

# DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS Y CIRCUITOS

Grado en Nanociencia y Nanotecnología  
(2024/2025)

©2024 Autora Beatriz Romero

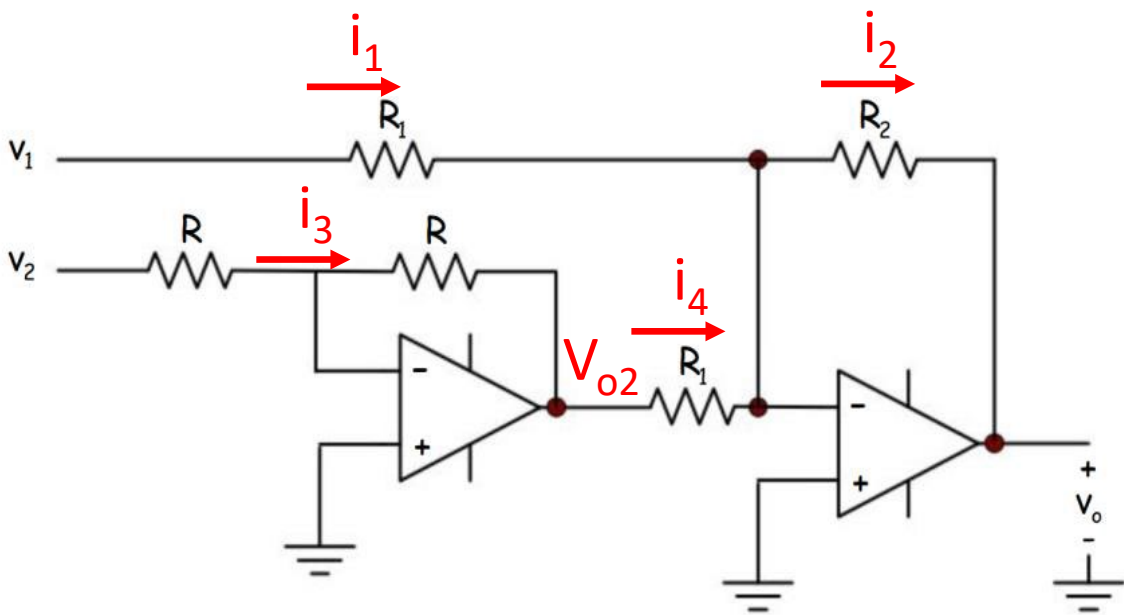
Algunos derechos reservados

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



$$V_0 = -i_2 R_2$$

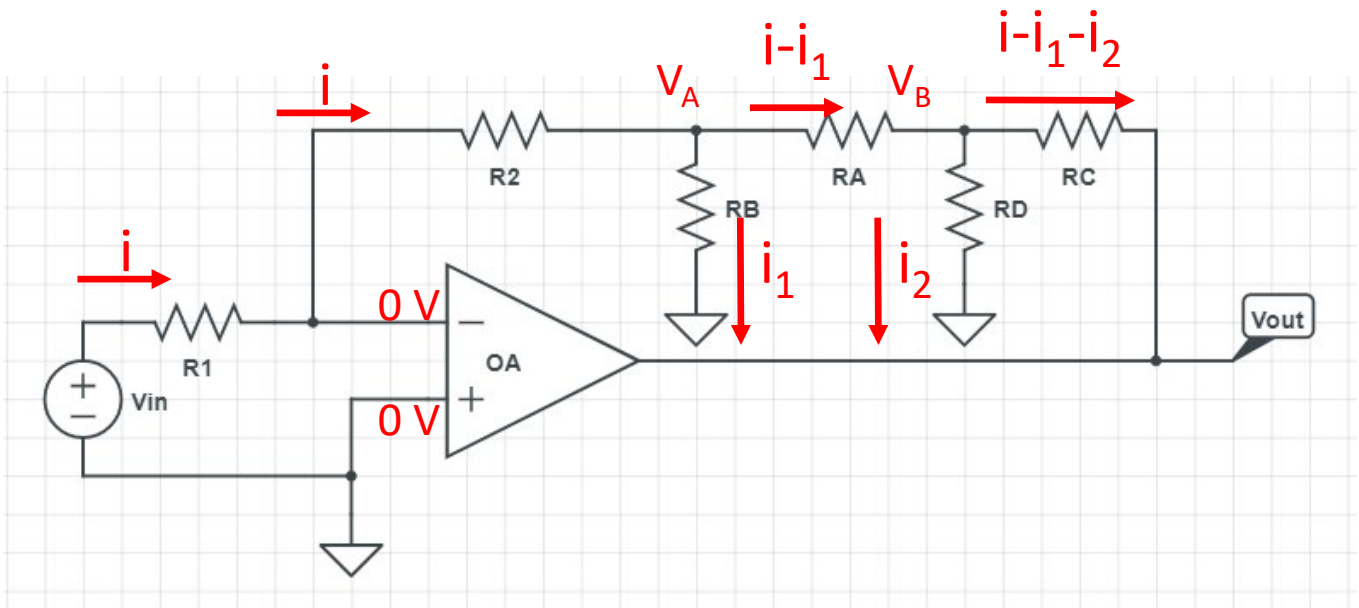
$$i_1 = \frac{V_1}{R_1} \quad i_3 = \frac{V_2}{R}$$

