

DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS Y CIRCUITOS

Grado en Nanociencia y Nanotecnología
(2024/2025)

©2024 Autora Beatriz Romero

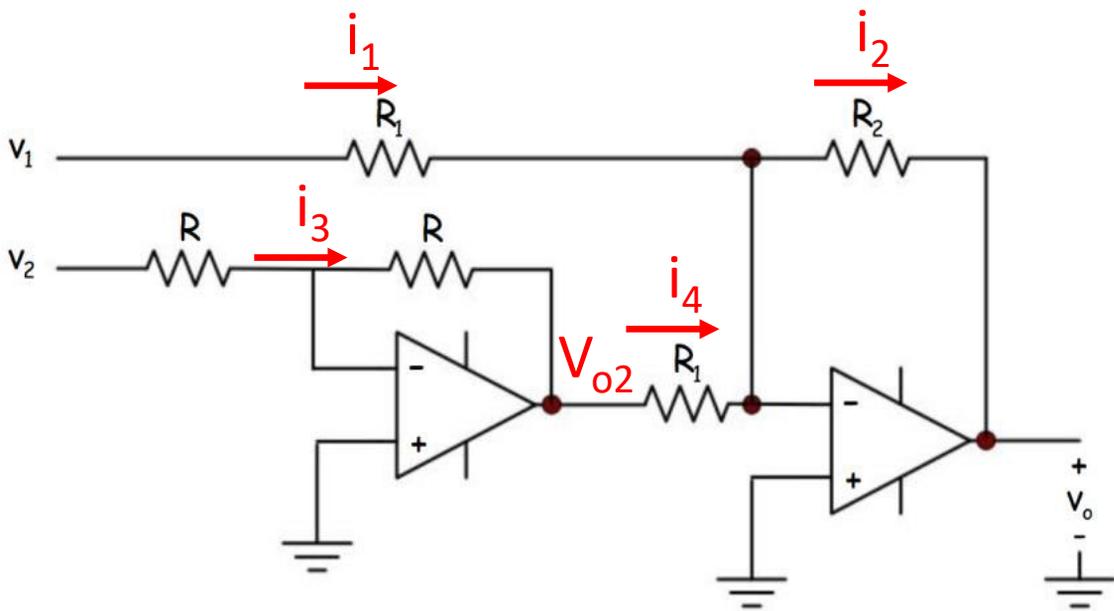
Algunos derechos reservados

Este documento se distribuye bajo la licencia
“Atribución-Compartir Igual 4.0 Internacional” de Creative Commons,
disponible en <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>

PROBLEMAS CON AMPLIFICADORES OPERACIONALES

En las siguientes transparencias se explican paso a paso, varios ejemplos de circuitos con uno o varios Amplificadores Operacionales

