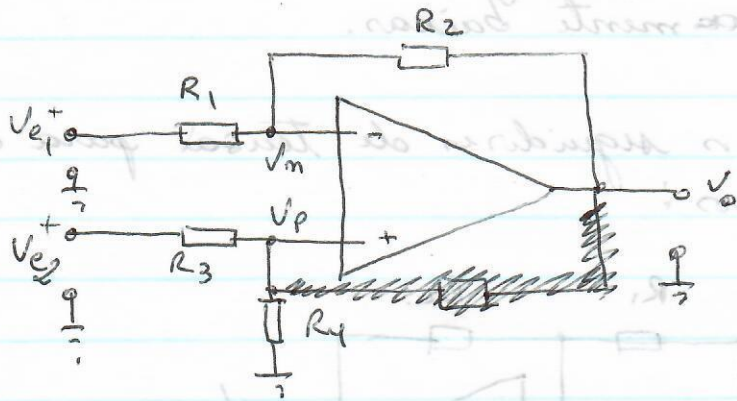


7. AMPLIFICADOR DE DIFERENÇA IDEAL



Aplicando-se o princípio de superposição!

a)  $V_{e2} = 0 \Rightarrow V_p = 0$

$$V_{o1} = -\frac{R_2}{R_1} V_{e1} \quad \text{e} \quad R_{ci} = R_1$$

b)  $V_{e1} = 0 \Rightarrow V_{o2} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_p$

onde  $V_p = \frac{R_4}{R_3 + R_4} V_{e2}$ .  $R_{e2} = R_3 + R_4$ .  
 $R_o = 0$

$$V_o = V_{o1} + V_{o2} = -\frac{R_2}{R_1} V_{e1} + \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4}\right) V_{e2}$$

$$\begin{aligned} \text{Se } \frac{R_2}{R_1} &= \frac{R_4}{R_3} \Rightarrow \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \left(\frac{R_4/R_3}{1 + \frac{R_4}{R_3}}\right) = \\ &= \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \left(\frac{R_2/R_1}{1 + \frac{R_2}{R_1}}\right) = \frac{R_2}{R_1} \end{aligned}$$

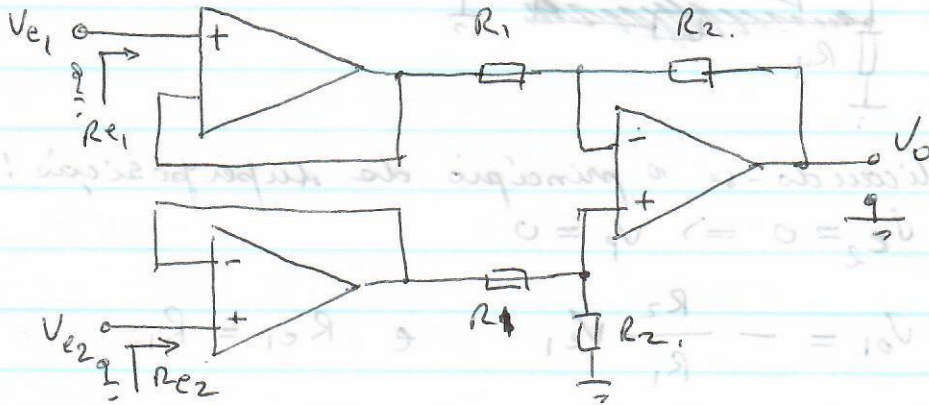
$$\therefore \boxed{V_o = \frac{R_2}{R_1} (V_{e2} - V_{e1})}$$

A saída é proporcional a diferença entre as entradas.

$\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}$  é a condição de balanceamento.

A resistências vistas pelas fontes  $V_{e1}$  e  $V_{e2}$  são finitas e relativamente baixas.

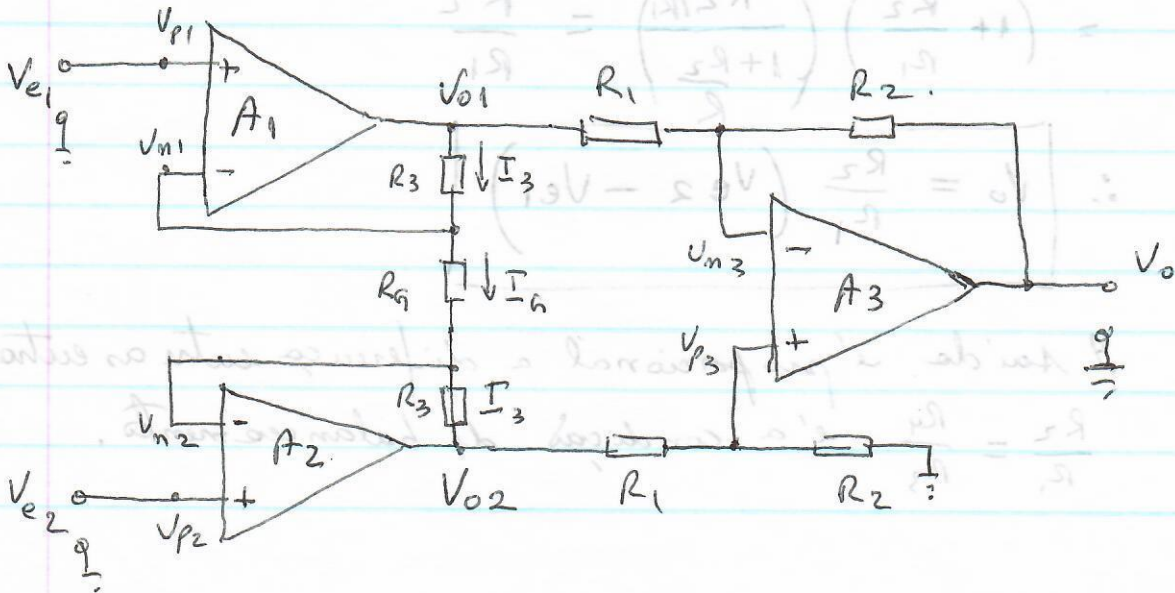
Se adicionássemos seguidores de tensão para as entradas teríamos:



e  $R_{e1} \rightarrow \infty$  e  $R_{e2} \rightarrow \infty$

Se ao invés de seguidores de tensão colocássemos amplificadores não inversores para as entradas, adicionaríamos ganhos de entrada para  $V_{e1}$  e para  $V_{e2}$ .

A configuração que normalmente se usa é a seguinte:



$$V_o = \frac{R_2}{R_1} (V_{o2} - V_{o1})$$

$$\text{Como } I_{d1} = I_{d2} = 0 \quad (I_{p1} = I_{p2} = I_{n1} = I_{n2} = 0)$$

$$I_3 = I_a \quad \text{e} \quad V_{o1} - V_{o2} = (2R_3 + R_a) I_a$$

$$\text{Mas } I_a = \frac{V_{m1} - V_{m2}}{R_a} \quad \text{e} \quad V_{m1} = V_{p1} = V_{e1}$$

$$V_{m2} = V_{p2} = V_{e2}$$

$$\therefore \frac{V_{e1} - V_{e2}}{R_a} = I_a \Rightarrow V_{o1} - V_{o2} = (2R_3 + R_a) \frac{1}{R_a} (V_{e1} - V_{e2})$$

$$\text{e} \quad V_{o1} - V_{o2} = \left(1 + \frac{2R_3}{R_a}\right) (V_{e1} - V_{e2})$$

$$\Rightarrow V_o = \underbrace{\frac{R_2}{R_1}}_{A_{II}} \underbrace{\left(1 + \frac{2R_3}{R_a}\right)}_{A_I} (V_{e2} - V_{e1})$$

