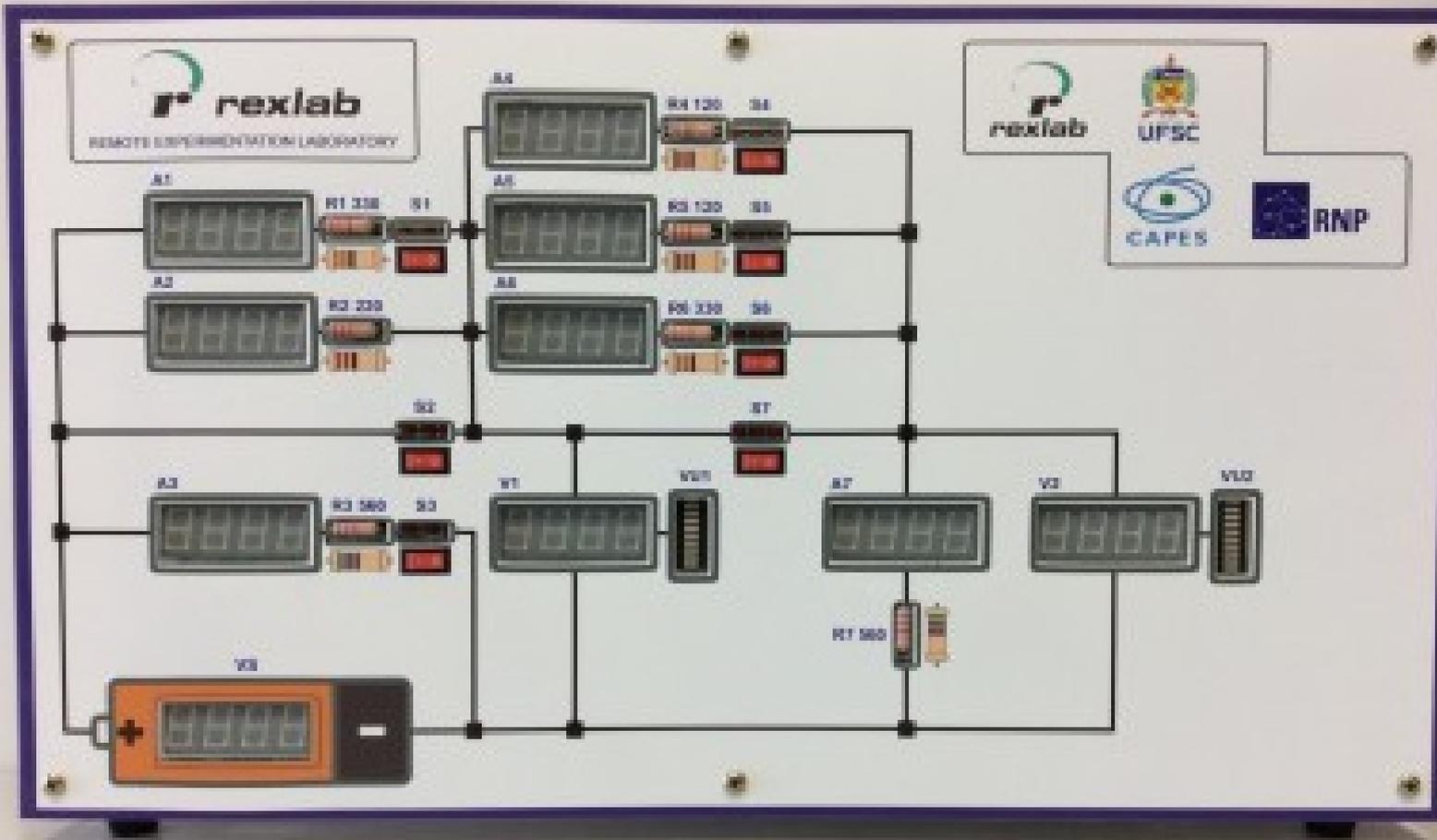


Guia didático de apoio ao experimento

Painel Elétrico CC



Experimentação Remota Móvel para
o Ensino Básico e Superior

Circuitos elétricos de corrente contínua

Guia didático

Guia didático do Experimento Remoto Painel Elétrico CC:
Experimentação Remota Móvel para a Educação Básica e Superior
Circuitos elétricos de corrente contínua
Este guia, cada capítulo e suas imagens estão licenciados sob a licença
Creative Commons
Rua Pedro João Pereira, 150, Mato Alto – CEP 88900-000
<http://rexlabs.ufsc.br/>
rexlabsufsc@gmail.com

Edição

Carine Heck

Karine dos Santos Coelho

Prefácio

João Bosco da Mota Alves

Elaboração

Carine Heck

Karine dos Santos Coelho

João Bosco da Mota Alves

Juarez Bento da Silva

Revisão

Marta Adriana da Silva

Cristiano

Priscila Cadorin Nicolete

Simone Meister Sommer

Bilessimo

Editoria de arte, projeto gráfico e capa

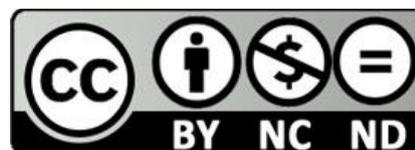
Isabela Nardi da Silva

Este guia, cada capítulo e suas imagens estão licenciados sob a licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Sem Derivados 4.0 Internacional. Uma cópia desta licença pode ser visualizada em <http://creativecommons.org/nz/licenses/licenses-explained/>.

Ela define que este manual é livre para reprodução e distribuição, porém sempre deve ser citado o autor. Não deve ser usado para fins comerciais ou financeiros e não é permitido qualquer trabalho derivado.

Se você quiser fazer algum dos itens citados como não permitidos, favor entrar em contato com os organizadores do manual.

O download em edição eletrônica desta obra pode ser encontrado em <http://www.rexlabs.ufsc.br>.



Guia de Aplicação do Experimento Remoto Painel Elétrico CC:
Experimentação remota para a Educação Básica e Superior
Circuitos elétricos de corrente contínua/ obra
coletiva concebida, desenvolvida e produzida pelo Laboratório
de Experimentação Remota (RExLab)

Araranguá - SC, Brasil, 2016

Sumário Geral

Prefácio.....	4
Corrente Elétrica.....	5
Intensidade da Corrente Elétrica.....	6
Sentido da Corrente Elétrica.....	7
Tipos de Corrente Elétrica.....	8
Potência e Efeito Joule.....	14
Consumo de Energia Elétrica.....	16
Leis de Ohm.....	20
Resistência Elétrica.....	20
1ª Lei de Ohm.....	21
2º Lei de Ohm.....	24
Variações da Resistência com a Temperatura.....	25
Circuito Elétrico e Medidores de Tensão e Corrente.....	28
Componentes de um Circuito Elétrico.....	30
Medidores de Corrente e Tensão.....	34
Associação de Resistores.....	36
Associação em Série.....	36
Associação em Paralelo.....	40
Associação Mista.....	43
Curto Circuito.....	45
Leis de Kirchhoff e Força Eletromotriz.....	48
Primeira Lei de Kirchhoff ou Lei dos Nós.....	48
Segunda Lei de Kirchhoff ou Lei das Malhas.....	50
Força Eletromotriz.....	50
Bibliografia consultada.....	55
Exercícios.....	57
Plano de Aulas.....	79

Prefácio

O que é experimentação remota? Remota, significa a distância. Experimentação remota, portanto, significa realização de um experimento a distância, manipular um equipamento a partir de qualquer lugar onde haja acesso à Internet, por exemplo. A partir deste conceito, foi criado em 1997, na Universidade Federal de Santa Catarina, o Laboratório de Experimentação Remota (RExLab, sigla oriunda da expressão em inglês - Remote Experimentation Lab), visando explorar seu potencial.

Que aspectos deveriam ser avaliados? Atender a necessidade de apropriação social da ciência e da tecnologia, popularizando conhecimentos científicos e tecnológicos, estimulando jovens nas carreiras científico-tecnológicas e buscar iniciativas que integrem a educação científica ao processo educacional promovendo a melhoria/atualização/modernização do ensino em todos os seus níveis, enfatizando ações e atividades que valorizassem e estimulassem a criatividade, a experimentação científico-tecnológica e a interdisciplinaridade.

Primeira fase (1997-2002). Foram criados alguns experimentos que indicaram com clareza a necessidade de desenvolvimento de recursos, como o Micro-Servidor WEB, visando ampliar o desenvolvimento de mais experimentos para uma gama cada vez mais ampla de aplicações. Nesta fase, dissertações de mestrado e publicações de artigos possibilitaram a internacionalização do REXLAB, através do projeto REXNET, financiado pela Comunidade Europeia, envolvendo 6 países (Brasil, Chile, México, Portugal, Escócia e Alemanha), com o mesmo objetivo de avaliar tais aspectos acima tratados, mas agora a nível internacional.

Segunda fase (2002-2007). O projeto REXNET é, em suma, uma rede internacional de REXLAB's envolvendo hoje dezenas de universidades em vários países da América Latina, Europa e África, com as quais o REXLAB/UFSC mantém intensa parceria, incluindo intercambio de docentes e discentes. A REXNET possibilitou ao REXLAB alçar voos mais altos, destacando-se estudos para a elaboração de um projeto que veio a ser denominado Integração Tecnológica na Educação Básica, uma vez constatada a necessidade de melhoria nos primeiros níveis educacionais no Brasil.

Terceira fase (2007-...). Na medida do desenvolvimento de novas TIC's (Tecnologias da Informação e da Comunicação), novos desafios apresentaram-se e, imediatamente, foram incorporados ao REXLAB e a todos os seus projetos. O destaque nesta fase foi a exploração dos dispositivos móveis como elementos básicos para a Integração Tecnológica na Educação Básica que ora é o principal projeto do REXLAB. Um conjunto de experimentos foram implementados para tal. E, para dar conta de sua utilização a contento com as expectativas da equipe, foi elaborado um **caderno didático** de apoio ao experimento para cada um deles utilizados no âmbito deste projeto, onde teoria e prática **passeiam de mãos dadas.**

De olho no futuro do Brasil. Portanto, a Experimentação Remota é uma área de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico que visa ampliar a capacidade humana para além de seus limites, utilizando os recursos da Internet e de outros meios capazes de prover acesso remoto, possibilitando o compartilhamento de recursos de um modo geral, com custos compatíveis com um país de dimensão continental que ainda não resolveu graves problemas, como miséria e educação básica indigente. **É a esperança de toda a equipe do REXLAB.**

Araranguá, agosto de 2015.

João Bosco da Mota Alves

Corrente Elétrica

O transporte de carga elétrica em meios sólidos acontece em materiais como fios, placas ou cabos feitos de cobre, pois são ótimos condutores elétricos. No lugar do cobre, poderia ser usada a prata, que é um condutor melhor que o cobre. Porém, infelizmente teriam muitos roubos, por conta do grande valor comercial desta.

No interior de um condutor de cobre, parte dos elétrons se movimentam livremente, pois estes estão fracamente ligados aos átomos e seu movimento é caótico e aleatório, não constituindo uma corrente elétrica. Esses elétrons que se movimentam no interior do condutor são chamados elétrons livres. Os prótons não se movimentam, pois estão fortemente ligados ao núcleo do átomo.

Quando estabelecida uma diferença de potencial entre as extremidades do condutor, no seu interior aparece um campo elétrico que age sobre as cargas dos elétrons, fazendo com que eles se movimentem ordenadamente. Esses elétrons livres são chamados de portadores de carga. Segundo Artuso e Wrublewski (2013), esse movimento ordenado dos portadores de cargas gera uma corrente elétrica no condutor de circuito fechado.

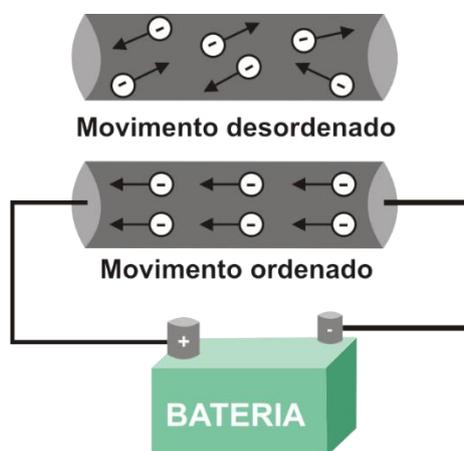


Figura 1

Intensidade da Corrente Elétrica

Há uma relação direta entre a intensidade da corrente elétrica com a quantidade de carga elétrica que atravessa uma seção transversal de um condutor num certo intervalo de tempo. Pode-se fazer uma analogia com uma mangueira de água, na qual a vazão é determinada através da quantidade de água que passa por uma seção reta transversal da mangueira num determinado intervalo de tempo.

De acordo com Stefanovits (2013), a intensidade da corrente elétrica (i) é dada pela razão entre a quantidade de carga elétrica (ΔQ) transportada que atravessa uma seção reta do condutor e o intervalo de tempo (Δt).

A intensidade da corrente elétrica é expressa matematicamente da seguinte maneira:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad \text{ou} \quad i = \frac{n \cdot e}{\Delta t}$$

Unidades de medidas no SI (Sistema Internacional de Unidades) para Intensidade da corrente elétrica é dada por (C) Coulomb, por (s) segundo, que é representada em (A) ampère.

$$\left(\frac{1C}{s} = 1A \right).$$

Uso de Submúltiplos para intensidade da corrente elétrica:

$$1\text{mA (1 mili Ampère)} = 10^{-3}\text{A}$$

$$1\mu\text{A (1 micro Ampère)} = 10^{-6}\text{A}$$

$$1\text{nA (1 nano Ampère)} = 10^{-9}\text{A}$$

$$1\text{pA (1 pico Ampère)} = 10^{-12}\text{A}$$

Sentido da Corrente Elétrica

Sentido convencional da corrente elétrica

Segundo Stefanovits (2013), o conceito de corrente elétrica para Benjamin Franklin, no século XIII, caracterizava-se como um fluido presente em todos os corpos e que era capaz de penetrar na matéria, mantendo-se em quantidade constante num sistema isolado. Franklin definiu que o fluido seria a eletricidade vítrea, considerada positiva e que a falta do fluido num corpo o tornaria negativo. Assim segundo ele, o sentido do fluxo desse fluido elétrico era do positivo para o negativo.

Esse conceito se manteve mesmo quando Alessandro Volta (1745-1827) associou corrente elétrica ao transporte de eletricidade. Isso ocorreu entre o final do século XIII até o século XIX com a descoberta do elétron e o próton.

“A seta da corrente é desenhada no sentido em que os portadores de cargas positivos se moveriam, mesmo que os portadores na verdade sejam negativos e se movem no sentido oposto, por motivos históricos, como citado acima” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2007).

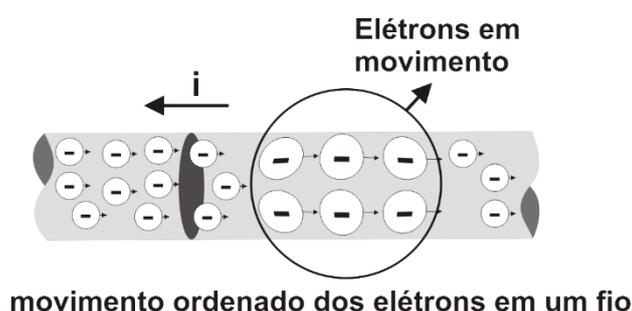


Figura 2

Sentido real da corrente elétrica

Sabe-se que, no interior de um condutor de cobre, somente os elétrons livres é que se movimentam e são chamados de portadores de cargas

elétricas. Mas, por motivos históricos, usa-se para o sentido da corrente o movimento contrário ao dos elétrons.

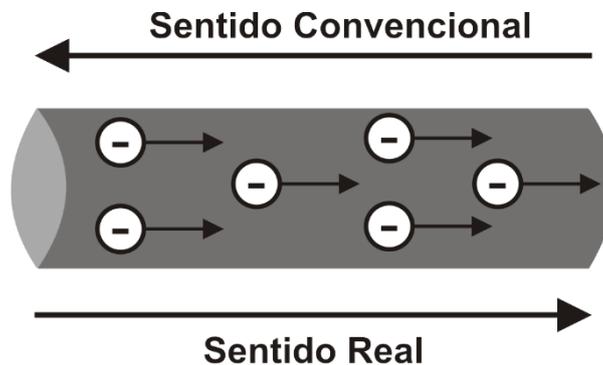


Figura 3

Tipos de corrente elétrica

Corrente contínua é o fluxo de cargas elétricas num único sentido dentro do circuito e sua sigla é representada por: CC ou DC (do inglês direct current). Exemplos de dispositivos que produzem corrente contínuas: pilhas, baterias e células fotovoltaicas.



Figura 4

Corrente alternada é um fluxo de oscilação de cargas elétricas com movimento nos dois sentidos. A corrente alternada é representada pela sigla CA ou AC (do inglês alternating current). Exemplo de corrente contínua: usinas geradoras de energia elétrica.

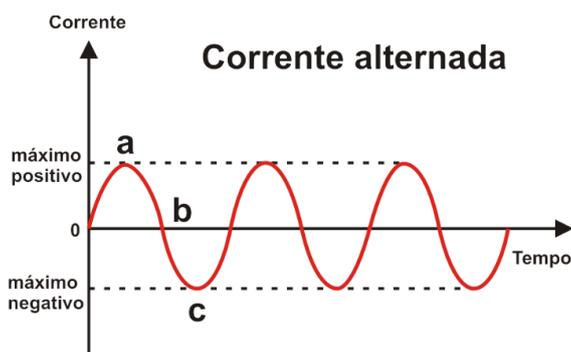


Figura 5

OBS: No Brasil a frequência da corrente alternada é 60 Hertz (Hz), ou seja, essa mudança no sentido da corrente ocorre 60 vezes a cada segundo. No Paraguai, por exemplo, a frequência é de 50 Hertz (Hz).

Efeitos provocados pela corrente elétrica

- **Efeito Joule**

O efeito Joule acontece quando uma corrente passa por um condutor. Os elétrons livres sofrem colisões entre eles mesmos e com os átomos fazendo com que este condutor sofra um aumento de temperatura. Esse processo em alguns dispositivos é necessário para seu funcionamento. Exemplos: chuveiro elétrico, ferro de passar, torradeira, aquecedor elétrico, dentre outros.

O fusível é um dispositivo que tem baixo ponto de fusão e serve para limitar o valor da corrente elétrica. Quando uma corrente de valor não desejado passar pelo dispositivo ele sofrerá um aquecimento rompendo seu filamento, interrompendo a passagem da corrente elétrica. As aplicações são diversas, como em residências, veículos e aparelhos elétricos.

- **Efeito Químico**

Segundo Yamamoto (2013) quando uma corrente elétrica atravessa uma solução iônica, pode ocorrer eletrólise – isto é, deslocamento e descarga

dos íons negativos e positivos, respectivamente para o polo positivo e negativo da bateria que promove a corrente.

Exemplos: cromagem, etc.

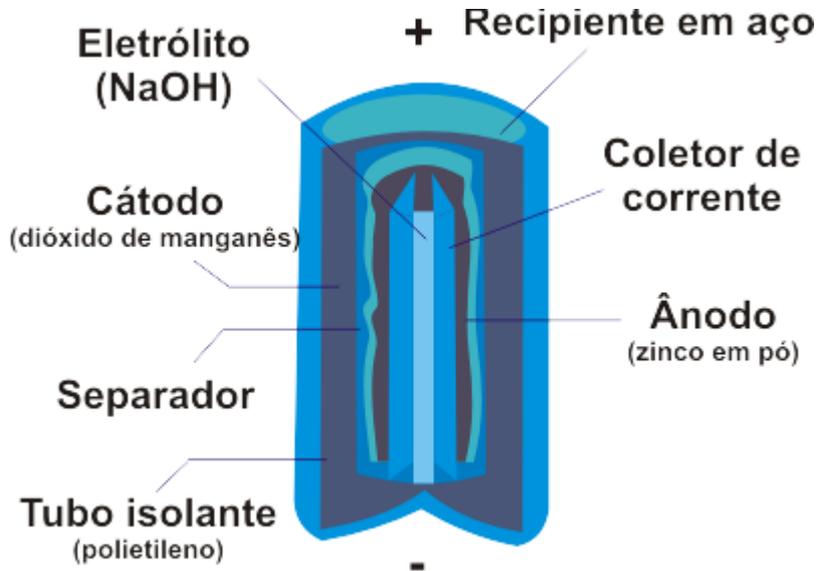


Figura 6

- **Efeito luminoso**

O efeito luminoso ocorre quando a corrente atravessa um gás rarefeito, é o que acontece com as lâmpadas fluorescentes. Devido às colisões dos elétrons com as partículas do gás produzem uma excitação e também uma ionização. Com a diferença de potencial entre as extremidades dos tubos, essas partículas ionizadas movem com maior velocidade e sofrem novas colisões com outros átomos. Quando esses átomos voltam para seu estado de menor energia, emite luz visível e luz ultravioleta.

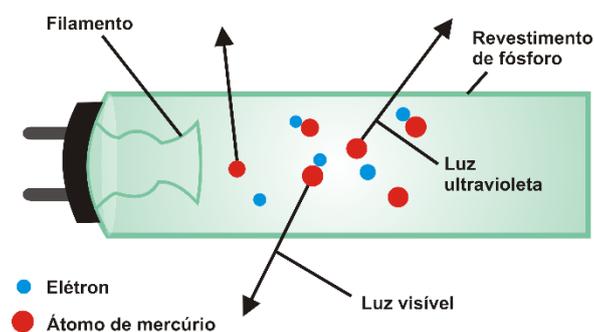


Figura 7

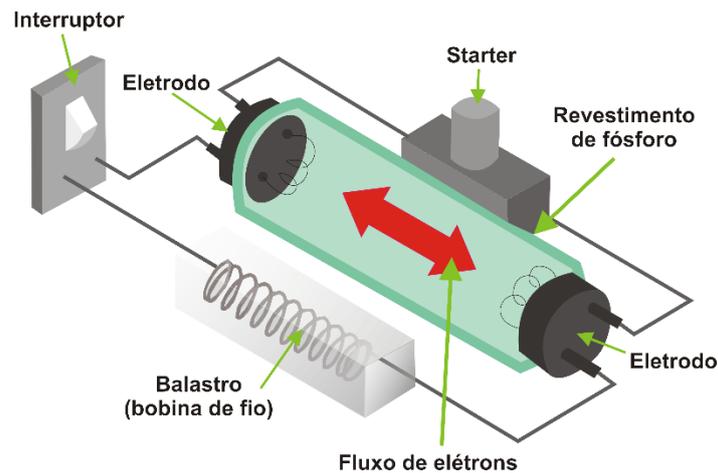


Figura 8

- **Efeito magnético**

O efeito magnético aparece quando um fio condutor é percorrido por uma corrente elétrica.

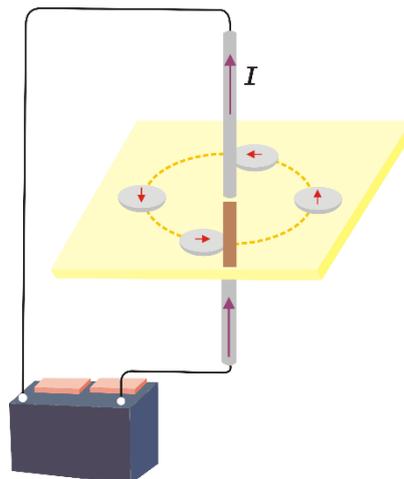


Figura 9

- **Efeito Fisiológico**

Quando uma corrente elétrica atravessa um ser vivo, ela produz contrações musculares. Dependendo da intensidade da corrente elétrica pode provocar desde contrações musculares até a morte.



