



SFV

Curso Híbrido de Instalador de
Sistemas Fotovoltaicos

Unidade 1

Eletricidade básica aplicada a Sistemas Fotovoltaicos

Ficha 3

DIFERENÇA NECESSÁRIA



Por meio da:



MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO





Objetivos de aprendizagem

Os alunos e as alunas serão desafiados a:

1. Conceituar energia potencial elétrica e diferença de potencial elétrico;
2. Relacionar a diferença de potencial elétrico com a existência de corrente elétrica.



Competências

Capacidades Técnicas e Conhecimentos conforme os Itinerários Formativos EnergIF

- Compreender os conhecimentos básicos sobre a eletrostática, a eletrodinâmica e as principais grandezas elétricas.
 - Potencial elétrico e diferença de potencial elétrico.



Relação com a Unidade Curricular

Este tópico faz parte do conjunto de conhecimentos necessários para a compreensão dos fenômenos relacionados à eletrostática e à eletrodinâmica e as principais grandezas elétricas, abordando os conceitos de potencial elétrico e de diferença de potencial elétrico. O assunto é essencial para que se compreenda o que provoca a circulação de corrente elétrica e como a energia armazenada pelas cargas elétricas é transferida às cargas e outros dispositivos que fazem parte de um circuito elétrico. Mais do que isso, o conceito de tensão é necessário para a compreensão do funcionamento de qualquer circuito elétrico, seja em corrente contínua, seja em corrente alternada.

É necessário energia para ter tensão?

Você já deve saber que para uma lâmpada acender ou um trem de metrô se deslocar de uma estação à outra deve-se ter energia elétrica. Mas como exatamente essa energia é capaz de gerar esses resultados?

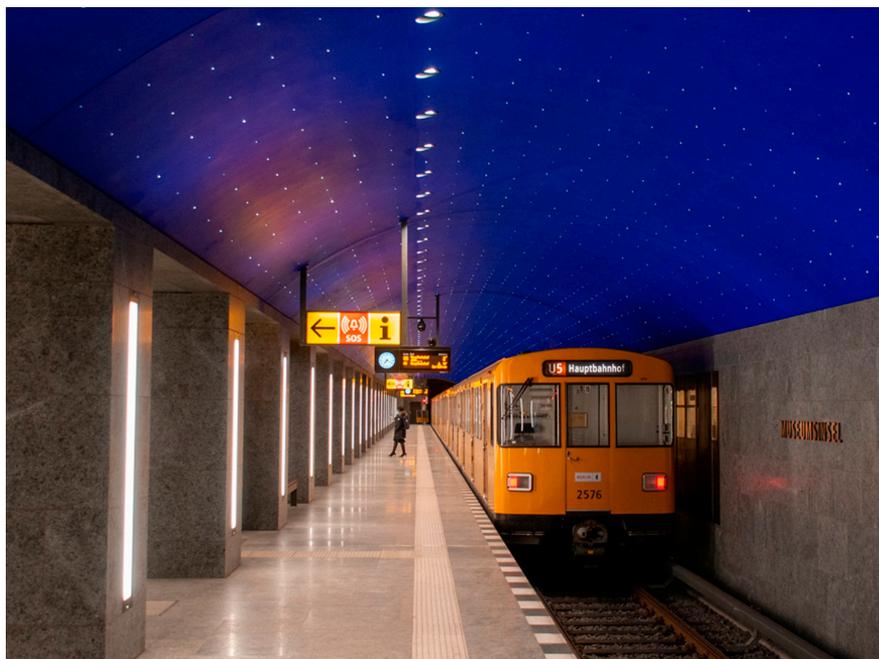


Figura 1: De que forma a energia tem sua participação no deslocamento do metrô de uma estação à outra?

Fonte: [Pixabay](#)

Já aprendemos que a corrente elétrica é o fluxo de elétrons ao longo de um circuito elétrico, feito de um material condutor, como o cobre. Aprendemos também que esse metal é um bom condutor porque sua última camada de elétrons, a camada de valência, tem elétrons que se movem livremente, de um átomo de cobre para outro, de modo aleatório, em todas as direções. Finalmente, para criarmos o fluxo de elétrons em uma única direção, ao longo do circuito elétrico, aprendemos que é necessário criar um desequilíbrio de carga elétrica, que pode ser originado por uma fonte de energia, por exemplo, uma pilha.

Vamos aprender um pouco mais sobre esse desequilíbrio de carga elétrica, ou o que chamamos de **diferença de potencial elétrico** (ou, simplesmente, tensão). A diferença de potencial é como uma força gerada pela fonte de energia em um circuito elétrico que empurra os elétrons pelo condutor, possibilitando que eles energizem tudo, desde lâmpadas até trens.

① De onde vêm os diferentes potenciais elétricos?

