

ELETROTÉCNICA



Diogo Braga da
Costa Souza



S719e Souza, Diogo Braga da Costa.

Eletrotécnica [recurso eletrônico] / Diogo Braga da Costa Souza, Rodrigo Rodrigues. – Porto Alegre : SAGAH, 2017.

Editedo como livro em 2017.
ISBN 978-85-9502-055-9

1. Eletrotécnica. 2. Engenharia elétrica. I. Rodrigues, Rodrigo. II. Título.

CDU 621.3

Catalogação na publicação: Poliana Sanchez de Araujo – CRB 10/2094

Revisão de grandezas elétricas básicas I

Objetivos de aprendizagem

Ao final deste texto, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Definir eletricidade estática e dinâmica.
- Explicar a diferença entre corrente contínua e corrente alternada.
- Diferenciar corrente, tensão e resistência e relacioná-las.

Introdução

Neste capítulo, você vai conhecer mais sobre os seguintes conceitos e aplicá-los: as eletricidades estática e dinâmica, a tensão, a corrente, a resistência elétrica e as suas correlações. Você também vai identificar a diferença entre corrente contínua e corrente alternada.

Eletricidade

O elemento fundamental dos sistemas elétricos é o átomo e suas divisões. Assim, você precisa compreender a estrutura deste elemento para entender plenamente o funcionamento dos circuitos elétricos.

O átomo possui em seu núcleo prótons e nêutrons. Ao redor do seu núcleo, em movimento, estão os elétrons divididos em camadas da chamada **eletrosfera**. As partes do átomo possuem cargas elétricas: o próton possui carga positiva; o nêutron, carga neutra; e o elétron, carga negativa. Os prótons e os elétrons possuem o mesmo módulo de carga elétrica, denominado **carga elementar**, dado em coulomb com valor de (BOYLESTAD, 2011):

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

O equilíbrio de carga elétrica acontece nos átomos elementares, ou em qualquer molécula que possua a mesma quantidade de prótons e elétrons. Veja

um exemplo na Figura 1: um átomo de cobre que possui o mesmo número de prótons, elétrons e nêutrons, 29.

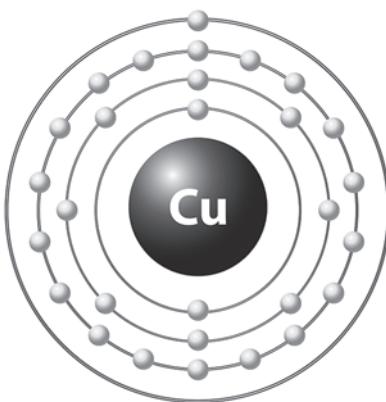


Figura 1. Átomo de cobre.

Fonte: BlueRingMedia / Shutterstock.com.

Quando há alteração no número de elétrons de um átomo, seu equilíbrio deixa de existir: este átomo obtém carga elétrica. A **perda** de elétrons o torna um átomo com carga **positiva**; a **obtenção** de mais elétrons o torna um átomo com carga **negativa**. Para que essa carga alcance valores maiores em aplicações reais, essa movimentação de elétrons acontece em moléculas com vários átomos associados.

A variação de carga em um átomo acontece pela perda ou obtenção de elétrons, sendo que o valor de prótons e nêutrons em um átomo não varia. Essa mudança da quantidade de elétrons em um átomo é denominada **eletrização** e ocorre por meio de três métodos:

- **Eletrização por atrito:** em que ocorre o atrito de dois corpos e este obtém cargas de mesmo valor em módulo, mas sinais contrários.
- **Eletrização por contato:** que ocorre quando há o contato entre corpos e um ou os dois corpos estão carregados, sendo que eles trocam cargas até que haja uma distribuição.
- **Eletrização por indução eletrostática:** em que ocorre alteração no posicionamento das cargas elétricas de um corpo devido à presença de um campo elétrico próximo a ele.

Após o processo de eletrização, o corpo adquire uma nova carga elétrica, que é calculada pela diferença entre o número de elétrons e prótons vezes a carga elementar:

$$Q = n \cdot e$$

Onde:

Q = é a carga elétrica do corpo;

n = é o valor da diferença entre o número de elétrons e de prótons no átomo;

e = é a carga elementar e tem o valor de $1,6 \cdot 10^{-19}$.

