

Experiência V (aulas 08 e 09)

Curvas características

1. Objetivos
2. Introdução
3. Procedimento experimental
4. Análise de dados
5. Referências

1. Objetivos

Como no experimento anterior, iremos estudar a adequação de um certo modelo a resultados experimentais. O objetivo desta experiência é estudar alguns elementos resistivos através do levantamento de suas curvas características. Estudaremos o **resistor comercial** e a **lâmpada de filamento**. Para isso, iremos aprender a utilizar os instrumentos de medida elétrica: voltímetro e amperímetro, e vamos verificar a influência dos instrumentos no resultado experimental.

Finalizando, iremos verificar a adequação das curvas características ao modelo da Lei de Ohm.

2. Introdução

Define-se como corrente elétrica através de um condutor, o movimento dos elétrons livres do material do condutor numa direção preferencial. Quantitativamente a corrente pode ser escrita como a quantidade de carga que atravessa a seção reta do condutor por unidade de tempo:

$$i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta q}{\Delta t} \right) = \frac{dq}{dt} \quad (1)$$

onde q é a carga e t é o tempo. A unidade de corrente é o ampère (símbolo A) que corresponde ao fluxo de **1 coulomb** de carga por **segundo**.

Quando os elétrons livres de um material condutor se movimentam, eles sofrem choques sucessivos com outros elétrons (livres ou atômicos) e com os átomos do material e estão sujeitos às forças de atração e repulsão exercidas por eles. Tudo isso dificulta o trânsito das cargas livres que gastam energia. Portanto, para manter esse trânsito, ou seja, a corrente elétrica, deve-se fornecer energia de uma fonte externa. A dificuldade do trânsito das cargas livres através de um material é chamada de resistência elétrica do material. Parte da energia perdida

no deslocamento dos elétrons no material é transformada em calor (efeito Joule), que é justamente utilizado para aquecer o filamento metálico dentro da lâmpada, e gerar luz.

A resistência elétrica de um elemento resistivo é definida como a razão entre a voltagem e a corrente que passa por esse elemento:

$$R = \frac{V}{i} \quad (2)$$

Essa é a definição geral de resistência elétrica, seja o elemento resistivo **ôhmico** (linear), caso em que a resistência R é constante para todos os pares (V, i) , seja ele **não ôhmico** (não linear), caso em que a resistência varia para os diferentes pares (V, i) .

Para estudar elementos resistivos de um circuito levantamos suas curvas características. A curva característica de qualquer elemento de circuito é definida como sendo o gráfico da corrente i (ordenada) em função da tensão V (abscissa). Esse gráfico serve para caracterizar o comportamento do elemento sob determinadas condições ambientais.

A definição (2) para um elemento resistivo X qualquer assegura uma propriedade importante desses elementos que é $V_X=0$ quando $i_X=0$. Isso quer dizer que por mais complicada que seja sua curva característica, ela sempre passa pela origem do sistema de coordenadas, como pode ser visto na Figura 1.

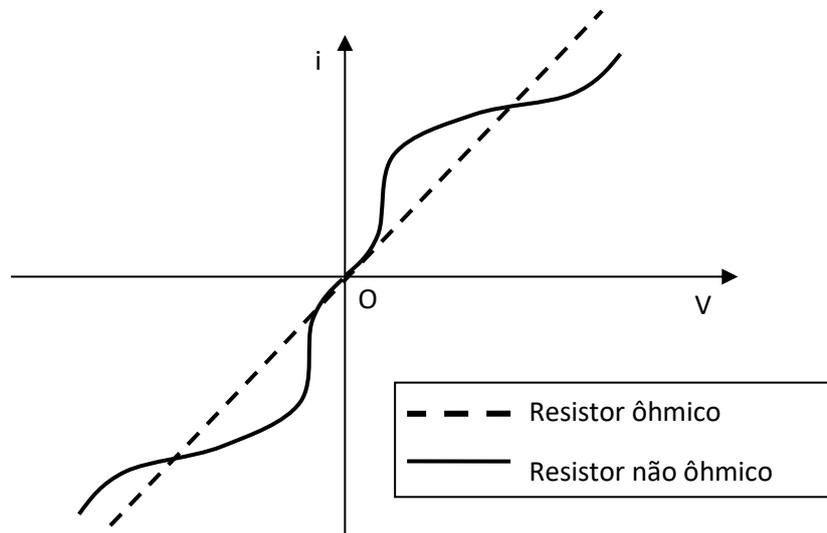


Figura 1: Curva característica de dois elementos resistivos hipotéticos.

3. Procedimento Experimental

ATENÇÃO:

Todo experimento que envolve eletricidade deve ser efetuado com cuidado, para evitar danos ao equipamento ou acidentes com os experimentadores. Por isso, fique atento às orientações do seu professor.

Inicialmente, os alunos irão se familiarizar com os instrumentos de medida e com as informações do manual fornecidas pelo fabricante. Depois desse primeiro contato, as curvas características serão levantadas. Para uma explicação detalhada sobre o princípio de funcionamento e a utilização de multímetros, veja a seção 3.2 do Capítulo III da apostila da disciplina.

Parte I:

Cada equipe receberá dois multímetros e três resistores. O objetivo desta parte do procedimento experimental é determinar os valores das resistências de três maneiras diferentes, analisando a influência do equipamento de medida em cada caso.

