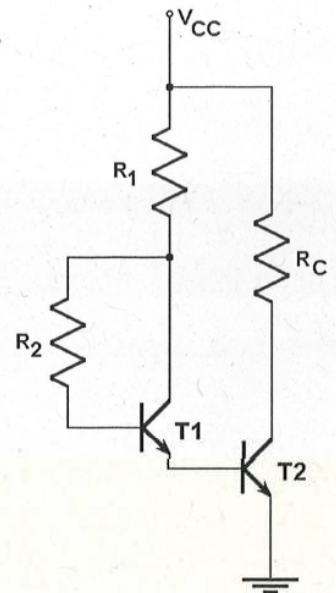


Apellidos.....Nombre.....

Nota importante: Toda corriente o tensión que se utilice en las ecuaciones ha de estar necesariamente identificada en el circuito correspondiente

1) (4/12) Sabiendo que los elementos del circuito de la figura valen $V_{CC}=10V$, $R_1=10K\Omega$, $R_2=5K\Omega$, $R_C=200\Omega$, y que ambos transistores son iguales, con parámetros característicos del transistor, $V_T=0,7V$, $V_{CE,sat}=0,2V$ y $\beta=100$:

- Determinar el punto de trabajo (I_C , V_{CE}) de ambos transistores.
- Hallar el valor que debe tomar la resistencia R_C para que el transistor T2 se encuentre en el límite entre activa y saturación.
- Con $R_C = 200\Omega$, y la ganancia de corriente del primer transistor igual a 100, ¿con qué valor β_2 de su ganancia de corriente, el transistor T2 pasa de activa a saturación?



a)

Suponiendo T1 en activa

$$2V_T + I_{B1}R_2 + (\beta+1)I_{B1}R_1 = V_{CC}$$

$$I_{B1} = \frac{V_{CC} - 2V_T}{R_2 + (\beta+1)R_1} = \frac{8,6V}{1015K\Omega} = 8,47\mu A \rightarrow \begin{cases} I_{C1} = 0,847mA \\ I_{E1} = I_{B2} = 0,855mA \end{cases}$$

$$V_{CE1} = 10 - I_{E1}R_1 - V_T = 0,75V > 0,2V$$

$$\boxed{\begin{matrix} V_{CE1} = 0,75V \\ I_{C1} = 0,847mA \end{matrix}}$$

Suponiendo T2 en activa

$$I_{C2} = \beta I_{B2} = 85,5mA \rightarrow V_{CE2} = 10 - 200 \cdot 85,5mA = -7,1V < 0,2V$$

T2 en saturación

$$I_{C2} = \frac{V_{CC} - 0,2}{200\Omega} = 49mA$$

$$\boxed{\begin{matrix} V_{CE2} = 0,2V \\ I_{C2} = 49mA \end{matrix}}$$

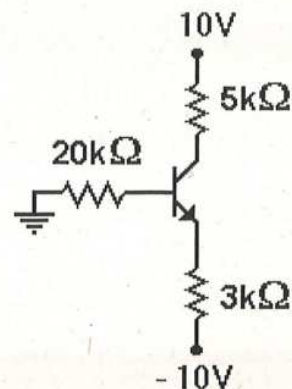
b) T2 en activa y saturación $\begin{cases} I_{C2} = 85,5mA \\ V_{CE2} = 0,2V \end{cases} \left\{ \begin{matrix} R_C = \frac{10 - V_{CE2}}{I_{C2}} = 115\Omega \end{matrix} \right.$

c) $I_{C2} = \frac{10 - 0,2}{200} = 49mA = \beta_2 I_{B2} = \beta_2 I_{E1}$
 $I_{E1} = 0,855mA$
 $\left\{ \begin{matrix} \beta_2 = \frac{49mA}{0,855mA} = 57 \end{matrix} \right.$

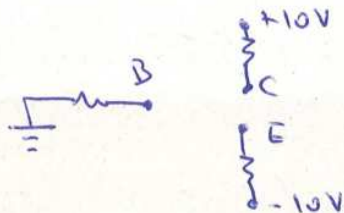
2) (4/12) Para cada una de las situaciones en las que el transistor se encuentra, respectivamente, en a) corte, b) activa y c) saturación:

Determinar la corriente de base en el circuito que resulta de sustituir el transistor por su correspondiente modelo lineal, y justificar en cada caso si los resultados obtenidos son compatibles, o no, con los modelos usados.