Provavelmente, você já ouviu falar da história da maçã que teria caído sobre a cabeça de Isaac Newton e clareado as ideias dele sobre a ação das forças gravitacionais. Se é real ou não essa história, não sabemos. O fato é que se uma maçã caiu, foi pela ação da força da gravidade e porque ela tinha energia potencial gravitacional armazenada.



Figura 2: Uma maçã presa na árvore tem potencial para cair. Portanto, tem potencial de movimento ou, ainda, de energia.

Fonte: [Pixabay](https://pixabay.com)

Assim como a maçã, todo objeto que está a uma determinada altura, quando solto, irá cair. Por exemplo, quando seguramos uma bola em nossas mãos, a bola tem energia potencial. Quando deixamos a bola cair, a energia potencial é convertida em energia cinética, que é a energia que um objeto tem quando está em movimento, até ela tocar o chão. Isso acontece porque a energia potencial armazenada pela bola (ou pela maçã) é utilizada pela força da gravidade, realizando trabalho, ou seja, o movimento.

O fato é que, se a maçã estivesse no chão, ela jamais teria atingido Newton (a menos que alguém a atirasse, claro!). Em outras palavras, foi necessária uma diferença de altura entre a maçã e a cabeça de Newton para que esse fato histórico acontecesse.

Isso explica, por exemplo, por que a caixa d'água fica na parte de cima da casa. Assim como a maçã de Newton, ou a bola do exemplo anterior, a água armazenada em um reservatório acima da casa possui energia potencial. Por isso, quando abrimos uma torneira, que está posicionada a uma altura menor que a da caixa d'água, a água desce desta para a torneira, por ação da força da gravidade.

Então, quando falamos em potencial, nos referimos à capacidade de um objeto de realizar movimento e, para que esse movimento aconteça, é necessária a atuação de uma força e a existência de um caminho livre.

Você deve estar pensando: "E o que isso tem a ver com eletricidade?".

Bem, assim como a bola ou a água precisam possuir energia potencial gravitacional para se movimentarem quando a gravidade age sobre elas, as cargas elétricas precisam armazenar energia potencial elétrica para que elas sejam postas em movimento sob a ação de uma força elétrica.

Vamos fazer uma analogia do comportamento das cargas elétricas com a água. Para armazenar energia potencial gravitacional, a caixa d'água precisa ser colocada a uma dada altura com relação à torneira, ou seja, é necessário que exista uma diferença de altura da caixa d'água com relação à torneira.

A água não vai sozinha para a caixa d'água. Ela é bombeada mecanicamente a partir do poço. Assim, a bomba d'água exerce uma força contrária à gravidade e, portanto, fornece energia para a água a fim de colocá-la na caixa. Quanto mais alto ela for colocada, maior será a energia potencial armazenada pela água. Além disso, quanto mais água houver na caixa d'água, mais tempo será possível utilizar a torneira.

De forma semelhante, é possível armazenar energia potencial elétrica. Se separarmos uma quantidade de cargas elétricas negativas e positivas, por exemplo, afastando o elétron da última camada de valência de um átomo de cobre do resto de sua estrutura atômica, criamos duas regiões — uma com carga positiva e outra com carga negativa. Assim, cada uma dessas regiões possui um potencial diferente, como mostrado na Figura 3.

Essa ação de estabelecer regiões de cargas positivas e negativas é o que acontece, por exemplo, em uma bateria, onde concentrações de cargas positivas e negativas são criadas nos seus terminais por meio de uma ação química. Repare que a separação das cargas ocorre, então, quando “empurramos” o elétron para fora da camada de valência do átomo, ou seja, fornecemos energia a ele.

