

Amplificadores Operacionales

Son circuitos integrados lineales o analógicos capaces de realizar diversas operaciones tales como suma, resta, integración, etc. Además de emplearlos como amplificador, filtro, oscilador, conversor A/D, adaptador de impedancia, etc.

Estos tipos de circuitos crean un desfase de 180°

Las tres características para el AO ideal en lazo abierto son:

V_+ = Entrada no inversora.

V_- = Entrada inversora.

1ª La corriente i_- e i_+ es nula, por ello la impedancia de entrada es infinita.

Es decir:

Como $i_- = i_+ = 0$;

$Z_{in} = \infty$

2ª La tensión V_o es independiente de que salga mucha o poca corriente debido a que la impedancia de salida Z_{out} es 0.

Es decir:

$Z_{out} = 0$;

Si $Z_{out} = 0$ $V = Z * I$;

$V = 0 * I = 0$

3ª La tensión de salida vale:

$V_o = A * (V_- - V_+)$

Donde A es la ganancia en lazo abierto.

Recuerda: La Impedancia Z es la resistencia presentada sobre una corriente alterna.

Resumiendo:

$V_o = A * (V_- - V_+)$

$Z_{in} = \infty$

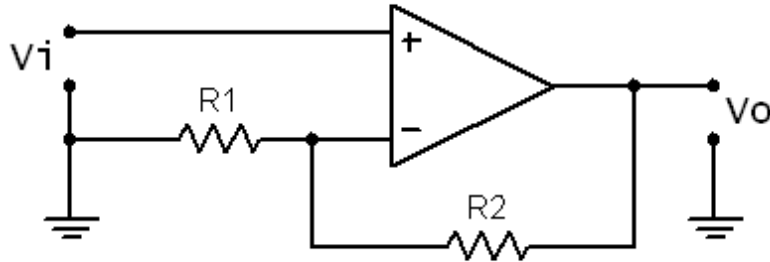
$Z_{out} = 0$

Tipos de configuración

- Lazo cerrado inversora:

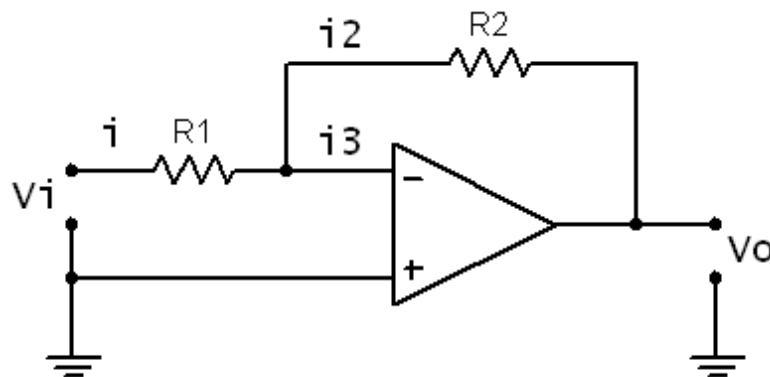
La señal entra por la entrada inversora.

- Lazo cerrado no inversora:



La señal entra por la entrada no inversora.

Análisis del circuito inversor



Para un mejor estudio de los AO, se dice que cuando $V^- = V^+$ su tensión es de 0 voltios. A esto se le llama masa virtual.

Si hemos dicho que por i^- y i^+ no hay corriente la corriente total sería i ya que $i_3 = 0$ e $i = i_2$. Por lo tanto la ganancia de este circuito será:

Si $G = \dots$

$V_o = -i \cdot R_2$ El signo negativo significa que la señal está desfasada 180° . Recuerda que el análisis se hace de negativo a positivo.

$V_i = i \cdot R_1$

Ejercicio:

*Necesito un amplificador de ganancia 40 dB en lazo cerrado, si $R_2 = 100\Omega$. ¿Cuánto valdrá R_1 ?