Hallad la función de transferencia del circuito de la figura



$$V_0 = -i_2 R_2$$

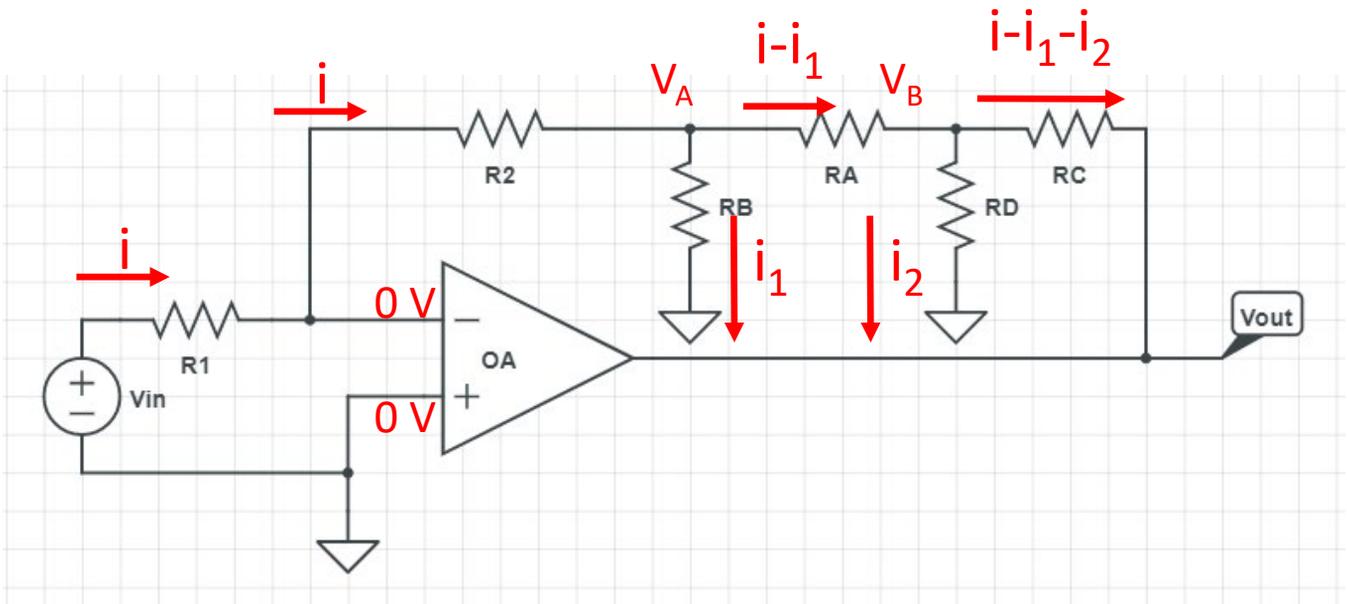
$$i_1 = \frac{V_1}{R_1} \quad i_3 = \frac{V_2}{R}$$

$$V_{02} = -i_3 R = -V_2$$

$$i_4 = \frac{V_{02}}{R_1} = -\frac{V_2}{R_1}$$

$$V_0 = -i_2 R_2 = -(i_1 + i_4) R_2 = -\left(\frac{V_1}{R_1} - \frac{V_2}{R_1}\right) R_2 = -(V_1 - V_2) \frac{R_2}{R_1}$$

Hallad la función de transferencia del circuito de la figura



$$i = \frac{V_{in}}{R_1}$$

$$i = \frac{-V_A}{R_2}$$

$$V_A = \frac{-R_2 V_{in}}{R_1}$$

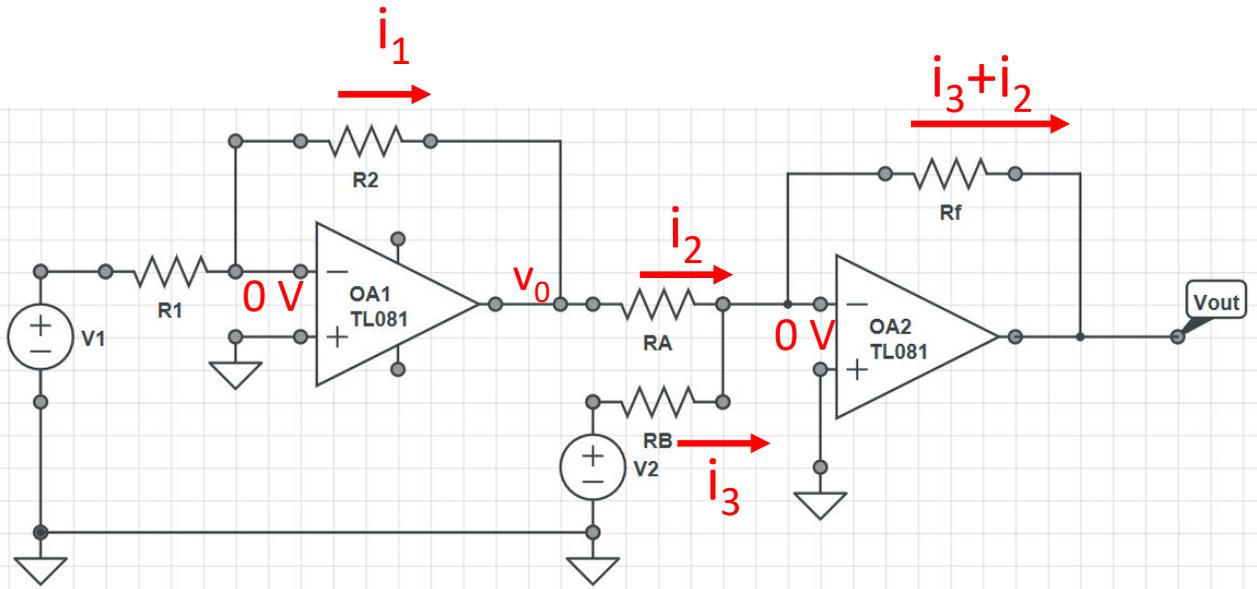
$$i_1 = \frac{V_A}{R_B} = -\frac{R_2 V_{in}}{R_1 R_B}$$

