

INGENIERÍA MECATRÓNICA



DI\_CERO

DIEGO CERVANTES RODRÍGUEZ

SENSORES Y ACONDICIONADORES DE SEÑAL

NI MULTISIM

Ejercicio: Comparador de Cruce  
por Histéresis

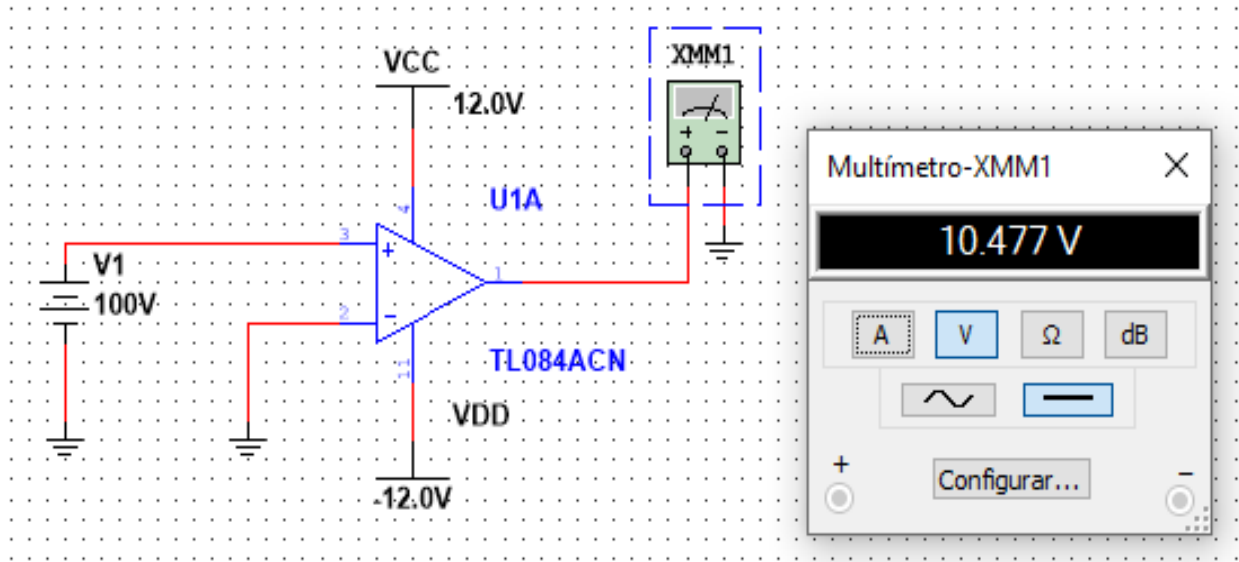
## Contenido

Simulación MultiSim.....	2
Cálculo Analítico .....	4



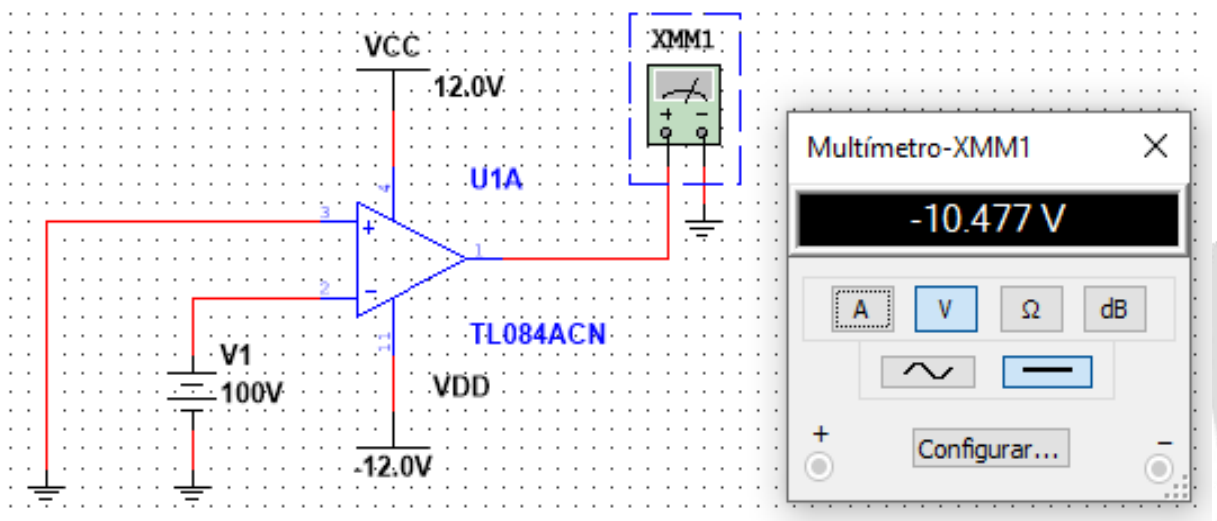
# Simulación MultiSim

De la simulación debemos sacar los valores