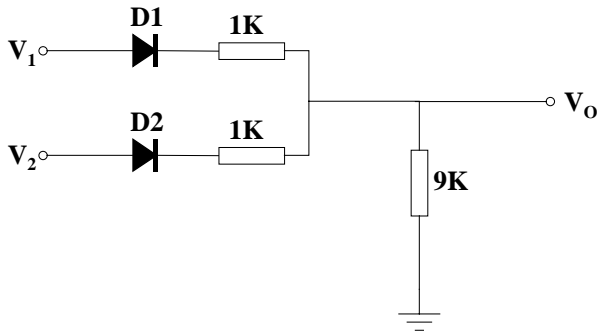


EJERCICIO 1 (realizar los cálculos con una precisión de 5 cifras significativas)

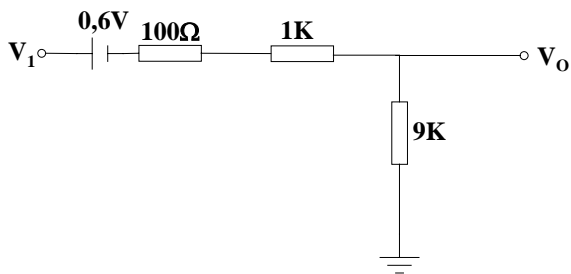
Calcular la tensión a la salida del circuito de la figura (V_o) e indicar el estado de los diodos para las siguientes tensiones de entrada:

DATOS: $V_\gamma = 0,6V$ $R_f = 100\Omega$ $R_r = \infty$



(0,5) a) $V_1 = 10V$ y $V_2 = 0V$

En este caso D1 conduce y D2 está en corte claramente, y por lo tanto el circuito equivalente sería:

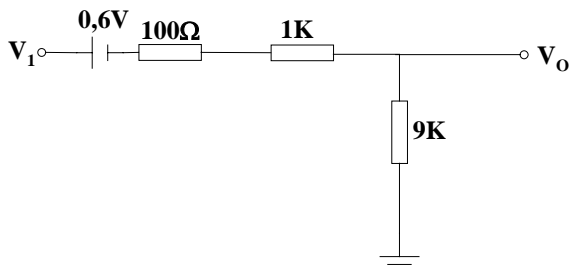


$$V_o = (V_1 - 0,6V) \frac{9K}{0,1K + 1K + 9K} = 8,3762V$$

$V_o = 8,3762 V$

(0,5) b) $V_1 = 5V$ y $V_2 = 0V$

En este caso las condiciones siguen siendo las mismas que en el apartado a). Sólo cambia el valor de V_1 .



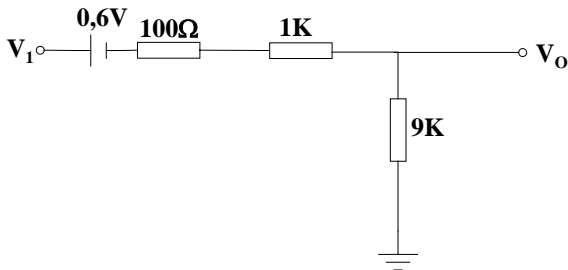
$$V_o = (V_1 - 0,6V) \frac{9K}{0,1K + 1K + 9K} = 3,9207V$$

$V_o = 3,9207 V$

(0,5) e) $V_1 = 10V$ y $V_2 = 5V$

En esta caso pueden surgir dudas del estado de los diodos ya que como $V_2 = 5V$ puede ser que el diodo D2 esté polarizado en directa. Pero si nos fijamos en el apartado a) con $V_1 = 10V$ y $V_2 = 0V$ se tenía que $V_O = 8,3762V$ que es la tensión que existe en el cátodo del diodo D2 mientras esté en corte. Por lo tanto, para que empiece a conducir el diodo D2 en esas condiciones se tendría que aplicar en el ánodo de ese diodo (V_2) una tensión superior a esos $8,3762V$ en una cantidad que supere la tensión umbral, es decir, que D2 no empezaría a conducir hasta una tensión $V_2 = 8,3762V + 0,6V = 8,9762V$.