Para averiguar la ganancia de este circuito debemos utilizar una operación logarítmica que relaciona los decibelios con la ganancia en tensión. Esto se explicara mas adelante.

$$dB = 20 * \log G$$

$$40dB = 20 * \log G; \Rightarrow \log G; 2 = \log G; \text{antilog} 2 = G = 100 \text{ veces}$$

log al pasar al otro lado del paréntesis se convierte en antilog

$$G = - ; 100 = - ; = R1 = 1!$$

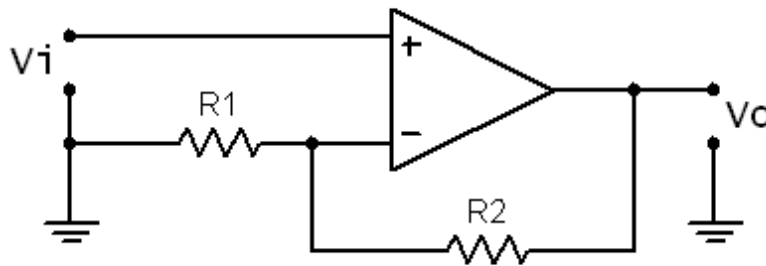
Recuerda: R1 pasa delante del igual multiplicando y G pasa al otro lado dividiendo

*Amplificador de ganancia 20 dB. Calcula sus resistencias.

*Amplificador de ganancia -20 dB. Calcula sus resistencias.

*Amplificador de ganancia 0 dB. Calcula sus resistencias.

Análisis del circuito no inversor



$$V_o = (R1 + R2) * i$$

$$V_i = i * R1 \quad G = ; \quad G =$$

Amplificador operacional como sumador

Este circuito lo utilizaremos para mezclar diferentes sonidos por varias entradas.

Aplicando la Ley de Ohm obtendremos las siguientes formulas:

$$i = i1 + i2 + i3$$

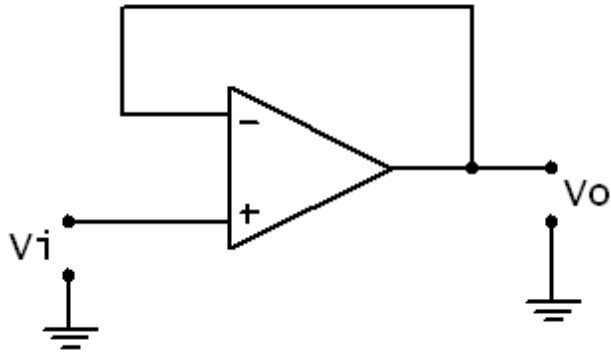
$$V_o = V_+ - i * R_R = 0 - i * R_R = - i * R_R$$

$$i1 =$$

$$i2 =$$

$i_3 =$

Amplificador Buffer



Este tipo de configuración se emplea para la adaptación de impedancia de dos circuitos.

$$V_o = V_i$$

Ganancia

Es el cociente entre la salida y la entrada

$$G =$$

*Ganancia de potencia:

$$G_p =$$

*Ganancia de tensión:

$$G_v =$$

El decibelio

Utilizaremos el decibelio para expresar una relación de ganancia o atenuación con respecto a una unidad que nos permitirá la suma simple entre ellos y la simplicidad a la hora de manejar cifras muy grandes. De esta manera se entiende que los decibelios no son lineales sino logarítmicos.

Ganancia: Es el incremento en veces o dB de una señal con respecto a la señal original.

Atenuación: Es el decremento en veces o dB de una señal con respecto a la señal original.

dB

$$G_p =$$

$$G_v =$$

Gi =

Cuando la salida de un circuito es mayor que la entrada hablamos de un circuito amplificador. Cuando la salida es menor que la entrada es un atenuador. Y cuando la salida es igual que la entrada, se trata de un circuito buffer.

Ejercicio:

Calcula la ganancia en dB de un amplificador al que se le aplica a la entrada un microvatio y a la salida obtenemos 1 vatio.

$$\text{dB} = 10 * \log ; 10 * \log = 60 \text{ dB}$$

¿Cuántos dB corresponden a una relación de potencia de 100 veces?

