

## 1. ELEMENTOS RESISTIVOS LINEARES E NÃO LINEARES

### INTRODUÇÃO:

A corrente elétrica está associada ao fluxo de cargas elétricas. Ela é definida como a taxa com que cargas elétricas atravessam uma área (por exemplo, uma seção reta de um condutor). No entanto, para que exista um fluxo, as cargas elétricas devem estar submetidas a um campo elétrico.

Utilizando uma fonte de tensão para estabelecer uma diferença de potencial  $V$  entre as extremidades de um material condutor estaremos criando um campo elétrico dentro do material e induzindo o aparecimento de uma corrente  $I$ .

Um elemento resistivo linear é aquele para o qual, aplicando-se uma diferença de potencial  $V$  entre seus terminais, a corrente  $I$  que o percorre é tal que a razão  $V/I$  é uma constante. A curva característica  $V$  em função de  $I$  deste elemento é uma reta passando pela origem. A constante  $V/I$  é definida como a resistência  $R$  do elemento. Elementos lineares são também denominados ôhmicos.

Elementos resistivos não lineares são aqueles para os quais a razão  $V/I$  não é constante: a curva característica  $V$  em função de  $I$  destes elementos não é uma reta passando pela origem, o que implica em variações da resistência dos mesmos.

Neste experimento, além de nos familiarizarmos com fundamentos de circuitos elétricos, estudaremos as curvas características  $V$  em função de  $I$  de diversos componentes, e alguns dos fatores que as afetam.

### COMPONENTES A SEREM INVESTIGADOS:

#### Resistor de carbono

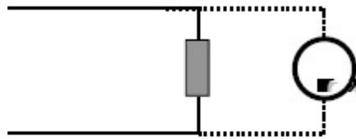
É o componente mais comum em circuitos elétricos e eletrônicos.

#### Lâmpada incandescente

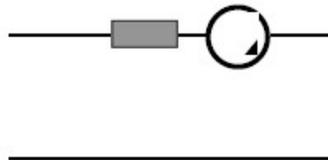
O filamento da lâmpada incandescente é feito de um fio metálico (em geral tungstênio) muito fino. Sua temperatura aumenta muito com a passagem de corrente elétrica passando a emitir luz (radiação eletromagnética).

## ATENÇÃO

- a. Não montar circuitos somente com fonte de tensão, sem introduzir elementos resistivos: **EVITE UM CURTO CIRCUITO.**
- b. O **voltímetro** deve ser inserido **em paralelo** com um ou mais elementos, observando sua polaridade (o voltímetro mede a *ddp* entre os pontos onde é inserido).



- c. O **amperímetro** deve ser inserido **em série**, num trecho do circuito, observando sua polaridade (o amperímetro mede a corrente nesse trecho). **Nunca deve ser ligado diretamente à fonte, sem elemento resistivo em série com ele.**



- d. Antes de ligar o circuito, verifique se o amperímetro está ligado corretamente e tome cuidado para que a intensidade da grandeza medida não ultrapasse o "fundo de escala" do instrumento.

O valor selecionado na chave rotativa do multímetro refere-se ao "fundo de escala" do medidor, ou seja, o valor máximo de leitura em uma determinada escala.

Exemplo: a chave está selecionada para medir até no máximo 20 VDC. Tensões superiores a esta, fazem aparecer "1" no display. No caso do seletor estar posicionado como amperímetro, correntes superiores ao fundo de escala queimam o fusível.





Bancada \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_ Subturma \_\_\_\_\_

Nomes: 1- \_\_\_\_\_

2- \_\_\_\_\_

## Experimento 1: ELEMENTOS RESISTIVOS LINEARES E NÃO LINEARES

### IMPORTANTE

Para evitar danos ao Amperímetro e ao Voltímetro, comece sempre pela **maior** escala. Para obter maior precisão na leitura, diminua gradativamente a escala.

