

Disciplina: Eletricidade

Aula 02
Associação de Resistores

Curso: Engenharia Mecânica

Professor: Paulo Cesar da Silva

E-mail: paulocesar@ifsul.edu.br

Passo Fundo
2024



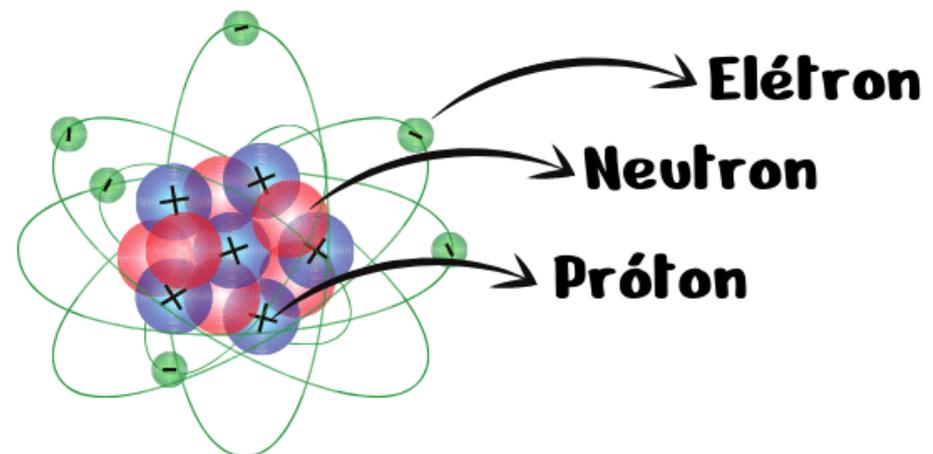
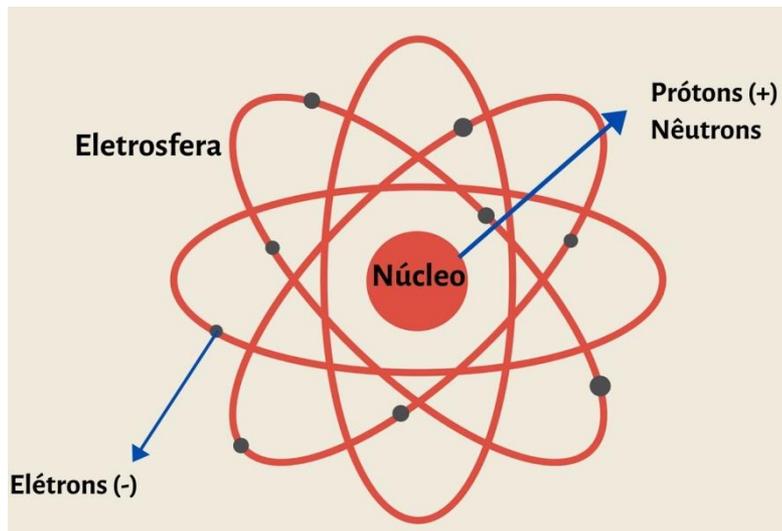
INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE

Revisão

Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Átomo:** é a partícula microscópica que é base da formação de toda e qualquer substância.
- **Carga elétrica:** é a propriedade das partículas atômicas que compõem a matéria, medida em coulombs (C).

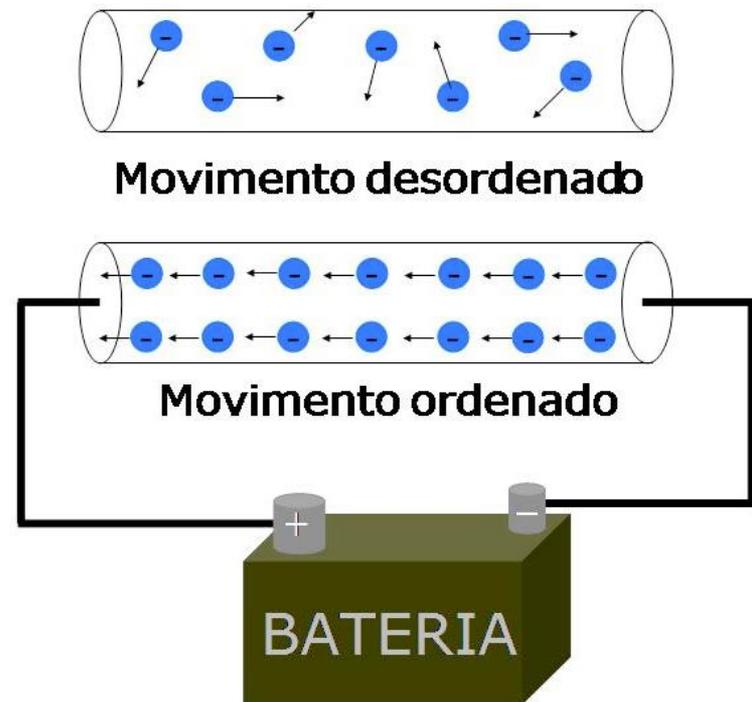
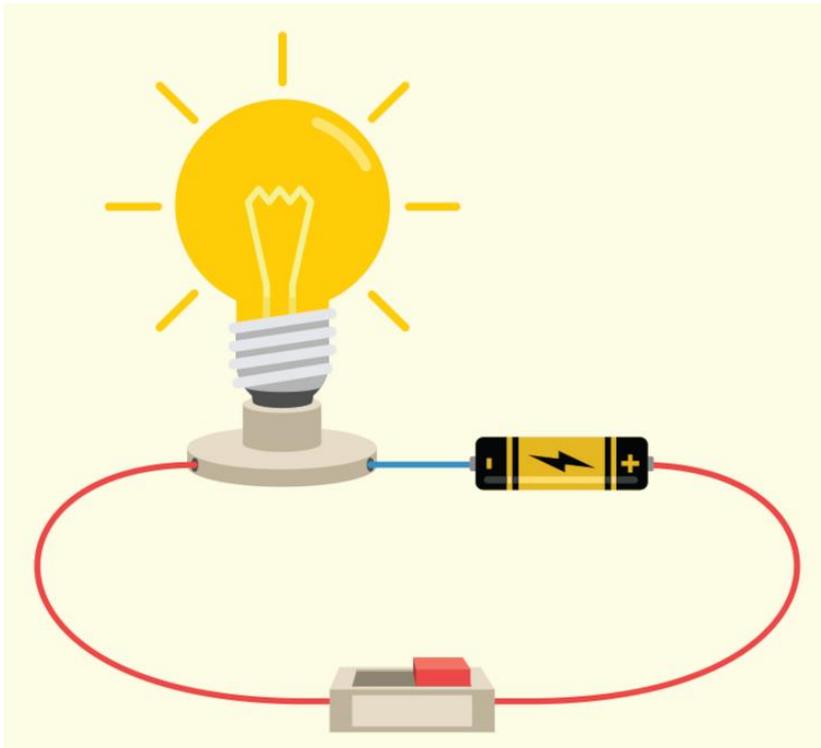
$$q = 1,602 \times 10^{-19} [C]$$



Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Corrente elétrica:** é o movimento ordenado de cargas elétricas dado em ampères (A).

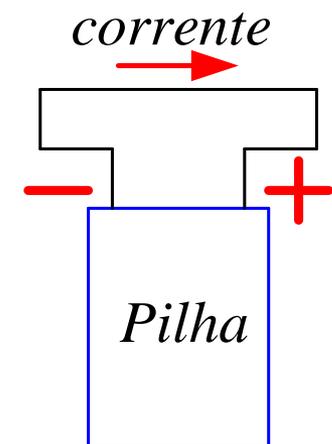
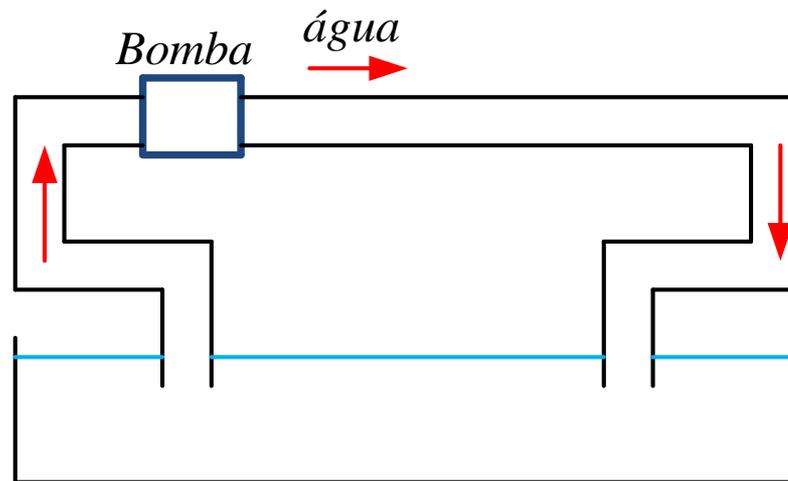
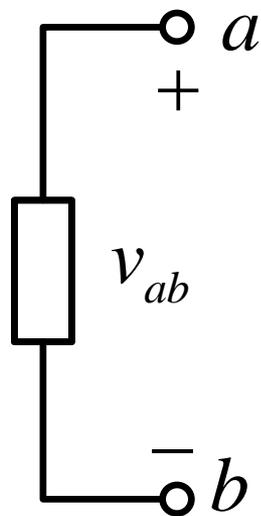
$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t} [A]$$



Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Tensão ou diferença de potencial (ddp):** é a energia necessária para mover uma unidade de carga através de um elemento, medida em volts (V).

$$v = \frac{\Delta\omega}{\Delta q} [V]$$



Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Elementos de circuito:**
- Os elementos ativos mais importantes são fontes de tensão ou corrente que geralmente liberam potência para o circuito conectado a eles.

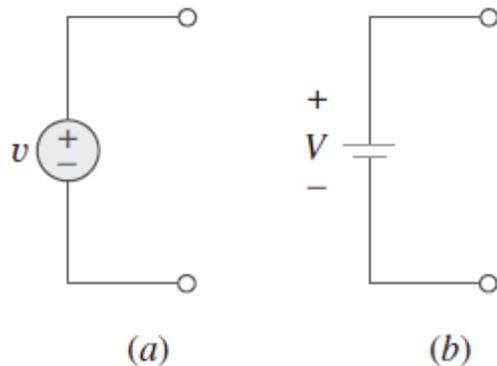


Figura 1.11 Símbolos para fontes de tensão independente: (a) usada para tensão constante ou variável com o tempo; (b) utilizada para tensão constante (CC).

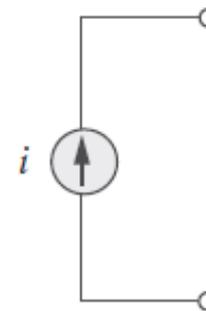


Figura 1.12 Símbolo para fonte de corrente independente.

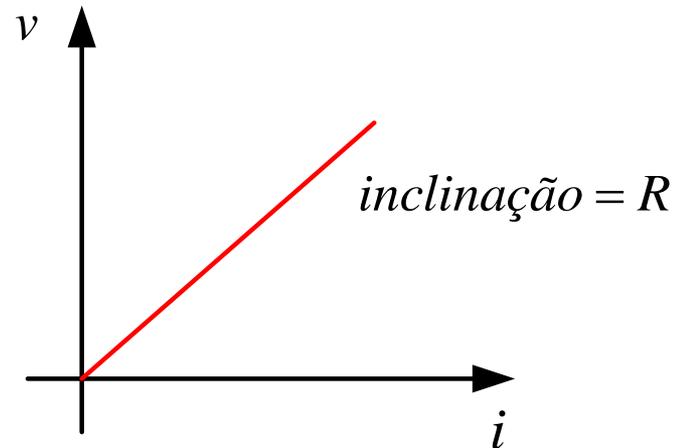
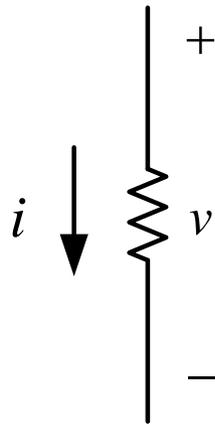
Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Lei de Ohm**
- A tensão (V) em um resistor é diretamente proporcional à corrente (i) que flui através do resistor.

$$v \propto i$$

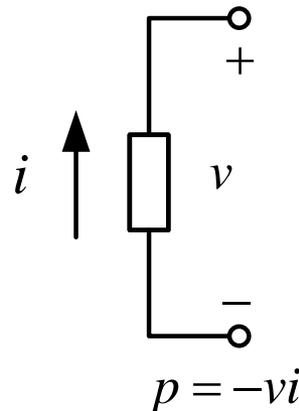
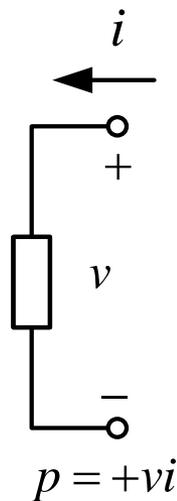
- A resistência (R) é a constante de proporcionalidade.

$$v = Ri$$



Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Potência:** é a variação da energia (liberada ou absorvida) em função da variação do tempo, medida em watts (W).



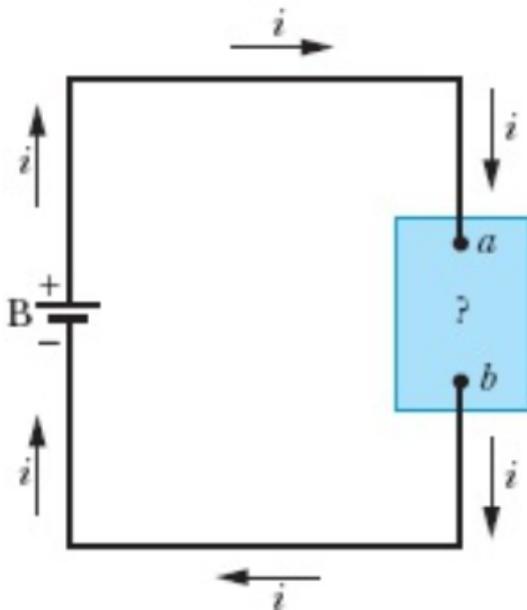
$$p = \frac{\Delta\omega}{\Delta q} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} [W]$$

$$p = vi [W]$$

- **Convenção de sinal passivo:** é satisfeita quando a corrente entra no terminal positivo de um elemento e $p = +vi$. Se a corrente entrar no terminal negativo, $p = -vi$.

Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Potência em Circuitos Elétricos:**
- No caso de um resistor ou outro dispositivo de resistência R , podemos combinar as seguintes equações,



$$V = Ri$$

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

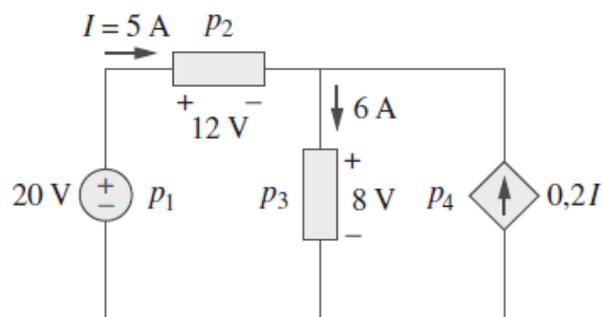
$$P = Vi$$

$$P = i^2 R \quad (\text{dissipação resistiva})$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (\text{dissipação resistiva})$$

Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Exemplo 1:** Calcule a potência fornecida ou absorvida em cada elemento na Figura abaixo.
- **Solução:**



$$p_1 = 20(-5) = 100 \text{ W} \quad \text{Potência fornecida}$$

$$p_2 = 12(5) = 60 \text{ W} \quad \text{Potência absorvida}$$

$$p_3 = 8(6) = 48 \text{ W} \quad \text{Potência absorvida}$$

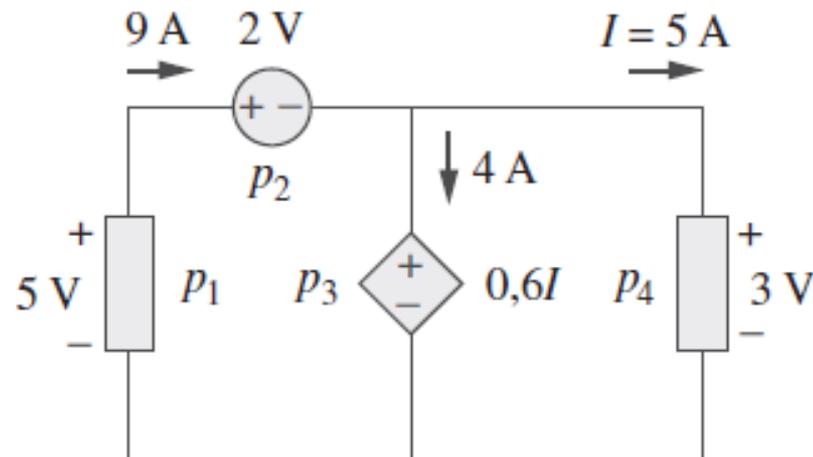
$$p_4 = 8(-0,2I) = 8(-0,2 \times 5) = -8 \text{ W} \quad \text{Potência fornecida}$$

- Devemos observar que a fonte de tensão independente de 20V e a fonte de corrente dependente $0,2I$ estão fornecendo potência para o restante do circuito, enquanto os dois elementos passivos estão absorvendo potência. Assim,

$$p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = -100 + 60 + 48 - 8 = 0$$

Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Exemplo 2:** Calcule a potência absorvida ou fornecida por componente do circuito na Figura abaixo.
- **Resposta:** $p_1 = -45W$, $p_2 = 18W$, $p_3 = 12W$, $p_4 = 15W$.



Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Como calcular a conta de luz?**
- O consumo de energia é **calculado mensalmente**. Ele é o resultado da diferença entre a leitura do mês atual e o mês anterior.
- Para obter o valor final do consumo **são somadas as potências dos equipamentos em Watts** pela quantidade de horas em que estes permanecem ligados durante o período de leitura.
- Cada cidade é regida por concessionárias diferentes e o período de leitura pode variar **entre 27 e 33 dias**. Essas informações podem ser lidas na conta de luz que chega em seu imóvel.
- Se a sua residência consome 1000 kWh, por exemplo, esse valor é multiplicado pela tarifa definida no seu estado. Digamos que ela gira em torno de R\$0,50. Portanto, temos 1000 (kWh) multiplicado por 0,50 (R\$), resultando em uma conta de luz no valor de R\$500,00.

Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Contas de consumo de energia elétrica:**
- O custo da eletricidade depende da quantidade de energia consumida em quilowatts-hora (kWh).

Tabela 1.3 • Média mensal do consumo-padrão de eletrodomésticos.

| Aparelho | Consumo em kWh | Aparelho | Consumo em kWh |
|------------------------|----------------|------------------------|----------------|
| Aquecedor de água | 500 | Máquina de lavar roupa | 120 |
| Freezer | 100 | Fogão elétrico | 100 |
| Iluminação | 100 | Secadora | 80 |
| Máquina de lavar louça | 35 | Forno de micro-ondas | 25 |
| Ferro de passar | 15 | Computador | 12 |
| TV | 10 | Rádio | 8 |
| Torradeira | 4 | Relógio | 2 |

Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Sistema de Bandeiras Tarifárias**
- Para entender por completo como calcular a conta de luz, é preciso aprender também sobre as bandeiras tarifárias. Elas **influenciam diretamente no valor final da conta** e estão ligadas à tarifa citada.
- O sistema de bandeiras tarifárias foi implantado em 2015 pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) com o intuito de **equilibrar os custos das distribuidoras com a aquisição e o preço repassado aos consumidores finais**. As bandeiras são definidas de acordo com as condições de geração de eletricidade do mês.
- Ou seja, se a produção de energia pelas usinas hidrelétricas estiver baixa devido por causa das secas e os reservatórios estiverem com uma quantidade baixa de água disponível, as bandeiras tendem a “subir de nível”.

Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Como funciona?**
- As bandeiras tarifárias sinalizam aos consumidores o preço real da energia no País e as condições de abastecimento do sistema, conforme abaixo:

| | | | |
|------------------------------------|---|---|---|
| Bandeira verde | Hidrelétricas operam normalmente. (geração térmica até R\$ 211,28/MWh) | Não há alteração no valor da tarifa de energia. |  |
| Bandeira amarela | Usinas térmicas ativadas. (geração térmica de R\$ 211,28/MWh a R\$ 422,56/MWh) | Acresce na sua conta R\$ 1,87 a cada 100kWh. |  |
| Bandeira vermelha Patamar 1 | Usinas térmicas ativadas e alta demanda. (geração térmica de R\$ 422,56/MWh até R\$ 610/MWh) | Acresce na sua conta R\$ 4,16 a cada 100kWh. |  |
| Bandeira vermelha Patamar 2 | Usinas térmicas ativadas e alta demanda. (geração térmica maior ou igual a R\$ 610/MWh) | Acresce na sua conta R\$ 9,49 a cada 100 kWh. |  |
| Bandeira Escassez Hídrica | Custos previstos em Resolução 3/21 da Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética | Acresce na sua conta R\$ 14,20 a cada 100 kWh. |  |

Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Exemplo 3:** Um domicílio consome $700kWh$ em janeiro. Determine o valor da conta de eletricidade para o mês usando a seguinte escala tarifária residencial:
 - Tarifa mensal básica de US\$12,00.
 - O custo mensal dos primeiros $100kWh$ é de 16 centavos/ kWh .
 - O custo mensal dos $200kWh$ seguintes é de 10 centavos/ kWh .
 - O custo mensal dos $400kWh$ seguintes é de 6 centavos/ kWh .
- **Solução:** calculamos a conta de energia elétrica como segue.

Tarifa básica mensal = US\$12,00

Primeiros $100kWh$ a US\$ 0,16/ kWh = US\$16,00

Os $200kWh$ seguintes a US\$ 0,10/ kWh = US\$20,00

Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Exemplo 4:** Um domicílio consome $700kWh$ em janeiro. Determine o valor da conta de eletricidade para o mês usando a seguinte escala tarifária residencial:
- **Solução:** calculamos a conta de energia elétrica como segue.

$$\text{Tarifa básica mensal} = \text{US\$}12,00$$

$$\text{Primeiros } 100kWh \text{ a } \text{US\$ } 0,16/kWh = \text{US\$}16,00$$

$$\text{Os } 200kWh \text{ seguintes a } \text{US\$ } 0,10/kWh = \text{US\$}20,00$$

$$\text{Os } 400kWh \text{ restantes a } \text{US\$ } 0,06/kWh = \text{US\$}24,00$$

$$\text{Valor final da conta} = \text{US\$}72,00$$

$$\text{Custo médio} = \frac{\text{US\$}72}{100 + 200 + 400} = 10,2 \text{ centavos}/kWh$$

Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

- **Exemplo 5:** Uma lâmpada de 100W é ligada a uma tomada de parede de 120V. (a) Quanto custa deixar a lâmpada ligada continuamente durante um mês de 31 dias? Suponha que o preço da energia elétrica é de \$0,06/kWh. (b) Qual é a resistência da lâmpada? (c) Qual é a corrente na lâmpada?

- **Solução:**

- Para calcular o item (a), só precisamos multiplicar a potência pelo n° de horas nesses 31 dias.

$$31\text{dias} = 31 \times 24 = 744h$$

- Portanto o gasto energético é de,

$$E = 744 \times 100 = 74400Wh = 74,4kWh$$

$$\text{Gasto} = 74,4 \times 0,06 = \$4,46$$

Revisão – Eletricidade/Lei de Ohm

Exemplo 5:

b) Para descobrir a resistência da lâmpada podemos utilizar a relação:

$$P = \frac{V^2}{R} \qquad R = \frac{V^2}{P} = \frac{120^2}{100} = 144\Omega$$

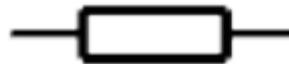
c) Por fim, para descobrir a corrente,

$$i = \frac{V}{R} = \frac{120}{144} = 0,833A$$

Resistores

Resistores

- **Resistores**
- O resistor é um componente eletrônico utilizado para limitar o fluxo de corrente.
- Os resistores podem ser do tipo fixo ou do tipo variável.
- Os resistores mais comuns são os de filme carbono.



Resistores

- **Resistores**
- Um resistor fixo de filme carbono possui em seu corpo faixas coloridas.



- Onde:
 - A primeira faixa indica o primeiro número.
 - A segunda faixa indica o segundo número.
 - A terceira faixa indica o multiplicador.
 - A quarta faixa indica a tolerância.

Resistores

- Resistores: Código de cores

ponto:ciência



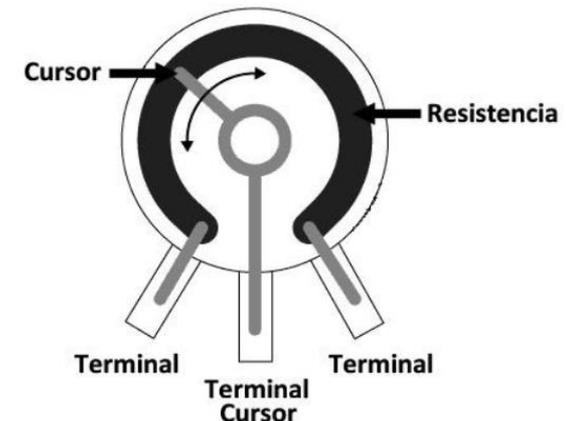
$R = 5600 \Omega, +/- 1\%$
 $R = 5,6 \cdot 10^3 \Omega$
 $R = 5,6 \text{ K}\Omega$

| COR | 1ª Faixa (Número) | 2ª Faixa (Número) | 3ª Faixa (zeros ou Pot. de 10) | 4ª Faixa (Tolerância) |
|----------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Preto | — | 0 | — | — |
| Marrom | 1 | 1 | 0 (x 10 ¹) | 1% |
| Vermelho | 2 | 2 | 00 (x 10 ²) | 2% |
| Laranja | 3 | 3 | 000 (x 10 ³) | — |
| Amarelo | 4 | 4 | 0000 (x 10 ⁴) | — |
| Verde | 5 | 5 | 00000 (x 10 ⁵) | — |
| Azul | 6 | 6 | 000000 (x 10 ⁶) | — |
| Violeta | 7 | 7 | — | — |
| Cinza | 8 | 8 | — | — |
| Branco | 9 | 9 | — | — |
| Ouro | — | — | x 0,1 (x 10 ⁻¹) | 5% |
| Prata | — | — | x 0,01 (x 10 ⁻²) | 10% |

Código de cores dos resistores

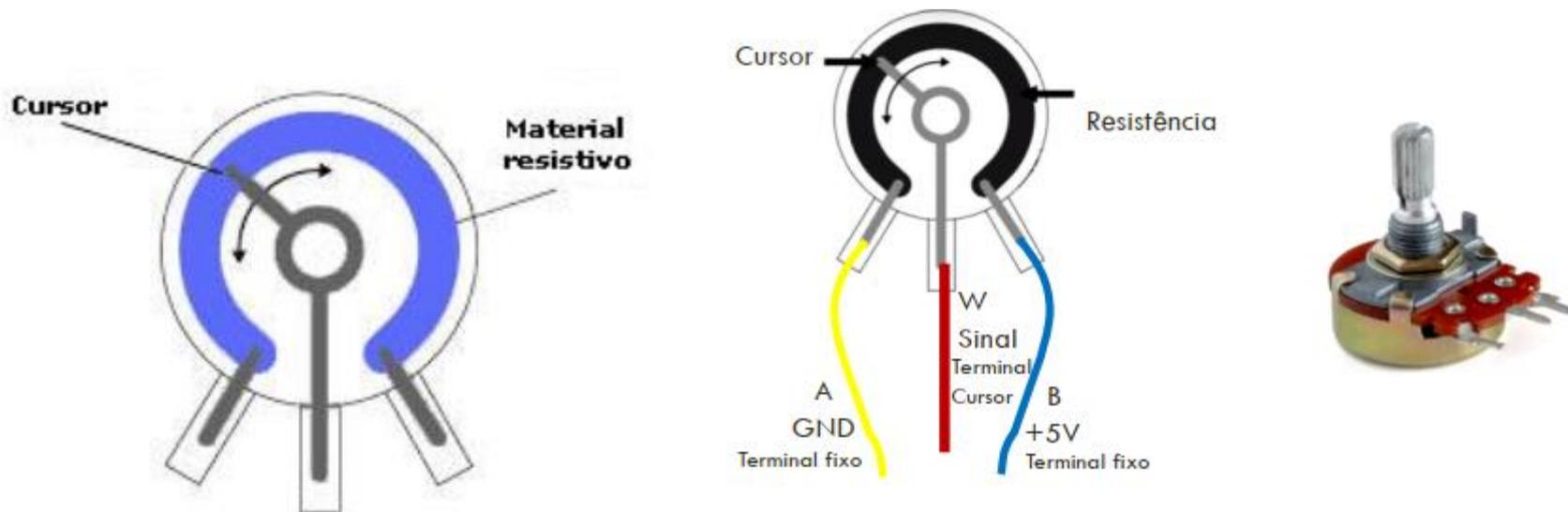
Resistores

- **Resistores**
- **Potenciômetro (resistor variável)**
- É um resistor variável, ou seja, sua resistência pode ser ajustada conforme a necessidade da aplicação (circuito).
- Um potenciômetro pode ser linear ou logarítmico, dependendo da função do ângulo de giro de seu eixo.



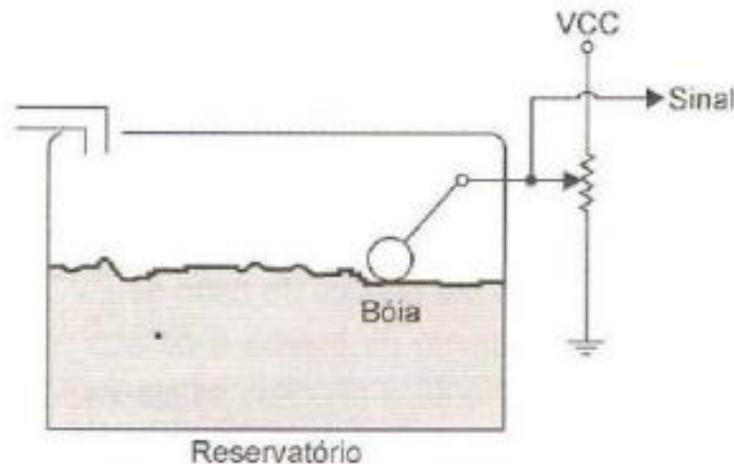
Resistores

- **Sensores resistivos**
- Um potenciômetro é basicamente um elemento resistivo cuja resistência elétrica varia com a posição do cursor.
- Potenciômetros são úteis para medir posição e são fabricados de forma que a resistência elétrica entre dois de seus terminais varie com a posição do seu cursor.



Resistores

- **Sensores de Nível – Flutuador com acionamento por potenciômetro**
- Um potenciômetro é ligado na extremidade do flutuador, no qual a tensão de saída varia proporcionalmente ao nível do líquido.
- A calibração não é requerida para flutuadores, e os deslocadores podem ser calibrados sem movimento do nível. O ponto de ajuste (set point) dos flutuadores é preciso e repetitivo.

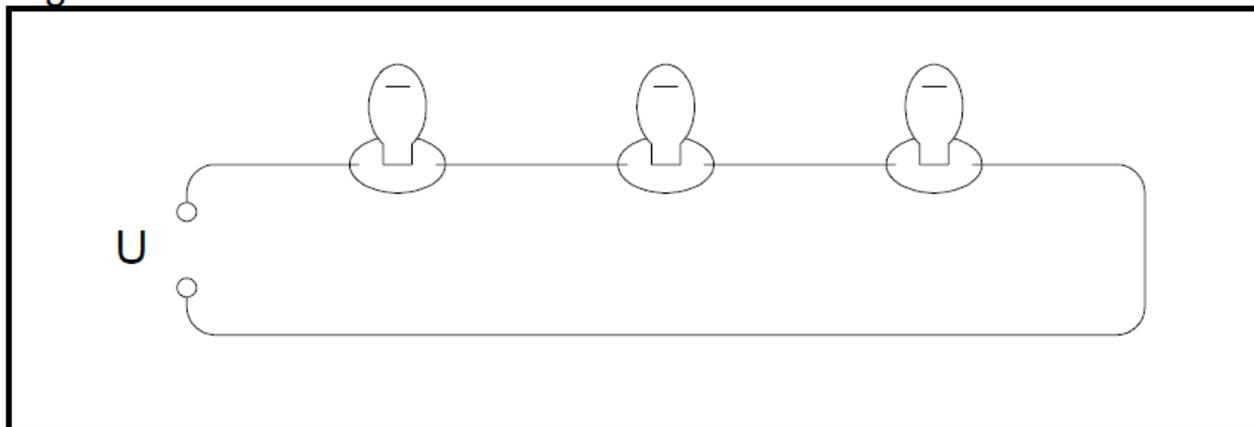


Associação de Resistores em Série

Associação de Resistores

- **Circuito série:** Circuito série é aquele que tem dois ou mais pontos de consumo ligados um após o outro. É dependente, isto é, qualquer um dos elementos que falhar, interrompe todo o circuito.

Figura 8

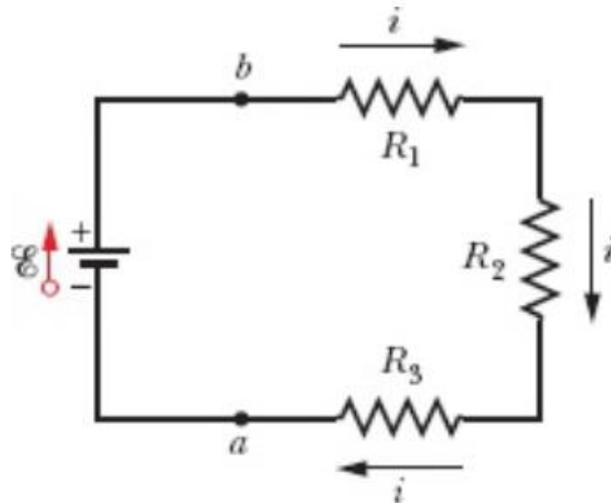


- No circuito série, a soma das tensões parciais é igual à tensão total aplicada. A corrente elétrica é igual em todo o circuito.

Associação de Resistores

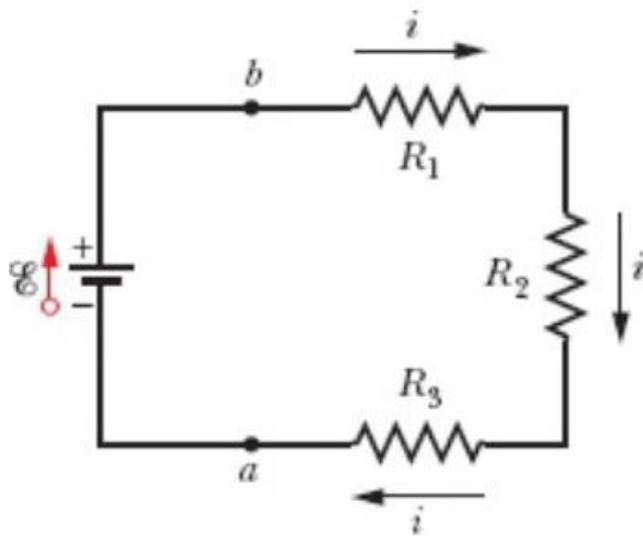
- **Resistências em Série**

- A corrente i é a mesma em todas as resistências e a soma das diferenças de potencial das resistências é igual à diferença de potencial aplicada \mathcal{E} .
- Resistência ligadas em série podem ser substituídas por uma resistência equivalente R_{eq} percorrida pela mesma corrente i e com a mesma diferença de potencial total V que as resistências originais.