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

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

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

Hallad la función de transferencia del circuito de la figura



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

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

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

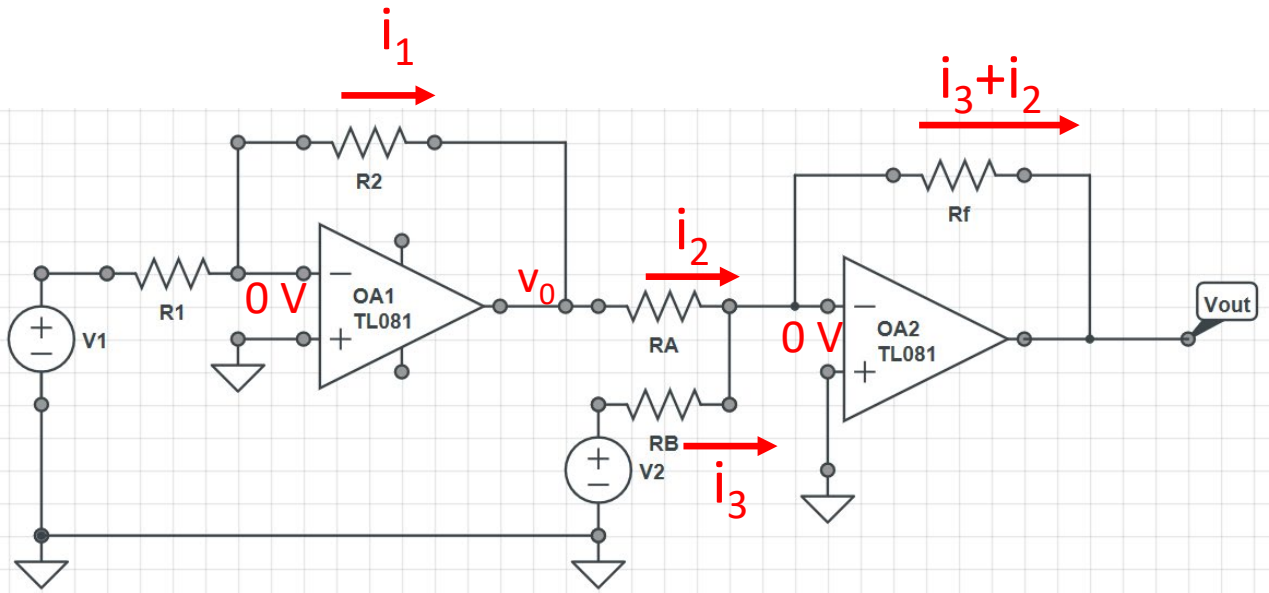
$$i_1 = \frac{V_A}{R_B} = -\frac{R_2 V_{in}}{R_1 R_B}$$

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

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

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

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



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

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

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

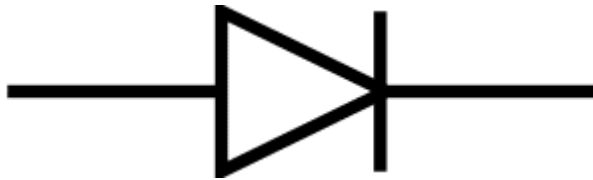
$$i_2 = \frac{v_0}{R_A} = -\frac{v_1 R_2}{R_1 R_A}$$

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

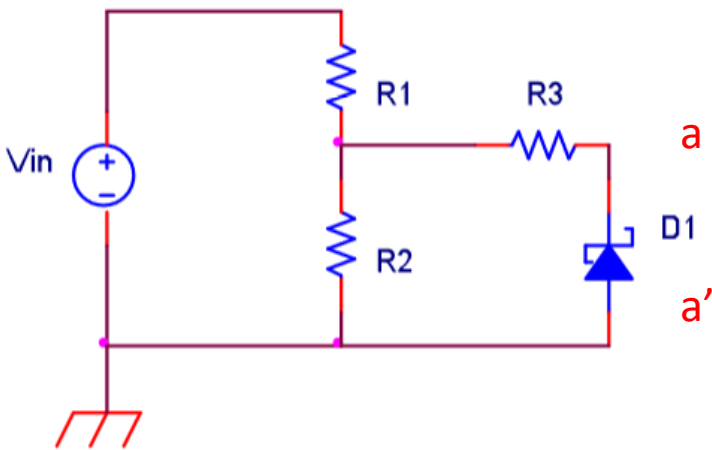
$$= \frac{v_1 R_2 R_f}{R_1 R_A} - \frac{v_2 R_f}{R_B}$$

# PROBLEMAS CON DIODOS

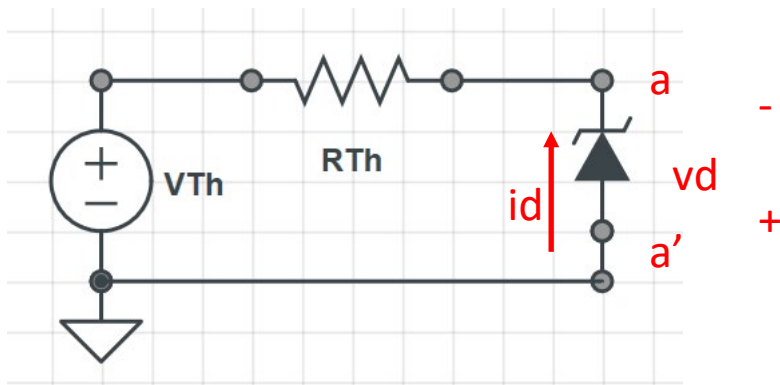
En las siguientes transparencias se explican paso a paso, varios ejemplos de circuitos con uno o dos diodos. Se usarán tanto diodos estándar, como diodos Zener.



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  $R_3 = 0.5\text{ k}\Omega$

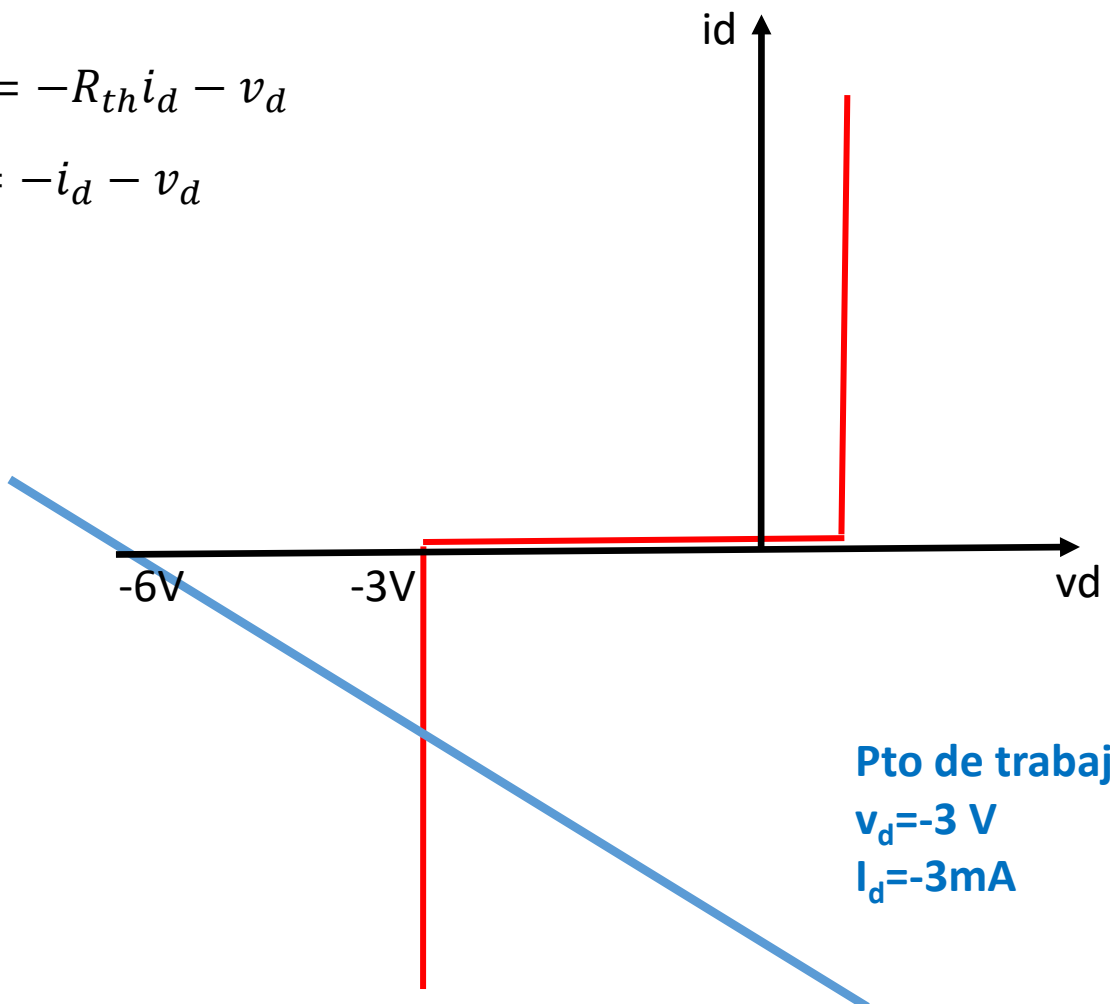


Calculamos Thévenin entre  $a$  y  $a'$ .  $V_{th} = 6V$ ,  $R_{th} = R_3 + R_1 // R_2 = 1\text{ k}\Omega$



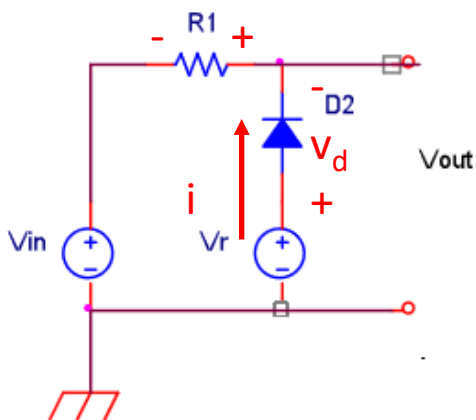
$$V_{th} = -R_{th}i_d - v_d$$

$$6 = -i_d - v_d$$



**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

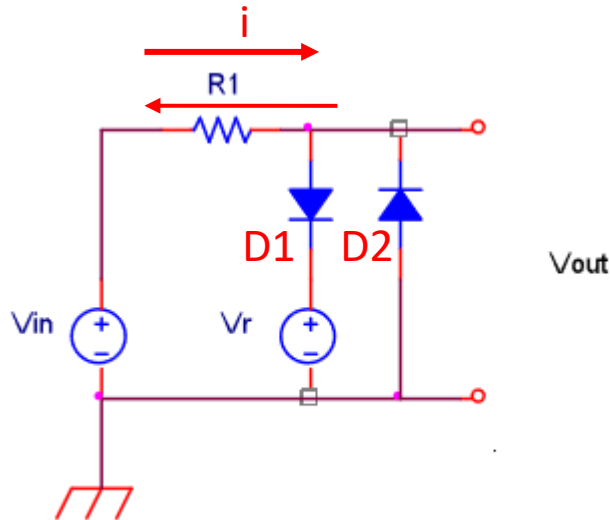
Falta calcular el voltaje de salida,  $V_{out}$  en cada uno de estos dos casos

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**

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

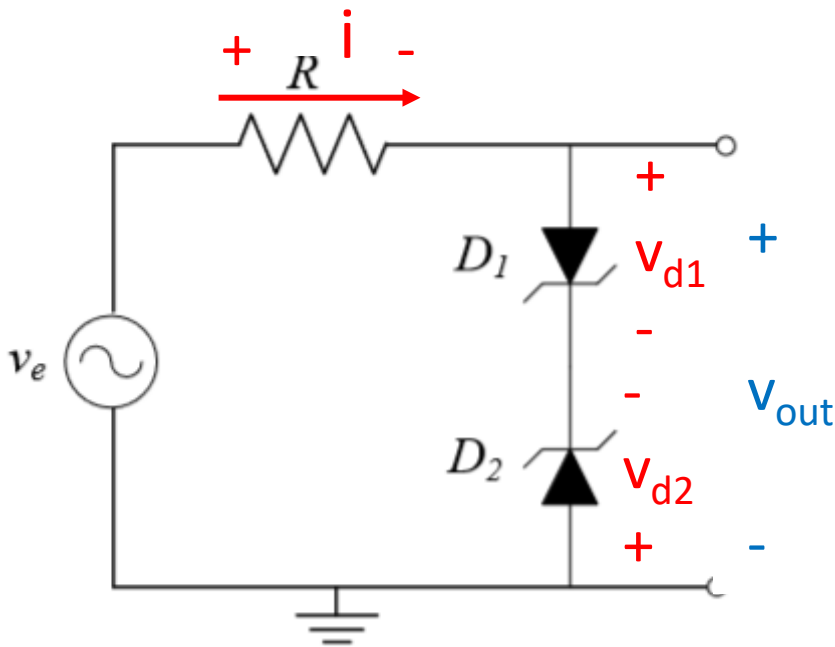
$$i = \frac{-V_{in} - 0,7}{10}$$

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:

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

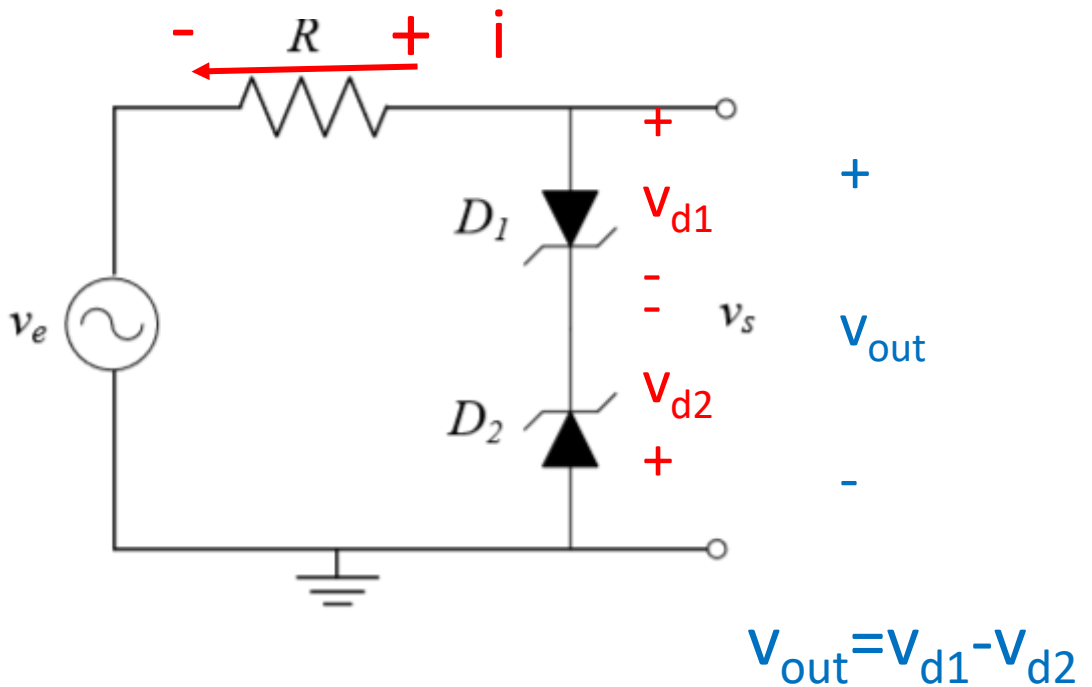
$$i = \frac{v_e - 3,7}{1}$$

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](mailto:beatriz.romero@urjc.es)