

PROBLEMAS DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

2º Curso de Grado en Ingeniería Informática – 19/20

TEMA 5: El transistor bipolar

1.- En el circuito de la figura

a) Calcular el punto de trabajo del transistor, siendo:

$$V_{CC} = 5 \text{ V}$$

$$V_{BB} = 1 \text{ V}$$

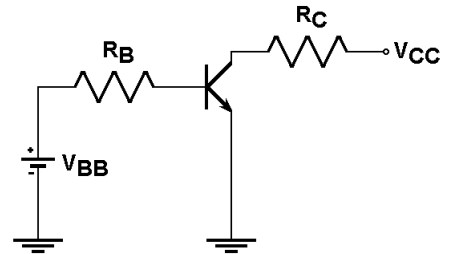
$$R_C = 1 \text{ K}\Omega$$

$$R_B = 10 \text{ K}\Omega$$

$$V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V}$$

$$V_{CE(\text{saturación})} = 0.2 \text{ V}$$

$$\beta = 100$$



b) Calcular la resistencia de colector mínima que pase el transistor a saturación.

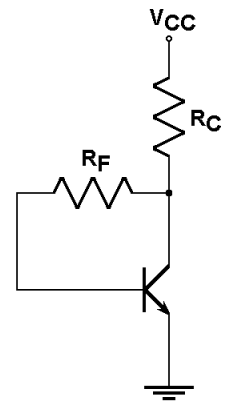
c) Con $R_C = 1 \text{ K}\Omega$, ¿qué valores de R_B pasan el transistor a saturación?

2.- En el circuito de la figura, $V_{CC} = 10 \text{ V}$:

a) Si se emplea un transistor con $\beta = 99$, y las resistencias dadas son $R_C = 2.7 \text{ K}\Omega$ y $R_F = 180 \text{ K}\Omega$, hallar los valores de V_{CE} e I_C . Tomar $V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V}$.

b) Repetir (a) con $\beta = 199$.

c) Suponiendo que $\beta = 5$, determinar los valores de las resistencias R_C y R_F para que $V_{CE} = 2.5 \text{ V}$ e $I_C = 1 \text{ mA}$.



3.- La figura muestra un circuito de autopolarización para un transistor.

a) Determinar el punto de trabajo del dispositivo cuando:

$$V_{CC} = 12 \text{ V},$$

$$R_1 = 120 \text{ K}\Omega, \quad R_2 = 24 \text{ K}\Omega,$$

$$R_C = 2.4 \text{ K}\Omega, \quad R_E = 680 \Omega,$$

$$V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V}, \quad \beta = 100$$

b) Determinar el punto de trabajo del dispositivo cuando:

$$V_{CC} = 15 \text{ V},$$

$$R_1 = 100 \text{ K}\Omega, \quad R_2 = 50 \text{ K}\Omega,$$

$$R_C = 5 \text{ K}\Omega, \quad R_E = 3 \text{ K}\Omega,$$

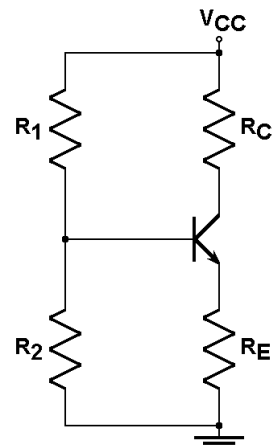
$$V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V}, \quad \beta = 100$$

c) Determinar R_1 , R_2 y R_E para que el punto de funcionamiento del transistor

sea tal que $V_{CE} = 6 \text{ V}$ e $I_C = 2 \text{ mA}$, al tiempo que se verifica la relación de corrientes: $I_{R1}/I_B = 30$, y suponiendo que:

$$V_{CC} = 15 \text{ V}, \quad R_C = 3 \text{ K}\Omega,$$

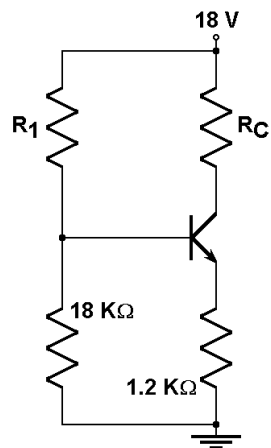
$$V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V}, \quad \beta = 50$$



