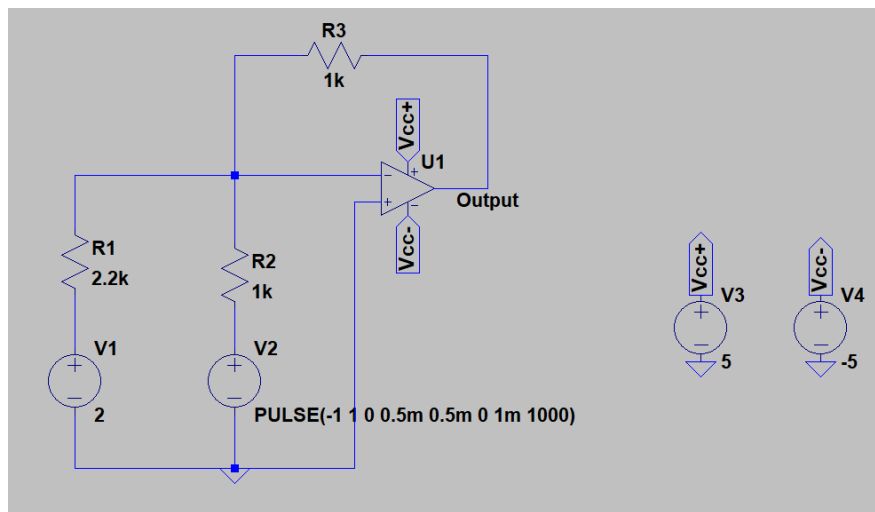
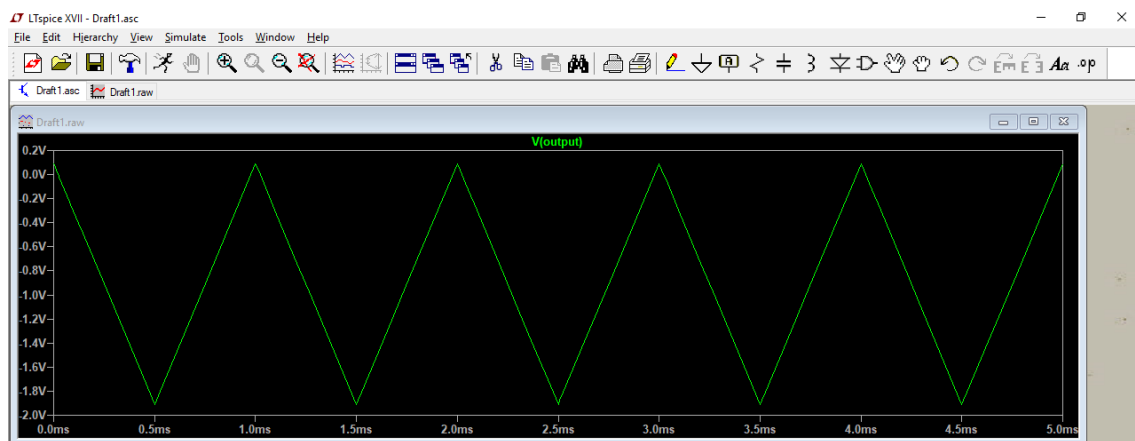


a)



b)

