

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica

Prelaboratorio N° 12: Generador de funciones

Emerson Warhman
C.I. 25.795.480
16 de marzo de 2025

Índice

1. Objetivos	2
2. Marco Teórico	2
2.1. Generador de funciones	2
3. Metodología	3
3.1. Trabajo de preparación	3
Bibliografía	6

1. Objetivos

Objetivo General

- Analizar los efectos de la realimentación positiva cuando la ganancia del lazo es mayor que la unidad.

Objetivos Específicos

- Analizar circuitos no lineales utilizando el concepto de comparador.
- Reconocer las diferencias entre un dispositivo comparador y un Amplificador Operacional usado como comparador.

2. Marco Teórico

2.1. Generador de funciones

La onda exponencial generada en un circuito astable puede ser cambiada a una onda triangular reemplazando el circuito RC con un integrador como se muestra en la ilustración. El integrador ocasiona que el capacitor se cargue y descargue de manera lineal, obteniendo de esta forma una onda triangular. [1, pag. 1366]

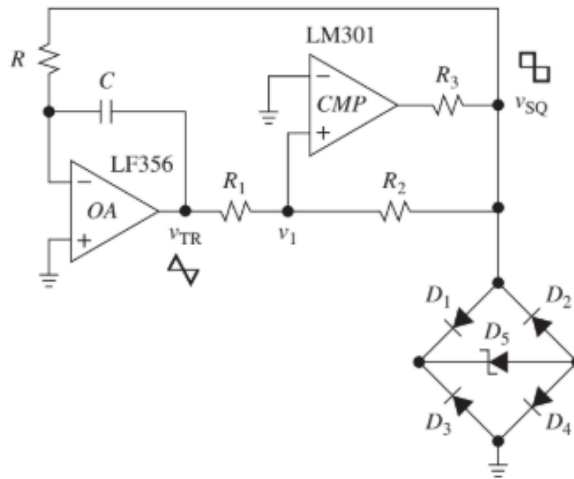


Ilustración 1: Generador de funciones

Supongamos que en la salida V_{SQ} del circuito tenemos valores máximos V_{SQ+} y mínimos V_{SQ-} . Cuando el valor de la salida es V_{SQ+} una corriente es V_{SQ+}/R va a pasar a través de la resistencia y del condensador, causando que en la salida del integrador decrezca linealmente con una pendiente $-V_{SQ+}/RC$. Esto va a ocurrir hasta que la salida del integrador alcance el límite inferior del circuito astable, punto en el cual el circuito astable cambiará de estado, volviéndose la salida del astable igual a V_{SQ-} . En este momento la corriente a través de R y C cambiará de dirección y su valor se volverá $-V_{SQ-}/R$, causando que la salida del integrador aumente linealmente con una pendiente V_{SQ-}/RC hasta que alcance el límite superior del circuito astable, punto en el cual el circuito astable cambiará de estado, volviéndose la salida del astable igual a V_{SQ+} , una vez alcanzado este punto el circuito cambiará de estado nuevamente, haciendo que el voltaje en su salida sea V_{SQ+} y repitiendo el ciclo.

De lo dicho anteriormente se puede deducir una expresión para el periodo T de la onda triangular y la onda cuadrada. Durante el intervalo T_1 tenemos

$$\frac{V_{TH} - V_{TL}}{T_1} = \frac{V_{SQ+}}{RC}$$

de donde podemos despejar T_1

$$T_1 = \frac{V_{TH} - V_{TL}}{V_{SQ+}} RC \quad (1)$$

De manera similar, durante T_2 tenemos

$$\frac{V_{TH} - V_{TL}}{T_2} = \frac{-V_{SQ-}}{RC}$$

de donde podemos despejar T_2

$$T_2 = \frac{V_{TH} - V_{TL}}{-V_{SQ-}} RC \quad (2)$$

3. Metodología

3.1. Trabajo de preparación

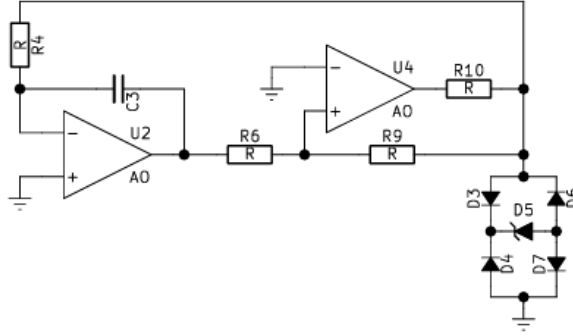


Figura 1: Generador de funciones

Para el circuito de la figura 1, diseñar con el fin de obtener una oscilación de frecuencia 5.0kHz.