($V_T = 0,6V$, $V_{CE,sat} = 0,2V$ y $\beta = 200$)



a) Corte

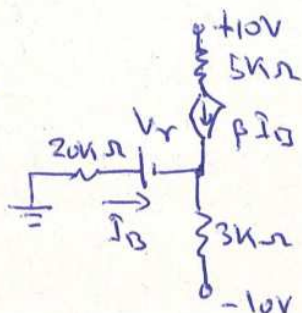


$$\boxed{I_B = 0}$$

$$V_{CE} = 10 - (-10) = 10V \neq V_T$$

no es compatible

b) Activa



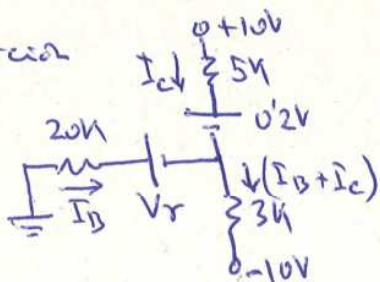
$$-10V + 3kI_E + V_T + 20kI_B = 0$$

$$\boxed{I_B = \frac{9,4V}{3k(\beta+1) + 20k} = 15,1\mu A} \quad \begin{cases} I_C = 3,02mA \\ I_E = 3,03mA \end{cases}$$

$$V_{CE} = (10 - 5kI_C) - (-10 + 3kI_E) = (10 - 15,1) - (-10 + 9,09) = -5,1 + 0,91 = -4,19V \neq 0,2V$$

no es compatible

c) Saturación



$$-10 + 3k(I_B + I_C) + V_T + 20kI_B = 0$$

$$I_C = \frac{10 - V_T - 23kI_B}{3k} = \frac{9,4 - 23kI_B}{3k}$$

$$-10 + 3kI_B + 3kI_C + 0,2 + 5kI_C = 10$$

$$19,8 = 3kI_B + 8kI_C = 3kI_B + \frac{8}{3}9,4 = 6,13kI_B$$

$$58,3kI_B = 5,27V \rightarrow \boxed{I_B = \frac{5,27V}{58,3k\Omega} = 90,4\mu A}$$

$$I_C = \frac{9,4 - 2,08}{3k} = 2,44mA < \beta I_B = 18mA$$

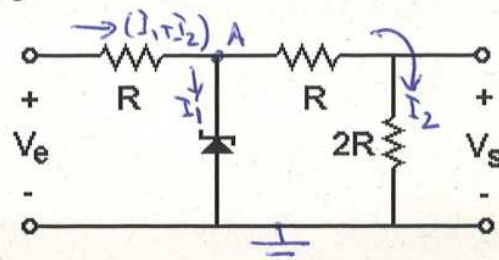
si es compatible

3) (4/12) En el circuito de la figura, el diodo Zener se comporta como sus correspondientes modelos lineales con $V_Z = 0.6V$ y $V_Z = 6V$, y resistencias asociadas iguales a cero, y la resistencia R es igual a 600 ohmios.

a) Determinar la característica de transferencia de tensión, $V_s(V_e)$, para los distintos estados de conducción del diodo Zener, así como las tensiones de entrada a las que se producen los cambios de comportamiento.

b) Representar dicha característica de transferencia, para tensiones de entrada comprendidas entre $\pm 10V$.

c) Representar la forma de onda de la tensión de salida, cuando a la entrada se aplica una señal triangular de 10 V pico-pico



a) No conducción ($I_1 = 0$)

$$V_s = I_2 \cdot 2R = \frac{V_e}{4R} \cdot 2R = \frac{V_e}{2}$$

Conducción inversa ($V_A = V_Z$)

$$V_s = I_2 \cdot 2R = \frac{V_A}{3R} \cdot 2R = \frac{2}{3} V_A = \frac{2}{3} V_Z = 4V \quad ; \quad I_2 = \frac{V_s}{2R} = \frac{V_Z}{3R}$$

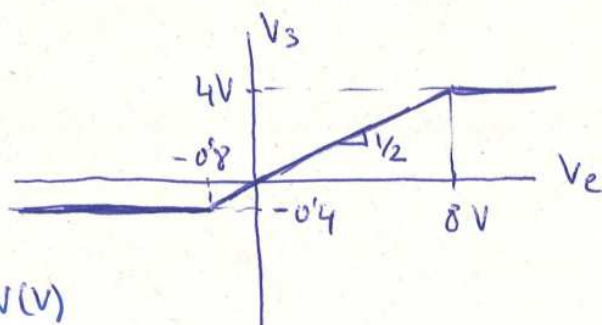
Conducción directa ($V_A = -V_r$)

$$V_s = I_2 \cdot 2R = \frac{V_A}{3R} \cdot 2R = \frac{2}{3} V_A = -\frac{2}{3} V_r = -0.4V \quad ; \quad I_2 = \frac{V_s}{2R} = -\frac{V_r}{3R}$$

Pasa de no conduc. a conduc. inversa con $\begin{cases} I_1 = 0 \\ V_A = V_Z \end{cases} \left\{ V_e = V_A + I_2 R = \frac{4}{3} V_Z = 8V \right.$

Pasa de no conduc. a conduc. directa con $\begin{cases} I_1 = 0 \\ V_A = -V_r \end{cases} \left\{ V_e = V_A + I_2 R = -\frac{4}{3} V_r = -0.8V \right.$

b)



c)

