

## 3 Resistência

### Problema 1

A temperatura num dado momento é 12 °C. Quanto deve aumentar a temperatura para que a resistência de um fio de cobre aumente 10%?

Se  $R_{12}$  for a resistência a 12 °C, a resistência à temperatura  $T$  procurada será  $1.1 R_{12}$ . A expressão que relaciona a resistência a duas temperaturas diferentes depende do coeficiente de temperatura, que é diferente a cada temperatura. Como o coeficiente de temperatura do cobre que aparece na tabela 3.2 do livro é para 20 °C, teremos que relacionar as resistências a 12 °C e  $T$  com a resistência a 20 °C ( $R_{20}$ , desconhecida), obtendo-se duas equações:

```
(%i1) eq1: R12 = R20*(1 + 0.0039*(12 - 20))$
```

```
(%i2) eq2: 1.1*R12 = R20*(1 + 0.0039*(T - 20))$
```

Esse sistema tem uma variável livre, já que são duas equações com 3 variáveis: as resistências  $R_{12}$ ,  $R_{20}$  e a temperatura  $T$ . Para usar o comando `solve` do Maxima, teremos que selecionar duas das variáveis, por exemplo  $T$  e  $R_{12}$ , que serão resolvidas em função da terceira variável  $R_{20}$ , considerada variável livre

```
(%i3) float (solve ([eq1,eq2], [T,R12]));
```

```
(%o3) [ [T = 36.84, R12 = 0.9688 R20] ]
```

$T$  não depende da variável livre. A resposta é que a temperatura deve aumentar 24.84 °C (aumenta de 12 °C para 36.84 °C).

**Problema 3**

A diferença de potencial entre os elétrodos de uma bateria é 3 V quando a bateria é percorrida por uma corrente de 4 A, no sentido do eletrodo negativo para o positivo. Quando a corrente é de 2 A, no sentido oposto, a diferença de potencial aumenta até 12 V. (a) Calcule a resistência interna da bateria. (b) Qual é a f.e.m. da bateria?

No primeiro caso, quando a corrente passa do eletrodo negativo para o positivo, as cargas de condução aumentam a sua energia elétrica na passagem pela bateria. Como tal, a bateria está no modo gerador; substituindo os valores da voltagem e da corrente na equação do gerador, obtém-se uma primeira condição:

```
(%i4) eq1: 3 = E - r*4$
```

No segundo caso, as cargas de condução perdem energia elétrica na sua passagem pelo eletrólito da bateria. A bateria está a ser recarregada e, como tal, a voltagem e corrente verificam a equação dum recetor:

```
(%i5) eq2: 12 = E + r*2$
```

A resolução dessas duas equações dá os valores da f.e.m. e da resistência interna (unidades SI)

```
(%i6) float (solve ([eq1,eq2]));
(%o6)      [ [E= 9.0, r = 1.5] ]
```

A bateria tem f.e.m. de 9 V e resistência interna de 1.5 Ω.

**Comentários:** A voltagem nos elétrodos de uma bateria quando estiver a descarregar, no modo gerador, é sempre menor que o valor da sua f.e.m.; quando a bateria estiver a ser recarregada, no modo recetor, a voltagem entre os elétrodos deve ser maior do que a sua f.e.m. Como tal, no enunciado do problema fica claro que no primeiro caso a bateria está a descarregar, no segundo caso está a recarregar e a sua f.e.m. estará entre 3 V e 12 V.

**Problema 5**

A resistência de uma lâmpada incandescente de 60 W e 230 V, à temperatura ambiente de 20 °C, é  $R = 65\Omega$ . No entanto, as especificações do fabricante (60 W e 230 V) conduzem a um valor muito mais elevado da resistência. Justifique, calculando a temperatura do filamento de tungstênio quando a lâmpada se encontra acesa.

A potência e voltagem nominais, indicadas pelo fabricante, permitem determinar o valor da resistência nominal, usando a expressão  $P = \Delta V^2/R$

```
(%i7) Rn: float (230^2/60);
(%o7)      881.7
```

Essa será a resistência da lâmpada quando for ligada à voltagem de 230 V, com uma temperatura elevada que faz com que ilumine. A resistência a 20 °C,  $R_{20} = 65\Omega$ , é muito menor porque a essa temperatura a lâmpada não aquece o suficiente para iluminar. A temperatura da lâmpada acesa obtém-se a partir da equação 3.7 do livro, substituindo os valores de  $R_n$ ,  $R_{20}$  e o coeficiente de temperatura do tungstênio (tabela 3.2):

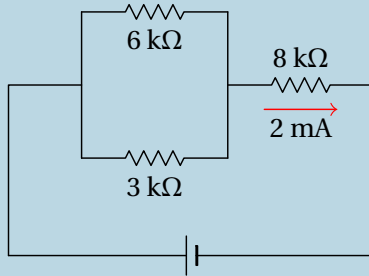
```
(%i8) float (solve (Rn = 65*(1 + 0.0045*(T-20))));
(%o8)      [T = 2.812e+3]
```

Quando a diferença de potencial na lâmpada for de 230 V, o filamento aquecerá até 2812 °C, produzindo luz.

**Comentários:** Esse resultado é uma aproximação, já que a relação entre resistência e temperatura provavelmente já não será linear à temperatura elevada da lâmpada. De qualquer forma, a temperatura deve ser da ordem dos milhares de graus Celsius para que o filamento produza luz visível. A lâmpada não queima porque dentro dela não há oxigênio. O mecanismo de produção de luz usado nas lâmpadas incandescentes (aquecer um filamento) é muito ineficiente, pois grande parte da energia elétrica é dissipada em calor; as lâmpadas fluorescentes são muito mais eficientes. Hoje em dia as lâmpadas de LEDs são ainda mais eficientes, aproveitando quase toda a energia elétrica para produzir luz.

**Problema 6**

No circuito representado na figura, foi medida a corrente na resistência de  $8\text{ k}\Omega$  e obteve-se o valor de  $2\text{ mA}$ . Use esses dados para calcular o valor da f.e.m. e a diferença de potencial em cada resistência.



A diferença de potencial na resistência de  $8\text{ k}\Omega$  é:

$$\Delta V_8 = 8 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-3} = 16\text{ V}$$

A resistência equivalente às duas resistências de  $6\text{ k}\Omega$  e  $3\text{ k}\Omega$  em paralelo é:

$$R_p = 1 / (1/3 + 1/6);$$

$$R_p = 2$$

E a corrente através dessa resistência equivalente são os mesmos  $2\text{ mA}$  que passam pela resistência de  $8\text{ k}\Omega$ , que está em série com ela. A diferença de potencial na resistência equivalente de  $2\text{ k}\Omega$  é:

$$\Delta V_2 = 2 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-3} = 4\text{ V}$$

que será igual à diferença de potencial nas resistências de  $3\text{ k}\Omega$  e  $6\text{ k}\Omega$  que estão em paralelo:

$$\Delta V_3 = \Delta V_6 = 4\text{ V}$$

O valor da f.e.m. deverá ser igual à soma das diferenças de potencial nas duas resistências de  $2\text{ k}\Omega$  e  $8\text{ k}\Omega$ , que estão em série:

$$\varepsilon = \Delta V_2 + \Delta V_8 = 20\text{ V}$$