Nome	RA	Curso/Turma
Vitor Hugo Ferrari Ribeiro	112481	Física / 34

Experimento VI

Resistividade de um fio de níquel-cromo e ponte de fio de níquel-cromo

I. Resistividade de um Fio de Níquel-Cromo (Ni-Cr)

A influência do comprimento e da área da seção reta do fio resistivo em sua resistência é expressa por:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A} \qquad (1)$$

Sendo ρ a resistividade, em $\Omega \cdot m$, L o comprimento e A área da seção do fio resistivo.

1. Anote a área de seção reta (A) da barra:

$A =$	$4{,}015 \times 10^{-7}\ m^2$

2. Monte o sistema indicado na Fig. 1;

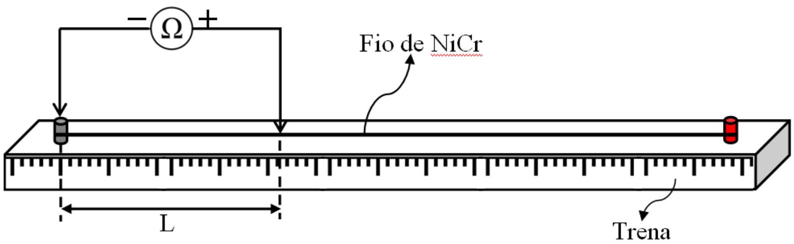


Figura 1: Sistema para a medida da resistência do fio de NiCr em função do comprimento do fio.

3. Meça a resistência do fio de Ni-Cr a cada $10\ cm$ até $100\ cm$ do comprimento do fio, e anote os valores na Tabela 1 (vídeo "I.Resistividade_A_cte.mp4");

Tabela 1. Medidas da resistência em função do comprimento do fio de Ni-Cr.

$R \pm \Delta R\ (\Omega)$	$L\ (m)$
$0{,}91 \pm 0{,}05$	0,1
$1{,}01 \pm 0{,}05$	0,2
$1{,}26 \pm 0{,}05$	0,3
$1{,}66 \pm 0{,}05$	0,4
$1{,}92 \pm 0{,}05$	0,5
$2{,}21 \pm 0{,}05$	0,6
$2{,}51 \pm 0{,}05$	0,7
$2{,}88 \pm 0{,}05$	0,8
$3{,}17 \pm 0{,}05$	0,9
$3{,}59 \pm 0{,}05$	1,0

4. Meça a resistência para o comprimento total do fio ($L = 118\ cm$) para diferentes espessuras de fios de Ni-Cr, e anote suas respectivas áreas e as resistências medidas na Tabela 2 (vídeo "II.Resistividade_L_cte.mp4");

Tabela 2. Medidas da resistência em função da área de seção dos fios de Ni-Cr para um comprimento fixo.

$\boldsymbol{A}\ (\boldsymbol{m^2})$	$\boldsymbol{A^{-1}}\ (\boldsymbol{m^{-2}})$	$\boldsymbol{R \pm \Delta R(\Omega)}$
$1{,}222 \times 10^{-7}$	$0{,}818 \times 10^{7}$	$10{,}91 \pm 0{,}05$
$1{,}494 \times 10^{-7}$	$0{,}669 \times 10^{7}$	$8{,}82 \pm 0{,}05$
$2{,}421 \times 10^{-7}$	$0{,}413 \times 10^{7}$	$5{,}33 \pm 0{,}05$
$3{,}006 \times 10^{-7}$	$0{,}333 \times 10^{7}$	$4{,}21 \pm 0{,}05$
$3{,}723 \times 10^{-7}$	$0{,}269 \times 10^{7}$	$3{,}48 \pm 0{,}05$

II. Ponte de Fio de Ni-Cr (Ponte de Wheastone)

Na condição de equilíbrio da ponte de Wheatsone a corrente elétrica que atravessa o galvanômetro (i_G) é nula. Desta forma o valor da resistência desconhecida (R_y), em função do resistor padrão (R_P) é dado por:

$$R_y = R_p \cdot \frac{L - x}{x} \qquad (2)$$

sendo L o comprimento do fio de Ni-Cr e x a distância, com relação a extremidade do fio, na qual $i_G = 0$, como ilustra a Fig. 2.