Llamaremos a la salida del astable V_C y a la salida del integrador V_T

Tenemos que la salida V_C viene dada por los valores de los diodos y del zener, de modo que

$$V_C = V_Z + 2V_D \quad (3)$$

Llamaremos a las entradas del amplificador U4 V^- y V^+ , el voltaje en V^+ viene dado por

$$V^+ = \frac{R_6}{R_6 + R_7} V_C + \frac{R_7}{R_6 + R_7} V_T$$

Despejando V_T de la ecuación

$$V_T = \frac{R_6 + R_7}{R_7} V^+ - \frac{R_6}{R_7} V_C$$

Pero el voltaje $V^- = 0$ ya que está conectado a la referencia y $V^+ = V^-$ por lo tanto

$$V_T = -\frac{R_6}{R_7} V_C \quad (4)$$

Se utilizarán el diodo zener 1N4734A y los diodos 1N4007, por lo que

$$\begin{aligned} V_Z &= 5,6V \\ V_D &= 0,65V \end{aligned}$$

Por tanto

$$V_C = \pm 6,9V$$

Para el diseño no se pide ningún valor específico para la magnitud de la señal triangular en el diseño, por lo tanto se puede escoger cualquier valor para R_6 y R_7 siempre y cuando V_T no alcance el voltaje de saturación del amplificador. Por simplicidad se utilizará $R_6 = R_7$

por tanto

$$V_T = -V_C$$

$$V_C = 6,9V \rightarrow V_T = -6,9V \quad (5)$$

$$V_C = -6,9V \rightarrow V_T = 6,9V \quad (6)$$

Para cumplir con la condición de frecuencia primero hay que tomar en cuenta el tiempo de retardo de la señal debido al slew rate, el cual viene dado por la expresión

$$T_{SR} = \frac{2(V_Z + 2V_D)}{SR}$$

De la hoja de datos del amplificador $\mu A741$ tenemos que $SR = 0,5V\mu s$, por tanto

$$T_{SR} = \frac{2 \cdot 6,9}{0,5} = 27,6\mu s$$

Y tenemos que el periodo viene dado por

$$T = T_1 + T_2 + T_{SR}$$

Para este caso $T_1 = T_2$ por tanto la expresión se vuelve

$$T = 2 \cdot T_1 + T_{SR}$$

despejando T_1

$$T_1 = \frac{T - T_{SR}}{2} = \frac{200 - 27,6}{2} \mu s = 86,2\mu s$$

Entonces de la ecuación 1 tenemos

$$86,2\mu s = \frac{2 \cdot V_T}{V_C} RC$$

despejando R

$$R = 86,2 \times 10^{-6} \frac{V_C}{2 \cdot V_T \cdot C} \quad (7)$$

Si $C = 10nF$ entonces

$$R = 4,3k\Omega \quad (8)$$

La resistencia R_{10} es para proteger al amplificador debido a que los diodos fijan el voltaje de salida. Se escogerá un valor de

$$R_{10} = 1k\Omega \quad (9)$$

Simular el circuito diseñado y verificar las especificaciones, reportar las formas de ondas de interés para evidenciar el funcionamiento del circuito La ilustración 2 muestra la construcción del circuito generador de funciones utilizando los valores calculados.

La ilustración 3 muestra las formas de onda triangular y cuadrada generadas por el circuito en la simulación. Se puede observar que la frecuencia de las ondas es de aproximadamente 5kHz y que ambas ondas tienen magnitudes casi idénticas, sin embargo las magnitudes son de máximo de 6V mientras que en los cálculos la magnitud era de 6.9V

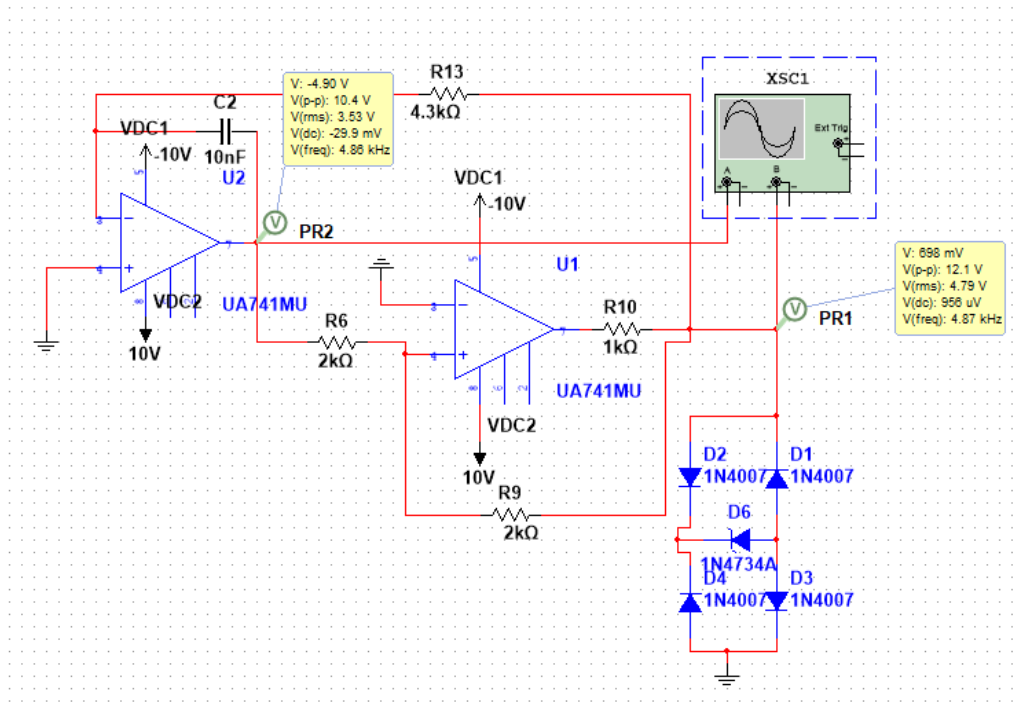


Ilustración 2: Montaje del circuito generador de funciones en multisim

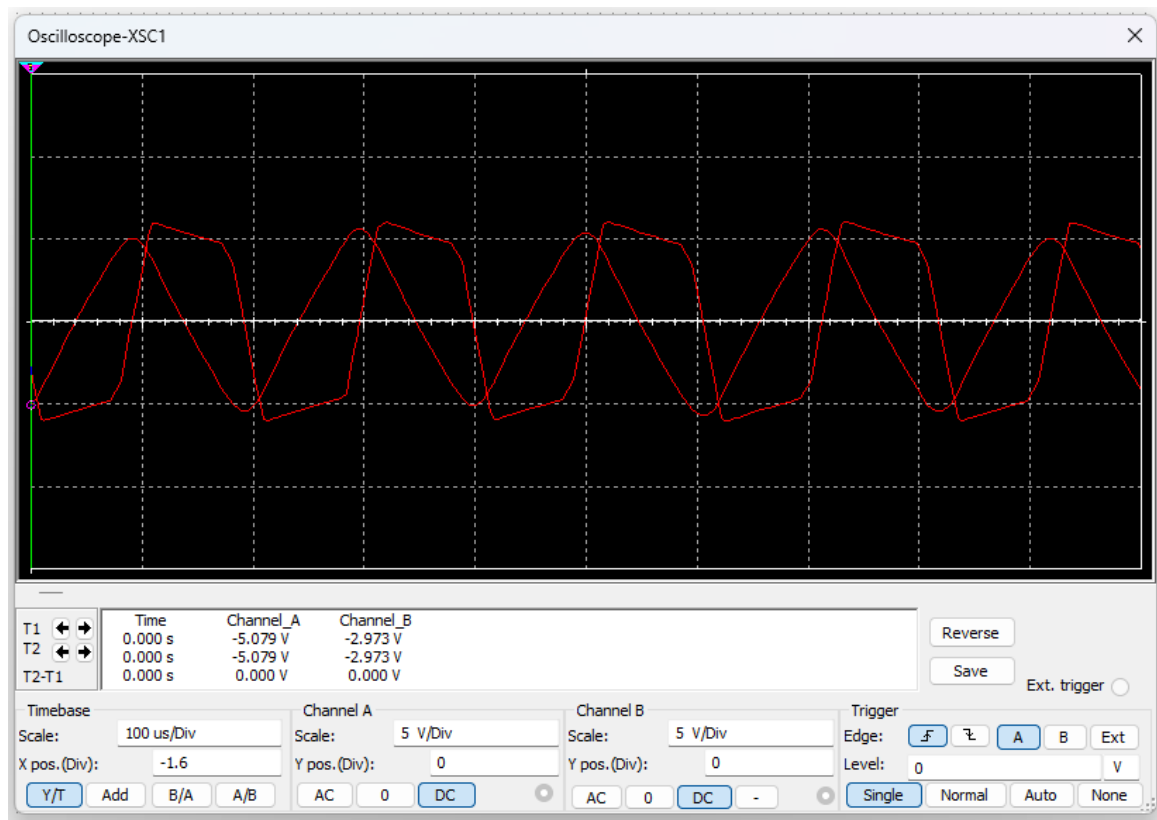


Ilustración 3: Formas de ondas triangular y cuadrada del generador de funciones en la simulación

Bibliografía

- [1] K. C. S. Adel Sedra, *Microelectronic Circuits* (The Oxford Series in Electrical and Computer Engineering), 6th, O. U. Press, ed. Oxford University Press, 2009.