

Ejercicios Resueltos de Dispositivos Electrónicos I
Examen de Junio de 2001 - Ejercicio 2¹

Enunciado

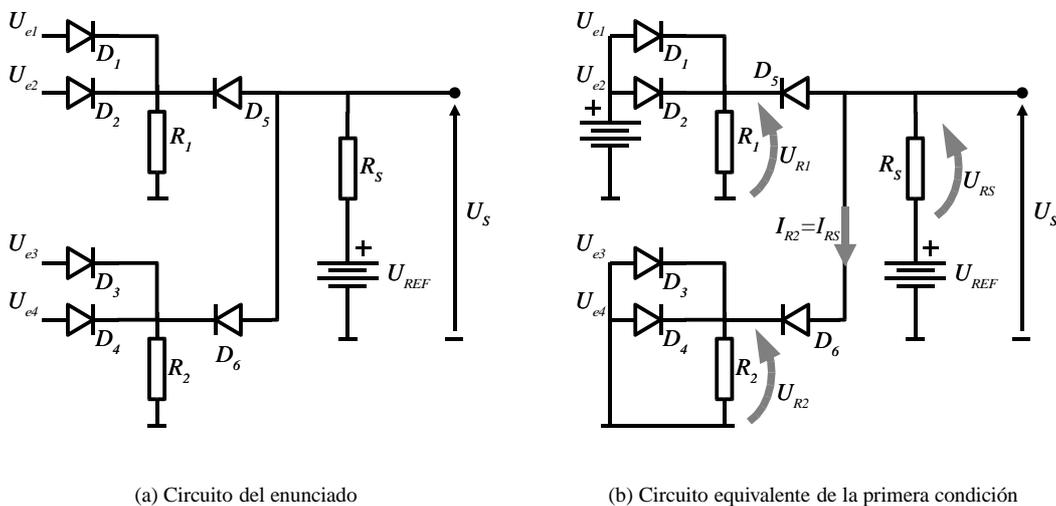
Completar la tabla de valores de la tensión de salida U_S en función de las tensiones de entrada U_{e1} , U_{e2} , U_{e3} y U_{e4} . Considerar los diodos con $R_f = 0\Omega$, $R_r = \infty\Omega$ y $V_\gamma = 0,7V$. $R_1 = R_2 = R_S = 1K\Omega$. La tensión U_{REF} es de 5,5V.

U_{e1}	U_{e2}	U_{e3}	U_{e4}	U_S
+10V	+10V	0V	0V	+3,1V
0V	+10V	0V	+10V	+5,5V
+10V	0V	+2V	0V	+3,1V

Cuadro 1: Condiciones de tensiones de entrada

Solución

Tomando las tensiones de entrada de la primera línea de la tabla, el circuito equivalente es el de la Figura 1(b).



(a) Circuito del enunciado

(b) Circuito equivalente de la primera condición

Figura 1: Circuitos del enunciado y equivalente para la primera condición

Vamos a partir de hipótesis sobre el estado de los diodos y comprobar que son ciertas. En este caso se supone que los diodos D_1 y D_2 están conduciendo y los diodos D_3 y D_4 están en corte. Esto implica que la tensión en R_1 es:

$$V_{R1} = U_{e1} - V_\gamma = +10V - 0,7V = 9,3V$$

y que el *posible* estado de D_5 sea el corte. La caída de tensión en R_2 va a depender del *posible* estado de D_6 . Si este diodo conduce se puede ecuacionar la siguiente malla:

$$R_2 I_{R2} + U_{D6} + R_S I_{RS} = U_{REF} \tag{1}$$

¹Resuelto por el Prof. Andrés A. Nogueiras Meléndez, aagusto@dte.uvigo.es, 2001

como se ha supuesto D_3, D_4 y D_5 en corte, la corriente por el resistor R_2 es igual a la corriente que circula por el resistor R_S :

$$I_{R2} = I_{RS}$$

luego, reemplazando en la ecuación 1 y despejando :

$$I_{R2} = \frac{U_{REF} - U_{\gamma(D6)}}{R_2 + R_S} = \frac{5,5V - 0,7V}{1K\Omega + 1K\Omega} = 2,4mA$$

