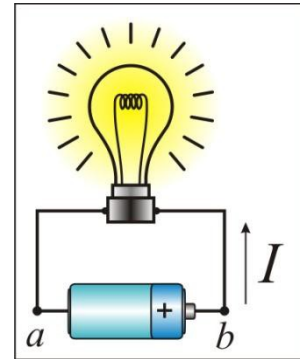


Aula Prática: Determinação da resistência interna de uma bateria e uso de regressão linear para determinação da equação de uma reta

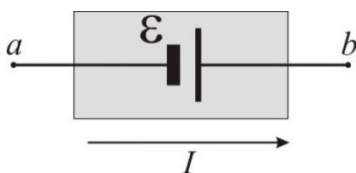
Introdução

Observe o circuito representado na figura ao lado em que uma lâmpada está conectada a uma pilha. Quando percorrida por uma corrente elétrica I a lâmpada transforma energia elétrica em luz e calor. A energia elétrica é fornecida pela pilha, que, em um circuito, é denominada fonte de força eletromotriz (f.e.m.) ou gerador. A fonte de f.e.m. é o agente que faz a corrente fluir no circuito, permitindo que haja transformações de energia.



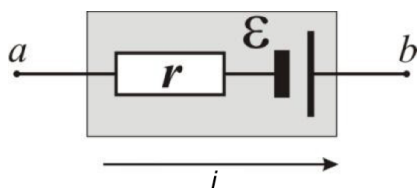
Toda fonte de f.e.m. transforma algum tipo de energia não elétrica (química, nas baterias e pilhas; luz, nos painéis fotovoltaicos; mecânica, nos geradores hidroelétricos, termoelétricos e eólicos) em energia potencial elétrica e transferem essa energia para o circuito no qual a fonte está ligada por meio da corrente elétrica.

Uma fonte de f.e.m. ideal mantém uma diferença de potencial constante entre seus terminais (a e b, na figura acima), seja ela percorrida por uma corrente elétrica ou não. Quantitativamente, o valor da f.e.m. de uma fonte ideal é igual ao módulo da diferença de potencial entre seus terminais:



$$\text{Fonte de f.e.m. ideal: } V_{ab} = \epsilon \quad (1)$$

Contudo, na prática, não existem fontes ideais. Toda e qualquer fonte de f.e.m. é constituída por materiais que apresentam resistência elétrica e, portanto, apresentam certa resistência interna à passagem de corrente. Ora, sempre que uma corrente circula por um elemento com resistência elétrica há uma queda de potencial entre os terminais desse elemento. Para uma fonte de f.e.m. real essa queda de potencial ocorre no interior da fonte e, portanto, a diferença de potencial V_{ab} entre os terminais de uma fonte de f.e.m. com resistência interna é sempre menor que ϵ . Para uma fonte de f.e.m. real com resistência interna r :



$$\text{Fonte de f.e.m. real: } V_{ab} = \epsilon - ri \quad (2)$$

A equação (2) permite concluir que o valor da f.e.m. de uma fonte real será igual a ϵ somente quando não houver corrente circulando pela fonte.

Objetivo

Determinar a resistência interna de uma bateria e fazer aplicação do método estatístico dos mínimos quadrados de regressão linear para a obtenção da equação de uma reta.

Material

1 pilha de 1,5 V, 2 multímetros, placa para circuitos, 2 resistores de 22 Ω

Procedimentos

1. Configure um dos multímetros como ohmímetro com um fundo de escala de 200 Ω e meça o valor de cada resistor. Anotes esses valores e calcule a resistência equivalente, lembrando que estão em paralelo $\left(\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$:

R1= _____ R2= _____

Req= _____

Meça as duas resistências em paralelo para confirmar seu cálculo.

2. Configure o multímetro como um voltímetro para medir tensões contínuas com um fundo de escala de 2000 mV. Meça a tensão nos terminais da pilha, sem que ela esteja ligada no circuito. Este será o valor da f.e.m. ϵ :

ϵ = _____

3. Configure outro multímetro como um amperímetro para medir correntes contínuas com um fundo de escala de 200 mA.
4. Monte um circuito como o representado na figura 1, abaixo, com os resistores de 22 Ω e a pilha. Utilize a placa para montagem de circuitos. Atente para a forma correta de ligar o voltímetro e o amperímetro ao circuito.