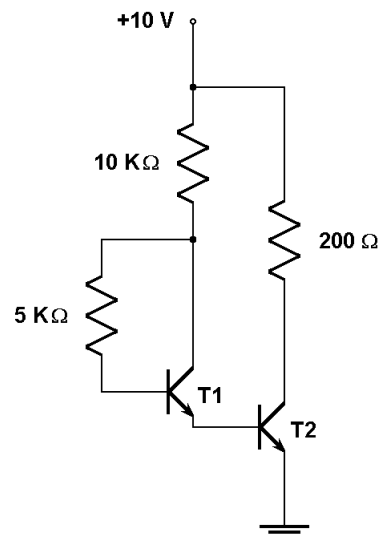
4.- Determinar R_1 y R_C para que la intensidad de colector y la tensión del colector en el punto de reposo valgan respectivamente $I_{CQ} = 2 \text{ mA}$ y $V_{CEQ} = 10 \text{ V}$.

Suponer $V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V}$, y que se verifica el criterio de estabilidad de la polarización frente a variaciones de la temperatura [$R_B \ll (\beta + 1) R_E$].

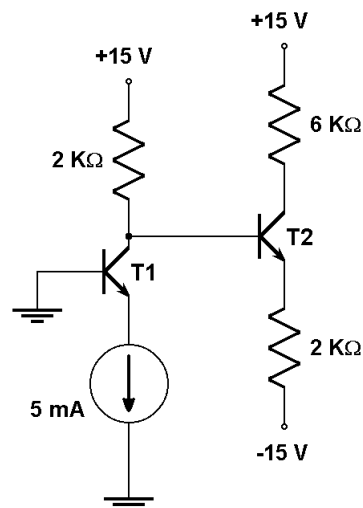
Suponer: $\beta \gg 1$



5.- Determinar el punto de trabajo (I_C , I_B , V_{CE}) de los dos transistores suponiendo que la ganancia en corriente ($\beta = 100$) es la misma para ambos ($V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ en activa o saturación; $V_{CE} = 0.2 \text{ V}$ en saturación).



6.- Sabiendo que los dos transistores del circuito de la figura están en saturación, determinar la corriente de base del transistor T1 ($V_{BE,sat} = 0.7 \text{ V}$; $V_{CE,sat} = 0.2 \text{ V}$).



7.- En el siguiente circuito:

a) Encontrar el valor mínimo de la tensión V_{BB} para que el transistor T2 pase de corte a conducción.

b) Para $V_{BB} = 3 \text{ V}$ encontrar el valor mínimo que debe tomar R_2 para que el transistor T2 se encuentre saturado.

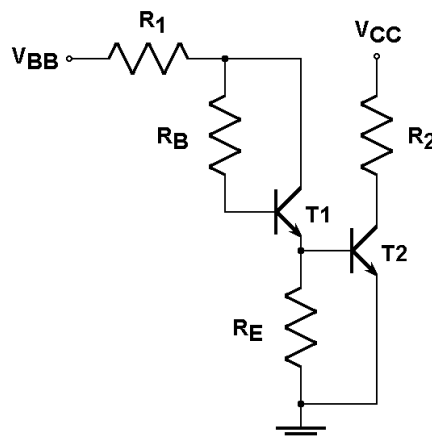
Datos: $V_{CC} = 5 \text{ V}$;

$R_1 = R_E = 1 \text{ K}\Omega$; $R_B = 10 \text{ K}\Omega$;

$V_{BE(activa)} = V_{BE(saturac.)} = 0.7 \text{ V}$;

$V_{CE(saturación)} = 0.2 \text{ V}$;

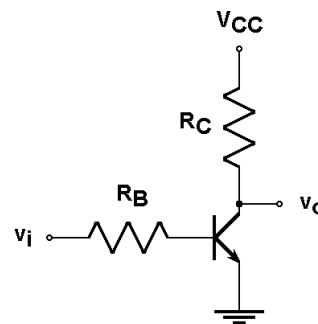
$\beta = 19$.



