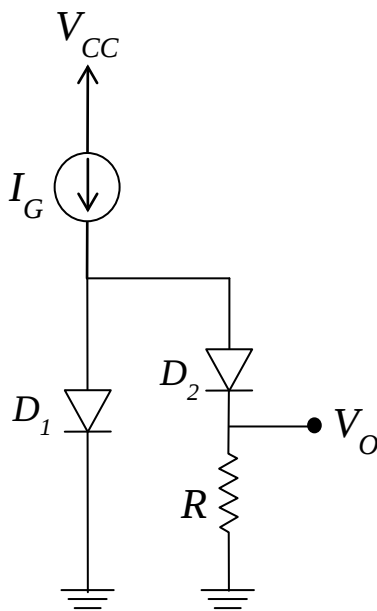


Ejercicio 1. Se tienen dos diodos idénticos caracterizados por la ecuación de Shockley trabajando en continua. Ambos diodos están a la misma temperatura. Cada uno de ellos conduce 10 mA cuando la tensión de ánodo respecto a cátodo es $V_D = 0,7$ V, y conduce 100mA cuando $V_D = 0,8$ V. Calcular:

- El potencial térmico V_t al que están los diodos **(1,5 p.)**
- La corriente inversa de saturación de los diodos **(1,5 p.)**



Si los diodos se conectan como muestra el circuito de la figura, calcular:

- el valor de la resistencia R para que la tensión $V_O = 80$ mV. **(2 p.)**

DATOS: $I_G = 10$ mA

NOTA: Puede utilizar la aproximación de la ecuación de Shockley en directa: $I_D = I_S \exp \frac{V_D}{V_t}$

SOLUCIÓN DEL EJERCICIO 1

- Sustituyendo los valores de corriente y tensión en la ecuación de Shockley (aproximación en directa) se tiene:

$$10 \cdot 10^{-3} = I_S \exp \left(\frac{0,7}{V_t} \right) \quad \text{y} \quad 100 \cdot 10^{-3} = I_S \exp \left(\frac{0,8}{V_t} \right)$$

Dividiendo la segunda ecuación entre la primera:

$$10 = \exp \left(\frac{0,8}{V_t} - \frac{0,7}{V_t} \right)$$

$$\text{De donde se obtiene: } V_t = \frac{0,1}{\ln 10} = 0,043 \text{ V}$$

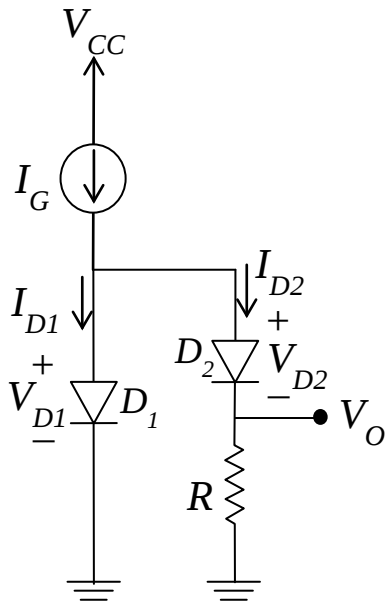
- Sustituyendo el valor de V_t en las ecuaciones anteriores se obtiene:

$$I_S = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{\exp \left(\frac{0,7}{V_t} \right)} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{\exp \left(\frac{0,7}{0,1 \ln 10} \right)} = \frac{10^{-2}}{10^7} = 10^{-9} = 1 \text{ nA}$$

o

$$I_S = \frac{100 \cdot 10^{-3}}{\exp \left(\frac{0,8}{V_t} \right)} = \frac{100 \cdot 10^{-3}}{\exp \left(\frac{0,8}{0,1 \ln 10} \right)} = \frac{10^{-1}}{10^8} = 10^{-9} = 1 \text{ nA}$$

- c) Para calcular R hay que hallar la corriente que la atraviesa, que es I_{D2} . Analizando el circuito se obtiene:



$$I_{D1} = I_S \exp \frac{V_{D1}}{V_t}$$

$$I_{D2} = I_S \exp \frac{V_{D2}}{V_t}$$

$$V_{D1} = V_{D2} + V_0$$

$$I_G = I_{D1} + I_{D2}$$

Operando:

$$I_G = I_S \exp \frac{V_{D2} + V_0}{V_t} + I_S \exp \frac{V_{D2}}{V_t}$$

Es decir:

$$I_G = I_S \exp \frac{V_{D2}}{V_t} (1 + \exp \frac{V_0}{V_t})$$

$$Y \text{ se obtiene: } I_S \exp \frac{V_{D2}}{V_t} = \frac{I_G}{(1 + \exp \frac{V_0}{V_t})} = 1,35 \cdot 10^{-3} A = I_{D2}$$

$$\text{Es decir: } R = \frac{V_O}{I_{D2}} = \frac{80}{1,35} = 58,48 \Omega$$

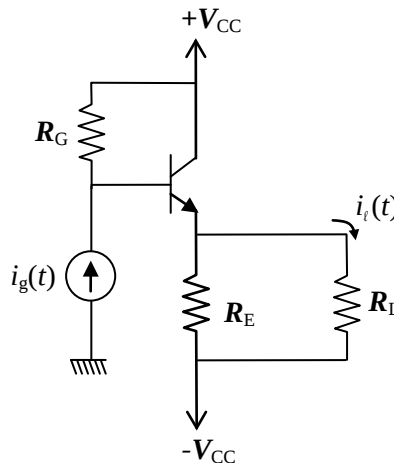
Ejercicio 2. Para el circuito de la figura, se pide:

- Calcular el punto de trabajo del transistor (V_{CE} , V_{BE} , I_C e I_B en continua) y la corriente continua que circula por R_L . (2 p)
- Calcular los elementos del circuito equivalente de pequeña señal del transistor r_π y r_o (0,5 p)
- Dibujar el circuito equivalente de pequeña señal (1,5 p)
- Calcular la ganancia de pequeña señal $i_t(t)/i_g(t)$ (1 p)

DATOS.

del circuito: $V_{CC} = 5 \text{ V}$; $R_E = R_L = 8 \text{ k}\Omega$. $R_G = 60 \text{ k}\Omega$.

del BJT: $V_{\gamma E} = 0,7 \text{ V}$; $\beta = 100$; $V_{CE(sat)} = 0,2 \text{ V}$; $V_A \rightarrow \infty$. $V_t = 0,025 \text{ V}$

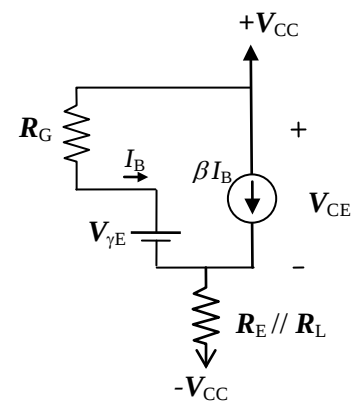


SOLUCIÓN DEL EJERCICIO 2

a) Hacemos la hipótesis de que el transistor está en activa directa. Es decir que $V_{CE} \geq V_{CE(sat)}$ y $I_B \geq 0$. En ese caso el BJT cumple las ecuaciones

$$I_C = \beta I_B$$

$$V_{BE} = V_{\gamma E}$$



Las ecuaciones del resto del circuito son

$$2V_{CC} = I_B R_G + I_B (1 + \beta) (R_E \parallel R_L) + V_{\gamma E}$$

$$2V_{CC} = V_{CE} + I_B (1 + \beta) (R_E \parallel R_L)$$

Resolviendo:

$$V_{BE} = V_{\gamma E} = 0,7 \text{ V}$$

$$I_B = \frac{2V_{CC} - V_{\gamma E}}{R_G + (R_E \parallel R_L)(1 + \beta)} = 20 \text{ } \mu\text{A}$$

$$I_E = I_B (1 + \beta) = 2.02 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = 2V_{CC} - I_E (R_E \parallel R_L) = 1,902 \text{ V}$$

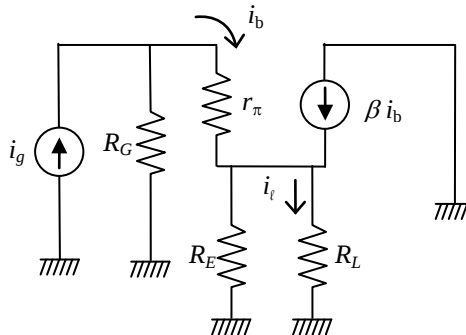
Esta solución es compatible con la hipótesis de activa directa y por tanto confirman dicha hipótesis. Por otra parte, la corriente continua por R_L es $I_l = I_E / 2$.

b)

$$r_\pi = \frac{V_t}{I_B} = 1,25 \text{ k}\Omega$$

$$r_o = \frac{V_A + V_{CE}}{I_C} \rightarrow \infty$$

c)



d)

$$\left. \begin{aligned} i_b &= \frac{R_G}{R_G + r_\pi + (1 + \beta)(R_E \parallel R_L)} i_g \\ i_l &= \frac{R_E}{R_E + R_L} (1 + \beta) i_b \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{i_l}{i_g} = \frac{R_E R_G (1 + \beta)}{(R_G + r_\pi)(R_E + R_L) + (1 + \beta) R_E R_L}$$

$$\Rightarrow \frac{i_l}{i_g} = \frac{1}{\left(1 + \frac{r_\pi}{R_G}\right) \left(1 + \frac{R_L}{R_E}\right) + \frac{R_L}{R_G}} = \frac{1}{\left(1 + \frac{1,25}{60}\right) \left(1 + \frac{8}{8}\right) + \frac{8}{60}} = 6,51$$