Respuesta 20 dB

$$\text{dB} = 10 * \log G_p: 10 * \log 100 = 20 \text{ dB}$$

Calcula la tensión de salida de un amplificador que se le aplica 1mV a la entrada y que tiene una ganancia de 60 dB.

$$\text{dB} = 20 * \log ; 60 = 20 * \log ; = \log ; \text{antilog } 3 = ;$$

$$V_o = 1000 * 1 \text{ mV} = 1000 \text{ mV} = 1 \text{ V}$$

La ganancia de un conjunto es la suma de todos ellos considerando el signo.

Los valores de dB se calculan con dos cifras decimales ya que no es práctico medir con más exactitud.

Ej.:

$$1 \text{ micrófono} = -75 \text{ dB}$$

$$1 \text{ preamplificador} = 90 \text{ dB}$$

$$1 \text{ amplificador} = 40 \text{ dB}$$

$$\text{Total} = -75 + 90 + 40 = 55 \text{ dB}$$

El Sonido

Introducción

El sonido es una onda mecánica longitudinal que se propaga a través de medios elásticos materiales como pueden ser el aire, el agua, etc. Lo produce un objeto vibrante que cede su movimiento a estos materiales, y se desplaza a través de él.

Al incidir la vibración sonora en el tímpano del oído, este vibrará aproximadamente a la misma frecuencia que la del objeto que produce la vibración. Produciéndose así la sensación auditiva.

El sonido se considera como una variación que se produce con una determinada rapidez o frecuencia sobre la

presión atmosférica estática del aire que puede ser percibida por el oído humano.

La presión podemos definir como la fuerza ejercida por unidad de superficie.

$P =$

Donde F es la fuerza ejercida y P la superficie donde se aplica dicha fuerza.

Podemos considerar el sonido:

Fenómeno físico: vibración que es capaz de producir una sensación auditiva.

Fenómeno fisiológico: sensación auditiva producida por una vibración.

Ondas longitudinales, transversales y esféricas.

Onda transversal: Las partículas del medio portador de la onda vibra perpendicular a la dirección de propagación de las ondas. Ej. Una piedra al caer al agua.

Onda longitudinal: El movimiento de las partículas del medio portador vibran a lo largo de la misma dirección en que se propaga el movimiento de las ondas. Ej. Un tambor.

Onda esférica: La propagación de la onda se realiza en todas direcciones.

Características de las señales sonoras

Velocidad del sonido y longitud de onda

La velocidad de propagación del sonido depende de la temperatura.

Siendo el medio de propagación el aire:

0° C = 331 m/s; 20° C = 343 m/s.

Se considera como valor estándar para los cálculos **340 m/s**.

La longitud de onda (λ), se define como la distancia entre dos valores máximos o mínimos sucesivos.

$v =$

Donde v = velocidad del sonido y T = periodo.

Frecuencia del sonido

La frecuencia es el número de ciclos que se repite en un segundo (F).

Al tiempo que tarda en repetirse una oscilación se le llama periodo (T).

$F =$

La relación entre la frecuencia, el periodo, la longitud de onda y la velocidad de propagación es la siguiente:

$$= v * T =$$

Magnitudes básicas de las señales sonoras

La intensidad sonora

La energía es mayor cuando aumenta la amplitud de sus vibraciones, incrementándose la energía transportada por el medio. Como consecuencia, la energía que llega a nuestro oído es mayor provocando una vibración más acentuada en el tímpano.

$$I =$$

$$I =$$

I es la intensidad sonora por superficie expresada en W/m^2 , W es la potencia acústica generada por una fuente sonora dada en vatios, r es el radio de la esfera desde el origen de la fuente sonora hasta la superficie afectada expresada en metros y m es la superficie afectada en metros.

Así se obtiene el nivel de intensidad sonora SIL, que se define como la cantidad de energía acústica que atraviesa por segundo un punto.

SIL

Al valor de intensidad sonora por debajo del cual es imposible obtener sensación auditiva y que designamos W_0 recibe el nombre de intensidad **umbral absoluta de audición**.

La intensidad umbral para la frecuencia de 1000 Hz es de $10^{-12} W/m^2$ que corresponde a 0dB. Y a la intensidad que produce en nuestro oído una sensación dolorosa, se le denomina **umbral de sensación dolorosa** W_d . Le corresponde una magnitud de $1 W/m^2$ que es superior a 120 dB.

