4.3 Experimento 3: Variação da Resistência com a Temperatura

4.3.1 Objetivos

- ✓ Medir a variação da resistência elétrica de um enrolamento de fio de Cu e um diodo com a temperatura;
- ✓ Realizar ajustes lineares dos gráficos que relacionam a resistência com a temperatura para o Cu e o diodo;
- ✓ Determinar o coeficiente de temperatura da resistividade para o Cu.

4.3.2 Materiais Necessários

- ✓ 1 Bobina de cobre e 1 diodo;
- ✓ Plugs banana-banana e banana-jacaré;
- ✓ 2 Multímetros digitais;
- ✓ Balão volumétrico;
- ✓ Aquecedor;
- ✓ Termômetro.

4.3.3 Fundamentação Teórica

A resistividade elétrica dos condutores e semimetais variam com a temperatura. Nos metais (como o Cu, Fe, Ag, Au, Al etc ...), isto ocorre devido a um aumento da probabilidade de colisões dos portadores de carga com os íons da rede, fazendo com que a resistividade elétrica aumente com a temperatura. Já nos semicondutores (Si, Ge, grafite) há um aumento da probabilidade de ocorrência dos portadores de carga em saltarem da banda de valência para a banda de condução (ver semicondutores em Halliday Resnick, Física III). Isto acarreta em um decréscimo na resistividade com o aumento na temperatura, pois há um aumento de portadores de carga na banda de condução.

Um gráfico de resistência em função da temperatura é semelhante a um gráfico de resistividade em função da temperatura. Ilustramos na Figura 1 a dependência da resistência elétrica com a temperatura para os metais, uma liga de constantan e os semicondutores.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas

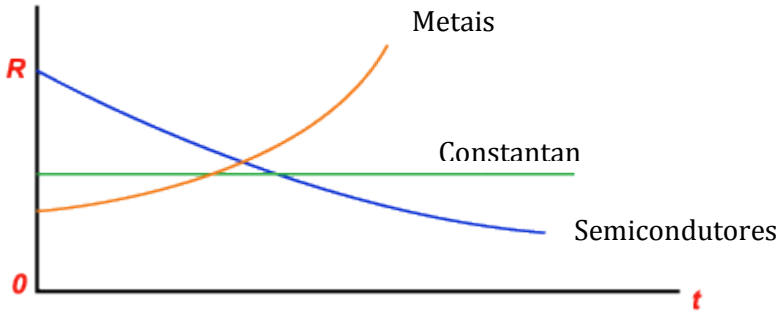

Figura 1 – Curvas ilustrativas da dependência da resistência elétrica com a temperatura para os metais, uma liga de constantan e os semicondutores.

Estas curvas são obtidas experimentalmente: variamos a temperatura (T) do material e medimos a resistência (R). Assim chegamos a uma relação algébrica entre a resistência e a temperatura, que é a seguinte:

$$R = R_o[1 + \alpha(T - T_o)$$

Onde R_o é a resistência elétrica a uma temperatura inicial (T_o) de referência (geralmente 0 °C ou 20 °C) e, α é o coeficiente de temperatura da resistência em faixas de linearidade da curva.

O coeficiente α depende do material e, para um mesmo material, ele não é constante. Varia com a temperatura T_o considerada. Mas, como a variação é pequena, ele é considerado constante dentro de um intervalo de temperatura $(T - T_o)$ de algumas dezenas de graus. Por exemplo, é considerado com um valor constante entre 0° e 50°C, entre 50° e 80°C, etc... A unidade de alfa deve ser $[\alpha]$ = °C^{-1}.

Existem ligas metálicas cuja resistência não varia com a temperatura, isto é, que tem α praticamente igual a zero. As mais importantes são:

- Constantan – composta de níquel, cobre e zinco;
- Manganina – composta de cobre e manganês;
- Niquelina – composta de cobre, manganês e níquel.

Quando queremos obter com grande precisão a variação da resistência em função da temperatura, devemos acrescentar na fórmula anterior um termo do segundo grau em $(T - T_o)$.

Neste experimento estudaremos a variação da resistência elétrica com a temperatura para um metal e um semicondutor. No caso do metal, utilizaremos uma bobina de fio de Cu,

enquanto para o semicondutor, utilizaremos um diodo. Calcularemos o coeficiente de temperatura da resistividade (α) para o Cu e o diodo e, discutiremos os resultados obtidos.