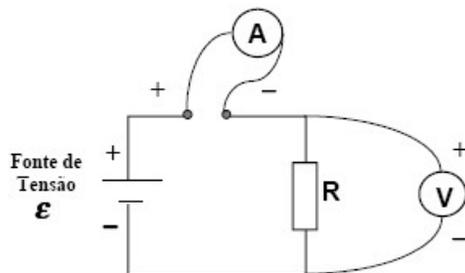


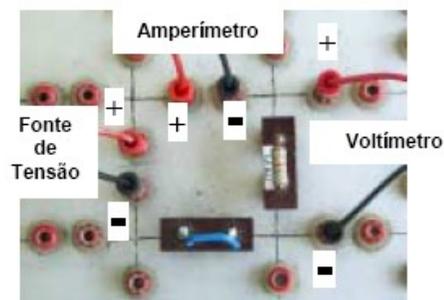
Figura 1



### Levantamento das curvas $V$ em função de $I$

#### PROCEDIMENTO GERAL

- Monte o circuito indicado na Figura 1 com o elemento resistivo **R (Resistor ou Lâmpada)**, com a fonte de tensão desligada e com o botão de variação da tensão no mínimo. Neste circuito, conecte o amperímetro (multímetro ajustado para medir DCA – escala de 20mA), **em série com o elemento resistivo**. (Cuidado! Se você ligar em paralelo ou utilizar escala muito sensível, queimará o fusível do amperímetro). Conecte o voltímetro em **paralelo** (multímetro ajustado para medir DCV – escala de 20V).



## MEDIDAS

### I. Resistor (faixa de $0 < V < 10$ volts)

Para o resistor  $R$ , ligue a fonte, aumente lentamente a tensão da fonte  $\mathcal{E}$  e verifique a faixa de variação da corrente  $I$  no circuito.

- Começando pelos valores **mais baixos da tensão**, faça medidas de  $I$  para cerca de oito valores diferentes de tensão  $V$  no resistor. (Ao mudar de escala no voltímetro ou amperímetro, confira se escalas diferentes fornecem o mesmo valor para a voltagem ou a corrente).
- Preencha a Tabela 1 com os valores medidos (não se esqueça de colocar as unidades e o número correto de algarismos significativos da medida).

Tabela 1

R = _____ $\Omega$	
tensão (____)	corrente (____)
0,5	
1,0	
2,0	
3,0	
4,0	
6,0	
8,0	
10,0	

- Faça o gráfico de tensão ( $V$ ) versus corrente ( $I$ ).

-Para o resistor de carbono, obtenha a dependência funcional  $V(I)$  e calcule o valor da resistência  $R$ .

-Compare o valor de **R** obtido pelo gráfico com o valor da resistência indicado no resistor diretamente e com aquele lido utilizando o ohmímetro (multímetro ajustado para  $\Omega$ ).

	Valor da Resistência		
	Pelo gráfico ( $V/I$ )	Indicado no resistor	Leitura no ohmímetro
<b>R</b>			

#### ANÁLISE DO GRÁFICO E CONCLUSÕES

#### II. Lâmpada (faixa de $0 < V < 4$ volts, para lâmpada de lanterna)

**(Cuidado com o amperímetro, pois as correntes são altas!) – inicie as medidas na escala de maior valor de corrente – escala 2A.**

Utilizando a lâmpada como elemento resistivo, ligue a fonte, aumente lentamente a tensão  $\mathcal{E}$  e verifique a faixa de variação da corrente  $I$  no circuito.

- Começando pelos valores **mais baixos da tensão**, faça medidas de  $I$  para cerca de oito valores diferentes de  $V$ . (Ao mudar de escala no voltímetro ou amperímetro, confira se escalas diferentes fornecem o mesmo valor para a voltagem ou a corrente). **IMPORTANTE:** efetue quatro medidas na região de baixas tensões ( $V < 0,5$  volts).

Preencha a Tabela 2 com os valores medidos (não se esqueça de colocar as unidades e número correto de algarismos significativos da medida).

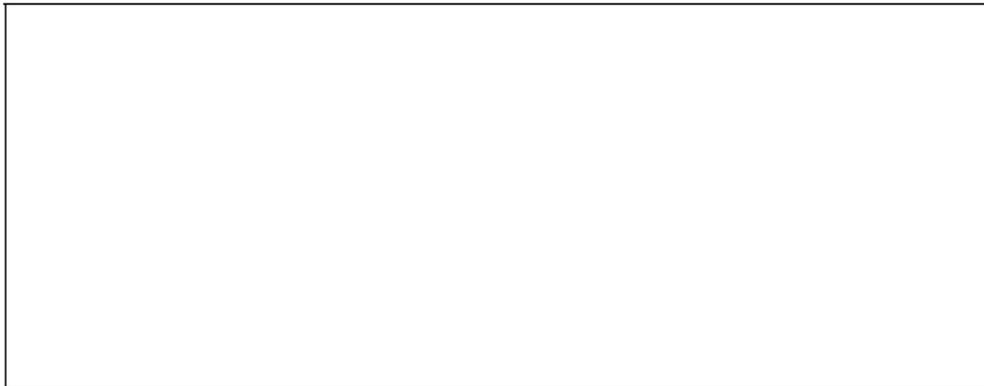
**Tabela 2**

<b>Lâmpada</b>	
tensão (____)	corrente (____)
0,2	
0,3	
0,4	
0,5	
1,0	
2,0	
3,0	
4,0	

Obtenha a curva  $V$  em função de  $I$ .

**ANÁLISE DO GRÁFICO E CONCLUSÕES PARA A LÂMPADA**

Analise o gráfico quanto à linearidade. Discuta a influência da temperatura sobre a resistência. Note que a temperatura do filamento depende da corrente através dele e pode chegar a 2000°C.

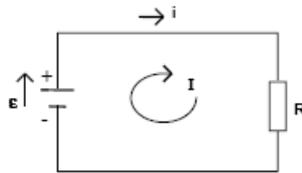


## 2. LEIS DE KIRCHHOFF

### INTRODUÇÃO:

Para que a carga elétrica se mova através de uma resistência, é necessário estabelecer uma diferença de potencial entre suas extremidades. Isto pode ser feito através de uma fonte de força eletromotriz (**fem**), como uma bateria ou uma fonte de tensão. Denomina-se força eletromotriz ( $\epsilon$ ) a diferença de potencial que uma fonte mantém entre seus terminais.

No circuito abaixo temos um resistor R ligado a uma fonte de tensão ( $fem = \epsilon$ ).



No experimento anterior observamos que para um resistor ôhmico,  $V = Ri$  onde a resistência R é independente da corrente que o atravessa. Considerando o circuito esquematizado acima, a d.d.p. em R é a que está sendo mantida pela fonte ( $\epsilon$ ). Neste caso temos:

$$\epsilon = Ri$$

No experimento de hoje você vai medir como se distribuem as diferenças de potencial e as correntes pelos vários elementos de circuitos, em circuitos de diversas malhas e com vários resistores associados.

Kirchhoff formulou um conjunto de relações conhecidas como as **Leis de Kirchhoff**. Na realidade elas não são leis básicas, mas apenas **regras** que podem ser obtidas a partir de princípios mais básicos: a conservação da carga e a conservação de energia.

### Lei das Malhas

A soma algébrica das variações de potencial ao longo de qualquer malha (percurso fechado) de um circuito é igual a zero.

Para aplicar a Lei das Malhas, escolhemos um ponto de partida no circuito, arbitramos um sentido para percorrê-lo, somamos algebricamente as diferenças de potencial no caminho e voltamos ao ponto de partida.

### Lei dos Nós

Para qualquer nó de um circuito (ponto onde diversos ramos do circuito se encontram) a soma das correntes que chegam nele é igual à soma das correntes que dele saem.