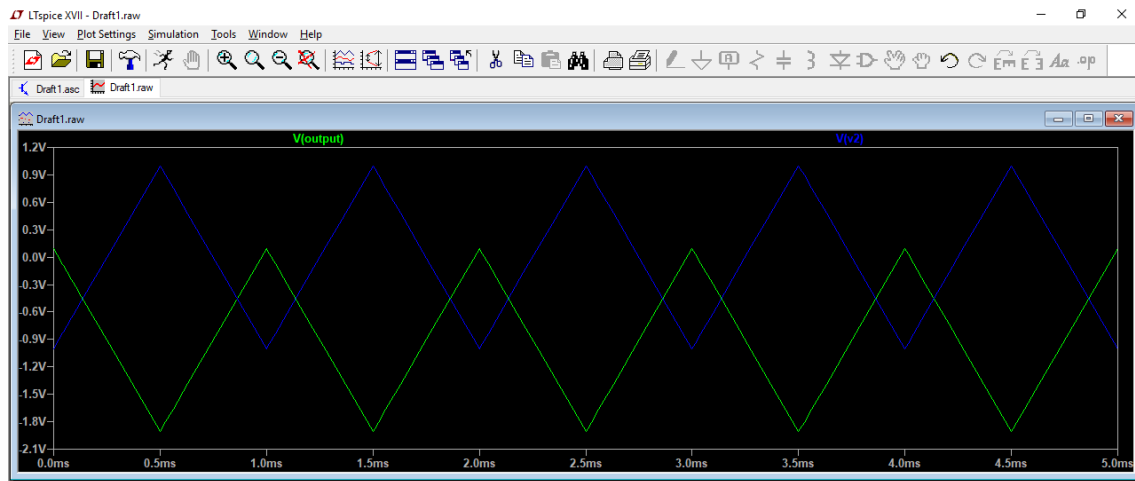


c) tensión máxima: 90'75mV

tensión mínima: -1,91v

tensión promedio: -0,91v

d)



La diferencia de fase entre ambas ondas es de 0,5ms.

e)

En un A.O ideal, $I^+ = I^- = 0$
 $I^+ = 0 \Rightarrow V^+ = 0$
 Nodo V^- : $I_A + I_B = I_1$
 (a) $\frac{V_1 - V^-}{R_1} + \frac{V_2 - V^-}{R_2} = \frac{V^- - V_0}{R_3}$
 ↓
 aplicando (b) $\Rightarrow \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} = \frac{-V_0}{R_3}$

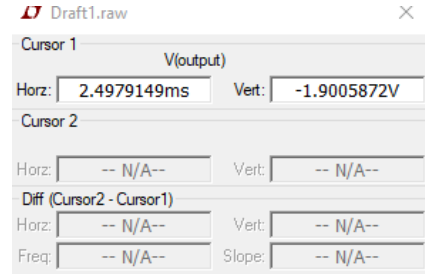
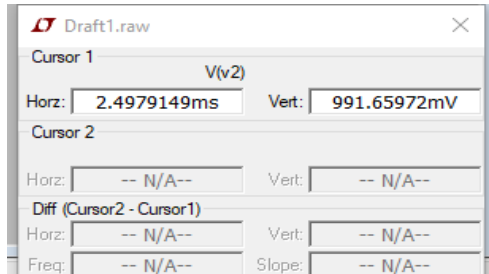
$$V_0 = -R_3 \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} \right)$$

Como tenemos realimentación negativa, podemos trabajar en la región lineal, donde $V^+ = V^- = 0$ (b)

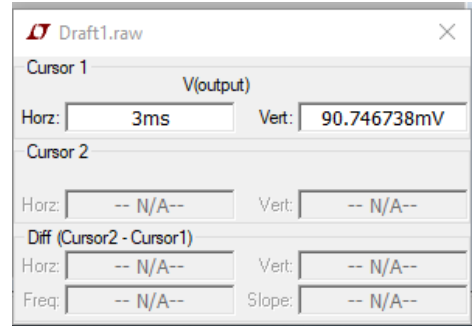
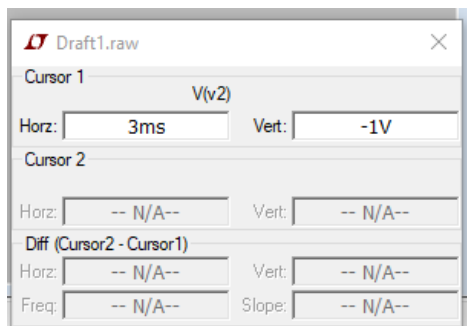
- Sustituyendo el valor máximo de V_2 (1V): $V_0 = -1000 \left(\frac{2}{2200} + \frac{1}{1000} \right) \Rightarrow V_0 = -1'91V$
- Sustituyendo el valor mínimo de V_2 (-1V): $V_0 = -1000 \left(\frac{2}{2200} - \frac{1}{1000} \right) \Rightarrow V_0 = 0'09 = 90mV$

Como podemos comprobar, si tomamos los valores máximo y mínimo de V2 en la simulación, obtenemos los mismos valores para Vout que los obtenidos teóricamente para el caso de la región lineal.