que permite hallar la caída de tensión en R_2

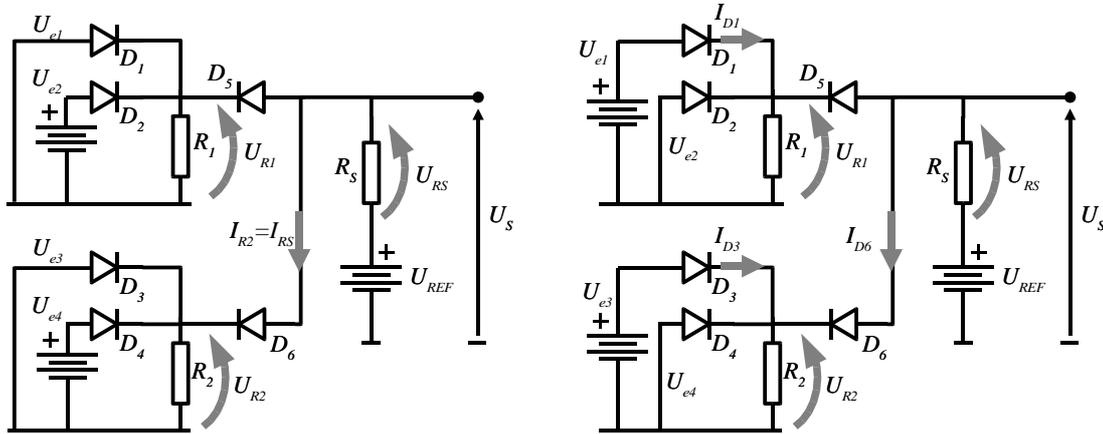
$$U_{R2} = I_{R2}R_2 = 2,4V$$

lo que confirma la hipótesis de D_3 y D_4 en corte. La tensión de salida es

$$U_S = U_{REF} - I_{RS}R_S = 5,5V - 2,4V = 3,1V$$

lo que confirma las hipótesis del estado de los restantes diodos.

Tomando las tensiones de entrada de la segunda condición, el circuito equivalente es el de la figura 2(a). En este caso la hipótesis es que los diodos D_1, D_3, D_5 y D_6 están en corte y que D_2 y D_4 están conduciendo.



(a) Circuito equivalente de la segunda condición

(b) Circuito equivalente de la última condición

Figura 2: Circuitos equivalentes para la segunda y tercera condición

Esto implica que la caída de tensión en R_1 y en R_2 son iguales $U_{R1} = U_{R2} = 9,3V$. Este resultado es coherente con las hipótesis de funcionamiento de los primeros cuatro diodos. Al no conducir D_5 y D_6 , no circula corriente por ellos y la tensión de salida es U_{REF} . Este resultado también es coherente con las hipótesis de funcionamiento de todos los diodos. Luego

$$U_S = U_{REF} = 5,5V$$

Tomando las tensiones de entrada de la última condición, el circuito equivalente es el de la Figura 2(b). En este caso la hipótesis es que los diodos D_2, D_4 y D_5 están en corte y que D_1, D_3 y D_6 están conduciendo.

Esto implica que la caída de tensión en R_1 es $U_{R1} = 9,3V$. Para que D_5 esté en conducción $U_S \geq U_{R1} + U_{\gamma(D5)}$, lo cual parece *a priori* poco probable. La caída de tensión en R_2 es

$$U_{R2} = U_{e3} - U_{\gamma(D3)} = 1,3V$$

lo que implica una corriente

$$I_{R2} = I_{D3} + I_{RS} = 1,3mA$$

Cerrando la malla por el lado de la tensión de referencia

$$U_{REF} = U_{R2} + U_{\gamma(D6)} + I_{RS}R_S$$

despejando y operando

$$I_{RS} = \frac{U_{REF} - U_{R2} - U_{\gamma(D6)}}{R_S} = \frac{5,5V - 1,3V - 0,7V}{1K\Omega} = 3,5mA$$

lo que implica que

$$I_{D3} = I_{R2} - I_{RS} = 1,3mA - 3,5mA = -2,2mA$$

Esto es incoherente con las suposiciones, pues implica que D_3 está conduciendo con la corriente en sentido contrario. En consecuencia una de las hipótesis de partida sobre el estado de los diodos es incorrecta. Suponemos entonces que el diodo D_3 no está en conducción, sino en **corte**, luego

$$I_{R2} = I_{RS} = \frac{U_{REF} - U_{\gamma(D6)}}{R_2 + R_S} = \frac{5,5V - 0,7V}{2K\Omega} = 2,4mA$$

$$U_{D3} = U_{e3} - U_{R2} = 2V - 2,4V = -0,4V$$

que es coherente con las hipótesis. Finalmente

$$U_S = U_{REF} - I_{RS}R_S = 5,5V - 2,4V = 3,1V$$