

Instrumento de medida

Objetivo:

Estudar a relação entre o alcance (fundo de escala) e a resistência interna de instrumento de medida.

Tópicos examinados

Leis de Kirchhoff; circuito; tensão; corrente; resistência; **divisor de tensão**; **divisor de corrente**.

Componente e material:

- Bateria 9V, 12V
- Reostato 10R, 100R, 1K, 1M
- Resistor 1K2
- Galvanômetro
- Conectores
- Clipe

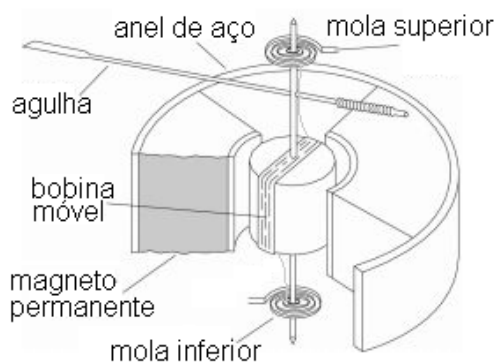


fig.1 galvanômetro d'Ansonval

Contexto

A resistência interna do instrumento de medida altera os circuitos aos quais são conectados e deve ser levada em conta.

As experiências realizadas até agora no curso foram projetadas de forma a tornar o efeito das resistências dos instrumentos pouco importante. Os voltímetros, ohmímetros e amperímetros utilizados no curso tem um dispositivo em comum sensível a corrente, (galvanômetro d'Ansonval) fig 1. Dessa forma, os **galvanômetros** são **amperímetros** de grande sensibilidade. Quando não há interesse no valor da intensidade da corrente, o galvanômetro pode ser utilizado para detectar correntes elétricas em qualquer sentido.

O projeto de um voltímetro, de um amperímetro ou de ohmímetro começa com um elemento "current-sensitive" sensível a corrente.

Atividade

Parte I Resistência interna

A resistência do galvanômetro e a corrente que provoca a deflexão em escala completa (fundo de escala) são dois parâmetros importantes no projeto de um amperímetro ou de um volímetro.

Valores típicos destes parâmetros são $R_a = 20\Omega$ e $i_a = 0.5\text{mA}$.

Procedimento:

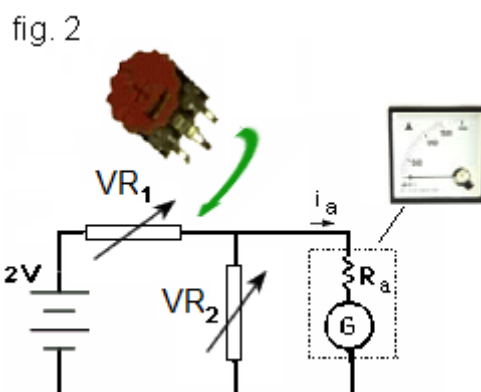
a. Implemente o circuito esquematizado na fig.2

Nota prática: - Antes de completar o circuito o reostato VR_1 (1M) deve ser ajustado para seu valor **máximo** de resistência. Isto permite que a corrente deva ser aumentada enquanto a resistência do reostato é reduzida. Se você iniciar com o reostato em resistência zero existe a possibilidade de que a corrente inicial demasiada resulte em prejuízos para um ou mais componente do circuito.

b. Desconecte do circuito o resistor variável, VR_2 .

c. Com VR_2 (100R ou próximo) fora do circuito, ajuste o reostato VR_1 (1M) de forma a ser obtida deflexão máxima de escala. Obtenha a corrente máxima i_a _____

d. Com VR_2 ajustado para o valor **mínimo** de resistência conecte-o novamente no circuito. Ajuste VR_2 , até ser obtido deflexão de meia escala, nesse ponto ($R_a = VR_2$).