Para V2 = 1v, Vout vale -1,9v



Para V2 = -1v, Vout vale 90mv

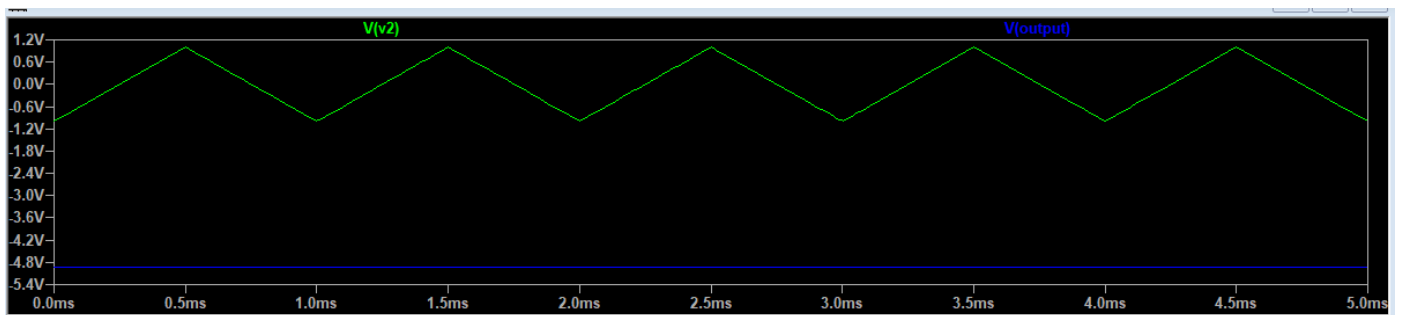


f)

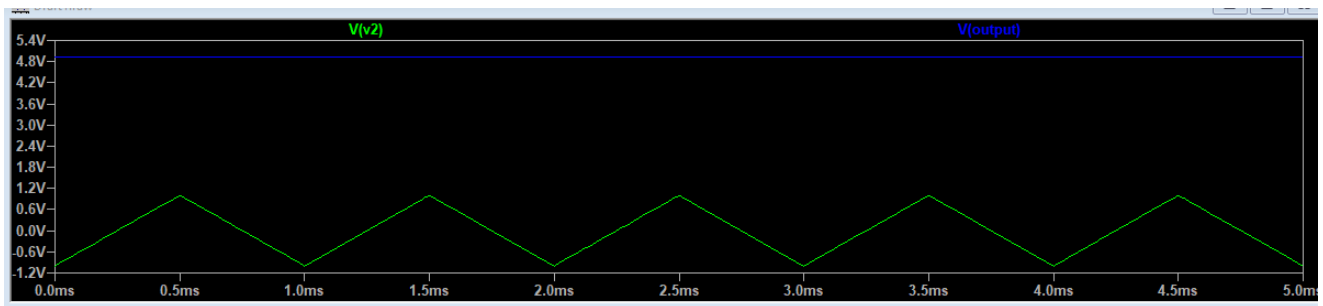
En la fórmula para hallar Vo, dejamos V1 como incógnita y los demás valores con los datos que tenemos. Sustituimos Vo por 5 y -5 (valores de Vcc+ y Vcc-), que son los valores de la región de saturación. A partir de los valores de V1 obtenidos, entraríamos en la región de saturación.

$$\begin{aligned} \text{Valor máximo } V_1: \\ -1000 \left(\frac{V_1}{2200} - \frac{1}{1000} \right) &= -5 \\ \frac{V_1}{2200} - \frac{1}{1000} &= 0.005 \\ \frac{V_1}{2200} &= 0.006 \\ V_1 &= 13.2V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Valor mínimo } V_1: \\ -1000 \left(\frac{V_1}{2200} + \frac{1}{1000} \right) &= 5 \\ \frac{V_1}{2200} + \frac{1}{1000} &= -0.005 \\ \frac{V_1}{2200} &= -0.006 \\ V_1 &= -13.2V \end{aligned}$$



Para valores de V1 a partir de 13,2v, entramos en la región de saturación negativa, donde Vout vale -5v. La línea azul representa Vout.



Para valores de V1 a partir de -13,2, entramos en la región de saturación positiva, donde Vout vale 5v. La línea azul representa Vout.