$$(i - i_1)R_A = V_A - V_B \Rightarrow V_B = -V_{in} \left(\frac{R_2}{R_1} + \frac{R_A}{R_1} + \frac{R_A R_2}{R_B R_1} \right)$$

$$i_2 = \frac{V_B}{R_D} = -\frac{V_{in}}{R_D} \left(\frac{R_2}{R_1} + \frac{R_A}{R_1} + \frac{R_A R_2}{R_B R_1} \right)$$

$$V_{out} = V_B - R_C(i - i_1 - i_2) =$$

$$-V_{in} \left(\frac{R_2}{R_1} + \frac{R_A}{R_1} + \frac{R_A R_2}{R_B R_1} + \frac{R_C}{R_1} + \frac{R_C R_2}{R_B R_1} + \frac{R_C R_2}{R_D R_1} + \frac{R_A R_C}{R_D R_1} + \frac{R_A R_2 R_C}{R_D R_B R_1} \right)$$



$$i_1 = \frac{v_1}{R_1}$$

$$0 - v_0 = i_1 R_2 \Rightarrow v_0 = -\frac{v_1}{R_1} R_2$$

$$i_3 = \frac{v_2}{R_B}$$

$$i_2 = \frac{v_0}{R_A} = -\frac{v_1 R_2}{R_1 R_A}$$

$$v_{out} = -(i_3 + i_2) R_f \Rightarrow v_0 = -R_f \left(\frac{v_2}{R_B} - \frac{v_1 R_2}{R_1 R_A} \right)$$

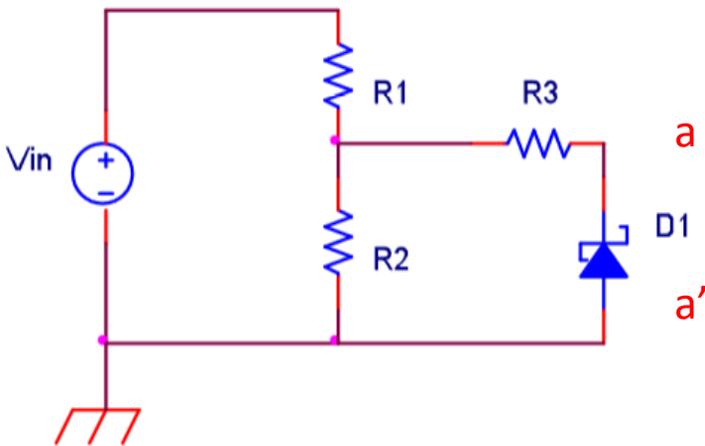
$$= \frac{v_1 R_2 R_f}{R_1 R_A} - \frac{v_2 R_f}{R_B}$$

