



Practica #8: Otras aplicaciones con el amplificador operacional.

Ing. Juan Pedro Duarte Martínez.

Ing. Erika Sunshine Jaramillo Quezada

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)

Morelia, Michoacán México a 6 de Mayo de 2014

<http://lelgr.fie.umich.mx/>

jduarte@fie.umich.mx

ejaramillo@fie.umich.mx

Abstract.- En el presente Trabajo se comprueba el funcionamiento de los circuitos formadores de onda como lo son; integrador, diferenciador y osciladores utilizando el amplificador operacional LM741

- Inestabilidad de Ganancia
- Sensibilidad de ruidos
- Proceso de Saturación muy Rápido

Además de ser operaciones necesarias para aplicaciones de control electrónico analógico y de constituir la base de muchos circuitos formadores de onda (señales triangulares, dientes de sierra, cuadradas etc.)

I. INTRODUCCIÓN

Objetivo.

Que el alumno comprenda y compruebe el funcionamiento de los circuitos formadores de onda, tales como el integrador, diferenciador y los circuitos osciladores empleando el amplificador operacional 741.

Además de la suma el Amp-Op puede realizar otro tipo de operaciones matemáticas denominadas operaciones aritméticas diferenciales, una de ellas es la **diferencial**, más comúnmente llamada derivada así como la **integral**. Sus símbolos más usuales son:

$$\frac{d}{dt}$$

Diferenciador

$$\int$$

Integrador

Circuitos Diferenciadores

El circuito típico de un Diferenciador o Derivador, está representado por la Figura 1, en el circuito se puede observar que la resistencia de entrada del amplificador inversor típico se ha sustituido por un condensador.

Este tipo de aplicaciones de los Amp-Op son de las más importantes ya que no se presentan problemas como:

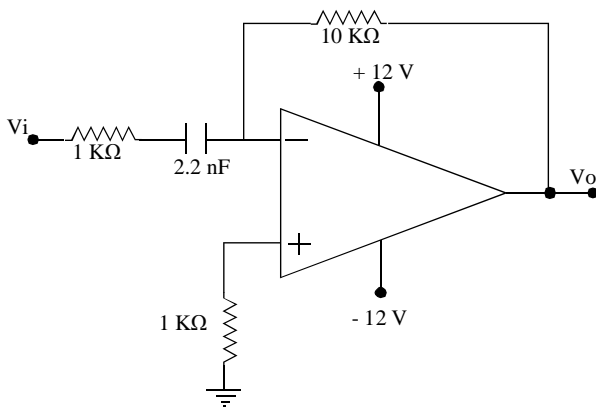


Figura 1. Circuito diferenciador básico

La corriente que circula por el condensador responde a la expresión

$$i = C1 \frac{dV_C}{dt}$$

en la cual $C1 \frac{dV_C}{dt}$ representa la derivada de la tensión del condensador respecto al tiempo.

Por otra parte, si se desprecia la caída de tensión en R1, $V_c = V_i$, por lo tanto se puede expresar la ecuación

$$i = C1 \frac{dV_i}{dt}$$

anterior de la siguiente manera:

Analizando el circuito, el valor de la corriente

$$i = \frac{V_o}{R_F}$$

también se puede expresar como

igualando las dos expresiones y despejando el voltaje de salida

se tiene
$$V_o = -R_F C1 \frac{dV_i}{dt}$$

Esta última ecuación es la que representa el voltaje de salida del circuito de la Figura 1. Este circuito proporciona a la salida el negativo de la derivada de la señal de entrada multiplicada por una constante. La resistencia en la entrada del circuito es un amortiguamiento para disminuir las oscilaciones.

Ejercicio 1. Para el circuito de la Figura 1 despreciando el valor de R1, graficar el voltaje de salida considerando que el voltaje de entrada es una señal triangular de 1 V de amplitud. Graficar V_i y V_o juntas o sobrepuestas, de

tal manera que se pueda seguir el proceso de derivación en al menos un periodo completo.

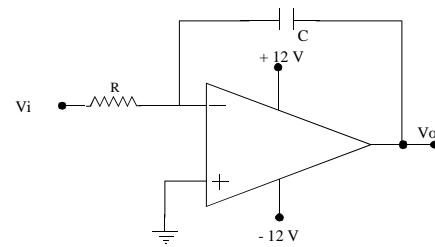


Figura 2. Circuito integrador elemental

Circuitos Integradores

Del circuito de la Figura 1, si se intercambia la posición de la resistencia de retroalimentación y el capacitor se obtiene un circuito Integrador Inversor Elemental, el cual se muestra en la Figura 2.

