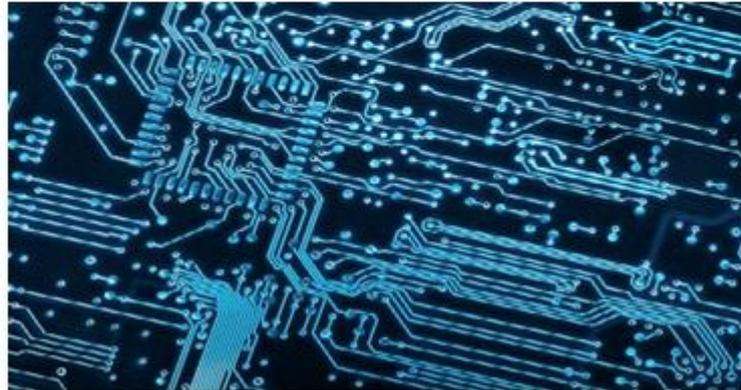


ESTUDO DA 1ª LEI DE OHM NAS ASSOCIAÇÕES DE RESISTORES ATRAVÉS DE SIMULADOR NO SCRATCH, APLICADA EM TURMAS DE 3º ANO DO ENSINO MÉDIO



MATERIAL INSTRUCIONAL

INTRODUÇÃO

Esse Material Instrucional (MI) tem como objetivo o desenvolvimento, o fortalecimento e aplicação dos conteúdos de física, na área de circuitos elétricos, estudados no 3º ano do ensino médio, com intuito de colaborar com o ensino-aprendizagem durante a prática docente e de forma que a aplicação do produto educacional seja motivadora e favorável na construção do conhecimento do aluno nos conceitos de circuitos elétricos tendo como foco a 1ª Lei de Ohm em associações de resistores em série, paralelo e circuito misto, de uma forma mais lúdica que uma aula apenas com pincel e quadro branco.

O produto educacional consiste de (roteiro de aula + simulador educacional) ministrados em 6 ha, de acordo com o cronograma abaixo:

Aula 01 (2 ha) – Ministrar conteúdo teórico referendado neste anexo sobre resistência elétrica, diferença de potencial elétrico e associação de resistores.

Aula 02 (2 ha) – Aplicação do simulador educacional de acordo com roteiro de aula, incluído neste anexo.

Aula 03 (2 ha) – Avaliação do aprendizado através de teste anexo (apêndice C) e discussão dos resultados obtidos.

REFERENCIAL TEÓRICO

O professor que fará uso do produto educacional aqui produzido deverá ter um conhecimento prévio sobre circuitos elétricos, no tocante as grandezas resistência, corrente e tensão elétrica, relacionadas através da 1ª Lei de Ohm, que é foco principal desse trabalho. Todo conteúdo que será abordado dentro desse trabalho, visa trazer ao discente uma forma de visualizar o que ocorre num circuito elétrico simples, contendo apenas resistores e uma fonte de tensão ideal (lembrando que a mesma não existe), tendo o professor ter que relatar este fato ao aluno para que ele possa saber que a simulação será feita de uma forma ideal para estudos no ensino médio. O conteúdo teórico é exposto abaixo:

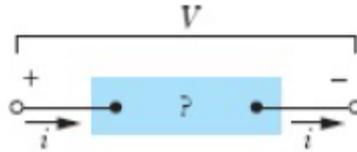
CIRCUITOS ELÉTRICOS

- RESISTÊNCIA ELÉTRICA

A resistência elétrica de um objeto identifica a dificuldade encontrada pela corrente elétrica em atravessá-lo. Essa resistência tem valor que não depende do valor nem do sentido da D.D.P. aplicada sobre ele. Definimos como resistor, um dispositivo condutor com resistência que pode ser constante ou variável de acordo com a diferença de potencial aplicada.

Na Fig.1 podemos observar como as grandezas elétricas da 1ª Lei de Ohm interagem num dispositivo. Uma D.D.P.(V) é aplicada aos terminais do dispositivo e a corrente elétrica i é medida em função de V . A polaridade de V é mostrada na figura e o sentido da corrente (do polo positivo para o negativo) é tomado convencionalmente como positivo.

Figura 1- D.D.P gerando corrente elétrica pelo componente

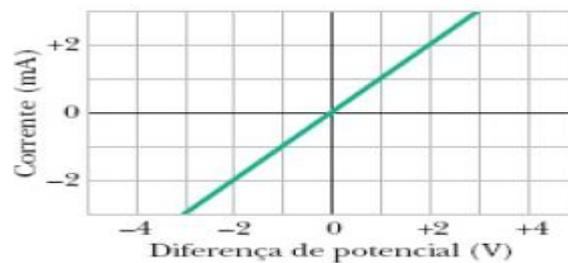


Fonte: HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. 9ª ed vol. 3

Na Fig.2 temos o gráfico de i em função de V para um resistor Ôhmico. O gráfico é uma linha reta que passa pela origem, logo:

A razão i / V (coeficiente angular da reta) corresponde ao valor da resistência elétrica do dispositivo e é a mesma para qualquer valor de V .

