

INTRODUÇÃO

Tendo em mente o conteúdo exposto nas aulas anteriores e informações complementares passadas durante a aula prática, vamos realizar uma atividade que exercite o uso de um multímetro, determinando a resistividade de dois materiais condutores distintos. Adicionalmente, vamos revisar a utilização de uma fonte de alimentação de bancada.

OBJETIVOS

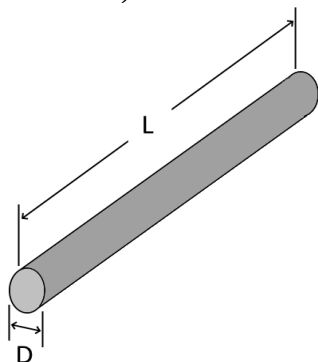
- Exercitar os conteúdos relacionados com a resistividade elétrica de materiais condutores,
- Praticar a utilização de um multímetro e
- Comprovar as afirmações teóricas relacionadas com o presente tema.

MATERIAL UTILIZADO

- Conjunto experimental dedicado,
- Multímetros,
- Fonte de alimentação, e
- Cabos para interconexões.

RESUMO DAS BASES TEÓRICAS

Considerando um fio condutor maciço, de formato cilíndrico, caracterizado por um comprimento L (dado em m) e um diâmetro D (dado em m), sua resistência, R , pode ser calculada via a expressão:



$$R = \rho \cdot \frac{L}{A} \quad \text{com} \quad A = \pi \cdot r^2 = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \quad (1)$$

onde A é a área da seção reta do condutor (dado em m^2), $r = D/2$ é o raio do condutor (dado em m), e ρ é a resistividade do material que compõem o condutor (dado em $\Omega \cdot \text{m}$). Por outro lado, se tal condutor encontra-se submetido a uma diferença de potencial V , e sendo I a corrente que flui através dele, teremos pela lei de Ohm que $R = V/I$. Portanto, igualando ambas as expressões, obtemos:

$$\rho = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{D^2}{L} \cdot \frac{V}{I} \quad (2)$$

Dessa maneira, conhecendo as dimensões características do fio e determinando experimentalmente V e I , podemos obter a resistividade elétrica do material que compõem esse condutor.

Na presente atividade, utilizaremos um arranjo experimental simplificado composto por dois multímetros, uma fonte de alimentação e o conjunto experimental mostrado na página seguinte. Esse kit experimental possui dois condutores finos, um fio de amarelo CrNi, tipicamente usado em ortodontia, e um fio de tungstênio GE 218 (W), empregado usualmente para a confecção de filamentos de lâmpadas e similares. Em ambos os casos o comprimento é $L = 132,3 \text{ mm}$, sendo os respectivos diâmetros $D = 0,32 \text{ mm}$ (CrNi) e $D = 0,18 \text{ mm}$ (W), conforme indicados nos kits. As resistividades nominais, de acordo com a literatura fornecida pelos fabricantes, são $\rho_{\text{CrNi}} = 9,50 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$ (para o fio de amarelo) e $\rho_{\text{W}} = 8,82 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ (para o fio de tungstênio). Cabe ressaltar que a resistividade tabelada do tungstênio puro é $\rho_{\text{W (PURO)}} = 5,65 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$. Contudo, o fio disponível fabricado pela General Electric (GE), apresenta uma resistividade mais elevada devido à presença de contaminantes, revestimento, passivação e detalhes relacionados com o processo de manufatura.

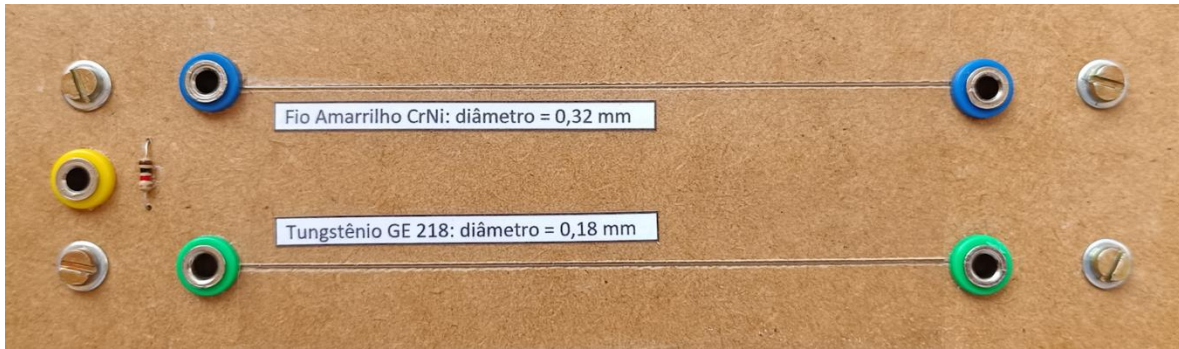


Figura 1: Ilustração da construção experimental.

PROCEDIMENTOS BÁSICOS

1. Ajuste um dos multímetros, selecionando o modo de operação “ohmímetro” e optando pela escala de 200 Ω . Efetue a medida da resistência de ambos os fios condutores, preenchendo a tabela abaixo. Com base nessa medida, calcule a resistividade usando a expressão (1). Determine também o desvio, $\Delta\%$, com relação ao valor de referência fornecido pelos fabricantes dos materiais. Tome muito cuidado com as unidades de cada grandeza.

Fio	L (m)	D (m)	R (Ω)	ρ (Ωm)	ρ_{REF} (Ωm)	$\Delta\%$
CrNi	$132,3 \times 10^{-3}$	$0,32 \times 10^{-3}$			$9,50 \times 10^{-7}$	
W	$132,3 \times 10^{-3}$	$0,18 \times 10^{-3}$			$8,82 \times 10^{-8}$	

Lembremos que $\rho = (\pi/4)(D^2/L)R$ e $\Delta\% = 100[(\rho - \rho_{REF})/\rho_{REF}]$, onde valores negativos de $\Delta\%$ representam desvios abaixo do valor de referência, e valores positivos representando desvios acima de tal referência.

2. Primeiramente iremos proceder a determinação da resistividade do fio de amarelo CrNi (**terminais azuis**). Para isso, efetue a montagem indicada na figura abaixo observando a conexão que emprega um pino banana com derivação. O voltímetro deve ser ajustado para a escala de 200 mV, e o amperímetro para a escala de 20 mA. Durante a montagem a fonte de alimentação deverá permanecer desligada, sendo todos seus ajustes de corrente e tensão ajustados para valores nulos. Ao final, consulte o professor para revisar a montagem.

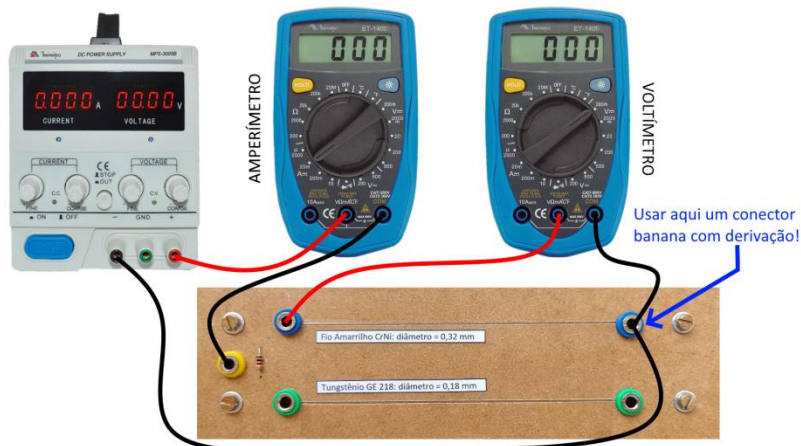


Figura 2: Arranjo para medida de resistividade do fio de amarelo CrNi.

3. Com todos os controles de corrente e tensão ajustados para valores nulos, ligue a fonte de alimentação e ajuste o controle fino de corrente (CURRENT - FINE) para o valor máximo. Usando os controles de tensão (VOLTAGE), ajuste a diferença de potencial até obter uma leitura de corrente no amperímetro que esteja em torno de $I = 10$ mA, e faça a leitura da tensão elétrica sobre o fio, V, medida pelo voltímetro, e complete a tabela a seguir. Finalizada essa etapa desligue a fonte de alimentação.

Fio	L (m)	D (m)	$\rho_{REF} (\Omega m)$	I (mA)	V (mV)	R = V/I (Ω)
CrNi	$132,3 \times 10^{-3}$	$0,32 \times 10^{-3}$	$9,50 \times 10^{-7}$			

Usando a expressão (2), calcule a resistividade, ρ , e o desvio com relação ao valor de referência, $\Delta\%$. Esse desvio é maior ou menor que o desvio obtido no item 1? Qual o método de medida fornece um valor mais confiável?

$$\rho = \text{_____ } \Omega m$$

$$\Delta\% = \text{_____ } \%$$

4. Agora iremos proceder a determinação da resistividade do fio de tungstênio (**terminais verdes**). Para isso, efetue a montagem indicada na figura abaixo observando a conexão que emprega um pino banana com derivação. O voltímetro deve estar ajustado para a escala de 200 mV, e o amperímetro para a escala de 20 mA. Durante a montagem a fonte de alimentação deverá permanecer desligada. Ao final, consulte novamente o professor para revisar a montagem.

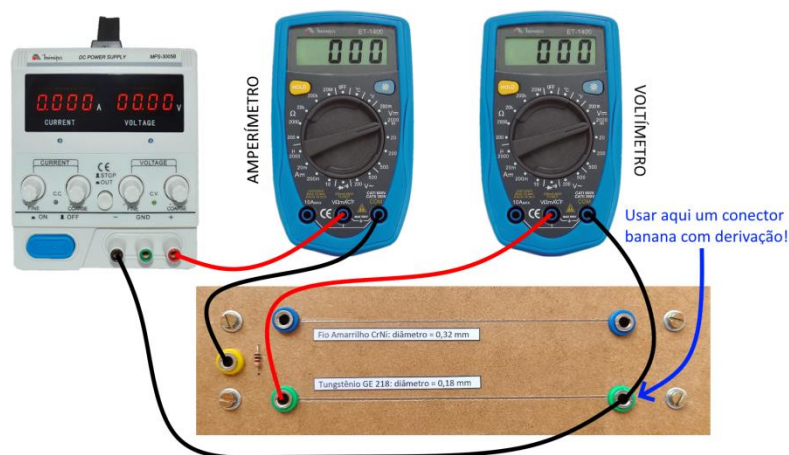


Figura 3: Arranjo para medida de resistividade do fio de tungstênio.

5. Com todos os controles de corrente e tensão ajustados para valores nulos, ligue a fonte de alimentação e ajuste o controle fino de corrente (CURRENT - FINE) para o valor máximo. Usando os controles de tensão (VOLTAGE), ajuste a diferença de potencial até obter uma leitura de corrente no amperímetro que esteja em torno de $I = 10$ mA, e faça a leitura da tensão elétrica sobre o fio medida pelo voltímetro, V , e complete a tabela a seguir. Finalizada essa etapa desligue a fonte de alimentação.

Fio	L (m)	D (m)	$\rho_{REF} (\Omega m)$	I (mA)	V (mV)	R = V/I (Ω)
W	$132,3 \times 10^{-3}$	$0,18 \times 10^{-3}$	$8,82 \times 10^{-8}$			

Usando a expressão (2), calcule a resistividade, ρ , e o desvio com relação ao valor de referência, $\Delta\%$. Esse desvio é maior ou menor que o desvio obtido no item 1? Qual o método de medida fornece um valor mais confiável?

$$\rho = \text{_____ } \Omega m$$

$$\Delta\% = \text{_____ } \%$$

TAREFAS E QUESTIONAMENTOS

1. Responda os questionamentos inclusos nas etapas do procedimento básico.
2. Ao elaborar suas respostas, circunstancie e discuta cada resultado.

SUGESTÕES DE REFERENCIAS

- Fundamentos de Física: Eletromagnetismo, Halliday, Resnick e Walker, Vol.3, Ed. LTC.
- Apostilas, manuais, roteiro e material complementar disponível em <https://physika.info>