Por lo tanto, en este caso el diodo D1 conduce y el diodo D2 estaría en corte y el circuito equivalente sería el mismo que en los apartados a) y b):

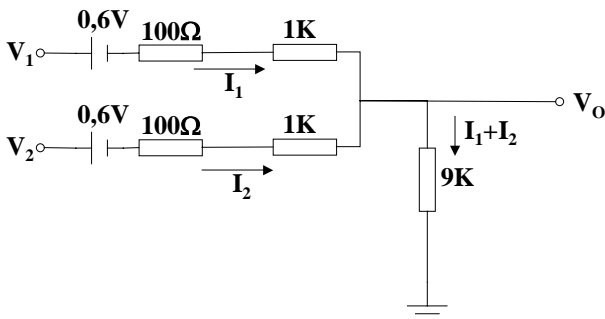


$$V_o = (V_1 - 0,6V) \frac{9K}{0,1K + 1K + 9K} = 8,3762V$$

$$V_o = 8,3762V$$

(0,5) d) $V_1 = 5V$ y $V_2 = 5V$

En este caso D1 y D2 estarían claramente conduciendo. El circuito equivalente sería:



$$\left. \begin{aligned} V_1 - 0,6V = 4,4V = I_1 \cdot 1,1K + (I_1 + I_2) \cdot 9K = I_1 \cdot 10,1K + I_2 \cdot 9K \\ V_2 - 0,6V = 4,4V = I_2 \cdot 1,1K + (I_1 + I_2) \cdot 9K = I_1 \cdot 9K + I_2 \cdot 10,1K \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_2 = \frac{4,4V - I_1 \cdot 10,1K}{9K} \Rightarrow$$

$$4,4V = I_1 \cdot 9K + \frac{4,4V - I_1 \cdot 10,1K}{9K} \cdot 10,1K \Rightarrow I_1 = 0,23037mA = 230,37\mu A$$

$$I_2 = \frac{4,4V - I_1 \cdot 10,1K}{9K} = 0,23037mA = 230,37\mu A$$

$$V_o = (I_1 + I_2) \cdot 9K = (0,23037 + 0,23037)mA \cdot 9K = 4,1466V$$

$$V_o = 4,1466V$$

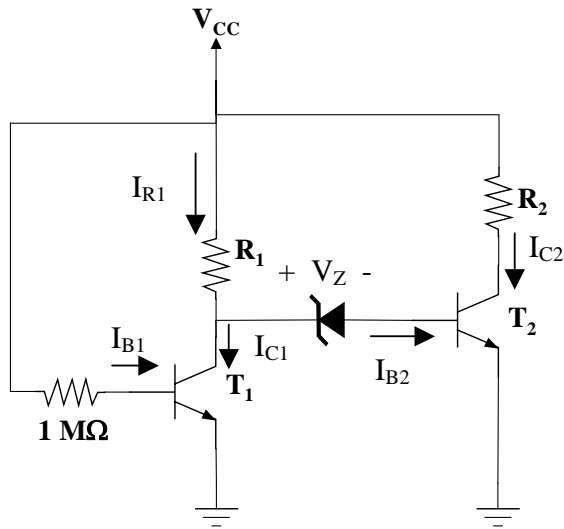
EJERCICIO 2 (realizar los cálculos con una precisión de 5 cifras significativas)

(1) **a)** Determinar el valor de R_1 y R_2 para que el punto de funcionamiento del transistor T_2 del circuito de la figura sea $I_{C2} = 10 \text{ mA}$ y $V_{CE2} = 10 \text{ V}$.