PROBLEMAS CON DIODOS

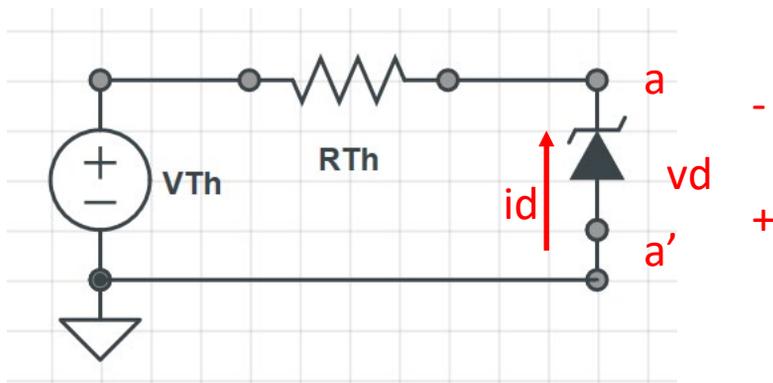
En las siguientes transparencias se explican paso a paso, varios ejemplos de circuitos con uno o dos diodos. Se usarán tanto diodos estándar, como diodos Zener.



Si el diodo Zéner de la figura tiene un voltaje de activación de 0.7 V, uno de ruptura de 3 V, halla su punto de trabajo. $V_{in} = 12V$, $R_1 = R_2 = 1\text{ k}\Omega$ y $R_3 = 0.5\text{ k}\Omega$

