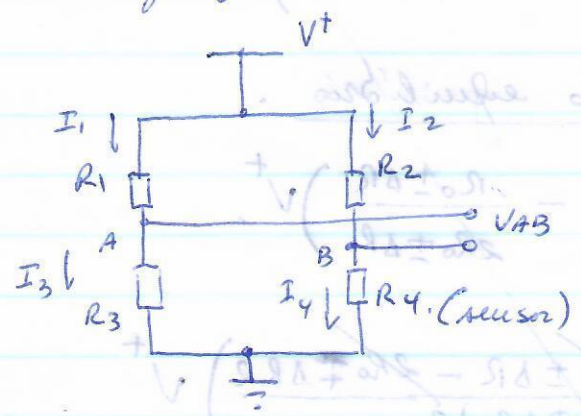


AMPLIFICADOR E INSTRUMENTAÇÃO E PONTE DE WHEATSTONE

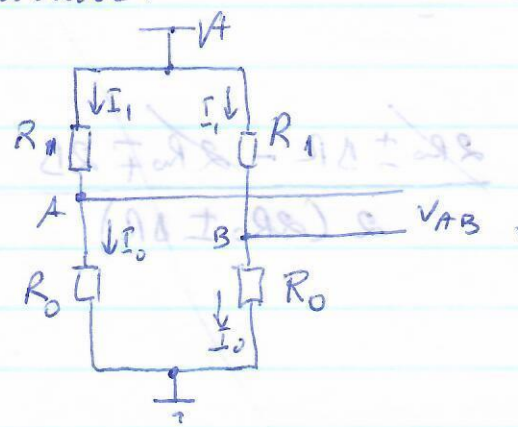
O circuito em ponte de Wheatstone é muito empregado com transdutores resistivos como RTDs, termistores, foto-resistores e strain-gauges.



Normalmente usa-se $R_1 = R_2$ e $R_3 = R_4 = R_0$, onde R_0 é o valor de resistência do sensor resistivo para um valor pré-estabelecido de grandeza sendo medida (temperatura, deformação, etc.).

Se o valor da grandeza se afasta desse valor de referência $\Rightarrow R + \Delta R$ ou $R - \Delta R$

Com a condição apresentada de acima podemos escrever:



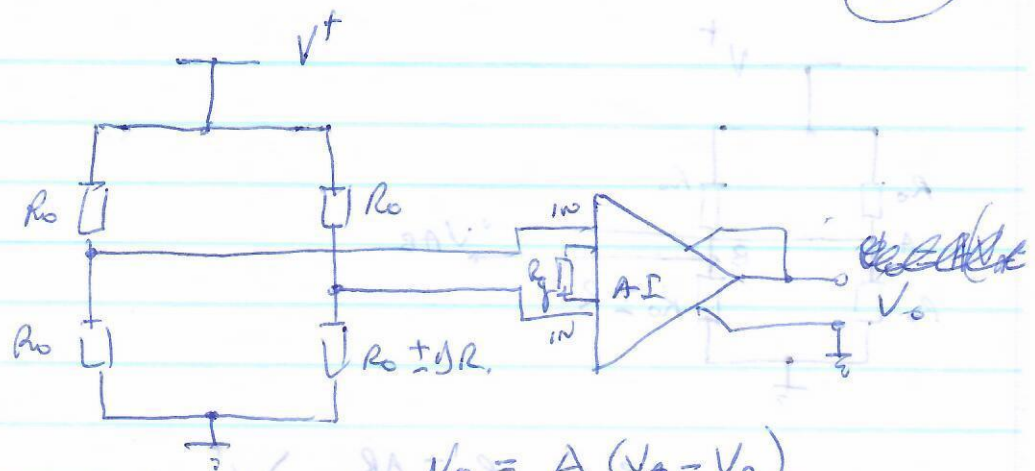
$$V_A = \frac{R_0}{R_1 + R_0} V^t \quad \text{e} \quad V_B = \frac{R_0}{R_1 + R_0} V^t$$

$$\text{e } V_A - V_B = 0$$

PONTE EM EQUILÍBRIO.

$$I_1 = I_0$$

Podemos usar $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_0$. Assim, temos:



$$V_0 = A(V_A - V_B)$$

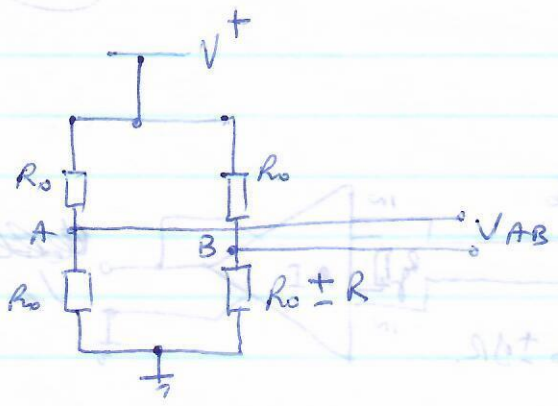


As correntes que passam nos braços do pontão devem ser suficientemente baixa para se evitar o efeito de auto-aquecimento dos resistores, produzindo erros de medida; mas devem ser suficientemente alta para produzir boa sensibilidade.