Figura 10

Exemplos:

1)(UPE-PE) A corrente de 0,3 A que atravessa o peito pode produzir fibrilação (contrações excessivamente rápidas das fibras musculares) no coração de um ser humano, perturbando o ritmo dos batimentos cardíacos com efeitos possivelmente fatais. Considerando que a corrente dure 2,0 min, o número de elétrons que atravessam o peito do ser humano vale ----- (carga do elétron= $1,6 \times 10^{-19}\text{C}$).

a) $5,35 \cdot 10^2$ b) $1,62 \cdot 10^{-19}$ c) $4,12 \cdot 10^{18}$ d) $2,45 \cdot 10^{18}$ e) **$2,25 \cdot 10^{20}$**

Resolução:**Dados:**

$$i = 0,3 \text{ A}$$

$$\Delta t: 2,0 \text{ minutos} = 120 \text{ segundos}$$

$$e = 1,6 \times 10^{-19}$$

$$i = \frac{n \cdot e}{\Delta t} \rightarrow 0,3 = \frac{n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{120} \rightarrow n = \frac{0,3 \cdot 120}{1,6 \cdot 10^{-19}} \rightarrow$$

$$n = \frac{36}{1,6 \cdot 10^{-19}} \rightarrow n = 22,5 \cdot 10^{19} \rightarrow n = 2,25 \cdot 10^{20}$$

2) (UFRRJ). As afirmações a seguir referem-se à corrente elétrica.

I. Corrente elétrica é o movimento ordenado de elétrons em um condutor.

II. Corrente elétrica é o movimento de íons em uma solução eletrolítica.

III. Corrente elétrica, em um resistor ôhmico, é inversamente proporcional a ddp aplicada e diretamente proporcional à resistência elétrica do resistor.

Sobre as afirmativas anteriores, pode-se concluir que apenas

a) a I está correta.

b) a II está correta.

c) a III está correta.

d) a I e a II estão corretas.

e) a I e a III estão corretas.

Potência e Efeito Joule

Nas etiquetas de alguns aparelhos elétricos vem fixado o valor da potência elétrica. O que significa esse valor? Para que serve e o que diferencia um valor de potência maior para um valor menor? Para alguns aparelhos elétricos esses valores indicados de potência elétrica, cuja unidade de medida é o Watts, simbolizada pela letra **W**, se refere a quantos joules (**J**) de energia (**E**) eles consomem por segundo (**s**). Lembrando que para a maioria dos aparelhos elétricos existentes em residências, parte da energia elétrica é convertida em energia térmica, causando o aquecimento. Sendo que essa energia transformada em energia térmica não é utilizada pelo aparelho, ou seja, é apenas um efeito secundário. Exemplos: lâmpada incandescente, TV, liquidificador, etc.

Já no caso de outros aparelhos elétricos como o chuveiro, secador de cabelo, torradeira, forno elétrico, dentre outros, é necessária a transformação dessa energia elétrica em energia térmica para seu completo funcionamento. Ou seja, esses aparelhos necessitam da energia térmica no caso do chuveiro para aquecimento da água.

A potência está relacionada com o tempo gasto para a realização de um determinado trabalho.

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad (\text{equação I})$$

P : Potência dada em watts (W)

W: Trabalho dado em Joule (J)

Δt : variação do tempo dado em segundo (s)

O trabalho realizado pela força elétrica sobre uma carga elétrica é dado pelo produto entre quantidade de carga e a diferença de potencial U.

$$W = \Delta Q \cdot V \rightarrow i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \rightarrow \Delta Q = i \cdot \Delta t \rightarrow W = i \cdot \Delta t \cdot V \quad (\text{equação II})$$

Substituir equação II em I

$$P = \frac{i \cdot \Delta t \cdot V}{\Delta t} \rightarrow P = i \cdot V$$

Definição de potência em função da corrente que a percorre e a tensão a que está submetido o resistor:

$$P = i \cdot V$$

Sendo:

P: Potência dada em watts (**W**)

i: Corrente dada em Ampère (**A**)

V: Tensão da em volts (**V**)

Essa expressão permite obter o cálculo para a potência elétrica dissipada ou consumida por um aparelho elétrico ou um resistor.

Pode-se combinar a 1ª Lei de Ohm com a equação geral da potência e obter mais duas expressões para calcular a potência dissipada ou consumida por um resistor.

$$R = \frac{V}{i} \text{ e } P = i \cdot V \text{ (eq.I)} \rightarrow \text{Isolando } i = \frac{V}{R} \text{ (eq.II) e } V = R \cdot i \text{ (eq.III)}$$

Substituindo eq. II na eq. I

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Substituindo eq. II na eq. I

$$P = Ri^2$$

Consumo de Energia Elétrica

O trabalho da força elétrica corresponde à energia elétrica consumida pelo aparelho. A partir desses dados é possível obter uma fórmula para calcular o consumo de energia elétrica E_{el} .

$$P = \frac{W}{\Delta t} \rightarrow W = P \cdot \Delta t \quad \text{ou} \quad E_{el} = P \cdot \Delta t$$

Essa equação permite calcular o consumo de energia elétrica num dado intervalo de tempo. A potência é dada em watts (**W**), o tempo em segundo (**s**) e o consumo de energia em Joules (**J**). O Joule é uma unidade de energia muito pequena, por isso para expressar o valor da energia elétrica consumida nas residências brasileiras é utilizado o kW para a potência e o intervalo de tempo em horas (h), lendo quilowatts-horas (kWh).

Exemplos:

1) (CESGRANRIO) Um estudante mede a intensidade da corrente elétrica que percorre o filamento de uma lâmpada, variando a ddp na qual ela é ligada, e obtém o gráfico abaixo.

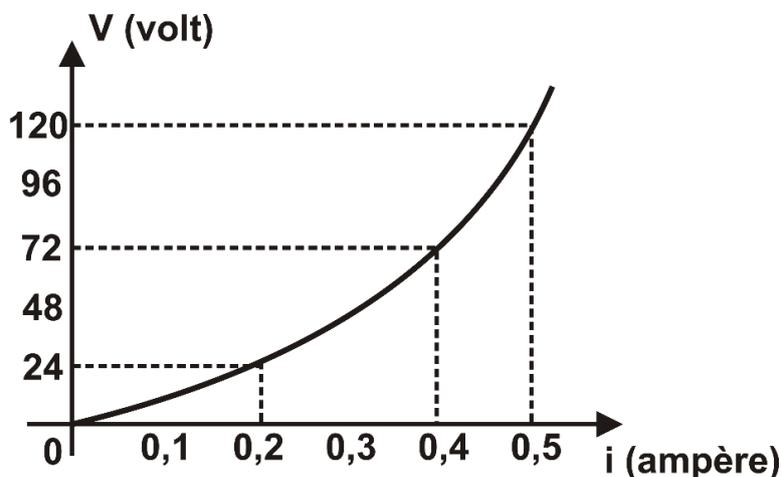


Figura 11

A partir desses dados, ele faz três afirmações:

- I. A potência que a lâmpada consome quando ligada a 120 V vale 60 W;
- II. A resistência do filamento da lâmpada aumenta com o calor produzido nela;
- III. Para $i = 0,0$ A, a resistência da lâmpada é nula.

É(São) VERDADEIRA(S) a(s) afirmação(ões):

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) I e II, apenas.**
- d) II e III, apenas.
- e) I, II e III.

Resolução:

$$P = V \cdot i \rightarrow P = 120 \cdot 0,5 \rightarrow P = 60W$$

A resistência aumenta com o aumento de temperatura.

Para $i = 0$ a resistência da lâmpada não se anula.

2) (UDESC) Um determinado resistor é ligado entre os terminais de uma bateria de 1,5 V. A potência dissipada no resistor é 0,150 W. O mesmo resistor é então ligado entre os terminais de uma bateria de 3,0 V. A potência dissipada nesse caso é:

a) 0,300 W.

b) 0,600 W.

c) 0,150 W.

d) 0,075 W.

e) 0,035 W.

Resolução:

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow 0,150 = \frac{1,5^2}{R} \rightarrow R = \frac{2,25}{0,150} \rightarrow 15W$$

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow P = \frac{3^2}{15} \rightarrow P = \frac{9}{15} \rightarrow 0,600 W$$

3) (Enem-2010) A energia elétrica consumida nas residências é medida, em quilowatt/hora, por meio de um relógio medidor de consumo. Nesse relógio, da direita para a esquerda, tem-se o ponteiro da unidade, da dezena, da centena e do milhar. Se um ponteiro estiver entre dois números, considera-se o último número ultrapassado pelo ponteiro. Suponha que as medidas indicadas nos esquemas seguintes tenham sido feitas em uma cidade em que o preço do quilowatt/hora fosse de R\$ 0,20.

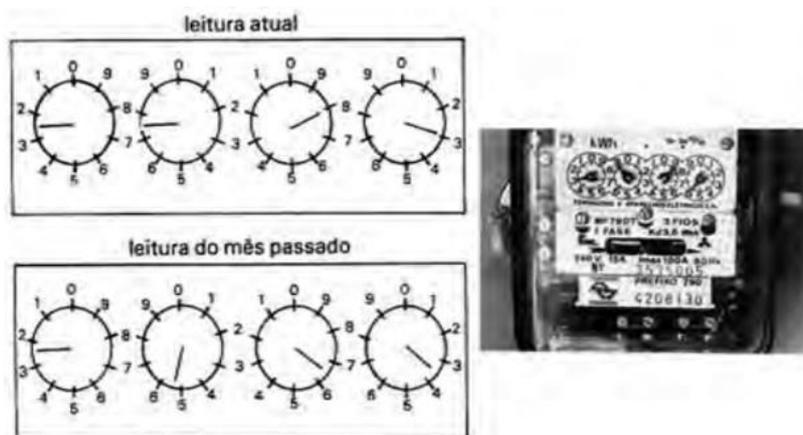


Figura 12 - Fonte: FILHO, A.G.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica*. São Paulo: Scipione, 1997. (Foto: Reprodução/Enem).

O valor a ser pago pelo consumo de energia elétrica registrada seria de:

R\$ 42,80. b) R\$ 42,00. c) R\$ 43,00. d) R\$ 43,80. e) **R\$ 44,00**

Resolução:

O consumo de energia elétrica é calculado pela diferença de leituras do relógio medidor de um mês para o outro. Custo do quilowatt-hora = R\$ 0,20

1º Leitura – Mês anterior: **Eel = 2563 kWh**

2º Leitura – Mês atual: **Eel = 2783 kWh**

$$E_{el} = \frac{2783 \text{ kWh}}{2563 \text{ kWh}} \rightarrow E_{el} = 220 \text{ kWh} \rightarrow E_{el} = 220 \text{ kWh} \cdot 0,20 \rightarrow E_{el} = \text{R\$}$$

44,00

Logo, o consumo foi de **2783 – 2563 = 220 kWh**. Como o custo de cada quilowatt-hora é de R\$0,20, o custo deste mês foi de **220 x 0,20 = 44 reais**.

Leis de Ohm

Resistência Elétrica

Ao aplicar uma diferença de potencial às extremidades de dois materiais diferentes sendo esses de mesmas dimensões, o resultado esperado é

A resistência elétrica é medida aplicando uma diferença de potencial (**V**) entre os dois pontos de um condutor e medindo a corrente (**i**) resultante. Se um condutor construído tem a função de resistir à passagem da corrente elétrica em um circuito esse condutor é chamado de resistor (**R**) representado pelo símbolo:



Figura 15

1º Lei de Ohm

A expressão que define a resistência elétrica é conhecida como a primeira lei de Ohm e estabelece que a tensão aplicada aos terminais de um condutor e a corrente elétrica são diretamente proporcionais. Portanto, quanto maior for a tensão (**V**) aplicada aos terminais de um condutor maior será a corrente que o percorrerá.

OBS: No caso de um resistor (**R**) ser submetido a uma tensão (**V**) de 3 V e se meça a corrente que circula no condutor tem-se como valor 0,3A. Caso a tensão for duplicada, a corrente medida também duplicará. Essa relação é conhecida como a primeira Lei de Ohm, onde a resistência é constante a uma dada temperatura. Essa relação é válida somente para dispositivos ôhmicos. Quando a resistência varia a medida que a tensão também varia, tem-se resistores não ôhmicos.

Definição de resistência elétrica:

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

Unidade usada no SI para medir resistência elétrica é o volt (**V**) por ampère (**A**). Em homenagem ao formulador do conceito de resistência elétrica o físico alemão Georg Simon Ohm (1789 -1854), a unidade de resistência recebeu o nome de Ohm e simbolizado pela letra grega maiúscula ômega (Ω).

$$\frac{1V}{A} = 1 \text{ Ohm } (\Omega)$$

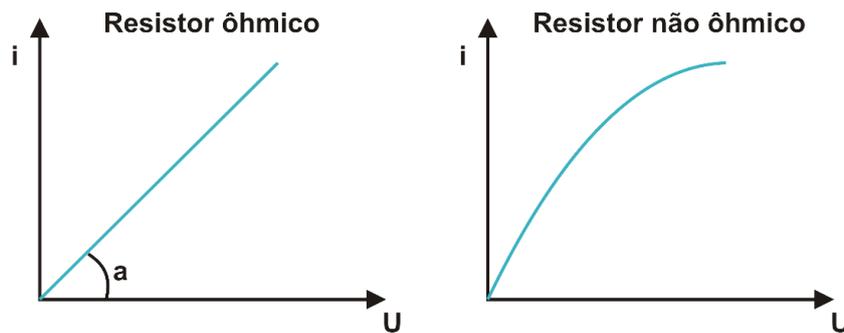
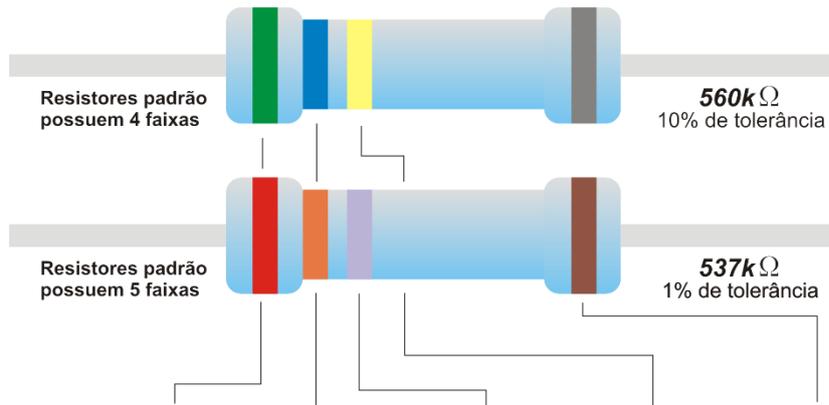


Figura 16

Exemplo de resistor ôhmico: Resistor de carvão

Código de Cores

A extremidade com mais faixas deve apontar para a esquerda



Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	3ª Faixa	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	x1 Ω	
Marrom	1	1	1	x10 Ω	+/- 1%
Vermelho	2	2	2	x100 Ω	+/- 2%
Laranja	3	3	3	x1K Ω	
Amarelo	4	4	4	x10k Ω	
Verde	5	5	5	x100K Ω	+/- .5%
Azul	6	6	6	X1M Ω	+/- .25%
Violeta	7	7	7	x10M Ω	+/- .1%
Cinza	8	8	8		+/- .05%
Branco	9	9	9		
Dourado				x .1 Ω	+/- .5%
Prateado				x .01Ω	+/- .10%

Figura 17

Exemplos:

1)(UFJF-MG) Medidas da corrente elétrica em função da diferença de potencial aplicada foram realizadas em dois resistores de metais diferentes, encontrando-se os resultados relacionados abaixo. Durante as medidas, a temperatura dos resistores foi mantida constante.

Resistor I		Resistor II	
Ampères	Volts	Ampères	Volts
0,5	2,18	0,5	3,18
1,0	4,36	1,0	4,36
2,0	8,72	2,0	6,72
4,0	17,44	4,0	11,44

Figura 18

Nestas condições são feitas as afirmativas:

I. Somente o resistor 1 obedece à lei de Ohm.

II. Somente o resistor 2 obedece à lei de Ohm.

III. Um dos resistores tem resistência elétrica com valor de $4,36 \Omega$.

É (são) verdadeiras:

a) I b) II c) III **d) I e III** e) II e III

2) (UFPA) Para conhecer o valor da resistência elétrica de um ferro elétrico existente em sua casa, Joãozinho usou um amperímetro, um voltímetro e uma fonte de tensão conforme o esquema abaixo. Ele aplicou tensões e obteve correntes, conforme o gráfico abaixo. Assinale a alternativa que contém o valor da resistência, em ohms, encontrada por Joãozinho:

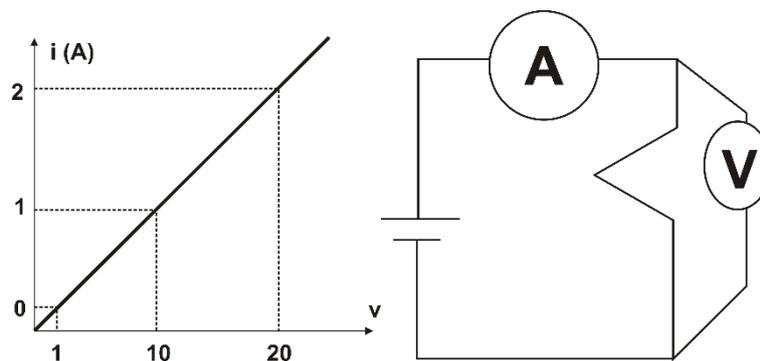


Figura 19

a) 50 b) 40 c) 30 d) 20 **e) 10**

$$R = \frac{V}{i} \rightarrow R = \frac{10}{1} \rightarrow R = 10\Omega$$

$$R = \frac{V}{i} \rightarrow R = \frac{20}{2} \rightarrow R = 10\Omega$$

2º Lei de Ohm

Ohm, continuando seu trabalho, verificou que a resistência era diferente para resistores distintos, pois dependiam de outras características como:

- **comprimento do condutor;**
- **espessura do condutor;**
- **do material que constituía o resistor;**
- **temperatura.**

OBS: Para uma determinada temperatura, a resistência (**R**) é diretamente proporcional ao comprimento do condutor (**l**) e inversamente proporcional a sua espessura (**A**), (área de sua seção transversal). $R \propto \frac{l}{A}$



Figura 20

Definição para a 2º Lei de Ohm:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

Variações da resistência com a temperatura

Para a maioria dos resistores metálicos a resistência tende a aumentar com a elevação da temperatura. Ou seja, conforme a temperatura aumenta, a resistência aumenta também. Alguns materiais como o carbono e o telúrio se comportam de forma contrária, com a elevação da temperatura o valor da resistência diminui.

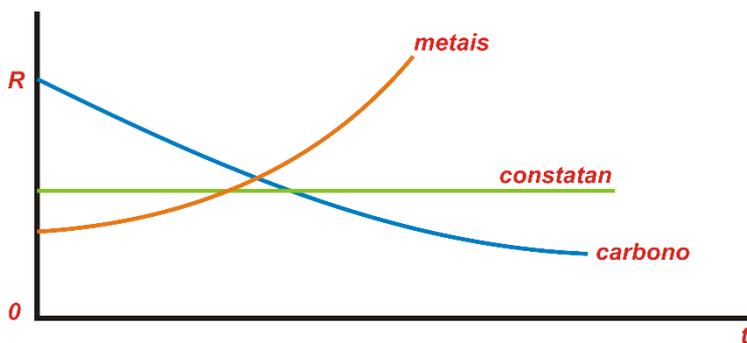


Figura 21

$$R = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

Onde:

$R \rightarrow$ resistência do condutor em relação à temperatura $\rightarrow T$

$R_0 \rightarrow$ resistência do condutor em relação à temperatura $\rightarrow T_0$

$\alpha \rightarrow$ coeficiente de temperatura (ele pode ser considerado constante dentro de um pequeno intervalo de temperatura). Por exemplo: uma de temperatura que vai de 0°C a 50°C essa variação pode sim ser considerado α constante. Alguns materiais como ligas metálicas podem ter α muito próximo de zero. Exemplos: niquelina e carbono.

Resistividade elétrica (ρ) é uma grandeza física que depende do material que constitui o resistor, ou seja, é uma característica microscópica do material. Como depende das propriedades específicas dos materiais, o tamanho e a espessura de um mesmo material não vão alterar o valor da resistividade. Usa-se a segunda Lei de ohm para calcular a resistividade. Sua unidade no SI é o ohm.metro ($\Omega.m$). Nessa equação a letra grega ρ é o coeficiente de proporcionalidade, denominado resistividade elétrica

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l}$$

Condutividade elétrica (δ) é a facilidade que um portador de carga tem de se movimentar num certo meio. É o inverso da resistividade.

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

A unidade de condutividade no SI é o ohm-metro $(\Omega.m)^{-1}$.

Exemplos:

1)(PUC-RJ) Considere duas lâmpadas, A e B, idênticas a não ser pelo fato de que o filamento de B ser mais grosso que o filamento de A. Se cada uma estiver sujeita a uma ddp de 110 volts:

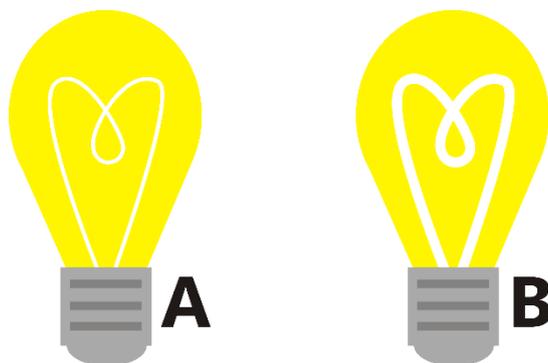


Figura 22

- a) A será a mais brilhante, pois tem a maior resistência.
- b) B será a mais brilhante, pois tem a maior resistência.
- c) A será a mais brilhante, pois tem a menor resistência.
- d) B será a mais brilhante, pois tem a menor resistência.**
- e) ambas terão o mesmo **brilho**.

Resolução:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

Como o filamento de B é mais grosso, a área (A) é maior. Quanto maior a área mais portadores de carga passam pelo filamento e sua resistência diminui, de acordo com a fórmula apresentada acima.

2)(MACKENZIE-SP) Um fio A tem resistência elétrica igual a duas vezes a resistência elétrica de um outro fio B. Sabe-se que o fio A tem o dobro do comprimento do fio B e sua seção transversal têm raio igual à metade do raio da seção transversal do fio B. A relação ρ_A/ρ_B entre a resistividade do material do fio A e a resistividade do material do fio B é:

- a) 0,25. **b) 0,50.** c) 0,75. d) 1,25. e) 1,50.

Resolução:

$$R_A = 2.R_B$$

$$l_A = 2.l_B$$

$$r_A = r_B/2$$

$$A = \pi.r^2$$

$\frac{\rho_A}{\rho_B} \rightarrow \rho_A = \frac{R.A}{l} \rightarrow \rho_B = \frac{R.A}{l} \rightarrow$ Substitui-se os valores na equação A e depois divide pela equação B.