Haciendo un análisis similar al del circuito anterior,

$$V_i = -CR1 \frac{dV_o}{dt}$$

se obtiene:

$$\frac{dV_o}{dt} = -\frac{V_i}{CR1}$$

en donde

Integrando en ambos miembros de la expresión

$$V_o = -\frac{1}{CR1} \int V_i dt$$

anterior se obtiene:

es decir, el voltaje de salida es proporcional a la integral del voltaje de entrada.

Sin embargo el circuito Integrador elemental mostrado en la Figura 5.2 no estabiliza la ganancia en baja frecuencia, por eso un integrador más práctico es el que se muestra en la Figura 5.3, en el cual se acopla una resistencia de retroalimentación en paralelo con el capacitor y la cual se utiliza para limitar la ganancia de voltaje del Amp-Op. Así, este esquema permite estabilizar la ganancia de voltaje de

señales de bajas frecuencias conectadas a la entrada, es decir en frecuencias bajas trabaja como inversor mientras que en altas frecuencias trabaja como integrador.

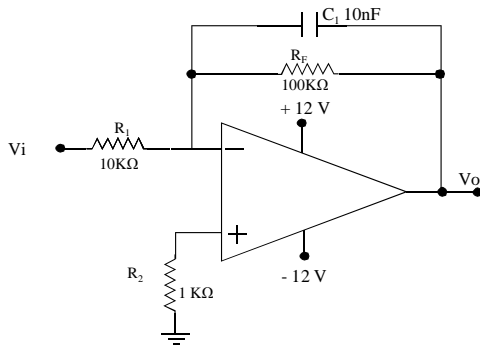


Figura 3. Circuito integrador inversor

Ejercicio 2. Para el circuito de la Figura 2, graficar el voltaje de salida asumiendo que el voltaje de entrada es una señal cuadrada de 1 V de amplitud. Graficar V_i y V_o juntas o sobrepuestas, de tal manera que se pueda seguir el proceso de integración en al menos un periodo completo.

Circuitos Osciladores

Hasta ahora el Amp-Op se ha utilizado con el propósito de procesar señales, esto es, generar una señal de salida partiendo de una señal de entrada. Si bien los dos circuitos anteriores encuadran dentro de esta consideración, ambos circuitos con muy pocas modificaciones y/o el uso de algunos otros elementos externos, como diodos, transistores, fets, además de los capacitores y resistencias; o bien utilizando la interacción de retroalimentación positiva y negativa se pueden encontrar circuitos Generadores de Señales.

A continuación se muestra un multivibrador astable o de oscilación libre.

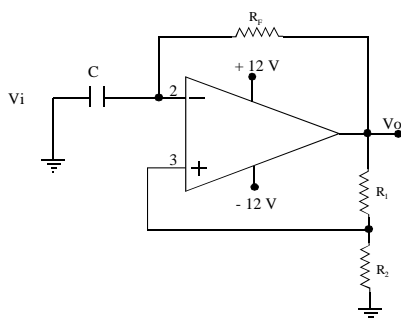


Figura 4. Multivibrador de oscilación libre

El circuito de la figura 4 es un multivibrador y tiene la apariencia de un comparador con histéresis, excepto que el voltaje de entrada está a través de un capacitor. Los resistores R_1 y R_2 forman un divisor de voltaje que realimenta una fracción de la salida a la entrada no inversora de la misma manera como se trató en prácticas anteriores; eso es:

$$V_{UT} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} (+V_{sat}) \quad \text{si el voltaje de salida es positivo}$$

$$V_{LT} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} (-V_{sat}) \quad \text{si el voltaje de salida es negativo}$$

Mientras que R_F retroalimenta en la entrada inversora y carga al capacitor bajo el siguiente proceso

Cuando $V_o = +V_{sat}$ el capacitor C se carga desde V_{LT} a V_{UT} y conmuta la salida a $-V_{sat}$

Cuando $V_o = -V_{sat}$ el capacitor C se descarga desde V_{UT} a V_{LT} y conmuta la salida a $+V_{sat}$

Esto se muestra en la Figura 5, además el tiempo necesario para que el capacitor se cargue y descargue determina la frecuencia del oscilador. El tiempo para que un capacitor tome carga a través de una resistencia desde cierto voltaje de inicio hasta un voltaje final pasando por un voltaje objetivo puede expresarse como

$$t = RC \ln \frac{V_{objetivo} - V_{inicio}}{V_{objetivo} - V_{final}}$$

en donde $V_{objetivo}$ corresponde a $+V_{sat}$ o $-V_{sat}$ según sea el caso.

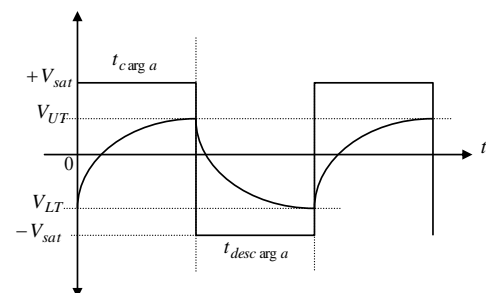




Figura 5 Formas de onda de voltaje para el multivibrador de la Figura 4

A continuación se muestra un circuito generador de onda cuadrada práctico, el cual tiene la cualidad de variar la frecuencia de oscilación así como el ancho de pulso.

A continuación se muestra un circuito generador de onda cuadrada práctico, el cual tiene la cualidad de variar la frecuencia de oscilación así como el ancho de pulso.

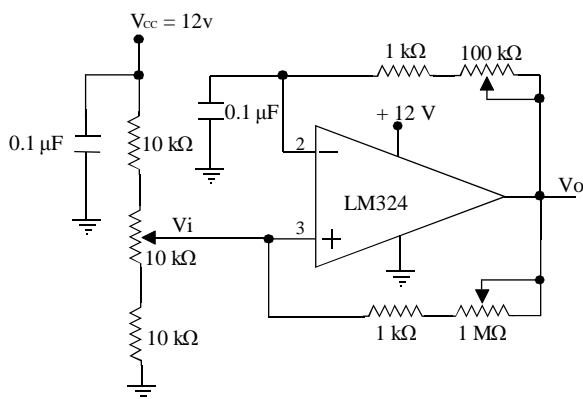


Figura 6. Circuito generador de onda cuadrada

En el circuito de la Figura 6 mediante los componentes C_1, R_4, R_5, R_6 y R_7 controlan la frecuencia de la señal mediante el tiempo de carga y descarga del capacitor, mientras que las resistencias R_1, R_2 y R_3 controlan el ancho de pulso.

II. DESARROLLO.

Revisar el anexo 1, para las características eléctricas y electrónicas de los componentes utilizados, (reguladores de voltaje).

1. Arme el circuito de la Figura 1, aplique una señal de entrada (V_i) triangular de 1V de amplitud y 1KHz de frecuencia. Observe las señales de entrada y salida. Repita este procedimiento para una frecuencia de 10 KHz.

¿Qué efecto tiene la frecuencia sobre la ganancia? ¿Por qué?

¿Cómo se comporta para una señal senoidal y una señal cuadrada?

2. Arme el circuito de la Figura 3, aplique una señal de entrada (V_i) cuadrada de 1V de amplitud y 1KHz de frecuencia. Observe las señales de entrada y salida. Repita este procedimiento para una frecuencia de 10 KHz.

¿Qué efecto tiene la frecuencia sobre la ganancia? ¿Por qué?

¿Cómo se comporta para una señal senoidal y una señal triangular?

3. Armar el circuito de la Figura 6 y observar el voltaje de salida.

III. REQUISITOS.

Simular los circuitos anteriores y presentarlos comparativamente con los de la práctica.

IV REPORTAR.

Todos los datos obtenidos y simulados así como las gráficas correspondientes

V OBSERVACIONES y CONCLUSIÓN

VI MATERIALES.

- | | |
|---|------------------------|
| 1 | Osciloscopio |
| 1 | Generador de Funciones |
| 1 | Multímetro |
| 1 | Protoboard |
| 1 | 741 |
| 2 | Resistencia de 1K |
| 2 | Resistencia de 10K |
| 1 | Resistencia de 100K |
| 1 | Potenciómetro de 10K |
| 1 | Potenciómetro de 100K |
| 1 | Potenciómetro de 1M |
| 1 | Condensador de 2.2 nF |
| 1 | Condensador de 10 nF |
| 2 | Condensadores de 0.1µF |



VII REFERENCIAS