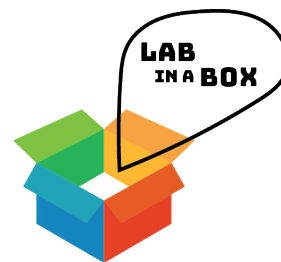


# ASSOCIAÇÃO DE RESISTÊNCIAS E LEIS DE KIRCHHOFF



Nesta atividade iremos determinar o valor da resistência equivalente por associação de duas resistências em série e em paralelo e verificar as leis de Kirchhoff - leis dos nós e leis das malhas.

<b>DISCIPLINA</b> FQ - 8º ano; Física - 11º ano	<b>PROGRAMA CURRICULAR</b> Eletricidade; Cargas Elétricas e Movimentos
--	---

## Como entender um circuito elétrico?

Quando se associam duas resistências em série num circuito elétrico, a corrente que as percorre é igual e a resistência equivalente é dada por

$$R_{eqv} = R_1 + R_2$$

Quando se associam duas resistências em paralelo num circuito elétrico, a tensão aos seus terminais é igual e a resistência equivalente é dada por

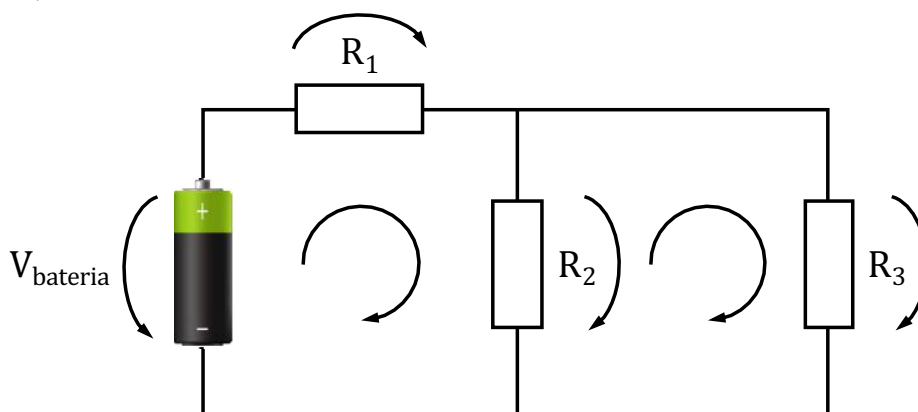
$$\frac{1}{R_{eqv}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

isto é,

$$R_{eqv} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Num circuito elétrico, em corrente contínua ou a baixas frequências, é possível estabelecer leis que descrevem a relação entre as diferenças de potencial numa malha fechada e a relação entre as correntes elétricas que entram e saem de um nó. Estas leis designam-se por leis de Kirchhoff:

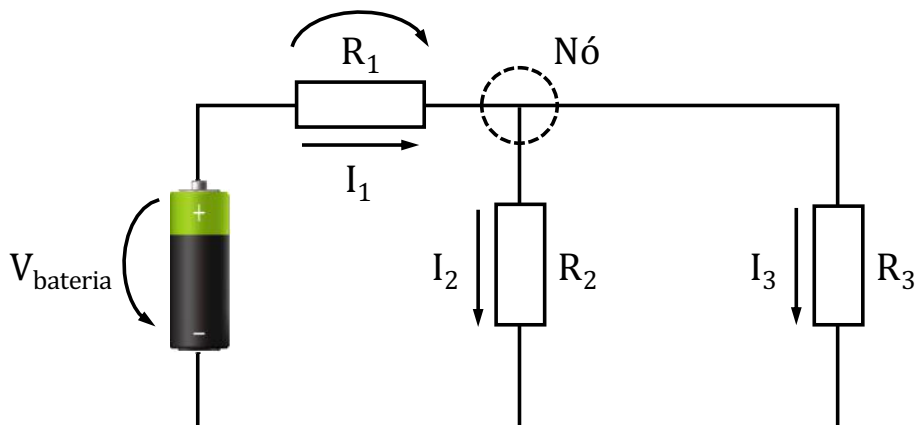
A lei das malhas estabelece que a soma das diferenças de potencial ao longo de uma malha fechada é nula,



isto é,

$$\begin{cases} V_{R_1} + V_{R_2} - V_{bateria} = 0 \\ V_{R_3} - V_{R_2} = 0 \end{cases}$$

A lei dos nós estabelece que a soma das correntes que entram e saem num nó é nula,



isto é,

$$\begin{cases} I_1 = \frac{V_{R_1}}{R_1} \\ I_2 = \frac{V_{R_2}}{R_2} \\ I_3 = \frac{V_{R_3}}{R_3} \\ I_1 - I_2 - I_3 = 0 \end{cases}$$

Nas duas primeiras experiências pretende-se verificar o valor da resistência equivalente de várias associações de resistências em série e em paralelo, medindo o seu valor com um ohmímetro e comparando com o que resulta da expressão teórica.