Eletrostática

O estudo do comportamento das cargas elétricas em repouso é denominado eletrostática. Quando um corpo é carregado, surge ao seu redor um campo elétrico, sendo este relativo à seguinte expressão:

$$E = K \cdot \frac{Q}{d^2}$$

Onde:

E = é a intensidade do campo elétrico ao redor do corpo dada em Newtons por Coulomb (N/C).

K = é a constante elétrica do meio que separa as cargas ($K_{(\text{vácuo})} = 9 \cdot 10^9 N \frac{m^2}{C^2}$).

Q = é a carga elétrica do corpo em coulombs (C).

d = é a distância entre os corpos em metros (m).

O campo elétrico proporcionado por um corpo carregado possui diferentes potenciais elétricos de acordo com a distância: quanto mais distante o campo elétrico estiver do corpo carregado, menor será o módulo do potencial elétrico.

Superfícies que se localizam a mesma distância do corpo carregado estão submetidas ao mesmo potencial, sendo então denominadas **superfícies equipotenciais** (MARKUS, 2001).

O potencial é calculado pela expressão:

$$V = \frac{Ep}{Q}$$

Onde:

V = é o potencial elétrico ao redor do corpo dado em Volts (V).

Ep = é a energia potencial, medida em joules (J).

Q = é a carga elétrica medida em Coulombs (C).

O princípio fundamental é a repulsão e a atração de cargas elétricas, o que acontece seguindo duas máximas:

- Duas cargas com cargas elétricas iguais se repelem.

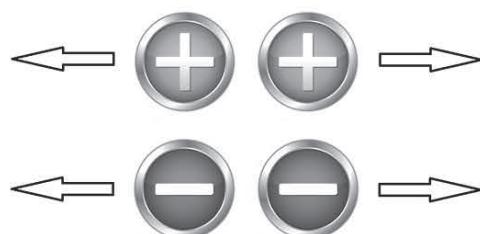


Figura 2. Repulsão de cargas de mesma polaridade elétrica.

Fonte: Adaptada de Titov Nikolai/ Shutterstock.com

- Duas cargas com cargas elétricas opostas se atraem.

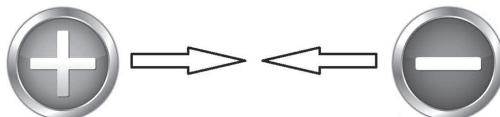


Figura 3. Atração de cargas de polaridade elétrica contrária.

Fonte: Adaptada de Titov Nikolai/ Shutterstock.com

A intensidade das forças de atração e repulsão pode ser determinada pela lei de Coulomb:

$$F = K \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

Onde:

F = é a força de interação entre as cargas em Newtons (N).

K = é a constante elétrica do meio que separa as cargas ($K_{(\text{vácuo})} = 9 \cdot 10^9 N \frac{m^2}{C^2}$).

Q_1 = é a carga elétrica do primeiro corpo em coulombs (C).

Q_2 = é a carga elétrica do segundo corpo em coulombs (C).

d = é a distância entre os corpos em metros (m).

Eletrodinâmica

A eletrodinâmica se refere ao estudo das cargas elétricas em movimento, e explica o princípio de funcionamento dos circuitos elétricos (MARKUS, 2001).

As cargas se movimentam quando uma força elétrica incide sobre elas. Essa força existe quando há um campo elétrico no meio onde o elétron se localiza. Esse movimento das cargas é descrito por duas máximas:

- Uma carga negativa submersa em um campo elétrico positivo se aproxima da carga positiva geradora do campo.

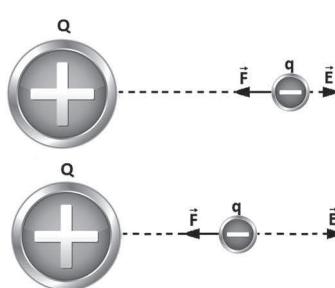


Figura 4. Movimento de uma carga negativa submersa em um campo elétrico positivo.

Fonte: Adaptada de Titov Nikolai/Shutterstock.com

Assim, as cargas negativas se deslocam de um menor potencial para um maior potencial.

- Uma carga positiva submersa em um campo elétrico positivo se distancia da carga positiva geradora do campo.

