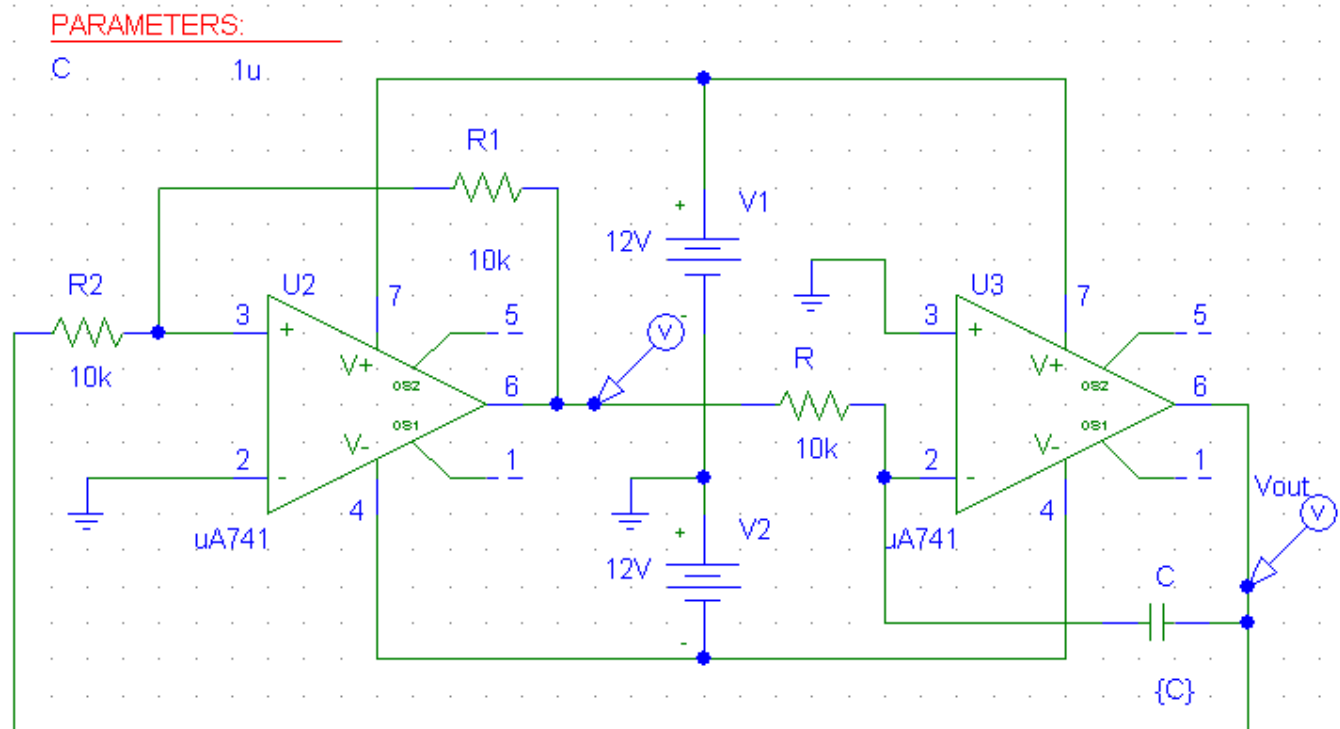


# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



11 de octubre de 2005, Ciudad Universitaria, México

# SIMULACIÓN DE CIRCUITO GENERADOR DE ONDA TRIANGULAR



Analizando el primer amplificador operacional:

$$v_{SC} = a_v(v_{p1} - v_{n1})$$

$$v_{SC} = f(v_{out})$$

$$v_{n1} = 0$$

La tensión en la entrada positiva por superposición es:

$$v_{p1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{sat} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} v_{out}$$

Suponiendo un estado inicial:

$V_{SC} = V_{sat}^+$  en el momento que pasa a estado de saturación positiva cambia el punto de comparación

$$v_{p1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{sat}^+ + \frac{R_1}{R_1 + R_2} v_{out}$$

Para que pase de estado positivo a negativo tiene que ser  $v_{p1} < v_{n1}$   
 $v_{p1} < 0$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{sat}^+ + \frac{R_1}{R_1 + R_2} v_{out} < 0$$