Numa terceira experiência recorre-se a um circuito com duas malhas para medir as tensões aos terminais dos vários componentes, e verificar as leis de Kirchhoff.

## EXPERIÊNCIAS

**14.1** - Determinar o valor da resistência equivalente por associação de duas resistências em série.

**14.2** - Determinar o valor da resistência equivalente por associação de duas resistências em paralelo.

**14.3** - Verificar as leis de Kirchhoff (leis dos nós e leis das malhas).

## PRECEDÊNCIAS

**14.1** - 12.1

**14.2** - 12.1

**14.3** - 12.1

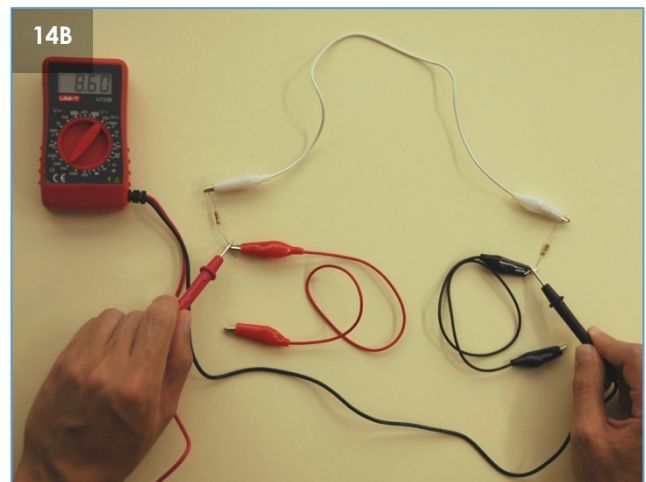
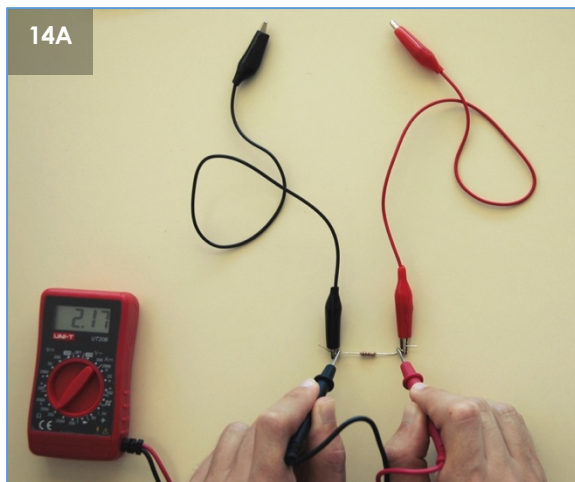
## MATERIAL

- Resistências 2,2 k $\Omega$ , 4,7 k $\Omega$  e 10 k $\Omega$  (tolerância de 5%);
- Multímetro;
- 5 cabos com crocodilos;
- Pilha de 1,5 V (tipo D);
- 2 clips (tamanho 10);
- Fita-cola;
- Tesoura de bicos ou prego afiado.

## PROCEDIMENTO

### EXPERIÊNCIA 14.1 – Medir resistências em série

1. Mede-se e regista-se o valor experimental de cada uma das resistências utilizando o multímetro em modo de ohmímetro; para isso liga-se um cabo a cada um dos terminais da resistência e pressiona-se as pontas de prova na base dos crocodilos ligados aos terminais da resistência até obter um bom contacto elétrico (Fig. 14A).
2. Associam-se em série as resistências, duas a duas, ligando-as entre si com um cabo e mede-se e regista-se a resistência equivalente de cada conjunto com o ohmímetro tal como descrito no ponto anterior (utilizando dois cabos extra ligados aos terminais livres) (Fig. 14B).

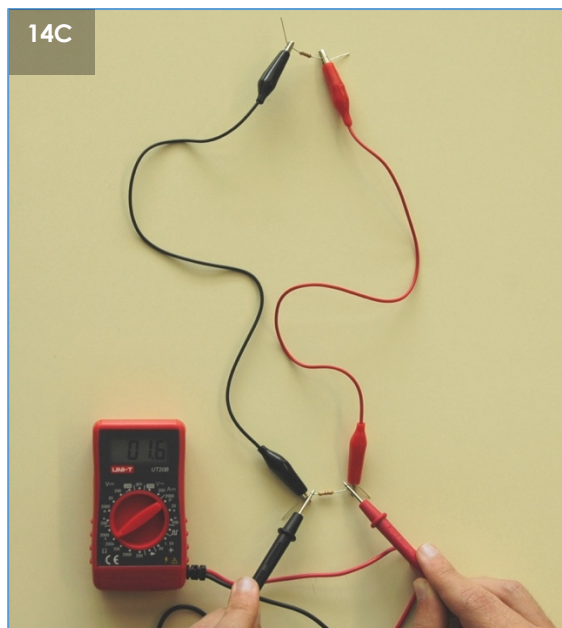


3. Compara-se o valor medido dos conjuntos com a soma dos valores individuais previamente medidos concluindo-se que  $R_{eqv} = R_1 + R_2$

### EXPERIÊNCIA 14.2 – Medir resistências em paralelo

1. Recuperam-se os valores experimentais de cada uma das resistências medidas no procedimento anterior 14.1.

2. Associam-se em paralelo as resistências, duas a duas, ligando-as com dois cabos e mede-se e regista-se a resistência equivalente de cada conjunto com o ohmímetro (Fig. 14C).



3. Compara-se o valor medido dos conjuntos com o obtido pela expressão que dá a resistência equivalente em paralelo

$$\frac{1}{R_{eqv}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

isto é,

$$R_{eqv} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

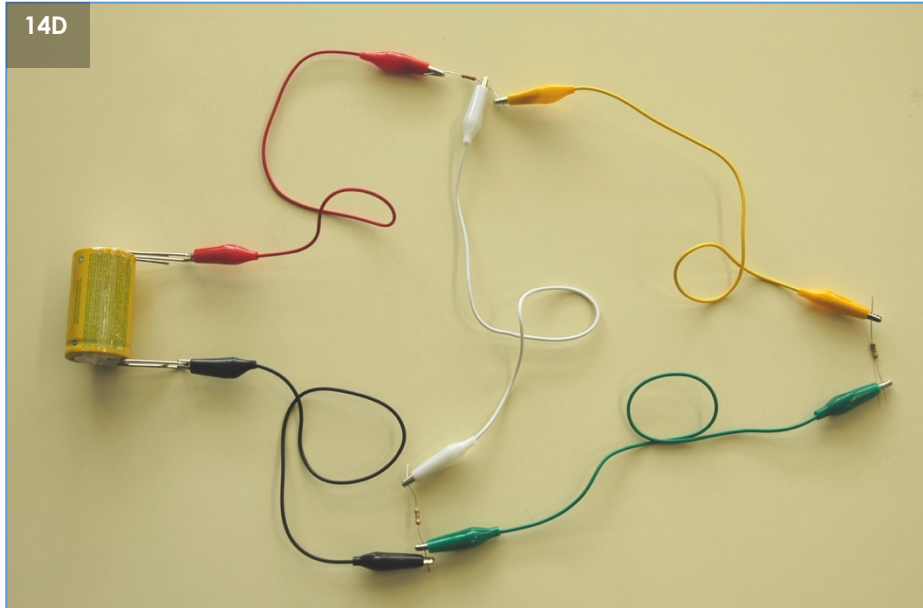
### EXPERIÊNCIA 14.3 – Verificar as leis de Kirchhoff

1. Utilizam-se as pilhas preparadas de acordo com o procedimento descrito na experiência 12 [(ou preparam-se novas pilhas: coloca-se um clip em cada uma das extremidades da pilha fixando-os com fita-cola enrolada várias vezes em torno da pilha ao longo da sua maior dimensão; os clips devem ser colocados de forma a que o extremo curvo do clip toque no centro de cada um dos polos da pilha; abrem-se dois pequenos furos (1 a 2 mm de diâmetro) na fita cola junto dos polos da pilha para permitir a inserção das pontas de prova do multímetro)].