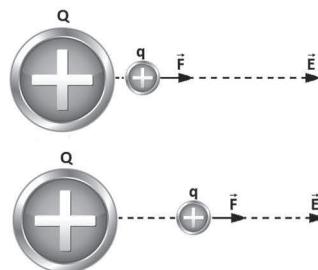


Figura 5. Movimento de uma carga positiva submersa em um campo elétrico positivo.

Fonte: Adaptada de Titov Nikolai/Shutterstock.com

Sendo assim, as cargas positivas se deslocam de um maior potencial para um menor potencial.

Com essas características de movimentação de cargas elétricas, para que ocorra o deslocamento de qualquer carga elétrica em um meio condutor, é necessário que haja variação no potencial elétrico, a qual é denominada **diferença de potencial ou ddp**.



Fique atento

A corrente elétrica se torna existente no circuito quando há interligação de uma ddp ao circuito, de forma a criar uma movimentação dos elétrons nos seus condutores.

Grandezas elétricas

O funcionamento dos circuitos elétricos tem como base a aplicação de potencial elétrico em cargas por meio de condutores de energia elétrica. Com isso, a

carga absorve a energia elétrica do circuito e a transforma em outro tipo de energia para utilização.

Tensão elétrica

A tensão elétrica é a força de impulso aplicada aos elétrons livres presentes nos condutores do circuito. Quando esta força é aplicada a um caminho fechado de condução, a movimentação de elétrons se inicia.

A tensão elétrica, também denominada diferença de potencial, possui como unidade o volt (V) e é definida pelo potencial de entrega de trabalho a um circuito. A ddp de 1 volt equivale a possível troca de 1 joule de energia por um deslocamento de 1 coulomb de carga elétrica (BOYLESTAD, 2011):

$$V = \frac{W}{Q}$$

Onde:

V é a tensão elétrica entre dois pontos do circuito em Volts (V).

W é a energia entregue em joules (J).

Q é a carga elétrica deslocada em coulombs (C).

Corrente elétrica

Conforme vimos, as cargas submersas em campos elétricos tendem a se deslocar em relação aos potenciais do campo elétrico, sendo esse o princípio da corrente elétrica. Para que ocorra a movimentação de cargas elétricas, é necessário um caminho que permita esse deslocamento, isto é, um bom condutor elétrico.

Para a área da física, a corrente elétrica é o movimento ordenado de cargas energizadas que surge quando potenciais elétricos diferentes são aplicados em um determinado meio que possua íons ou elétrons livres. Já para as aplicações de energia elétrica, a corrente elétrica é o fluxo ordenado de elétrons em um determinado condutor elétrico (BOYLESTAD, 2011).

A Figura 6 representa um circuito onde ocorre a passagem de corrente elétrica: observe que uma bateria alimenta o circuito, há a aplicação de diferença de potencial, e um condutor permite a passagem de corrente elétrica.



Figura 6. Circuito elétrico simples.

Fonte: Adaptada de BlueRingMedia/Shutterstock.com

O valor de corrente elétrica de um circuito é definido pela quantidade de carga, em Coulombs, que passa em uma seção imaginária de referência em um segundo, conforme ilustrado na Figura 7. Isso é estabelecido na seguinte expressão:

$$I = \frac{Q}{t}$$

Onde:

I = é a intensidade de corrente elétrica em ampères (A).

Q = é a quantidade de carga elétrica que atravessou ordenadamente a seção em Coulombs (C).

t = é o tempo em segundos (s).

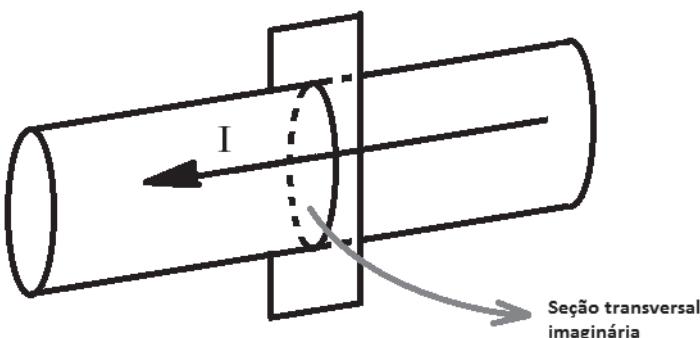


Figura 7. Corrente elétrica em um condutor elétrico.