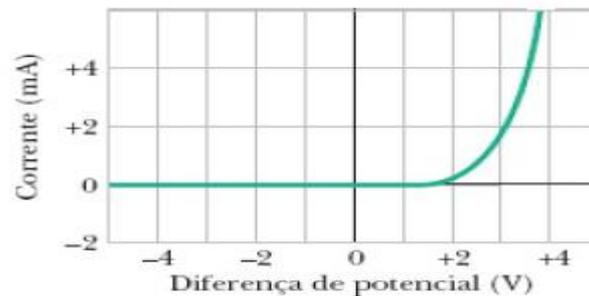
Figura 2 - Gráfico da corrente x diferença de potencia para resistor ôhmico



Fonte: HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. 9ª ed vol. 3

Na Fig.3 temos o gráfico de i em função de V para um dispositivo não-ôhmico. Nesse caso, só existe corrente quando a polaridade de V é positiva e a diferença de potencial aplicada é maior que 1,5 V. Além disso, no trecho do gráfico em que existe corrente, a razão entre i e V não é constante, mas depende do valor da diferença de potencial aplicada V , esse dispositivo é conhecido como DIODO.

Figura 3 - Gráfico da corrente x diferença de potencial componente não Ôhmico



Fonte: HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. 9ª ed vol. 3

Nesse contexto podemos diferenciar os componentes que obedecem dos que não obedecem à 1ª lei de Ohm. A definição original da lei de Ohm é a seguinte:

Um componente obedece à lei de Ohm se com uma variação na diferença de potencial aplicada ao componente a corrente que o atravessa varia linearmente.

Uma definição mais realista da lei de Ohm é a seguinte:

Um componente obedece à lei de Ohm se, dentro de certos limites, a resistência do componente não depende do valor absoluto nem da polaridade da diferença de potencial aplicada.

A 1ª Lei de Ohm é vista no ensino médio sendo trabalhada através da expressão matemática:

$$V = i \cdot R$$

Onde:

$V = D.D.P.$ entre os terminais do resistor

$i =$ corrente elétrica que o atravessa

$R =$ Resistência elétrica do objeto

A equação é usada para definir o conceito de resistência e se aplica a todos os componentes que conduzem a corrente elétrica, mesmo que não obedeçam à lei de Ohm. Para que um componente obedeça à lei de Ohm, é preciso que, dentro de certos limites, o gráfico de i em função de V seja linear, ou seja, que R não varie com V .

Podemos expressar a lei de Ohm de modo mais geral se nos concentrarmos nos *materiais* e não nos *componentes*.

$$\text{Eq. 1:} \quad V = i \cdot R$$

$$\text{Eq. 2:} \quad V = i \cdot \rho \frac{l}{A}$$

$$\text{Eq. 3:} \quad \frac{V}{l\rho} = \frac{i}{A}$$

Sabendo que:

$$\text{Eq. 4:} \quad \frac{V}{l} = \vec{E}$$

$$\text{Eq. 5:} \quad \frac{i}{A} = \vec{j}$$

E substituindo 4 e 5 , em 3, temos:

$$\text{Eq. 6:} \quad \frac{E}{\rho} = \vec{j}$$

Sabemos que $\rho = \text{resistividade do material que compõe o objeto}$

E que:

$$\rho = \frac{1}{\sigma}$$

Em que σ é a *condutividade do material*.

Podemos escrever:

$$\text{Eq 7:} \quad \vec{j} = \sigma \cdot \vec{E}$$

Onde:

$\vec{j} = \text{Densidade de corrente elétrica}$

$\sigma = \text{Condutividade elétrica do material.}$

$\vec{E} = \text{Campo elétrico}$

Dessa forma a primeira lei de Ôhm pode ser definida como:

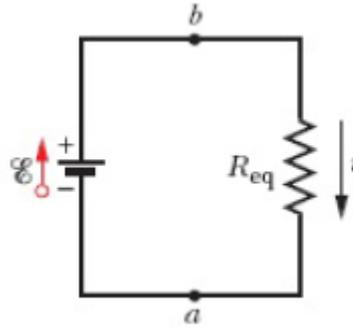
Um material obedece à lei de Ohm se a resistividade do material, dentro de certos limites, não depende do módulo nem do sentido do campo elétrico aplicado.

Os materiais homogêneos, sendo eles condutores, como o cobre, ou semicondutores, como o silício puro ou dopado com impurezas, obedecem à lei de Ohm dependendo de valores do campo elétrico aplicado. Com valores elevados do campo elétrico, sempre são observados desvios em relação à lei de Ohm.

- Diferença de potencial entre dois pontos

Para determinar a diferença de potencial entre dois pontos de um circuito. Observemos, na Fig. 4. Qual é a diferença de potencial $V_b - V_a$ entre os pontos a e b ?

Figura 4- Circuito elétrico com fonte ideal



Fonte: HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. 9ª ed vol. 3

Para obter a resposta, vamos nos deslocar do ponto b (potencial V_b) até o ponto a (potencial V_a), anotando as diferenças de potencial encontradas no percurso. Passando pela R_{eq} , o potencial diminui de $i.R_{eq}$, entrando no ponto a .

Entemos:

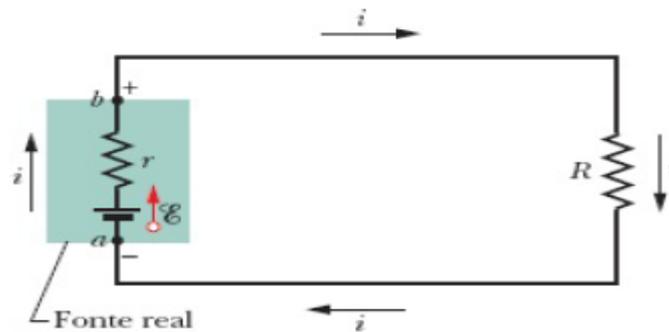
$$\text{Eq. 8:} \quad V_{ba} = i.R_{eq}$$

Para determinar a queda de tensão num resistor, basta multiplicar o valor de sua resistência pela corrente elétrica que o atravessa.

- Diferença de potencial entre os terminais de uma fonte real

Uma fonte supostamente ideal, mas sabemos que não existe, pois toda fonte real possui uma resistência interna, que provoca uma queda de tensão dentro da própria fonte.

Figura 5- Circuito elétrico com uma fonte real



Fonte: HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. 9ª ed vol. 3

Na Fig.5, os pontos a e b estão situados nos terminais da fonte; assim, a diferença de potencial $V_b - V_a$ é a diferença de potencial entre os terminais da fonte. De acordo com a equação abaixo:

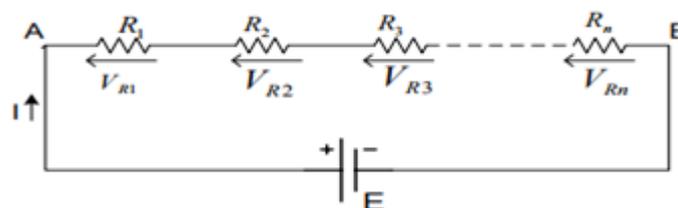
$$\text{Eq. 9:} \quad V = E - i \cdot r$$

Se a resistência interna r da fonte fosse zero, V seria igual à força eletromotriz da fonte. Observe que o valor de V depende da corrente que atravessa a fonte. Se a fonte estivesse em outro circuito no qual a corrente fosse diferente, V teria outro valor.

- Resistores associados em série.

Tendo associados dois ou mais resistores numa associação, conforme esquema mostrado na Figura 6, temos um circuito série.

Figura 6 - Associação de resistores em série



Fonte: HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. 9ª ed vol. 3

Quando alimentado, o circuito apresenta as seguintes propriedades:

1 – A corrente que percorre todos os resistores, é a mesma e igual àquela fornecida pela fonte:

$$\text{Eq. 10:} \quad I = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3} = \dots = I_{RN}$$

2 – O somatório das tensões dos resistores é igual à tensão da fonte:

$$\text{Eq. 11:} \quad E = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + \dots + V_{RN}$$

Aplicando a lei de Ohm em cada resistor, temos:

$$V_{R1} = i \cdot R_1; \quad V_{R2} = i \cdot R_2; \dots; \quad V_{RN} = i \cdot R_N$$

Substituindo V por $i \cdot R$, na equação 11, podemos escrever:

$$\text{Eq. 12:} \quad E = i \cdot R_1 + i \cdot R_2 + i \cdot R_3 + \dots + i \cdot R_N$$

Ao dividirmos ambos os membros por i , resulta:

$$\text{Eq. 13:} \quad \frac{E}{i} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N$$

Onde $\frac{E}{i}$ representa a resistência equivalente de uma associação série.

Portanto, podemos escrever:

$$\text{Eq. 14:} \quad R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N$$

A extensão para n resistores é imediata e nos dá:

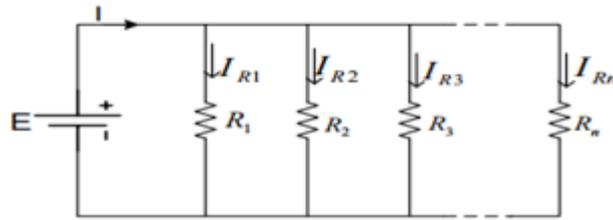
$$\text{Eq. 15:} \quad R_{eq} = \sum_{j=1}^n R_j \quad (\text{n resistores em série})$$

Observe que, no caso de duas ou mais resistências ligadas em série, a resistência equivalente é maior que a maior das resistências.

- Resistores associados em paralelo

Tendo associados dois ou mais resistores numa associação, conforme esquema mostrado na Figura 7, temos um circuito paralelo.

Figura 7 - Associação de resistores em paralelo



Fonte: HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. 9ª ed vol. 3

Quando alimentado, o circuito apresenta as seguintes propriedades:

1 – A tensão é a mesma em todos os resistores e igual à da fonte:

$$\text{Eq. 16:} \quad E = V_{R1} = V_{R2} = V_{R3} = \dots = V_{RN}$$

2 – O somatório das correntes dos resistores é igual ao valor da corrente fornecida pela fonte:

$$\text{Eq. 17:} \quad I = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} + \dots + I_{RN}$$

Determinando o valor da corrente em cada resistor, temos:

$$I_1 = \frac{E}{R_1} ; I_2 = \frac{E}{R_2} ; I_3 = \frac{E}{R_3} ; \dots ; I_N = \frac{E}{R_N}$$

Substituindo I por $\frac{E}{R}$ na equação 17, podemos escrever:

$$\text{EQ. 18:} \quad I = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} + \frac{E}{R_3} + \dots + \frac{E}{R_n}$$

Ao dividirmos ambos os termos por E , temos:

$$\text{Eq. 19:} \quad \frac{I}{E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Onde: $\frac{I}{E}$ representa o inverso da resistência equivalente de uma associação paralela.

Portanto, podemos escrever:

Eq. 20:
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Generalizando esse resultado para o caso de n resistências, temos:

Eq. 21:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j} \quad (\mathbf{n \text{ resistores em paralelo}})$$

Note que, se duas ou mais resistências estão ligadas em paralelo, a resistência equivalente é menor que a menor das resistências.

Obs: Para dois resistores associados em paralelo sua resistência equivalente será:

Eq. 22:

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

- Associação Mista de resistores

Na associação mista temos resistores associados em série e em paralelo, sendo que para encontrar a resistência equivalente de um circuito misto deveremos analisar caso a caso e aplicar as equações dos circuitos em série e em paralelo de acordo com a distribuição dos resistores no circuito elétrico.

ROTEIRO DE AULA

Circuito Série, Paralelo e misto de resistores

Objetivos: - Verificar a resistência equivalente de um circuito série e de um circuito paralelo e de um circuito misto, através de simulador;

- Constatar as propriedades relativas à tensão e corrente de cada associação, aplicando a 1ª Lei de Ohm.

Teoria

Resistores associados em série.

Dois ou mais resistores formam uma associação denominada circuito série, quando ligados uns aos outros, conforme esquematizado na figura 3.1.

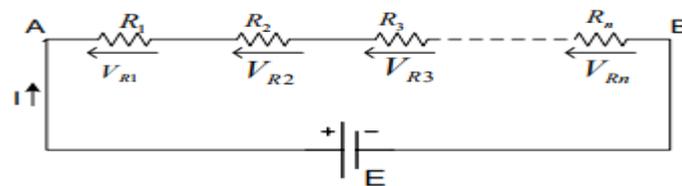


Figura 3.1 – Associação série de resistores

Associação série de resistores. Quando alimentado, o circuito apresenta as seguintes propriedades:

1 – A corrente que percorre todos os resistores, é a mesma e igual àquela fornecida pela fonte:

$$I = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3} = \dots = I_{RN};$$

2 – O somatório das tensões dos resistores é igual à tensão da fonte: $E = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + \dots + V_{RN}$.

Aplicando a lei de Ohm em cada resistor, temos: $V_{R1} = R_1 \cdot I$; $V_{R2} = R_2 \cdot I$; \dots $V_{RN} = R_N \cdot I$

Utilizando a segunda propriedade, podemos escrever: $E = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I + \dots + R_N \cdot I$.

Dividindo todos os termos por I , resulta: $E/I = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N$. Onde E/I representa a resistência equivalente de uma associação série.

Portanto, podemos escrever:

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

Resistores associados em paralelo.

Dois ou mais resistores formam uma associação denominada circuito paralelo, quando ligados uns aos outros, conforme esquematizado na figura 3.2.

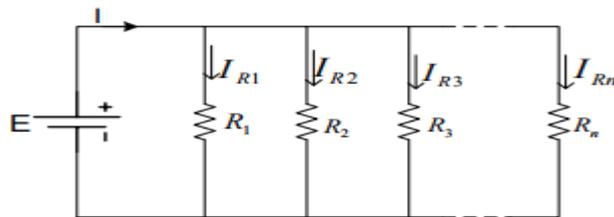


Figura 3.2 - Associação paralela de resistores.