8.- Para el circuito de la figura:

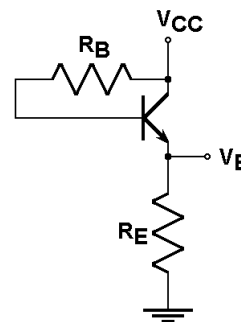
- Determinar la función de transferencia, $V_o(V_i)$, para el transistor en las tres regiones de activa, corte y saturación.
- Determinar el rango de valores de V_i para el que es válida cada una de las funciones anteriores, y dibujar la función de transferencia para tensiones de entrada desde -5 V hasta +5 V.

($V_{BE} = 0.7$ V, $V_{CE,sat} = 0.2$ V, $\beta = 50$;
 $V_{CC} = +5$ V, $R_B = 10$ K Ω , $R_C = 1$ K Ω .)



9.- Suponiendo un transistor de unión típico de silicio, deducir las expresiones de V_E para los distintos rangos de V_{CC} ($V_{CC} \geq 0$) en los que el transistor se encuentra en los estados de corte o conducción posibles. Indicar expresamente dichos rangos y el estado correspondiente del transistor.

Suponer conocidos los valores de V_{CC} , R_B y R_E , y las aproximaciones lineales para el transistor: $V_{BE,conducción} \approx V_{BE\gamma}$, $V_{CE,saturación} \approx V_{CEsat}$ y $\beta \equiv$ ganancia de corriente en activa (emisor común).



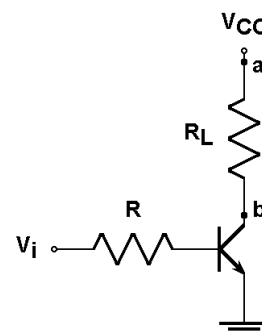
10.- Demostrar que el circuito de la figura se comporta, entre los nodos a y b, como una fuente de corriente constante, siempre y cuando el transistor esté en la región activa.

- ¿Qué relación existe entre la corriente en la carga R_L y la tensión de entrada V_i ?
- ¿Entre qué valores puede variar R_L para que el transistor funcione en activa?

Suponiendo que $V_i = 5$ V, y que:

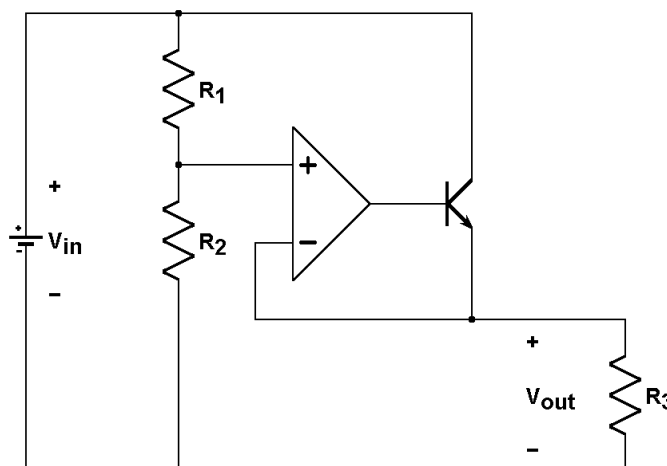
$R = 10$ K Ω , $V_{CC} = 15$ V,
 $V_{BE\gamma} = 0.7$ V, $\beta = 100$,

calcular dicho intervalo de valores de R_L .