3)(Pré-vestibular UFSC) O filamento de tungstênio de uma lâmpada tem resistência de 20Ω a 20°C . Sabendo-se que sua seção transversal mede $1,102 \times 10^{-4} \text{ mm}^2$ e que a resistividade do tungstênio a 20°C é $5,51 \times 10^{-2} \text{ mm}^2/\text{m}$ determine o comprimento do filamento.

Resolução:

$$R = 20 \Omega$$

$$\rho = 5,51 \times 10^{-2} \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A = 1,102 \times 10^{-4}$$

$$l = ?$$

$$R = \frac{\rho.l}{A} \rightarrow l = \frac{RA}{\rho} \rightarrow l = \frac{20.1,102.10^{-4}}{5,51.10^{-2}} \rightarrow$$

$$l = \frac{22,04 \cdot 10^{-4}}{5,51 \cdot 10^{-2}} \rightarrow l = \frac{20,04 \cdot 10^{-4}}{5,51 \cdot 10^{-2}} \rightarrow l = 0,04m$$

ou $l = 4cm$

Circuito elétrico e medidores de tensão e corrente

Circuito elétrico é uma composição de dispositivos elétricos conectados entre si por materiais condutores e ligados a uma fonte de energia elétrica.

Alguns circuitos elétricos podem ser bastante complexos com vários componentes, ligados a muitos fios. A seguir, alguns exemplos de circuitos elétricos.

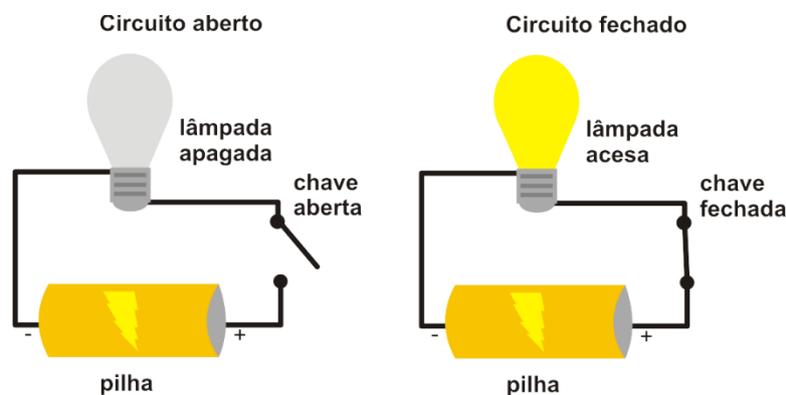


Figura 23

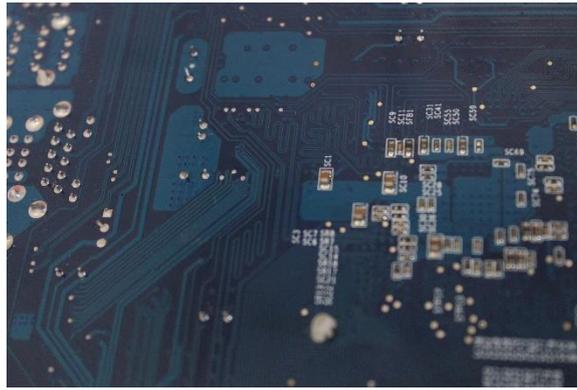


Figura 24

Para o funcionamento de um aparelho elétrico é necessário uma fonte de energia e também ser parte de um circuito elétrico. Quando este circuito se encontra fechado e ligado a uma pilha, como no exemplo acima, cria-se uma diferença de potencial entre os polos da pilha, fazendo fluir pelo condutor uma corrente elétrica que acende lâmpada. No momento em que a chave que fecha o circuito é aberta, interrompe-se por completo a passagem de corrente elétrica e assim a lâmpada se apagará.

Circuito elétrico simplificado de uma casa de habitação

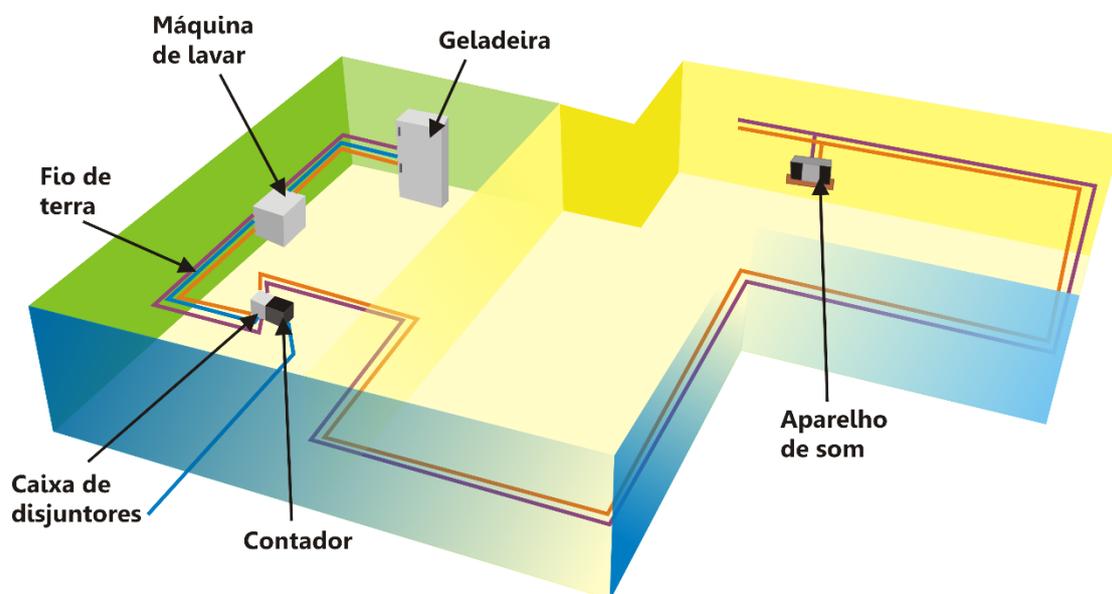


Figura 25

Componentes de um Circuito Elétrico

Existe uma vasta quantidade diferente de componentes que integram um circuito elétrico, sendo estes os principais:

Resistor

Os resistores são encontrados em diversos aparelhos eletrônicos como, por exemplo, televisores, rádios e amplificadores, etc.

Um resistor pode ser definido como sendo um dispositivo eletrônico que tem duas funções básicas: ora transforma energia elétrica em energia térmica (efeito Joule), ora limita a quantidade de corrente elétrica em um circuito, ou seja, oferece resistência à passagem de elétrons.

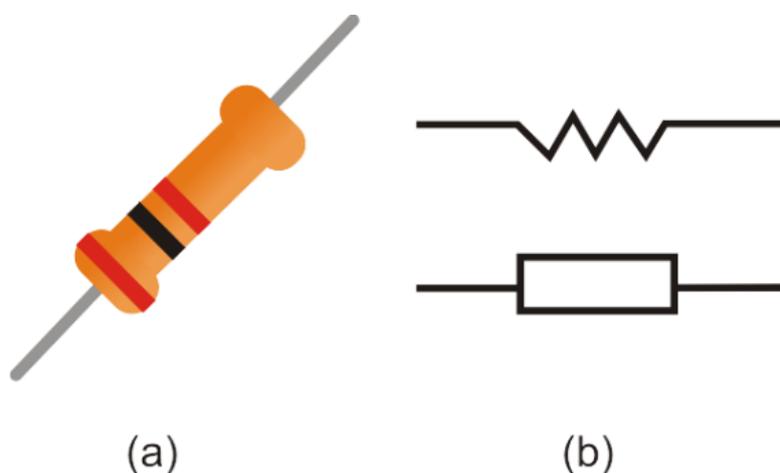


Figura 26

Disjuntores

Os disjuntores têm a mesma função dos fusíveis, que é proteger a instalação elétrica. Ao contrário dos fusíveis, os disjuntores não são danificados quando a corrente no circuito é maior que a permitida, eles apenas interrompem a corrente abrindo o circuito, de forma que, depois de resolvido o problema, o dispositivo pode voltar a funcionar novamente.

Os disjuntores se encontram normalmente em dois lugares nas instalações elétricas de uma residência: no quadro de distribuição e junto do relógio medidor.

Fusíveis

Os fusíveis estão presentes no circuito elétrico dos aparelhos eletrônicos, no circuito elétrico do carro, etc. Quando há um excesso de aparelhos ligados num mesmo circuito elétrico, a corrente elétrica é elevada e provoca aquecimento nos fios da instalação elétrica. Como o fusível faz parte do circuito, essa corrente elevada também o aquece. Se a corrente for maior do que aquela que vem especificada no fusível (10A, 20A, 30A, ...), o seu filamento se funde (derrete) antes que os fios da instalação sejam danificados.

O controle da corrente elétrica é feito através da espessura do filamento. Por isso é que os fusíveis devem ser feitos de um material de baixo ponto de fusão para proteger a instalação. Quando ocorre a fusão, o circuito fica aberto, interrompendo a passagem da corrente e os aparelhos deixam de funcionar.

Quanto maior for a corrente especificada pelo fabricante, maior a espessura do filamento. Assim, se a espessura do filamento do fusível suporta no máximo uma corrente de 10A e por um motivo qualquer a corrente exceder esse valor, a temperatura atingida pelo filamento será suficiente para derretê-lo, e desta forma a corrente é interrompida.

Segue na sequência alguns exemplos e como são representados estes componentes no circuito.

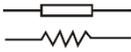
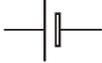
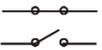
Fio condutor	
Resistência	
Reostato	
Pilha ou gerador	
Gerador	
Lâmpada	
Interruptor	
Amperímetro	
Voltímetro	
Campainha	
Motor	

Figura 27

Exemplos de alguns receptores elétricos

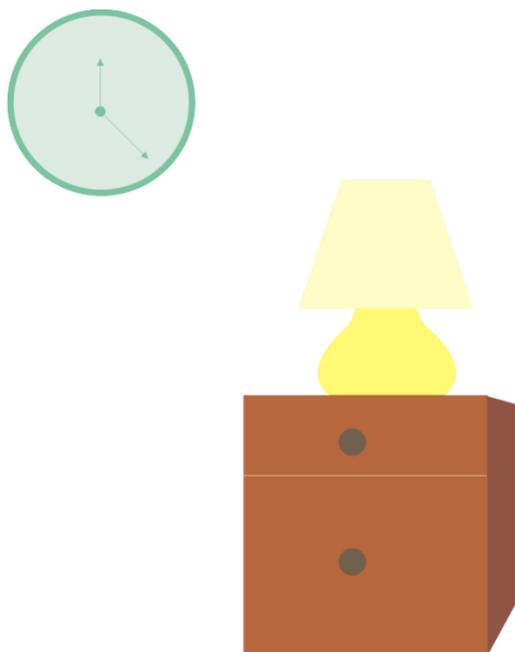


Figura 28

Medidores de corrente e tensão

Amperímetro é um aparelho usado para medir a intensidade da corrente elétrica no circuito. Possui uma resistência interna e quanto menor essa resistência, melhor será seu desempenho. O amperímetro deve ser conectado em série com o aparelho no circuito no qual se deseja medir a corrente. Um amperímetro ideal tem resistência interna nula.

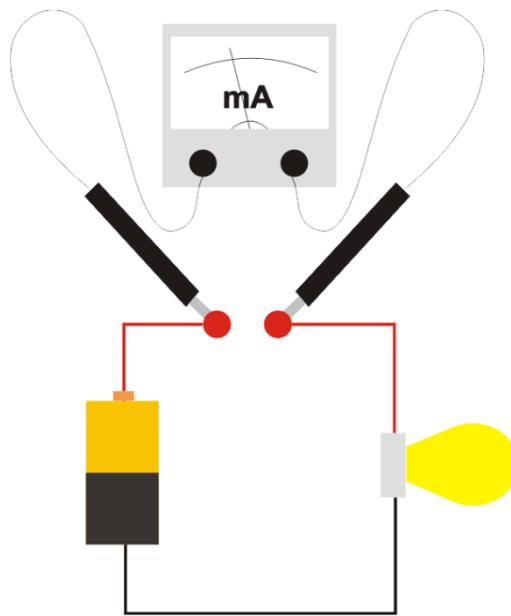


Figura 29

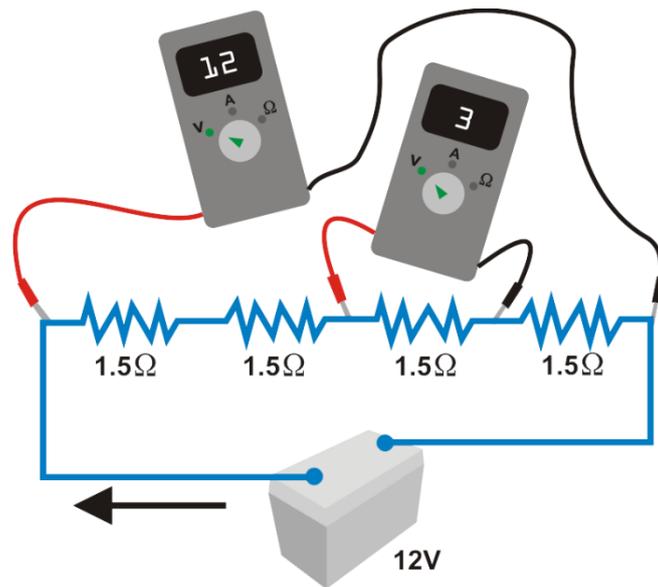


Figura 30

O multímetro pode ser usado como amperímetro e voltímetro. Ele também serve para medir a resistência elétrica de um resistor.

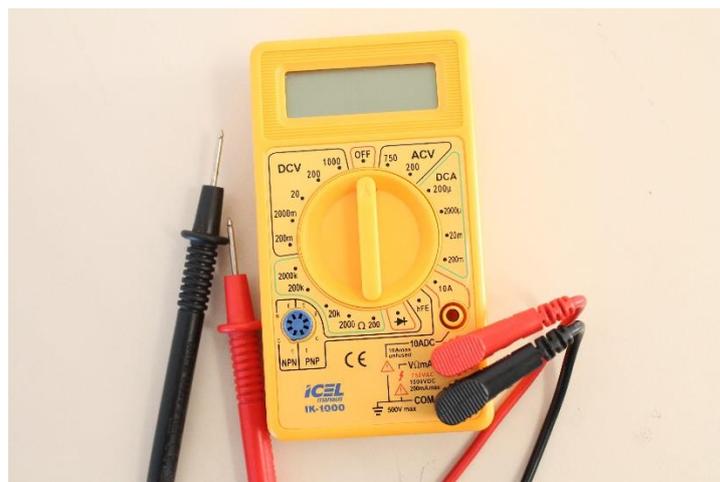


Figura 31

OBS: eles podem ser tanto analógicos quanto digitais.

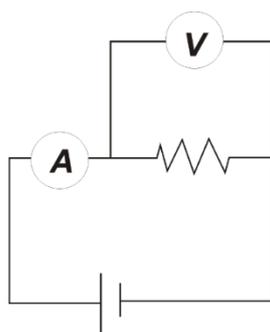


Figura 32

Associação de resistores

“A tecnologia moderna tem possibilitado a criação de dispositivos elétricos e eletrônicos muito sofisticados, em que inúmeros componentes já adequadamente associados atendem as mais variadas exigências” (GASPAR, 2014).

Porém em alguns casos será necessário associar esses dispositivos para atender um determinado objetivo. Por isso, é importante conhecer como e quais os tipos de associação. Entre eles tem-se em série, paralelo ou misto.

Associação em série

“Resistências 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” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2007).

Quando os resistores são colocados um após o outro em um circuito elétrico, como os antigos pisca-piscas de natal, e que forneça somente um caminho por onde a corrente possa percorrer, esses são conhecidos como uma associação em série de resistores. Exemplo:

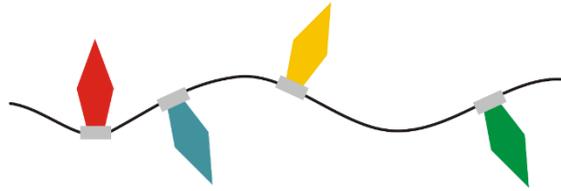


Figura 33

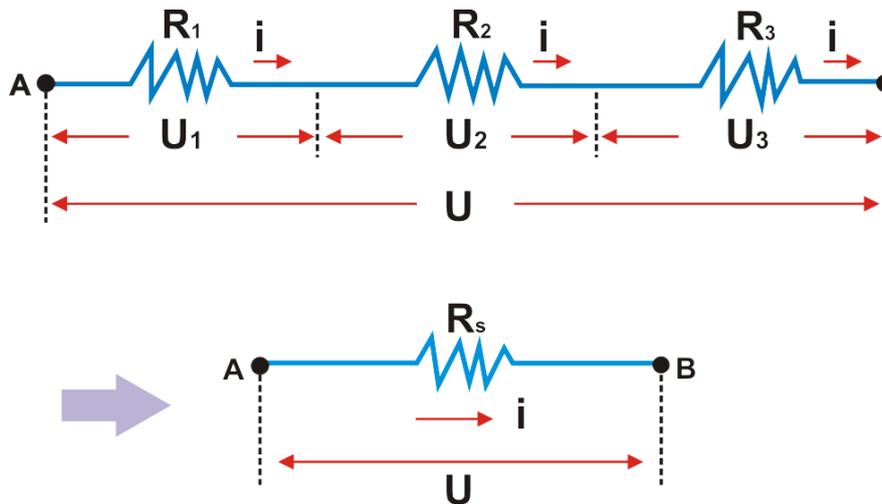


Figura 34

Características de circuito em série:

Corrente elétrica que percorre todos os resistores tem mesmo valor, ou seja, a corrente é constante.

$$i = i_1 = i_2 = i_3$$

A tensão elétrica fornecida pelo gerador ao circuito elétrico é dividida entre os resistores e o valor dessa tensão para cada um depende do valor de suas resistências elétricas.

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

Resistor equivalente (**Req**) ou (**Rs**) é representado por um único resistor que produz o mesmo efeito que a associação.

“Esse resistor deve dissipar a mesma potência que todos os resistores ligados em série, simultaneamente, para isso precisa estar ligado na mesma tensão e ser percorrido pela mesma corrente” (MENEZES et al., 2010).

Sendo a tensão total igual a $V = V_1 + V_2 + V_3$ aplicando a 1ª Lei de Ohm, tem-se:

$R_s \cdot i = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i$ sendo a corrente elétrica constante verificamos que a expressão para o cálculo do resistor equivalente é:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

Quando os resistores tiverem todos os mesmo valores de resistência, o resistor equivalente será:

$$R_s = n \cdot R, \text{ onde } n \text{ é o número de resistores.}$$

OBS: quando desligada uma das lâmpadas em uma associação em série, as outras param de funcionar, ou seja, o circuito fica aberto. Para que a corrente percorra um circuito elétrico, ele precisa estar fechado e conectado a uma fonte de energia.

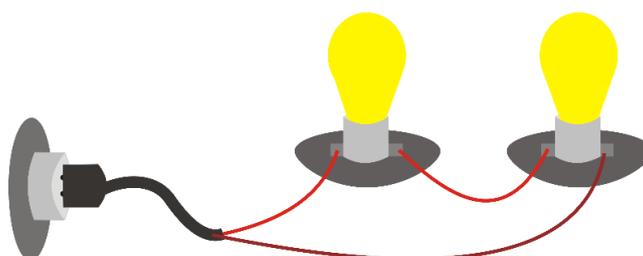


Figura 35

Exemplos:

1) (UE – MT) A diferença de potencial entre os extremos de uma associação em série de dois resistores de resistências 10Ω e 100Ω é $220V$. Qual é a diferença de potencial entre os extremos do resistor de 10Ω ?

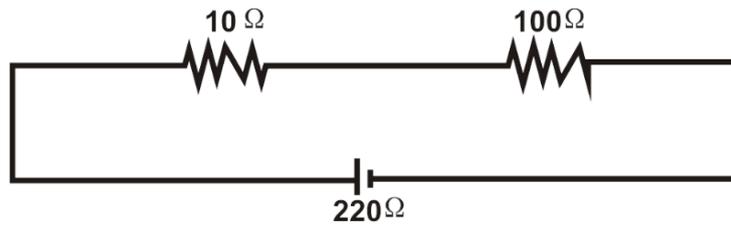


Figura 36

$$R_{eq} = R_1 + R_2 \rightarrow R_{eq} = 10 + 100 \rightarrow R_{eq} = 110 \Omega$$

$$U = R \cdot i \rightarrow U_{eq} = R_{eq} \cdot i \rightarrow 220 = 110 \cdot i \rightarrow i = \frac{220}{110} \rightarrow i = 2A$$

Para o resistor de 10 Ω

$$U = R \cdot i$$

$$U = 10 \cdot 2$$

$$U = 20V$$

2) (VUNESP) Num circuito elétrico, dois resistores, cujas resistências são R_1 e R_2 , com $R_1 > R_2$, estão ligados em série. Chamando de i_1 e i_2 , as correntes que os atravessam e de V_1 e V_2 as tensões a que estão submetidos, respectivamente podemos afirmar que:

a) $i_1 = i_2$ e $V_1 = V_2$

d) $i_1 > i_2$ e $V_1 < V_2$

b) $i_1 = i_2$ e $V_1 > V_2$

e) $i_1 < i_2$ e $V_1 > V_2$

c) $i_1 > i_2$ e $V_1 = V_2$

Resolução:

Em uma associação em série a corrente é a mesma para todos os resistores.

Como $V = R \cdot i$, ou seja, quanto maior o valor da resistência do resistor maior será a tensão. Sendo R_1 maior que R_2 , R_1 terá maior valor de tensão, ou seja, V_1 será maior que V_2 .

3) (PUC-MG) O gráfico representa a curva característica de tensão - corrente para um determinado resistor.

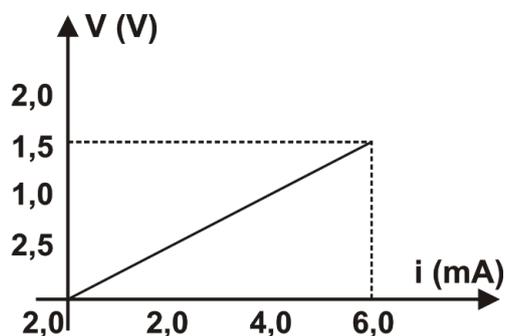


Figura 37

Em relação ao resistor, é correto afirmar:

- a) é ôhmico e sua resistência vale $4,5 \times 10^2$.
- b) é ôhmico e sua resistência vale $1,8 \times 10^2$.
- c) é ôhmico e sua resistência vale $2,5 \times 10^2$.**
- d) não é ôhmico e sua resistência vale 0,40.
- e) não é ôhmico e sua resistência vale 0,25

Associação em paralelo

Na associação em paralelo todos os resistores são ligados lado a lado.

Características do circuito em paralelo:

Quando aplicado uma diferença de potencial V entre os terminais de um circuito associado em paralelo, todos os resistores são submetidos à mesma ddp.

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

A corrente elétrica fornecida pela fonte é dividida entre os resistores do circuito e depende do valor das resistências.

$$i = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n$$

“Resistências ligadas em paralelo podem ser substituídas por uma resistência equivalente R_{eq} com a mesma diferença de potencial V e a mesma corrente total i que as resistências originais” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2007).

Sendo $i = \frac{V}{R}$, é possível escrever o valor para cada corrente elétrica usando esta equação.

$$i = \frac{V}{R_{eq}} \quad \rightarrow \quad i_1 = \frac{V}{R_1} \quad \rightarrow \quad i_2 = \frac{V}{R_2} \quad \rightarrow \quad i_3 = \frac{V}{R_3}$$

Sabendo **que** $i = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n$, tem-se:

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} + \dots + \frac{V}{R_n} \quad \rightarrow \quad \text{dividindo essa expressão por } V, \text{ tem-se:}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad \rightarrow \quad \text{O inverso de uma resistência é igual a soma do inverso das resistências do circuito, onde } R = R_{eq}.$$

Quando o circuito apresentar mais de dois resistores, para determinar a resistência equivalente (R_{eq}), usa-se a fórmula abaixo:

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

Exemplos:

1) Na primeira figura há três resistores associados em paralelo e na segunda figura o resistor equivalente.

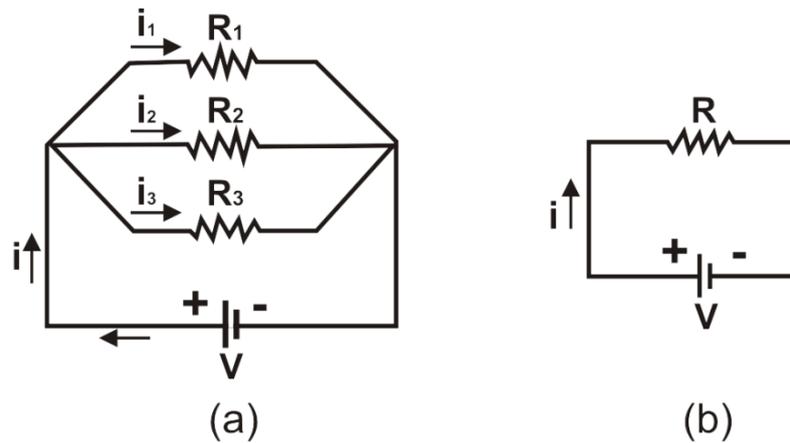


Figura 38

Já para vários (n) resistores com valores iguais de resistência, tem-se:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum \frac{1}{R} \quad \rightarrow \quad R_{eq} = \frac{R}{n}$$

No caso de dois resistores apenas, a fórmula é:

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

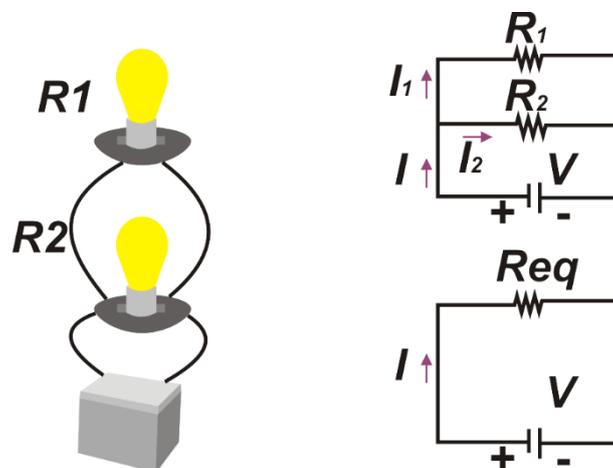


Figura 39

OBS: Na associação de resistores em paralelo, ao desligarmos uma lâmpada as demais permanecem acesa, pois a corrente se divide para cada lâmpada, ou seja, ela percorrerá vários caminhos diferentes, mesmo que um deles seja desligado, os demais continuam funcionando.

2) (PUC-RIO 2008) Três resistores idênticos de $R = 30\Omega$ estão ligados em paralelo com uma bateria de 12 V. Pode-se afirmar que a resistência equivalente do circuito é de:

- A) $R_{eq} = 10\Omega$, e a corrente é 1,2 A.**
- B) $R_{eq} = 20\Omega$, e a corrente é 0,6 A.
- C) $R_{eq} = 30\Omega$, e a corrente é 0,4 A.
- D) $R_{eq} = 40\Omega$, e a corrente é 0,3 A.
- E) $R_{eq} = 60\Omega$, e a corrente é 0,2 A.

Resolução:

$$R_{eq} = \frac{R}{n} \rightarrow R_{eq} = \frac{30}{3} \rightarrow R_{eq} = 10 \Omega$$

$$R_{eq} = \frac{V}{i} \rightarrow i = \frac{V}{R_{eq}} \rightarrow i = \frac{12}{10} \rightarrow i = 1,2 A$$

Associação Mista

Num circuito misto os resistores aparecem associados tanto em paralelo como em série. Segundo Oliveira et al. (2013), para definir o valor da resistência equivalente dos circuitos mistos deve-se associar cada conjunto de resistores, seja ele série ou paralelo, simplificando por partes de conexão, até obter um único resistor que substituirá todo o circuito.

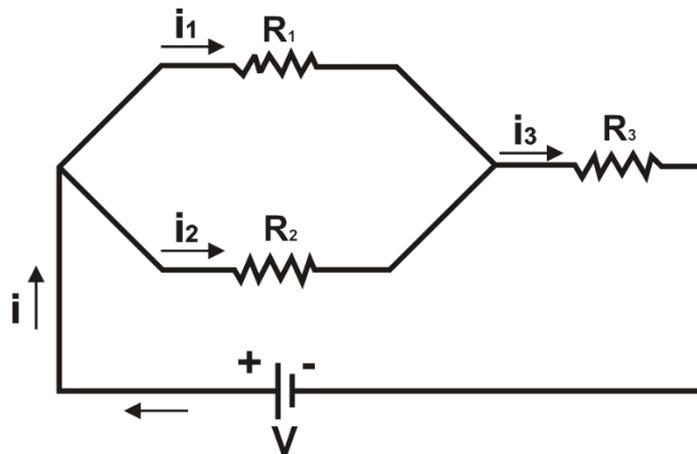


Figura 40

Exemplos:

1) (UNICAP) No circuito abaixo, sendo de 1,0 A a intensidade da corrente, designada i_3 , é possível concluir que:

Assinale V para as afirmativas verdadeiras e F para as afirmativas falsas.

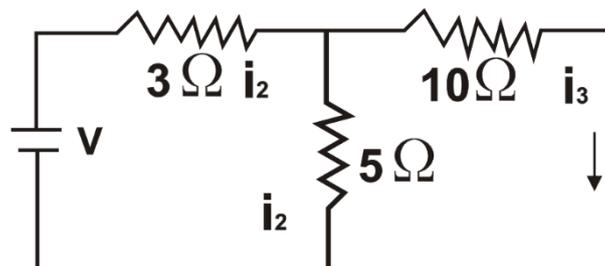


Figura 41

(F) o circuito abaixo é um circuito em série;

(F) o circuito abaixo é um circuito em paralelo;

(F) o valor de V é 100 volts;

(V) a corrente i_2 vale 2,0 A;

(F) a corrente i_1 vale 3,0 A.

2) (UNICAP) Na figura 7, os pontos A e B estão submetidos a uma ddp de 4 volts.

(Utilize esta informação para responder às três primeiras proposições desta questão.) Assinale as afirmativas verdadeiras.

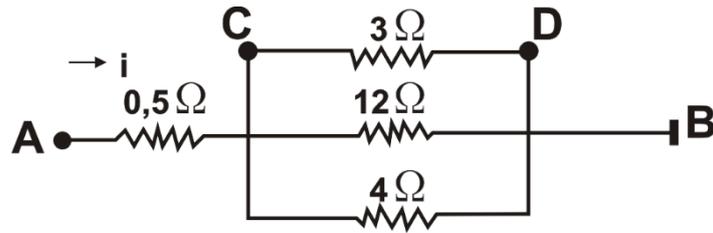


Figura 42

01. A resistência equivalente da associação é 2Ω .

02. A ddp entre os pontos C e D é 6 volts.

04. A potência dissipada na associação é 6 watts.

08. A resistência de um condutor independe do seu comprimento, dependendo apenas do material que o constitui.

16. Nos condutores ôhmicos, a relação entre a ddp aplicada e a corrente corresponde é constante.

Somatório = 17

3)(Fuvest-SP) Na associação de resistores da figura abaixo, os valores de i e de R são, respectivamente:

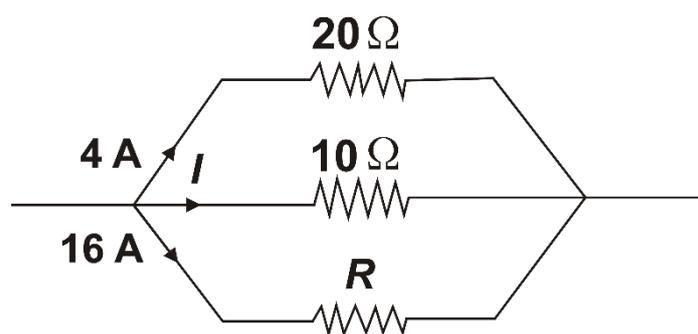


Figura 43

a) 8 A e 5Ω

b) 5 A e 8Ω

c) 1,6 A e 5Ω

d) 2,5 A e 2 Ω

e) 80 A e 160 Ω

Curto Circuito

Um curto circuito acontece quando uma corrente percorre um condutor ou um dispositivo de resistência elétrica desprezível, dissipando energia em forma de calor. Representam o caminho mais curto do circuito elétrico fechado.

É dito que há curto-circuito quando dois pontos de um circuito são ligados por um fio de resistência desprezível. Esses dois pontos apresentam o mesmo potencial elétrico. Nesse caso, a corrente não passará pelo resistor desviando-se. A corrente nesse momento percorrerá o condutor de resistência elétrica desprezível entre os pontos X e Y provocando um curto-circuito conforme figura abaixo.

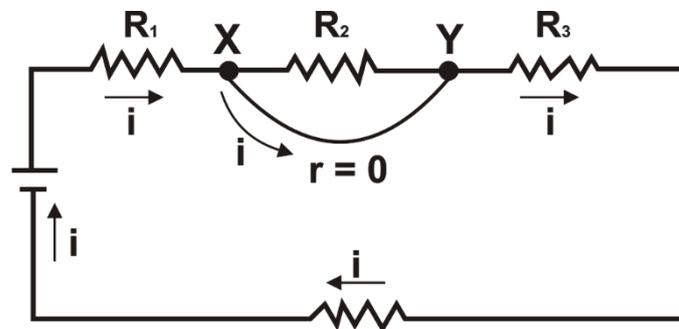


Figura 44

Exemplo:

1) (UFV-MG) Um circuito com três resistores é representado na figura a seguir:

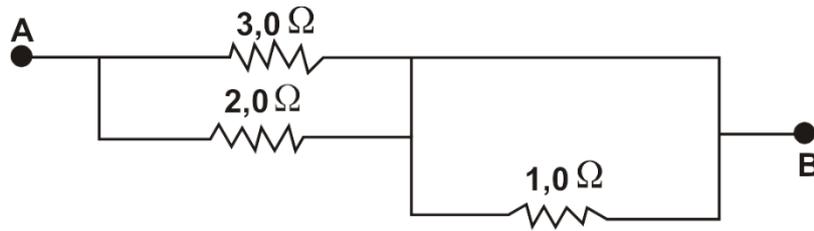


Figura 45

A resistência medida entre os pontos A e B é:

- a) **6,0 Ω** b) 5,0 Ω c) 2,2 Ω d) 1,8 Ω e) 1,2 Ω

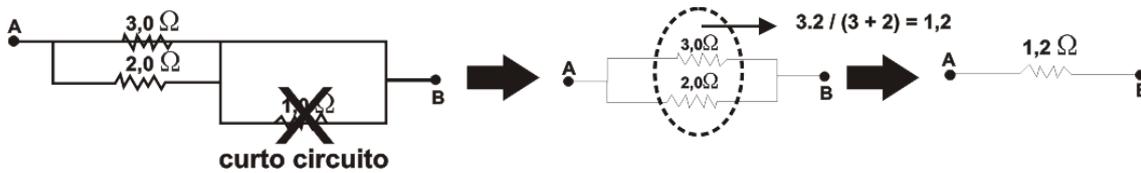


Figura 46

Leis De Kirchhoff E Força Eletromotriz

Gustavo Robert Kirchhoff (1824-1887), físico alemão natural de Königsberg, leste da Prússia (atualmente pertencente a Alemanha), estudou na universidade Königsberg onde foi discípulo de Neumann. Foi nessa época que começou a estudar eletromagnetismo. Trabalhou na Universidade de Breslau no ano de 1850, onde continuou suas pesquisas sobre mecânica dos sólidos.

Em 1854 foi para a Universidade de Heidelberg e além das pesquisas em eletricidade, juntamente com Robert Bunsen, descobriram os elementos

químico césio e rubídio e fundaram a ciência da espectroscopia. Kirchoff terminou sua carreira acadêmica na Universidade de Berlim como professor de física e matemática. Durante parte de sua vida fez uso de muletas e cadeira de rodas devido a um problema de saúde (deficiência motora).

Em 1845 Kirchoff enunciou as leis que levam seu nome e que permitem o cálculo da corrente, tensão e resistência de um circuito elétrico.

Em algumas situações o conceito de resistência equivalente não é o suficiente para análise dos circuitos, principalmente aqueles que possuem mais de uma fonte de tensão. Para resolver esse tipo de circuito é necessário aplicar sobre ele duas leis conhecidas como lei de Kirchoff.

Conceitos importantes:

- **Nó é um ponto de encontro entre três ou mais fios;**
- **Ramo é um trecho delimitado do circuito entre dois nós;**
- **Malha são ramos de um circuito que formam um percurso fechado.**

Exemplos de circuitos com uma malha e com duas malhas:

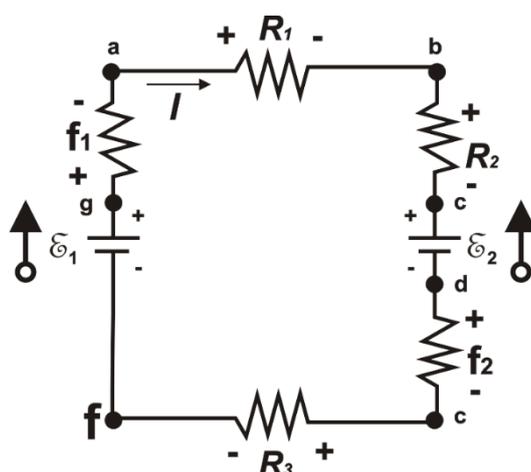


Figura 47

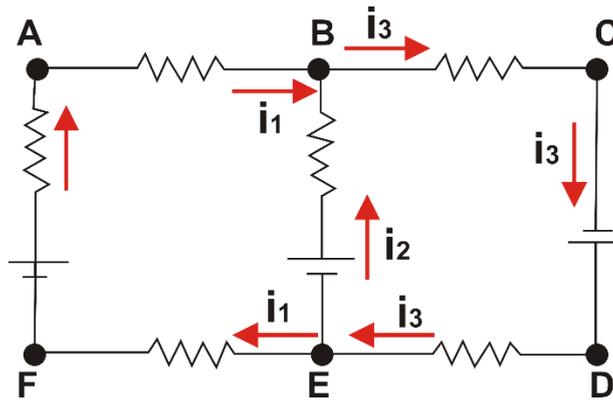


Figura 48

Primeira Lei de Kirchhoff ou Lei dos Nós

A 1ª Lei de Kirchhoff ou Lei dos Nós define que, “em qualquer junção (ponto de ramificação ou nó) em um circuito onde a corrente pode se dividir, a soma das correntes que chegam na junção ou nó deve ser igual à soma das correntes que saem da junção ou nó” (TIPLER; MOSCA, 2014).

Princípio da conservação da carga, a quantidade de carga em movimento permanece constante dentro do circuito.

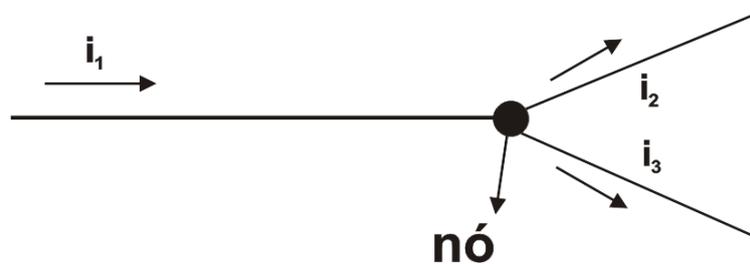


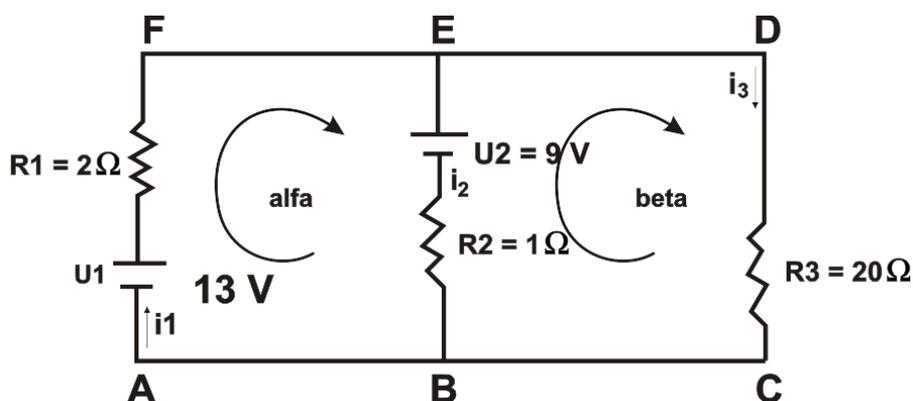
Figura 49

Em relação a figura acima, temos que: $(i_1 = i_2 + i_3)$.

Segunda lei de Kirchhoff ou Lei das Malhas

A 2ª Lei de Kirchhoff ou Lei das Malhas define que, “ao percorrer qualquer malha fechada, a soma algébrica das variações no potencial ao longo da malha deve ser igual a zero” (TIPLER; MOSCA, 2014).

Primeiramente, adota-se um sentido de corrente para cada malha. Por exemplo, foi escolhido o sentido horário para a corrente elétrica conforme abaixo. Caso o resultado da corrente seja negativo este não será o sentido correto, e será necessário ter que adotar o sentido anti-horário. Lembrando que o valor não muda o que muda é o sinal.



Força Eletromotriz (fem) (ϵ)

A energia gerada por um gerador é obtida por meio da transformação de outras formas de energia, por exemplo, a energia química das pilhas em energia elétrica e assim estabelece uma corrente elétrica num circuito. Para manter a corrente percorrendo um gerador elétrico é necessário realizar trabalho para movimentar as cargas.

Definição de Força Eletromotriz:

É a razão entre o trabalho W realizado pela bateria e a quantidade de carga q que a percorre.

$$\epsilon = \frac{W}{q}$$

No SI o trabalho é medido em **J** (Joule) e a quantidade de carga em **C** (Coulombs), então a fem é medida em **J/s**, essa unidade é o Volt (**V**).

O que é um gerador de força Eletromotriz (fem)?

Para manter uma corrente estável em um circuito elétrico é necessário manter uma diferença de potencial entre as extremidades de um dispositivo chamado fonte de tensão ou gerador que fornece energia para o circuito. O gerador estabelece um campo elétrico em seus condutores e através da força elétrica devido ao campo, as cargas elétricas entram em movimento, fluindo no circuito uma corrente elétrica. O sentido das cargas é do polo positivo para o negativo, do potencial maior para o potencial menor, já no interior de uma pilha acontece ao contrário.

“Essa fonte de tensão é como uma “bomba” de cargas, um dispositivo que realiza trabalho sobre os portadores de cargas mantendo sempre uma diferença de potencial entre dois terminais, alimentando o circuito com energia elétrica” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2007).

Exemplo: “Uma pilha ou bateria é um gerador de fem, pois utiliza a energia química, que é transferida para as cargas em forma de energia elétrica” (LUZ; ÁLVARES, 2014).

Matematicamente pode-se expressar a ddp entre os terminais de um gerador desse modo:

$$V_{AB} = \varepsilon - r \cdot i$$

Observando essa expressão pode-se notar que nem sempre a ddp e a fem, vão ter o mesmo valor. Nessa mesma expressão o termo ri é a potência dissipada no interior do gerador, o que torna o valor da ddp menor que o valor da fem. Quando $r=0$ temos um gerador ideal, portanto $V = \varepsilon$.

OBS: os geradores transformam diferentes tipos de energia em energia elétrica, gerando uma diferença de potencial entre seus polos.

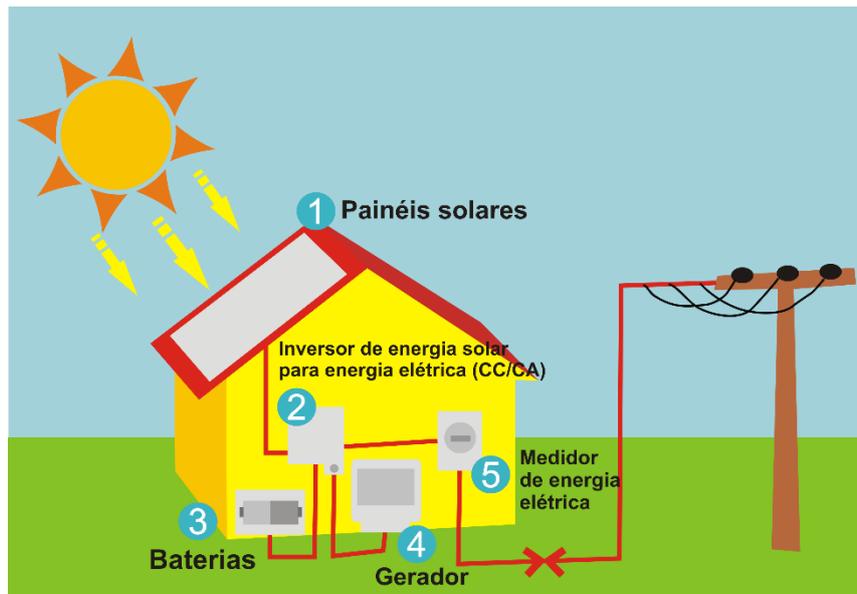


Figura 50



Figura 51



Figura 52

Usando a figura abaixo para explicar as Leis de Kirchoff:

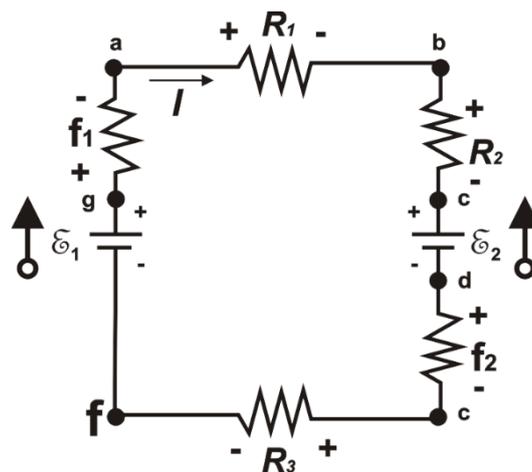


Figura 53

Aplicando a 2ª Lei

Aplicando a segunda Lei, Lei das Malhas. Adotar o sentido das malhas nesse caso é no sentido horário, separar os resistores das fontes. Portanto quando se encontra o lado positivo da fonte ela será negativa, caso encontre uma corrente indo para um lado oposto ela também será negativa.

Aplicando a primeira Lei. Lei dos Nós: $i_1 = i_2 + i_3$

Problema resolvido pela: (Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Departamento de Física, Física Geral B – Prof. Dr. Ricardo Luiz Viana).