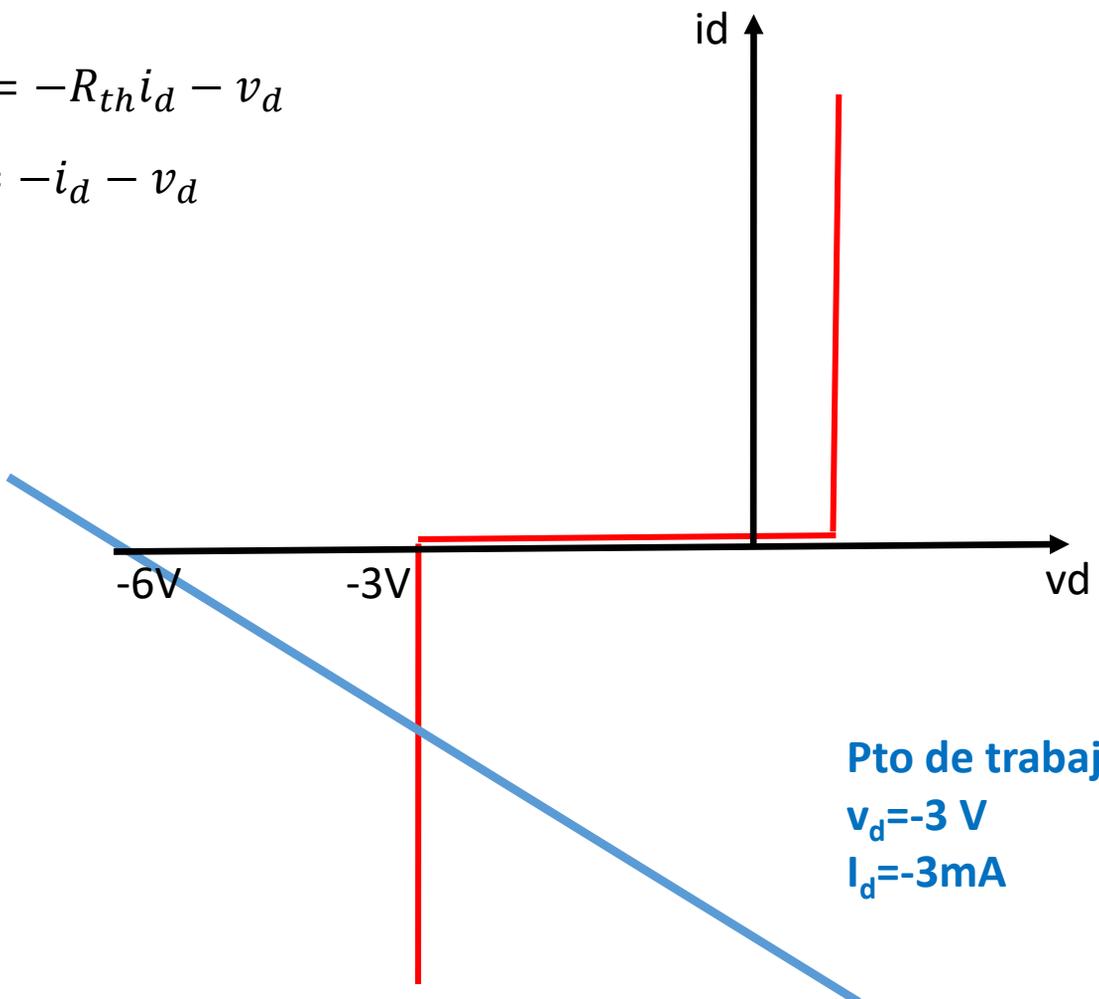


Calculamos Thévenin entre a y a' . $V_{th} = 6V$, $R_{th} = R_3 + R_1 // R_2 = 1\text{ k}\Omega$



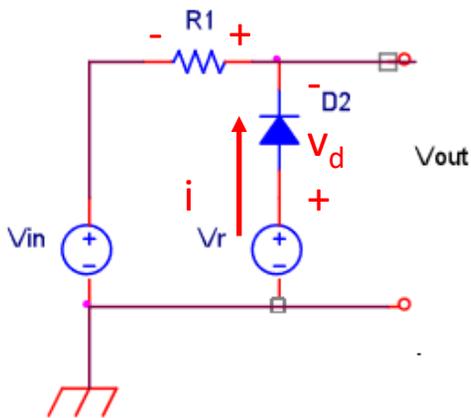
$$V_{th} = -R_{th}i_d - v_d$$

$$6 = -i_d - v_d$$



Pto de trabajo:
 $v_d = -3\text{ V}$
 $i_d = -3\text{ mA}$

Halla la función de transferencia del circuito, si $R_1=10\text{k}\Omega$, $V_r=3\text{V}$ y el voltaje de activación del diodo es $0,7\text{V}$



Suponiendo el diodo en ON y aplicando la ley de Kirchhoff de la malla, nos queda la siguiente ecuación:

$$V_{in} + R_1 i + v_d - V_r = 0$$

Como el diodo está en ON, lo que implica que $v_d=0,7\text{ V}$, y despejamos la corriente i

$$i = \frac{V_r - v_d - V_{in}}{R_1} = \frac{3 - 0,7 - V_{in}}{10} = \frac{2,3 - V_{in}}{10}$$

Como la corriente, si el diodo está en ON, sabemos que es positiva, imponemos esa condición sobre ella y obtenemos la condición que ha de cumplir V_{in} para que ocurra esto

$$i \geq 0 \Rightarrow 2,3 - V_{in} \geq 0 \Rightarrow 2,3 \geq V_{in}$$

Cuando $V_{in} < 2,3\text{ V}$, diodo en ON

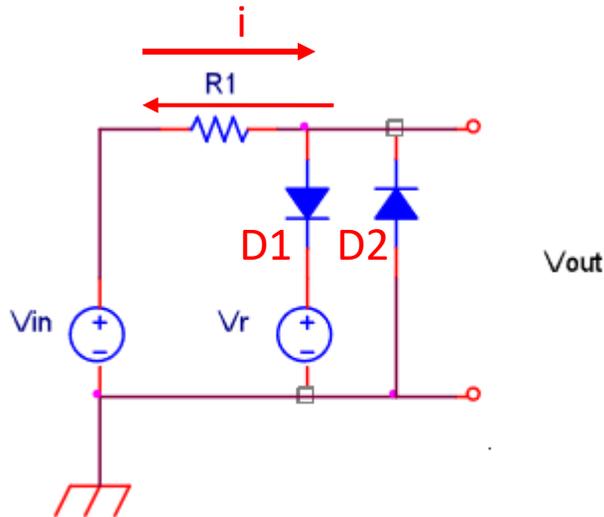
Cuando $V_{in} > 2,3\text{ V}$, diodo en OFF