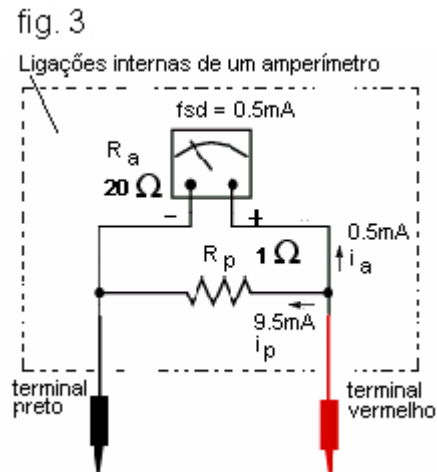


Parte II

Resistência em derivação (shunt)

Amperímetro

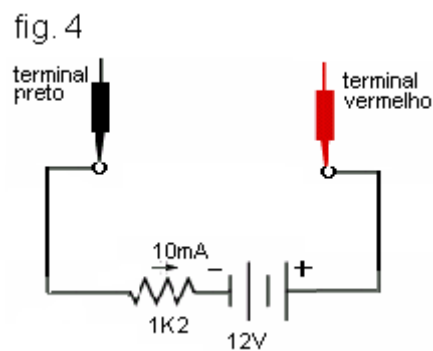
Chama-se Shunt a resistência R_p que se adiciona em paralelo a um amperímetro básico para permitir ao mesmo medir uma corrente superior ao seu fundo de escala “f.s.d”, fig.3.



Procedimento:

a. Determine a resistência em paralelo R_p (Shunt) que deve ser adicionada ao “medidor” do esquema da fig.3 para transformá-lo em um miliamperímetro de alcance **10mA**.

b. Ligue o circuito esquematizado na fig. 4.



c. “Check” o alcance do miliamperímetro atual.

Parte III

Medida da tensão por leitura da corrente

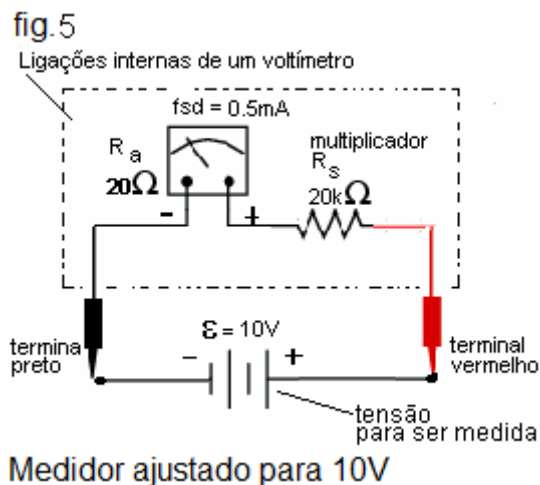
Voltímetro

Enquanto que o amperímetro mede a circulação de corrente, o voltímetro deve indicar a tensão a que o circuito está submetido. Como a corrente é proporcional à tensão, podemos medir a corrente que é gerada por esta tensão e apresentar o valor medido numa escala graduada em volts.

Para permitir o uso do medidor básico como voltímetro, é conectado um resistor em série com o instrumento, chamado resistor multiplicador, fig.5.

Procedimento:

- Ligue o circuito esquematizado na fig.5.
- Determine a resistência em série R_s que deve ser adicionada ao circuito para transformar o galvanômetro em um voltímetro de 12 volts. Ajuste R_s para obter o fundo de escala do galvanômetro. "Check" o alcance do voltímetro.

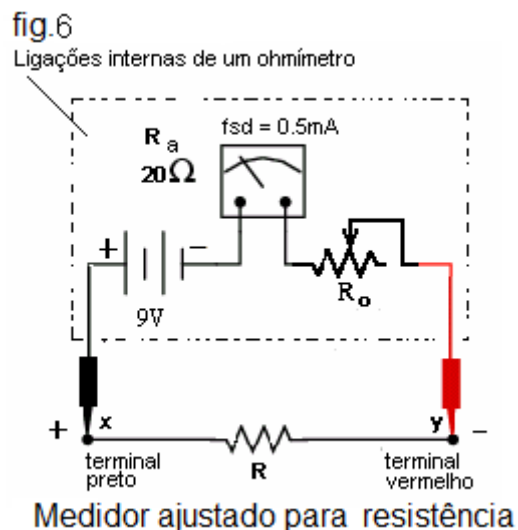


Parte IV Medida da resistência por leitura de corrente e voltagem

Ohmímetro

.Para medida de resistência elétrica, entra em operação a bateria interna do ohmímetro. A tensão sobre o resistor desconhecido, R , permite a medida da resistência elétrica mediante a leitura da corrente que circula por ele e apresentar o valor medido numa escala graduada em ohms. fig.6.

Note que o terminal preto do multímetro analógico tem polaridade positiva por causa da bateria interna que entra em operação quando o multímetro atua como ohmímetro.