De acordo com o circuito da figura acima:

$$\varepsilon_1 = V_1 = 12 \text{ V}$$

$$\varepsilon_2 = V_2 = 4 \text{ V}$$

$$r_1 = r_2 = 1 \Omega.$$

$$R_1 = R_2 = 5 \Omega$$

$$R_3 = 4 \Omega.$$

Calcule:

(a) a corrente na malha;

Adota um sentido de percurso horário na malha, e partindo do ponto a. Adota o sentido da corrente horário.

Resolução:

$$-i R_1 - i R_2 - \varepsilon_2 - i r_2 - i R_3 + \varepsilon_1 - i r_1 = 0$$

$$i = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R_1 + R_2 + R_3 + r_1 + r_2} = \frac{12 - 4}{5 + 5 + 4 + 1 + 1} = 0,5 \text{ A}$$

Como a corrente deu positiva, sabe-se que a escolha para o sentido de i foi correta (se i desse negativo, o sentido correto seria o oposto!).

OBS: Na bateria ε_1 a corrente vai do polo negativo para o positivo, ou seja, a bateria está se descarregando neste processo. Já na bateria ε_2 a corrente está indo do polo positivo para o negativo, de modo que a bateria está se carregando (isto é, operando no sentido reverso do processo eletroquímico).

(b) Para determinar a ddp entre a e b parte-se de a somando todas as ddp's encontradas no percurso (mantendo o sentido horário)

$$V_a - i R_1 - i R_2 - \epsilon_2 - i r_2 = V_b$$

$$V_a - V_b = i R_1 + i R_2 + \epsilon_2 + i r_2 = 0,5(5 + 5 + 1) + 4 = 9,5 \text{ V}$$

c) Para determinar a ddp entre a e f parte-se de a somando todas as ddp's encontradas no percurso (mantendo o sentido horário)

Resolução

$$V_a - i R_1 - i R_2 - \epsilon_2 - i r_2 - i R_3 = V_f$$

$$V_a - V_f = i R_1 + i R_2 + \epsilon_2 + i r_2 + i R_3$$

$$V_a - V_f = 0,5(5+5) + 4 + 0,5(1+4)$$

$$V_a - V_f = 0,5(10) + 4 + 2,5$$

$$V_a - V_f = 5 + 4 + 2,5$$

$$V_a - V_f = 11,5 \text{ V}$$

A ddp entre os pontos a e f (terminais da bateria 1) é 11,5 V, menor que a fem da bateria (12,0 V), pois na medida que a bateria se descarrega, parte da sua potência é dissipada na resistência interna.

d) Para determinar a ddp entre c e f parte-se de a somando todas as ddp's encontradas no percurso (mantendo o sentido horário)

$$V_c - \epsilon_2 - i r_2 = V_f$$

$$V_c - V_e = \epsilon_2 + i r_2$$

$$V_c - V_e = 4 + 0,5 \cdot 1$$

$$V_c - V_e = 4 + 0,5$$

$$V_c - V_e = 4,5 \text{ V}$$

A ddp entre os pontos c e e (terminais da bateria 2) é 4,5 V, maior, portanto, que a fem da bateria (4,0 V). Isso ocorre, pois a bateria 2 está, de fato, sendo carregada, ou seja, ela opera reversivelmente (de fato, a bateria 2

consome energia gerada pela bateria 1). Devido à sua resistência interna, uma bateria real não pode ser completamente reversível.

Bibliografia consultada

ARTUSO, Alysson Ramos; WRUBLEWSKI, Marlon. Física. Curitiba: Positivo, 2013. 3 v.

BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier da. Física aula por aula: Eletromagnetismo, Ondulatória, Física Moderna. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou. Física: Eletricidade Física Moderna Análise Dimensional. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 448 p.

BONJORNIO, José Roberto; BONJORNIO, Regina de Fátima Souza Azenha; RAMOS, Clinton Mércio. Física História & Cotidiano: Caderno de Atividades. São Paulo: Ftd, 2004. 255 p. Coleção Delta.

BONJORNIO, José Roberto et al. Física: Eletromagnetismo, Física Moderna. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

EDIÇÕES SM (São Paulo). Angelo Stefanovits (Org.). Ser Protagonista: Física. 2. ed. São Paulo: Edições Sm, 2013. 439 p.

GASPAR, Alberto. Compreendendo a Física: Eletromagnetismo e Física Moderna. 2. ed. São Paulo: ática, 2014. 456 p.

GONÇALVES, Aurélio Filho; TOSCANO Carlos. Física: Interação e Tecnologia. 1ª ed. São Paulo: Leya, 2013. 215p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de Física: Eletromagnetismo. 7. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2007. 379 p. Ronaldo Sérgio de Biase.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. Física Contexto & Aplicações. São Paulo: Scipione, 2014. 400 p.

OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. Conceitos e Contextos: pessoal, social, histórica, eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria. São Paulo: Ftd, 2013. 2 v.

MENEZES, Luís Carlos de et al. Coleção Quanta Física: Física 2º ano. São Paulo: Pd, 2010. 2 V.

SANTOS, Paulo José Sena. Física Básica D. 1º ed. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2009. 219 p.

SERWAY, Raymond A; JEWETT, John W Jr. Princípios da Física: Eletromagnetismo. 3º ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 3 v.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA Gene. Física para cientistas e engenheiros: Eletricidade e magnetismo, óptica. 6º ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 530p.

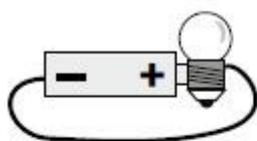
TORRES, Carlos Magno A. et al. Física: Ciência e Tecnologia. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013. 3 v.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKE, Luiz Felipe. Física para o Ensino Médio: Eletricidade Física Moderna. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 416 p.

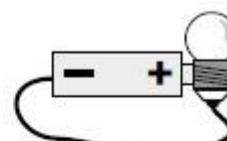
EXERCÍCIOS

CORRENTE ELÉTRICA

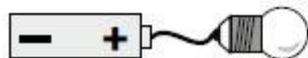
Questão 01 - (UFMG 2010) Um professor pediu a seus alunos que ligassem uma lâmpada a uma pilha com um pedaço de fio de cobre. Nestas figuras, estão representadas as montagens feitas por quatro estudantes:



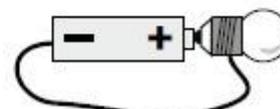
Carlos



João



Mateus



Pedro

Considerando-se essas quatro ligações, é CORRETO afirmar que a lâmpada vai acender apenas:

- a) na montagem de Mateus
- b) na montagem de Pedro.
- c) nas montagens de João e Pedro.**
- d) nas montagens de Carlos, João e Pedro.

Questão 02: (UFF 2010) Duas lâmpadas incandescentes A e B são ligadas em série a uma pilha, conforme mostra a figura 1. Nesse arranjo, A brilha mais que B. Um novo arranjo é feito, onde a polaridade da pilha é invertida no circuito, conforme mostrado na figura 2. Assinale a opção que descreve a relação entre

as resistências elétricas das duas lâmpadas e as suas respectivas luminosidades na nova situação.

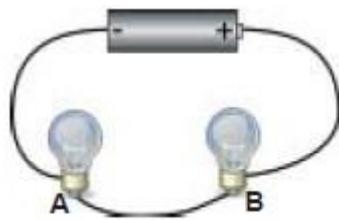


figura 1

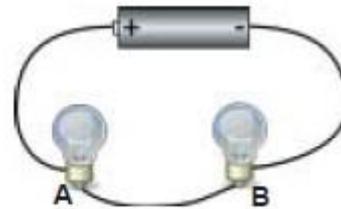
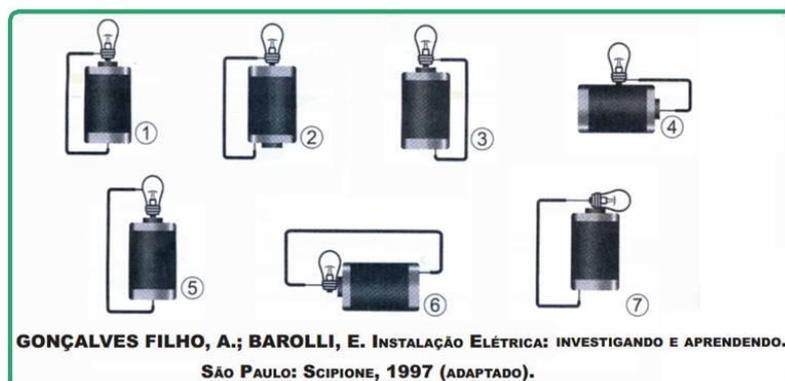


figura 2

- a) As resistências elétricas são iguais e, na nova situação, A brilha menos que B.
- b) A tem maior resistência elétrica e, na nova situação, brilha menos que B.
- c) A tem menor resistência elétrica e, na nova situação, brilha mais que B.
- d) A tem menor resistência elétrica e, na nova situação, brilha menos que B.
- e) A tem maior resistência elétrica e, na nova situação, brilha mais que B.**

Questão 03: (ENEM-MEC-011) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada;



Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada ascendeu?

- a) 1, 3, 6 b) 3, 4, 5 c) 1, 3, 5 **d) 1, 3, 7** e) 1, 2, 5

Questão 04: (U.E. Londrina-PR) Pela secção reta de um condutor de eletricidade passam 12,0 C a cada minuto. Nesse condutor, a intensidade da corrente elétrica, em ampères, é igual a:

a) 0,08

b) 0,20

c) 5,00

d) 7,20

e) 120

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$\Delta t$$

$$i = \frac{12}{60}$$

$$60$$

$$i = 0,2 \text{ A}$$

Questão 05: (UNISA) A corrente elétrica nos condutores metálicos é constituída de:

- a) Elétrons livres no sentido convencional.
b) Cargas positivas no sentido convencional.
c) Elétrons livres no sentido oposto ao convencional.
d) Cargas positivas no sentido oposto ao convencional.

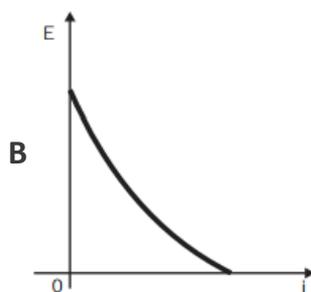
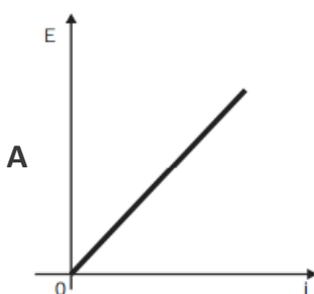
e) Íons positivos e negativos fluindo na estrutura cristalizada do metal.

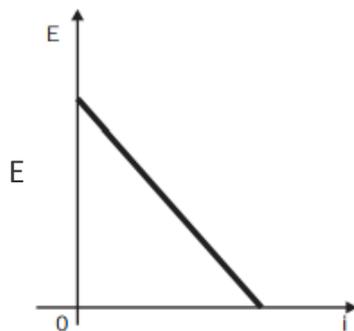
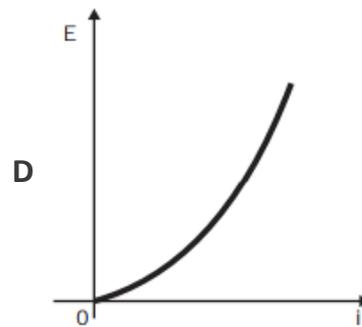
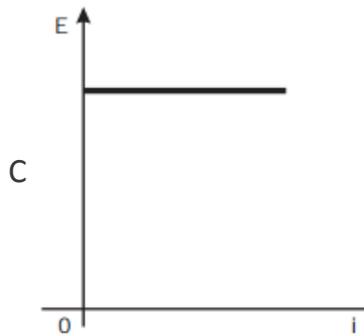
EXERCÍCIOS

Potência Elétrica e Efeito Joule

Questão 01: (ENEM 2012) Existem no mercado chuveiros elétricos de diferentes potências, que representam consumos e custos diversos. A potência (P) de um chuveiro elétrico é dada pelo produto entre sua resistência elétrica (R) e o quadrado da corrente elétrica (i) que por ele circula. O consumo de energia elétrica (E), por sua vez, é diretamente proporcional à potência do aparelho.

Considerando as características apresentadas, qual dos gráficos a seguir representa a relação entre a energia consumida (E) por um chuveiro elétrico e a corrente elétrica (i) que circula por ele?





Alternativa D. Como a energia (E) é diretamente proporcional à potência e a potência é diretamente proporcional ao quadrado da intensidade de corrente (i), a energia também é diretamente proporcional ao quadrado da intensidade de corrente. O gráfico que apresenta a forma de parábola da função quadrática é o da alternativa D.

Questão 02: (PUC-RIO 2007) Ao aplicar uma diferença de potencial de 9,0 V em um resistor de 3,0 Ω , pode-se dizer que a corrente elétrica fluindo pelo resistor e a potência dissipada, respectivamente, são:

- a) 1,0 A e 9,0 W
- b) 2,0 A e 18,0 W

c) **3,0 A e 27,0 W**

d) 4,0 A e 36,0 W

e) 5,0 A e 45,0 W

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

R

$$i = 9$$

3

$$i = 3A$$

$$P = V \cdot i$$

$$P = 9 \cdot 3$$

$$P =$$

27W

Questão 03: (UFRJ) Cada farol de um carro dissipa 15W com a luz baixa e 25 W com a luz alta. Considerando que ambas as lâmpadas estão submetidas à mesma tensão da bateria, determine em qual dos casos a resistência da lâmpada é menor. Justifique.

a) 15W **b) 25 W** c) nos dois casos d) Nenhum dos casos

Alternativa B. Sendo U constante --- $P_o = U^2/R$ --- P_o e R são inversamente proporcionais --- a de **25W** tem menor resistência, pois tem maior potência.

Questão 04: (Inatel-MG) Um cabo de chupeta de 3m de comprimento, feito de fios de cobre trançados, resistividade $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$, tem uma seção reta cuja área efetiva é de $10,0 \text{ mm}^2$. Quando o cabo é utilizado para dar a partida em um carro, a corrente elétrica que produz é de 90A. Nessa condição, a potência dissipada em watts (w) no cabo é, aproximadamente:

a) 36

b) 64

c) 81

d) 102

e) 196

Questão 05: (UEL-PR) Um forno elétrico, ligado a uma tensão de 120V, é percorrido por uma corrente de 15A, durante 6 minutos. Uma lâmpada comum, de 60W, ligada na mesma tensão de 120V, consumiria a mesma energia que o forno num intervalo de tempo, em horas:

- a) 1, b) 2,0 **c) 3,0** d) 4,0 e) 5,0

$$\text{Forno } P = V \cdot i$$

$$P = 120 \cdot 15$$

$$P = 1800 \text{ W}$$

$$E = P \cdot t$$

$$E = 1800 \cdot 0,1$$

$$E =$$

180

W

$$\text{Lâmpada= } E = P \cdot t$$

$$180 =$$

60

.t

$$t =$$

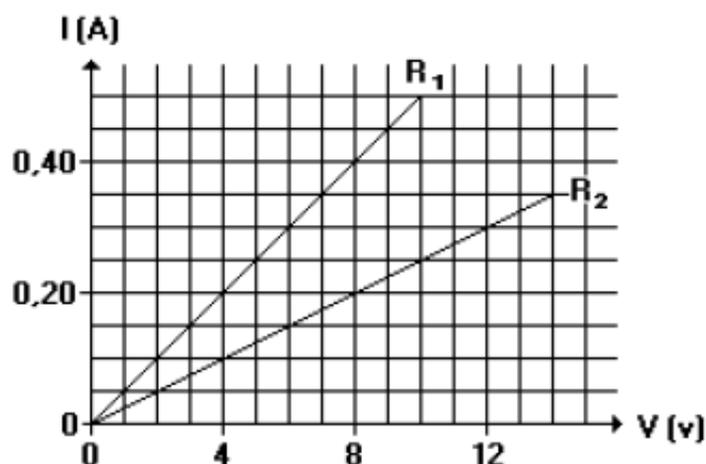
3

horas

EXERCÍCIOS

Leis de Ohm

Questão 01: (UNESP- 1997) Os gráficos na figura a seguir mostram o comportamento da corrente em dois resistores, R_1 e R_2 , em função da tensão aplicada.



Considerando os dados do gráfico, é correto afirmar que:

- a) **Os dois resistores são ôhmicos.**
- b) Apenas o resistor R_1 é ôhmico.
- c) Quando a voltagem aplicada for de 4 V, a corrente em R_1 valerá 0,40 A.
- d) Quando a voltagem aplicada for de 8 V, a corrente em R_2 valerá 0,40 A.

Questão 02: (Uneb-BA) Um resistor ôhmico, quando submetido a uma ddp de 40 V, é atravessado por uma corrente elétrica de intensidade 20 A. Quando a corrente que o atravessa for igual a 4 A, a ddp, em volts, nos seus terminais, será:

- a) **8**
- b) 12
- c) 16
- d) 20
- e) 30

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

i

$$R = \frac{40}{20}$$

$$20$$

$$R = 2\Omega$$

$$V = R \cdot i$$

$$V = 2 \cdot 4$$

$$V = 8V$$

Questão 03: (UCSal-BA) Um resistor de 100Ω é percorrido por uma corrente elétrica de 20 mA. A ddp entre os terminais do resistor, em volts, é igual a:

a) 2,0

b) 5,0

c) $2,0 \cdot 10$

d) $2,0 \cdot 10^3$

e) $5,0 \cdot 10^3$

$$U = R \cdot i$$

$$U = 100 \cdot 20 \cdot 10^{-3}$$

$$U = 100 \cdot 0,020$$

$$U = 2,0 V$$

Questão 04: (Uneb-BA) Um resistor ôhmico, quando submetido a uma ddp de 40 V, é atravessado por uma corrente elétrica de intensidade 20 A. Quando a corrente que o atravessa for igual a 4 A, a ddp, em volts, nos seus terminais, será:

a) 8

b) 12

c) 16

d) 20

e) 30

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

$$R = \frac{V}{20} = \underline{40}$$

$$R = 2\Omega$$

$$V = R \cdot i$$

$$V = 2 \cdot 4$$

$$V = 8 \text{ V}$$

Questão 05: (UFSJ – 2ª – 2006) A resistência elétrica de fios metálicos, condutores, depende de vários fatores dentre os quais a temperatura, o material de que é feito o fio, o seu comprimento, a sua espessura. De dois fios feitos de mesmo material, à mesma temperatura, apresenta maior resistência elétrica o de

A) maior comprimento e maior área de seção transversal.

B) menor comprimento e menor área de seção transversal.

C) menor comprimento e maior área de seção transversal.

D) maior comprimento e menor área de seção transversal.

EXERCÍCIOS

Circuito Elétrico e Medidores de Tensão e Corrente

Questão 01: (UFF 2010) Duas lâmpadas incandescentes A e B são ligadas em série a uma pilha, conforme mostra a figura 1. Nesse arranjo, A brilha mais que B. Um novo arranjo é feito, onde a polaridade da pilha é invertida no circuito, conforme mostrado na figura 2. Assinale a opção que descreve a relação entre as resistências elétricas das duas lâmpadas e as suas respectivas luminosidades na nova situação.

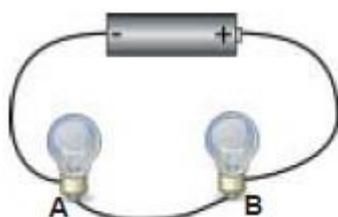


figura 1

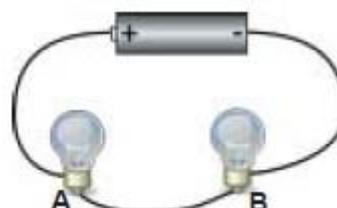
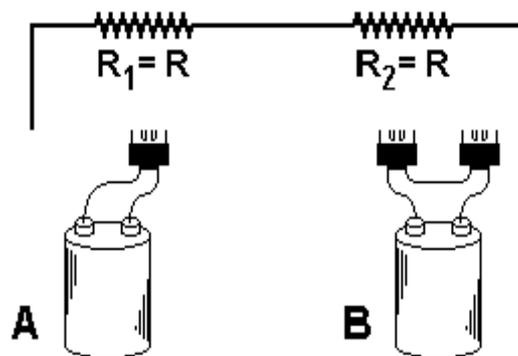


figura 2

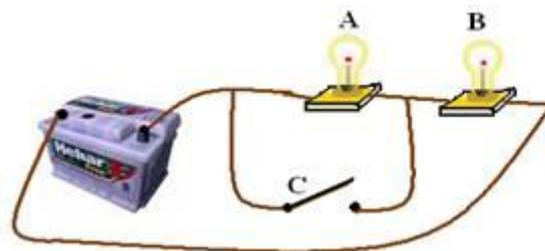
- a) As resistências elétricas são iguais e, na nova situação, A brilha menos que B.
- b) A tem maior resistência elétrica e, na nova situação, brilha mais que B.
- c) A tem menor resistência elétrica e, na nova situação, brilha mais que B.
- d) A tem menor resistência elétrica e, na nova situação, brilha menos que B.
- e) A tem maior resistência elétrica e, na nova situação, brilha mais que B.**

Questão 02: (PUC/RJ-2000) Considere duas situações. Na situação A, uma lâmpada é conectada a uma bateria, e, na situação B, duas lâmpadas iguais são conectadas em série à mesma bateria. Comparando-se duas situações, na situação B, a bateria provê:



- a) A mesma luminosidade.
- b) Maior corrente.
- c) Menor corrente.**
- d) Maior luminosidade.

Questão 03: (FUVEST-SP) Duas lâmpadas iguais, de 12V cada uma, estão ligadas a uma bateria de 12V, como mostra a figura.



Estando o interruptor C aberto, as lâmpadas acendem com intensidades iguais. Ao fechar o interruptor C, observamos que:

- a) A apaga e B brilha mais intensamente**
- b) A apaga e B mantém o brilho
- c) A apaga e B apaga
- d) B apaga e A brilha mais intensamente
- e) B apaga e A mantém o brilho

Questão 04: (ENEM- 2010) Todo carro possui uma caixa de fusíveis, que são utilizados para proteção dos circuitos elétricos. Os fusíveis são constituídos de um material de baixo ponto de fusão, como o estanho, por exemplo, e se fundem quando percorridos por uma corrente elétrica igual ou maior do que aquela que são capazes de suportar. O quadro a seguir mostra uma série de fusíveis e os valores de corrente por eles suportados.

Fusível	Corrente Elétrica (A)
Azul	1,5
Amarelo	2,5
Laranja	5,0
Preto	7,5
Vermelho	10,0

Um farol usa uma lâmpada de gás halogênio de 55 W de potência que opera com 36 V. Os dois faróis são ligados separadamente, com um fusível para cada um, mas, após um mau funcionamento, o motorista passou a conectá-los em paralelo, usando apenas um fusível. Dessa forma, admitindo-se que a fiação suporte a carga dos dois faróis, o menor valor de fusível adequado para proteção desse novo circuito é o

- a) azul.
- b) preto.
- c) laranja.**
- d) amarelo.
- e) vermelho.

$$P = i \cdot U$$

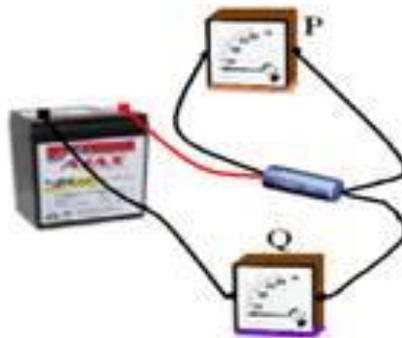
$$i = 55$$

$$36$$

$$i = 1,52 \times 2$$

$i = 3,04\text{A}$ Para suportar essa corrente deve ser o de valor 5A.

Questão 05: (UFB) Para se determinar a resistência R do circuito abaixo, utiliza-se dois aparelhos de medidas A e V.



- a) Q é um voltímetro
- b) P é um amperímetro
- c) P é um amperímetro e Q é um voltímetro
- d) Q é um amperímetro e P é um voltímetro**
- e) nada se pode afirmar sobre P e Q

EXERCÍCIOS

Associação de Resistores

Questão 01: (Vunesp-1994) Num circuito elétrico, dois resistores, cujas resistências são R_1 e R_2 , com $R_1 > R_2$, estão ligados em série. Chamando de i_1 e i_2 as correntes que os atravessam e de V_1 e V_2 as tensões a que estão submetidos, respectivamente, pode-se afirmar que:

- a) $i_1 = i_2$ e $V_1 = V_2$.

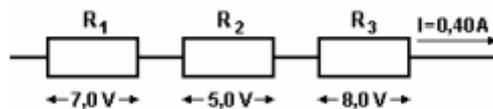
b) $i_1 = i_2$ e $V_1 > V_2$.

c) $i_1 > i_2$ e $V_1 = V_2$.

d) $i_1 > i_2$ e $V_1 < V_2$.

e) $i_1 < i_2$ e $V_2 > V_2$.

Questão 02: (UEL-1995) Considere os valores indicados no esquema a seguir que representa uma associação de resistores. O resistor equivalente dessa associação, em ohms, vale:



a) 8

b) 14

c) 20

d) 32

e) 50

Questão 03: (Unifenas-2001) Dada a associação de resistores representada abaixo e, sabendo-se que a diferença de potencial entre os pontos A e B, é de 300 V, assinale a afirmação correta. Sendo $R_1 = 20\Omega$, $R_2 = 5\Omega$ e $R_3 = 35\Omega$



a) O resistor equivalente da associação é de 30Ω .

b) A intensidade da corrente elétrica na associação é de 10A.

c) A diferença de potencial no resistor R_1 é de 200 V.

d) A diferença de potencial no resistor R_2 é de 50 V.

e) A diferença de potencial no resistor R_3 é de 175 V.

Questão 04: (UFMS-RS) Analise as afirmações a seguir, referentes a um circuito contendo três resistores de resistências diferentes, associados em paralelo e submetidos a uma certa diferença de potencial, verificando se são verdadeiras ou falsas.

I - A resistência do resistor equivalente é menor do que a menor das resistências dos resistores do conjunto;

II - A corrente elétrica é menor no resistor de maior resistência;

III - A potência elétrica dissipada é maior no resistor de maior resistência;

A sequência correta é:

a) F, V, F

b) V, V, F

c) V, F, F

d) F, F, V

e) V, V, V

Afirmativa III – Falsa. A potência elétrica dissipada é maior no resistor que apresenta menor resistência.

Questão 05: Sobre um circuito que contém apenas uma associação de resistores em paralelo, é INCORRETO afirmar que:

a) A corrente total do circuito é igual à soma das correntes individuais de cada resistor;

b) A ddp em cada resistor é igual à tensão elétrica fornecida pela fonte;

c) A resistência equivalente é sempre menor do que a resistência de menor valor que o circuito contém;

d) A corrente elétrica é igual em todos os resistores;

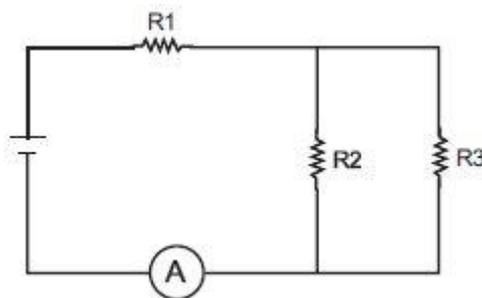
e) Se um resistor queima, a corrente elétrica que circula nos demais componentes do circuito não se altera.

Questão 06: (PUC - RJ-2008) Três resistores idênticos de $R = 30\Omega$ estão ligados em paralelo com uma bateria de 12 V. Pode-se afirmar que a resistência equivalente do circuito é de

a) Req = 10Ω, e a corrente é 1,2 A.

- b) $R_{eq} = 20\Omega$, e a corrente é 0,6 A.
 c) $R_{eq} = 30\Omega$, e a corrente é 0,4 A.
 d) $R_{eq} = 40\Omega$, e a corrente é 0,3 A.
 e) $R_{eq} = 60\Omega$, e a corrente é 0,2 A.

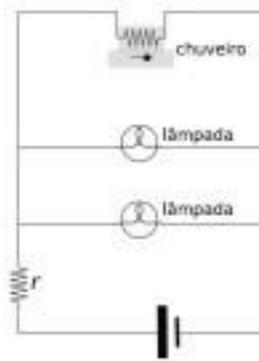
Questão 07: (PUC-RIO 2009) No circuito apresentado na figura, onde $V = 12\text{ V}$, $R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 2\ \Omega$, $R_3 = 2\ \Omega$, podemos dizer que a corrente medida pelo amperímetro A colocado no circuito é:



- a) 1 A **b) 2 A** c) 3 A d) 4 A e) 5 A

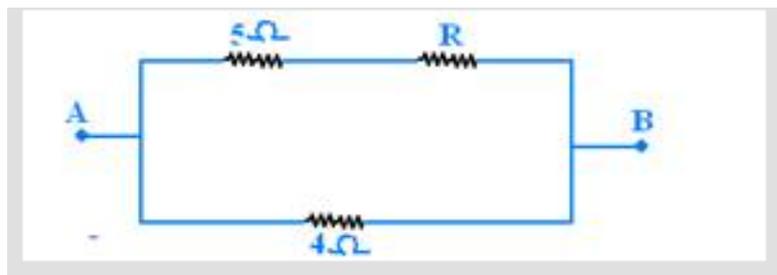
Questão 08: (UFF 2008) Em residências antigas, era comum que todos os eletrodomésticos fossem ligados a um único circuito elétrico, em geral montado com fios de ligação finos. Um modelo deste tipo de circuito está esquematizado na figura ao lado, onde r representa a resistência total dos fios de ligação.

Ao ligar eletrodomésticos com resistência baixa, como chuveiros elétricos, percebia-se uma diminuição no brilho das lâmpadas. Marque a alternativa que justifica tal diminuição no brilho das lâmpadas.



- a) A corrente total no circuito diminui, fazendo com que a diferença de potencial (ddp) aplicada às lâmpadas diminua e, portanto, a corrente através delas seja menor.
- b) Embora a diferença de potencial (ddp) nas lâmpadas permaneça a mesma, a corrente total no circuito diminui, diminuindo assim a corrente nas lâmpadas.
- c) A corrente total no circuito permanece a mesma mas, como a maior parte dela passa através do chuveiro, sobra menos corrente para as lâmpadas.
- d) A corrente total no circuito aumenta, aumentando assim a resistência das lâmpadas, o que diminui a corrente através delas.
- e) A corrente total no circuito aumenta, causando maior queda de potencial através de r e diminuindo assim a diferença de potencial (ddp) e a corrente nas lâmpadas.**

Questão 09: (CESGRANRIO-RJ) No circuito abaixo, sabe-se que a resistência equivalente entre os pontos A e B vale 3Ω .



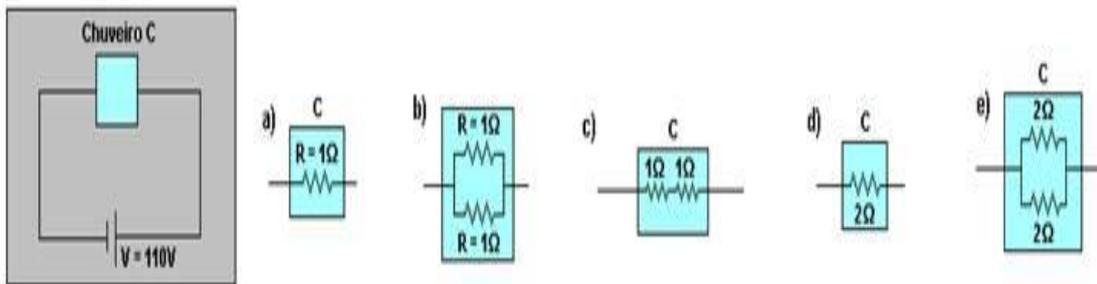
Então, o valor da resistência R , em ohms, deve ser igual a:

- a) 3 b) 4 c) 5 d) 6 **e) 7**

Questão 10: (PUC-RJ) Quando as resistências R_1 e R_2 são colocadas em série, elas possuem uma resistência equivalente de 6Ω . Quando R_1 e R_2 são colocadas em paralelo, a resistência equivalente cai para $4/3 \Omega$. Os valores das resistências R_1 e R_2 , respectivamente, são:

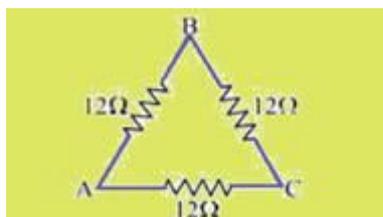
- a) 5Ω e 1Ω b) 3Ω e 3Ω **c) 4Ω e 2Ω** d) 6Ω e 0Ω
 e) 0Ω e 6Ω

Questão 11: (UFRRJ-RJ) A figura a seguir mostra um circuito simples que alimenta um chuveiro elétrico C. Dentre os sistemas de resistências a seguir, o que aquecerá mais rapidamente a água é:



Resposta B

Questão 12: (UFMS-MS-011) Resistências elétricas iguais (cada uma de valor 12Ω) ligam os vértices A, B e C de um triângulo, conforme a figura.



Sobre a resistência elétrica equivalente, é correto afirmar que,

- a) entre os vértices A e B, é de 12Ω
- b) entre os vértices B e C, é de 8Ω**
- c) entre os vértices A e C, é de 36Ω
- d) entre os vértices A e B, é de 24Ω
- e) entre os vértices A e B, é de 36Ω

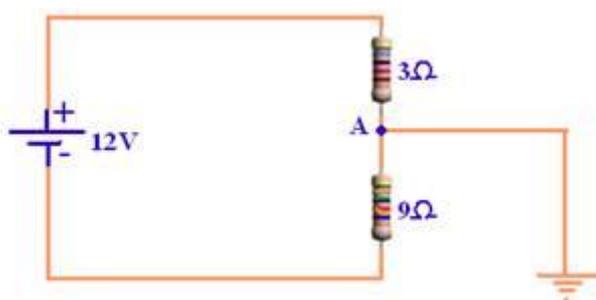
Questão 13: (CEFET-MG-011) Dois resistores de $2,0 \Omega$ e $4,0 \Omega$ são ligados em série e, em seguida, o conjunto é conectado em paralelo a um resistor de 12Ω . A resistência equivalente dessa associação, em Ω , é:

- a) 2,0.
- b) 4,0.**
- c) 8,0.
- d) 12.
- e) 16.

EXERCÍCIOS

Leis de Kirchhoff e Força Eletromotriz

Questão 01: (UFRJ-RJ) No circuito da figura, o gerador tem força eletromotriz $12V$ e resistência interna desprezível. Liga-se o ponto A a terra. O potencial do terminal negativo do gerador é:



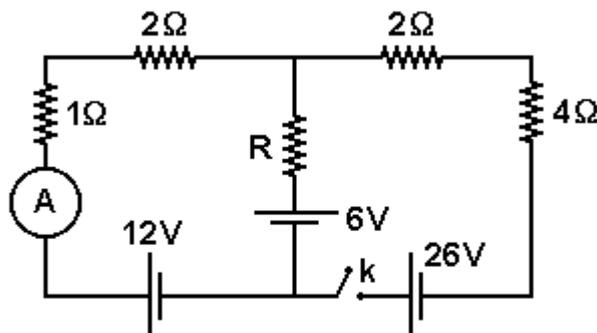
- a) $-12V$
- b) $3V$
- c) $-9V$

- d) -3V
- e) 2V

Questão 02: (MACKENZIE) No circuito representado abaixo, a bateria é ideal e a intensidade de corrente i_1 é igual a 1,5A. O valor da força eletromotriz E da bateria é:

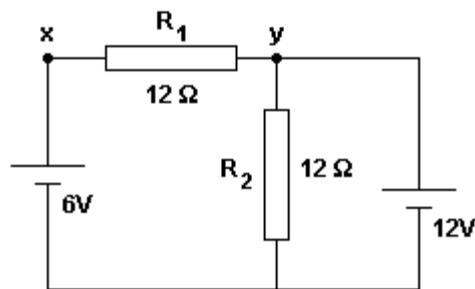
- a) 50V
- b) 40V
- c) 30V
- d) 20V
- e) 10V

Questão 03: (Mackenzie- 2001) No circuito a seguir, onde os geradores elétricos são ideais, verifica-se que, ao mantermos a chave k aberta, a intensidade de corrente assinalada pelo amperímetro ideal A é $i=1A$. Ao fecharmos essa chave k , o mesmo amperímetro assinalará uma intensidade de corrente igual a:



- a) $2/3 i$
- b) i
- c) $5/3 i$
- d) $7/3 i$
- e) $10/3 i$

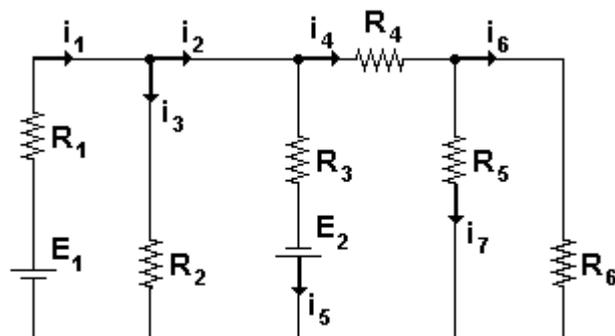
Questão 04: (Puccamp 2002) No circuito elétrico representado no esquema a seguir, as fontes de tensão de 12 V e de 6 V são ideais; os dois resistores de 12 ohms, R_1 e R_2 , são idênticos; os fios de ligação têm resistência desprezível.



Nesse circuito, a intensidade de corrente elétrica em R_1 é igual a

- a) 0,50 A no sentido de X para Y.
- b) 0,50 A no sentido de Y para X.**
- c) 0,75 A no sentido de X para Y.
- d) 1,0 A no sentido de X para Y.
- e) 1,0 A no sentido de Y para X.

Questão 05: (Ufrj 1999) Na figura a seguir observa-se um circuito elétrico com dois geradores (E_1 e E_2) e alguns resistores. Utilizando a 1ª lei de Kirchhoff ou lei dos nós, pode-se afirmar que



- a) $i_1 = i_2 - i_3$
- b) $i_2 + i_4 = i_5$
- c) $i_4 + i_7 = i_6$
- d) $i_2 + i_3 = i_1$.**
- e) $i_1 + i_4 + i_6 = 0$.

Plano de Aula

Corrente Elétrica

Tema: Corrente Elétrica

Disciplina: Física

Série, Nível: 3º ano do Ensino Médio

Números de aulas: 6 horas/aula

Justificativa: As diversas estratégias e atividades realizadas pelos professores têm despertado a aprendizagem significativa, principalmente em disciplinas da área de Ciências da Natureza, consideradas de difícil compreensão por muitos alunos. Nesse sentido, propõe-se explorar o conteúdo de corrente elétrica vinculado ao uso da experimentação remota em dispositivos móveis ou convencionais “Painel Elétrico CC” para formação de conhecimento sobre seus conceitos, aplicações e efeitos. É preciso considerar que os alunos de Ensino Médio estão inseridos em uma cultura tecnológica, fator potencialmente favorável para a experimentação remota, como processo de dinamização do ensino e aprendizagem.

Objetivo geral: Possibilitar ao aluno compreender os conceitos, aplicações e efeitos de corrente elétrica com auxílio do “Painel Elétrico CC”.

Objetivos específicos:

O aluno deverá ser capaz de:

- a- entender os conceitos teóricos de corrente elétrica;
- b- reconhecer corrente elétrica como movimento ordenado de elétrons;
- c- conhecer a unidade de medida de intensidade de corrente elétrica no SI;
- d- conhecer o sentido convencional da corrente elétrica;
- e- conhecer e identificar os materiais condutores e isolantes elétricos;
- f- compreender os dois tipos de corrente elétrica, de acordo com a forma como é produzida - corrente elétrica de forma contínua e corrente elétrica alternada;
- g- identificar na experimentação remota em dispositivos móveis “Painel Elétrico CC” a forma como é produzida a corrente elétrica e o tipo de corrente elétrica;
- h- compreender e identificar os efeitos de corrente elétrica;
- i- utilizar a experimentação remota “Painel Elétrico CC” para identificar a intensidade de corrente elétrica apresentada em cada seção de fio, por meio do amperímetro;
- j- compreender o cálculo de intensidade de corrente elétrica.

Observações sobre os diferentes conhecimentos articulados no processo de ensino e aprendizagem do experimento “Painel Elétrico CC”.

Conhecimentos:

a. Conteúdo (C):

- I. Conceitos de Corrente Elétrica
- II. Aplicações de Corrente Elétrica
- III. Efeitos de Corrente Elétrica

b. Pedagógico (P):

- I. Aula expositiva
- II. Atividades de Fixação
- III. Experimentação Remota

c. Tecnológico (T):

- I. Experimento remoto Painel Elétrico CC
- II. Dispositivos móveis ou convencionais
- III. Acesso à internet
- IV. Ambiente Virtual de Aprendizagem - Moodle

d. Tecnológico Pedagógico (TPK):

- I. Inclusão do conteúdo no Moodle para que o aluno possa utilizar-se dele para estudos em casa.
- II. Utilização do Moodle nas atividades de fixação, com a aplicação de questionários.
- III. Efetuar a atividade prática da disciplina através da experimentação remota utilizando computadores do laboratório ou dispositivos móveis.

Articulando os conhecimentos na aula:**1. Pedagógico do Conteúdo (PCK):**

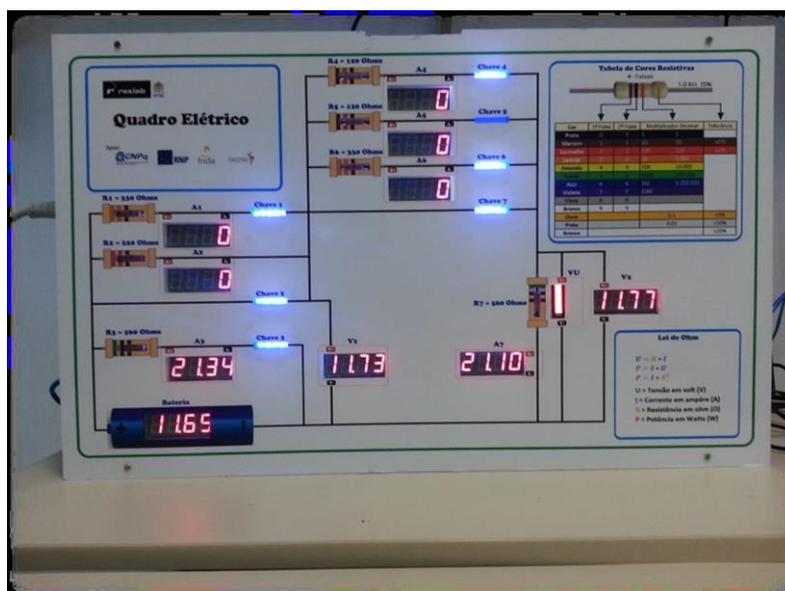
De modo a tornar a aula mais estimulante a novas aprendizagens sugere-se que o professor proponha uma discussão prévia a fim de verificar as concepções dos alunos sobre o tema a ser trabalhado. A partir dessas discussões o professor

poderá abordar os conceitos de corrente elétrica por meio de situações-problema e argumentos baseados no conhecimento científico. Essas situações-problema são geradoras de manifestações e discussões acerca de questões do dia a dia do aluno, como:

- I. Qual a diferença entre um isolante e um condutor elétrico?
- II. Por que os metais conduzem corrente elétrica?
- III. Quais as condições para que uma pessoa venha a sofrer um choque elétrico?
- IV. Por que os fios que conduzem energia elétrica são de cobre e revestidos por plástico?
- V. Como é gerada a energia elétrica que abastece as residências?
- VI. Por que é importante economizar energia elétrica, ou pensar/repensar a forma como é produzida?

2. Tecnológico do Conteúdo (TCK):

Utilização e observação do experimento remoto “Painel Elétrico CC”, disponível em <http://relle.ufsc.br/labs/1> através de dispositivos móveis ou convencionais.



Acesso ao experimento remoto utilizando dispositivos móveis ou convencionais.

Acessar o ambiente e efetuar os seguintes procedimentos:

- 1) Observe o experimento. Quais são os componentes do “Painel Elétrico CC”?
- 2) Em cada chave está acoplado um LED, que nos permite reconhecer por seu efeito luminoso se o circuito está aberto ou fechado. Nesse caso em que situação o LED estará aceso?
- 3) Observe as diversas combinações possíveis para acionamento das chaves inseridas no circuito elétrico e identifique os amperímetros dispostos no painel. O que acontece ao abrir todas as chaves? Ao fechar todas? E ao fechar parcialmente algumas chaves?
- 4) É possível obter leituras de tensão e corrente em diversos pontos do circuito de acordo com as associações de resistores obtidas a partir das diversas combinações. Como estão relacionados os valores de corrente elétrica com as várias opções de associações operadas?
- 5) Qual a unidade de medida de intensidade de corrente elétrica utilizada pelo painel?
- 6) O “Painel Elétrico CC” permite trabalhar com qual tipo de corrente elétrica, contínua ou alternada?

3. Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK):

- a. Durante a demonstração dos experimentos ocorrerão perguntas sobre a observação contínua do experimento:
 - I. Como os conceitos abordados podem ser observados na experiência?
 - II. Quais outras experiências do cotidiano utilizam os mesmos conceitos?
- b. Após o experimento, os alunos acessarão o Moodle a partir de

computadores convencionais do laboratório de computação ou de dispositivos móveis e responderão às atividades de fixação.

Bibliografia Consultada

ARTUSO, Alysson Ramos; WRUBLEWSKI, Marlon. **Física**. Curitiba: Positivo, 2013. 3 v.

BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: Eletromagnetismo, Ondulatória, Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou. **Física: Eletricidade Física Moderna Análise Dimensional**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 448 p.

BONJORNO, José Roberto; BONJORNO, Regina de Fátima Souza Azenha; RAMOS, Clinton Mércio. **Física História & Cotidiano: Caderno de Atividades**. São Paulo: Ftd, 2004. 255 p. Coleção Delta.

BONJORNO, José Roberto et al. **Física: Eletromagnetismo, Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

EDIÇÕES SM (São Paulo). Angelo Stefanovits (Org.). **Ser Protagonista: Física**. 2. ed. São Paulo: Edições Sm, 2013. 439 p.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física: Eletromagnetismo e Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: ática, 2014. 456 p.

GONÇALVES, Aurélio Filho; TOSCANO Carlos. **Física: Interação e Tecnologia**. 1ª ed. São Paulo: Leya, 2013. 215p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**. 7. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2007. 379 p. Ronaldo Sérgio de Biase.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física Contexto & Aplicações**. São Paulo: Scipione, 2014. 400 p.

OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. **Conceitos e Contextos: pessoal, social, histórica, eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria**. São Paulo: Ftd, 2013. 2 v.

MENEZES, Luís Carlos de et al. **Coleção Quanta Física: Física 2º ano**. São Paulo: Pd, 2010. 2 V.

SANTOS, Paulo José Sena. **Física Básica D**. 1ª ed. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2009. 219 p.

SERWAY, Raymond A; JEWETT, John W Jr. **Princípios da Física: Eletromagnetismo**. 3ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 3 v.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA Gene. **Física para cientistas e engenheiros: Eletricidade e magnetismo, óptica**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 530p.

TORRES, Carlos Magno A. et al. **Física: Ciência e Tecnologia**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013. 3 v.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKE, Luiz Felipe. **Física para o Ensino Médio: Eletricidade Física Moderna**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 416 p.

Plano de Aula

Potência Elétrica e Efeito Joule

Tema: Potência e efeito Joule

Disciplina: Física

Série, Nível: 3º ano do Ensino Médio

Números de aulas: 6 horas/ aula

Justificativa:

A experimentação remota por dispositivos móveis ou convencionais com acesso a internet “Painel Elétrico CC”, tem se caracterizado como um meio da escola trabalhar com as tecnologias da informação e comunicação e com a prática muitas vezes exíguas dos processos de ensino e aprendizagem de física. A operação do “Painel Elétrico CC” possibilita uma abordagem contextualizada, relacionando assuntos do dia a dia do aluno como potência de aparelhos e efeito Joule provocado pela corrente elétrica. Contudo, o uso da experimentação remota ou de qualquer outro instrumento pelos professores não deve se restringir apenas ao fator atrativo para o ensino de física, mas como potencialmente significativo para novas aprendizagens.

Objetivo geral: Possibilitar ao aluno compreender os conceitos de potência elétrica e efeito Joule.

Objetivos específicos:

O aluno deverá ser capaz de:

- a- entender e definir potência elétrica e efeito Joule;
- b- associar que o consumo de energia elétrica está relacionada a potência de cada aparelho que utiliza a eletricidade para funcionar;
- c- reconhecer que alguns equipamentos se valem do efeito Joule para seu funcionamento;
- d- reconhecer dispositivos que transformam uma forma de energia em outra e identificar as transformações;

- e- calcular potência e corrente elétrica e relacionar uma em função da outra;
- f- calcular potência elétrica, relacionando a corrente elétrica e a tensão da experimentação remota “Painel Elétrico CC”;
- g- calcular o consumo de aparelhos, relacionando a potência ao tempo de utilização;
- h- reconhecer que a unidade de medida no SI é joule (J), mas para que a energia gasta seja compreendida de forma mais prática é utilizada a unidade quilowatt-hora (kWh);
- i- associar o valor da tarifa de energia elétrica cobrada com o consumo mensal de um aparelho elétrico (por exemplo, chuveiro);
- j- reconhecer e explicar o efeito Joule no cotidiano;
- k- observar na experimentação remota “Painel Elétrico CC” o tipo de lâmpada utilizada e discutir associando ao efeito Joule.

Observações sobre os diferentes conhecimentos articulados no processo de ensino e aprendizagem do experimento “Painel Elétrico CC”.

Conhecimentos:

a. **Conteúdo (C):**

- II. Conceitos de Potência Elétrica
- III. Efeito Joule

b. **Pedagógico (P):**

- I- Aula expositiva
- II- Atividades de Fixação
- III- Experimentação Remota

c. Tecnológico (T):

- I- Experimento remoto Painel Elétrico CC
- II- Dispositivos móveis ou convencionais
- III- Acesso à internet
- II. Ambiente Virtual de Aprendizagem - Moodle

d. Tecnológico Pedagógico (TPK):

- I- Inclusão do conteúdo no Moodle para que o aluno possa utilizar-se dele para estudos em casa.
- II- Utilização do Moodle nas atividades de fixação, com a aplicação de questionários.
- III- Efetuar a atividade prática da disciplina através da experimentação remota utilizando computadores do laboratório ou dispositivos móveis.

Articulando os conhecimentos na aula:

1. Pedagógico do Conteúdo (PCK):

De modo a relacionar o conteúdo a ser abordado com o que o aluno conhece de seu convívio, o professor poderá lançar uma discussão para diagnosticar as concepções dos alunos sobre questões que envolvem potência e efeito Joule. Como exemplo:

I- Quando um aparelho como ferro elétrico, chuveiro, torradeira, deixam de funcionar costuma-se dizer que ele queimou? De fato o que aconteceu?

Ao abordar potência elétrica, o professor poderá sugerir que os alunos investiguem os aparelhos elétricos em sua residência, determinando suas

potências e promover um debate do resultado dessa investigação com a tensão a que estão ligados e o consumo de energia elétrica. Levar em consideração o consumo de energia elétrica, o gasto mensal e sustentabilidade. A partir dessas discussões o professor poderá avançar para outros questionamentos:

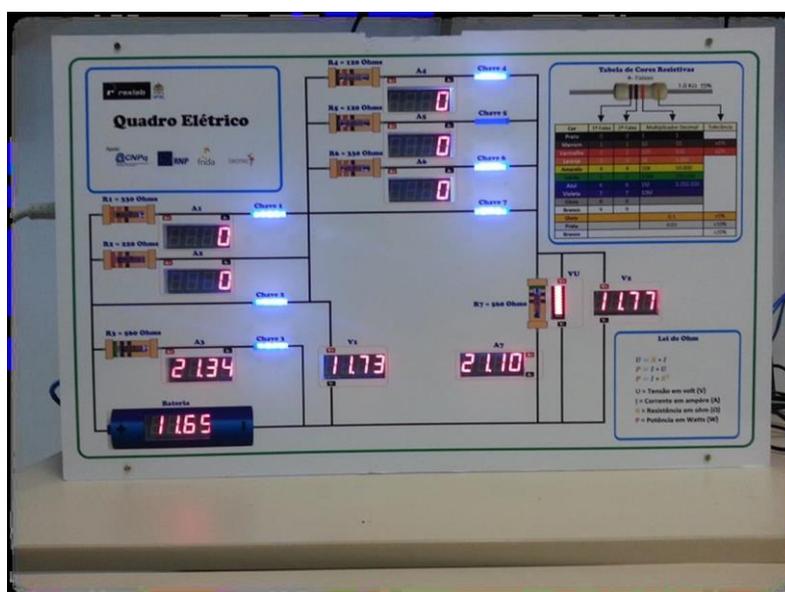
II- Que tipo de transformação ocorre na lâmpada incandescente?

III- Porque as lâmpadas incandescentes vêm sendo substituídas por LED?

Novas questões vão surgindo à medida que o debate acontece, essa seria uma possibilidade de enriquecer o ensino e aprendizagem. Além, de possibilitar uma ruptura das concepções estabelecidas pelos alunos antes das abordagens sobre potência e efeito Joule.

2. Tecnológico do Conteúdo (TCK):

Utilização e observação do experimento remoto “Painel Elétrico CC”, disponível em <http://relle.ufsc.br/labs/1> através de dispositivos móveis ou convencionais.



Acesso ao experimento remoto utilizando dispositivos móveis ou convencionais.

Acessar o ambiente e efetuar os seguintes procedimentos:

Efetue a operação abrindo as chaves dispostas (chave 1, chave 2, chave

4, chave 5, chave 6, chave7) e fechando a chave 3.

- 1) O que é possível observar?
- 2) Na seção no qual está disposta a chave 3 (fechada), temos um resistor, um amperímetro e um voltímetro onde ocorre a passagem de corrente elétrica. Qual é o valor do resistor? Qual é o valor real registrado pelo amperímetro digital? Qual é o valor real da tensão registrada pelo voltímetro?
- 3) Compare o valor ideal da tensão da fonte de alimentação estabelecida para o circuito (de 12 V e de 5V) com o valor real apresentado no voltímetro?
- 4) Ao relacionar a corrente elétrica e a tensão da experimentação remota Qual é a potência do resistor dessa associação de circuito?
- 5) Ao relacionar a potência encontrada e a corrente estabelecida no amperímetro podemos encontrar o valor do resistor. O valor do resistor encontrado corresponde ao valor estabelecido pelo painel?

3. Tecnológico-Pedagógico do Conteúdo (TPACK):

Durante a demonstração dos experimentos ocorrerão perguntas sobre a observação contínua do experimento:

- III. Como os conceitos abordados podem ser observados na experiência?
- IV. Quais outras experiências do cotidiano utilizam os mesmos conceitos?

Após o experimento, os alunos acessarão o Moodle a partir de computadores convencionais do laboratório de computação ou de dispositivos móveis e responderão às atividades de fixação.

Bibliografia Consultada

ARTUSO, Alysson Ramos; WRUBLEWSKI, Marlon. **Física**. Curitiba: Positivo, 2013. 3 v.

BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: Eletromagnetismo, Ondulatória, Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou. **Física: Eletricidade Física Moderna Análise Dimensional**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 448 p.

BONJORNO, José Roberto; BONJORNO, Regina de Fátima Souza Azenha; RAMOS, Clinton Mércio. **Física História & Cotidiano: Caderno de Atividades**. São Paulo: Ftd, 2004. 255 p. Coleção Delta.

BONJORNO, José Roberto et al. **Física: Eletromagnetismo, Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

EDIÇÕES SM (São Paulo). Angelo Stefanovits (Org.). **Ser Protagonista: Física**. 2. ed. São Paulo: Edições Sm, 2013. 439 p.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física: Eletromagnetismo e Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: ática, 2014. 456 p.

GONÇALVES, Aurélio Filho; TOSCANO Carlos. **Física: Interação e Tecnologia**. 1ª ed. São Paulo: Leya, 2013. 215p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**. 7. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2007. 379 p. Ronaldo Sérgio de Biase.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física Contexto & Aplicações**. São Paulo: Scipione, 2014. 400 p.

OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. **Conceitos e Contextos: pessoal, social, histórica, eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria**. São Paulo: Ftd, 2013. 2 v.

MENEZES, Luís Carlos de et al. **Coleção Quanta Física: Física 2º ano**. São Paulo: Pd, 2010. 2 V.

SANTOS, Paulo José Sena. **Física Básica D**. 1º ed. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2009. 219 p.

SERWAY, Raymond A; JEWETT, John W Jr. **Princípios da Física: Eletromagnetismo**. 3º ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 3 v.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA Gene. **Física para cientistas e engenheiros: Eletricidade e magnetismo, óptica**. 6º ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 530p.

TORRES, Carlos Magno A. et al. **Física: Ciência e Tecnologia**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013. 3 v.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKE, Luiz Felipe. **Física para o Ensino Médio: Eletricidade Física Moderna**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 416 p.

Plano de Aula

Leis de Ohm

Tema: Leis de Ohm

Disciplina: Física

Série, Nível: 3º ano do Ensino Médio

Números de aulas: 6 horas/ aula

Justificativa: O professor como mediador do conhecimento científico deve estar atento para não se ater a estratégias didáticas desestimulantes. Pensando numa forma de inserir os dispositivos tecnológicos no cotidiano da sala de aula, como forma de inovar as estratégias que recorrem no ensino de física e motivar os alunos para uma aprendizagem significativa, estruturou-se esse plano de ensino das Leis de Ohm com auxílio da experimentação remota “Painel Elétrico CC”. A Física, como área do conhecimento científico, reclama a necessária articulação da teoria com a prática. No mesmo caminho, os dispositivos móveis ou convencionais com acesso a internet vem ganhando cada vez mais espaço entre os alunos do Ensino Médio. Por isso, nossa proposta não é determinar um plano de aula como inquestionável, mas que estabeleça na ação docente uma reflexão acerca na necessária relação entre teoria, prática e tecnologia.

Objetivo geral: Possibilitar ao aluno compreender os conceitos das Leis de Ohm com auxílio do “Painel Elétrico CC”.

Objetivos específicos:

O aluno deverá ser capaz de:

- a- conceituar as Leis de Ohm;
- b- compreender as grandezas utilizadas nas Leis de Ohm;
- c- diferenciar resistores ôhmicos e não ôhmicos;
- d- identificar as grandezas que influenciam na resistência elétrica de um condutor homogêneo;
- e- calcular a resistência elétrica;
- f- compreender o código de cores para resistores com auxílio da experimentação remota em dispositivos móveis “Painel Elétrico CC”;
- g- observar e compreender a relação entre corrente e tensão em circuitos resistivos com auxílio da experimentação remota “Painel Elétrico CC”.

Observações sobre os diferentes conhecimentos articulados no processo de ensino e aprendizagem do experimento “Painel Elétrico CC”.

Conhecimentos:

a. Conteúdo (C):

- I. Conceitos da Primeira Lei de Ohm
- II. Conceitos da Segunda Lei de Ohm

b. Pedagógico (P):

- I. Aula expositiva;
- II. Atividades de Fixação;
- III. Experimentação Remota.

c. Tecnológico (T):

- I. Experimento remoto Painel Elétrico CC;
- II. Dispositivos móveis;
- III. Acesso à internet;
- IV. Ambiente Virtual de Aprendizagem - Moodle;

d. Tecnológico Pedagógico (TPK):

- I. Inclusão do conteúdo no Moodle para que o aluno possa utilizar-se dele para estudos em casa.
- II. Utilização do Moodle nas atividades de fixação, com a aplicação de questionários.
- III. Efetuar a atividade prática da disciplina através da experimentação remota utilizando computadores do laboratório ou dispositivos móveis.

Articulando os conhecimentos na aula:

1. Pedagógico do Conteúdo (PCK):

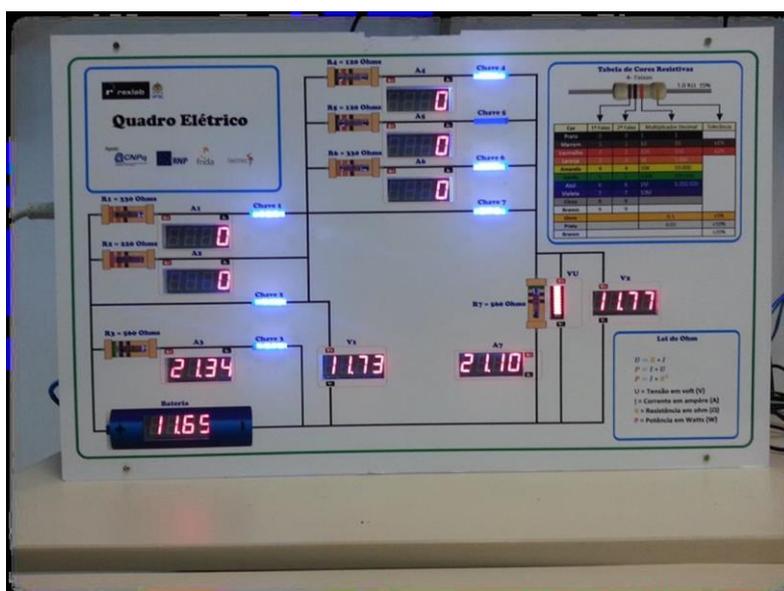
Ao ensinar conceitos da Primeira e Segunda Lei de Ohm o professor poderá articular as abordagens com o convívio dos alunos, estabelecendo argumentos para questões como: I- Por que aparelhos como ferro elétrico, chuveiro, torradeira aquecem? Enquanto outros, não são destinados para aquecerem, mesmo assim sofrem aquecimento, como a lâmpada incandescente?

III O que significa dizer que a “resistência” do chuveiro queimou?

Certamente esse conteúdo será relacionado pelos alunos com as abordagens de outras aulas, como corrente elétrica, circuito elétrico, potência elétrica e efeito Joule. O professor como mediador dessas abordagens conta com apoio da experimentação remota “Painel Elétrico CC”, para argumentar durante o ensino e aprendizagem. Novas aprendizagens vão sendo estruturadas pelos alunos, rompendo com concepções incoerentes sobre questões do seu dia a dia.

2. Tecnológico do Conteúdo (TCK):

Utilização e observação do experimento remoto “Painel Elétrico CC”, disponível em <http://relle.ufsc.br/labs/1> através de dispositivos móveis ou convencionais.



Acesso ao experimento remoto utilizando dispositivos móveis ou convencionais.

Acessar o ambiente e efetuar os seguintes procedimentos:

Observe o experimento. Dados os resistores dispostos no painel, eles se tratam de resistores ôhmicos ou não ôhmicos?

3. Tecnológico-Pedagógico do Conteúdo (TPACK):

Durante a demonstração dos experimentos ocorrerão perguntas sobre a observação contínua do experimento:

- I. Como os conceitos abordados podem ser observados na experiência?
- II. Quais outras experiências do cotidiano utilizam os mesmos conceitos?

Após o experimento, os alunos acessarão o Moodle a partir de computadores convencionais do laboratório de computação ou de dispositivos móveis e responderão às atividades de fixação.

Bibliografia Consultada

ARTUSO, Alysson Ramos; WRUBLEWSKI, Marlon. **Física**. Curitiba: Positivo, 2013. 3 v.

BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: Eletromagnetismo, Ondulatória, Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou. **Física: Eletricidade Física Moderna Análise Dimensional**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 448 p.

BONJORNO, José Roberto; BONJORNO, Regina de Fátima Souza Azenha; RAMOS, Clinton Mércio. **Física História & Cotidiano: Caderno de Atividades**. São Paulo: Ftd, 2004. 255 p. Coleção Delta.

BONJORNO, José Roberto et al. **Física**: Eletromagnetismo, Física Moderna. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

EDIÇÕES SM (São Paulo). Angelo Stefanovits (Org.). **Ser Protagonista**: Física. 2. ed. São Paulo: Edições Sm, 2013. 439 p.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física**: Eletromagnetismo e Física Moderna. 2. ed. São Paulo: ática, 2014. 456 p.

GONÇALVES, Aurélio Filho; TOSCANO Carlos. **Física**: Interação e Tecnologia. 1ª ed. São Paulo: Leya, 2013. 215p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**: Eletromagnetismo. 7. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2007. 379 p. Ronaldo Sérgio de Biase.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física Contexto & Aplicações**. São Paulo: Scipione, 2014. 400 p.

OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. **Conceitos e Contextos**: pessoal, social, histórica, eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria. São Paulo: Ftd, 2013. 2 v.

MENEZES, Luís Carlos de et al. **Coleção Quanta Física**: Física 2º ano. São Paulo: Pd, 2010. 2 V.

SANTOS, Paulo José Sena. Física Básica D. 1ª ed. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2009. 219 p.

SERWAY, Raymond A; JEWETT, John W Jr. **Princípios da Física**: Eletromagnetismo. 3ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 3 v.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA Gene. **Física para cientistas e engenheiros**: Eletricidade e magnetismo, óptica. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 530p.

TORRES, Carlos Magno A. et al. **Física**: Ciência e Tecnologia. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013. 3 v.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKE, Luiz Felipe. **Física para o Ensino**

Médio: Eletricidade Física Moderna. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 416 p.

Plano de Aula

Circuito Elétrico e Medidores de Tensão e Corrente

Tema: Circuito Elétrico e Medidores de Tensão e Corrente

Disciplina: Física

Série, Nível: 3º ano do Ensino Médio

Números de aulas: 2 horas aulas

Justificativa: As atividades práticas e a demonstração tem um papel muito fundamental no ensino aprendizagem, principalmente nas disciplinas de ciências exatas e da natureza. A utilização das tecnologias pode auxiliar na aplicação deste tipo de atividade criando uma experiência mais rica e próxima da realidade do aluno, entretanto sua aplicação carece de um embasamento teórico. Desse modo, propõe-se explorar os conteúdos específicos relacionados a circuitos e medidores de tensão e corrente, tornando capaz de transformar o aluno num ser mais investigativo e questionador. O professor como mediador do conhecimento deve estimular o aluno a buscar respostas, expandindo sua capacidade de aprendizagem, para que este compreenda o que é um circuito elétrico e os componentes que o constituem. Outro fator importante é saber utilizar e analisar os dados de um voltímetro, amperímetro e multímetro e qual a relação desse tema com seu dia a dia.

Objetivo geral: Compreender o funcionamento do “Painel Elétrico CC” e reconhecer cada componente desse.

Objetivos específicos:

- a. Compreender o que é um circuito elétrico.
- b. Saber identificar dentro do circuito os diferentes tipos de componentes.
- c. Compreender o significado de cada componente eletrônico.
- d. Saber utilizar um voltímetro e como efetuar sua ligação no circuito.
- e. Saber utilizar um amperímetro e como efetuar sua ligação no circuito.
- f. Saber utilizar multímetro e como efetuar sua ligação no circuito.
- g. Mostrar exemplos destes processos no cotidiano do aluno.
- h. Confrontar conceitos científicos com os conceitos prévios dos alunos.
- i. Utilizar a experimentação remota em dispositivos móveis ou convencionais para que os alunos possam ver todo o processo que ocorre no circuito elétrico usando o Painel Elétrico CC como experimento e assim poder usar a prática para observar, coletar e analisar dados.

Observações sobre os diferentes conhecimentos articulados no processo de ensino e aprendizagem do experimento “Painel Elétrico CC”.

Conhecimentos:

a. Conteúdo (C):

- I. Circuito elétrico;
- II. Medidores de tensão e corrente:

b. Pedagógico (P):

- I. Aula expositiva;
- II. Atividades de Fixação;
- III. Experimentação Remota.

c. Tecnológico (T):

- I. Experimento remoto Painel Elétrico CC;
- II. Dispositivos móveis;
- III. Acesso à internet;
- IV. Ambiente Virtual de Aprendizagem - Moodle;

d. Tecnológico Pedagógico (TPK):

- I. Inclusão do conteúdo no Moodle para que o aluno possa utilizar-se dele para estudos em casa.
- II. Utilização do Moodle nas atividades de fixação, com a aplicação de questionários.
- III. Efetuar a atividade prática da disciplina através da experimentação remota utilizando computadores do laboratório ou dispositivos móveis.

Articulando os conhecimentos na aula:

1. Pedagógico do Conteúdo (PCK):

O professor abordará algumas questões para possibilitar um debate em sala de aula sobre o tema tratado. Nesse debate os alunos poderão sanar dúvidas e também discutir sobre seus conceitos prévios e os conceitos apresentados pelo professor.

Analisar o comportamento desse aluno diante de uma ruptura de conhecimento, aquele trazido por ele de seu cotidiano e os representados nos livros didáticos.

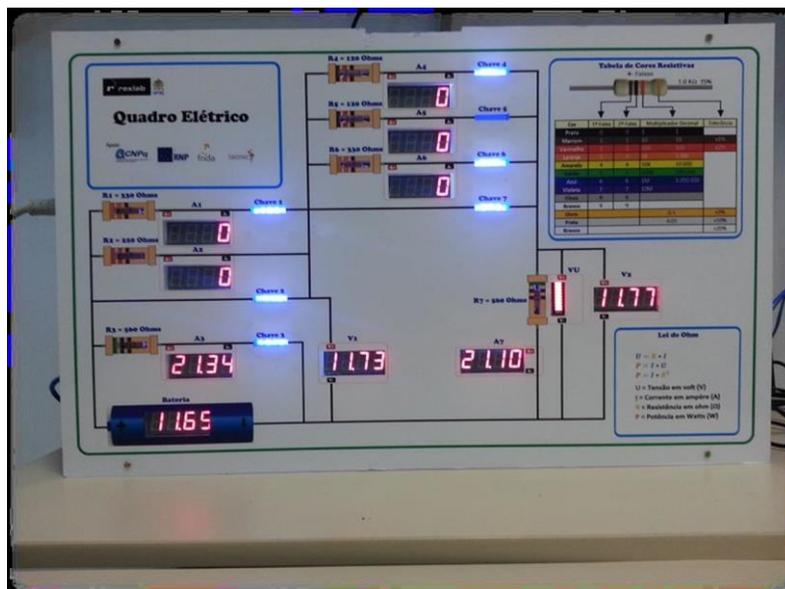
Estas questões abordarão conteúdos interdisciplinares de modo a tornar a aula mais interativa, levando a uma abordagem que relacionará o conteúdo estudado com o dia a dia do aluno. São exemplos de questões:

- I. Quais os componentes eletrônicos que podem fazer parte de um circuito?

