

## Problemas Adicionales. Capítulo 3: Diodos (II)

### Problema 3\_3ver1

En el circuito de la figura 3.3.1, suponiendo el diodo ideal, dibujar la función de transferencia para  $-20V < v_{in} < 20V$ . Indicar claramente las diferentes zonas y los estados de conducción de los diodos en ellas.

#### Solución:

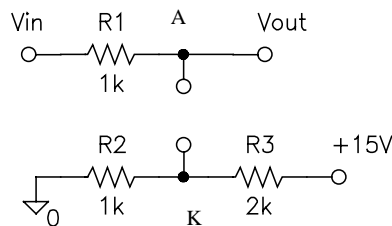
Con  $v_{in} = -20V$ , el diodo está en OFF. El circuito es el de la figura 3.3.1b.

Para calcular la tensión en K aplicamos la fórmula del divisor de tensión:

$$V_K = +15 \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 15 \cdot \frac{1}{1+2} = 5V$$

Como  $V_A = v_{in} = -20V$ , la suposición es correcta ya que:

$$V_{AK} = V_A - V_K = -20 - 5 < 0V$$

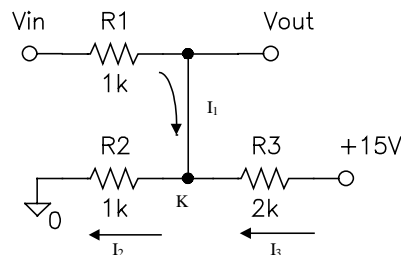


**Figura 3.3.1b**

Durante este intervalo no hay corriente por  $R_1$ , por tanto:

$$v_{out} = v_{in}$$

El circuito de la figura 3.3.1b es válido mientras el diodo esté en OFF, decir, mientras  $V_A = v_{in} < 5V$ . Cuando  $V_A = v_{in} \geq 5V$  el diodo está en ON y el circuito es el de la figura 3.3.2b.



**Figura 3.3.2b**

El balance de corrientes en el punto cátodo del diodo K es:  $I_1 + I_3 = I_2$ , es decir:

$$\frac{v_{in} - v_{out}}{R_1} + \frac{15 - v_{out}}{R_3} = \frac{v_{out}}{R_2}$$

Operando:

$$v_{out} = \frac{2v_{in} + 15}{5}$$

La figura 3.3.3b muestra finalmente la función de transferencia del circuito.

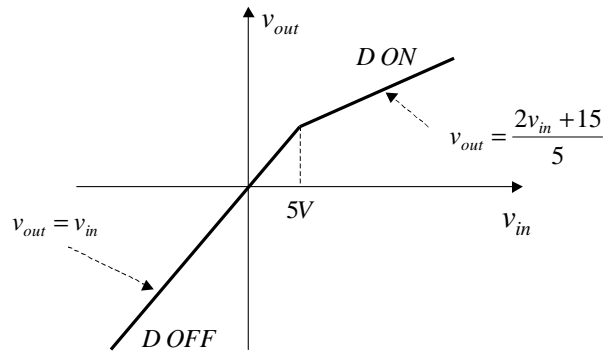


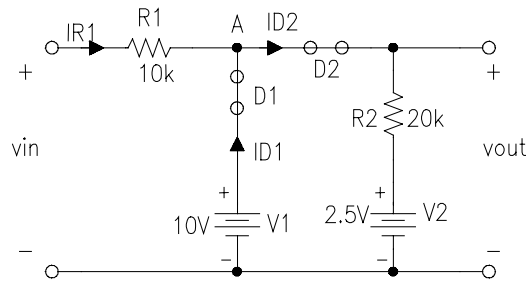
Figura 3.3.3b

**Problema 3.5ver1**

Repetir el problema 3.5 con los siguientes cambios:  $R_1 = 10k\Omega$ ,  $R_2 = 20k\Omega$ ,  $D_1$ : invertir sentido,  $V_1 = 10V$  y  $V_2 = 2,5V$ . Nota: considere  $-25V \leq v_{in} \leq 25V$

Solución:

Para una tensión de entrada  $v_{in} = -25V$ , suponemos que la situación de los diodos es  $D_1$  ON y  $D_2$  ON. El circuito es el de la figura 3.5b.1.



**Figura 3.5b.1**

La tensión de salida es, directamente de la figura:

$$v_{out} = v_A = 10V$$

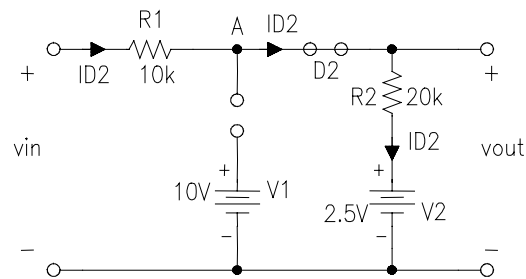
El diodo  $D_1$  está ON hasta que  $i_{D1} = 0$ , es decir, hasta que:

$$i_{D1} = i_{D2} - i_{R1} = 0$$

Desarrollando la expresión:

$$\frac{v_A - 2,5}{R_2} - \frac{v_{in} - v_A}{R_1} = 0 \qquad \frac{10 - 2,5}{20k} - \frac{v_{in} - 10}{10k} = 0$$

De donde obtenemos que la tensión  $v_{in}$  a partir de la cual  $D_1$  está en corte es:  $v_{in} = +13,75V$ . Para valores  $v_{in} \geq +13,75V$ ,  $D_1$  OFF y  $D_2$  ON, y el circuito es el de la figura 3.5b.2.



**Figura 3.5b.2**

La tensión de salida es ahora:

$$v_{out} = 2,5 + i_{D2}R_2$$

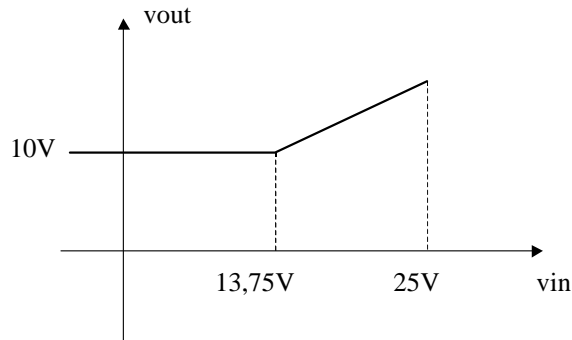
Calculando primero  $i_{D2}$ :

$$i_{D2} = \frac{v_{in} - 2,5}{R_1 + R_2}$$

Finalmente, la tensión de salida es:

$$v_{out} = \frac{2}{3}(v_{in} - 2,5) + 2,5$$

El alumno puede comprobar que otras situaciones no son posibles en el circuito. Por ejemplo,  $D_1$  ON y  $D_2$  OFF no puede producirse ya que resultaría:  $v_{AK2} = v_A - 2,5 = 7,5V$ , y, por tanto,  $D_2$  conduciría.



**Figura 3.5b.3**

La figura 3.5b.3 resume los resultados obtenidos:

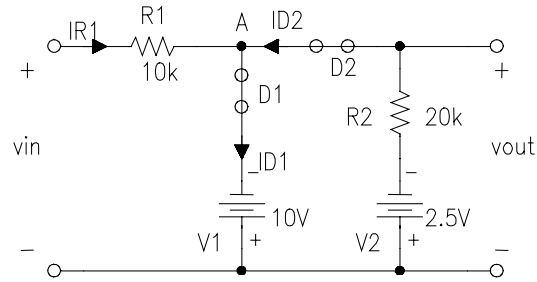
|                          |                      |   |
|--------------------------|----------------------|---|
| $-25V < v_{in} < 13,75V$ | $D_1$ ON y $D_2$ ON  | $v_{out} = 10V$                             |
| $13,75V < v_{in} < +25V$ | $D_1$ OFF y $D_2$ ON | $v_{out} = \frac{2}{3}(v_{in} - 2,5) + 2,5$ |

**Problema 3.5ver2**

Repetir el problema 3.5 con los siguientes cambios:  $R_1 = 10k\Omega$ ,  $R_2 = 20k\Omega$ ,  $D_2$ : invertir sentido,  $V_1 = 10V$  invertir sentido y  $V_2 = 2,5V$  invertir sentido. Nota: considere  $-25V \leq v_{in} \leq 25V$

Solución:

Para una tensión de entrada  $v_{in} = +25V$ , suponemos que la situación de los diodos es  $D_1$  ON y  $D_2$  ON. El circuito es el de la figura 3.5t.1.



**Figura 3.5t.1**

La tensión de salida es, directamente de la figura:

$$v_{out} = v_A = -10V$$

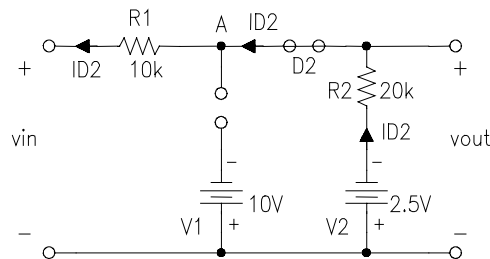
El diodo  $D_1$  está ON hasta que  $i_{D1} = 0$ , es decir, hasta que:

$$i_{D1} = i_{R1} + i_{D2} = 0$$

Desarrollando la expresión:

$$\frac{v_{in} - v_A}{R_1} + \frac{(-2,5) - v_A}{R_2} = 0 \qquad \frac{v_{in} - (-10)}{10k} + \frac{(-2,5) - (-10)}{20k} = 0$$

De donde obtenemos que la tensión  $v_{in}$  a partir de la cual  $D_1$  está en corte es:  $v_{in} = -13,75V$ . Para valores más pequeños,  $D_1$  OFF y  $D_2$  ON, y el circuito es el de la figura 3.5t.2.



**Figura 3.5t.2**

La tensión de salida es ahora:

$$v_{out} = -2,5 - i_{D2}R_2$$

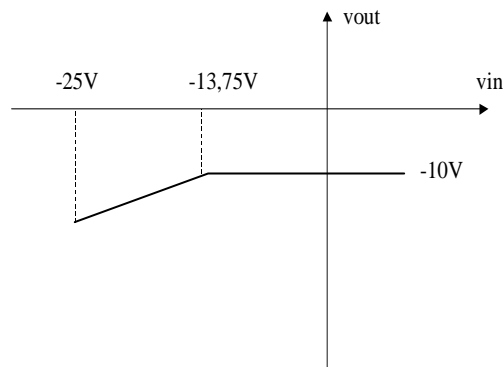
Calculando primero  $i_{D2}$ :

$$i_{D2} = \frac{(-2,5) - v_{in}}{R_1 + R_2}$$

Finalmente, la tensión de salida es:

$$v_{out} = \frac{2}{3}(v_{in} + 2,5) - 2,5$$

El alumno puede comprobar que otras situaciones no son posibles en el circuito. Por ejemplo, D<sub>1</sub> ON y D<sub>2</sub> OFF no puede producirse ya que resultaría:  $v_{AK2} = (-2,5) - v_A = 7,5V$ , y, por tanto, D<sub>2</sub> conduciría.



**Figura 3.5t.3**

La figura 3.5t.3 resume los resultados obtenidos:

$$-25V < v_{in} < -13,75V$$

D<sub>1</sub> OFF y D<sub>2</sub> ON

$$v_{out} = \frac{2}{3}(v_{in} + 2,5) - 2,5$$

$$-13,75V < v_{in} < +25V$$

D<sub>1</sub> ON y D<sub>2</sub> ON

$$v_{out} = -10V$$