- Inicialmente, coloque o multímetro na função *ohmímetro*, meça e anote os valores das três resistências disponíveis. Verifique as variações na leitura e a melhor escala de leitura. Utilize o manual do multímetro para verificar os valores de incerteza das medidas na função ohmímetro. Anote esses valores.
- Em seguida, monte um circuito conforme ilustrado na Figura 2, usando cada um dos resistores (representado por **X** na Figura) por vez.

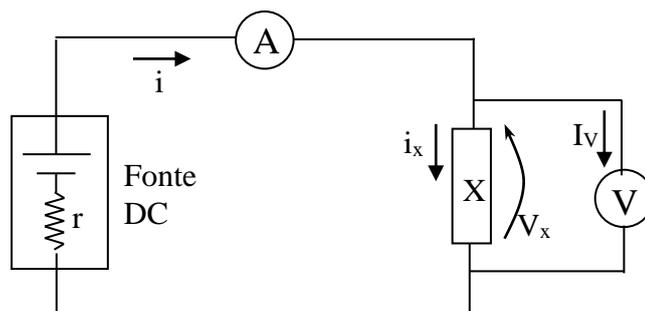


Figura 2: Primeiro circuito sugerido para se obter a resistência de um resistor.

Ligue os multímetros, um na função *voltímetro* (em paralelo com o resistor) e o outro na função *amperímetro* (em série com o resistor). **Ligue o amperímetro e o voltmímetro na maior escala de leitura e vá ajustando para a escala ideal,** meça e anote os valores de tensão e corrente lidos nos multímetros. Fique atento para a escolha da escala de leitura dos multímetros, utilizando sempre a escala que

forneça *maior precisão na medida*. Anote a escala utilizada. Repita para os três resistores.

Utilize o manual do multímetro para verificar os valores de incerteza das medidas na função voltímetro e amperímetro. Anote as incertezas das escalas utilizadas.

(c) Monte um novo circuito conforme ilustrado na Figura 3.

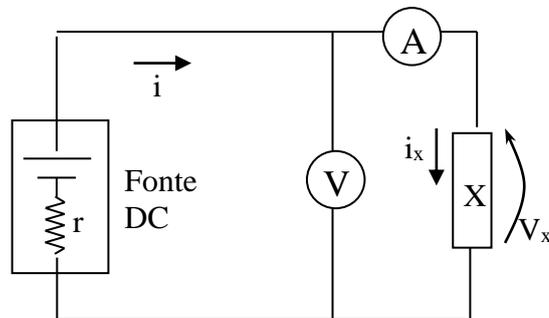


Figura 3: Circuito alternativo para se obter a resistência e a curva característica de um resistor.

Mais uma vez, utilize cada um dos três resistores por vez. Anote o valor da corrente i no circuito, medida pelo amperímetro, com sua respectiva incerteza (de acordo com o manual do fabricante). Anote o valor da queda de tensão V_x sobre o resistor.

Parte II:

Monte o circuito da Figura 2. Varie o valor de tensão da fonte, no intervalo orientado pelo professor, totalizando cerca de 15 medidas distribuídas nesse intervalo. Para cada valor de tensão da fonte, anote os valores de queda de tensão V_x no resistor. Anote as escalas de leitura do voltímetro e amperímetro e as incertezas nessas escalas de leitura, de acordo com o manual.

Substitua o resistor do circuito 2, por uma lâmpada de filamento. Efetue o mesmo procedimento de variação da tensão da fonte, medindo as quedas de tensão na lâmpada V_x . Procure obter cerca de 15 medidas distribuídas no intervalo de tensão orientado pelo professor. Anote as escalas de leitura do voltímetro e amperímetro e as incertezas nessas escalas de leitura, de acordo com o manual.

4. Análise de Dados

Parte I:

- a) Anote o valor de leitura de R_X e sua incerteza (ohmímetro).
- b) Utilize o valor medido de i e da queda de tensão V_X sobre o resistor (circuito da Figura 2) para calcular o valor de R_X . Calcule a incerteza no valor de R_X utilizando a propagação de erros.
- c) Repita o mesmo cálculo do item anterior para R_X , porém utilizando os novos valores de i e V_X medidos (circuito da Figura 3), com sua respectiva incerteza (também utilizando a propagação de erros).

Compare os valores de R_X obtidos com os três métodos acima. Você observou alguma diferença nesses valores? Em caso positivo, ao que você atribui essa diferença?

Parte II:

Construa o gráfico de i em função de V_X , com as barras de incertezas em cada ponto, e analise suas características, comparando os comportamentos do resistor comercial e da lâmpada nos intervalos de tensão utilizados.

O comportamento obtido era esperado? Discuta se os elementos resistivos satisfazem o modelo ôhmico, ou seja, apresentam resistência constante. Como você pode fazer essa verificação? Em caso negativo, discuta quais fatores devem estar influenciando a mudança de comportamento.

No caso em que o modelo ôhmico é satisfeito, calcule, através do inverso do coeficiente angular da reta obtida, o valor da resistência R_X . Determine sua incerteza utilizando o método gráfico de reta máxima e reta mínima. Como este resultado se compara àqueles obtidos na parte I?

5. Referências

1. N. Carlin et al, Física Experimental III para o Bacharelado em Física, Geofísica e Meteorologia, Instituto de Física da USP (2005)