN, dibuje las características tensión corriente de base – emisor y colector – emisor. Indique la zona de operación segura en la característica IC vs. VCE. Explique cada uno de los límites.
- Cuando polariza el TBJ en zona activa directa, cuál es el modelo de polarización, explique. Cuáles son las limitaciones del modelo. Explique
- Dibuje la estructura física de un TBJ NPN, indique las principales características (zonas, dimensiones físicas, concentraciones de portadores e impurezas).
- Explique cualitativamente el principio de funcionamiento del TBJ. De qué depende la ganancia de corriente β
- Se fabrica un transistor NPN de Silicio con los siguientes datos:
 $N_{DE} = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ $N_{AB} = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ $N_{DC} = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$
 $W_E = 1 \text{ }\mu\text{m}$ $W_B = 0.5 \text{ }\mu\text{m}$ $W_C = 4 \text{ }\mu\text{m}$
La movilidad de los portadores es $\mu_p = 300 \text{ cm}^2/\text{V s}$ $\mu_n = 1000 \text{ cm}^2/\text{V s}$
El tiempo de vida medio de los portadores $\tau_n = \tau_p = 100 \text{ ns}$. El área de emisor es 10^{-4} cm^2 .
La juntura BE esta polarizada con 0.6 V ($V_{BE} = 0.6 \text{ V}$) y la juntura CB con 5 V ($V_{CB} = 5\text{V}$) y está funcionando a 27 °C.
 - Dibuje el perfil de concentración de portadores en cada zona.
 - Calcule las corrientes I_{nE} , I_{pE} e I_{rB} .
 - Calcule el tiempo de tránsito en base (τ_T)
 - Calcule la eficiencia de inyección (γ_E) y el factor de transporte de base (α_T)
 - Calcule el factor de transporte (α) y la ganancia de corriente (β)
 - Dibuje el modelo de polarización indicando el valor de los parámetros.
 - Dibuje el dispositivo indicando tensiones y corrientes desde sus terminales.
- Porque en un TBJ la corriente de colector IC es función de la tensión VCE. Explique. Como se llama este fenómeno. Justifique. Como se cuantifica el fenómeno en el modelo matemático del TBJ.
- Para el TBJ del punto 9:
 - Calcular V_{CB0}
 - Cuál es la máxima V_{CE0} del dispositivo. (Suponer $n = 4$ en el factor de multiplicación M)
 - Porque V_{CE0} es menor que V_{CB0} . Explique
 - Como puedo aumentar la tensión V_{CB0} . Justifique
- Grafique β vs. IC. Explique los fenómenos que intervienen en la forma del gráfico.
- Polarizar el transistor de la figura para que trabaje como amplificador (zona activa directa) en el punto: Q ($V_{CE} = 6\text{V}$, $I_C = 2\text{mA}$)

Parámetros del transistor :

$I_s = 1 \times 10^{-12} \text{ A}$ – $\beta = 100$ – $V_A = 50 \text{ V}$ – $\tau_r = 10\text{ns}$ – $C_{\mu 0} = 4 \text{ pF}$ – $V_{j0C} = 0.57 \text{ V}$
 $C_{jE0} = 12\text{pF}$ – $V_{j0E} = 0.5 \text{ V}$



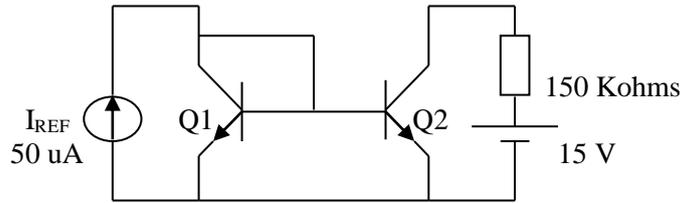
14. Para el circuito de la figura calcular el valor aproximado y el valor exacto de I_{C2} y compararlo con I_{REF} .

$Q1 = Q2$

$I_S = 1.4 \cdot 10^{-14}$

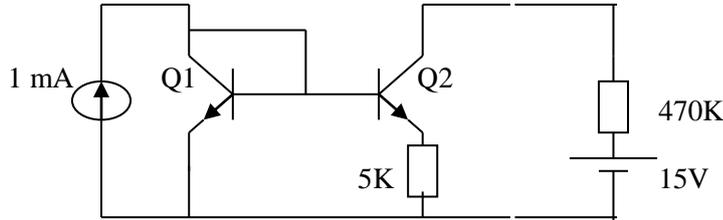
$\beta = 100$

$V_A = 100 \text{ V}$



15. Para el circuito de la figura calcular I_{C2}

$Q1 = Q2: I_S = 1.4 \cdot 10^{-14} - \beta = 100 - V_A = 100 \text{ V}$



16. Indicar que parámetros de un TBJ figuran en los MÁXIMOS ABSOLUTOS y cuales en las CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

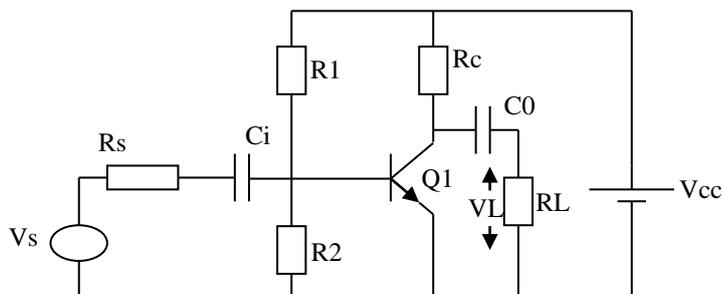
17. Dibuje el modelo de pequeña señal de un TBJ NPN trabajando en zona activa directa. Cuál es el rango de validez del modelo de pequeña señal del TBJ desde el punto de vista de la tensión de la señal de entrada cuando funciona como amplificador. Justifique.

18. Cuál es el error en el valor de g_m calculado con la expresión $g_m = I_C / U_T$ cuando se utiliza un generador de señal de 10 mV, 100 mV y 200 mV. Calcular

19. Utilizando el circuito de la figura (configuración emisor común), diseñar un circuito amplificador utilizando un transistor BC 548 para obtener $V_L = 50 \text{ mV}$ sobre una $R_L = 10 \text{ K}$ cuando se lo excita con un generador $V_s = 1 \text{ mV}$ ($f: 10 \text{ KHz}$ a 100 KHz) $R_S = 600 \text{ ohms}$.

Parámetros del BC548 :

$I_S = 7 \times 10^{-15} \text{ A} - \beta = 500 - V_A = 55 \text{ V} - \tau_r = 10 \text{ nS} - C_{\mu 0} = 4 \text{ pF} - V_{j0C} = 0.57 \text{ V}$
 $C_{jE0} = 12 \text{ pF} - V_{j0E} = 0.8 \text{ V}$



20. Si cambio el transistor del problema anterior por un MOSFET canal N cuyos parámetros son $\beta = 3 \text{ mA/V}^2 - V_{TH} = 3 \text{ V} - \lambda = 0.018 \text{ V}^{-1}$. Calcular cuánto vale la ganancia de tensión si lo polariza con una corriente I_{DS} igual a la I_C del TBJ.

21. Para el amplificador del problema 19 calcule:

- a) Cuál es la máxima frecuencia de V_s a la que puede amplificar. Justifique
- b) Utilizando la hoja de datos del transistor BC 548, comprobar el valor de los parámetros del transistor.