

3. Métodos de Medição e Instrumentação

Sumário

3.1 Introdução

3.2 Métodos de medição

3.2.1 Métodos analógicos

3.2.2 Métodos digitais

3.2.3 Métodos de comparação

3.2.4 Métodos de medição de resistência

Método do voltímetro-amperímetro

Medição recorrendo à lei de ohm

Medição de desequilíbrios resistivos

3.3 Instrumentos de medição

3.3.1 Caracterização dos instrumentos de medição

Caracterização estática

Caracterização dinâmica

3.4 Sistemas de medição

Métodos de Medição

Um **método de medição** é uma *sequência lógica de operações, descritas genericamente, utilizadas na execução de medições* [VIM 2.4].

- **Métodos analógicos**

Exemplos:

- a medição directa de uma tensão contínua com um voltímetro de indicação analógica é um método analógico de medição.
- os registadores galvanométricos (por exemplo, um sismógrafo ou um electrocardiógrafo) e os osciloscópios.

- **Métodos digitais**

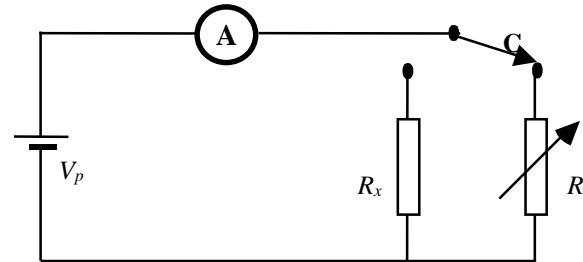
Exemplos:

- multímetro digital, contador digital, osciloscópio digital.
- Sistemas de instrumentação, instrumentação inteligente

- **Métodos de comparação**

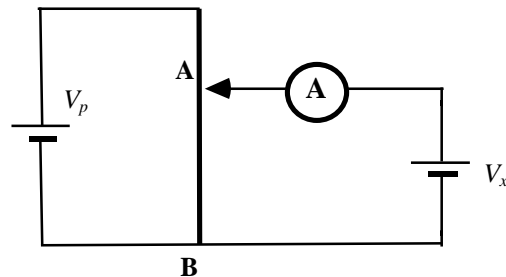
Métodos de comparação

Método de substituição



Métodos de zero

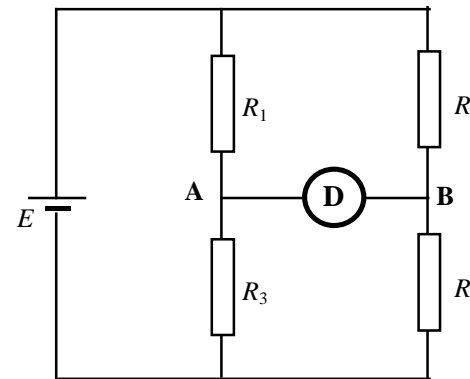
Potenciómetro



Na condição de corrente nula no amperímetro é:

$$V_x = V_{AB} = V_p \cdot \frac{R_{AB}}{R}$$

Ponte de Wheatstone



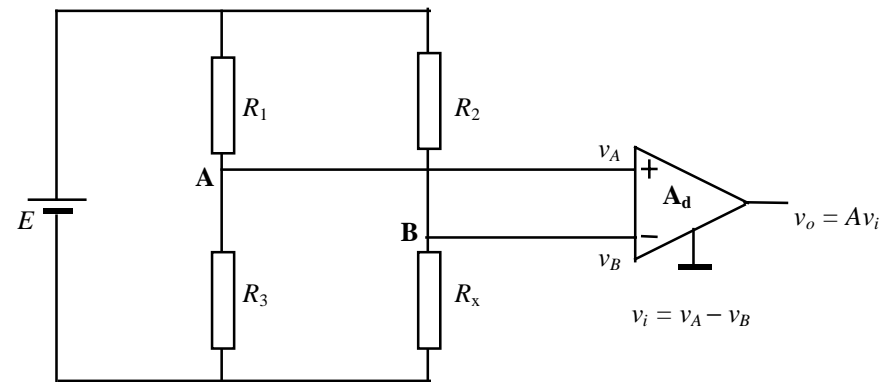
Na condição de corrente nula no detector (a condição de equilíbrio da ponte) é:

$$E \frac{R_3}{R_1 + R_3} = E \frac{R_x}{R_2 + R_x} \quad \text{e} \quad R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1}$$

Métodos de comparação

Método diferencial: é medida a diferença entre duas grandezas, por exemplo, a diferença de potencial

$$v_A - v_B$$



Neste circuito, a tensão de saída é:

$$v_o = A (v_A - v_B) = AE \left(\frac{R_3}{R_1 + R_3} - \frac{R_x}{R_2 + R_x} \right)$$

$$v_o = AE \frac{R_2 R_3 - R_1 R_x}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_x)}$$

O circuito pode ser usado para a medição de desequilíbrios resistivos ΔR . Fazendo $R_1 = R_2 = R_3 = R$ e $R_x = R + \Delta R$, é:

$$v_o = AE \left(\frac{R}{2R} - \frac{R + \Delta R}{2R + \Delta R} \right) = -AE \frac{\Delta R}{4R + 2\Delta R}$$

Para $\Delta R \ll R$, resulta:

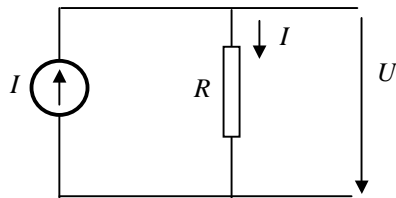
$$v_o \approx -AE \frac{\Delta R}{4R}$$

Métodos de medição de resistência

Método diferencial é usado para a medição de desequilíbrios resistivos.

Método de zero, concretizado por uma ponte de Wheatstone para a medição de resistência.

Métodos indirectos, recorrendo à lei de Ohm.

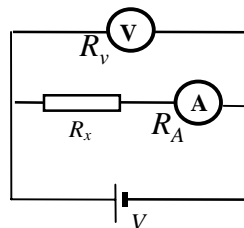


Injectando corrente constante, de valor conhecido, a medição da resistência R pode ser feita através da medição da tensão U , já que é

$$R = \frac{U}{I}$$

Método do voltímetro-amperímetro

Montagem de longa derivação



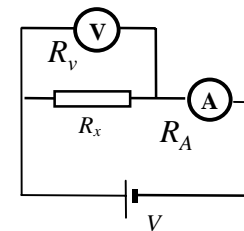
A resistência medida, R_m , é a razão das duas leituras, de tensão, V_m , e de corrente, I_m , isto é,

$$R_m = \frac{V_m}{I_m}$$

$$R_m = R_x + R_A$$

$$\delta_l = |R_m - R_x| = R_A$$

Montagem de curta derivação



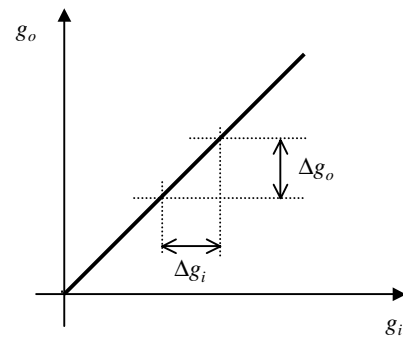
$$R_m = \frac{R_v R_x}{R_v + R_x}$$

$$\delta_c = |R_m - R_x| = \frac{R_x^2}{R_x + R_v}$$

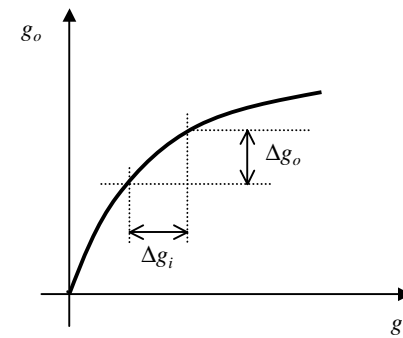
Caracterização dos Instrumentos de Medição

Caracterização estática

Sensibilidade, S , de um instrumento de medição é o *quociente da variação da resposta do instrumento de medição, Δg_o , pela variação correspondente do estímulo, Δg_i* $S = \frac{\Delta g_o}{\Delta g_i}$



Sensibilidade constante



Sensibilidade variável

Resolução de um dispositivo indicador é a menor diferença entre indicações de um dispositivo indicador que se podem distinguir significativamente

Deriva é a variação lenta de uma característica metrológica de um instrumento de medição

Folga é o máximo intervalo de valores no interior do qual o estímulo pode ser modificado em ambos os sentidos sem provocar variação da resposta do instrumento de medição

Histerese é uma propriedade do instrumento de medição cuja resposta a um sinal de entrada depende da sequência dos sinais de entrada precedentes

Caracterização dos Instrumentos de Medição

Caracterização dinâmica

Tempo de resposta, t_o , é o tempo que decorre após uma variação repentina do sinal de entrada até que o sinal de saída atinja, dentro de limites especificados, o seu valor final em regime estável e nele se mantenha

Tempo de subida t_r é o intervalo de tempo que a saída demora a passar de 10 % a 90 % do valor final

As **Frequências inferior e superior de corte, f_1 e f_2** são as frequências para as quais se observa uma redução de ganho de -3 dB relativamente ao ganho observado às frequências intermédias

