

## PROBLEMAS DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

2º Curso de Grado en Ingeniería Informática – 17/18

### TEMA 5: El transistor bipolar

1.- En el circuito de la figura

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

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

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

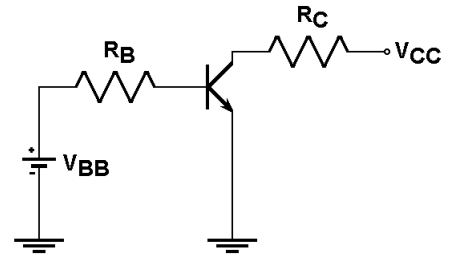
$$R_C = 1 \text{ K}\Omega$$

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

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

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

$$\beta = 100$$



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

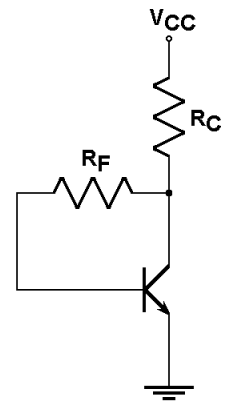
c) Con  $R_C = 1 \text{ K}\Omega$ , ¿qué valores de  $R_B$  pasan el transistor a saturación?

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:

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

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

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

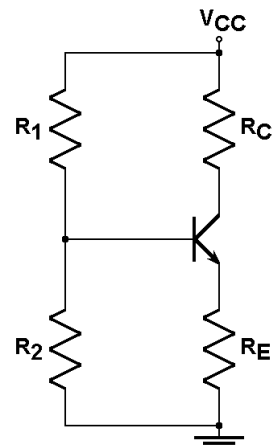
$$V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V}, \quad \beta = 100$$

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:

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

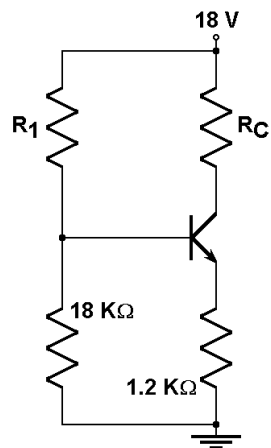
$$V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V}, \quad \beta = 50$$



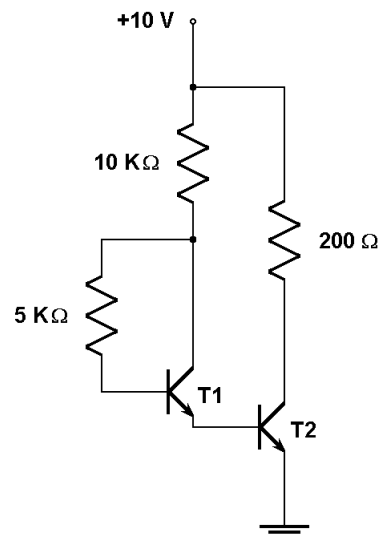
4.- Determinar  $R_1$  y  $R_C$  para que la intensidad de colector y la tensión del colector en el punto de reposo valgan respectivamente  $I_{CQ} = 2 \text{ mA}$  y  $V_{CEQ} = 10 \text{ V}$ .

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 [ $R_B \ll (\beta + 1) R_E$ ].

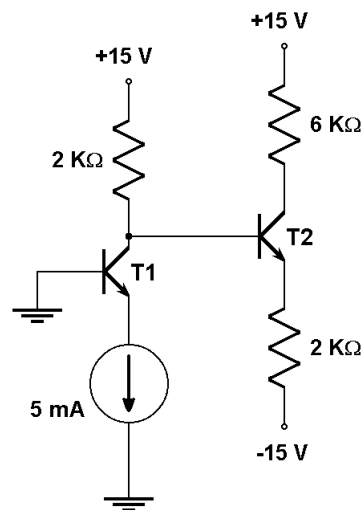
Suponer:  $\beta \gg 1$



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.

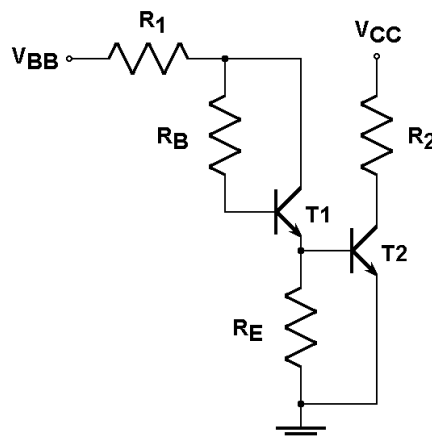
Datos:  $V_{CC} = 5 \text{ V}$ ;

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

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

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

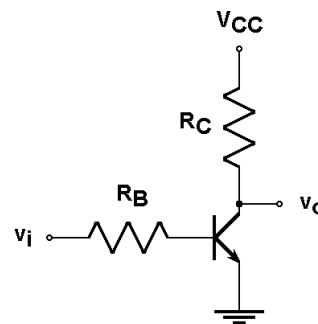
$\beta = 19$ .