¿Quién provoca que cambie la salida del comparador? : LA ENTRADA, por lo que para saber el limite superior e inferior debemos despejar la tensión de entrada que es v out.

$$v_{out} < \frac{-\frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{sat}^+}{+\frac{R_1}{R_1 + R_2}}$$

$$v_{out} < \frac{-R_2}{R_1} V_{sat}^+ \quad \text{de aquí obtenemos el limite inferior debido al signo negativo:}$$

$$V_{LI} = \frac{-R_2}{R_1} V_{sat}^+$$

el siguiente estado es:

$V_{SC} = V_{sat}^-$  en el momento que pasa a estado de saturación positiva cambia el punto de comparación

$$v_{p1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{sat}^- + \frac{R_1}{R_1 + R_2} v_{out}$$

Para que pase de estado negativo a positivo tiene que ser  $v_{p1} > v_{n1}$   
 $v_{p1} > 0$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{sat}^- + \frac{R_1}{R_1 + R_2} v_{out} > 0$$

¿Quién provoca que cambie la salida del comparador? : LA ENTRADA, por lo que para saber el limite superior e inferior debemos despejar la tensión de entrada que es v out.

$$v_{out} > \frac{-\frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{sat}^-}{+\frac{R_1}{R_1 + R_2}}$$

$$v_{out} > \frac{-R_2}{R_1} V_{sat}^- \quad \text{los signos se cancelaran y de aquí obtendremos el limite superior:}$$

$$V_{LS} = \frac{R_2}{R_1} |V_{sat}^-|$$

$$V_H = V_{LS} - V_{LI} = \frac{R_2}{R_1} |V_{sat}^-| - \left[ -\frac{R_2}{R_1} |V_{sat}^+| \right] = 2 \frac{R_2}{R_1} |V_{sat}^+|$$

$$V_M = \frac{V_{LS} + V_{LI}}{2} = \frac{\frac{R_2}{R_1} |V_{sat}^-| + \left[ -\frac{R_2}{R_1} |V_{sat}^+| \right]}{2} = 0$$

Analizando el integrador:

$$v_{out} = -\frac{1}{RC} \int v_{sc} dt + C.I.$$

$$v_{out} = -\frac{1}{RC} V_{sat} t + V_{LS}$$

$$T = 4RC \frac{R_2}{R_1}$$

COMPLETAR

sustituyendo la condición inicial de  $V_{sc}=V_{sat}(+)$  tenemos:

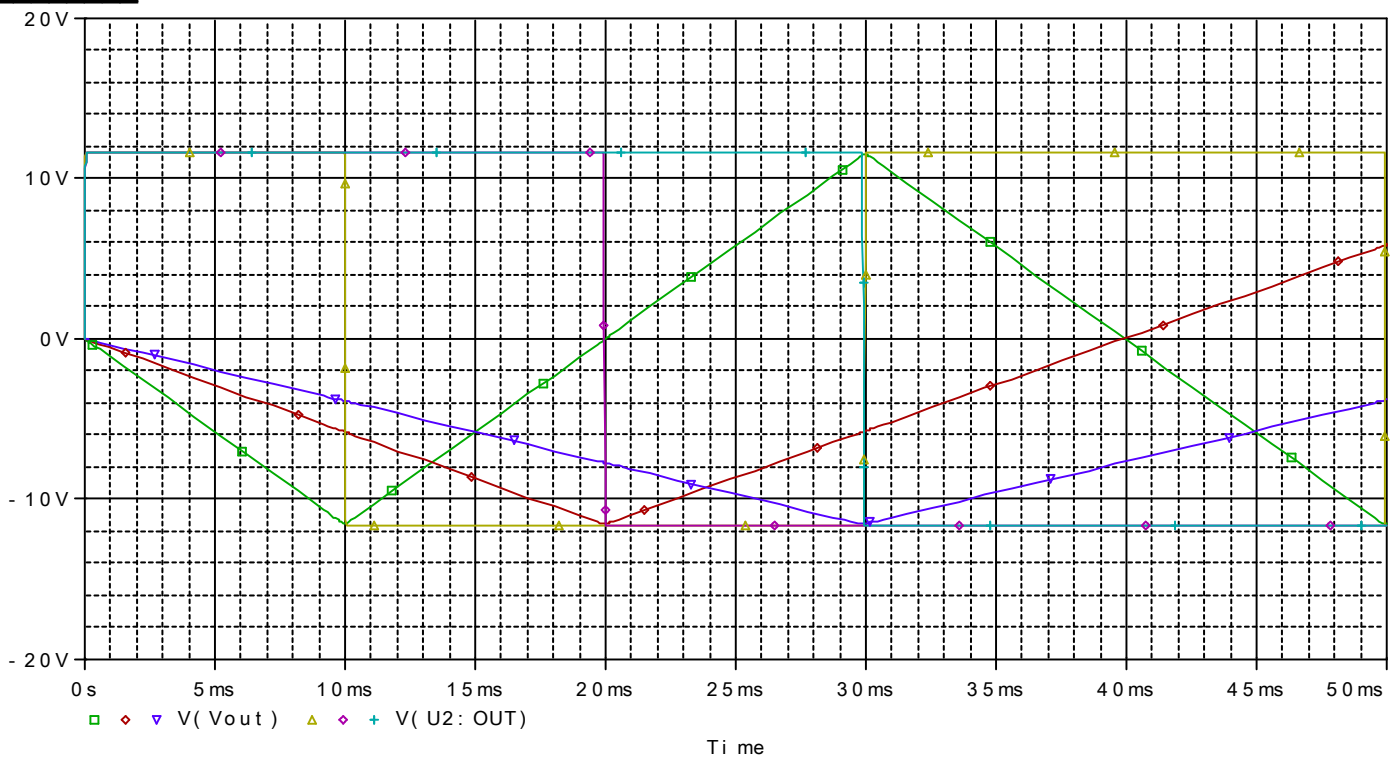
$$V_{LS} = -\frac{1}{RC} \int_0^t V_{sat}^+ dt + C.I.$$

C.I.: Condiciones Iniciales