Falta calcular el voltaje de salida, V_{out} en cada uno de estos dos casos

Si el diodo está en ON $V_{out} = -v_d + V_r = -0,7 + 3 = 2,3\text{ V}$

Cuando $V_{in} > 2,3\text{ V}$, diodo en OFF, $V_{out} = V_{in}$

Halla la función de transferencia del circuito ($R_1=10\text{ k}\Omega$ y $V_r=5\text{V}$)



En este caso, al haber dos diodos estándar en contraposición, es imposible que ambos conduzcan a la vez. Si la corriente que pasa por R_1 circula de izquierda a derecha el diodo que conducirá será el D_1 y el D_2 estará en OFF. Si la corriente circula de derecha a izquierda, el diodo que conducirá será el D_2 y el D_1 estará en OFF. Otra posibilidad es que ninguno de los diodos conduzca y ambos estén en OFF.

Primer caso: $i > 0$, D_1 ON, D_2 OFF

$$V_{in} = R_1 i + v_d + V_r$$

$$i = \frac{V_{in} - 5,7}{10}$$

Para que i sea > 0 , $V_{in} > 5,7\text{ V}$ y $V_{out} = v_{D1} + V_r = 5,7\text{ V}$

Segundo caso: D_1 OFF, D_2 ON

$$V_{in} = -R_1 i - v_d$$

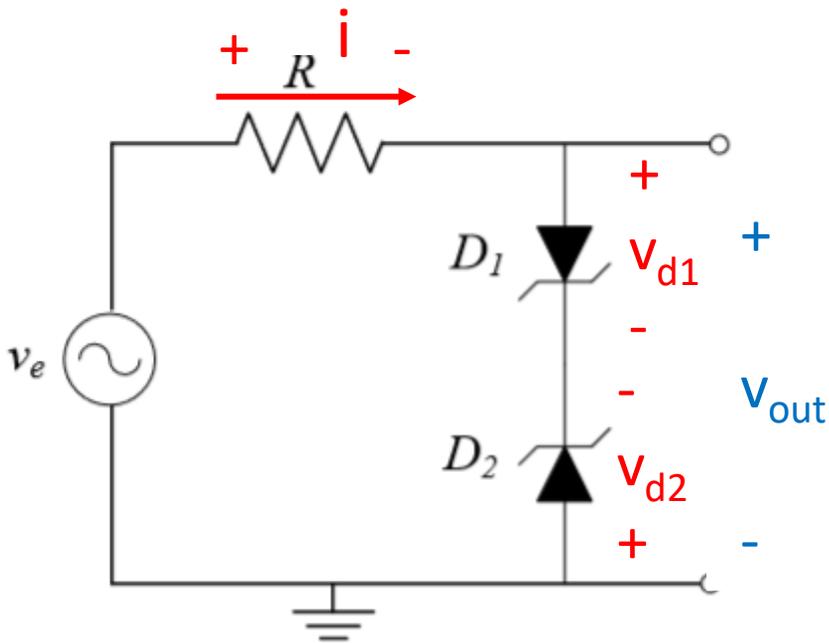
$$i = \frac{-V_{in} - 0,7}{10}$$

Para que i sea > 0 , $V_{in} < -0,7\text{ V}$ y $V_{out} = -v_{D2} = -0,7\text{ V}$

Tercer caso: para valores de v_{in} entre $-0,7$ y $5,7\text{ V}$ D_1 OFF, D_2 OFF, $i=0$, $V_{out}=V_{in}$

Halla la función de transferencia del circuito.

Datos: $R_1=1\text{ k}\Omega$ y $V_{z1}=4\text{V}$, $V_{z2}=3\text{V}$, $V_{\text{act}}=0,7\text{ V}$



$$V_{\text{out}} = V_{d1} - V_{d2}$$

Analizando el circuito, vemos que hay tres situaciones: corriente i hacia la derecha, hacia la izquierda o nula.