de  $V_{sat}$  y  $V_{sat}^+$ , esto depende puramente de las alimentaciones +VCC (Vpp) y -Vcc (Vpn o VDD), no del valor de tensión que haya en las entradas inversora y no inversora. Las entradas las vamos a intercambiar para obtener lo que queremos de la salida.



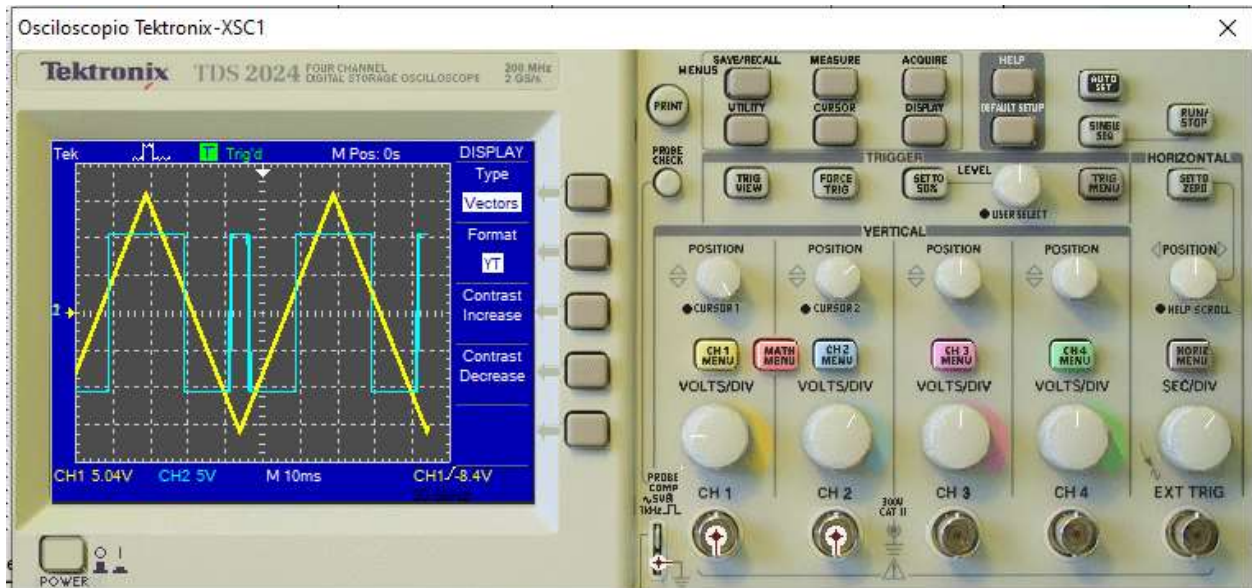
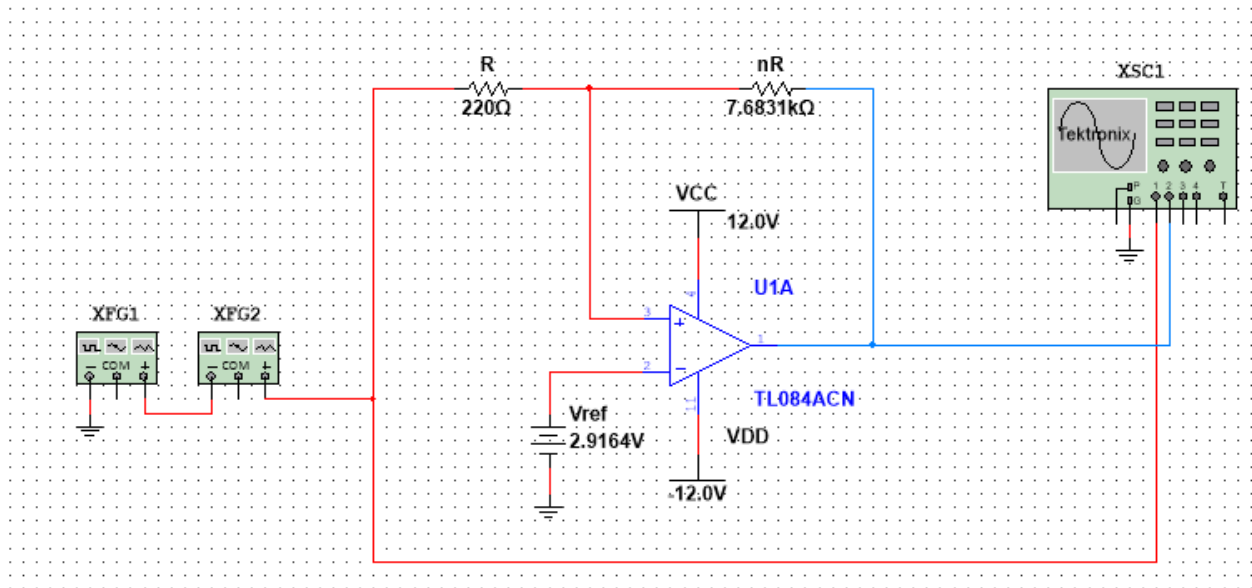
$$V_{sat}^+ = 10.477 \text{ V}$$