11.- En el circuito de la figura, el amplificador operacional es ideal, $V_{in} = 15$ V, $R_1 = 10$ K Ω , $R_2 = 5$ K Ω , $R_3 = 5$ K Ω y el transistor está caracterizado por $h_{FE} = 100$, $V_{BE}^{act} = 0.6$ V y $V_{CE}^{sat} = 0.2$ V. Calcular:

- El voltaje de salida V_{out} .
- Las corrientes del transistor.

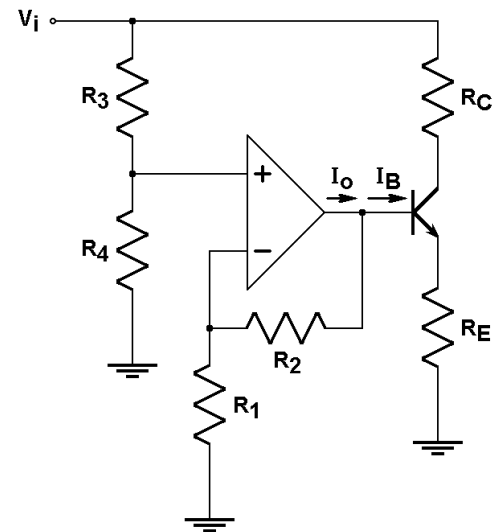


12.- El amplificador operacional de la figura es ideal y está funcionando en la región lineal.

a) ¿A partir de qué tensión de entrada, V_i , comenzará a conducir el transistor?

b) Para $V_i = 10 \text{ V}$, encontrar la intensidad I_o . ¿Entra o sale del operacional?

Datos: $R_1 = R_4 = R_E = R_C = 1 \text{ K}\Omega$; $R_2 = 9 \text{ K}\Omega$; $R_3 = 19 \text{ K}\Omega$; $\beta = 100$; $V_{BE(\text{activa})} = 0.6 \text{ V}$.

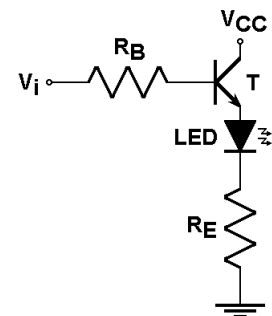


13.- Sabiendo que v_i toma valores tales que: $v_i \leq V_{CC}$, deducir las expresiones de la corriente que circula por el LED, i_{LED} , utilizando los modelos lineales para gran señal del transistor bipolar de unión (T) y del LED, suponiendo que éste presenta una resistencia despreciable en conducción. Indicar los intervalos de v_i en que son válidas cada una de las expresiones de i_{LED} dadas.

Considerar que: $V_{CC} \gg V_{BE\gamma} + V_\gamma$,

y suponer conocidos: V_{CC} , R_B y R_E ;

V_γ (del LED); β , $V_{BE\gamma}$ y V_{CEsat} (del transistor).



14.- La figura representa un circuito estabilizador por diodo zener y transistor. El circuito se emplea para obtener un voltaje de salida V_{AB} prácticamente independiente de las variaciones de voltaje de la fuente original (de equivalente de Thévenin V_o , R_o) y de la corriente consumida por la carga R_L .

a) Suponiendo que no se conecta la resistencia R_L (salida en circuito abierto), calcular el mínimo voltaje que se precisa en V_o ($V_o^{\text{mín.}}$) para que el zener esté trabajando en la región inversa zener (modelo: V_Z , R_Z).

b) Suponiendo que $V_o > V_o^{\text{mín.}}$ y que el transistor trabaja en la región activa (modelo: h_{FE} , $V_{BE}^{\text{act.}}$), calcular una expresión para el voltaje y la resistencia equivalente de Thévenin entre los terminales A y B.

c) A partir de los resultados anteriores, calcular el factor de estabilización de voltaje, $S_v = \partial V_{AB} / \partial V_o$.

