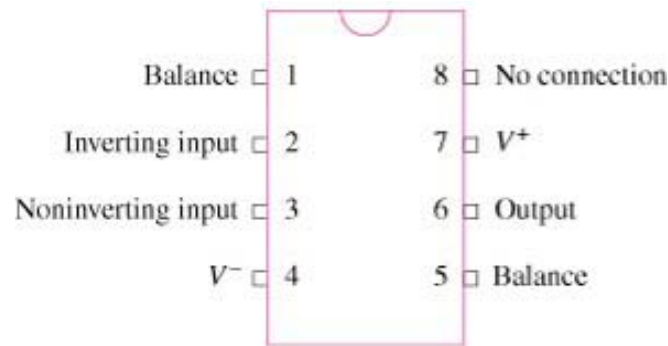


## Amplificadores operacionales

- El término amplificador operacional fue introducido en 1947 por John Ragazzini y sus colegas en su trabajo sobre computadoras analógicas para el Consejo de Investigación de la Defensa Nacional de EUA
- El amplificador operacional (amp op) es una unidad electrónica que se comporta como una fuente de tensión controlada por tensión
- El amp op es un elemento de circuito activo que se diseña para efectuar operaciones matemáticas de suma, sustracción, multiplicación, división, diferenciación e integración
- EL amp op está compuesto por un complejo arreglo de resistencias, transistores, capacitores y diodos
- Los amp op se consiguen comercialmente en paquetes de circuitos integrados en varias formas

## Amplificadores operacionales

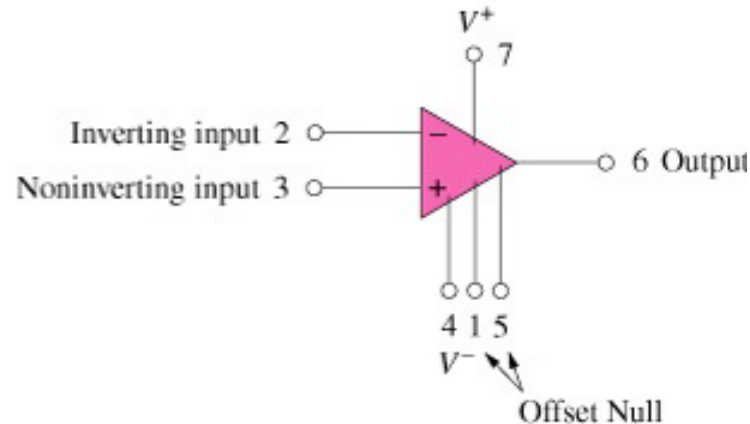
- Un empaque típico es el de línea doble de 8 terminales (DIP)



- Las terminales más importantes son:
  - La entrada inversora (terminal 2)
  - La entrada no inversora (terminal 3)
  - La salida (terminal 6)
  - El suministro de potencia positivo  $V^+$  (terminal 7)
  - El suministro de potencia negativo  $V^-$  (terminal 4)

## Amplificadores operacionales

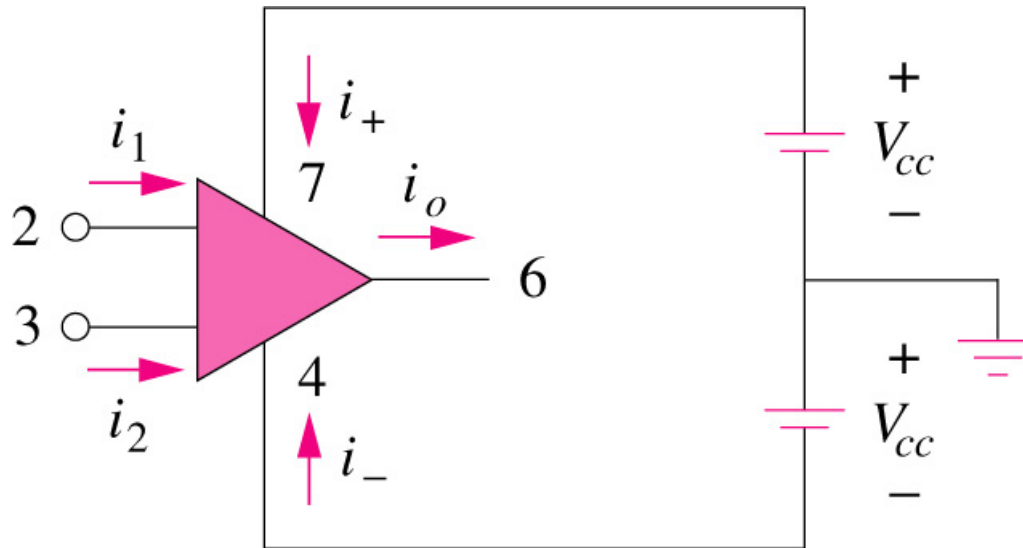
- El símbolo de circuito para el amp op es:



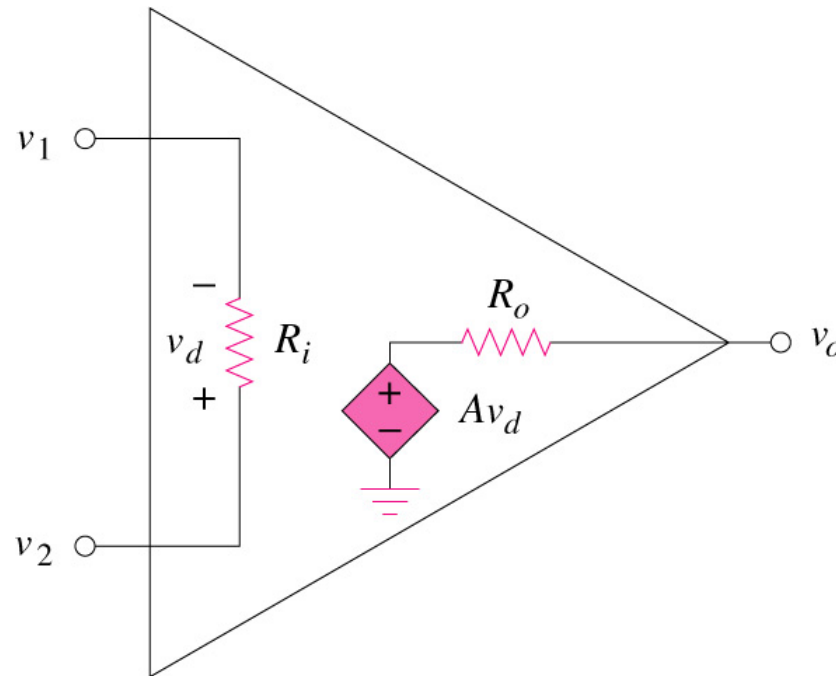
- El amp op tiene dos entradas y una salida, las entradas se marcan con  $(-)$  y  $(+)$  para especificar las entradas inversora y no inversora, respectivamente
- Una entrada aplicada a la terminal no inversora aparecerá con la misma polaridad en la salida
- Una entrada aplicada a la terminal inversora aparecerá invertida en la salida

## Amplificador operacional

- Como un elemento activo, es necesario un suministro de tensión al amp op
- Aunque por simplicidad los suministros de potencia se ignoran a menudo en los diagramas de circuito del amp op, no deben pasarse por alto las corrientes del suministro de potencia



$$i_o = i_1 + i_2 + i_+ + i_-$$

**Circuito equivalente del amp op**

- La sección de salida está compuesta por una fuente controlada por tensión en serie con la resistencia de salida  $R_o$
- La resistencia de entrada  $R_i$  es la resistencia equivalente de Thevenin vista desde las terminales de entrada
- La resistencia de salida  $R_o$  es la resistencia equivalente de Thevenin vista desde la salida

## Amplificador operacional

- La tensión de entrada diferencial  $v_d$  es:

$$v_d = v_2 - v_1$$

- Donde  $v_1$  es la tensión entre la terminal inversora y la tierra, y  $v_2$  es la tensión entre la terminal no inversora y la tierra
- El amp op registra la diferencia entre las dos entradas, la multiplica por la ganancia  $A$  y provoca que la tensión resultante aparezca a la salida
- La salida  $v_o$  está dada por:

$$v_o = Av_d = A(v_2 - v_1)$$

- $A$  se denomina ganancia en tensión de lazo abierto, debido a que se trata de la ganancia del amp op sin ninguna retroalimentación externa de la salida a la entrada