

Universidade Federal da Bahia
Instituto de Física
Departamento de Física DO Estado Sólido
FIS 123 - Física Geral e Experimental III / Laboratório
Prof.: RUIVALDO REGIS SOBRAL
Turma Teórica/ Prática T: P:19
Equipe: Adriano L. do Valle



MEDIDA DE RESISTÊNCIA

(RELATÓRIO / EXPERIÊNCIA 2)

I - OBJETIVO

“O experimento tem como objetivo, medida de resistência de forma indireta (por meio da corrente e da tensão), bem como a completa familiaridade com os aspectos fundamentais das medidas elétricas.”

II - PARTE TEÓRICA

INTRODUÇÃO:

Do ponto de vista teórico e experimental a medida de uma grandeza pode ser feita de modo direto ou indireto. É direto quando comparamos uma determinada quantidade com um padrão pré-estabelecido. É indireta quando avaliamos os efeitos produzidos por esta grandeza. Em eletricidade, as medidas diretas nem sempre são possíveis.

Para melhor entendimento desse experimento admitimos como pré-requisito, os conceitos listados abaixo:

Elétrons.

Carga eletrônica.

Diferença de potencial

Corrente de elétrons.

Corrente de elétrica

O Ampère e o Coulomb.

O Ohm.

Diferença de potencial, Força eletromotriz, Queda de potencial.

Lei de Ohm.

O Volt.

CONDUTORES E ISOLANTES.

Propriedades Microscópicas. Elétrons de Valência e de Condução.

Faixas de nível de Energia.

III - TEORIA DE MEDIDA:

Medidas com o Amperímetro e Voltímetro - Método 1.

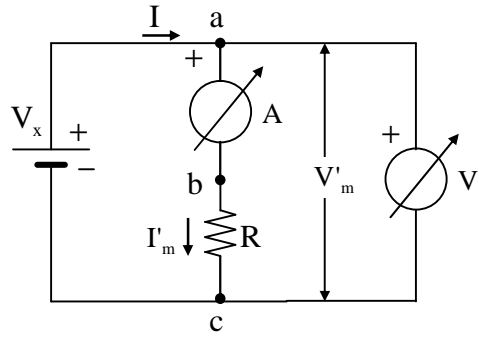
Seja o circuito ao lado:

Onde:

V_x = fonte de tensão variável

A = amperímetro

V = voltímetro



Para esta montagem, o valor da tensão lida no voltímetro $V'_m = V_A + V_R$ (5)

Dividindo por I'_m , temos:

$$\frac{V'_m}{I'_m} = \frac{V_A}{I'_m} + \frac{V_R}{I'_m}$$

Logo, $R'_m = R_A + R$

$$\text{Conseqüentemente, } R = R'_m - R_A = R'_m \cdot \left(1 - \frac{R_A}{R'_m}\right) \quad (6)$$

Definimos:

R : resistência a ser medida;

R_A : resistência interna do amperímetro;

V'_m : tensão medida entre os pontos a e c;

I'_m : corrente que passa pelo ramo da associação em série do resistor R, com o amperímetro;

$R'_m = \frac{V'_m}{I'_m}$: **resistência medida pelo método.**

Medidas com o Amperímetro e Voltímetro - Método 2.

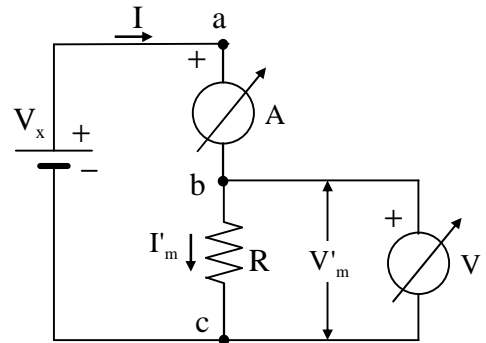
Seja o circuito ao lado:

Onde:

V_x = fonte de tensão variável

A = amperímetro

V = voltímetro



Para esta montagem, temos a resistência R em paralelo com R_V , logo podemos assumir:

$$R''_m = \frac{R \cdot R_V}{R + R_V} \quad (7)$$

Então, os valores dos resistores desconhecidos, calculados por este método, serão dados por:

$$R = \frac{R''_m \cdot R_V}{R_V - R''_m} = R''_m \cdot \left(\frac{1}{1 - \frac{R''_m}{R_V}} \right) \quad (8)$$

Definimos:

R : resistência a ser medida;

R_V : resistência interna do voltímetro;

V''_m : tensão medida entre os pontos b e c;

I''_m : corrente medida no amperímetro;

$R''_m = \frac{V''_m}{I''_m}$: **resistência medida pelo método.**

TRATAMENTO DOS ERROS EXPERIMENTAIS

A partir da equação (6) definimos percentagem de erro do método de medida número 1 como sendo:

$$\omega_1 = \frac{R_A}{R'_m} \cdot 100\% \quad (9)$$

Da equação (8), expandindo:

$$\left(1 - \frac{R''_m}{R_v}\right)^{-1}$$

Pelo teorema da expansão binomial, temos:

$$R = R''_m \cdot \left(1 + \frac{R''_m}{R_v}\right) \quad (10)$$

Definimos, agora, a percentagem de erro do método de medida número 2 como:

$$\omega_2 = \frac{R''_m}{R_v} \cdot 100\% \quad (11)$$

Quando $\omega_1 = \omega_2$ podemos observar que os dois métodos de medida têm a mesma exatidão, então neste caso temos:

$$\frac{R_A}{R'_m} = \frac{R''_m}{R_v} \text{ conseqüentemente,}$$

$$R = \sqrt{R_A \cdot R_v} \quad (12)$$

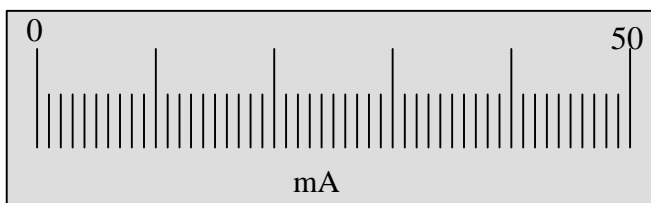
IV - PARTE EXPERIMENTAL

LISTA DE MATERIAL

- conjunto de resistores numerados, desconhecidos;
- resistores de valores conhecidos – (dois);
- amperímetro com resistência interna R_A ;
- voltímetro com resistência interna R_v ;
- fonte de tensão;
- reostato;
- chave liga-desliga;
- placa de ligação
- fios

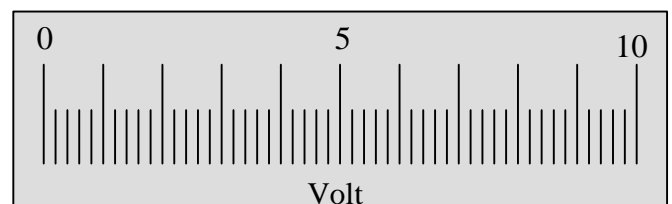
Anotamos os desvios para as escalas do voltímetro e do amperímetro

AMPERÍMETRO



$$\Delta A = 0,5 \text{ mA}$$

VOLTÍMETRO



$$\Delta V = 0,1 \text{ V}$$

IV.1 - Determinação da resistência interna R_V do voltímetro

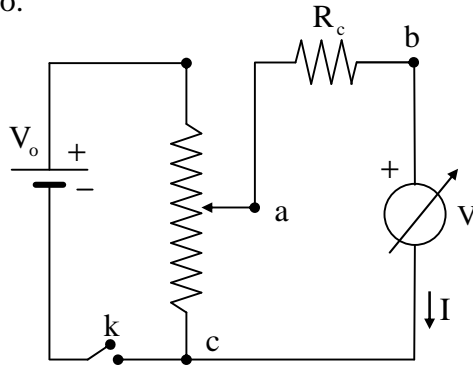
Montamos o circuito abaixo.