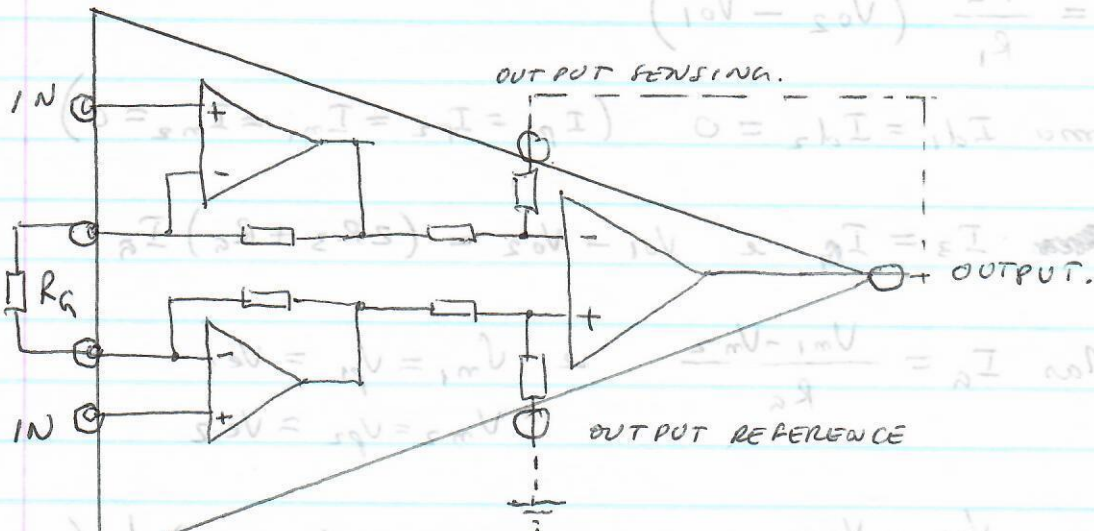
$A_{II}$  : ganho do estágio de saída

$A_I$  : ganho do estágio de entrada

$A = A_I A_{II} \rightarrow$  ganho total do amplificador

$R_a$  pode ser configurado externamente para determinar o ganho : fixo, variável ou programável.

A esse configuração dá-se o nome de AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTAÇÃO (AI)



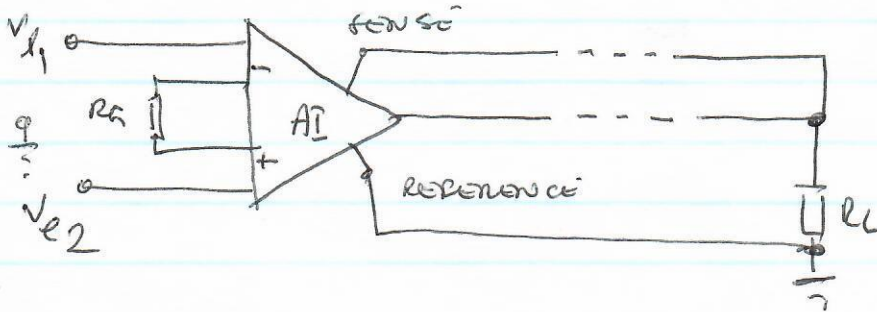
AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTAÇÃO MONOLÍTICO

CARACTERÍSTICAS :

1. Ganho finito, exato e estável (1 - 1000)
2. Impedâncias de entrada extremamente altas:
  - a)  $Z_{ed}$  = impedância de modo diferencial: define como a impedância equivalente entre os dois terminais de entrada.
  - b)  $Z_{ec}$  = impedância de modo comum: define como a impedância entre cada terminal de entrada e a terra (massa).
3. Impedância de saída,  $Z_o$ , extremamente baixa.
4. CMRR extremamente alta, tal que o dispositivo responde somente à diferença entre as tensões de entradas, ignorando componentes de entrada de modo comum.

Exemplo de uso dos terminais SENSE e REFERENCE

a) Conexão a uma carga distante ao amplificador.



Compensa a variação no ganho devido à resistência de conexão do sense à carga.

b) Ajuste de offset através da REFERENCE OUTPUT:

