

Universidade Federal do Pará  
Centro de Ciências Exatas e Naturais  
Departamento de Física  
Laboratório Básico II

Experiência 01

**ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES E LEIS DE KIRCHHOFF**

**1. OBJETIVOS**

- Estudar as associações de resistores em série e em paralelo.
- Verificar as Leis de Kirchhoff: lei dos nós e lei das malhas.

**2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

**2.1. Associação de Resistores**

Podemos associar resistores em série (fig. 01) e em paralelo (fig. 02). Na associação em série, os resistores são percorridos pela mesma corrente. (Por quê?). A resistência equivalente é calculada através da equação

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

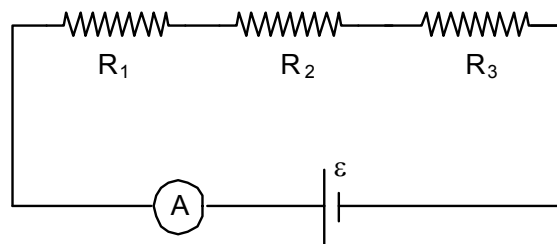


Figura 01

Na associação em paralelo os resistores são submetidos à mesma diferença de potencial. Por quê?

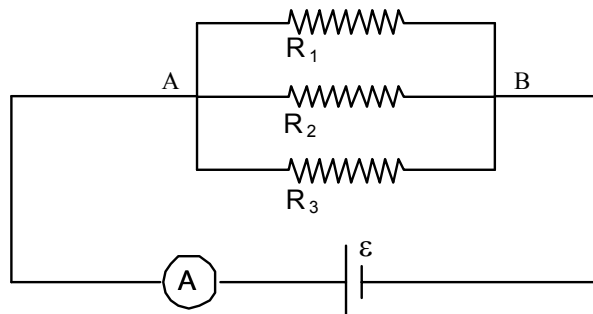


Figura 02

A resistência equivalente de uma associação de resistores em paralelo é calculada através da equação

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

## 2.2. Leis de Kirchhoff

### 2.2.1. 1ª Lei de Kirchhoff ou Lei dos Nós

A chamada 1ª lei de Kirchhoff é aplicada para os nós de um circuito entendendo-se pôr nó um ponto para o qual convergem dois ou mais ramos do circuito. Na figura 03 temos um exemplo de um nó (ponto A)

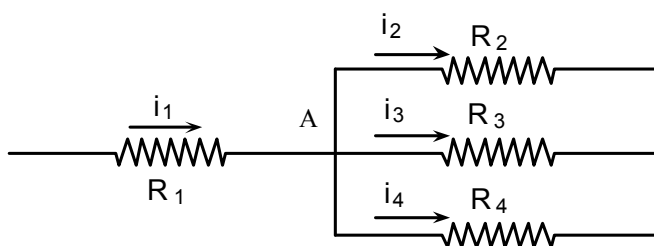


Figura 03

Convencionando-se positivas as correntes que “chegam” ao nó e negativas as que “saem”, a 1ª lei pode ser assim representada:

$$\sum_{j=1}^n i_j = 0$$

ou seja, a soma das correntes que chegam em qualquer nó deve ser igual à soma das correntes que saem dos mesmos. Esta regra é apenas uma decorrência da conservação da carga. Por quê?

### 2.2.2. 2ª Lei de Kirchhoff ou Lei das Malhas

A 2ª lei aplica-se as malhas de um circuito. Malhas, são por assim dizer “sub-circuitos fechados” dentro do circuito geral. É assim enunciada a 2ª lei:

A soma algébrica das *f.e.m.* ( $\varepsilon$ ) é igual ao somatório das quedas de tensão ( $Ri$ ) ao se percorrer uma malha:

$$\sum \varepsilon = \sum Ri$$

ou seja, a soma algébrica das variações de potencial encontradas ao longo de um percurso fechado do circuito deve ser igual a zero. Esta regra pode ser entendida como uma consequência da lei da conservação da energia. Por quê?

Em se tratando de somas algébricas cumpre estabelecer uma convenção de sinais quando da aplicação desta lei. Adotaremos a seguinte convenção:

1. Inicialmente, escolhe-se para a malha um sentido de percurso.
  2. Escolhem-se sentidos arbitrários para as correntes nos diversos nós da malha (observando-se porém, a obediência à 1ª lei).
  3. Consideram-se os produtos  $Ri$  como positivos se o sentido da corrente não coincidir com o sentido do percurso adotado e negativos no caso contrário.
  4. As  $f.e.m.$  são consideradas positivas se, ao se percorrer a malha no sentido do percurso, chegar-se primeiro ao polo negativo e em caso contrário a  $f.e.m.$  será negativa.
- O exemplo abaixo ilustrará o que foi dito.  
 Considere o seguinte circuito

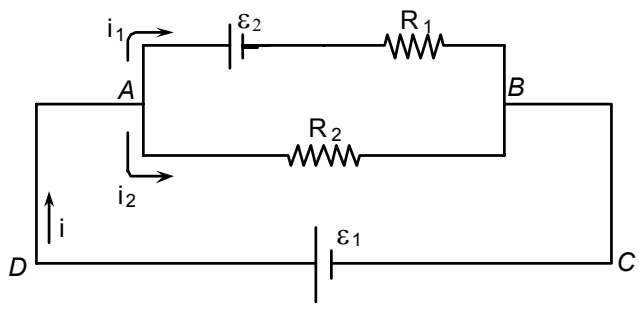


Figura 04

1ª Lei

$$\begin{aligned} \text{Nó } A & : \quad i - i_1 - i_2 = 0 \\ \text{Nó } B & : \quad i_1 + i_2 - i = 0 \end{aligned}$$

2ª Lei : Malha ABCDA (passando pôr  $R_1$ )

Escolhendo-se, por exemplo, o sentido horário para o percurso, tem-se

$\varepsilon_2$	Negativo
$\varepsilon_1$	Positivo
$R_1 i_1$	Negativo

Portanto a relação será

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_2 - R_1 i_1 = 0 \quad \text{ou} \quad \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = R_1 i_1$$

Supondo que um circuito apresenta  $n$  incógnitas e  $m$  nós, a 1ª lei só poderá ser aplicada  $(m - 1)$  vezes no máximo. As restantes das equações serão conseguidas com a aplicação da 2ª lei.