V_o = fonte de tensão

V = voltímetro

$R_c = (1000 \pm 50 \Omega)$

K = chave liga-desliga



Ligamos inicialmente o voltímetro entre os pontos **a** e **c** (saída do reostato), ajustamos o cursor do reostato, a tensão da fonte para que o voltímetro indique 10 V. Depois colocamos o voltímetro entre os pontos **b** e **c**, e medimos a tensão V_{bc} .

A queda de tensão no resistor R_c é dada por:

$$V_{ac} - V_{bc} = R_c \cdot I \quad (13)$$

Esta mesma corrente I , atravessa o voltímetro; portanto:

$$V_{bc} = R_V \cdot I \quad (14)$$

Eliminando-se I , nas equações (13) e (14), temos:

$$R_V = R_c \cdot \frac{V_{bc}}{V_{ac} - V_{bc}} \quad (15)$$

CÁLCULOS

Dados:

Desvio avaliado do amperímetro: $\Delta A = 0,5 \text{ mA}$

Desvio avaliado do Voltímetro: $\Delta V = 0,1 \text{ V}$

Leituras no Voltímetro $V_{ac} = 10 \text{ V}$, $V_{bc} = 7,5 \text{ V}$

$V_{ac} - V_{bc} = 2,5 \text{ V}$

$V_{bc} = R_V \cdot I$

$$R_V = 1000 \cdot \frac{7,5}{2,5} = 3000 \Omega \quad R_V = 3000 \Omega$$

$$R_V = R_c \cdot \frac{V_{bc}}{V_{ac} - V_{bc}}$$

$$\Delta R_V = \left| \frac{\partial R_V}{\partial R_c} \right| \cdot \Delta R_c + \left| \frac{\partial R_V}{\partial V_{bc}} \right| \cdot \Delta V_{bc} + \left| \frac{\partial R_V}{\partial V_{ac}} \right| \cdot \Delta V_{ac}$$

$$\Delta R_V = \frac{V_{bc}}{V_{ac} - V_{bc}} \cdot \Delta R_c + R_c \cdot \frac{V_{ac}}{(V_{ac} - V_{bc})^2} \cdot \Delta V_{bc} + R_c \cdot \frac{V_{bc}}{(V_{ac} - V_{bc})^2} \cdot \Delta V_{ac}$$

$$\Delta R_V = \frac{7,5}{2,5} \cdot 50 + 1000 \cdot \frac{10}{(2,5)^2} \cdot 0,1 + 1000 \cdot \frac{7,5}{(2,5)^2} \cdot 0,1 = 150 + 160 + 120 = 430 \Omega$$

$$R_V = (3000 \pm 430) \Omega$$

IV.2 - Determinação da resistência interna R_A do amperímetro

Montamos o circuito abaixo.

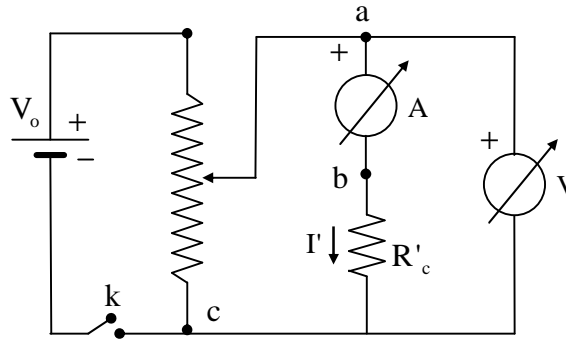
V_o = fonte de tensão

A = amperímetro

V = voltímetro

$R_c = (1000 \pm 50 \Omega)$

K = chave liga-desliga



Ligamos a chave com o cursor do reostato na posição **c** (mínima). Ajustamos, então, até a corrente máxima que pode ser medida pelo amperímetro. Lemos simultaneamente no voltímetro e no amperímetro a tensão entre os pontos **a** e **c** e a corrente que passa no resistor **R'_c**.