Quando alimentado, o circuito apresenta as seguintes propriedades:

1 – A tensão é a mesma em todos os resistores e igual à da fonte: $E = VR_1 = VR_2 = VR_3 = \dots = VR_N$;

2 – O somatório das correntes dos resistores é igual ao valor da corrente fornecida pela fonte:

$$I = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} + \dots + I_{RN}$$

Determinando o valor da corrente em cada resistor, temos: $I_{R1} = E/R_1$; $I_{R2} = E/R_2$; $I_{R3} = E/R_3$; . . . $I_{RN} = E/R_N$.

Utilizando a igualdade da segunda propriedade, podemos escrever: $I = E/R_1 + E/R_2 + E/R_3 + \dots + E/R_N$.

Dividindo todos os termos por E, resulta:

$$I/E = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_N$$

Onde I/E representa o inverso da resistência equivalente de uma associação paralela.

Portanto, podemos escrever:

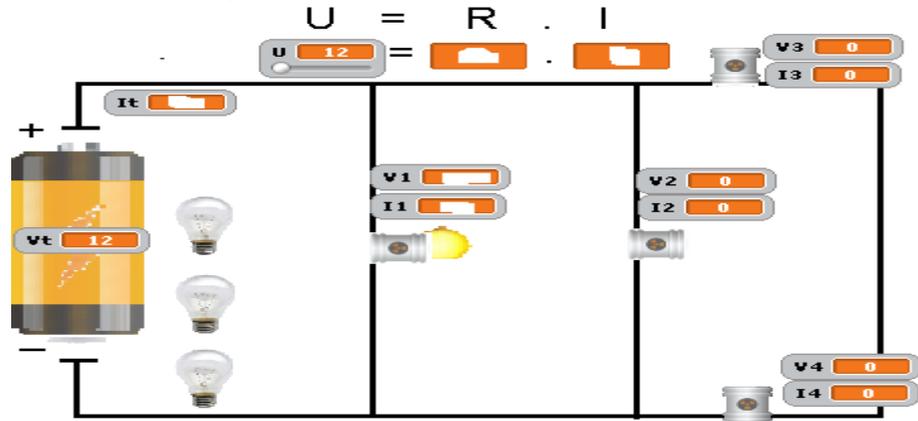
$$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_N$$

Obs: Para dois resistores associados em paralelo sua resistência equivalente será:

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

ROTEIRO

1. Monte um circuito simples de acordo com a figura abaixo e varie a tensão elétrica de acordo com a tabela, anotando os valores da mesma.
2. Monte um circuito simples de acordo com a figura abaixo e varie a tensão elétrica de acordo com a tabela, anotando os valores da mesma.



3. Altere a tensão e anote os novos valores da resistência e da corrente elétrica.

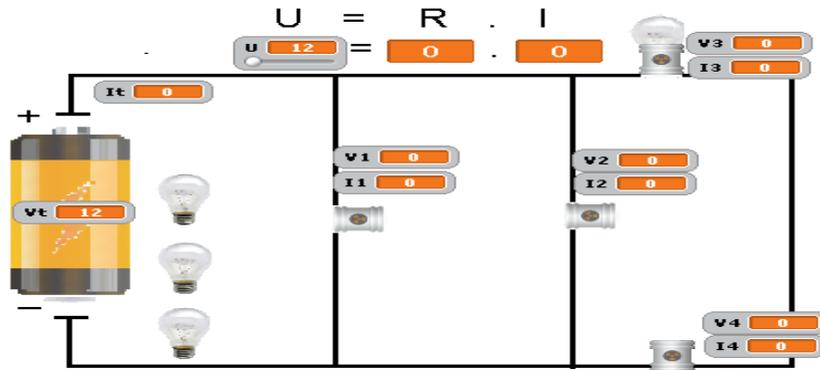
U (V)	R (Ω)	I (A)	I_T (A)	U_1 (V)	I_1 (A)
12					
15					
24					
48					

4. Ao alterar a tensão elétrica o que aconteceu com a resistência e com a corrente elétrica?

5. Como se chama esse tipo de resistor?

6. Clique em  para reiniciar o simulador;

7. Agora coloque a lâmpada no soquete 3, como mostra a figura;



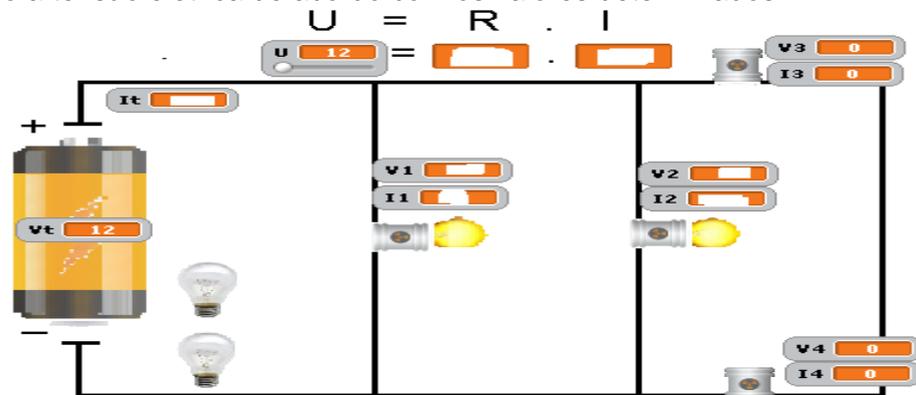
8. Agora ligue outra lâmpada no soquete 4 e varie a tensão elétrica de acordo com a tabela, fazendo as anotações;

U (V)	R (Ω)	I (A)	I_T (A)	U_3 (V)	I_3 (A)	U_4 (V)	I_4 (A)
12							
15							
24							

9. Relate o que ocorreu ao ligarmos uma lâmpada apenas e depois as duas juntas;

10. Repita o passo 5;

11. Agora ligue as lâmpadas de acordo com a figura abaixo e anote os valores da tabela variando a tensão elétrica de acordo com os valores determinados:



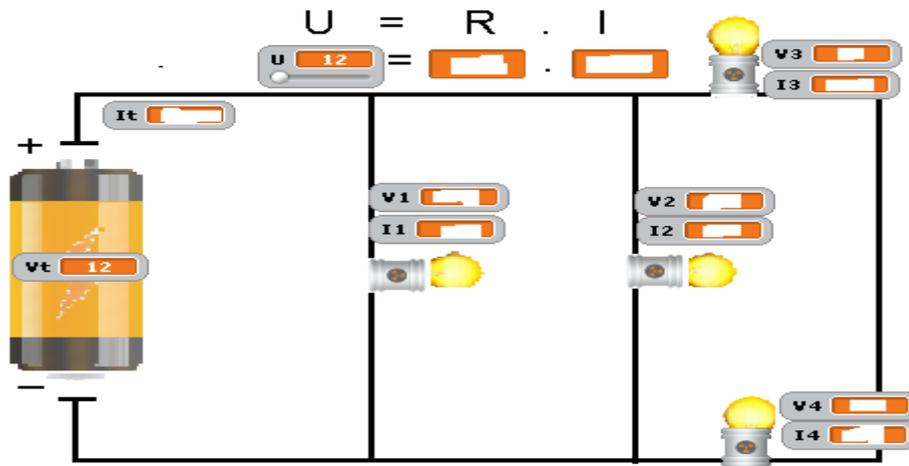
U (V)	R (Ω)	I (A)	I _T (A)	U ₁ (V)	I ₁ (A)	U ₂ (V)	I ₂ (A)
12							
60							
120							

12. Qual a relação entre as tensões U, U₁, U₂?

13. Qual a relação entre as correntes I, I_T, I₁ e I₂?

14. Repita o passo 5;

15. Monte o circuito como a figura abaixo e anote os valores da tabela variando a tensão elétrica com os valores determinados:



U (V)	R (Ω)	I (A)	I _T (A)	U ₁ (V)	I ₁ (A)	U ₂ (V)	I ₂ (A)	U ₃ (V)	I ₃ (A)	U ₄ (V)	I ₄ (A)
12											
24											
36											

16. O que ocorre com as tensões e correntes elétricas em cada lâmpada, sempre que a tensão da bateria é alterada?

APÊNDICE B – Pré-teste

PRODUTO EDUCACIONAL

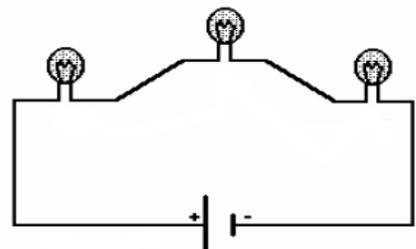
Simulador: Anexo em CD.

CABEÇALHO

TESTE DE SONDAGEM

1. Você já ouviu falar em circuitos elétricos?
 - a) Sim, frequentemente
 - b) Sim, muito pouco
 - c) nunca
2. Quais as grandezas relacionadas através da 1ª Lei de Ohm?
 - a) Tensão, corrente e resistência elétrica.
 - b) Tensão, corrente e potência elétrica.
 - c) Potência, corrente e tensão elétrica.
3. O que é um resistor Ôhmico?
 - a) Resistor que aumenta de valor com o aumento de tensão
 - b) Resistor com valor constante
 - c) Resistor com valor constante ou variável dependendo da corrente elétrica
4. O que ocorre com a corrente elétrica pela lâmpada se aumentarmos a tensão sobre ela? Julgue a lâmpada com resistência Ôhmica:
 - a) Permanece constante
 - b) Diminui
 - c) Aumenta
5. Num circuito elétrico em série de três lâmpadas, o que ocorre se segunda lâmpada queimar?

- a) Todas as outras apagam
- b) Todas as outras permanecem acesas



c) Uma apaga e a outra fica acesa

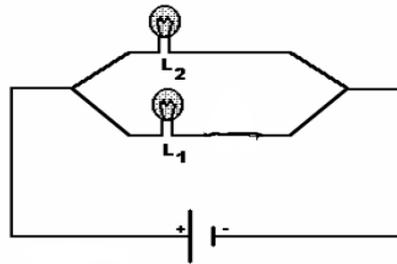
6. Qual a principal característica de um circuito elétrico em série?

a) Mesma resistência para todos os resistores

b) Mesma tensão para todos os resistores

c) Mesma corrente para todos os resistores

7. Num circuito elétrico em Paralelo de 2 (Duas) lâmpadas, o que ocorre se uma delas queimar?



a) A outra lâmpada apaga

b) A outra lâmpada permanece acesa

c) A outra lâmpada fica acesa e depois de algum tempo queima

8. Qual o tipo de associação é feita nas residências para que todos os aparelhos funcionem?

a) Série

b) Paralelo

c) misto

9. Qual a principal característica de um circuito elétrico em Paralelo?

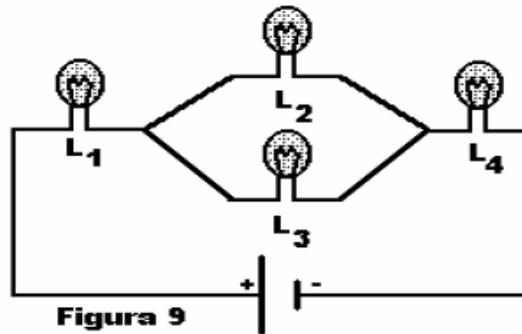
a) Mesma resistência para todos os resistores

b) Mesma tensão para todos os resistores

c) Mesma corrente para todos os resistores

Figura para as questões 10 e 11

Quando ligamos as quatro lâmpadas no circuito, o tipo de associação que teremos será chamada mista.



10. O que ocorrerá com o circuito se a lâmpada L_4 for retirada?
- Todas as outras apagaram.
 - As outras permaneceram acesas
 - A lâmpada L_1 apaga e as lâmpadas L_2 e L_3 continuarão acesas.
11. O que ocorrerá se a lâmpada L_3 for retirada do circuito?
- Todas as outras apagaram.
 - As outras permaneceram acesas
 - A lâmpada L_2 apaga e as lâmpadas L_1 e L_4 continuarão acesas.

APÊNDICE C – Pós teste

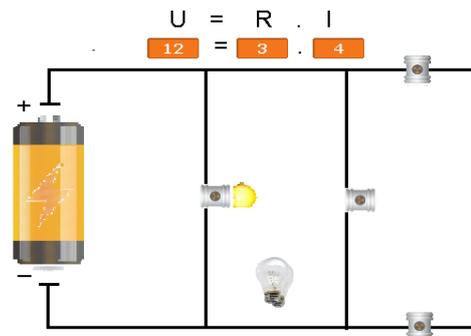
CABEÇALHO**PÓS-TESTE**

1. Você já ouviu falar em circuitos elétricos.

- a) Sim, frequentemente b) Sim, muito pouco c) nunca

2. No circuito abaixo a lâmpada tem resistência de $3\ \Omega$ constante, ela está submetida a uma tensão elétrica de 12V e é percorrida por uma corrente elétrica de 4A. Qual a lei que relaciona essas grandezas?

- a) 1ª Lei de Newton
b) 1ª Lei de Ohm
c) 2ª Lei de Ohm



3. Relembrando o início de nossa aula anterior, determine o que ocorre com a resistência elétrica do resistor à medida que mudamos a tensão aplicada sobre ele? Quando isso ocorre como é chamado esse resistor? E marque a opção correta:

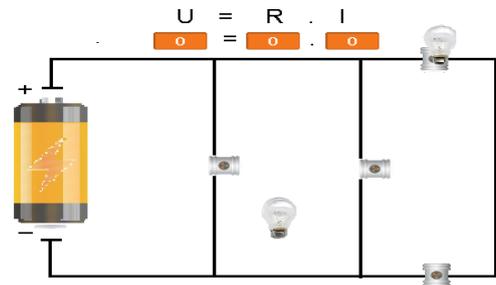
- a) Fica variando com a tensão, resistor Ôhmico
b) Fica constante, resistor não Ôhmico
c) Fica constante, resistor Ôhmico

4. O que ocorre com a corrente elétrica pela lâmpada se aumentarmos a tensão sobre ela? Julgue a lâmpada com resistência Ôhmica:

- a) Permanece constante b) Diminui c) Aumenta

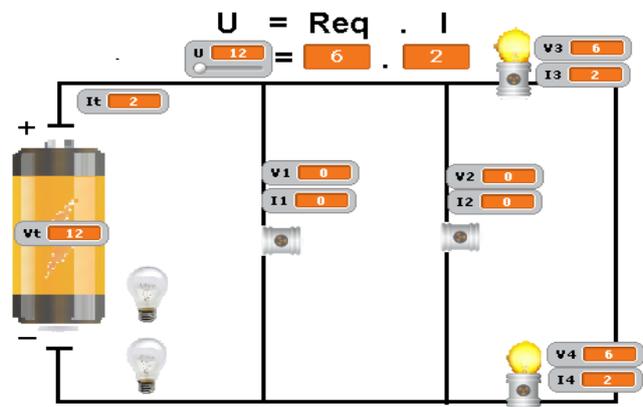
5. Por que a lâmpada não acende no circuito abaixo?

- Ela está queimada
- O circuito está aberto
- A bateria descarregou



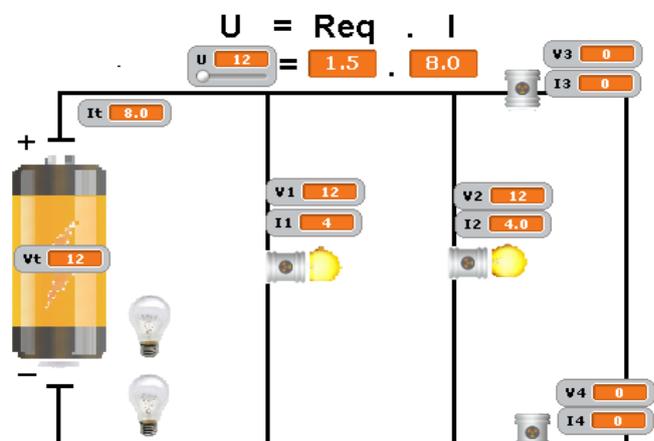
6. No circuito abaixo, observe os valores das correntes elétricas que atravessam as lâmpadas 3 e 4, juntamente com a corrente elétrica que sai da bateria, indique qual o tipo de associação é reproduzida:

- Série
- Paralelo
- misto



7. Observando atentamente o circuito abaixo, o que ocorrerá se retirarmos uma das lâmpadas do circuito elétrico ilustrado:

- A outra lâmpada apaga
- A outra lâmpada permanece acesa
- A outra lâmpada fica acesa e depois de algum tempo queima



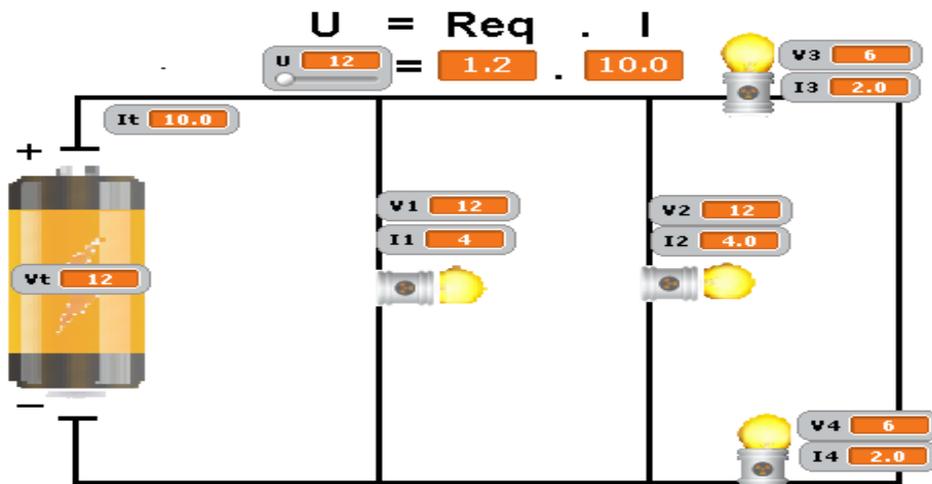
08. Sabendo que todos os aparelhos devem funcionar com 220V ou 110V, dependendo da localidade, marque a opção que indica o tipo de ligação elétrica que é feita em nossas residências?

- a) Série
- b) Paralelo
- c) Misto

09. Sabendo que todos os aparelhos (exceto alguns eletrônicos) para funcionar devem ser ligados nas tomadas da rede elétrica feita em paralelo. Qual a grandeza elétrica que é a mesma para todos os aparelhos?

- a) Tensão elétrica
- b) Corrente elétrica
- c) Resistência elétrica

Figura para as questões 10 e 11



10. O que ocorrerá com o circuito acima se a lâmpada L_4 for retirada?

- a) Todas as outras apagaram.
- b) As outras permaneceram acesas

c) A lâmpada L_3 apaga e as lâmpadas L_1 e L_2 continuarão acesas.

11. O que ocorrerá se a lâmpada L_2 for retirada do circuito representado acima?

a) Todas as outras apagaram.

b) As outras permaneceram acesas

c) A lâmpada L_1 apaga e as lâmpadas L_3 e L_4 continuarão acesas.