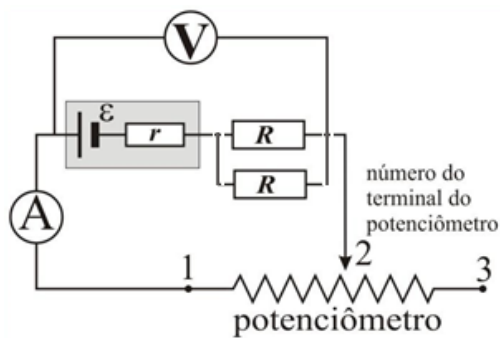


Figura 1

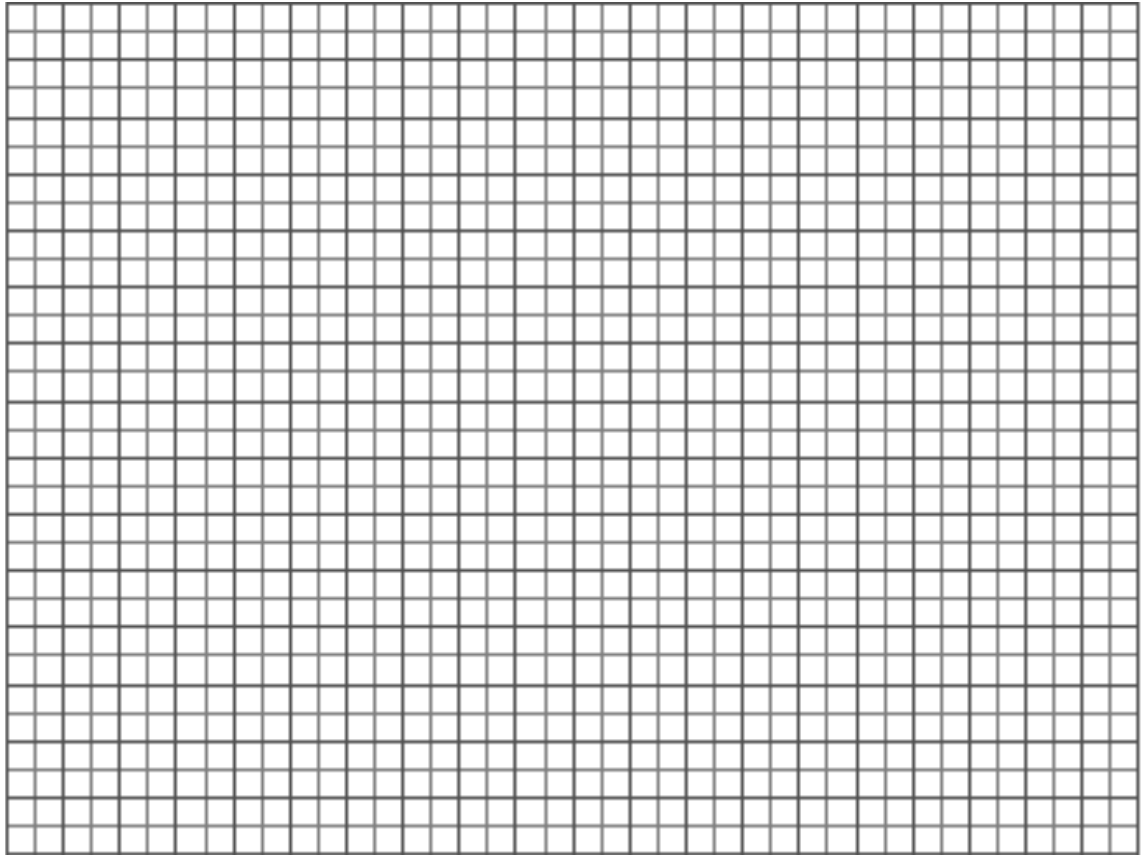
5. Gire o botão do potenciômetro de modo a identificar o valor mínimo de corrente (mA). Anote na linha 1 da tabela abaixo, e a tensão correspondente. Aumente a corrente em 5,0 mA, e assim sucessivamente, até obter pelo menos 10 pares de valores.

	Corrente (mA)	Tensão (mV)	Corrente (A)	Tensão (V)	$\epsilon - V$
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

6. Desconecte a pilha do circuito.
7. Transforme as medidas para volts e ampères anotando os valores nas colunas correspondentes.
8. Preencha a última coluna, subtraindo a f.e.m. da pilha, ϵ , medida no item 2, do valor da tensão medida agora em volts. O resultado será a queda de tensão

ocorrida no conjunto da resistência interna da pilha e das resistências em paralelo

9. Faça um gráfico com os valores acima, colocando o valor de $\epsilon - V$ no eixo x (variável independente) e a corrente i no eixo y (variável dependente).



10. Os pontos deverão formar aproximadamente uma reta. Utilizaremos o método de regressão linear dos mínimos quadrados para a determinação da equação dessa reta.

11. Preencha a seguinte tabela, somando as colunas e anotando o resultando na linha das somatórias:

n	x	y	xy	x^2
Número da observação	$\epsilon - V$ (volts)	i (ampères)	$(\epsilon - V) \cdot i$	$(\epsilon - V)^2$
1				
2				
3				
4				

5				
6				
7				
8				
9				
10				
Σ	$\Sigma x =$	$\Sigma y =$	$\Sigma xy =$	$\Sigma x^2 =$

12. Como estamos determinando a equação de uma reta, ela terá a forma $y = ax + b$, onde a é o coeficiente angular e b o coeficiente linear. Faça o cálculo de a e de b usando as fórmulas do método dos mínimos quadrados:

$$a = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x) \cdot (\Sigma y)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2} \Rightarrow a =$$

$$b = \frac{\Sigma y - a \Sigma x}{n} \Rightarrow b =$$

13. Com os valores acima, a equação da reta correspondente a esse gráfico ficou:

$$y = \underline{\hspace{10em}}$$

14. O valor de b deve ser muito próximo de zero, pois quando não há tensão, não há corrente.

15. O valor de “ a ” da equação acima é o coeficiente angular da reta ajustada aos pontos no gráfico. Lembrando que $a = \frac{\Delta y}{\Delta x}$, ele corresponde ao quociente $\frac{i}{V}$.

Como, pela Lei de Ohm, $R = \frac{V}{i}$, é correto afirmar que $R = \frac{1}{a}$. Calcule o valor de R desse modo e anote abaixo:

$$R = \frac{1}{a} \Rightarrow R = \underline{\hspace{4cm}}$$

16. O valor calculado acima de R, corresponde à soma da resistência interna da bateria (r) com as resistências colocadas em paralelo, calculadas no item 1, (R_{eq}). Insira o valor de R e o valor de R_{eq} na equação abaixo, e obtenha o valor de r .

$$R = r + R_{eq}$$

$$r = \underline{\hspace{4cm}}$$

Conclusão: com base nesse experimento, determinamos que a resistência interna da pilha utilizada é de: $r = \underline{\hspace{4cm}}$