



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO

INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

MATERIA: INSTRUMENTACIÓN

PROFESOR: ORTEGA GONZALES RUBEN

PRESENTAN:

RAMIREZ BENITEZ BRAYAN

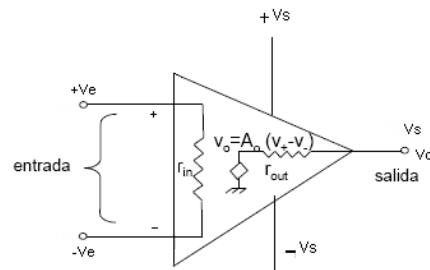
GRUPO: 3CM11

CONFIGURACIONES BÁSICAS CON AMPLIFICADORES
OPERACIONALES

CIUDAD DE MEXICO SEPTIEMBRE 2021

Un amplificador operacional, es un amplificador de alta ganancia directamente acoplado, que en general se alimenta con fuentes positivas y negativas, lo cual permite que obtenga excursiones tanto por arriba como por debajo de masa o punto de referencia que se considere. Se caracteriza especialmente porque su respuesta en: frecuencia, cambio de fase y alta ganancia que se determina por la realimentación introducida externamente. Por su concepción, presenta una alta impedancia (Z) de entrada y muy baja de salida.

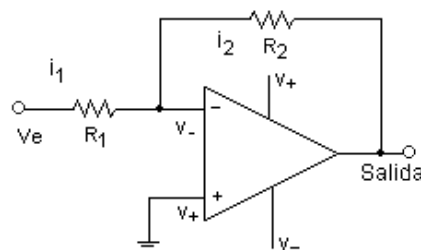
MODELO IDEAL DEL AMPLIFICADOR OPERACIONAL



- 1 – A_V infinita $\Rightarrow V_+ = V_- \Rightarrow$ Principio de TIERRA VIRTUAL.
- 2 – R_{in} (Z_i) – Infinita (típico algunos MW) $\Rightarrow I_+ = I_- = 0$.
- 3 – R_{out} (Z_o) nula (entre 100 y 200W) \Rightarrow fuente de tensión ideal.
- 4 – Amplificador de AC y DC.
- 5 – Ancho de banda infinito.

AMPLIFICADOR INVERSOR.

En este circuito, la entrada $V(+)$ está conectada a masa y la señal se aplica a la entrada $V(-)$ a través de R_1 , con realimentación desde la salida a través de R_2 . La entrada $V(-)$ es un punto de tierra virtual, ya que está a un potencial cero.



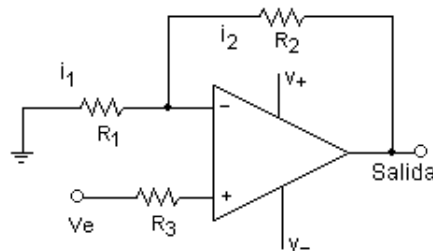
El circuito comúnmente más utilizado es el circuito de ganancia constante. El amplificador inversor amplifica e invierte una señal 180° , es decir, el valor de la tensión de salida está en oposición de fase con la de entrada y su valor se obtiene

al multiplicar la tensión de la entrada por una ganancia fija constante, establecida por la relación entre R_2 y R_1 , resultando invertida esta señal (desfase).

$$\begin{aligned}
 v_- &= v_+ = 0 \\
 i_1 &= i_2; \quad i_1 + i_2 = 0 \\
 \frac{v_e - v_-}{R_1} + \frac{v_o - v_-}{R_2} &= 0 \\
 \text{Reduciendo;} \\
 \frac{v_e}{R_1} + \frac{v_o}{R_2} &= 0 \\
 v_o &= -\frac{R_2}{R_1} v_e
 \end{aligned}$$

AMPLIFICADOR NO INVERSOR.

Este es el caso en que la tensión de entrada V_e , está en fase con la de salida V_s , esta tensión de salida, genera una corriente a través de R_2 hacia el terminal inversor, a su vez a través de R_1 , se genera una corriente hacia el mismo terminal, pero de signo contrario, por lo que ambas corrientes se anulan, reflejando en la salida la tensión de entrada amplificada.



