

MODOS DE OPERACIÓN Y APLICACIONES

Como se mencionó anteriormente, los amplificadores operacionales prácticos tienen ganancia de tensión muy alta (típicamente 10^5), sin embargo esta ganancia varía con la frecuencia.

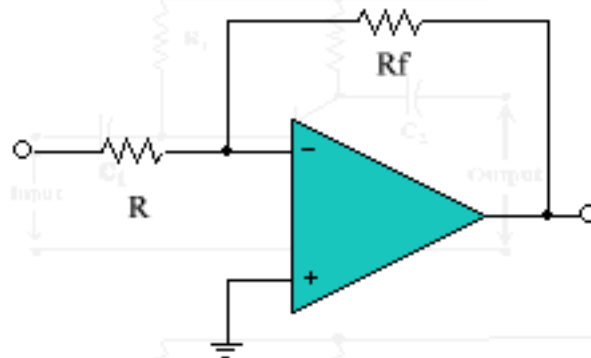
Para contrarrestar esto, se utilizan elementos externos para retroalimentar una porción de señal de la salida en la entrada.

Con realimentación, la ganancia de lazo cerrado depende de los elementos de realimentación y no de la ganancia básica de tensión del amplificador operacional. Los circuitos que utilizan amplificadores operacionales, resistores y capacitores, se pueden configurar para realizar diversas operaciones como sumar, restar, integrar, filtrar, comparar y amplificar. Por el momento aquí están los modos básicos de operación, [inversor](#), [no inversor](#), [diferencial](#), [derivador](#), [integrador](#), [sumador](#).

MODO INVERSOR

Este es el circuito de ganancia constante más ampliamente usado. La tensión de salida se obtiene al multiplicar la entrada por una ganancia fija constante, establecida por la relación entre R_f y R , resultando invertida esta señal respecto a la entrada.

$$\begin{aligned} v_- &= v_+ = 0 \\ i + i_f &= 0 \\ \frac{v_i - v_-}{R} + \frac{v_o - v_-}{R_f} &= 0 \\ \frac{v_i}{R} + \frac{v_o}{R_f} &= 0 \\ v_o &= -\frac{R_f}{R} v_i \end{aligned}$$



[Volver](#)

MODO NO INVERSOR

En este caso la tensión de entrada es aplicada en la terminal no inversora obteniéndose así una tensión de salida proporcional a la tensión de entrada. Nótese que la fase de v_o respecto a v_i es la misma.

$$v_- = v_+ = v_i$$

$$i + i_f = 0$$

$$\frac{v_i - v_-}{R} + \frac{v_o - v_-}{R_f} = 0$$

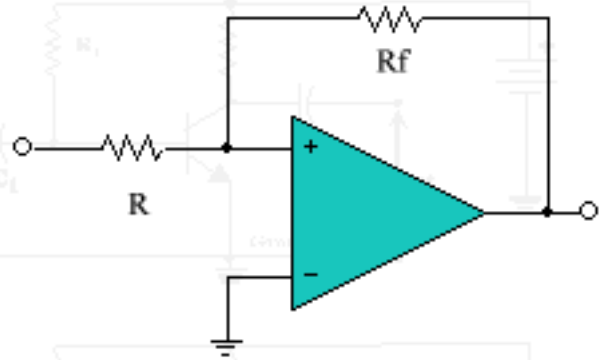
ya que $v_i = 0$

$$-v_- \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_f} \right) + \frac{v_o}{R_f} = 0$$

$$v_o = R_f \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_f} \right) v_-$$

Como $v_- = v_+ = v_i$, entonces

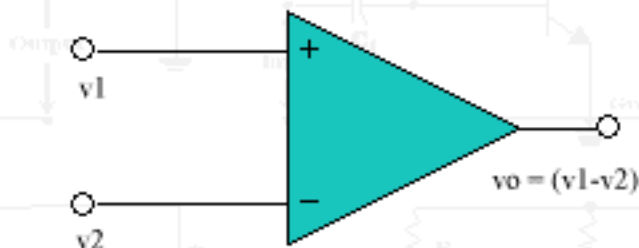
$$v_o = \left(1 + \frac{R_f}{R} \right) v_i$$



[Volver](#)

MODO DIFERENCIAL

El caso más general de configuración es una combinación de los dos modos anteriores. Es decir, permitir entrada tanto por la puerta inversora como por la no - inversora. La señal de salida será proporcional a la diferencia entre las entradas, y estará en fase con las señales aplicadas.



