1. Solución problema 3

El operacional A_3 conforma un integrador ideal, mientras que el A_2 conforma un Schmitt trigger. El operacional A_1, constituye un conversor corriente-tensión, obteniéndose en la salida del operacional una tensión proporcional a la corriente que ingresa al circuito por la para inversora de A_1.

Se cumple que: $i_2(t) = \frac{v_{A_3}}{R}$, $v_{A_1} = -R(i(t) + i_2(t))$

Para $t = 0$: $i_2(0) = 0V \Rightarrow v_{A_1} = -RI_0 = -V_{CC}$. Entonces $v_o(0) = +V_{CC}$. Para $t > 0$: $i_2(t) = -\frac{1}{R^2C}V_{CC}tY(t) \Rightarrow v_{A_1} = -R(I_0 - \frac{1}{R^2C}V_{CC}t) = V_{CC}(-1 + \frac{1}{RC}t)$. La salida $v_o(t)$ se mantiene hasta que la tensión en v_{A_1} alcanza el valor $\frac{V_{CC}}{2}$. El tiempo donde esto ocurre es: $\frac{1}{2} = \frac{1}{RC}t_1 - 1 \Rightarrow t_1 = \frac{3}{2}RC$.

Para $t > t_1(t^* > 0)$: $i_2(t^*) = (\frac{1}{R^2C}V_{CC}t - \frac{1}{R}V_{CC}\frac{3}{2})Y(t) \Rightarrow v_{A_1} = -R(I_0 + (\frac{1}{R^2C}V_{CC}t - \frac{1}{R}V_{CC}\frac{3}{2})) = V_{CC}(-1 - \frac{1}{RC}t + \frac{3}{2}) = V_{CC}(\frac{1}{2} - \frac{1}{RC}t)$. La salida $v_o(t)$ se mantiene hasta que la tensión en v_{A_1} alcanza el valor $-\frac{V_{CC}}{2}$. El tiempo donde esto ocurre es: $-\frac{1}{2} = -\frac{1}{RC}t_2 + \frac{1}{2} \Rightarrow t_2 = RC$.

Es sencillo en este punto notar que el circuito oscilará. Por la simetría del problema: $T = 2t_2 = 2RC$, $DC = \frac{t_2}{T} = 0{,}5$.

El ciclo de trabajo depende del tiempo que le toma a la rampa de tensión (producida por el integrador) alcanzar el borde de la ventana de histéresis del Schmitt trigger. Por tal razón, pueden pensarse diversas modificaciones (con sus pros y sus contras): utilizar fuentes no-simétricas para alimentar al trigger, modificar los umbrales de disparo utilizando diodos, cambiar la tasa de carga del condensador en función de la polaridad de la alimentación, etc.

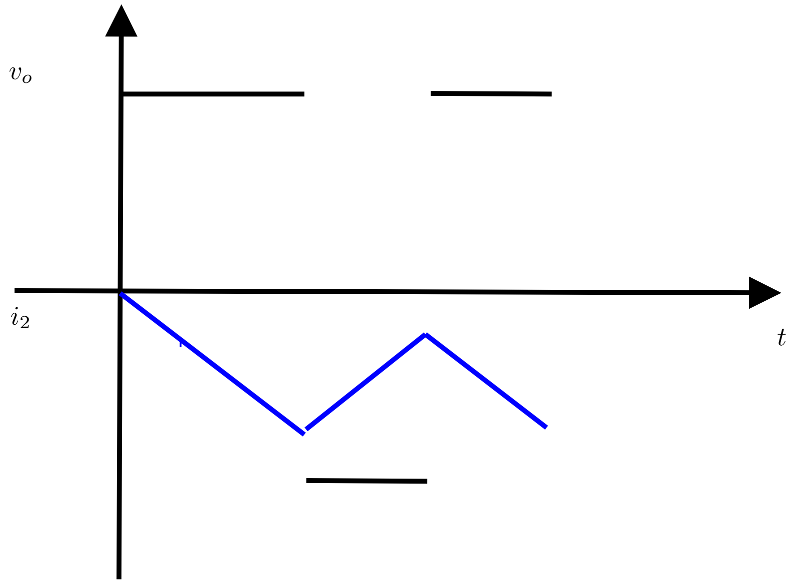

Figura 1: