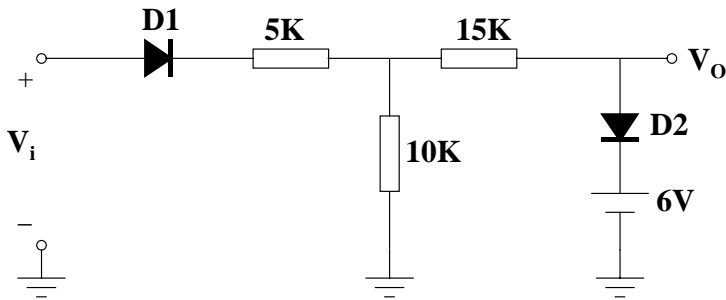


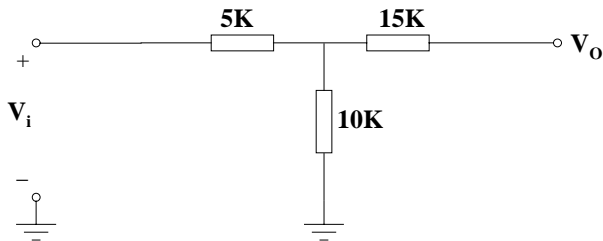
EJERCICIO 1 (realizar los cálculos con una precisión de 5 cifras significativas)

(0,75) **a)** Calcular la característica de transferencia del circuito de la figura para $-20V \leq V_i \leq 20V$. Dibujar la característica de transferencia e indicar el estado de cada uno de los diodos en cada tramo.

DATOS: Diodos ideales



- $-20 V \leq V_i \leq 0V \Rightarrow$ D1 y D2 en corte
 $V_o = 0 V$
- $0 V \leq V_i \leq V_X \Rightarrow$ D1 conduce y D2 en corte



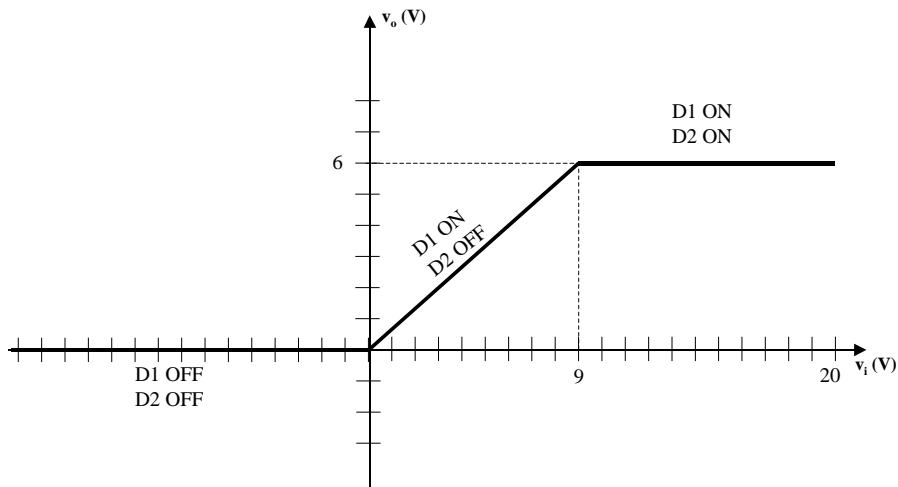
$$V_o = V_i \frac{10K}{5K + 10K} = \frac{2}{3} V_i$$

D2 empieza a conducir cuando $V_o \geq 6 V \Rightarrow \frac{2}{3} V_i \geq 6V \Rightarrow V_i \geq 9V$

Por lo tanto $V_X = 9 V$

- $9 V \leq V_i \leq 20 V \Rightarrow$ D1 y D2 conducen
 $V_o = 6 V$

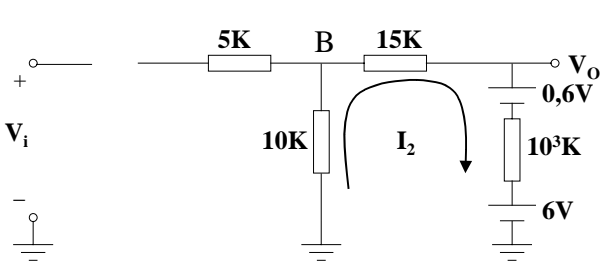
Por lo tanto, la característica de transferencia sería la siguiente:



(0,5) b) Si los diodos no son ideales, calcular el valor exacto de V_i donde el diodo D1 pasa de corte a conducción.