[Volver](#)

AMPLIFICADOR COMO SUMADOR

Es probable que el más utilizado de los circuitos sea el amplificador sumador; en éste, la salida está dada por una combinación lineal de cada una de las entradas. Mediante este circuito es posible sumar algebraicamente los voltajes de cada una de las entradas, multiplicado por un factor de ganancia constante dado por R_f/R_k .

$$v_- = v_+ = 0$$

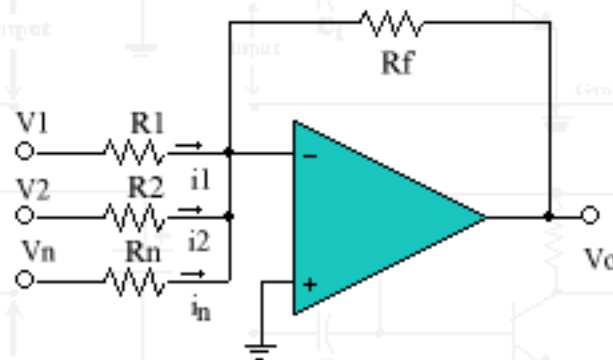
$$\sum i = 0, \text{ es decir}$$

$$\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2} + \dots + \frac{v_{k-1}}{R_{k-1}} + \frac{v_k}{R_k} + \dots + \frac{v_n}{R_n} + \frac{v_o}{R_f} = 0$$

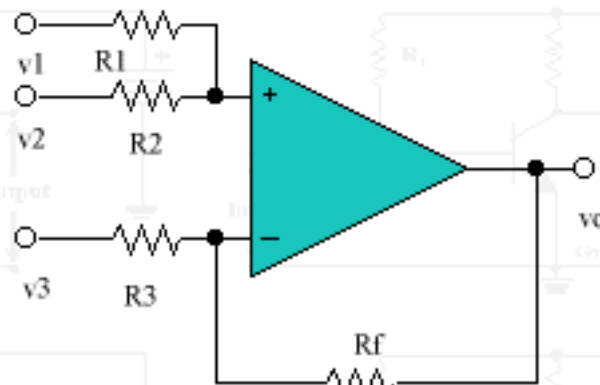
$$v_o = -iR_f$$

$$v_o = -R_f \left(\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2} + \dots + \frac{v_{k-1}}{R_{k-1}} + \frac{v_k}{R_k} + \dots + \frac{v_n}{R_n} \right)$$

$$v_o = -R_f \sum_{k=1}^n \frac{v_k}{R_k}$$



Una aplicación práctica es el sumador en diferencia (o sea utilizando los dos terminales de entrada del operacional), tal como se muestra.



[Volver](#)

AMPLIFICADOR COMO DERIVADOR

La tensión de salida es proporcional a la derivada de la señal de entrada v_i y a la constante de tiempo ($t = RC$), la cual generalmente se hace igual a la unidad. Para efectos prácticos el diferenciador proporciona variaciones en la tensión de salida ocasionadas por el ruido para el cual es muy sensible, razón por la cual es poco utilizado.

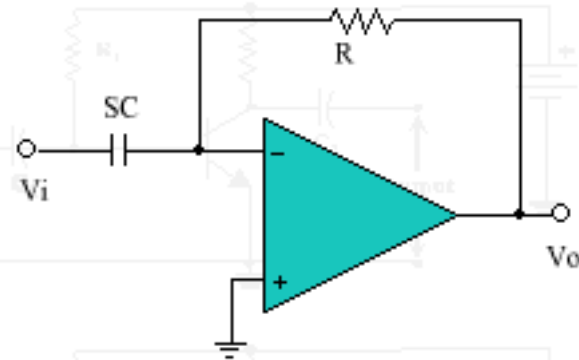
(En el dominio de la frecuencia)

$$v_o(s) = -\frac{R}{\left(\frac{1}{sC}\right)} v_i(s)$$

$$v_o(s) = -RsCv_i(s)$$

(En el dominio del tiempo)

$$v_o(t) = -RC \frac{d}{dt} v_i(t)$$



[Volver](#)

AMPLIFICADOR COMO INTEGRADOR

En este caso la red de realimentación está dada por un capacitor y la expresión de la tensión de salida es proporcional a la integral de la señal de entrada e inversamente proporcional a la constante de tiempo ($t = RC$), que generalmente se hace igual a la unidad.

(En el dominio de la frecuencia)

$$v_o(s) = -\left(\frac{1}{sC}\right) \frac{1}{R} v_i(s)$$

$$v_o(s) = -\frac{1}{RsC} v_i(s)$$

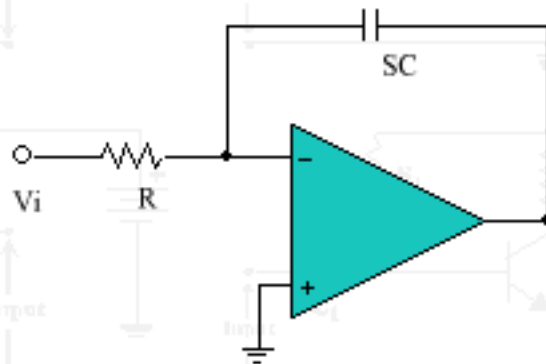
(En el dominio del tiempo)

$$v_o(t) = -\frac{1}{RC} \int_{-\infty}^t v_i(\tau) d\tau$$

$$v_o(t) = -\frac{1}{RC} \left[\int_{-\infty}^0 v_i(\tau) d\tau + \int_0^t v_i(\tau) d\tau \right]$$

La primera integral se hace cero ya que se suponen condiciones iniciales nulas, por tanto:

$$v_o(t) = -\frac{1}{RC} \int_0^t v_i(\tau) d\tau$$



Entre las múltiples aplicaciones que tiene el amplificador operacional, es de gran importancia la del computador analógico, la cual consiste en la implementación y solución de sistemas de ecuaciones lineales además de la solución de ecuaciones diferenciales de cualquier orden.

[Volver](#)