2. Recuperam-se os valores experimentais de cada uma das resistências medidas no procedimento 14.1 ( $R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 4,7 \text{ k}\Omega$  e  $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$ ).

3. Constrói-se o circuito (Fig. 14D) de acordo com o esquema da introdução.

14D



4. Mede-se e regista-se o valor experimental da tensão em cada uma das resistências e na pilha utilizando o multímetro em modo de voltímetro, pressionando as pontas de prova na base dos crocodilos ligados aos terminais das resistências e nos polos da pilha até obter um bom contacto elétrico; este registo deve ter em atenção a direção da diferença de potencial.
5. Constrói-se uma tabela que associa a cada uma das resistências, o valor experimental da resistência, o valor da tensão medido e o valor da corrente que a atravessa determinado a partir da lei de Ohm.
6. Verificam-se as leis das malhas e dos nós, isto é:
  - a soma das tensões em qualquer malha fechada é nula;
  - a soma das correntes em qualquer nó é nula.

## RESULTADOS ESPERADOS e CONCLUSÕES

### EXPERIÊNCIA 14.1

Registou-se o valor experimental de cada uma das resistências, que podemos organizar numa tabela como a seguinte:

**Tabela 8 – Experiência 14.1  
(valores das resistências)**

	$R$ (k $\Omega$ )
$R_1$	2,17
$R_2$	4,57
$R_3$	9,75

Associando em série as resistências, duas a duas, medimos o valor da resistência equivalente diretamente com o multímetro em modo ohmímetro e comparamos, numa tabela como a seguinte, o valor medido dos conjuntos com a soma dos valores individuais da Tabela 1.

**Tabela 9 – Experiência 14.1  
(associação em série)**

	$R_{esperado}$ (k $\Omega$ )	$R_{experimental}$ (k $\Omega$ )
$R_1 + R_2$	6,74	6,76
$R_1 + R_3$	11,92	11,93
$R_2 + R_3$	14,32	14,32

Os valores obtidos correspondem ao esperado para a associação em série,  $R_{eqv} = R_1 + R_2$ .

### EXPERIÊNCIA 14.2

Associando em paralelo as resistências, duas a duas, medimos o valor da resistência equivalente diretamente com o multímetro em modo ohmímetro e comparamos, numa tabela como a seguinte, o valor medido dos conjuntos com a seguinte expressão para a associação em paralelo.

$$\frac{1}{R_{eqv}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{eqv} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

**Tabela 10 – Experiência 14.2  
(associação em paralelo)**

	$R_{esperado}$ (k $\Omega$ )	$R_{experimental}$ (k $\Omega$ )
$(R_1, R_2)$	1,47	1,47
$(R_1, R_3)$	1,77	1,77
$(R_2, R_3)$	3,11	3,11

Os valores obtidos correspondem ao esperado para a associação em paralelo  $R_{eqv} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ .

## EXPERIÊNCIA 14.3

Construímos uma tabela que associa a cada uma das resistências, o valor experimental da resistência, o valor da tensão medido e o valor da corrente que a atravessa determinado a partir da lei de Ohm.

Tabela 11 – Experiência 14.3

	<b>R (kΩ)</b>	<b>V (mV)</b>	<b>I (μA)</b>
<b>R<sub>1</sub></b>	2,17	633	292
<b>R<sub>2</sub></b>	4,57	909	199
<b>R<sub>3</sub></b>	9,75	909	93
<b>Bateria</b>	-	1542	-

Recordando as equações da introdução, podemos verificar as Leis de Kirchhoff.

$$V_{R_1} + V_{R_2} - V_{bateria} = 633 + 909 - 1542 = 0$$

$$V_{R_3} - V_{R_2} = 909 - 909 = 0$$

De acordo com a **Lei das Malhas**.

$$I_1 - I_2 - I_3 = 292 - 199 - 93 = 0$$

De acordo com a **Lei dos Nós**.

## NOTAS CURRICULARES

A verificação da lei das malhas e da lei dos nós requer um cuidadoso uso da convenção de sinais, ou seja:

- as diferenças de potencial contrárias ao sentido convencionado para circular na malha são consideradas negativas;
- as correntes que entram num nó têm sinal contrário das correntes que saem desse mesmo nó.