a) Corriente i de izquierda a derecha

D1: ON directa, D2: ON Inversa

Calculamos la condición de conducción. Aplicando la Ley de Kirchhoff a la malla, queda:

$$v_e = Ri + v_{d1} - v_{d2} = Ri + 0,7 - (-3) = Ri + 3,7$$

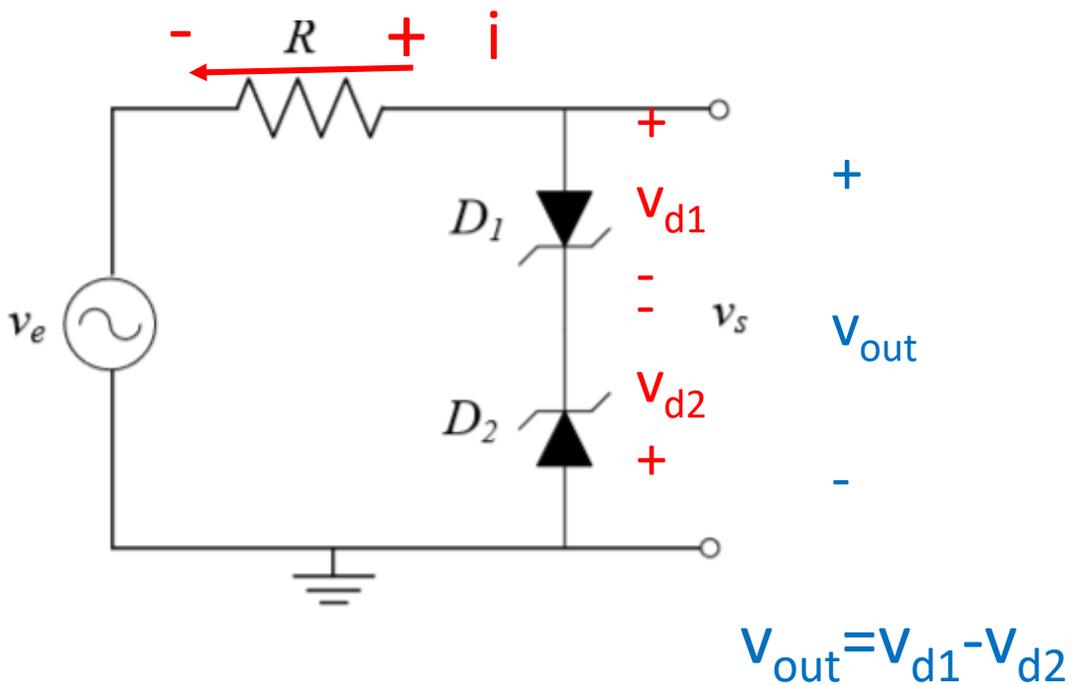
$$i = \frac{v_e - 3,7}{1}$$

Para que i sea >0 $\Rightarrow v_e > 3,7\text{ V}$

$$V_{\text{out}} = V_{d1} - V_{d2} = 0,7 - (-3) = 3,7\text{ V}$$

Halla la función de transferencia del circuito.

Datos: $R_1=1\text{ k}\Omega$ y $V_{z1}=4\text{V}$, $V_{z2}=3\text{V}$, $V_{\text{act}}=0,7\text{ V}$



b) Corriente i de derecha a izquierda

D1: ON inversa, D2: ON directa

Calculamos la condición de conducción. Aplicando la Ley de Kirchhoff a la malla, queda:

$$v_e = -Ri + v_{d1} - v_{d2} = -Ri + (-4) - 0,7 = -Ri - 4,7$$

$$i = \frac{-v_e - 4,7}{1}$$

Para que i sea >0 $\Rightarrow v_e < -4,7\text{ V}$

$$V_{\text{out}} = V_{d1} - V_{d2} = -0,7 + (-4) = -4,7\text{ V}$$

c) Corriente = 0 D1: OFF, D2: OFF

$$V_{\text{out}} = V_e$$

©2024 Autora Beatriz Romero Herrero

Algunos derechos reservados

Este documento se distribuye bajo la licencia

“Atribución-Compartir Igual 4.0 Internacional” de Creative Commons,
disponible en <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>

Para cualquier duda o sugerencia de mejora, puedes escribir a y beatriz.romero@urjc.es