$$V_{LS} = -\frac{1}{RC} V_{sat}^+ t + C.I.$$

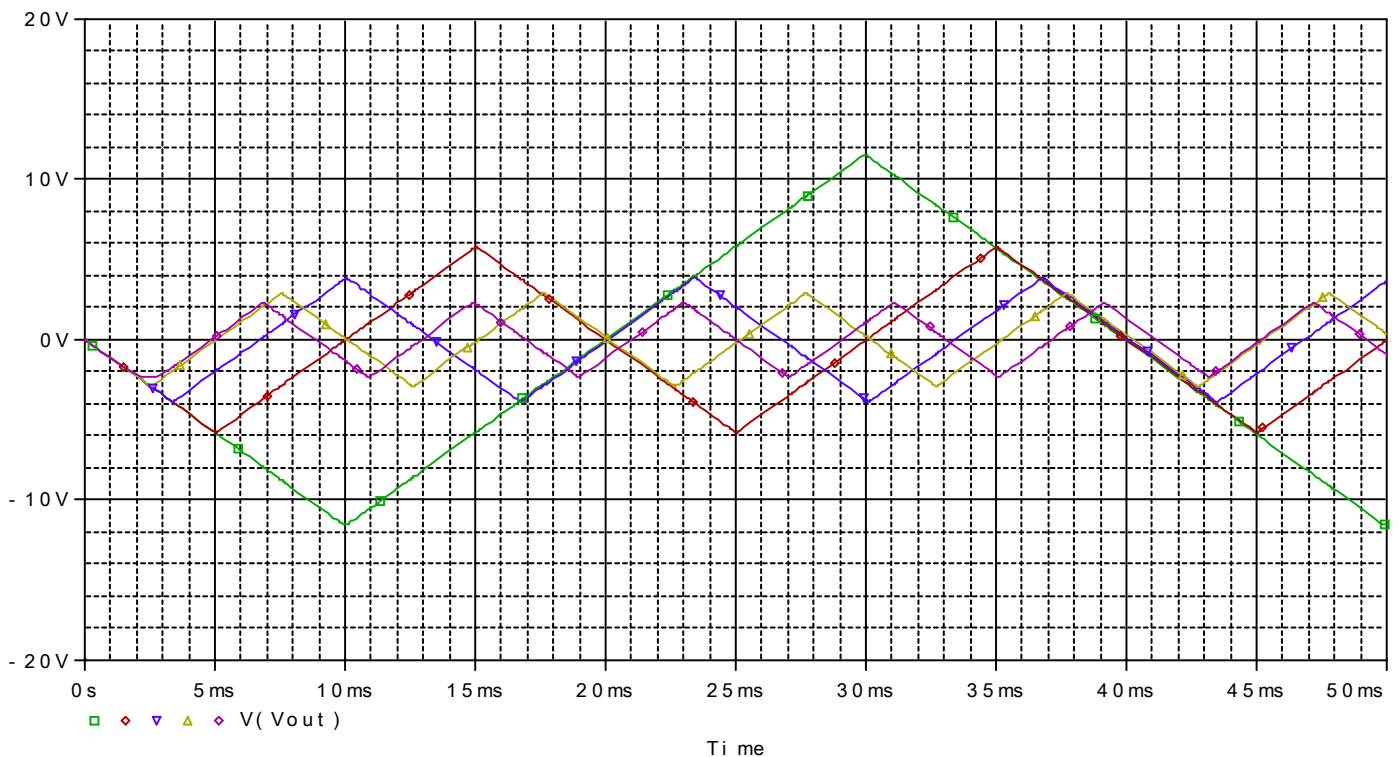
$$V_{LS} + \frac{1}{RC} V_{sat}^+ t = C.I.$$

observemos que pasa si variablos C:

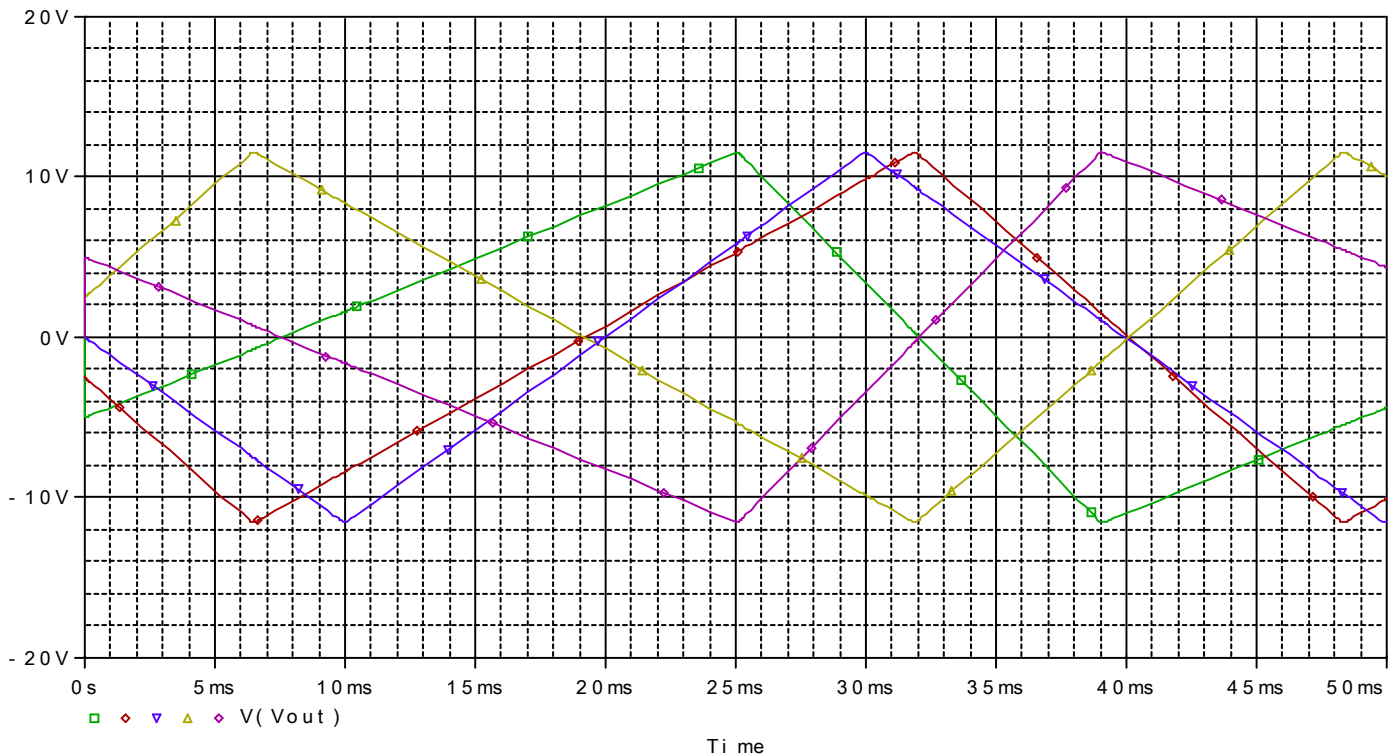


este es un analisis parametrico, para 3 valores de capacitores distintos, lo cual nos dice que si aumentamos el capacitor aumentamos el periodo, si aumentamos el periodo disminuimos la frecuencia.

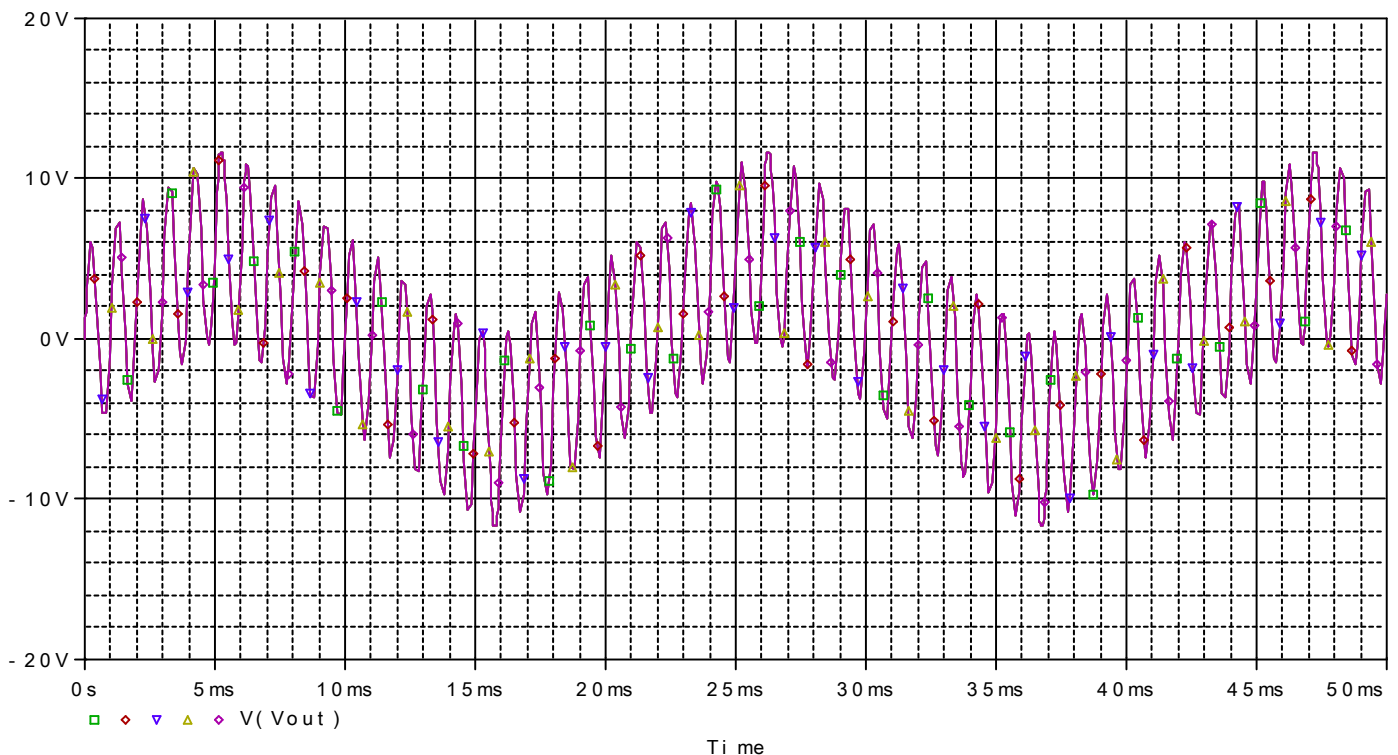
observemos que pasa si variamos R2:



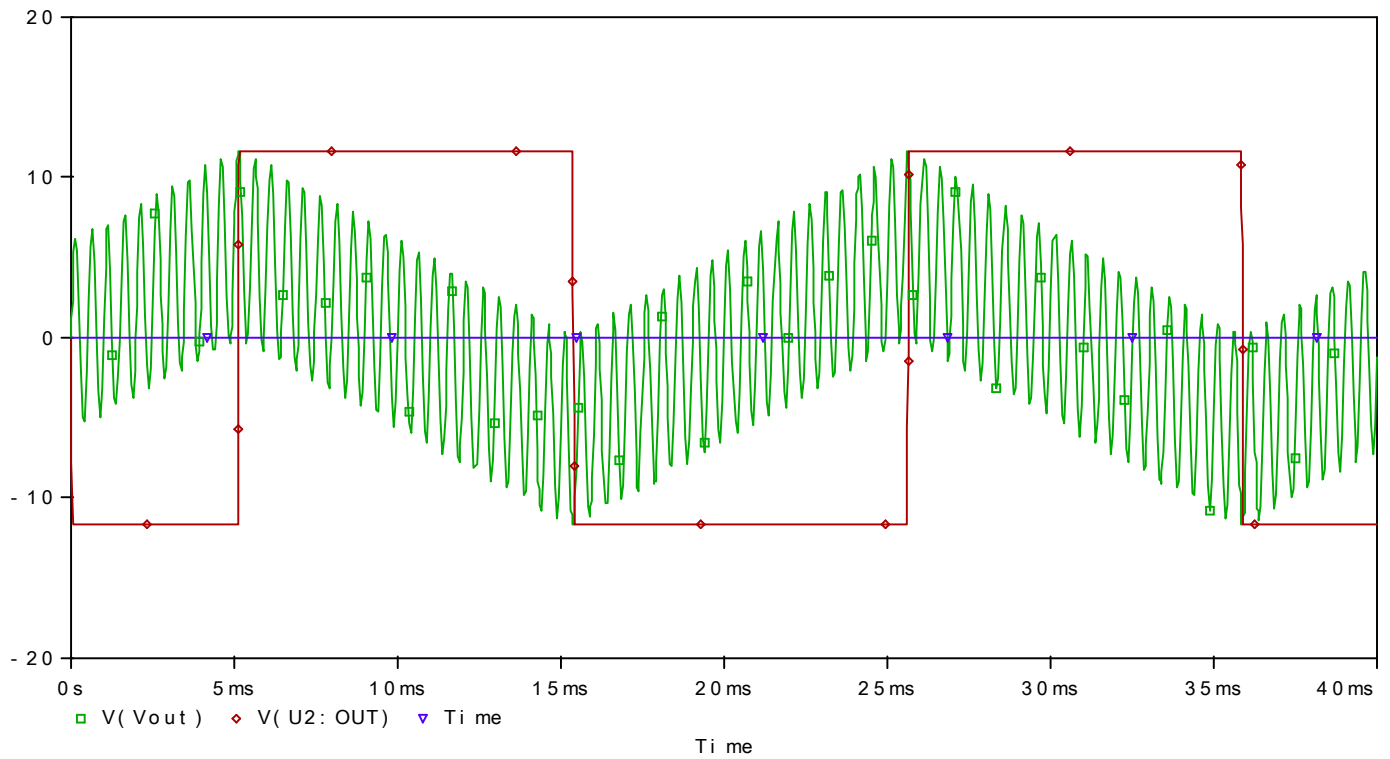
observemos como cambia la señal de salida si la tension en la entrada negativa del integrador es una tension  $V_{REF}$ , el valor inicial es para  $-5V$



Que pasa si  $V_{REF}$  es una tension que varia con el tiempo, una senoidal.



Para una senoidal de 2KHz,  $R_1=R_2$ ;  $R=10k$ ;  $C=1\mu F$



¿qué pasa si variamos C para una referencia senoidal?