Fonte: Adaptada de Boylestad (2011, p. 25).

Resistência elétrica

A resistência elétrica é a grandeza que representa a capacidade do elemento de se opor à passagem da corrente elétrica. Até os melhores condutores de eletricidade possuem resistência elétrica, embora com valores bem baixos (BOYLESTAD, 2011).

Essa grandeza também relaciona a tensão e a corrente em circuitos elétricos. Essa relação é descrita pela primeira lei de Ohm, expressa por:

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

Onde:

I = é a intensidade de corrente elétrica em ampères (A).

V = é a tensão elétrica aplicada no circuito em volts (V).

R = é a resistência total do circuito dada em ohms (Ω).

Com essa relação da lei de Ohm, fica evidente que, em uma resistência fixa, a relação entre **tensão e corrente é proporcional**.

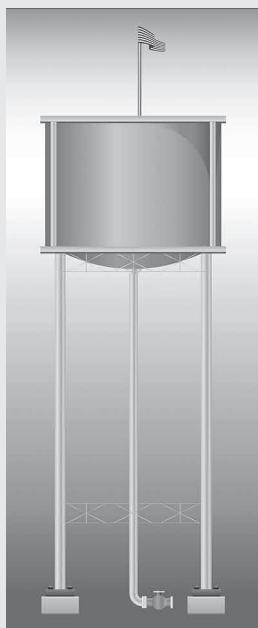
Veja um exemplo.



Exemplo

Vamos fazer uma analogia entre um circuito elétrico e o sistema hidráulico de uma caixa d'água em uma determinada altura, conforme o exemplo da figura abaixo. A altura da caixa d'água proporciona uma energia potencial à água que está no seu interior, assemelhando-se à tensão elétrica. No caso da abertura de um caminho para uma altura menor, a água escoará. Os tubos são o caminho da passagem da água, funcionando como os condutores elétricos. A válvula impede ou permite a passagem de água, assim como a resistência do circuito, que é quem regula a intensidade da corrente que passa por ele.

Neste exemplo, como a altura da caixa é constante, a energia potencial também é semelhante a um circuito alimentado por uma bateria de tensão constante. Quando a válvula começa a ser aberta, há a permissão da passagem da água, transformando a energia potencial contida no fluido em energia cinética, de movimento. Quanto maior for a abertura da válvula, maior será a quantidade de água que escoa. Na analogia com o circuito elétrico, quando há uma redução da resistência, há uma elevação na intensidade da corrente elétrica do circuito (MARKUS, 2001).



Exemplo hidráulico para grandezas elétricas.

Fonte: Fixe1502/Shutterstock.com



Saiba mais

Uma bateria possui tensão elétrica para alimentação do circuito. Quando ela se encontra desligada, sem caminho condutor para a passagem de corrente elétrica, existe um desequilíbrio entre cargas: o polo positivo se encontra com uma grande falta de carga positiva, e o polo negativo, com um excesso dessa carga. Quando surge um caminho de passagem de corrente elétrica, ocorre uma tendência de equilíbrio entre as cargas elétricas da bateria, causando o deslocamento de elétrons do polo negativo para o polo positivo (BOYLESTAD, 2011).

Corrente contínua x corrente alternada

Você já deve ter notado que algumas aplicações utilizam corrente contínua, e outras, corrente alternada. No entanto, em qualquer uma delas, há a absorção de energia elétrica pelas cargas, e daí a possibilidade de realização de trabalho por elas.

Corrente contínua

A corrente contínua consiste em circuitos onde não há alteração do sentido da corrente, como na Figura 8, em que a corrente é fornecida por fontes de tensão contínua, como pilhas e baterias. Estes tipos de fonte nunca variam a polaridade do potencial de seus terminais: o terminal positivo sempre está positivo, e o negativo, sempre negativo (MARKUS, 2001). Abreviamos a corrente contínua como CC (ou, em inglês, DC, que significa *Direct Current*).

