

11.1 Objetivos

- Fundamentos dos Condutores, ôhmicos e não ôhmicos;
- determinação da resistência direta utilizando o ohmímetro;
- medida da característica $V(I)$ de um circuito resistivo, para determinar a resistência elétrica;
- determinação da curva característica de um resistor não-ohmico.

11.2 Materiais e Métodos

- Multímetro (amperímetro, voltímetro e ohmímetro);
- resistências comerciais; LDR; NTC; VDR e diodos e lâmpadas;
- fonte de tensão e corrente reguláveis;
- bancada para medida da resistividade.

11.2.1 Elementos resistivos

Os elementos puramente resistivos chamados lineares ou ôhmicos, são aqueles para os quais é válida a lei de Ohm, ou seja a razão entre a diferença de potencial (ddp) aplicada e a intensidade de corrente é uma constante, a uma dada temperatura e pressão. A curva característica $V(I)$ indica se existe essa linearidade ou não, no gráfico presente na figura 11.1(a) caracterizamos o que se convencionou chamar de elemento ôhmico. É preciso lembrar, no entanto, que sempre se pode aplicar a lei de Ohm, seja linear ou não o comportamento da função $V(I)$. No caso de elementos lineares, a resistência é constante ao longo de um grande intervalo de V e I , enquanto que no caso dos não lineares, como está representado nas figuras 11.1(b) e (c), a resistência é definida para cada par de valores V e I :

$$R = \frac{dV}{dI}. \quad (11.1)$$

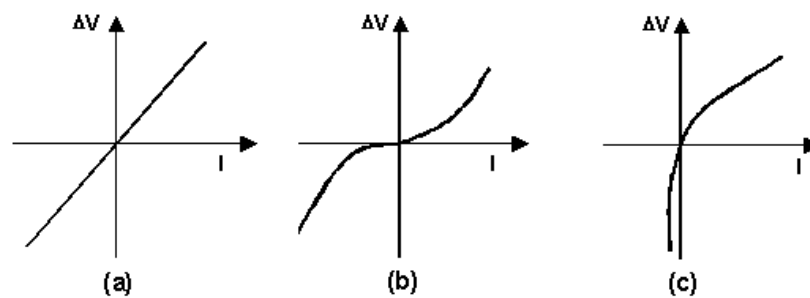


Figura 11.1: Curvas características $V \times I$ de elementos resistivos (a) lineares e (b) não linear tipo filamento de lâmpada incandescente, c) não linear, tipo diodo semiconductor

Para os condutores ohmicos esse valor é constante, enquanto que nos não ohmicos, pode ser dependente da temperatura (NTC), tensão (VDR), corrente, direção de corrente ou mesmo da quantidade de luz (LDR).

O comportamento não linear, pode depender de vários fatores dentre os quais destacamos a temperatura, a iluminação, a tensão etc...Dentre os elementos não lineares para estudo no laboratório destacamos os seguintes:

11.3 Experimentos

11.3.1 Medida da Resistividade de Condutores em função do seu comprimento

O uso do multímetro para medir resistências elétricas de forma direta, deve ser feito de forma cuidadosa, calibrando, inicialmente, o valor de $R = \infty$, com as ponteiros abertas, tendo o cuidado de verificar o bom encaixe dos terminais das ponteiros. Depois com as ponteiros curto-circuitadas, se calibra o valor de resistência *zero*. Nos multímetros analógicos, esta operação é feita pelo operador, enquanto que nos digitais, só de deve fazer a verificação.

As Resistências elétricas construídas neste experimento, sobre uma banca com fios de quatro diferentes diâmetros podem ser calculadas a partir da medida da área transversal A do comprimento L e da resistividade ρ do material considerado.

$$R = \rho \frac{L}{A}, \quad (11.2)$$

| Condutor | Resistividade (ρ) $\times 10^{-6} \Omega cm$ |
|--------------|---|
| Constantan | 44,1 |
| Niquel-Cromo | 150 |
| Cobre | 1,724 |

Tabela 11.1: Valores da Resistividade para materiais utilizados na construção de resistores

Procedimento

Medir a resistência elétrica, com um ohmímetro calibrado, de cada condutor a cada 10 cm, a partir dos 30 cm, para graficar a função $R(l)$, obtendo-se a resistividade a partir do ajuste linear dessa função. O valor da resistividade deve ser obtido coeficiente angular do gráfico $R(L/A)$.

Relatório

Determine a partir da análise dos gráficos $R(L/A)$, o valor da resistividade dos quatro condutores utilizados no seu experimento e considerando que o material é o mesmo determine a resistividade média, comparando com os valores da Tabela 11.1, defina qual o material cuja resistividade é mais aproximada ao utilizado.

11.3.2 Medida direta de resistências comerciais

Medir a resistência elétrica de conjuntos de 10 resistências de mesmo valor para determinar de forma estatística a incerteza das medidas visando a comparação com a tolerância comercial. A Incerteza será calculada através do desvio padrão da média. O desvio padrão de n medidas independentes R_i é dado por:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2} \quad (11.3)$$

A incerteza no valor da média, ou erro padrão da média, é definido da seguinte maneira:

$$\sigma_m = \Delta \bar{R} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (11.4)$$

Relatório

Determine o valor médio de um conjunto de 10 resistências iguais, calcule o valor médio, o desvio padrão e o desvio padrão da média e verifique se esse valor está nos limites da tolerância fornecida pelo fabricante.

11.3.3 Levantamento de curva característica de um elemento resistivo

A curva característica de elemento resistivo pode ser obtido, em geral, realizando medidas de corrente e ddp num circuito como o esquematizado na figura 11.2. Os elementos resistivos são duas lâmpadas cuja tensão máxima, em cada uma é de 6,5 V.

Experimento

1. Monte um circuito como o mostrado na figura 11.2, primeiro com uma duas lâmpadas, primeiro em série e depois em paralelo.
2. Obtenha os dados das curvas $V(I)$ para dez pontos entre 0 e 6 volts, para as três configurações.
3. Faça um desenho do circuito em cada uma das medidas, localizando amperímetro e voltímetro.

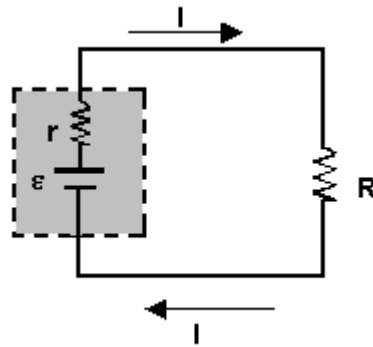


Figura 11.2: *Fem* real ligada a uma carga resistiva R

Relatório

1. Grafique os valores de $V(I)$ para os três experimento e obtenha o melhor ajuste polinomial possível.
2. A partir das tabelas grafique os valores de $V(I)$ e determine o valor de R pela inclinação da linearização pra os pontos até 2 volts, obtendo os valores das resistências, supondo que até essa tensão o comportamento é ohmico.
3. Compare o valor das resistências, com a derivação da curva $R(I)$, para o ponto $V = 6V$

11.3.4 Medida da Curva Característica de um LDR

O LDR (Light Dependent Resistor) é um foto-resistor cuja resistência elétrica decai com a incidência de luz. São construídos com material semicondutor de alta resistência elétrica. A incidência de fótons na superfície do material faz com que elétrons da banda de valência passem para a banda de condução por absorção de energia. Isso resulta num aumento da quantidade do número de portadores de carga (elétrons livres) e dessa forma, a resistência elétrica diminui. A resistência LDR (Light Dependent Resistor) é não-ohmica e neste experimento será medida em função da quantidade de luz. A variação da quantidade de luz é feita no interior de um tubo no qual o sensor LDR é afastado de uma pequena lâmpada através de um cursor conforme nos mostra a Fig. 11.3

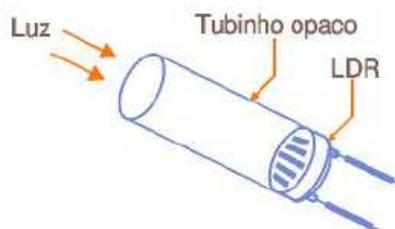


Figura 11.3: Esquema da medida da resistência de um LDR com a luminosidade

Relatório

Apresentar o resultado das medidas de resistência de forma gráfica, mostrando a variação da resistência em função $1/d^2$, pois a quantidade de luz varia em função dessa função.