

2 Associação de resistências

Como é que se pode associar as resistências num circuito?

Muitos circuitos elétricos são constituídos por várias resistências que podem estar associadas **em série**, **em paralelo** ou em associações mistas devido ao facto do valor necessário ser diferente do valor das resistências disponíveis.

Numa associação de resistências, chama-se **resistência equivalente**, R_{eq} , à **resistência única** que pode substituir a respetiva associação.

Na figura 27, as **resistências** R_1 , R_2 e R_3 estão **associadas em série**.



Figura 27 – Associação de resistências em série.

Na figura 28, as **resistências** R_1 , R_2 e R_3 estão **associadas em paralelo**.

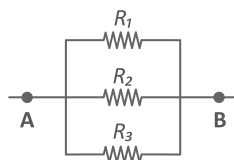


Figura 28 – Associação de resistências em paralelo.

Na figura 29, as **resistências** R_2 e R_3 estão **associadas em paralelo** e a $R_{eq(2,3)}$ está **associada em série** com a **resistência** R_1 .

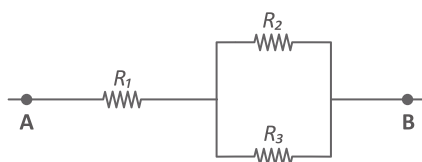


Figura 29 – Associação de resistências.

Na figura 30, as **resistências** R_1 e R_2 estão **associadas em série** e a $R_{eq(1,2)}$ está **associada em paralelo** com a **resistência** R_3 .

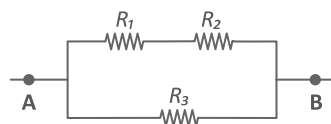


Figura 30 – Associação de resistências.

Associação de resistências em série

Numa associação de **resistências em série**, como a apresentada na figura 31,

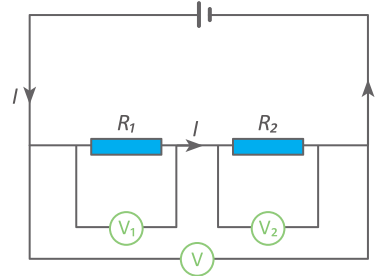


Figura 31 – Circuito com resistências associadas em série.

- A intensidade da corrente elétrica que percorre cada resistência é a mesma, $I_1 = I_2$.
- A diferença de potencial nos terminais das duas resistências é igual à soma das diferenças de potencial nos terminais de cada resistência, $U = U_1 + U_2$.

Pretende-se substituir as resistências por uma resistência única, a resistência equivalente, como se mostra na figura 32.

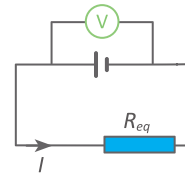


Figura 32 – Resistência equivalente.

Aplicando a Lei de Ohm, as diferenças de potencial aos terminais das resistências R_1 e R_2 são:

$$U_1 = R_1 I \text{ e } U_2 = R_2 I$$

A diferença de potencial aos terminais de R_{eq} é:

$$U = R_{eq} I$$

Como $U = U_1 + U_2$ vem

$$U = U_1 + U_2 = R_1 I + R_2 I \Leftrightarrow R_{eq} I = (R_1 + R_2) I \Leftrightarrow R_{eq} = R_1 + R_2$$

A saber:

O valor da resistência equivalente, numa associação em série, é igual à soma das resistências associadas.

A saber:

Associando resistências em série, aumenta-se a resistência equivalente.

Conclusão:

Numa associação de resistências em série, a resistência equivalente é igual à soma das resistências associadas.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Associação de resistências em paralelo

Numa associação de **resistências em paralelo**, como a da figura 33,

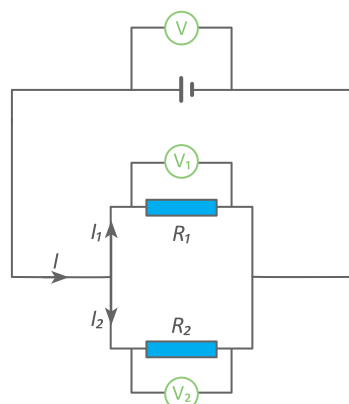


Figura 33 – Circuito com resistências associadas em paralelo.

- A diferença de potencial nos terminais de cada resistência é a mesma, $U = U_1 = U_2$.
- A intensidade da corrente elétrica que percorre o circuito principal é igual à soma da intensidade da corrente que atravessa cada uma das resistências, $I = I_1 + I_2$.

Pretende-se substituir as resistências por uma resistência única, a resistência equivalente, como se mostra na figura 34.

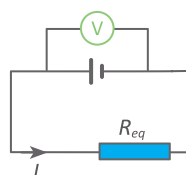


Figura 34 – Resistência equivalente.

Aplicando a Lei de Ohm,

$$I_1 = \frac{U}{R_1} \text{ e } I_2 = \frac{U}{R_2}$$
$$I = \frac{U}{R_{eq}}$$

Substituindo em $I = I_1 + I_2$, vem

$$I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \Leftrightarrow \frac{U}{R_{eq}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \Leftrightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Conclusão:

Numa associação de resistências em paralelo, o inverso da resistência equivalente é igual à soma dos inversos das resistências associadas.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

A saber:

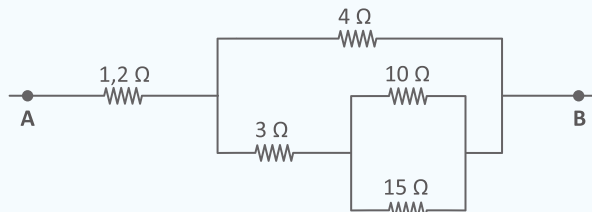
O inverso da resistência equivalente é igual à soma dos inversos das resistências associadas em paralelo.

A saber:

Associando resistências em paralelo, diminui-se a resistência equivalente.

Questões resolvidas

1. Considere o circuito elétrico mostrado na figura, onde a d.d.p. entre os pontos A e B é de 12 V.



1.1. Calcule a resistência equivalente à associação representada.

1.2. Determine a intensidade da corrente que percorre a resistência de 1,2 Ω.

Resolução:

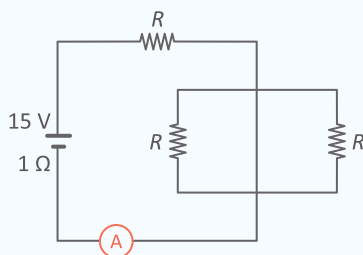
$$1.1. \frac{1}{R_{eq1}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15} \Leftrightarrow R_{eq1} = 6,0 \, \Omega$$

$$\frac{1}{R_{eq2}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{3 + 6,0} \Leftrightarrow R_{eq2} = 2,8 \, \Omega$$

$$R_{eqAB} = 1,2 + 2,8 \Leftrightarrow R_{eq} = 4,0 \, \Omega.$$

1.2. É a intensidade total. Aplicando a Lei de Ohm $R = U/I \Leftrightarrow 4,0 = 12/I \Leftrightarrow I = 3,0 \, \text{A}$.

2. No circuito da figura seguinte todas as resistências são iguais a 10 Ω.



2.1. Calcule a resistência equivalente às 3 resistências R , representadas.

2.2. Determine o valor indicado pelo amperímetro.

Resolução:

2.1. A resistência equivalente vai ser apenas R , pois as outras duas estão em curto-circuito e portanto a corrente elétrica não passa por elas.

$$R_{eq} = R = 10 \, \Omega.$$

$$2.2. I = \frac{\mathcal{E}}{R_{Total}} \Leftrightarrow I = \frac{15}{10 + 1} \Leftrightarrow I = 1,4 \, \text{A}.$$

APL A-1.1: Características de um gerador

Questão-problema: Em que condições é máxima a potência fornecida por um gerador?

Objetivo: Verificação experimental das condições para que a potência fornecida por um gerador seja máxima.

Questões pré-laboratoriais:

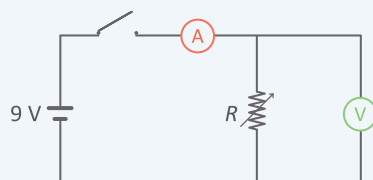
1. Quais são as grandezas que caracterizam um gerador?
2. Quando se utiliza um reóstato, como se poderá determinar a sua resistência a partir das medições de U e I ?

Recursos:

- 1 pilha de 9 V
- fios de ligação
- crocodilos
- reóstato
- 1 amperímetro
- 1 voltímetro
- 1 interruptor

Procedimento:

1. Proceda à montagem do circuito esquematizado.



2. Introduza diferentes resistências, usando o reóstato.
3. Para cada resistência leia e registe os valores indicados no amperímetro e no voltímetro.

U (V)	I (A)	R (Ω)

Questões pós-laboratoriais:

1. Construa o gráfico $U = f(I)$.
2. A partir da linha de ajuste do gráfico, determine a resistência interna e a força eletromotriz da pilha.
3. Complete a tabela, calculando os valores das resistências.
4. Desenhe o gráfico da potência em função da resistência.
5. Compare o valor da resistência interna da pilha com o valor da resistência para o qual é máxima a potência fornecida pela pilha e tire conclusões.

APL A-1.2: Circuitos com resistências em série e em paralelo

Questões-problema: Como se relaciona a diferença de potencial nos terminais de resistências instaladas em paralelo e em série?

Como se relaciona a intensidade da corrente nas várias resistências?

Objetivo: Comprovação experimental das leis que regem as associações em série e paralelo de resistências.

Questões pré-laboratoriais:

1. Esquematize um circuito com três resistências em série e outro com as resistências em paralelo.
2. Coloque em cada circuito anterior dois amperímetros e dois voltmímetro.

Recursos:

- 1 fonte de alimentação
- fios de ligação
- crocodilos
- 3 resistências elétricas
- 1 amperímetro
- 1 voltmímetro

Procedimento:

1. Proceda à montagem de um circuito com três resistências em série.
2. Intercale no circuito um amperímetro e um voltmímetro nos terminais da associação.
3. Registe os valores obtidos nos aparelhos.
4. Intercale sucessivamente o voltmímetro entre cada resistência.
5. Registe os valores obtidos.
6. Proceda à montagem de um circuito com três resistências em paralelo.