

## LIGAÇÃO EM SÉRIE DE RESISTORES.

São designados por resistores aqueles elementos que se caracterizam pela sua resistência.

Ligando-se resistores em série, temos uma ampliação do circuito de circulação da corrente e assim uma elevação da resistência (figura 5.1).

A resistência total é igual à soma das resistências parciais.

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

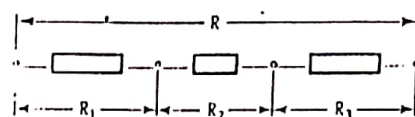


Fig. 5.1 Ligação em série de resistores

Exemplo: Qual é o valor da resistência total, quando resistores de valor individual de  $3\Omega$ ,  $15\Omega$ ,  $28\Omega$  e  $32\Omega$  são ligados em série?

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 3 + 15 + 28 + 32 = 78\Omega.$$

## LIGAÇÃO PARALELA DE RESISTORES.

Na ligação paralela de resistores, eleva-se a seção transversal condutora, e, com isto, teremos a redução da resistência total (figura 5.2).

A resistência total é sempre inferior à menor das resistências parciais.

O inverso do valor total da resistência é igual à soma dos inversos de cada valor parcial.

Assim, o valor total é igual a soma dos valores das condutâncias parciais.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \text{ou} \quad G = G_1 + G_2 + G_3$$

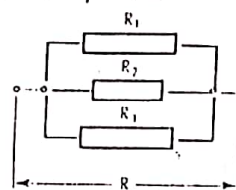


Fig. 5.2 Ligação paralela de resistores

Exemplo 1: Qual o valor do resistor equivalente a 3 resistores ligados em paralelo, de valores  $R_1 = 2\Omega$ ,  $R_2 = 10\Omega$  e  $R_3 = 40\Omega$ ?

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{10} + \frac{1}{40} = \frac{20 + 4 + 1}{40} = \frac{25}{40} \text{ S}; \quad R = \frac{40}{25} = 1,6\Omega;$$

Para o caso de dois resistores em paralelo, vale a equação:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_2}{R_1 \cdot R_2} + \frac{R_1}{R_1 \cdot R_2} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 \cdot R_2}$$

$$\text{e assim temos} \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

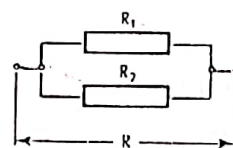


Fig. 5.3 Ligação paralela de dois resistores

Exemplo 2: Dois resistores de valor  $16\Omega$  e  $40\Omega$  são ligados em paralelo. Qual é o valor da resistência total destes resistores? (figura 5.3).

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{16 \cdot 40}{16 + 40} = \frac{640}{56} = 11,43\Omega.$$

## TIPOS DE RESISTORES.

### 1. Resistores de fio — Reostatos de fio.

Neste tipo, o comprimento do condutor resistivo é variado por meio de contatos deslizantes, que reduzem ou elevam o número de espiras de fio inserido no circuito.

### 2. Resistores sem fio.

São sobretudo os do tipo resistor de carvão, freqüentemente empregados na eletrônica. São fabricados, recobrindo-se um corpo isolante com uma fina camada de carvão, e esta por sua vez protegida com uma camada de verniz adequado.

### 3. Resistores líquidos.

São construídos empregando líquidos condutores (água com sal, ácidos ou lixívia). Estão presentes no interior de pilhas e acumuladores. Quando se trata de resistores variáveis líquidos, placas metálicas são imersas no líquido. Desta forma, variando-se a seção de contato entre o metal e o líquido, obtém-se a variação de resistência. Além destes elementos que apresentam resistência, aparecem alguns efeitos resistivos que, entretanto, não podem ser encarados como elementos de circuito, e que são:

### 4. Resistência de contato.

É um efeito resistivo que aparece no ponto ou nos pontos de contato entre dois condutores. Quando a ligação de dois condutores não é feita de modo rígido ou quando os materiais oxidam, o valor desta resistência pode assumir valores muito elevados (placas de aterramento, grãos de carvão em microfones etc).

### 5. Resistência interna — Resistência externa.

O circuito completo de corrente representa uma ligação de resistências internas dos geradores de tensão (enrolamento da máquina ou do líquido do acumulador) e de resistências externas próprias dos elementos do circuito de corrente.

## LEI DE OHM.

O cientista Georg Simon Ohm foi o primeiro a reconhecer a dependência da corrente em função da tensão e da resistência. Esta é a razão por que a relação entre corrente, tensão e resistência é chamada de "Lei de Ohm".