La intensidad objetiva de un sonido es la energía de la oscilación sonora y la intensidad subjetiva es la impresión que un sonido de una determinada intensidad objetiva produce en nuestro oído.

Presión sonora

Son las variaciones de presión producida por una onda sonora, ejerciendo una fuerza sobre cada centímetro de superficie.

El nivel de presión sonora SPL se utiliza para expresar el nivel de un sonido.

La referencia para estas medidas es $2 * 10^{-5} N/m^2$ que es la presión acústica mínima capaz de producir sensación auditiva.

Potencia acústica

Es la energía irradiada al medio por unidad de tiempo (W).

El nivel de potencia sonora PWL:

PWL

Acústica fisiológica

El sonido como fenómeno fisiológico

El tono

Es la cualidad de los sonidos que permite distinguir entre las diferentes frecuencias (graves, medios y agudos). El tono de un sonido queda determinado por la frecuencia.

El timbre

Es la característica que permite diferenciar un sonido de un mismo tono pero de naturaleza diferente. Depende del número de armónicos y de la intensidad de ellos que acompañan a un sonido fundamental.

Los armónicos

Son ondas que acompañan a la frecuencia fundamental siendo sus frecuencias múltiplos de esta.

Relación señal/ruido (S/N)

Es la relación que existe entre los niveles de la señal útil y el ruido de fondo. Cuanto mayor sea este valor menos ruido tendremos.

Rango dinámico de una señal de audio

Es la diferencia que existe entre la amplitud de los pasajes musicales de mayor intensidad y de menor. Si el ruido es muy elevado, los pasajes musicales débiles quedaran cubiertos por el limitando la dinámica.

El oído y la audición

Una persona joven de 18 años puede percibir sonidos entre 20 Hz y 20 kHz., mientras que esa misma persona cuando alcanza los 60 años, no es capaz de percibir tonos superiores a 12 kHz.

Ya que los sonidos de tonos bajos se propagan con mayor facilidad y son más dañinos para el oído, la curva de audición de un oído no es a todas las frecuencias igual de sensible. Por ellos a frecuencias bajas, el oído es menos sensible que a las frecuencias altas.

Monofonía y estereofonía

Debido a que poseemos dos oídos podemos localizar la procedencia en el espacio de un sonido. Esta localización se basa en que el sonido que percibimos llega con distinto nivel y fase a cada oído. Mediante esta percepción podemos deducir dos cosas, la dirección y la distancia de la fuente emisora del sonido.

La estereofonía es la sensación de que los sonidos de una grabación se localizan en posiciones diferentes, y por otro lado, la monofonía no presenta sensación alguna, los sonidos se perciben todos como si estuvieran en un mismo punto.

– 9 –

I

V

V

0

V

I"

Lazo Abierto

i- V-

i+ V+

V_o

-

+

V

0

V

I"

V_o

V_i

-i * R₂

I * R₁

R₂

R₁

40

100

R₁

20

100

R₂

R₁

R1

100

V1

V2

R2

V3

R3

La tensión de salida es proporcional a la suma de las tensiones de entrada

$$(R1 + R2) * i$$

$$i * R1$$

$$R1 + R2$$

R1

Salida

Entrada

PotenciaSalida

PotenciaEntrada

TensionSalida

TensionEntrada

$$P = dB = 10 * \log$$

Po

Pi

$$V = dB = 20 * \log$$

Vo

Vi

$$I = dB = 10 * \log$$

Io

Ii

Po

Pi

Vo

Vi

Io

Ii

Po

Pi

1

1 * 10

-6

Vo

Vi

Vo

1 mV

60

20

Vo

1 mV

Vo

1 mV

F

S

T

1

T

v

F

W

m

2

2

W

4 r

2

-12

2

2

-5

2

$\text{dB} = 10 * \log$

W

10

-12

-12

I

10

$\text{dB} = 10 * \log$

-5

Pre

$2 \cdot 10$

$\text{SPLdB} = 20 \cdot \log$