Como a resistência do amperímetro R_A está em série com a a resistência conhecida R'_c

$$V_{ac} = V_{ab} + V_{bc}$$

$$V_{ac} = R_A \cdot I' + R'_c \cdot I'$$

Logo temos:

$$R_A = \frac{V_{ac}}{I'} \cdot R'_c$$

CÁLCULOS

Dados:

Desvio avaliado do amperímetro: $\Delta A = 0,5 \text{ mA}$

Desvio avaliado do Voltímetro: $\Delta V = 0,1 \text{ V}$

Leituras no Amperímetro: $I' = 50 \text{ mA}$

Leitura no voltímetro: $V_{ac} = 6,4 \text{ V}$

Resistência conhecida: $R'_c = (100 \pm 5) \Omega$

$$R_A = \frac{6,4}{50 \cdot 10^{-3}} \cdot 100 = 28 \Omega$$

$$\Delta R_A = \left| \frac{\partial R_A}{\partial V_{ac}} \right| \cdot \Delta V_{ac} + \left| \frac{\partial R_A}{\partial I'} \right| \cdot \Delta I' + \left| \frac{\partial R_A}{\partial R'_c} \right| \cdot \Delta R'_c$$

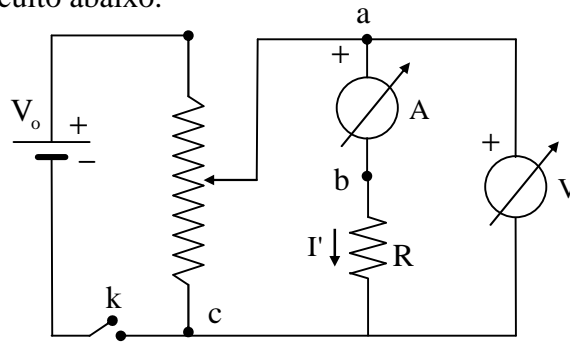
$$\Delta R_A = \left| \frac{1}{I'} \right| \cdot \Delta V_{ac} + \left| \frac{V_{ac}}{I'^2} \right| \cdot \Delta I' + \Delta R'_c$$

$$\Delta R_A = \frac{1}{50 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,1 + \frac{6,4}{(50 \cdot 10^{-3})^2} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} + 5 = 2 + 5 + 1,2 = 8,2 \Omega$$

$$R_A = (28 \pm 8) \Omega$$

IV.3 - Circuito de medida Número 1.

Nesta parte do experimento vamos determinar a resistência R de uma série de resistores desconhecidos (15 resistores verdes), Utilizando o circuito abaixo.



Circuito nº 1.