- II. Qual a necessidade de compreender a função de cada componente elétrico dentro do circuito?
- III. O que é um curto circuito?
- IV. Como utilizar os medidores de tensão e corrente?

2. Tecnológico do Conteúdo (TCK):

Utilização e observação do experimento remoto “Painel Elétrico CC”, disponível em <http://relle.ufsc.br/labs/1> através de dispositivos móveis ou convencionais.



Acesso ao experimento remoto utilizando dispositivos móveis ou convencionais.

Acessar o ambiente e efetuar os seguintes procedimentos:

Observe o experimento para compreender o funcionamento do “Painel Elétrico CC” e reconhecer cada componente desse.

- 1) Quais são os componentes que constituem o circuito?
- 2) Quantos resistores estão acomodados no circuito? Quais os valores dos

resistores?

- 3) Quantas chaves constituem o circuito?
- 4) Quantos amperímetros constituem o circuito? Qual a leitura estabelecida pelos amperímetros com todas as chaves na posição fechada? E com todas as chaves na posição aberta?
- 5) Quantos voltímetros fazem parte do circuito? Quais os valores apresentados pelos voltímetros quando todas as chaves estiverem na posição aberta?
- 6) Nas diversas possibilidades de operação com as chaves do circuito, o que você observa nos valores dos voltímetros?
- 7) Como são colocados os amperímetros e voltímetros no circuito para que esses possam fazer a leitura de corrente e tensão?

3. Tecnológico-Pedagógico do Conteúdo (TPACK):

Durante a demonstração dos experimentos ocorrerão perguntas sobre a observação contínua do experimento:

- I. Como os conceitos abordados podem ser observados na experiência?
- II. Quais outras experiências do cotidiano utilizam os mesmos conceitos?

Após o experimento, os alunos acessarão o Moodle a partir de computadores convencionais do laboratório de computação ou de dispositivos móveis e responderão às atividades de fixação.

Bibliografia Consultada

ARTUSO, Alysso Ramos; WRUBLEWSKI, Marlon. **Física**. Curitiba: Positivo, 2013. 3 v.

BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: Eletromagnetismo, Ondulatória, Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou. **Física: Eletricidade Física Moderna Análise Dimensional**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 448 p.

BONJORNIO, José Roberto; BONJORNIO, Regina de Fátima Souza Azenha; RAMOS, Clinton Mércio. **Física História & Cotidiano: Caderno de Atividades**. São Paulo: Ftd, 2004. 255 p. Coleção Delta.

BONJORNIO, José Roberto et al. **Física: Eletromagnetismo, Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

EDIÇÕES SM (São Paulo). Angelo Stefanovits (Org.). **Ser Protagonista: Física**. 2. ed. São Paulo: Edições Sm, 2013. 439 p.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física: Eletromagnetismo e Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: ática, 2014. 456 p.

GONÇALVES, Aurélio Filho; TOSCANO Carlos. **Física: Interação e Tecnologia**. 1ª ed. São Paulo: Leya, 2013. 215p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**. 7. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2007. 379 p. Ronaldo Sérgio de Biase.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física Contexto & Aplicações**. São Paulo: Scipione, 2014. 400 p.

OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. **Conceitos e Contextos:** pessoal, social, histórica, eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria. São Paulo: Ftd, 2013. 2 v.

MENEZES, Luís Carlos de et al. **Coleção Quanta Física:** Física 2º ano. São Paulo: Pd, 2010. 2 V.

SANTOS, Paulo José Sena. Física Básica D. 1º ed. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2009. 219 p.

SERWAY, Raymond A; JEWETT, John W Jr. **Princípios da Física:** Eletromagnetismo. 3º ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 3 v.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA Gene. **Física para cientistas e engenheiros:** Eletricidade e magnetismo, óptica. 6º ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 530p.

TORRES, Carlos Magno A. et al. **Física:** Ciência e Tecnologia. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013. 3 v.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKE, Luiz Felipe. **Física para o Ensino Médio:** Eletricidade Física Moderna. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 416 p.

Plano de Aula

Associação de Resistores

Tema: Associação de Resistores

Disciplina: Física

Série, Nível: 3º ano do Ensino Médio

Números de aulas: 6 horas aulas

Justificativa: As atividades práticas e a demonstração tem papel fundamental no ensino aprendizagem, principalmente nas disciplinas de ciências exatas e da natureza. A utilização das tecnologias pode auxiliar na aplicação deste tipo de

atividade criando uma experiência mais rica e próxima da realidade do aluno, entretanto sua aplicação carece de um embasamento teórico. Desse modo, propõe-se explorar os conteúdos específicos relacionados à associação de resistores, tornando capaz de transformar o aluno num ser mais investigativo e questionador. O professor como mediador do conhecimento deve estimular o aluno a buscar respostas, expandindo sua capacidade de aprendizagem, para que este compreenda um pouco do funcionamento, por exemplo, de uma associação de resistores e possa fazer uma relação com seu dia a dia.

Objetivo geral: Compreender as associações de resistores com auxílio do “Painel Elétrico CC”.

Objetivos específicos:

- a. Compreender os três tipos de associação de resistores.
- b. Saber identificar dentro do circuito elétrico que tipos de associações existem.
- c. Entender como efetuar cálculos de corrente, tensão, resistência.
- d. Compreender o significado de resistor equivalente dentro de uma associação de resistores.
- e. Efetuar os cálculos para encontrar o valor da resistência equivalente em cada modelo de associação.
- f. Saber utilizar e analisar os dados de um voltímetro e amperímetro dentro de um circuito elétrico.
- g. Reconhecer num circuito elétrico possíveis combinações de associação de resistores quanto ao acionamento das chaves e assim encontrar tanto resistores associados em série, em paralelo ou uma associação mista.
- h. Mostrar exemplos destes processos no cotidiano do aluno.
- i. Confrontar conceitos científicos com os conceitos prévios dos alunos.

- j. Utilizar a experimentação remota em dispositivos móveis ou convencionais para que os alunos possam ver todo o processo que ocorre no circuito elétrico usando o painel elétrico como experimento e assim poder usar a prática para observar, coletar e analisar dados.

Observações sobre os diferentes conhecimentos articulados no processo de ensino e aprendizagem do experimento “Painel Elétrico CC”.

Conhecimentos:

a. Conteúdo (C):

- I. Associação de resistores:
- II. Associação em série
- III. Associação em paralelo
- IV. Associação mista

b. Pedagógico (P):

- I. Aula expositiva;
- II. Atividades de Fixação;
- III. Experimentação Remota.

c. Tecnológico (T):

- I. Experimento remoto Painel Elétrico CC;
- II. Dispositivos móveis;
- III. Acesso à internet;
- IV. Ambiente Virtual de Aprendizagem - Moodle;

d. Tecnológico Pedagógico (TPK):

- I. Inclusão do conteúdo no Moodle para que o aluno possa utilizar-se dele para estudos em casa.
- II. Utilização do Moodle nas atividades de fixação, com a aplicação de questionários.
- III. Efetuar a atividade prática da disciplina através da experimentação remota utilizando computadores do laboratório ou dispositivos móveis.

Articulando os conhecimentos na aula:

1. Pedagógico do Conteúdo (PCK):

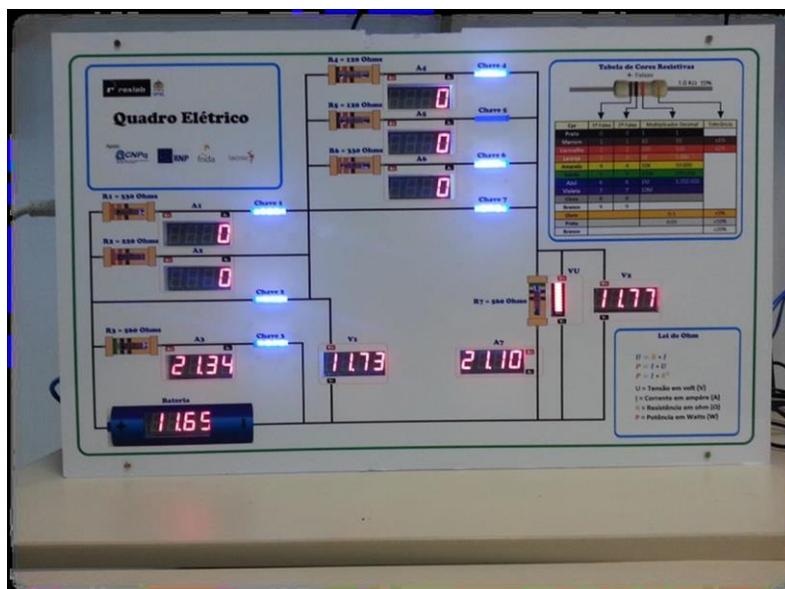
O professor abordará algumas questões para possibilitar um debate em sala de aula sobre o tema tratado. Nesse debate os alunos poderão sanar dúvidas e também discutir sobre seus conceitos prévios e os conceitos apresentados pelo professor. Analisar o comportamento desse aluno diante de uma ruptura de conhecimento, aquele trazido por ele de seu cotidiano e o representados nos livros didáticos.

Estas questões abordarão conteúdos interdisciplinares de modo a tornar a aula mais interativa, levando a uma abordagem que relacionará o conteúdo estudado com o dia a dia do aluno. São exemplos de questões:

- I. Como é feita uma instalação elétrica residencial e que tipo de associação de resistores se utiliza?
- II. Qual a necessidade de fazer uma associação de resistores?
- III. O que é um curto circuito?
- IV. O que é o resistor equivalente, qual seu significado dentro de um circuito?

2. Tecnológico do Conteúdo (TCK):

Utilização e observação do experimento remoto “Painel Elétrico CC”, disponível em <http://rele.ufsc.br/labs/1> através de dispositivos móveis ou convencionais.



Acesso ao experimento remoto utilizando dispositivos móveis ou convencionais.

Acessar o ambiente e efetuar os seguintes procedimentos:

- 1) Observe o experimento do “Painel Elétrico CC”, quando todas as chaves estiverem na posição fechada, que tipo de associação ele apresenta?
- 2) Ao manusear o experimento, como você demonstra uma associação em paralelo no painel? E como você demonstra uma associação em série?
- 3) O que acontece com os valores da corrente elétrica quando o experimento apresentar uma associação em paralelo? E quando apresentar uma associação em série?
- 4) O que você observa nas leituras dos voltímetros quando o experimento apresentar uma associação paralela? E quando apresentar uma associação em série?
- 5) Qual o valor da resistência equivalente quando somente a chave 7 estiver na posição fechada?
- 6) Qual o valor da resistência equivalente quando as chaves 2, 3 e 7

- estiverem fechadas?
- 7) Qual o valor da resistência equivalente quando todas as chaves estiverem na posição fechada?
 - 8) Por que a corrente não percorre o resistor 2 quando as chaves 2 e 7 estiverem fechadas?
 - 9) Calcule o valor da corrente elétrica quando somente a chave 3 estiver na posição fechada e compare com o valor apresentado pelo amperímetro. Use para tensão 12 V.
 - 10) Por que a bateria de 12 V no leitor do experimento não apresenta esse valor exato?
 - 11) Qual a diferença desse experimento do “Painel Elétrico CC” com o mesmo desenho (esquema) apresentado por um livro didático?

3. Tecnológico-Pedagógico do Conteúdo (TPACK):

Durante a demonstração dos experimentos ocorrerão perguntas sobre a observação contínua do experimento:

- III. Como os conceitos abordados podem ser observados na experiência?
- IV. Quais outras experiências do cotidiano utilizam os mesmos conceitos?

Após o experimento, os alunos acessarão o Moodle a partir de computadores convencionais do laboratório de computação ou de dispositivos móveis e responderão às atividades de fixação.

Bibliografia Consultada

ARTUSO, Alysso Ramos; WRUBLEWSKI, Marlon. **Física**. Curitiba: Positivo, 2013. 3 v.

BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: Eletromagnetismo, Ondulatória, Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou. **Física: Eletricidade Física Moderna Análise Dimensional**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 448 p.

BONJORNO, José Roberto; BONJORNO, Regina de Fátima Souza Azenha; RAMOS, Clinton Mércio. **Física História & Cotidiano: Caderno de Atividades**. São Paulo: Ftd, 2004. 255 p. Coleção Delta.

BONJORNO, José Roberto et al. **Física: Eletromagnetismo, Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

EDIÇÕES SM (São Paulo). Angelo Stefanovits (Org.). **Ser Protagonista: Física**. 2. ed. São Paulo: Edições Sm, 2013. 439 p.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física: Eletromagnetismo e Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: ática, 2014. 456 p.

GONÇALVES, Aurélio Filho; TOSCANO Carlos. **Física: Interação e Tecnologia**. 1ª ed. São Paulo: Leya, 2013. 215p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**. 7. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2007. 379 p. Ronaldo Sérgio de Biase.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física Contexto & Aplicações**. São Paulo: Scipione, 2014. 400 p.

OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. **Conceitos e Contextos:** pessoal, social, histórica, eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria. São Paulo: Ftd, 2013. 2 v.

MENEZES, Luís Carlos de et al. **Coleção Quanta Física:** Física 2º ano. São Paulo: Pd, 2010. 2 V.

SANTOS, Paulo José Sena. Física Básica D. 1º ed. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2009. 219 p.

SERWAY, Raymond A; JEWETT, John W Jr. **Princípios da Física:** Eletromagnetismo. 3º ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 3 v.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA Gene. **Física para cientistas e engenheiros:** Eletricidade e magnetismo, óptica. 6º ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 530p.

TORRES, Carlos Magno A. et al. **Física:** Ciência e Tecnologia. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013. 3 v.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKE, Luiz Felipe. **Física para o Ensino Médio:** Eletricidade Física Moderna. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 416 p.

Plano de Aula

Leis de Kirchhoff e Força Eletromotriz

Tema: Leis de Kirchhoff

Disciplina: Física

Série, Nível: 3º ano do Ensino Médio

Números de aulas: 4 horas aulas

Justificativa: As atividades práticas e a demonstração tem um papel fundamental no ensino aprendizagem, principalmente nas disciplinas de

ciências exatas e da natureza. A utilização das tecnologias pode auxiliar na aplicação deste tipo de atividade criando uma experiência mais rica e próxima da realidade do aluno, entretanto sua aplicação carece de um embasamento teórico. É necessário utilizar as Leis de Kirchhoff para equacionar um circuito elétrico que descreve o comportamento das tensões nas malhas e das correntes nos nós. Sendo que ao trabalhar as Leis de Kirchhoff dentro de um circuito fechado é preciso utilizar-se de outra ferramenta chamada Força Eletromotriz. Nesse tema o professor será o mediador do conhecimento e utilizando-se de ferramentas tecnológicas como a experimentação remota do “Painel Elétrico CC” poderá transformar o aluno em um ser mais crítico e responsável por sua própria aprendizagem. É preciso que o aluno traga para sala de aula seus conhecimentos prévios e possa fazer uma comparação com os conhecimentos científicos, para posteriormente discuti-los com o professor e seus colegas. Lembrando que os alunos no geral não só do ensino médio, estão inseridos dentro de um mundo tecnológico. Essa tecnologia faz parte de seu cotidiano, sendo que esse fator se torna fundamental para seu ensino e aprendizado.

Objetivo geral: Compreender o “Painel Elétrico CC”, seus componentes, as Leis de Kirchhoff e a Força Eletromotriz.

Objetivos específicos:

- a. Apresentar os conceitos da primeira e segunda Lei de Kirchhoff.
- b. Definir o que é um nó, um ramo e uma malha.
- c. Aplicar as Leis de Kirchhoff na análise dos circuitos elétricos e verificar a validade das leis na divisão de correntes e de tensão.
- d. Identificar o sentido que a corrente faz dentro da malha.
- e. Compreender o conceito de Força Eletromotriz.
- f. Analisar o circuito e identificar os nós e as malhas que esse possui.

- g. Mostrar ao aluno a importância de se estudar as Leis de Kirchhoff e relacioná-la com seu cotidiano.
- h. Utilizar a experimentação remota em dispositivos móveis ou convencionais de acordo com o modelo TPACK para que os alunos possam identificar a quantidade de nós e malhas que o “Painel Elétrico CC” possui. Coletar dados, efetuar cálculos e analisar os resultados obtidos para posteriormente discuti-lo com os alunos.

Observações sobre os diferentes conhecimentos articulados no processo de ensino e aprendizagem do experimento “Painel Elétrico CC”.

Conhecimentos:

a. Conteúdo (C):

- I. Leis de Kirchhoff
- II. 1ª Lei de Kirchhoff - (Leis dos nós)
- III. 2ª Leis de Kirchhoff - (leis das malhas)
- IV. Força Eletromotriz

b. Pedagógico (P):

- I. Aula expositiva;
- II. Atividades de Fixação;
- III. Experimentação Remota.

c. Tecnológico (T):

- I. Experimento remoto quadro elétrico;
- II. Dispositivos móveis;
- III. Acesso à internet;
- IV. Ambiente Virtual de Aprendizagem - Moodle;

d. Tecnológico Pedagógico (TPK):

- I. Inclusão do conteúdo no Moodle para que o aluno possa utilizar-se dele para estudos em casa.
- II. Utilização do Moodle nas atividades de fixação, com a aplicação de questionários.
- III. Efetuar a atividade prática da disciplina através da experimentação remota utilizando computadores do laboratório ou dispositivos móveis.

Articulando os conhecimentos na aula:

1. Pedagógico do Conteúdo (PCK):

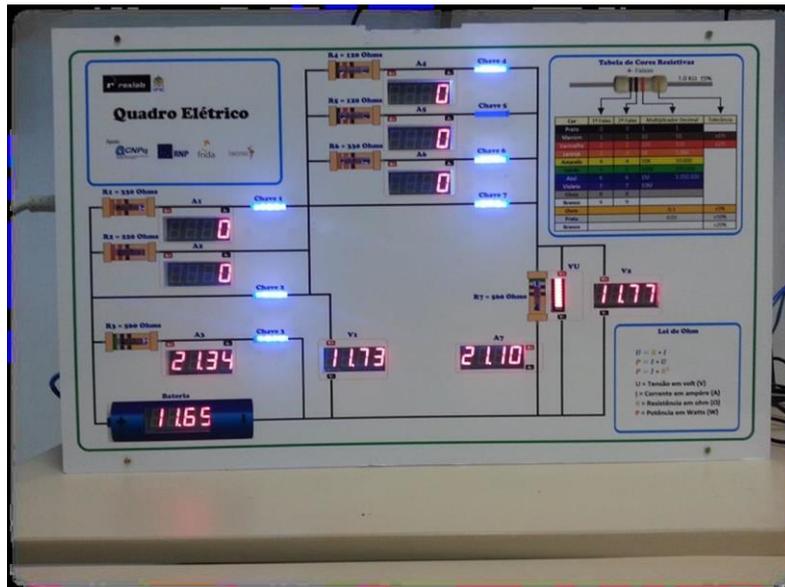
O professor abordará algumas questões para possibilitar um debate em sala de aula sobre os temas tratados. Nesse debate os alunos poderão sanar dúvidas e também discutir sobre seus conceitos prévios e os conceitos apresentados pelo professor. Analisar o comportamento desse aluno diante de uma ruptura de conhecimento, aquele trazido por ele de seu cotidiano e o representados nos livros didáticos.

Estas questões abordarão conteúdos interdisciplinares de modo a tornar a aula mais interativa, levando a uma abordagem que relacionará o conteúdo estudado com o dia a dia do aluno. São exemplos de questões:

- I. Na fonte de um circuito elétrico de corrente contínua, qual é o sentido dessa corrente?
- II. A força eletromotriz e ddp de um gerador apresentam o mesmo valor? Justifique.
- III. A bateria de um celular possui componentes que resistem a passagem da corrente elétrica?
- IV. Qual a diferença entre força Eletromotriz e ddp de um gerador?

2. Tecnológico do Conteúdo (TCK):

Utilização e observação do experimento remoto “Painel Elétrico CC”, disponível em <http://relle.ufsc.br/labs/1> através de dispositivos móveis ou convencionais.



Acesso ao experimento remoto utilizando dispositivos móveis ou convencionais.

Acessar o ambiente e efetuar o seguinte procedimento:

- 1) No experimento “Painel Elétrico CC”, calcule o valor da corrente quando somente a chave 7 estiver fechada e compare com os valores medidos pelos amperímetros. Justifique sua resposta.
- 2) Qual a quantidade de nós e malhas que o “Painel Elétrico CC” possui?

3. Tecnológico-Pedagógico do Conteúdo (TPACK):

Durante a demonstração dos experimentos ocorrerão perguntas sobre a observação contínua do experimento:

- I. Como os conceitos abordados podem ser observados na experiência?
- II. Quais outras experiências do cotidiano utilizam os mesmos conceitos?

Após o experimento, os alunos acessarão o Moodle a partir de computadores convencionais do laboratório de computação ou de dispositivos móveis e responderão às atividades de fixação.

Bibliografia Consultada

ARTUSO, Alysson Ramos; WRUBLEWSKI, Marlon. **Física**. Curitiba: Positivo, 2013. 3 v.

BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: Eletromagnetismo, Ondulatória, Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou. **Física: Eletricidade Física Moderna Análise Dimensional**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 448 p.

BONJORNO, José Roberto; BONJORNO, Regina de Fátima Souza Azenha; RAMOS, Clinton Mércio. **Física História & Cotidiano: Caderno de Atividades**. São Paulo: Ftd, 2004. 255 p. Coleção Delta.

BONJORNO, José Roberto et al. **Física: Eletromagnetismo, Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

EDIÇÕES SM (São Paulo). Angelo Stefanovits (Org.). **Ser Protagonista: Física**. 2. ed. São Paulo: Edições Sm, 2013. 439 p.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física: Eletromagnetismo e Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: ática, 2014. 456 p.

GONÇALVES, Aurélio Filho; TOSCANO Carlos. **Física: Interação e Tecnologia**. 1ª ed. São Paulo: Leya, 2013. 215p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**. 7. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2007. 379 p. Ronaldo Sérgio de Biase.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física Contexto & Aplicações**. São Paulo: Scipione, 2014. 400 p.

OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. **Conceitos e Contextos: pessoal, social, histórica, eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria**. São Paulo: Ftd, 2013. 2 v.

MENEZES, Luís Carlos de et al. **Coleção Quanta Física: Física 2º ano**. São Paulo: Pd, 2010. 2 V.

SANTOS, Paulo José Sena. **Física Básica D**. 1ª ed. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2009. 219 p.

SERWAY, Raymond A; JEWETT, John W Jr. **Princípios da Física: Eletromagnetismo**. 3ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 3 v.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA Gene. **Física para cientistas e engenheiros: Eletricidade e magnetismo, óptica**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 530p.

TORRES, Carlos Magno A. et al. **Física: Ciência e Tecnologia**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013. 3 v.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKE, Luiz Felipe. **Física para o Ensino Médio: Eletricidade Física Moderna**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 416 p.