1. Meça a resistência dos três resistores R_{y_i} e do resistor padrão R_p (vídeo "III.a.Resistência.mp4", o multímetro se encontra na escala de $k\Omega$). Anote as resistências na Tabela 3;
2. Monte o sistema indicado na Fig. 2, posicionando o resistor R_P e um dos outros resistores como R_y e ajuste a fonte para uma tensão de $0{,}7\ V$ (vídeo "IV.b.Montagem.mp4");
3. Meça o valor de x para a condição de equilíbrio para cada um dos três resistores e anote o valor do comprimento total do fio de Ni-Cr (L) na Tabela 3 (vídeo "V.c.Ponte_de_Wheastone.mp4");

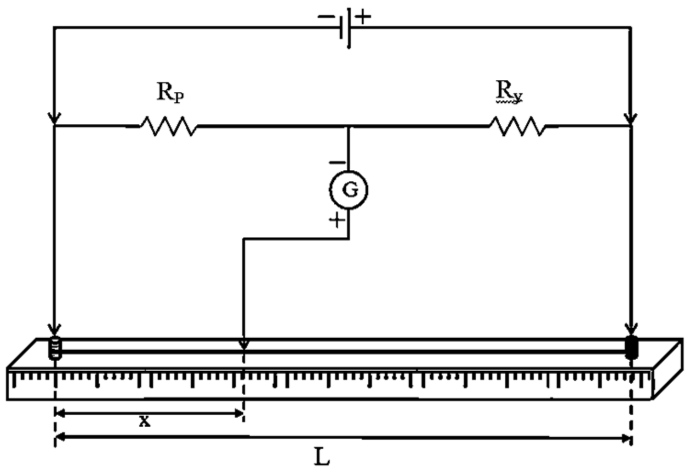


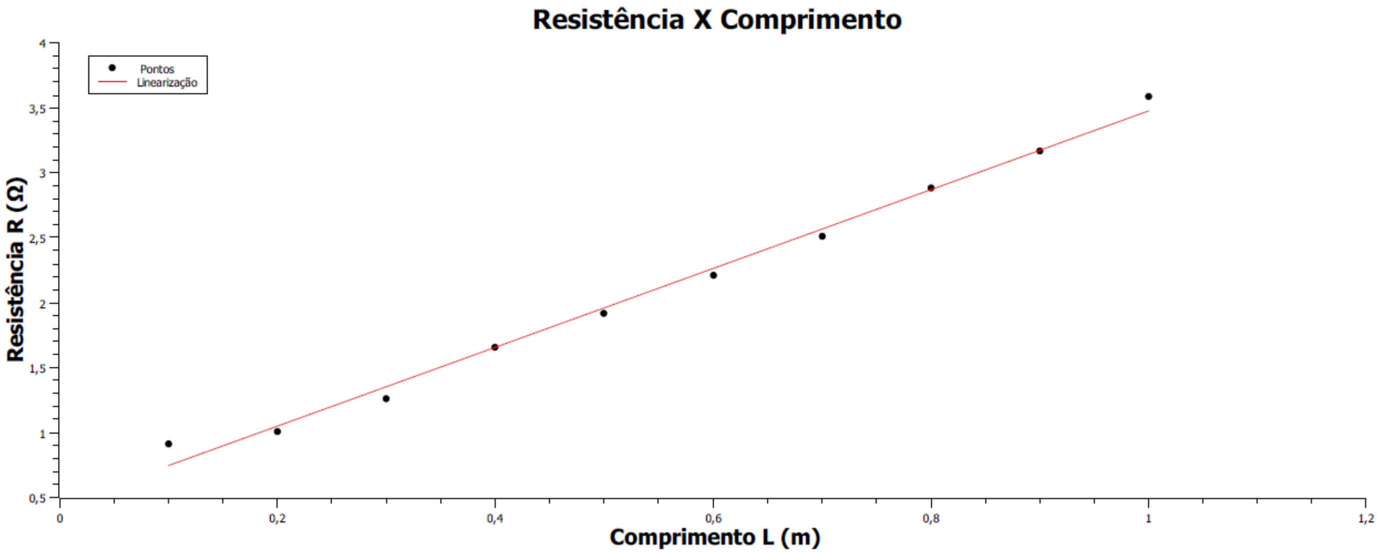
Figura 2. Sistema para medidas utilizando a ponte de Wheastone, no qual G representa o galvanômetro.

Tabela 3. Determinação do valor de resistores com a ponte de Wheatstone.

	$R \pm \Delta R\ (\Omega)$	$x\ (cm)$	$L - x\ (cm)$	$R_y^{calculado}\ (\Omega)$
R_1	$999{,}0 \pm 0{,}1$	76	42	1002,47
R_2	$3901{,}0 \pm 0{,}1$	38,5	79,5	3745,79
R_3	$4694{,}0 \pm 0{,}1$	34	84	4481,65
R_P	$1814{,}0 \pm 0{,}1$			$L = 118\ cm$

III. Discussão dos Resultados Obtidos:

1) Construa o gráfico da resistência (R) em função do comprimento do fio de Ni-Cr (L), obtenha, por meio do gráfico, o valor da resistividade para o fio de Ni-Cr, e compare com o valor da resistividade nominal ($\rho_n = 1{,}14 \times 10^{-6}\ \Omega \cdot m$). Justifique a construção do gráfico utilizando a equação (1).



Temos a seguinte proporção:

$$R \propto \frac{L}{A}$$

A resistência R do material é proporcional a fatores geométricos, sendo L o comprimento e A a área da seção transversal do fio. Podemos equacionar a relação acima ao incluir uma constante de proporcionalidade ρ que recebe o nome resistividade, assim obtemos:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A} \quad (*)$$

Se tomarmos $\alpha = \rho/A$, a equação acima se torna uma equação de reta:

$$R = \alpha \cdot L$$

Do gráfico temos, uma equação da reta ajustada:

$$R = A \cdot x + B$$

Substituindo os dados:

$$R = (3{,}04\ \Omega/m) \cdot L + 0{,}44$$

Comparando com (*), podemos obter o coeficiente angular da reta:

$$3{,}04 = \frac{\rho}{A} \Rightarrow \rho = 3{,}04 \cdot A$$

Substituindo $A = 4{,}015 \times 10^{-7}\ m^2$*, temos:*

$$\rho = 1{,}22 \times 10^{-6}\ \Omega \cdot m$$

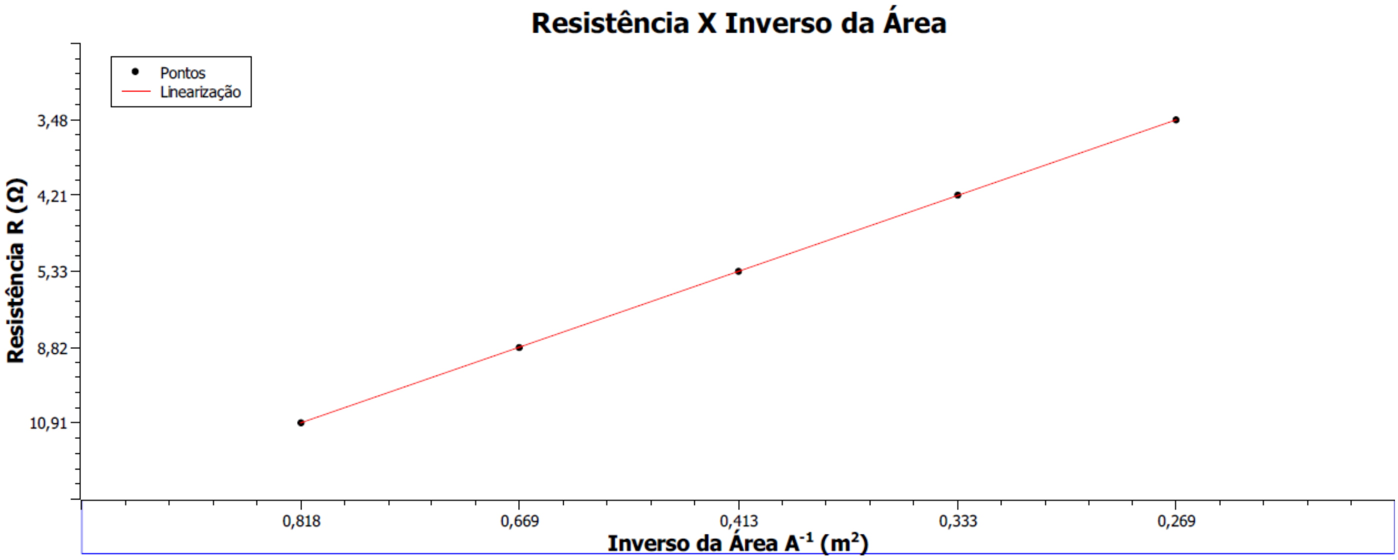
Calculando o desvio percentual, temos:

$$\Delta = \left|\frac{\rho_n - \rho}{\rho_n}\right| \times 100$$

Substituindo os valores:

$$\Delta = \left|\frac{1{,}14 \times 10^{-6} - 1{,}22 \times 10^{-6}}{1{,}14 \times 10^{-6}}\right| \times 100 \approx 7\%$$

2) Construa o gráfico da resistência (R) em função do inverso da área da seção reta dos fios de Ni-Cr (A^{-1}), obtenha, por meio do gráfico, o valor da resistividade para o fio de Ni-Cr, e compare com o valor da resistividade nominal ($\rho_n = 1{,}14 \times 10^{-6}\ \Omega \cdot m$). Justifique a construção do gráfico utilizando a equação (1).