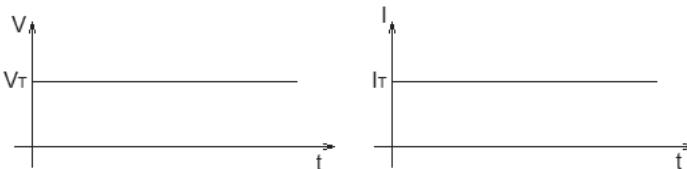


Figura 8. Gráficos de tensão e corrente CC.

Fonte: Adaptada de Markus (2001, p. 17).

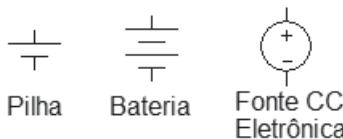


Figura 9. Símbologia das fontes de alimentação de corrente contínua.

Corrente alternada

A corrente alternada consiste em circuitos nos quais o sentido de circulação da corrente varia, pois os polos de alimentação se alternam entre positivo e negativo, como representado na Figura 10. Abreviamos a corrente alternada como CA (ou, em inglês, AC, que significa *Alternate Current*). Esse tipo de corrente é fornecido por fontes de corrente alternada, como em geradores CA, os quais fornecem tensão senoidal, que alimentam residências e fábricas (MARKUS, 2001). As frequências da corrente alternada possuem valores de 50 e 60 Hz. Você sabia que no Brasil utilizamos 60 Hz como frequência da rede?

Esse tipo de energia é utilizado pela sua flexibilidade (pois níveis de tensão podem ser alterados com mais facilidade do que nos sistemas CC) e pela eficiência dos geradores trifásicos CA.

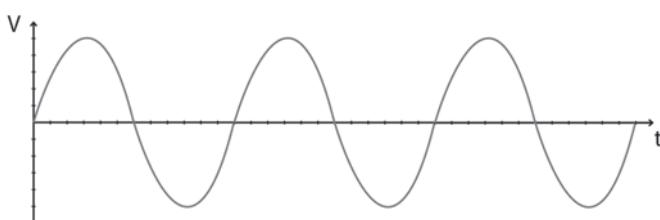


Figura 10. Gráficos de tensão CA.

Fonte: Adaptada de teerawat chitprung / Shutterstock.com

A análise de circuitos CA é diferente da de circuitos CC, pois não é possível a utilização de uma tensão fixa para o cálculo nesse tipo de circuito. Assim, a equiparação da tensão CA com a tensão CC ocorre por meio da tensão RMS CA, a qual é obtida pela expressão:

$$V_{RMS} = \frac{V_{MÁX}}{\sqrt{2}}$$

Onde:

V_{RMS} é a tensão eficaz para corrente CA em volts (V).

$V_{MÁX}$ é a tensão máxima da senoide dada em volts (V).

A tensão RMS CA equivale ao mesmo valor de tensão CC aplicada a uma resistência realizando o mesmo trabalho, ou seja, com o mesmo aquecimento.



Saiba mais

Para saber mais sobre os circuitos de corrente alternada, consulte o livro *Fundamentos de Circuitos Elétricos* (ALEXANDER; SADIKU, 2013).



Exercícios

1. Qual é a unidade da carga elétrica?
 a) Ampère.
 b) Volt.
 c) Ohm.
 d) Coulomb.
 e) Watt.
2. Para que exista uma corrente elétrica em um condutor, é necessário que:
 a) Exista potência elétrica.
 b) Exista uma diferença de potencial (tensão).
 c) Exista resistência elétrica.
 d) Exista reatância elétrica.
 e) A corrente elétrica não circule em condutores.
3. A unidade da corrente elétrica é:
 a) Watt.
4. A maior ou menor resistência em um circuito elétrico irá determinar:
 a) Menor ou maior corrente elétrica.
 b) Maior potência.
 c) Maior tensão.
 d) Menor carga elétrica.
 e) Menor reatância elétrica.
5. Qual é a unidade de resistência elétrica?
 a) Volts.
 b) Coulomb.
 c) Ampére.
 d) Watt.
 e) Ohm.