4.3.4 Procedimentos Experimentais

1. Observe os componentes e a montagem deste experimento, na Figura 1.

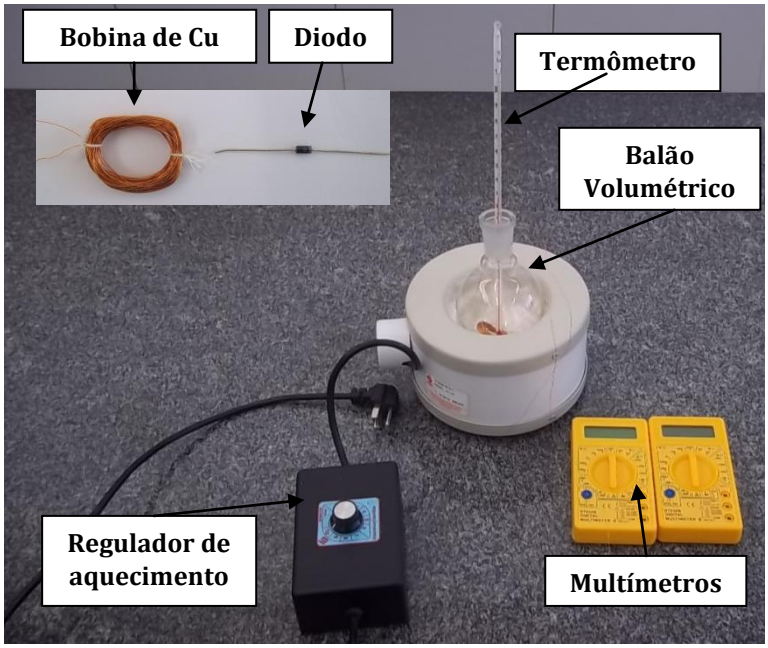

Figura 1 – Montagem experimental para o estudo da resistência em função da temperatura.

2. Encha o balão volumétrico com água e insira o termômetro no mesmo.

3. Conecte as extremidades da bobina de Cu, nas ponteiras de um dos multímetros e faça o mesmo com o diodo (tome cuidado com a ligação correta do diodo).

4. Mergulhe a bobina de Cu e o diodo no balão volumétrico com água. Deixe a parte inferior do termômetro, o mais próximo possível da bobina e o diodo.

5. Antes de ligar o regulador de aquecimento, você deverá anotar a temperatura ambiente e, as resistências da bobina e do diodo nesta temperatura. Avalie a incerteza do termômetro e, do multímetro (no manual) e anote estes valores.

6. Ligue o regulador de aquecimento na marcação 9 e anote os valores das resistências da bobina de Cu e do diodo função da temperatura. Faça estas medidas de 5 em 5 °C. Anote os dados na Tabela 1.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas

Tabela 1 – Valores de resistência elétrica da bobina de Cu e do diodo em função da temperatura.

Temperatura (°C)	Resistência da Bobina de Cu ($R_{Cu} \pm \Delta R_{Cu}$)	Resistência do Diodo ($R_D \pm \Delta R_D$)	

4.3.5 O que Incluir no Relatório do Experimento

- Faça dois gráficos utilizando um programa de computador: um para a resistência da bobina de Cu em função da temperatura e, outro para a resistência do diodo em função da temperatura.

- Os gráficos obtidos possuem comportamento linear ? Explique para qual faixa de temperatura o comportamento da resistência com a temperatura é linear para os metais e os semicondutores (no caso o diodo).

- Através de um ajuste linear, escreva as funções que representam a variação da resistência com a temperatura para a bobina de Cu e o diodo.

- Através do ajuste feito no item anterior, estime a resistência elétrica (R_o) da bobina de Cu a T_o = 20 °C. Com isto, determine o coeficiente da temperatura da resistência (α) do o cobre para 20 °C. Compare os valores obtidos com o da literatura.

$$\alpha = \frac{1}{\rho_o}\frac{\rho - \rho_o}{T - T_o}$$

- Repita o item anterior para o diodo. O diodo que estamos utilizando é composto pelos semicondutores Si e Ge. O valor obtido de (α) deverá estar compreendido entre estes dois valores ? Justifique em seu relatório sua resposta.

- A variação da resistência elétrica de um resistor metálico com a temperatura influencia na verificação experimental da lei de Ohm ? Justifique sua resposta.