5- Obteremos então um sistema de  $n$  equações com  $n$  incógnitas.

**3. MATERIAL**

- Fonte de Corrente Contínua
- Multiteste
- Resistores
- Cabos

## 4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

### 4.1- Comentário Iniciais

Nesta experiência, serão utilizados apenas resistores de resistência fixa. A configuração de um resistor é cilíndrica, apresentando em suas bases, extensões metálicas, as quais facilitam sua conexão no circuito. Sobre o corpo do resistor, estão, em geral, assinaladas faixas coloridas, que interpretadas segundo um código de cores específico, determinam a resistência do resistor.

### 4.2- Leitura pelo Código de Cores

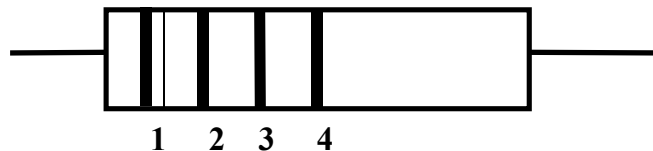


Figura 05

#### *Código de Cores*

Preto	0
Marrom	1
Vermelho	2
Laranja	3
Amarelo	4
Verde	5
Azul	6
Violeta	7
Cinza	8
Branco	9
Ouro	5%
Prata	10%
Incolor	20%

Faça a leitura da resistência pelo código de cores para cada resistor, a partir da convenção (observe a figura 05)

- A cor da primeira faixa indica o primeiro algarismo significativo da resistência.
- A cor da segunda faixa, indica o segundo algarismo significativo.
- A terceira faixa, determina o expoente da potência de base dez, que deve multiplicar os algarismos significativos.
- A quarta faixa, dá a tolerância da medida em percentagem (%)

### 4.3 Associação de Resistores em Série:

- Monte o circuito da figura 01, que corresponde a associação de resistores em série, com a fonte desligada;

- b) *Chame o professor ou monitor para conferir o circuito* e ligar a fonte em 15 V aproximadamente e amperagem máxima;
- c) Leia o valor da corrente no circuito com o amperímetro;
- d) Leia o valor da *d.d.p.* em cada resistor ( $V_1, V_2, V_3$ ), entre os pontos *A* e *B* no voltímetro, e na fonte de tensão, tomando cuidado com polaridade e a escala;
- e) Desligue a fonte e faça a leitura da resistência de cada resistor com o multiteste desligando-os do circuito.

#### 4.4 Associação de Resistores em Paralelo:

- a) Monte o circuito esquematizado com a associação de resistores em paralelo (figura 02);
- b) *Chame o professor ou o monitor para conferir o circuito* e ligar a fonte em 15 V aproximadamente;
- c) Leia a corrente total do circuito com o amperímetro ( $i$ );
- d) Retire o multiteste e ligue para ler a corrente que passa através de cada um dos resistores ( $i_1, i_2, i_3$ );
- e) Leia a *d.d.p.* entre os pontos *A* e *B*, no multiteste ( $V_a$ ), e na fonte ( $\varepsilon_f$ );
- f) Desligue tudo e guarde os materiais nos seus respectivos lugares.

### 5. TRATAMENTO DE DADOS

1. Calcule o valor da resistência de cada resistor pela relação  $R = \frac{V}{i}$ ;
2. Compare os valores das resistências obtidos pelos três métodos, em termos percentuais, ou seja, usando  $R_j^E$  (experimental),  $R_j^F$  (fabricante),  $R_j^R$  (multiteste) e as relações

$$Erro_j^F 100\% = \frac{|R_j^F - R_j^R|}{R_j^R} \cdot 100\% \quad \text{e} \quad Erro_j^E 100\% = \frac{|R_j^E - R_j^R|}{R_j^R} \cdot 100\%$$

que representam os erros relativos percentuais onde, o subscrito  $j$ , faz referência a cada uma das resistências utilizadas.

3. Calcule a resistência equivalente da associação em série, utilizando os valores disponíveis;
4. Repita todos os cálculos dos itens 1, 2 e 3, para a associação em paralelo;
5. Verifique a lei das malhas e a lei dos nós nas associações em série e em paralelo.

### 6. BIBLIOGRAFIA

1. RESNICK, R., HALIDAY, D., *Fundamentos da Física*, Volume III, 6ª Edição, Livros Técnicos Científicos, 1996
2. SERWAY, R. A., *Física*, Volumes III, , 3ª Edição, Livros Técnicos e Científicos, 1992.
3. RAMOS, Luis Antônio Macedo, *Física Experimental*, Porto Alegre, Mercado Aberto, 1984.
4. DANO, Higino S., *Física Experimental I e II*, Caxias do Sul, Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1985.
5. SILVA, Wilton Pereira, CLEIDE M. D., *Tratamento de Dados Experimentais*, 2ª Edição, João Pessoa, Editora Universitária, 1998.
6. VUOLO, Jose Henrique, *Fundamentos da Teoria de Erros*, 2ª Edição, Editora Edgar BLUCHER
7. GOLDEMBERG, JOSÉ, *Física Geral e Experimental*, Volume II.