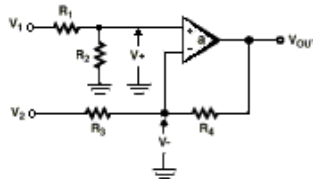
Según se ha mencionado antes, el valor de $+V_e$ se refleja en la entrada inversora - V_e del amplificador operacional y teniendo en cuenta que se considera un “cortocircuito virtual”, podemos establecer que $i_e = V_e/R_1$.

Y como la corriente en la entrada inversora $i_- = 0$; $i_1 = i_2$; por lo tanto $V_o = (R_1 + R_2) i_1$, sustituyendo; $V_o / V_e = (1 + R_2/R_1)$; $v_o = \frac{(R_1 + R_2)}{R_1} v_e$ y finalmente la ganancia en tensión:

$$A_v = \frac{(R_1 + R_2)}{R_1}$$

AMPLIFICADOR DIFERENCIAL.

El caso más común de configuración es permitir la entrada de señal, por ambas puertas, tanto por la 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. Aunque está basado en las dos disposiciones vistas anteriormente. El amplificador diferencial tiene características únicas.



En la figura, se muestra un dispositivo activo lineal con dos entradas V_1 y V_2 y una salida V_o , respecto a la tensión media de alimentación o masa. En el amplificador diferencial ideal, la tensión V_o viene expresada por:

$$V_o = A_d (V_1 - V_2)$$

Donde A_d es la ganancia. La señal de salida no se ve afectada por cualquier señal común en ambas entradas. En un amplificador real, debido a que la salida no solo depende de la diferencial V_d de las entradas sino además del nivel medio V_c , así:

$$V_o = V_1 - V_2 \quad V_c = 1/2 (V_1 + V_2).$$

Para comprender mejor esta disposición, primero se estudian las dos señales de entrada por separado, y después combinadas. Como siempre la tensión diferencial $V_d = 0$ y la corriente de entrada en los terminales es cero.

Recordar que $V_d = V(+)-V(-) \implies V(-) = V(+)$
La tensión a la salida debida a V_1 la llamaremos V_{01}

$$V(+)=\frac{V_1}{R_1+R_2} \cdot R_2$$

La tensión de salida debida a V_1 (suponiendo $V_2 = 0$) valdrá:

$$V_{01}=\frac{V_1 \times R_2}{R_1+R_2} \cdot \frac{R_3+R_4}{R_3}$$

Suponiendo que $V_1 = 0$, la salida V_2 , utilizando la ecuación de la ganancia para el circuito inversor será:

$$V_{02}=-V_2 \frac{R_4}{R_3}$$

Que, aplicando el teorema de la superposición de la tensión de salida $V_0 = V_{01} + V_{02}$ y haciendo $R_3 = R_1$ y $R_4 = R_2$ tendremos que:

$$V_{01} = \frac{V_1 \cdot R_2}{R_1} \cdot V_{02} = -V_2 \frac{R_2}{R_1}$$

En conclusión:

$$V_0 = (V_1 - V_2) \cdot \frac{R_2}{R_1}$$

y la ganancia de la etapa para señales en modo diferencial es:

$$\frac{V_0}{V_1 - V_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Esta configuración es única porque rechaza una señal común a ambas entradas. Esto se conoce como la propiedad de, tensión de entrada diferencial nula, es decir, en el caso de que las señales V_1 y V_2 sean idénticas, el análisis es sencillo, V_1 se dividirá entre R_1 y R_2 , apareciendo una menor tensión $V(+)$ en R_2 .

Debido a la ganancia infinita del amplificador y a la tensión de entrada diferencial cero, una tensión igual $V(-)$ debe aparecer en el nudo suma (-). Puesto que la red de resistencias R_3 y R_4 es igual a la red R_1 y R_2 , y se aplica la misma tensión a ambos terminales de entrada, se concluye que V_0 debe estar a potencial nulo para que $V(-)$ se mantenga igual a $V(+)$; V_0 estará al mismo potencial que R_2 , el cual, de hecho está a masa. Esta muy útil propiedad del amplificador diferencial, puede utilizarse para discriminar componentes de ruido en modo común no deseables, mientras que se amplifican las señales que aparecen de forma diferencial. Si se cumple la relación.