Da mesma forma de antes, partindo da equação da resistividade:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A} \quad (*)$$

Tomando $\beta = \rho \cdot L$ *e substituindo na equação:*

$$R = \beta \cdot \frac{1}{A}$$

Do gráfico temos, uma equação da reta ajustada:

$$R = A \cdot x + B$$

Substituindo os dados:

$$R = (1 \times 10^{-7}\ m^2 \cdot \Omega)A^{-1} + 0$$

Lembrando que:

$$1 \times 10^{-7}\ m^2 \cdot \Omega = \rho \cdot L$$

Substituindo $L = 1{,}18\ m$*:*

$$\rho = \frac{1 \times 10^{-7}\ m^2 \cdot \Omega}{1{,}18\ m} = 0{,}847 \times 10^{-7}\ \Omega \cdot m$$

3) Calcule $R_y^{calculado}$ para todos os resistores utilizados. Anote os valores calculados na Tabela 3. Compare os valores experimentais com os calculados.

Os valores calculados foram bem próximos, bem condizentes com a realidade e com a leitura do multímetro, fazendo o desvio percentual temos:

$$\Delta = \left|\frac{R - R_y^{calculado}}{R}\right| \times 100$$

$$\Delta = \left|\frac{R_1 - R_y^{calculado}}{R_1}\right| \times 100 \Rightarrow \Delta = \left|\frac{999{,}0 - 1002{,}47}{999{,}0}\right| \times 100 \approx 0{,}3\%$$

$$\Delta = \left|\frac{R_2 - R_y^{calculado}}{R_2}\right| \times 100 \Rightarrow \Delta = \left|\frac{3901{,}0 - 3745{,}79}{3901{,}0}\right| \times 100 \approx 4{,}0\%$$

$$\Delta = \left|\frac{R_3 - R_y^{calculado}}{R_3}\right| \times 100 \Rightarrow \Delta = \left|\frac{4694{,}0 - 4481{,}65}{4694{,}0}\right| \times 100 \approx 4{,}5\%$$

4) Demonstre a equação (2).

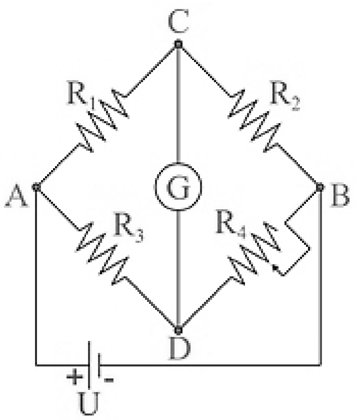
Note que o sentido da corrente é do maior potencial para o menor, ou seja, no sentindo horário. Neste caso, é fácil perceber que R_1 está em série com R_2, assim como R_3 está em série com R_4. Aplicando a teoria de associação de resistores, obtemos:

$$V_1 = V_3$$

Sendo V_1 e V_3 o potencial relacionado aos resistores.

Pela lei de Ohm:

$$V = R \cdot i$$



Na qual i é a corrente elétrica a qual o resistor é submetido. Assim:

$$R_1 \cdot i_1 = R_3 \cdot i_3$$

$$i_1 = \frac{R_3 \cdot i_3}{R_1}$$

Perceba que devido ao fato do resistor R_1 se encontrar em série com o resistor R_2, a corrente que passa por ambos é a mesma. Portanto:

$$i_1 = \frac{R_3 \cdot i_3}{R_1} = i_2$$

Fazendo o mesmo para os potenciais V_2 e V_4:

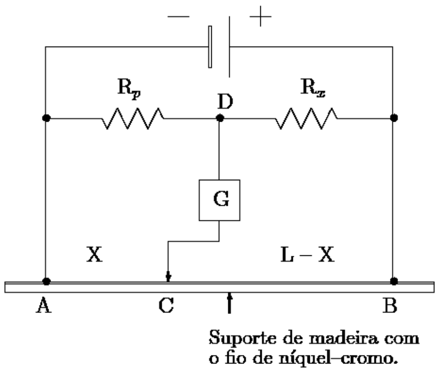
$$V_2 = V_4$$

$$R_2 \cdot i_2 = R_4 \cdot i_4$$

Substituindo a corrente i_2 encontrada anteriormente e chegando a conclusão que i_3 é igual a i_4, têm-se

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}$$

Comparando a equação acima com a figura abaixo (retirada da apostila):



Identificando $R_1 = R_y$, $R_2 = R_p$, $R_3 = R_L - x$ *e* $R_4 = R_x$, *na qual as parcelas do fio são identificadas como resistores, temos:*

$$\frac{R_p}{R_y} = \frac{R_x}{R_{L-x}}$$

Lembrando-se da equação (1), podemos escrever as resistências em termos do comprimento, da resistividade e da área de seção transversal, de modo que encontramos:

$$R_{L-x} = \rho \cdot \frac{L-x}{A}$$

E

$$R_x = \rho \cdot \frac{x}{A}$$

Substituindo os resultados acima, finalmente chegamos a seguinte equação:

$$R_y = R_p \cdot \left(\frac{L-x}{x}\right)$$

Anotações____

____

____

____

____