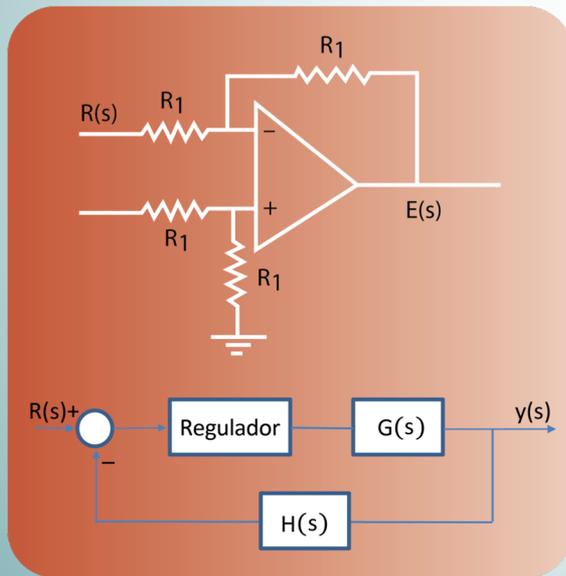


# Electrónica Básica, Control e Instrumentación

## Bloque III. Instrumentación

### Tema 3. Amplificadores de instrumentación



**Sandra Robla Gómez**  
**Elena Hoyos Villanueva**  
**José Ángel Miguel Díaz**

DPTO. DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA E  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA

Este tema se publica bajo Licencia:

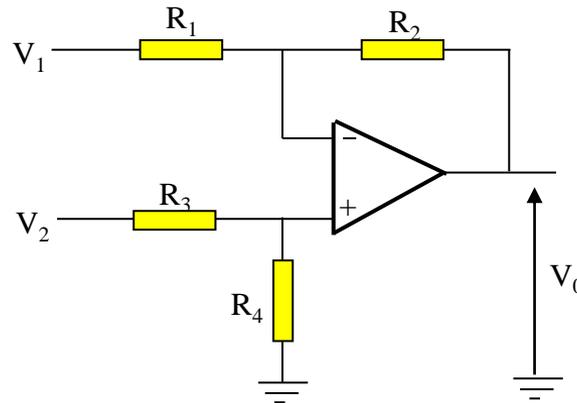
[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



## AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACIÓN:

- Es un amplificador diferencial de tensión de precisión
- Circuito optimizado para su trabajo en ambientes hostiles
- Debe ser capaz de amplificar señales del orden de microvoltios

## AMPLIFICADOR DIFERENCIAL:



Con un OA ideal:

$$V_{01} = -V_1 \cdot \frac{R_2}{R_1} \quad V_{02} = V_2 \left( \frac{R_4}{R_3 + R_4} \right) \cdot \left( \frac{R_1 + R_2}{R_1} \right)$$

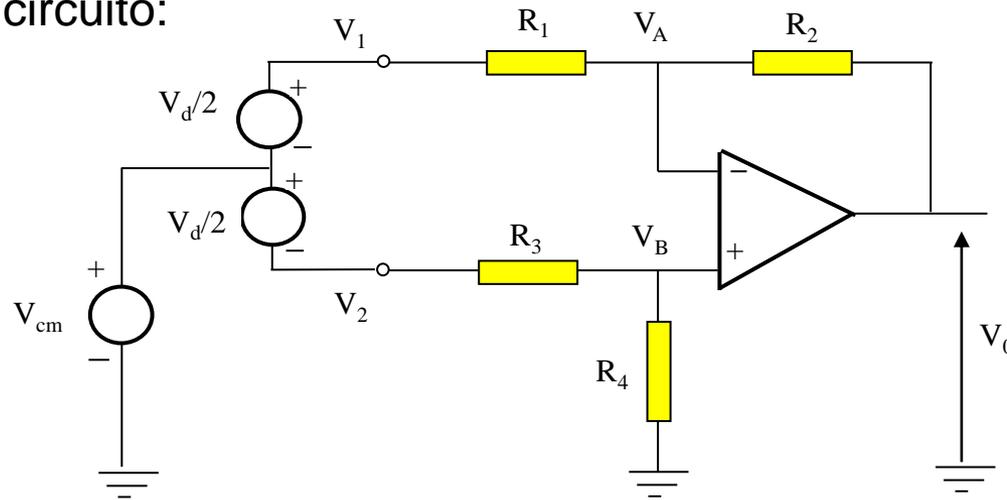
Si  $R_1=R_3$  y  $R_2=R_4$

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

En la entrada del AO aparece una señal en **modo diferencial**:  $V_d = V_1 - V_2$

y una señal en **modo común**:  $V_{cm} = \frac{V_1 + V_2}{2}$

Estudiamos el circuito:



$$V_A = \left( V_{cm} + \frac{V_d}{2} \right) \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} + V_0 \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_B = \left( V_{cm} - \frac{V_d}{2} \right) \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