**8.-** Para el circuito de la figura:

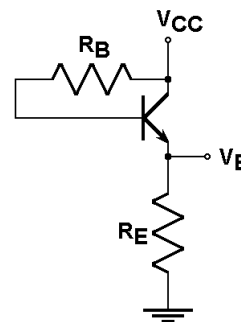
- Determinar la función de transferencia,  $V_o(V_i)$ , para el transistor en las tres regiones de activa, corte y saturación.
- Determinar el rango de valores de  $V_i$  para el que es válida cada una de las funciones anteriores, y dibujar la función de transferencia para tensiones de entrada desde -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 $\Omega$ ,  $R_C = 1$  K $\Omega$ .)



**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).



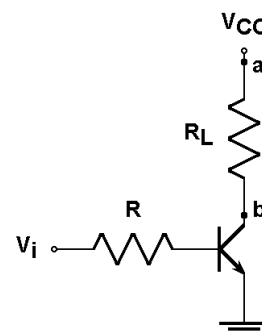
**10.-** Demostrar que el circuito de la figura se comporta, entre los nodos a y b, como una fuente de corriente constante, siempre y cuando el transistor esté en la región activa.

- ¿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:

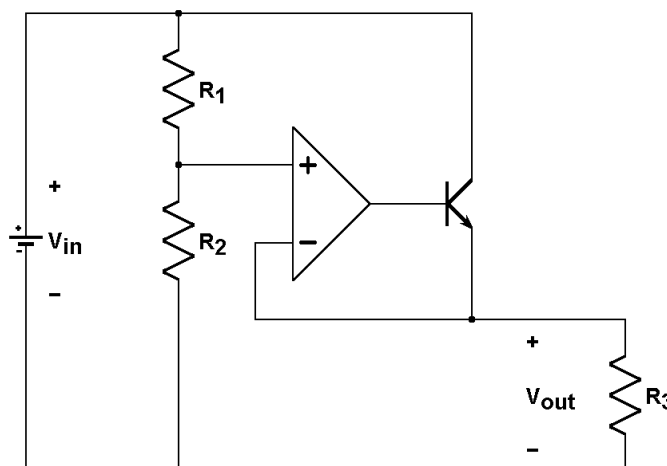
$R = 10$  K $\Omega$ ,  $V_{CC} = 15$  V,  
 $V_{BE\gamma} = 0.7$  V,  $\beta = 100$ ,

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 $\Omega$ ,  $R_2 = 5$  K $\Omega$ ,  $R_3 = 5$  K $\Omega$  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.

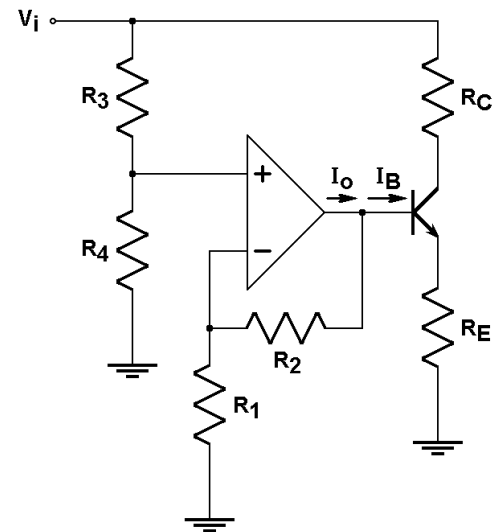


**12.-** El amplificador operacional de la figura es ideal y está funcionando en la región lineal.

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

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

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

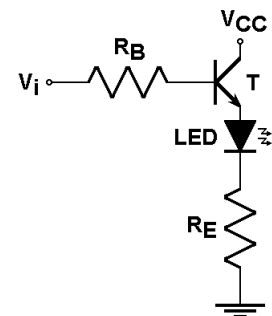


**13.-** Sabiendo que  $v_i$  toma valores tales que:  $v_i \leq V_{CC}$ , deducir las expresiones de la corriente que circula por el LED,  $i_{LED}$ , utilizando los modelos lineales para gran señal del transistor bipolar de unión (T) y del LED, suponiendo que éste presenta una resistencia despreciable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

$V_\gamma$  (del LED);  $\beta$ ,  $V_{BE\gamma}$  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  $V_o$  ( $V_o^{min.}$ ) para que el zener esté trabajando en la región inversa zener (modelo:  $V_Z$ ,  $R_Z$ ).

b) Suponiendo que  $V_o > V_o^{min.}$  y que el transistor trabaja en la región activa (modelo:  $h_{FE}$ ,  $V_{BE}^{act.}$ ), 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,  $S_v = \partial V_{AB} / \partial V_o$ .