Referências

ALEXANDER, C. K.; SADIKU, M. N. O. *Fundamentos de circuitos elétricos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

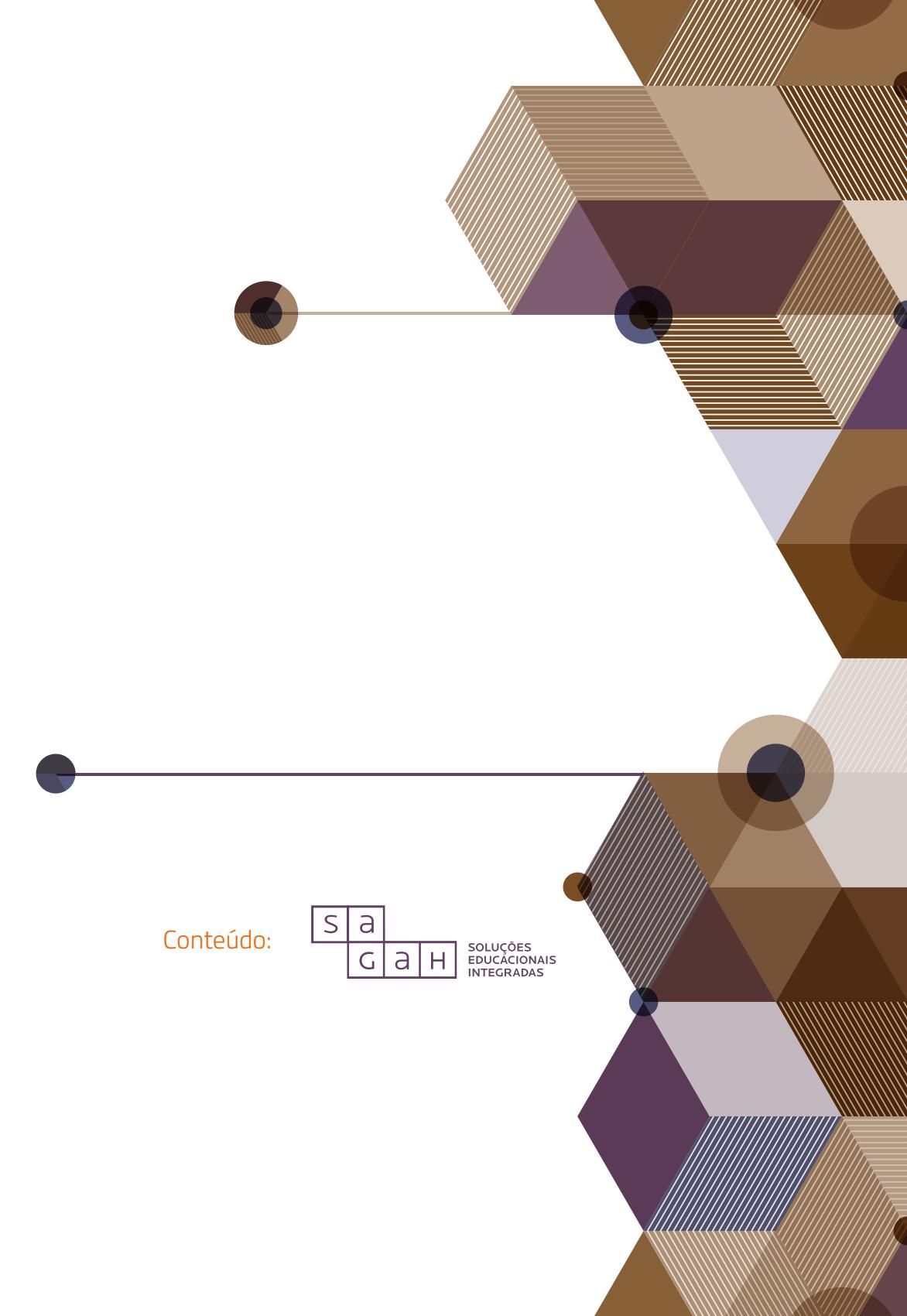
BOYLESTAD, R. L. *Introdução à análise de circuitos*. 10. ed. São Paulo: Pearson Education, 2011.

MARKUS, O. *Circuitos elétricos: corrente contínua e corrente alternada*. São Paulo: Érica, 2001.

Leitura recomendada

NILSSON, J.; RIELDEL, S.; *Circuitos elétricos*. 8. ed. São Paulo: Pearson Education, 2009.

Encerra aqui o trecho do livro disponibilizado para esta Unidade de Aprendizagem. Na Biblioteca Virtual da Instituição, você encontra a obra na íntegra.



Conteúdo:



SOLUÇÕES
EDUCACIONAIS
INTEGRADAS