DATOS: $V_{CC} = 20 \text{ V}$

Transistores T_1 y T_2 idénticos: $V_{BEon} = 0,7 \text{ V}$ $V_{CEsat} = 0,2 \text{ V}$ $\beta = 100$

Diodo: $V_Z = 5 \text{ V}$



$I_{C2} = 10 \text{ mA}$ y $V_{CE2} = 10 \text{ V} \Rightarrow T_2$ está en activa \Rightarrow zener regula.

$$V_{CE2} = V_{CC} - I_{C2} \cdot R_2 \Rightarrow R_2 = \frac{V_{CC} - V_{CE2}}{I_{C2}} = \frac{20\text{V} - 10\text{V}}{10\text{mA}} = 1\text{k}\Omega$$

$$V_{CE1} = V_Z + V_{BE2} = 5\text{V} + 0,7\text{V} = 5,7\text{V} \Rightarrow T_1 \text{ está en activa}$$

$$V_{CC} = I_{B1} \cdot 10^3 \text{ K} + V_{BE1} \Rightarrow I_{B1} = \frac{V_{CC} - V_{BE1}}{10^3 \text{ K}} = \frac{20\text{V} - 0,7\text{V}}{10^3 \text{ K}} = 19,3\mu\text{A} \Rightarrow I_{C1} = \beta \cdot I_{B1} = 100 \cdot 19,3\mu\text{A} = 1,93\text{mA}$$

$$I_{B2} = \frac{I_{C2}}{\beta} = \frac{10\text{mA}}{100} = 0,1\text{mA}$$

$$I_{R1} = I_{B2} + I_{C1} = 0,1\text{mA} + 1,93\text{mA} = 2,03\text{mA}$$

$$V_{CC} - I_{R1} \cdot R_1 = 5,7\text{V} \Rightarrow R_1 = \frac{V_{CC} - 5,7\text{V}}{I_{R1}} = \frac{20\text{V} - 5,7\text{V}}{2,03\text{mA}} = 7,0443\text{k}\Omega$$

$$R_1 = 7,0443 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 1 \text{ k}\Omega$$

(1) **b)** Si R_2 tiene un valor de $5\text{ k}\Omega$, determinar el valor de R_1 para que los dos transistores estén saturados.

Los dos transistores nunca van a estar saturados a la vez, ya que si T1 está saturado $\Rightarrow V_{CE1} = 0,2\text{ V} \Rightarrow$ T2 estaría en corte ya que esta tensión es insuficiente para polarizar al zener en su zona de regulación \Rightarrow zener en corte \Rightarrow T2 en corte.

(1) **c)** Si $R_1 = R_2 = 1\text{ k}\Omega$ y sustituimos la resistencia de $1\text{ M}\Omega$ de la base del transistor T1 por una resistencia R_{B1} , ¿cuál sería el valor máximo de esta resistencia R_{B1} para que el transistor T2 esté en corte?.

T2 en corte $\Rightarrow V_{CE1} < V_Z + V_{BE} = 5\text{ V} + 0,7\text{ V} = 5,7\text{ V}$

$$V_{CE1} = V_{CC} - I_{C1} \cdot R_1 < 5,7\text{V} \Rightarrow I_{C1} > \frac{V_{CC} - 5,7\text{V}}{R_1} = \frac{20\text{V} - 5,7\text{V}}{1\text{K}} = 14,3\text{mA}$$

Como T1 estaría en activa:

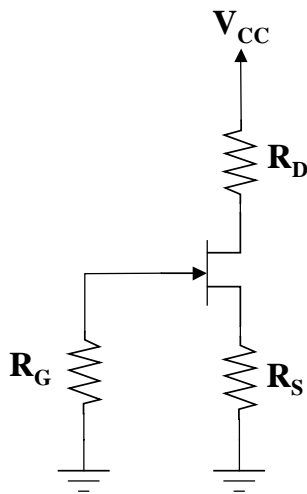
$$I_{C1} = \beta \cdot I_{B1} > 14,3\text{mA} \Rightarrow I_{B1} > \frac{14,3\text{mA}}{\beta} = 0,143\text{mA} = 143\mu\text{A}$$

$$I_{B1} = \frac{V_{CC} - V_{BE1}}{R_{B1}} > 0,143\text{mA} \Rightarrow R_{B1} < \frac{V_{CC} - V_{BE1}}{0,143\text{mA}} = \frac{20\text{V} - 0,7\text{V}}{0,143\text{mA}} = 134,96\text{k}\Omega$$

$$R_{B1} < 134,96\text{ k}\Omega$$

EJERCICIO 3 (realizar los cálculos con una precisión de 5 cifras significativas)

El circuito de la figura utiliza un FET de canal N con $V_P = -2V$ e $I_{DSS} = 1,65 mA$. Se desea polarizar el circuito para que $I_D = 0,8 mA$ con una tensión de polarización $V_{CC} = 24V$.



(1,5) **a)** Calcular V_{GS} , R_S y R_D para que el transistor esté funcionando en saturación y con las condiciones indicadas en el enunciado.

El transistor está saturado =>

$$I_D = I_{DSS} \cdot \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2 \Rightarrow 1 - \frac{V_{GS}}{V_P} = \pm \sqrt{\frac{I_D}{I_{DSS}}} = \pm \sqrt{\frac{0,8mA}{1,65mA}} = \pm 0,69631 \Rightarrow V_{GS} = (1 \pm 0,69631) \cdot V_P = \begin{cases} -3,3926V \\ -0,60738V \end{cases}$$

$V_{GS} = -3,3926 V$ no puede ser ya que $|V_{GS}| > |V_P|$ y entonces el transistor estaría en corte.

$V_{GS} = -0,60738 V$ es el resultado correcto ya que $|V_{GS}| < |V_P|$ y el transistor estaría conduciendo y perfectamente podría estar en saturación.

Por otro lado tenemos:

$$V_{GS} = -I_D \cdot R_S \Rightarrow R_S = -\frac{V_{GS}}{I_D} = -\frac{-0,60738V}{0,8mA} = 0,759,22K = 759,22\Omega$$

Para que el FET esté saturado se tiene que cumplir:

$$|V_{DS}| \geq ||V_P| - |V_{GS}|| = |2V - 0,60738V| = 1,3926V$$

Analizando el circuito se obtiene:

$$V_{DS} = V_{CC} - I_D \cdot (R_D + R_S) \geq 1,3926V \Rightarrow (R_D + R_S) \leq \frac{V_{CC} - 1,3926V}{I_D} = \frac{24V - 1,3926V}{0,8mA} = 28,258K \Rightarrow$$

$$R_D \leq 28,258K - R_S = 28,258K - 0,75922K = 27,498K$$

$V_{GS} = -0,60738 V$ $R_S = 759,22 \Omega$ $R_D \leq 27,498 k\Omega$

(1,5) b) Calcular V_{GS} , R_S y R_D para que el transistor esté funcionando en óhmica y con las condiciones indicadas en el enunciado.

El transistor está en óhmica =>

$$r_{DS} = \frac{|V_P|}{|I_{DSS}|} = \frac{2V}{1,65mA} = 1,2121K$$

$$V_{DS} = I_D \cdot r_{DS} = 0,8mA \cdot 1,2121K = 0,96968V$$

Para que el FET esté en óhmica se tiene que cumplir:

$$|V_{DS}| < \|V_P\| - |V_{GS}| = |2V - |V_{GS}|| \Rightarrow 0,96968V < |2V - |V_{GS}|| \Rightarrow |V_{GS}| < 1,0303V$$

Como el FET es canal N, entonces V_{GS} tiene que ser negativa => $-1,0303V < V_{GS} \leq 0V$

Analizando el circuito se tiene:

$$V_{GS} = -I_D \cdot R_S \Rightarrow |V_{GS}| = I_D \cdot R_S < 1,0303V \Rightarrow R_S < \frac{1,0303V}{I_D} = \frac{1,0303V}{0,8mA} = 1,2878K$$

Analizando el circuito se obtiene:

$$V_{DS} = V_{CC} - I_D \cdot (R_D + R_S) \Rightarrow (R_D + R_S) = \frac{V_{CC} - V_{DS}}{I_D} = \frac{24V - 0,96968V}{0,8mA} = 28,787K$$

$$(R_D + R_S) = 28,787K \Rightarrow R_D = 28,787K - R_S > 28,787K - 1,2878K = 27,499K$$

$$R_D = 28,787K - R_S < 28,787K$$

$\begin{aligned} -1,0303 V < V_{GS} \leq 0 V \\ R_S < 1,2878 k\Omega \\ 27,499 < R_D \leq 28,787 k\Omega \\ R_D + R_S = 28,787 k\Omega \end{aligned}$

BORRADOR

BORRADOR

BORRADOR