Atenção: verificar a precisão dos resistores e a precisão da fonte de alimentação.

Por outro lado, o valor das resistências estão dentro da faixa de tolerância e podem produzir um desbalanceamento do pontão mesmo com $V_A - V_B = 0$.

O circuito abaixo mostra uma configuração na qual dois potenciômetros (multipot) R_e e R_0 permitem ajustar o valor da corrente e o balanceamento do pontão, respectivamente.



$$V_A - V_B = \left(\frac{R_0}{2R_0} - \frac{R_0 \pm \Delta R}{R_0 + R_0 \pm \Delta R} \right) V^+ \neq 0$$

Assim, se $R_0 \pm \Delta R \Rightarrow$ Ponte desequilibrada.

$$V_A - V_B = \frac{2R_0 \pm \Delta R - 2R_0 \mp \Delta R \times 2}{4R_0 \pm 2\Delta R} V^+ = \frac{-\Delta R}{4R_0 + 2\Delta R} V^+$$

Fazendo $\delta = \frac{\Delta R}{R_0} \Rightarrow V_A - V_B = \frac{1}{4} \frac{\frac{\Delta R}{R_0}}{1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta R}{R_0}} V^+$

$V_A - V_B = \frac{1}{4} \cdot \frac{\delta}{1 + \frac{\delta}{2}}$

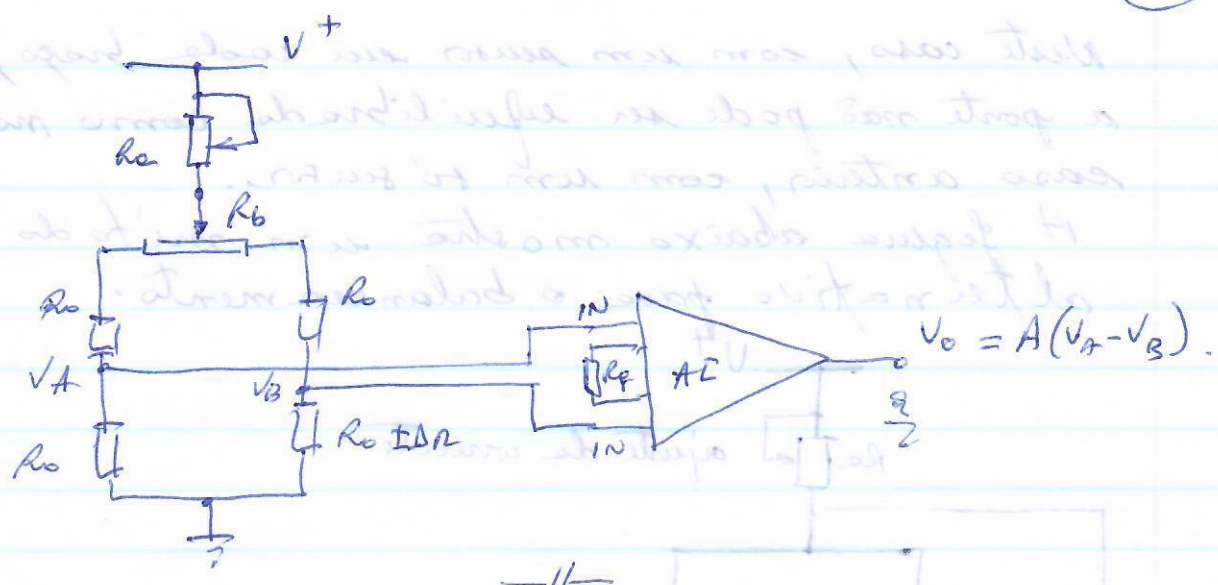
relação não linear!

Se $\Delta R \ll R_0 \Rightarrow$

$V_A - V_B = \frac{1}{4} \delta V^+$

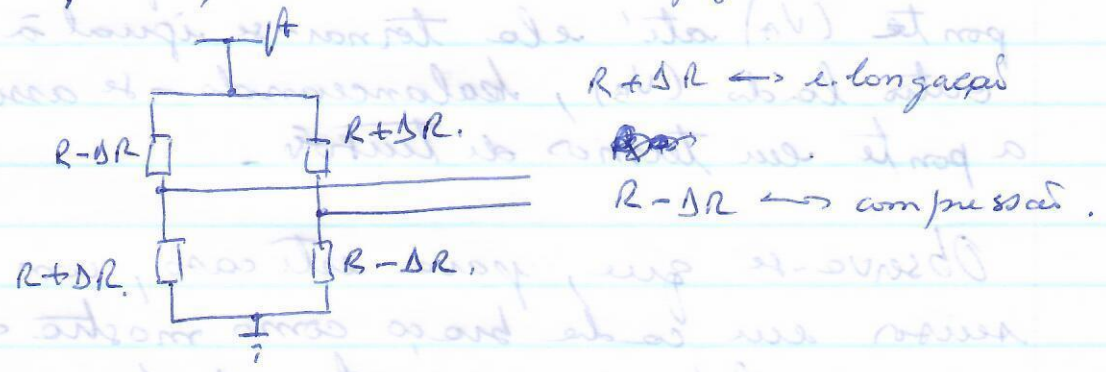
 linear:

~~esta~~ $V_A - V_B$ geralmente é muito pequeno, exigindo amplificação. O AI é o amplificador adequado para isso pois não carrega a ponte, possui entrada diferencial e pode produzir um ganho elevado. Devido à CMRR elevada apresenta rejeição aos sinais comuns existentes às duas saídas da ponte.



Ponte para strain-gauges:

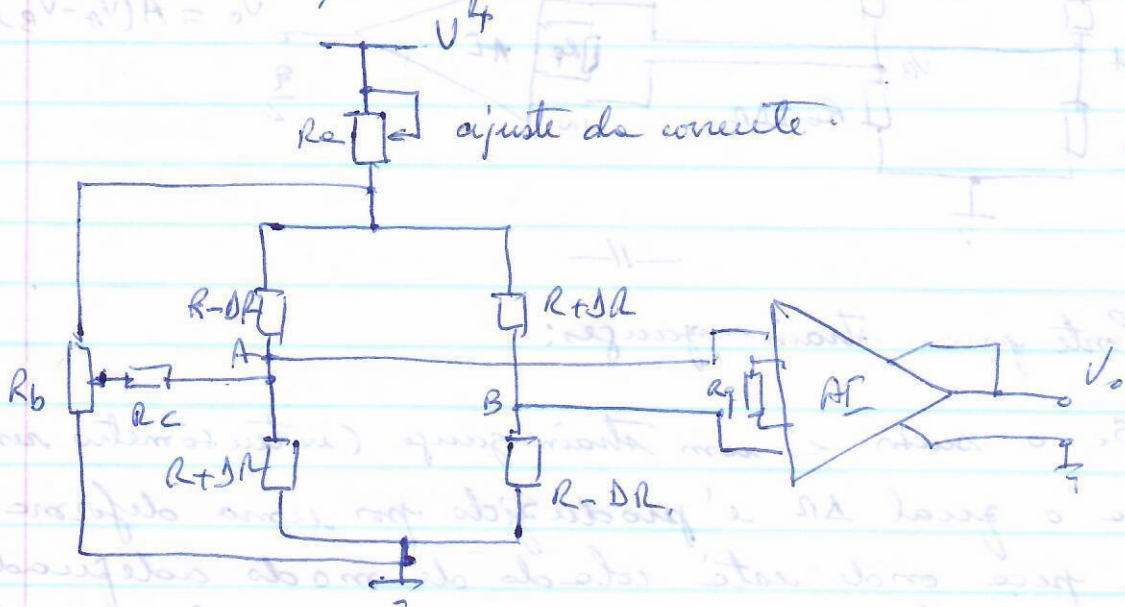
Se o sensor é um strain-gauge (extensômetro resistivo) para o qual ΔR é produzido por uma deformação na peça onde está colado de modo adequado, e uma força aplicada produz deformações simultâneas de compressão em uma face da peça e estiramento na outra, pode-se utilizar 4 sensores (strain-gauges) um em cada braço da ponte, com deformações similares em braços opostos, como mostra a figura abaixo:



$$V_A - V_B = \left(\frac{R + \Delta R}{R - \Delta R + R + \Delta R} - \frac{R - \Delta R}{R + \Delta R + R - \Delta R} \right) V^+ = \left(\frac{R + \Delta R}{2R} - \frac{R - \Delta R}{2R} \right) V^+ = \frac{2\Delta R}{2R} V^+ = V^+ \frac{\Delta R}{R} = V^+ \epsilon$$

Neste caso, com um sensor em cada braço, a ponte não pode ser equilibrada como no caso anterior, com um só sensor.

A figura abaixo mostra um método alternativo para o balanceamento.



O potenciômetro R_b (multivolts) e R_c

O ajuste de R_b aumenta ou diminui a corrente em R_c , aumentando ou diminuindo a tensão do lado esquerdo da ponte (V_A) até ele tornar-se igual à do outro lado (V_B), balanceando-se assim a ponte em termos de tensões.

Observe-se que, para este caso, com um sensor em cada braço como mostra a figura acima, há um aumento de 4x na sensibilidade da ponte:

$$\frac{1}{4} \delta V^+ \rightarrow \delta V^+$$