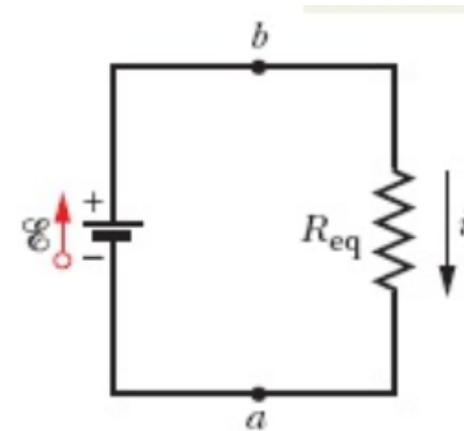
Associação de Resistores

- Resistências em Série



$$-\mathcal{E} + iR_1 + iR_2 + iR_3 = 0$$

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + R_3}$$



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

$$-\mathcal{E} + iR_{eq} = 0$$

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq}}$$

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

Associação de Resistores

- Resistores em série:** ligados em sequência (corrente é a mesma);

$$v = v_1 + v_2 + v_3$$

$$v = v_1 + v_2 + v_3$$

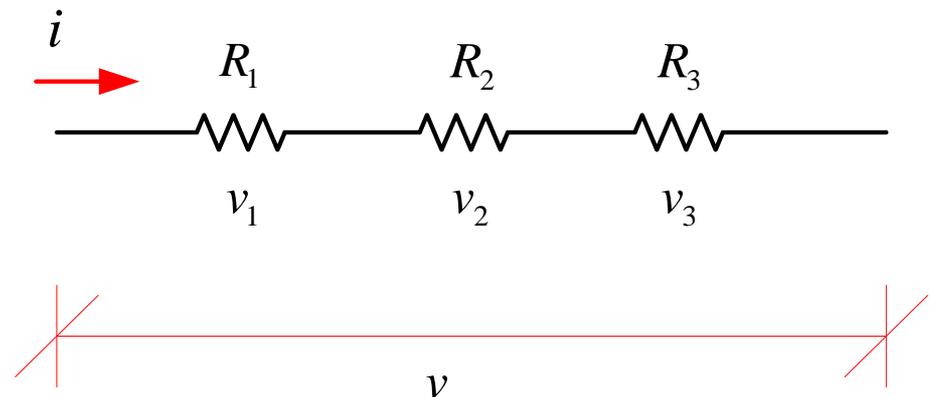
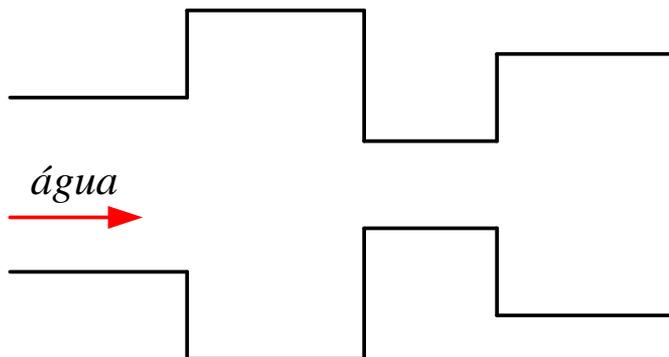
$$v_1 = R_1 xi$$

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

$$v_2 = R_2 xi$$

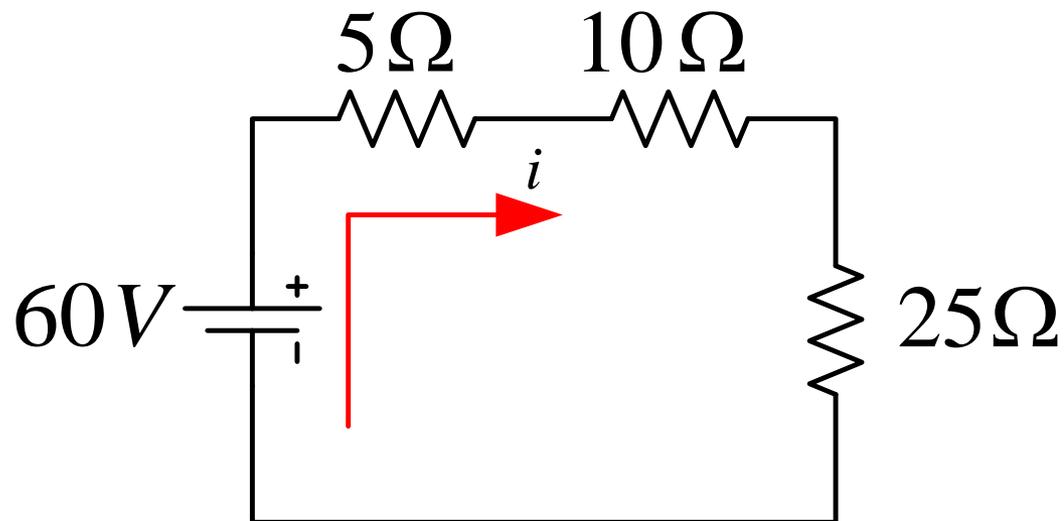
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$v_3 = R_3 xi$$



Associação de Resistores

- **Exemplo 6:** Calcule a tensão e a potência dissipada em cada resistência. Qual é a potência total circuito?



Disciplina: Eletricidade

Aula 02
Associação de Resistores

Curso: Engenharia Mecânica

Professor: Paulo Cesar da Silva

E-mail: paulocesar@ifsul.edu.br

Passo Fundo
2024



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE