



OLIMPÍADAS DE FÍSICA 2025

ETAPA REGIONAL

29 DE MARÇO DE 2025

PROVA EXPERIMENTAL

ESCALÃO B

DURAÇÃO DA PROVA: 1 h 25 min

Determinação das resistências internas de um voltímetro digital e de uma pilha

Esta prova compreende as seguintes partes: determinação da resistência interna de uma pilha e determinação da resistência interna de um voltímetro digital.

1. Introdução - Conceitos e dispositivos elétricos fundamentais

Seria hoje em dia impensável vivermos sem eletrônica. Desde os nossos telemóveis ou computadores pessoais até sistemas críticos nas áreas da saúde, transportes, comunicações, entre outros, a capacidade de criar equipamentos eletrônicos para cumprir novas funções é indispensável ao futuro da nossa sociedade. Neste trabalho vamos medir a resistência interna de uma pilha e a de um voltímetro. A resistência interna de uma pilha pode dar informações cruciais sobre o seu estado e desempenho, pois o seu valor tende a aumentar com o uso. A resistência interna é uma característica importante de um voltímetro, determinando o desempenho deste instrumento de medida.

1.1 Lei de Ohm e Resistências

Para alguns componentes, chamados resistências, verifica-se a lei de Ohm

$$V = RI,$$

onde I é a intensidade da corrente elétrica que os atravessa quando, aos seus terminais, está aplicada a diferença de potencial V_{AB} (figura 1), e R é o valor da resistência. No Sistema Internacional estas grandezas elétricas têm as unidades e símbolos representativos: V – volt (V); I – ampere (A); R – ohm (Ω).

O valor das resistências é dado pelo código de cores de faixas coloridas indicadas como a , b , c e t (ver figura 2). As primeiras três faixas servem para indicar o valor nominal e a última faixa, a tolerância no valor da resistência, conforme a seguinte equação:

$$R = (10 \times a + b) \times 10^c \pm t\%$$

onde os valores de a , b , c e t são indicados pela tabela abaixo.

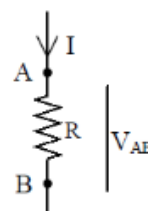


Figura 1

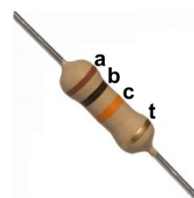
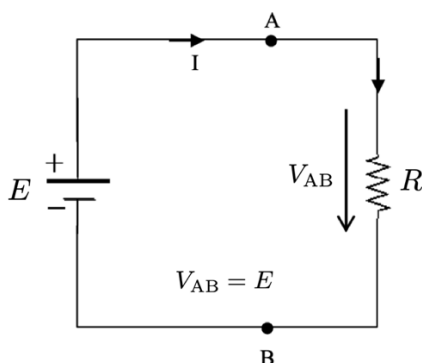


Figura 2: exemplo de resistência com código de cores

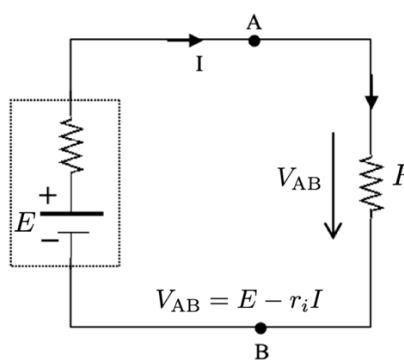
Valor nominal	Preto	Castanho	Vermelho	Laranja	Amarelo	Verde	Azul	Violeta	Cinza	Branco
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tolerância	Castanho	Dourado	Prateado	Sem cor						
	1%	5%	10%	20%						

1.2 Fontes de tensão

Designam-se por fontes de tensão os dispositivos elétricos caracterizados por gerarem uma determinada tensão ou diferença de potencial (ddp) aos seus terminais. A fonte de tensão diz-se ideal (figura 3.a) se a tensão gerada pela mesma for constante e independente do circuito a que está ligada. Fontes de tensão reais (figura 3.b) podem ser consideradas como fontes ideais em série com uma resistência (interna), ainda que esta seja normalmente muito pequena, como no caso das pilhas elétricas.



a) fonte ideal de tensão



b) fonte real de tensão

Figura 3: Circuito elétrico alimentado por: a) fonte de tensão ideal; b) fonte de tensão real

1.3 Multímetro digital

A ddp e resistência elétrica podem ser medidas com um multímetro digital como o da figura 4, utilizado em modo de voltímetro (medição da ddp) ou ohmímetro (medição da resistência). O voltímetro deve colocar-se num circuito de modo a que os seus terminais estejam ligados aos dois pontos entre os quais se pretende determinar a ddp: por exemplo aos pontos A e B para medir a ddp nos terminais da resistência das figuras 1 e 3. Um voltímetro ideal deveria ter uma resistência interna infinita. Voltímetros reais têm sempre uma resistência interna elevada, mas finita. Em modo de ohmímetro, o multímetro deve estar ligado apenas aos terminais das resistências a medir.

2. Realização experimental

2.1 Determinação da resistência interna de uma pilha

Material necessário: pilha tipo AA de zinco-carvão, duas resistências de $20\ \Omega$ e duas resistências de $100\ \Omega$, com tolerâncias de 5%; multímetro digital; cabos de ligação.



Figura 4: exemplo de multímetro digital

Procedimento experimental:

1. Utilizando o multímetro digital no modo voltímetro (selecionando “V $\equiv$ ” na figura 4), mede a força eletromotriz E da pilha, ligando apenas o voltímetro aos seus terminais.
2. Recorrendo aos cabos de ligação e combinando as resistências de $20\ \Omega$ e $100\ \Omega$ em série ou em paralelo, constrói resistências equivalentes de aproximadamente $10\ \Omega$, $20\ \Omega$, $40\ \Omega$, $100\ \Omega$, e $200\ \Omega$. Utilizando o multímetro em modo de ohmímetro (selecionando “ Ω ” na figura 4), regista o valor real de cada resistência obtida.
3. Monta circuitos como o representado na figura 3-b) utilizando como resistências “R” as resistências equivalentes do ponto anterior. Mede a tensão aos terminais da fonte em carga (V_{AB}) utilizando o multímetro em modo de voltímetro. Para cada resistência equivalente utilizada calcula a corrente I que a atravessa, utilizando a lei de Ohm.
4. Representa os valores de tensão V_{AB} obtidos em função da corrente I , construindo um gráfico em papel milimétrico. A partir do gráfico determina o valor da resistência interna r_i da pilha, sabendo que a tensão V_{AB} é dada pela expressão:

$$V_{AB} = E - r_i I$$

5. Deves entregar a folha de papel milimétrico com o gráfico representando as medidas efetuadas, bem como o valor obtido para a resistência interna da pilha, indicando de forma clara como chegaste ao resultado.

2.2 Determinação da resistência interna de um voltímetro digital

Material necessário: pilha de 1,5V; 2 resistências de $1\ \text{M}\Omega$ ($\pm 5\%$); multímetro digital.

Procedimento experimental:

1. Mede a força eletromotriz (E) da pilha, ligando apenas o voltímetro aos seus terminais.
2. Utilizando o multímetro em modo de ohmímetro, regista o valor real das resistências fornecidas.
3. Constrói o circuito da figura 5 utilizando o multímetro digital no modo voltímetro, e com valores da resistência R de aproximadamente $500\ \text{k}\Omega$, $1\ \text{M}\Omega$ e $2\ \text{M}\Omega$, obtidos com as resistências fornecidas. Para cada caso mede a ddp V_{AB} indicada no voltímetro. Determina, para cada caso, a corrente em R a partir do valor medido de E e de V_{AB} completando a tabela em baixo
4. Determina a resistência interna do voltímetro a partir dos valores acima obtidos. Indica os cálculos efetuados e estima uma incerteza para o valor obtido.

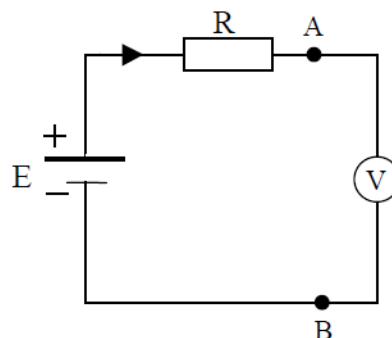


Figura 5: circuito elétrico para medir a resistência interna do voltímetro.

Força eletromotriz $E =$ _____ V; resistência interna do voltímetro = _____ Ω .

Resistência R (Ω)	V_{AB} (V)	I (A)