DATOS: D1 $\Rightarrow V_\gamma = 0,6\text{ V}$ $R_f = 100\ \Omega$ $R_r = \infty$
 D2 $\Rightarrow V_\gamma = 0,6\text{ V}$ $R_f = 100\ \Omega$ $R_r = 1\text{ M}\Omega$

Cuando D1 no conduce, D2 también está en corte y el circuito equivalente sería:



$$I_1 = 0$$

$$I_2 = -\frac{6V + 0,6V}{10^3 K + 15K + 10K} = -0,006439mA = -6,439\mu A$$

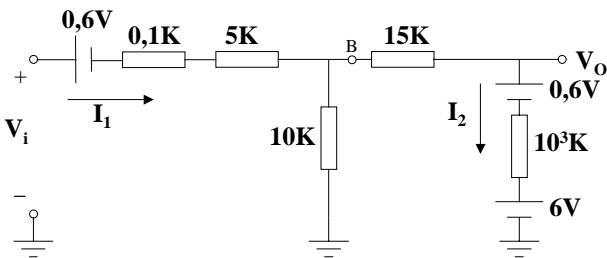
$$V_B = -I_2 \cdot 10K = 0,06439V$$

D1 empieza a conducir cuando $V_i = V_\gamma + V_B = 0,6V + 0,06439V = 0,66439V$

$$V_i = 0,66439\text{ V}$$

(0,5) c) Calcular el valor de la corriente por el diodo D2 cuando a la entrada se aplica una tensión $V_i = 5V$. los diodos no son ideales y tienen las mismas características que en el apartado b).

Para $V_i = 5\text{ V}$ D1 conduce y D2 está en corte y el circuito equivalente sería:



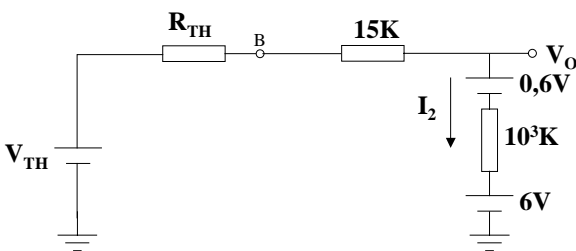
Calculando en equivalente Thevenin del circuito de la entrada (hasta B):

$$V_{TH} = (V_i - 0,6V) \frac{10K}{0,1K + 5K + 10K} = 2,9139V$$

$$R_{TH} = 10K // 5,1K = 3,3774K$$

$$V_{TH} = I_2 \cdot (R_{TH} + 15K + 10^3 K) + 0,6V + 6V \Rightarrow$$

$$I_2 = \frac{V_{TH} - 0,6V - 6V}{R_{TH} + 15K + 10^3 K} = -3,6195\mu A$$



$$I_2 = -3,6195\ \mu A$$

(0,25) d) ¿Qué nombre recibe el circuito de este problema?.

Es un circuito recortador a 2 niveles o circuito rebanador.

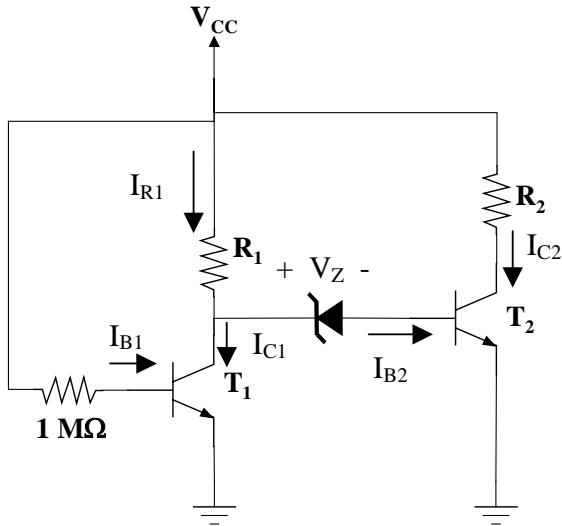
EJERCICIO 2 (realizar los cálculos con una precisión de 5 cifras significativas)

(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 R2 tiene un valor de 5 kΩ, determinar el valor de R1 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 R1 = R2 = 1 kΩ y sustituimos la resistencia de 1 MΩ 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:

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

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

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

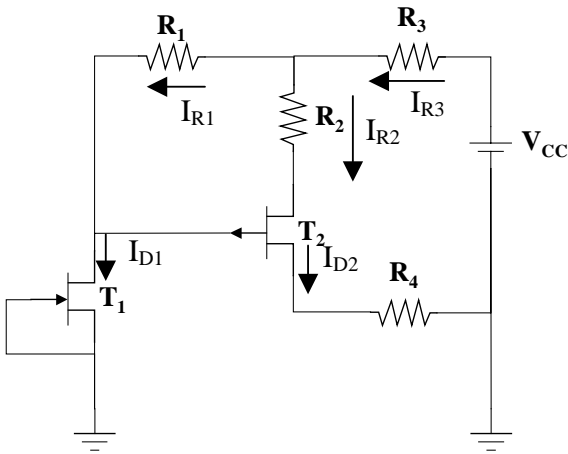
EJERCICIO 3 (realizar los cálculos con una precisión de 5 cifras significativas)

(3) Calcular el valor de R2 en el circuito de la figura para obtener una corriente de 7 mA por el resistor R3. Obtener el valor de todas las tensiones y corrientes indicadas en la tabla (indicar en la figura del circuito el sentido de las corrientes). Poner los resultados en la tabla.