Bancada \_\_\_\_\_

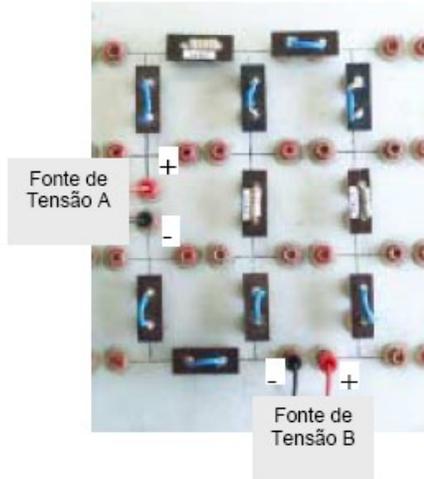
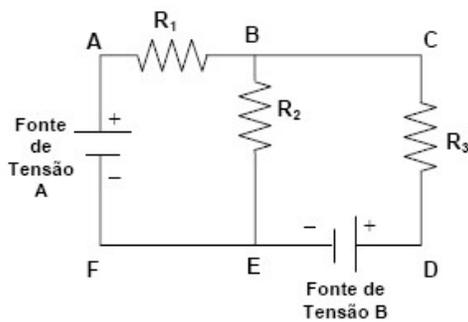
Data \_\_\_\_\_ Subturma \_\_\_\_\_

Nomes: 1- \_\_\_\_\_

2- \_\_\_\_\_

### Experimento 2: LEIS DE KIRCHHOFF

Monte o circuito da figura abaixo e ajuste a Fonte de Tensão A para 5V e a Fonte de Tensão B para 7 V.



A. Preencha a tabela abaixo, não se esquecendo de anotar também os sinais de cada medida. Faça a soma algébrica das *ddp's* para cada uma das **malhas** (qualquer caminho fechado no circuito) e indique os valores obtidos.

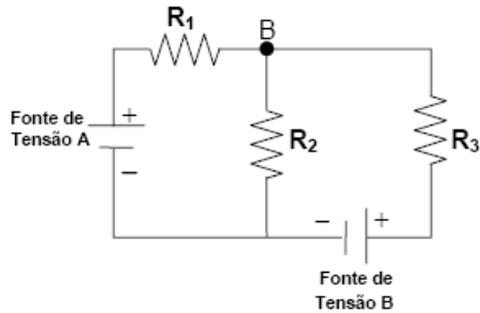
Sendo  $R_1 = 1\text{k}\Omega$ ;  $R_2 = 2,2\text{k}\Omega$  e  $R_3 = 4,7\text{k}\Omega$ .

Fonte de Tensão A = _____		
Fonte de Tensão B = _____		
Malha 1 (ABEFA)	Malha 2 (BCDEB)	Malha 3 (ACDFA)
$V_{AF} = (V_A - V_F) =$ _____	$V_{DE} = (V_D - V_E) =$ _____	$V_{AF} = (V_A - V_F) =$ _____
$V_{BA} = (V_B - V_A) =$ _____	$V_{EB} = (V_E - V_B) =$ _____	$V_{BA} = (V_B - V_A) =$ _____
$V_{EB} = (V_E - V_B) =$ _____	$V_{CD} = (V_C - V_D) =$ _____	$V_{DC} = (V_D - V_C) =$ _____
Soma algébrica = _____	Soma algébrica = _____	$V_{ED} = (V_E - V_D) =$ _____
		Soma algébrica = _____

**CONCLUSÕES** (discuta se você comprovou a Lei das Malhas).

B. Meça as correntes  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ , nos ramos onde se localizam os resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ , respectivamente. **Indique, no circuito abaixo, o sentido de cada corrente, obtido com o amperímetro.**

Resistor (____)	Corrente (____) (valor absoluto)
$R_1 =$ _____	$I_1 =$ _____
$R_2 =$ _____	$I_2 =$ _____
$R_3 =$ _____	$I_3 =$ _____



Referindo-se ao nó no ponto **B**:

-qual o valor da soma das correntes que chegam a este nó?

-e qual o valor da soma das correntes que saem dele?

**CONCLUSÕES:** (discuta se, a partir dos seus resultados, você comprova a Lei dos Nós)