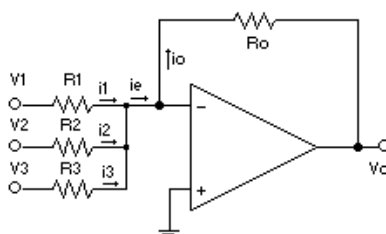
$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}$$

Puesto que, por definición, el amplificador no tiene ganancia cuando se aplican señales iguales en ambas entradas, la ganancia para señales en modo común es cero.

Las impedancias de las dos entradas de etapa son distintas. Para la entrada no inversora (+), la impedancia de entrada es $R_1 + R_2$. La impedancia para la entrada inversora (-) es R_3 . La impedancia de entrada diferencial (para una fuente flotante) es la impedancia entre las entradas, es decir, $R_1 + R_3$.

EL SUMADOR INVERSOR.

El sumador inversor, es una aplicación práctica de la característica de tierra virtual en el nudo suma, en la entrada V(-) del amplificador inversor. Este es de los circuitos que probablemente sea el más utilizado, el amplificador sumador. En el sumador inversor, la suma algebraica de las tensiones de cada entrada multiplicado por el factor de ganancia constante, se obtiene en la salida.



En este circuito, como en el amplificador inversor, la tensión V(+) está conectada a masa, por lo que la tensión V(-) estará a una masa virtual, y como la impedancia de entrada es infinita toda la corriente circulará a través de Ro y la llamaremos io. Lo que ocurre en este caso es que la corriente ie es la suma algebraica de las corrientes proporcionadas por V1, V2 y V3, es decir:

$$i_e = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} ; \quad i_o = \frac{V_o}{R_o}$$

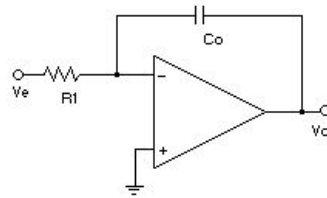
En conclusión:

$$i_o = -\left(V_1 \times \frac{V_o}{R_1} + V_2 \times \frac{V_o}{R_2} + V_3 \times \frac{V_o}{R_3} \right)$$

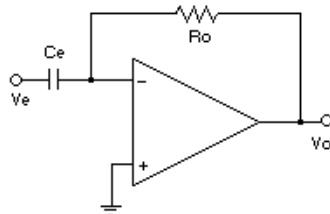
La ganancia global del circuito la establece la Ro, que, en este sentido, se comporta como en el amplificador inversor básico. La parte más interesante de esta configuración es el hecho de que la mezcla de señales lineales de entrada, no produce interacción entre las entradas, puesto que todas las fuentes de señal alimentan el punto de tierra virtual. El circuito puede admitir cualquier número de entradas.

AMPLIFICADOR INTEGRADOR.

Una modificación del amplificador inversor, es el integrador, mostrado en la figura, se aprovecha de esta característica. Se aplica una tensión de entrada Ve, a R1, lo que da lugar a una corriente ie. Como ocurría con el amplificador inversor, V(-) = 0, puesto que V(+) = 0 que, por tener impedancia infinita toda la corriente de entrada ie pasa hacia el condensador Co, a esta corriente la llamamos io.



Se ha visto que ambas configuraciones básicas del AO actúan para mantener constantemente la corriente de realimentación, i_o igual a i_e .



El elemento realimentador en el integrador es el condensador C_o . Por consiguiente, la corriente constante i_o , en C_o da lugar a una rampa lineal de tensión. La tensión de salida es, por tanto, la integral de la corriente de entrada, que es forzada a cargar C_o por el lazo de realimentación.

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

AMPLIFICADOR DIFERENCIADOR.

Otra modificación del amplificador inversor, que también aprovecha la corriente en un condensador es el diferenciador o derivador mostrado en la figura. En el que, 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, es la razón por la cual es poco utilizado.