DATOS: $V_{CC} = 25 \text{ V}$ $R_1 = 400 \Omega$ $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$ $R_4 = 1 \text{ k}\Omega$

Transistor T1: $|V_P| = 1 \text{ V}$ $|I_{DSS}| = 5 \text{ mA}$

Transistor T2: $|V_P| = 8 \text{ V}$ $|I_{DSS}| = 6 \text{ mA}$



	R2
Valor	2,6906 kΩ

	T1
Estado	Saturado
ID	5 mA
VDS	16 V

	T2
Estado	Saturado
ID	2 mA
VDS	-10,6188 V

* Se supone que T1 está saturado:

$$V_{GS1} = 0 \Rightarrow I_{D1} = I_{DSS1} = 5 \text{ mA} = I_{R1}$$

$$V_{DS1} = V_{CC} - I_{R3} \cdot R_3 - I_{R1} \cdot R_1 = 25 \text{ V} - 7 \text{ mA} \cdot 1 \text{ K} - 5 \text{ mA} \cdot 0,4 \text{ K} = 16 \text{ V}$$

$$\text{Saturación} \Rightarrow |V_{DS1}| \geq ||V_{P1}| - |V_{GS1}||$$

$$16 \text{ V} \geq 1 \text{ V}$$

Esto implica que la suposición de T1 saturado es correcta.

$$I_{R2} = I_{D2} = I_{R3} - I_{R1} = 7 \text{ mA} - 5 \text{ mA} = 2 \text{ mA}$$

$$V_{GS2} = -I_{R1} \cdot R_1 + I_{R2} \cdot R_2 = -I_{R1} \cdot R_1 + I_{D2} \cdot R_2 \Rightarrow R_2 = \frac{V_{GS2} + I_{R1} \cdot R_1}{I_{D2}}$$

* Se supone que T2 está saturado:

$$I_{D2} = I_{DSS2} \cdot \left(1 - \frac{|V_{GS2}|}{|V_{P2}|}\right)^2 \Rightarrow \left(1 - \frac{|V_{GS2}|}{|V_{P2}|}\right)^2 = \frac{I_{D2}}{I_{DSS2}} = \frac{2mA}{6mA} = 0,33333$$

$$1 - \frac{|V_{GS2}|}{|V_{P2}|} = \pm\sqrt{0,33333} = \pm 0,57735$$

$$\frac{|V_{GS2}|}{|V_{P2}|} = 1 \pm 0,57735 \Rightarrow |V_{GS2}| = (1 \pm 0,57735) \cdot |V_{P2}| = \begin{cases} 12,6188V \\ 3,3812V \end{cases}$$

La solución de 12,6188 V no puede ser porque $V_{GS2} > V_{P2}$ y el transistor T2 estaría en corte, siendo esto incongruente con la suposición de que T2 está saturado.

Por lo tanto la solución sería $|V_{GS2}| = 3,3812$ V y como T2 es un JFET de canal P y $V_{GS2} > 0$, esto implica que $V_{GS2} = |V_{GS2}| = 3,3812$ V.

Sustituyendo valores en la ecuación de R_2 se obtiene:

$$R_2 = \frac{V_{GS2} + I_{R1} \cdot R_1}{I_{D2}} = \frac{3,3812V + 5mA \cdot 0,4K}{2mA} = 2,6906k\Omega$$

Sólo queda comprobar que la suposición de T2 en saturación es correcta:

$$V_{CC} = I_{R3} \cdot R_3 + I_{R2} \cdot R_2 - V_{DS2} + I_{D2} \cdot R_4$$

$$V_{DS2} = -V_{CC} + I_{R3} \cdot R_3 + I_{R2} \cdot R_2 + I_{D2} \cdot R_4 = -25V + 7mA \cdot 1K + 2mA \cdot 2,69064K + 2mA \cdot 1K = -10,6188V$$

$$\text{Saturación} \Rightarrow |V_{DS2}| \geq ||V_{P2}| - |V_{GS2}|| \\ 10,6188V \geq |8V - 3,3812V| = 4,6188V$$

Esto implica que la suposición de T2 saturado es correcta.

Las dos suposiciones son correctas, por lo que los dos transistores están saturados y los valores calculados anteriormente son los correctos.