Procedimento:

- Implemente o circuito da fig.6.
- Ajuste R_o de tal forma que para $R = 0$ (x, y curto-circuitados) a corrente seja a do fundo de escala do medidor.
- Obtenha outros pontos correspondentes de calibração mediante o uso de valores conhecidos de R , conectando-os consecutivamente entre os pontos x e y . Responda: - Que indica o medidor atual, para uma deflexão de meia escala? O valor de R pode ser calculado, sendo conhecido a voltagem entre seus terminais, $R = V / I$.

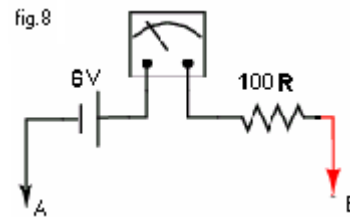
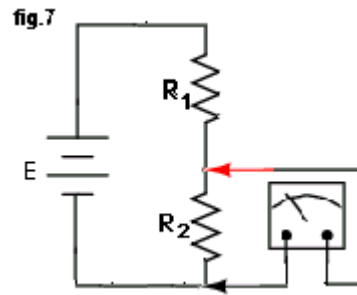
Questões:

1. Para o galvanômetro que tem resistência interna $R_a = 50\Omega$ e admite circulação de corrente de até 0.5mA .

a. Poderia o galvanômetro, sem o resistor multiplicador, ser usado como medidor de tensão? Em que valores?

b. Qual o shunt que deve ser associado ao galvanômetro para medir correntes de até 10mA ?

c. Qual a resistência que deve ser associada ao galvanômetro para permitir a leitura de até 12V ?



2. No circuito da fig.7, o voltmetro tem resistência r

a. Qual será a leitura, se ele for ligado a R_2 , como é mostrado na figura?

b. Qual era a tensão em R_2 , antes do voltmetro ser ligado?

3. O ohmímetro é um dispositivo para medir resistências desconhecidas. No circuito da fig.8 quando os "borns" **A** e **B** estão em curto-circuito, $i = 60\text{mA}$, e é obtida a deflexão máxima de escala que indica 0 ohm .

a. Que indica o medidor, para uma deflexão de meia escala?

b. Que indica o medidor, para uma deflexão de $\frac{1}{4}$ de escala?

Anexo

Amperímetro

Exemplo: o amperímetro cujo "f.s.d." é 0.5mA . Conectado num circuito cuja corrente máxima é 10mA , em paralelo a este amperímetro, se conecta uma resistência R_p de valor tal que permita a seguinte distribuição de corrente:

Através do amperímetro $i_a = 0.5\text{mA}$.

Através do "shunt" R_p ; $i_p = 9.5\text{mA}$ de maneira que

$$i_a + i_p = 0,5 + 9,5 = 10,0\text{mA}.$$

Com o valor da resistência do amperímetro, $R_a = 20\Omega$, o problema é resolvido da seguinte forma: a voltagem nos terminais do amperímetro é a mesma que a existente nos bornes do “Shunt” R_p , pois os dois estão em paralelo fig. 3.

$$R_a I_a = R_p I_p \quad R_p = R_a \cdot I_a / I_p = 20 \cdot 0,5 / 9,5 \cong 1\Omega$$

Voltímetro

Exemplo: se $\varepsilon = 10V$, $R_a = 20R$ então o resistor multiplicador R_s deve ser – pela lei de ohm $20k\Omega$.

$$I_a = V / (R_s + R_a) \quad I_a \cdot (R_s + R_a) = 10V$$

$$R_s + R_a = 10V / (0,5 \cdot 10^{-3} A) = 2 \cdot 10^4 \Omega \quad R_s = 20k\Omega$$

Referências

1. <http://www.hyperstaffs.info/work/physics/child/main.html>
2. <http://www.scribd.com/doc/7633604/Eletricidade1>
3. <http://efisica.if.usp.br/eletricidade/basico/fenomenos/>
4. http://people.clarkson.edu/~svoboda/eta/Circuit_Design

Outros textos

5. Young & Freedman, Física, São Paulo, Addison Wesley, 2009
6. Halliday Y, D & Resnick, R Fundamentos da Física, Rio de Janeiro, LTC, 1991.
7. Sears, F. & Zemansky, W. Física, Rio de Janeiro, LTC, 1981.
8. Purcell, E., Eletricidade e Magnetismo Curso de Física de Berkeley, São Paulo – SP, Editora Edgard Blucher, 1973.