Si es un AO ideal:  $V_A = V_B$ , entonces nos queda:

$$V_0 = \left( \frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{R_1 (R_3 + R_4)} \right) \cdot V_{cm} - \left( \frac{R_1 R_4 + R_2 R_3 + 2R_2 R_4}{R_1 (R_3 + R_4)} \right) \cdot \frac{V_d}{2}$$

Si se cumple:  $R_2 = R_4$  y  $R_1 = R_3$ :

$$V_0 = -\frac{R_2}{R_1} V_d = \frac{R_2}{R_1} (V_2 - V_1) = \frac{R_4}{R_3} (V_2 - V_1)$$

**LA SEÑAL DE SALIDA NO DEPENDERÁ DEL MODO COMÚN.**

En desventaja: Se tendrá que mantener la condición:  $\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}$

cuando  $V_1=V_2=V_{cm}$  : 
$$V_{0c} = \frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{R_1 (R_3 + R_4)} \cdot V_{cm}$$

**Por ejemplo:**  $R_1 = R_3 = R_4 = R$  y  $R_2 = 0.999 R$  (0,1% error)

$$V_{0c} = \frac{1 - 0,999}{2} \cdot V_{cm} = 0,0005 \cdot V_{cm}$$

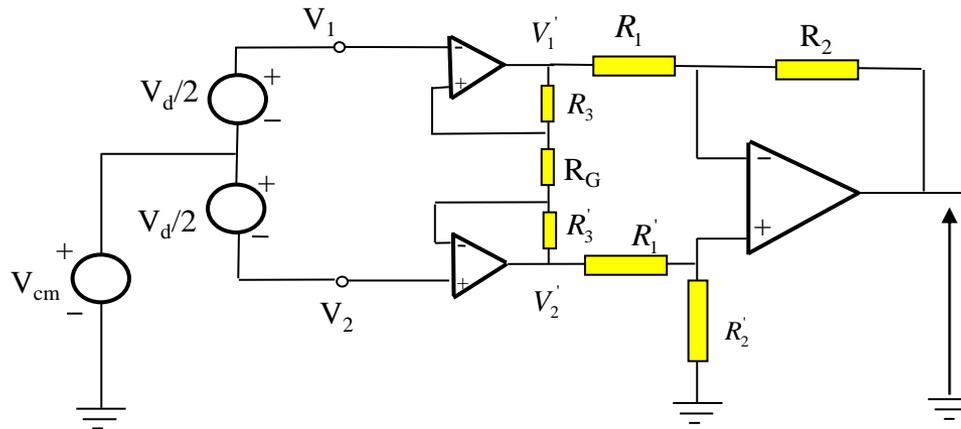
la ganancia en modo común será:

$$\frac{V_{0c}}{V_{cm}} = 5 \cdot 10^{-4} \qquad 20 \log 5 \cdot 10^{-4} = -66dB$$

En lugar de ser nula.

Otra desventaja es la baja impedancia del circuito

## AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACIÓN CON ALTA IMPEDANCIA DE ENTRADA



Aplicando el principio de superposición:

$$V_1' = \left( \frac{R_3 + R_G}{R_G} \right) \cdot V_1 - \frac{R_3}{R_G} V_2$$

$$V_2' = -\frac{R_3'}{R_G} V_1 + \left( \frac{R_3' + R_G}{R_G} \right) \cdot V_2$$

como:  $V_1 = \frac{V_d}{2} + V_{cm}$       y       $V_2 = -\frac{V_d}{2} + V_{cm}$

$$V_1' = \frac{V_d}{2} \left( 2 \frac{R_3}{R_G} + 1 \right) + V_{cm} \qquad V_2' = -\frac{V_d}{2} \left( 2 \frac{R_3'}{R_G} + 1 \right) + V_{cm}$$

$$V_1' - V_2' = \frac{V_d}{2} \left( 2 \frac{R_3}{R_G} + 1 \right) + \frac{V_d}{2} \left( 2 \frac{R_3'}{R_G} + 1 \right)$$

si:  $R_3' = R_3$

$$V_1' - V_2' = V_d \left( 2 \frac{R_3}{R_G} + 1 \right) = \left( 2 \frac{R_3}{R_G} + 1 \right) \cdot (V_1 - V_2)$$

Cuando:  $R_1' = R_1$                       y                       $R_2' = R_2$

$$V_0 = \frac{R_2}{R_1} \left( \frac{2R_3}{R_G} + 1 \right) (V_2 - V_1)$$

La ganancia puede ser fácilmente modificada variando la resistencia  $R_G$

**En circuitos integrados esta resistencia se conecta externamente.**

## Modelo ideal de un amplificador de instrumentación

