

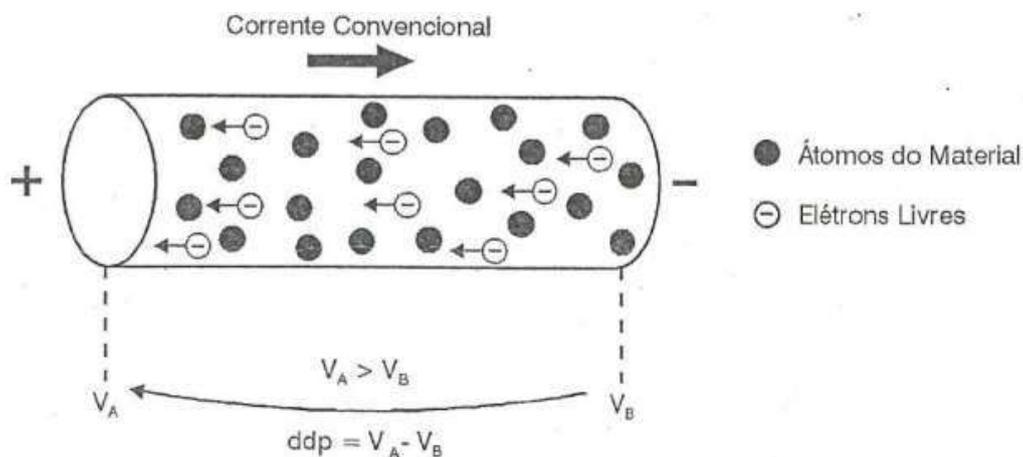
MATERIAL DE APOIO (Resistência Elétrica; Associação de resistores; 1ª Lei de Ohm)

1. Resistência Elétrica

A resistência elétrica é a característica elétrica dos materiais que representa a oposição à passagem de corrente elétrica. Num circuito elétrico, é utilizada para controlar o fluxo de elétrons (corrente elétrica) ou para aquecimento, como por exemplo um chuveiro elétrico ou ferro elétrico de passar.

Esta grandeza é representada pela letra R e sua unidade de medida é Ohm (Ω), em homenagem ao cientista George Ohm. Este cientista relacionou a resistência elétrica com a tensão e corrente elétrica, obtendo-se a 1ª Lei de Ohm, e a resistência elétrica com as características e dimensões do material, obtendo-se a 2ª Lei de Ohm.

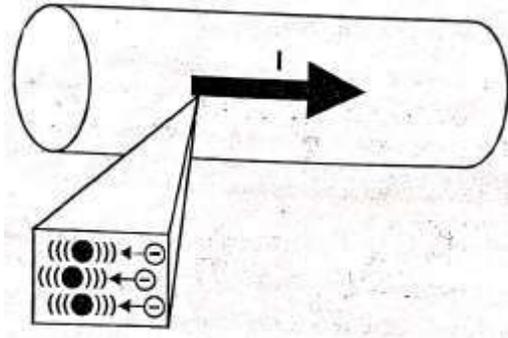
Figura 1.1 – Resistência à passagem da corrente elétrica



2. Efeito Joule

É o nome dado ao fenômeno do aquecimento de um material devido à passagem de uma corrente elétrica.

Figura 2.1 – Choque dos elétrons com os átomos, causando o efeito Joule.



Para se transportar a corrente elétrica de um lugar para outro, devem-se utilizar condutores que oferecem o mínimo de resistência, para que não haja perdas de energia por efeito Joule. Por isso os fios condutores são feitos principalmente de cobre ou alumínio.

Mas existem situações nas quais a resistência à passagem da corrente elétrica é uma necessidade, tanto pelo aquecimento que gera (chuveiros, ferros de passar roupas, aquecedores etc), como pela capacidade de limitar a corrente elétrica em dispositivos elétricos e eletrônicos.