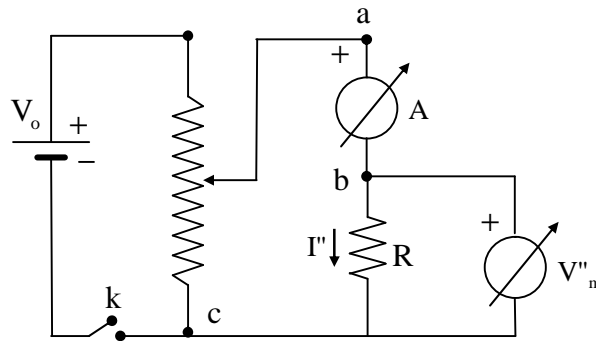
CIRCUITO N. 1

Nº resistor	V'm (volt)	I'm(mA)	R'm (ohm)	$\omega_1 = \frac{R_A}{R_m} \cdot 100\%$	R (ohm)	log R	log R'm
1	4,8	50,0	96	29,2%	68	1,83	1,98
2	5,5	50,0	110	25,5%	82	1,91	2,04
3	7,2	50,0	144	19,4%	116	2,06	2,16
4	8,2	40,0	205	13,7%	177	2,25	2,31
5	9,6	40,0	240	11,7%	212	2,33	2,38
6	7,2	25,0	288	9,7%	260	2,41	2,46
7	8,0	20,0	400	7,0%	372	2,57	2,60
8	5,6	10,0	560	5,0%	532	2,73	2,75
9	6,7	10,0	670	4,2%	642	2,81	2,83
10	7,9	10,0	790	3,5%	762	2,88	2,90
11	5,8	5,0	1160	2,4%	1132	3,05	3,06
12	8,0	3,0	2667	1,1%	2639	3,42	3,43
13	9,4	3,0	3133	0,9%	3105	3,49	3,50
14	9,0	2,0	4500	0,6%	4472	3,65	3,65
15	5,3	1,0	5300	0,5%	5272	3,72	3,72

Analisando os dados da tabela e os gráficos obtidos no circuito nº 1, observamos que o percentual de erros (ω_1) é inversamente proporcional à resistência medida R'_m .

IV.4 - Circuito de medida Número 2.

Nesta parte do experimento vamos determinar a resistência R de uma série de resistores desconhecidos (15 resistores verdes), Utilizando o circuito abaixo. Nesta situação o voltímetro mede a ddp somente sobre o resistor R.



Circuito n° 2.

CIRCUITO N. 2

Nº resistor	V''m (volt)	I''m(mA)	R''m (ohm)	$\omega_2 = \frac{R_A}{R_m} \cdot 100\%$	R (ohm)	log R	log R''m
1	3,2	50,0	64	2%	65	1,82	1,81
2	3,8	50,0	76	3%	78	1,89	1,88
3	5,5	50,0	110	4%	114	2,06	2,04
4	8,2	50,0	164	5%	173	2,24	2,21
5	9,8	50,0	196	7%	209	2,32	2,29
6	9,4	40,0	235	8%	253	2,40	2,37
7	9,8	30,0	327	11%	362	2,56	2,51
8	9,0	20,0	450	15%	518	2,71	2,65
9	5,4	10,0	540	18%	637	2,80	2,73
10	6,2	10,0	620	21%	748	2,87	2,79
11	8,0	10,0	800	27%	1013	3,01	2,90
12	7,1	5,0	1420	47%	2092	3,32	3,15
13	7,8	5,0	1560	52%	2371	3,37	3,19
14	6,8	4,0	1700	57%	2663	3,43	3,23
15	8,0	4,0	2000	67%	3333	3,52	3,30

Analisando os dados da tabela e os gráficos obtidos no circuito n° 2, observamos que o percentual de erros (ω_2) é diretamente proporcional à resistência medida R''m.

Se os aparelhos de medidas fossem ideais teríamos funções identidade ($R = R'_m$ e $R = R''_m$)

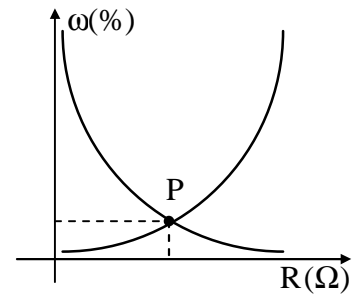
Um voltímetro para ser considerado ideal deve ter uma resistência máxima ($R_V \rightarrow \infty$) a resistência R_V deve ser muito maior que a resistência a ser medida.

Um amperímetro para ser considerado ideal deve ter uma resistência R_A mínima ($R_A \rightarrow 0$). A resistência do amperímetro deve ser muito menor que a resistência a ser medida.

Em P, $R = \sqrt{R_A \cdot R_V}$, isto é, neste ponto os dois métodos tem a mesma exatidão

As curvas nos permitem escolher o melhor método para fazer a medição de uma resistência.

$$R = \sqrt{28 \cdot 430} \cong 110\Omega$$



No método n° 1, observamos que a resistência medida é sempre menor que o valor da resistência R , uma vez que $R = R'_m - R_A$.

Podemos também observar que no método n° 2 o valor de R é sempre maior que o valor de R''_m , pois como R'' está em paralelo com a resistência do voltímetro R_V , então a resistência equivalente é menor. Tendo em vistas que:

$$R''_m = \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$$