Aunque en la simulación obtenemos que  $V_{sat}$  y  $V_{sat}^+$  son iguales, en la realidad no es así.



$$V_{sat}^- = -10.477 \text{ V}$$

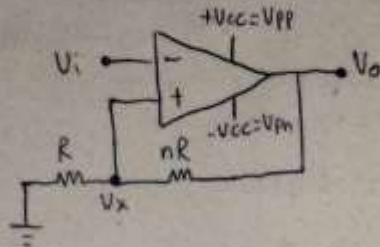
Estos valores se incluyen en la solución del problema.



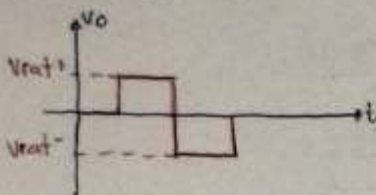
# Cálculo Analítico

Cervantes Rodríguez Diego

Comparador de cruce por nivel con histéresis Inversor, cruce en cero.  $V_{ref} = 0V$ .

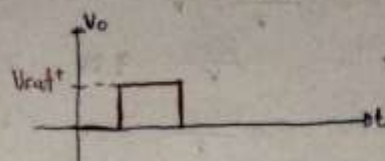


Cuando  $V_o = V_{sat}^+$



$V_x < V_i \rightarrow V_x = V_{x2} = V_{ut}$

Cuando  $V_o = V_{sat}^+$ ,  $V_x > V_i$



$V_x > 0V \rightarrow V_x = V_{x1} = V_{LT}$

$$V_{x1} = V_o \left( \frac{R}{R+nR} \right) \rightarrow V_{x1} = V_{sat}^+ \left( \frac{1}{1+n} \right)$$

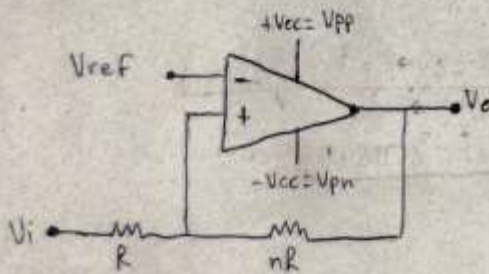
$$V_{LT} = V_{sat}^+ \left( \frac{1}{1+n} \right)$$

$$V_{x2} = V_o \left( \frac{R}{R+nR} \right) \rightarrow V_{x2} = V_{sat}^- \left( \frac{R}{R+nR} \right)$$

$$V_{UT} = V_{sat}^- \left( \frac{R}{R+nR} \right)$$

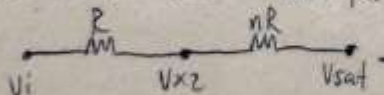
$V_{LT}$  y  $V_{UT}$  tienen que ver con el valor central  $V_{ctr}$  y el voltaje de histéresis

Con  $V_{ref}$  en la entrada no invertida, cuando se quiere comparar la señal con un cruce diferente de cero:



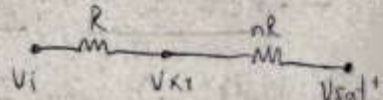
Cuando  $V_o = V_{sat}^+$ ,  $V_x < V_{ref}$

Cuando  $V_o = V_{sat}^-$ ,  $|V_{sat}^-| < |V_i|$



$$V_{ut} = V_{ref} \left( 1 + \frac{1}{n} \right) - \left( \frac{1}{n} \right) (V_{sat}^-)$$

Cuando  $V_o = V_{sat}^+$ ,  $V_x > V_{ref} \therefore |V_{sat}^+| > |V_i|$



$V_x = V_{x1} = V_{LT}$

$$V_{x1} = V_{ref} \quad V_{x1} = -I(nR) + V_{sat}^+$$

$$I = \frac{V_{sat}^+ - V_i}{R(n+1)} \quad V_{x1} = \frac{-n(V_{sat}^+) + n(V_i) + V_{sat}^+}{n+1}$$

$$V_{LT} = V_{ref} \left( 1 + \frac{1}{n} \right) - \left( \frac{1}{n} \right) (V_{sat}^+)$$

$$V_{x2} = V_{ref} \rightarrow V_{x2} = -I(R) + V_i \quad I = \frac{V_i - V_{sat}^-}{R(n+1)}$$

$$V_{LT} = V_{ctr} - \frac{V_H}{2}$$

$$V_{UT} = V_{ctr} + \frac{V_H}{2}$$



$$V_{ref} = ?$$

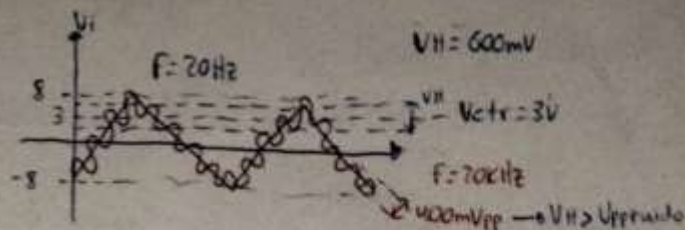
$$R = ?$$

$$n = ?$$

op-amp

$$V_{pp} = 12V = V_{cc+}$$

$$V_{pn} = -12V = V_{cc-}$$



$$V_H = V_{ut} - V_{LT} \rightarrow V_{ctr} = \frac{V_{ut} - V_{LT}}{2}$$

$$V_{LT} = V_{ctr} - \frac{V_H}{2} \rightarrow V_{LT} = 3 - \frac{600 \times 10^{-3}}{2} = 2.7V$$

$$V_{ut} = V_{ctr} + \frac{V_H}{2} \rightarrow V_{ut} = 3 + \frac{600 \times 10^{-3}}{2} = 3.3V$$

de la simulación obtenemos

$$V_{sat+} = 10.477V$$

$$V_{sat-} = -10.477V$$

$$V_{LT} = V_{ref} \left(1 + \frac{1}{n}\right) - \left(\frac{1}{n}\right)(V_{sat+})$$

$$V_{ut} = V_{ref} \left(1 + \frac{1}{n}\right) - \left(\frac{1}{n}\right)(V_{sat-})$$

proponemos  $R = 220\Omega$

$$\therefore 2.7 = V_{ref} \left(1 + \frac{1}{n}\right) - \left(\frac{1}{n}\right)10.477 \rightarrow 2.7 = \frac{V_{ref}(n) + V_{ref} - 10.477}{n}$$

$$2.7(n) = V_{ref}(n) + V_{ref} - 10.477 \rightarrow V_{ref} = \frac{2.7(n) + 10.477}{1+n}$$

$$3.3 = \left(\frac{2.7n + 10.477}{1+n}\right) \left(1 + \frac{1}{n}\right) - \left(\frac{1}{n}\right)(-10.477)$$

$$3.3 = \frac{2.7n + 10.477}{n+1} \left(\frac{n+1}{n}\right) + \frac{10.477}{n} = \frac{2.7n + 10.477 + 10.477}{n} = \frac{2.7n + 20.954}{n}$$

$$3.3n - 2.7n = 20.954 \rightarrow n = 34.9233 \quad \therefore R = 220\Omega \quad nR = 7.6831k\Omega$$

$$V_{ref} = \frac{2.7(34.9233) + 10.477}{1 + 34.9233} = 2.9164V \rightarrow V_{ref} = 2.9164V$$

