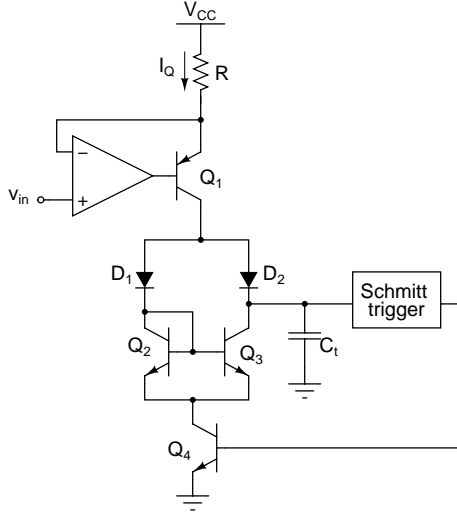


1. El siguiente diagrama muestra un oscilador controlado por voltaje (VCO).



El *Schmitt trigger* funciona con voltajes de transición bajo-alto y alto-bajo iguales a  $V_H = 12V$  y  $V_L = 2V$ , respectivamente, y  $V_{CC} = 15V$ .

Escoja valores de  $R$  y  $C_t$  para que la frecuencia de oscilación sea aproximadamente  $550kHz$  y  $650kHz$  para  $V_C = 4V$  y  $V_C = 2V$ , respectivamente.

Respuesta:

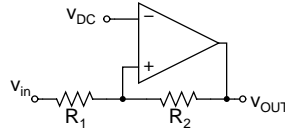
$$I_Q = \frac{V_{CC} - v_{in}}{R}$$

$$f_O = \frac{I_Q}{2C_t(V_H - V_L)}$$

$$= \frac{15V - v_{in}}{2RC_t(10V)} = \frac{15V - v_{in}}{20V \times RC_t}$$

Si usamos  $C_t = 1nF$  y  $R = 1k\Omega$ , cuando  $v_{in} = 4V$ ,  $f_O = \frac{11V}{20V \times 1k\Omega \times 1nF} = 550kHz$ . Cuando  $v_{in} = 2V$ ,  $f_O = \frac{13V}{20V \times 1k\Omega \times 1nF} = 650kHz$ , tal y como se desea.

2. Diseñe el *Schmitt trigger* del problem anterior usando el circuito mostrado en el siguiente diagrama.



Use  $\pm V_{sat} = \pm 14V$  y los voltajes de transición especificados previamente ( $V_H = 12V$  y  $V_L = 2V$ ).

Respuesta:

$$v_+ = v_{OUT} \frac{R_1}{R_1 + R_2} + v_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Si  $v_{OUT} = +V_{sat} = +14V$ , la salida cambiará a  $-V_{sat} = -14V$  cuando  $v_+ \leq v_{DC}$ . Si el voltaje de entrada al cual esta transición ocurre se representa por  $v_{i\downarrow}$ , la ecuación anterior puede escribirse como

$$v_{DC} = +14V \frac{R_1}{R_1 + R_2} + v_{i\downarrow} \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

Si  $v_{OUT} = -V_{sat} = -14V$ , la salida cambiará a  $+V_{sat} = +14V$  cuando  $v_+ \geq v_{DC}$ . Si el voltaje de entrada al cual esta transición ocurre se representa por  $v_{i\uparrow}$ , tenemos que

$$v_{DC} = -14V \frac{R_1}{R_1 + R_2} + v_{i\uparrow} \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (2)$$

Restando la ecuación 1 a la 2 obtenemos

$$+28V \frac{R_1}{R_1 + R_2} = (v_{i\uparrow} - v_{i\downarrow}) \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Para  $v_{i\uparrow} = 12V$  y  $v_{i\downarrow} = 2V$ ,

$$R_2 = 2.8R_1$$

así que podemos escoger  $R_1 = 1k\Omega$  y  $R_2 = 2.8k\Omega$ .

Sumando las ecuaciones 1 y 2 obtenemos

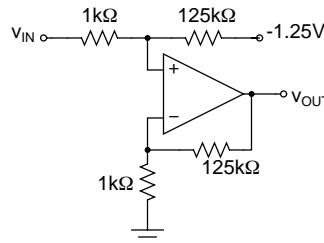
$$\begin{aligned} v_{DC} &= \frac{v_{i\uparrow} + v_{i\downarrow}}{2} \frac{R_2}{R_1 + R_2} \\ &= 7V \frac{2.8}{3.8} = \boxed{5.16V} \end{aligned}$$

3. Diseñe un amplificador capaz de aceptar una entrada  $10mV < v_{in} < 50mV$  y producir una salida en el rango de  $0V$  a  $5V$ .

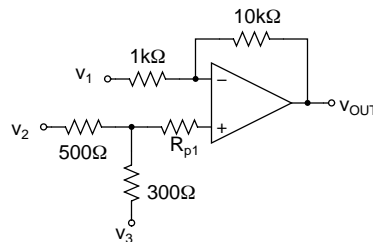
Respuesta:

$$\begin{aligned} A_v &= \frac{5V}{40mV} = 125V/V \\ v_{offset} &= -125 \times 10mV = -1.25V \end{aligned}$$

Use  $R_1 = 1k\Omega$  y  $R_2 = 125k\Omega$ . El diagrama del circuito es



4. Para el siguiente circuito,



- a) Determine  $v_{out}$  como función de  $v_1$ ,  $v_2$  y  $v_3$ . Puede considerar un AO ideal.

Respuesta:

$$\boxed{v_{OUT} = \frac{33v_2 + 55v_3}{8} - 10v_1}$$

b) Si  $R_{p1} = 100\Omega$ , estime el error en la salida debido a  $I_p = 12nA$  e  $I_n = 7nA$ .

Respuesta:

$$\begin{aligned}e_{OUT} &= -12nA \times (100\Omega + 300\Omega \parallel 500\Omega) \times 11 + 7nA \times 10k\Omega \\&= -12nA \times 287.5\Omega \times 11 + 7nA \times 10k\Omega \\&= -37.95\mu V + 70\mu V = \boxed{32.05\mu V}\end{aligned}$$