## Experiência:

1. Aplicando-se uma tensão de 2 V num resistor de  $2\Omega$ , então o amperômetro indicará uma corrente de 1 A (figura 6.1).
2. Alimentando-se um resistor de  $2\Omega$ , com uma tensão de 4 V, o amperômetro indicará uma corrente de 2 A (figura 6.2).
3. Alimentando-se um resistor de  $4\Omega$ , com uma tensão de 2 V, o amperômetro indicará uma corrente de apenas 0,5 A (figura 6.3).

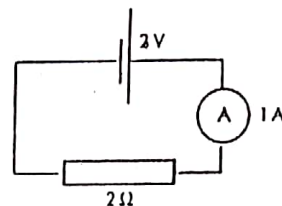


Fig. 6.1 Experiência 1

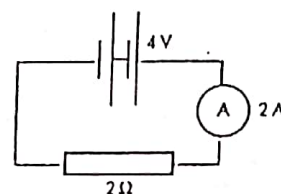


Fig. 6.2 Experiência 2

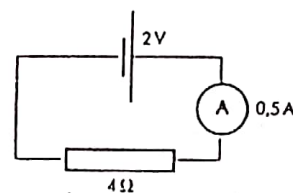


Fig. 6.3 Experiência 3

## Resultado:

Das experiências 1 e 2, resulta:

Mantendo-se a resistência constante, quanto maior a tensão, maior a corrente.

Das experiências 1 e 3, resulta:

Mantendo-se inalterado o valor da tensão, quanto maior a resistência do resistor, menor a corrente.

A "Lei de Ohm" estabelece genericamente a seguinte relação:

$$I = \frac{U}{R} \quad [A]$$

Desta equação, poderemos obter ainda:

$$U = I \cdot R \quad [V]$$

$$R = \frac{U}{I} \quad [\Omega]$$

Mediante esta equação, podemos calcular a tensão  $U$ , quando pelo circuito deve fluir a corrente  $I$  e o mesmo tem uma resistência  $R$ . Quanto maior o valor da resistência e da corrente, tanto maior será a tensão necessária  $U$ .

Mediante esta segunda relação, podemos calcular a resistência  $R$ , quando pelo circuito flui uma corrente  $I$  sob o efeito da tensão  $U$ . Quanto maior a tensão e quanto menor a corrente, tanto maior será a resistência necessária  $R$ .

**Exemplo 1:** Qual a corrente que circula por um resistor de  $40\Omega$ , quando este está ligado a uma fonte de 220V?

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{40} = 5,5 \text{ A.}$$

**Exemplo 2:** A que tensão deve ser ligado um resistor de  $300\Omega$ , quando neste resistor deve fluir uma corrente de 0,4A?

$$U = I \cdot R = 0,4 \cdot 300 = 120 \text{ V.}$$

**Exemplo 3:** Qual a resistência de um condutor elétrico, quando neste circula uma corrente de 1,6A aplicando-se 220V?

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{1,6} = 137,5 \Omega.$$

**Exemplo 4:** Um resistor de constantan de seção igual a  $0,4\text{mm}^2$ , deve ser ligado a uma tensão de 220V. Qual é o comprimento necessário, se a corrente resultante deve ser de 4A?

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{4} = 55 \Omega; \quad R = \frac{\rho \cdot l}{A}; \text{ invertendo a relação: } l = \frac{R \cdot A}{\rho} = \frac{55 \cdot 0,4}{0,5} = 44 \text{ m.}$$

**Exemplo 5:** O enrolamento de um motor de corrente contínua tem a  $20^\circ\text{C}$  uma resistência de  $440\Omega$ . Qual a tensão de serviço é de 220V.

Elevação da resistência do cobre segundo a tabela (página 4)  $\alpha = 0,004$ ;

Cálculo da resistência no estado quente:

$$R_2 = R_1 (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

$$R_2 = 440 (1 + 0,004 \cdot [145^\circ - 20^\circ])$$

$$R_2 = 440 (1 + 0,004 \cdot 125)$$

$$R_2 = 440 \cdot 1,5 = 660 \Omega$$

$$\text{Corrente no estado frio: } I = \frac{U}{R_1} = \frac{220 \text{ V}}{440 \Omega} = 0,5 \text{ A.}$$

Corrente no estado quente:

$$\text{Resultado: } I = \frac{U}{R_2} = \frac{220 \text{ V}}{660 \Omega} = \frac{1}{3} \text{ A}$$

A corrente reduz-se de  $\frac{1}{2} \text{ A}$  para  $\frac{1}{3} \text{ A}$ .