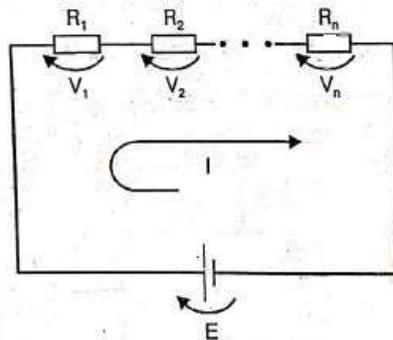
3. Associação de Resistores

Vários circuitos elétricos possuem resistores ligados entre si. Os motivos podem ser vários: Por exemplo, para obter um valor de resistência diferente dos resistores encontrados comercialmente ou para obter a divisão de uma corrente para diversos ramos de um circuito (Observação: Estudaremos divisão de corrente e ramos mais para frente).

3.1 Associação Série de Resistores

Na associação série, os resistores estão ligados um em seguida do outro, ou seja, um fio interligando todos os resistores. Dessa forma, a corrente é igual em todos os resistores e a tensão elétrica se divide entre eles.

Figura 3.1 – Associação série de resistores

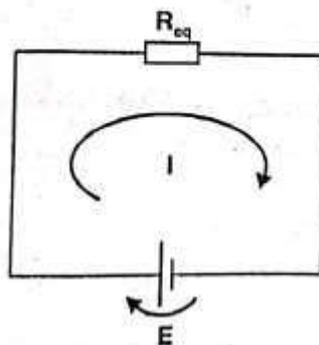


Assim, a resistência equivalente (R_{eq}) de um circuito corresponde à soma das resistências de cada resistor presente no circuito:

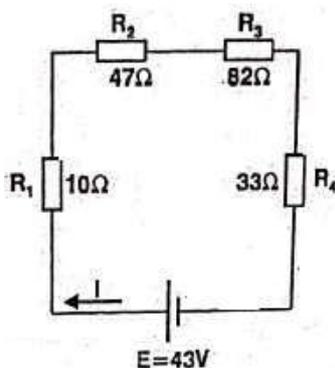
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Resistência Equivalente da Associação Série de Resistores

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



Exemplo: Dado o circuito a seguir, calcule a resistência equivalente da associação série de resistores.



$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

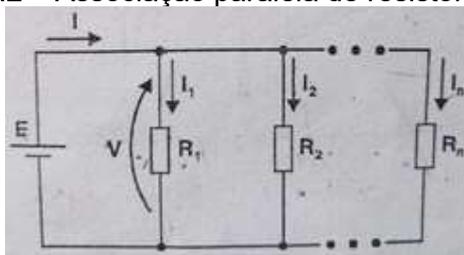
$$R_{eq} = 10 + 47 + 82 + 33$$

$$R_{eq} = 172\Omega$$

3.2 Associação Paralela de Resistores

Na associação paralela, todos os resistores encontram-se interligados de forma que a tensão sobre eles seja a mesma e a corrente total seja distribuída, conforme Figura 3.2.

Figura 3.2 – Associação paralela de resistores



Equação para calcular resistência equivalente da associação paralela:

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

Associação Paralela entre Dois Resistores Quaisquer:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \Rightarrow$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

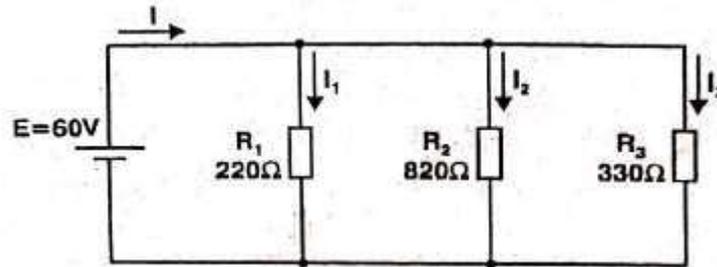
Associação Paralela entre Resistores Iguais:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{n}{R} \Rightarrow$$

$$R_{eq} = \frac{R}{n}$$



Exemplo: Dado o circuito a seguir, calcular a resistência equivalente da associação paralela de resistores.

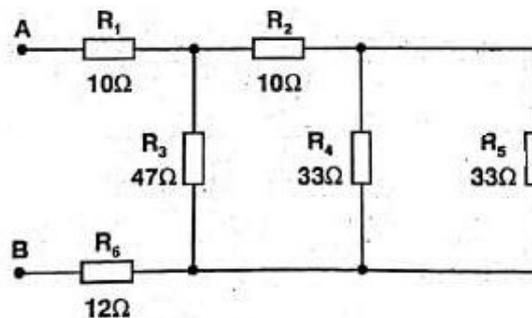


$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{220} + \frac{1}{820} + \frac{1}{330}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = 0,008795 \Rightarrow R_{eq} = 113,70\Omega$$

3.3 Associação mista de resistores

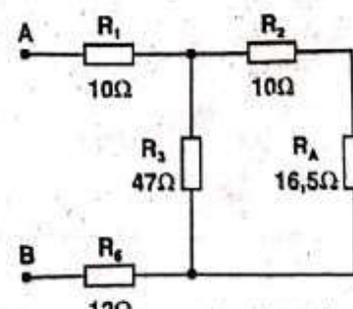
Exemplo: Determinar a resistência equivalente entre os pontos A e B:



Chamaremos de R_A a resistência equivalente de $R_4 // R_5$, portanto:

$$R_A = \frac{33}{2} = 16,5\Omega$$

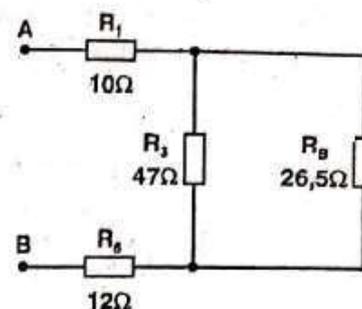
Substituindo-se R_4 e R_5 por R_A :



Chamaremos de R_B a resistência equivalente de R_2 em série com R_A :

$$R_B = R_2 + R_A = 10 + 16,5 = 26,5\Omega$$

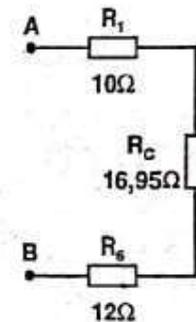
Substituindo-se R_2 e R_A por R_B :



Chamaremos de R_C a resistência equivalente de $R_3 // R_B$:

$$R_C = \frac{R_3 \cdot R_B}{R_3 + R_B} \Rightarrow R_C = \frac{47 \times 26,5}{47 + 26,5} = 16,95\Omega$$

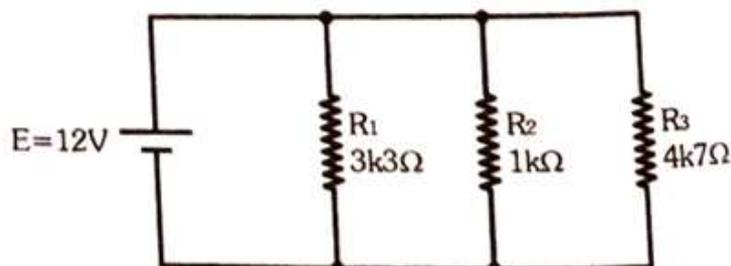
Substituindo-se R_3 e R_B por R_C :



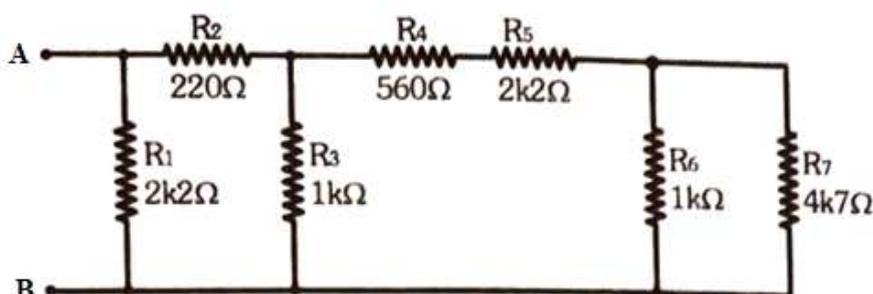
$$R_{eq} = 38,95 \Omega$$

EXERCÍCIOS:

1. Considerando o circuito a seguir, formado por três resistores ligados em paralelo, determine:

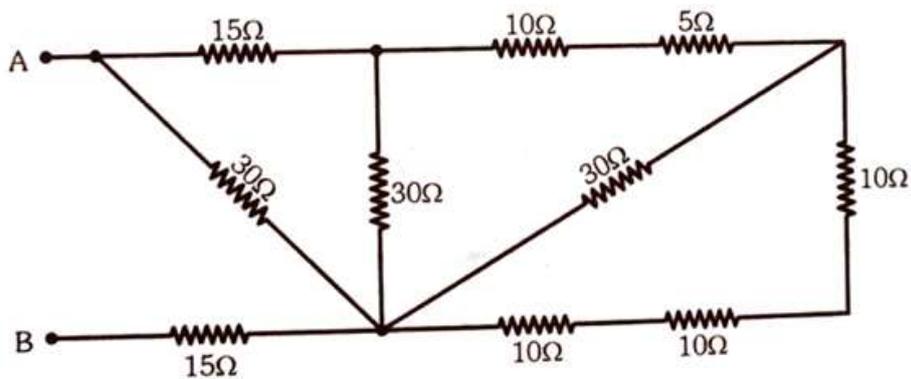


- a) A resistência equivalente do circuito;
 - b) A corrente I fornecida pela fonte E ao circuito;
 - c) A corrente que passa por cada resistor.
2. Considerando o circuito seguinte, formado por diversos resistores ligados em série e em paralelo, encontre a resistência equivalente entre os pontos A e B.



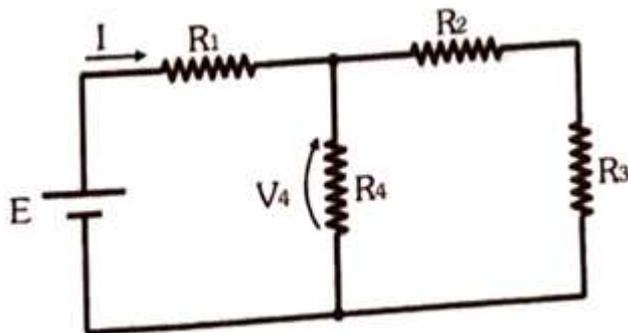


3. Determine a resistência equivalente entre os terminais A e B do circuito:



4. Considere o circuito abaixo e determine:

Dados: $E=12V$; $R_1=220\Omega$; $R_2=470\Omega$; $R_3=120\Omega$; $R_4=150\Omega$



- A resistência equivalente;
- Calcule a I total do circuito;
- A tensão e corrente em cada resistor.

5. Leis de Ohm

Um cientista chamado George Ohm, através de diversas experiências, conseguiu relacionar entre si as seguintes grandezas em um mesmo material: **tensão – corrente – resistência – dimensões.**

Primeira experiência de George Ohm:

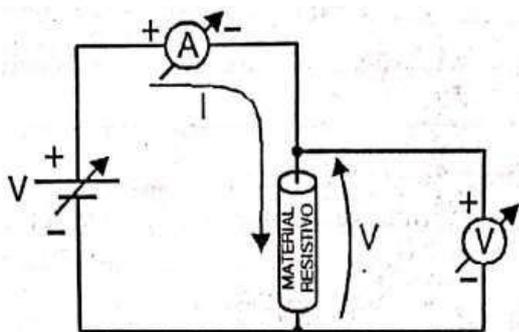


Figura 4.1 – Experiência de George Ohm

Ligando-se um pedaço de um determinado material resistivo em uma fonte de tensão variável, para cada valor de tensão V , mediu-se a corrente I correspondente, como mostra a seguinte tabela:

Tensão	Corrente
$V(V)$	$I(A)$
V_1	I_1
V_2	I_2
V_3	I_3
\vdots	\vdots
V_n	I_n

George Ohm notou, então, que a razão entre as tensões e correntes correspondentes resultava num valor constante, ou seja:



$$\frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2} = \frac{V_3}{I_3} = \dots = \frac{V_n}{I_n} = \text{constante}$$

Em seguida, ele repetiu várias vezes esta experiência, mudando tanto o material utilizado como suas dimensões, chegando aos seguintes resultados:

Materiais	Dimensões	Resultado
diferentes	iguais	constantes diferentes
iguais	diferentes	constantes diferentes

Assim, George Ohm chegou a duas conclusões importantes:

1ª) A **constante** resultante da relação tensão/corrente corresponde à **resistência elétrica (R)** do material;

2ª) A resistência elétrica depende tanto do **material** como de suas **dimensões**.

Com estas conclusões, George Ohm enunciou duas leis fundamentais para a eletricidade, denominadas Primeira e Segunda Lei de Ohm.

a. Primeira Lei de Ohm

- Mostra de que forma a resistência, a tensão e a corrente estão relacionadas entre si. A corrente elétrica **I** que passa por um material é diretamente proporcional à tensão **V** nele aplicado, e esta constante de proporcionalidade chama-se resistência elétrica **R**.

$$V=R.I$$

Da 1ª Lei de Ohm, tem-se:

$$R = \frac{V}{I}$$

Portanto, a unidade de medida de resistência elétrica é Volt/Ampère ou, Ohm (Ω).

Desta propriedade, surgiu um novo dispositivo muitíssimo importante para a eletricidade e eletrônica: o resistor, cujos símbolos mais utilizados são:

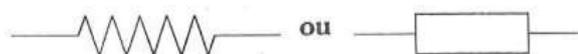


Figura 4.2 – Símbolos do resistor

Com a resistência elétrica, é possível, então, controlar a intensidade da corrente elétrica fornecida por uma fonte de alimentação, isto é, quanto maior a resistência, menor a corrente, e vice-versa.

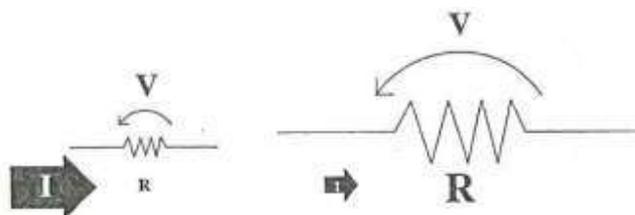


Figura 4.3 – Representação esquemática da Primeira Lei de Ohm

A 1ª Lei de Ohm pode ser escrita matematicamente das três formas a seguir:

$$V = R.I \quad \text{ou} \quad I = \frac{V}{R} \quad \text{ou} \quad R = \frac{V}{I}$$

A Tabela abaixo mostra os múltiplos e submúltiplos da unidade de medida ohm.

Submúltiplos	Unidade	Valor
miliohm	mΩ	10 ⁻³ Ω
Múltiplos	Unidade	Valor
quiloohm	kΩ	10 ³ Ω
Megaohm	MΩ	10 ⁶ Ω
Gigaohm	GΩ	10 ⁹ Ω



Exemplos:

1. Numa resistência elétrica, aplica-se uma tensão de 90V. Qual o seu valor, sabendo-se que a corrente que passa por ela é de 30mA?

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{90}{30 \times 10^{-3}} \Rightarrow R = 3k\Omega$$

2. Por uma resistência de 1,5MΩ, passa uma corrente de 350nA. Qual o valor da tensão aplicada?

$$V = R.I \Rightarrow V = 1,5 \times 10^6 \times 350^{-9} \Rightarrow V = 525mV$$

3. Conectando-se uma pilha de 1,5V e uma lâmpada, cuja resistência de filamento é de 100Ω, qual a corrente que passa por ela?

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{1,5}{100} \Rightarrow I = 15mA$$