

2 Electrónica Analógica

2.1 Amplificadores Operacionales.

2.2 Aplicaciones de los Amplificadores Operacionales.

2.3 Filtros.

2.4 Transistores.

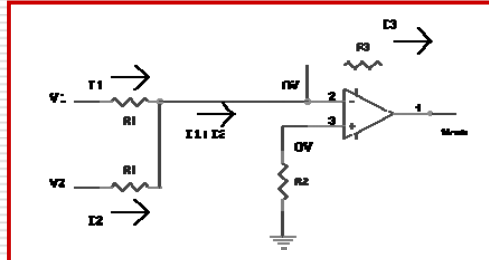
25

2.2 Aplicaciones de los Amplificadores Operacionales

Sumador Inversor
Sumador no inversor
Comparador
Integrador
Diferenciador

26

Sumador Inversor



V1 y V2 representan las señales de entrada.
 El circuito se analiza igual que el amplificador inversor con la diferencia que aquí la I3 es la suma de las corrientes I1 e I2:

$$I_3 = I_1 + I_2$$

27

Sumador Inversor

Calculamos I1: $V_1 = I_1 \cdot R_1$
 $I_1 = \frac{V_1}{R_1}$

Calculamos I2: $V_2 = I_2 \cdot R_1$
 $I_2 = \frac{V_2}{R_1}$

$I_3 = I_1 + I_2$
 $I_3 = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_1}$
 $I_3 = \frac{V_1 + V_2}{R_1}$

Además: $-V_{out} = I_3 \cdot R_3$
 $I_3 = \frac{-V_{out}}{R_3}$

$$\frac{-V_{out}}{R_3} = \frac{(V_1 + V_2)}{R_1}$$

$$V_{out} = -\frac{R_3}{R_1} \cdot (V_1 + V_2)$$

28

Sumador Inversor

Aplicación práctica: mezclador de audio

Las dos entradas (V1 y V2) pasan antes de ser mezcladas por sendos amplificadores inversores de ganancia variable.

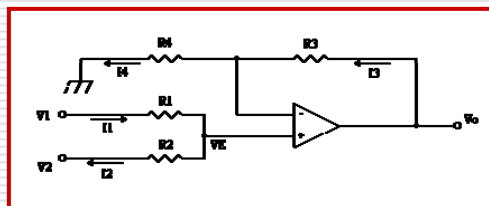
La ganancia de V1 será, $A_{v1} = -(R3 / R1)$.
Como R1 es 10K y R3 puede variar entre 0 y 10K, la ganancia de V1 variará entre 0 y -1.

Se puede variar el volumen de la entrada V1 desde 0 hasta el mismo nivel de entrada.

Y lo mismo pasa con V2.

Y después está el mezclador.
Con todas las resistencias iguales, tendrá una ganancia fija de -1.

Sumador no Inversor



$$I1 = I2 \quad I3 = I4$$

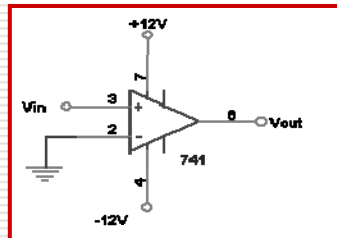
$$I4 = \frac{V_E - 0}{R4} \quad I3 = \frac{V_o - V_E}{R3} \quad I1 = \frac{V1 - V_E}{R1} \quad I2 = \frac{V_E - V2}{R2}$$

$$V_E = \frac{V1 \cdot R2 + V2 \cdot R1}{R1 + R2}$$

$$R4 \cdot V_o - V_E \cdot (R3 + R4) \Rightarrow V_E = \frac{R4 \cdot V_o}{R3 + R4}$$

$$V_o = \frac{(V1 \cdot R2 + V2 \cdot R1) \cdot R3 + R4}{R1 + R2} \cdot \frac{R3 + R4}{R4}$$

Comparador



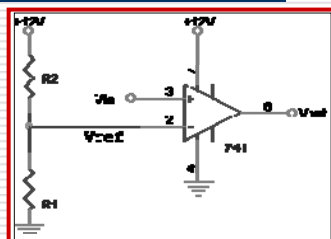
$$\begin{aligned} V_{in} > 0 & \Rightarrow V_{out} > 0 \\ V_{in} < 0 & \Rightarrow V_{out} < 0 \end{aligned}$$

* Cuando la tensión de la entrada no inversora (entrada +) es mayor que la de la entrada inversora (entrada -) el comparador produce una tensión de salida de nivel alto.

* Cuando la tensión de entrada no inversora es menor que la de la entrada inversora, el comparador produce una tensión de salida de nivel bajo.

31

Comparador. Ejemplo



La corriente que entra al operacional es 0 \Rightarrow

$$V_{ref} = 12 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Si $V_{in} > V_{ref}$:

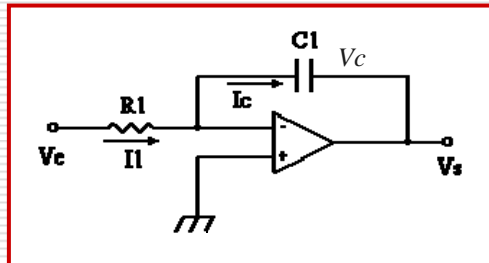
La tensión de salida estará a nivel alto (cercano a 12 voltios)

Si $V_{in} < V_{ref}$:

La tensión de salida estará a nivel bajo (cercano a 0 voltios)

32

Integrador



$$V = V_s$$

$$R_e = R1$$

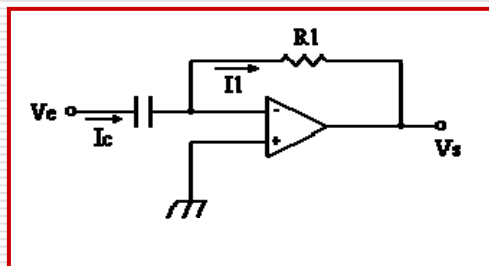
La onda de salida es distinta en forma a la de entrada:

$$I1 = \frac{V_c - 0}{R1}; \quad k = C \frac{dV}{dt}; \quad I1 = Ic; \quad V_s = -V_c$$

$$\frac{V_c}{R1} = C \frac{dV}{dt} \Rightarrow dV = \frac{V_c}{R1 \cdot C} \cdot dt \Rightarrow \int dV = \int \frac{V_c}{R1 \cdot C} \cdot dt \Rightarrow V = \frac{1}{R1 \cdot C} \int V_c \cdot dt$$

33

Diferenciador



La onda de salida es distinta en forma a la de entrada:

$$k = C \frac{dV}{dt}; \quad I1 = \frac{-V_s}{R1}; \quad k = I1; \quad V_s = -I1 \cdot R1$$

$$C \frac{dV}{dt} = \frac{-V_s}{R1} \Rightarrow V_s = -C \cdot R1 \frac{dV}{dt}$$

34