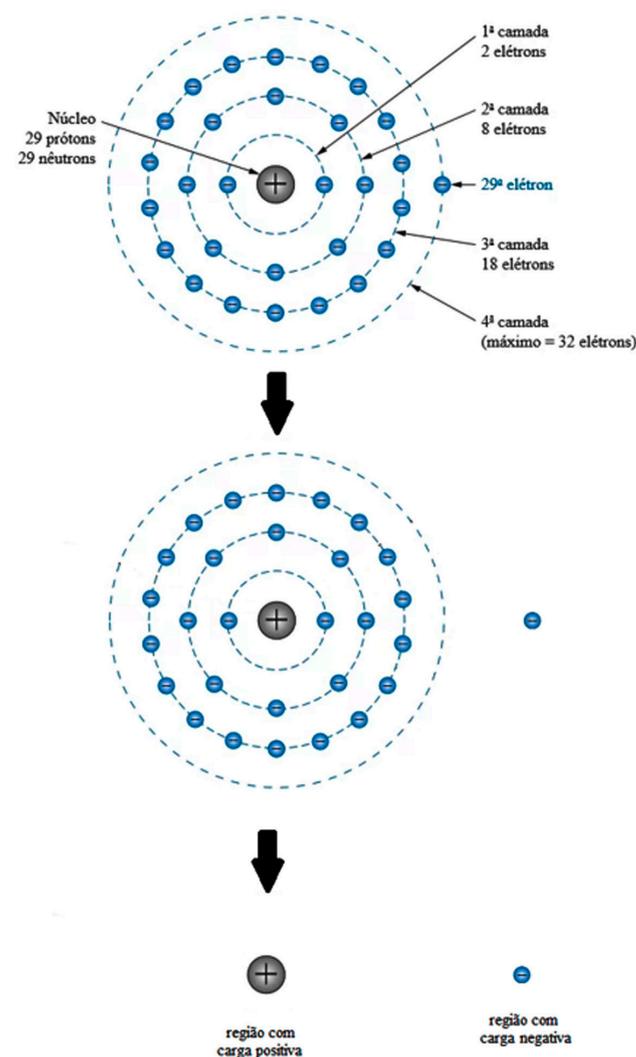


Figura 3: Quando fornecemos uma quantidade de energia ao elétron da última camada de valência do átomo de cobre (29º elétron), ele é afastado da órbita do átomo, criando duas regiões com cargas positivas e negativas.

Fonte: Elaborada pelo autor

À diferença de potencial elétrico que se forma entre essas duas regiões chamados de tensão. Então, é simples assim. Se você quer criar um nível de tensão, basta separar cargas positivas e negativas em regiões diferentes. Quanto maior for a tensão desejada, maior deve ser a diferença de potencial entre as regiões positiva e negativa. E, quanto mais cargas formarem essas regiões, mais energia é armazenada. Dessa forma, podemos dizer que a tensão entre as regiões positiva e negativa equivale à altura da caixa d'água, e a quantidade de cargas elétricas pode ser comparada à quantidade de água na caixa.

Outro fato interessante é que, quando armazenamos a água na caixa d'água, precisamos aplicar uma força para cima para elevar a água, que é contrária à força da gravidade. De forma análoga, ao separarmos as regiões de carga positiva e negativa, aplicamos uma força contrária à força elétrica que surge entre essas regiões e tenta aproximá-las.

Se tivermos um cano conectando a caixa d'água a uma torneira, ao abrirmos esta, teremos água (ao menos enquanto houver água na caixa). O que acontecerá se tivermos um caminho ligando as duas regiões de cargas elétricas e fecharmos um interruptor? Toda essa analogia é ilustrada na Figura 4.

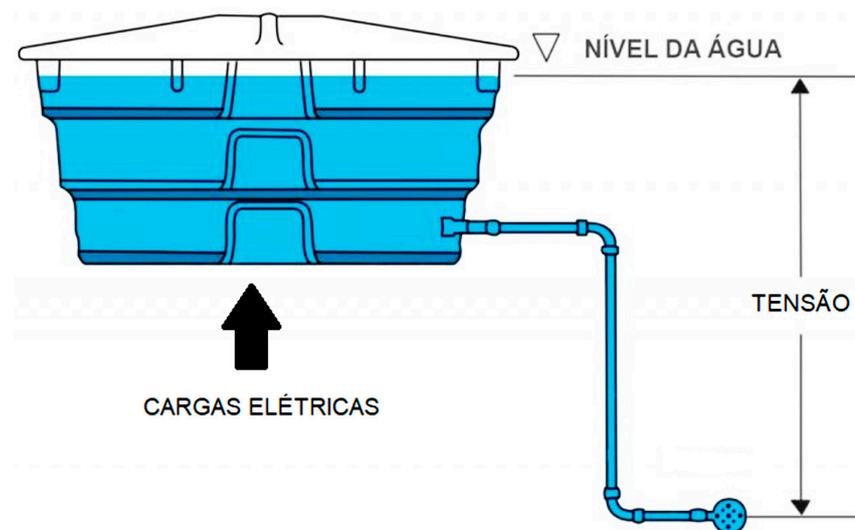


Figura 4: Analogia entre potencial e uma caixa d'água. A tensão equivale à altura da água com relação à torneira, enquanto a quantidade de carga armazenada pode ser representada pelo volume de água na caixa.

Fonte: Elaborada pelo autor

2 Quantas cargas para ter 1 Volt?

Quando falamos em potencial, referimo-nos à capacidade de realização de movimento e, para que esse movimento aconteça, vimos que é necessária a atuação de uma força e a existência de um caminho livre. Assim, a água da caixa d'água só sairá pela torneira se houver uma tubulação que as conecte e se a torneira for aberta. A bola só tocará o solo se, no seu caminho, não houver outro objeto separando os dois. De forma análoga,

as cargas elétricas somente irão se deslocar quando, além da diferença de potencial, também encontrarem um caminho pelo qual puderem fluir.

Seguindo com a analogia, podemos dizer, então, que o condutor de cobre seria como o cano para a água e o interruptor seria como a torneira. A exemplo da água, que vai do ponto de maior potencial gravitacional para o ponto de menor potencial gravitacional, ou seja, do lugar mais alto para o lugar mais baixo, as cargas elétricas também são “preguiçosas”, indo do ponto de maior potencial elétrico para o ponto de menor potencial elétrico.



Figura 5: O interruptor é como a “torneira” que abre e fecha a passagem do caminho elétrico que acende e apaga a luz.

Fonte: [Freelimages](#)

Quando uma carga elétrica se move de um ponto para o outro, sua energia elétrica potencial muda — assim como a energia potencial da bola em nossas mãos se transforma em energia cinética quando a soltamos e ela cai em direção ao chão. A variação de energia que essa carga teve ao longo do deslocamento é a diferença de potencial da carga. A unidade para medir essa energia é o Joule (J).

Podemos pensar que, em um determinado ponto A, essa carga possui um potencial elétrico. No ponto B, para onde ela se deslocou, a carga possui outro potencial elétrico, porque a carga perdeu energia, não só pelo deslocamento, mas porque, dependendo do circuito, parte dessa energia será transformada em luz, calor etc. A diferença de potencial, ou seja, a tensão entre os pontos A e B, será igual à variação da energia potencial que uma carga possui quando se desloca de um ponto para outro. Podemos formalizar um pouco esse processo, por meio da simbologia matemática, para facilitar nosso entendimento.

Por ter um valor muito pequeno, é irrelevante falar na tensão estabelecida pelo afastamento de um único elétron do átomo. Por isso, nós utilizamos como unidade de carga elétrica o Coulomb (C). Um Coulomb é a carga total associada a $6,242 \times 10^{18}$ elétrons, ou seja, 6.242.000.000.000.000 de elétrons.

Imagine, então, que iremos utilizar 1 J de energia para movimentar uma carga negativa de 1 C, do ponto A para o ponto B. Podemos definir 1 Volt como sendo a diferença de potencial existente entre esses dois pontos. A equação que representa essa relação é:

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

Sendo:

V – tensão, em Volt (V);

W – energia, em Joule (J);

Q – carga elétrica, em Coulomb (C).

A unidade de medida Volt (V) foi escolhida em homenagem ao físico italiano Alessandro Volta, que, no ano de 1800, inventou uma fonte de energia elétrica baseada em reações químicas, estabelecendo uma tensão de maneira relativamente contínua, que permitiu sua utilização prática.

Amplificadores

Como uma expansão desta aula, procure identificar a tensão imposta por diversos tipos de fontes, como pilhas, baterias, células e módulos fotovoltaicos. Analise também a tensão nominal de diferentes equipamentos, buscando identificar qual a diferença de potencial necessária para seu adequado funcionamento.



Fonte: [Recicloteca](#)



Tecnologia em foco

As tensões das diferentes fontes podem ser medidas com um multímetro. O aparelho é capaz de medir diversas grandezas elétricas, entre elas, a tensão. Para isso, suas pontas de prova devem ser colocadas em paralelo com os pontos entre os quais se pretende fazer a medição. Lembre-se apenas de selecionar a escala correta, a fim de evitar leituras imprecisas ou mesmo danos ao equipamento.



Fonte: [Wikipédia](#)



Dicas para o instalador ou a instaladora de SFV

Antes de conectar os módulos fotovoltaicos ao inversor, é importante verificar se existe compatibilidade de tensão entre eles. A tensão de saída dos módulos (ou dos arranjos de módulos) deve estar dentro da faixa de tensões admitida pelos inversores. Tensões dos módulos abaixo dos valores aceitos pelo inversor não conseguem fazer com que o gerador opere em seu ponto de máxima potência. Por outro lado, tensões dos módulos acima da faixa admitida pelo inversor podem fazer com que sejam acionadas as suas proteções e o gerador seja desligado.



Situações de avaliação

Diferentes equipamentos necessitam de diferentes tensões para funcionar. De forma análoga, diferentes fontes de energia possuem diferentes valores de tensão. Com base no que foi estudado, reflita sobre as diferentes fontes de tensão existentes e suas tensões. Você também pode trocar ideias com alguns colegas. Coloque em pauta tópicos como a necessidade de compatibilidade de tensão entre a fonte e a carga que ela irá alimentar e a quantidade de energia que pode ser armazenada em cada fonte. Será que, quanto maior for a tensão, melhor será a fonte de energia? Analise a possibilidade de se associar diversas fontes de energia para fornecer um determinado nível de tensão. Isso pode ser feito? Onde você já viu essa associação?

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente da República

Luiz Inácio Lula da Silva

Ministro de Estado da Educação

Camilo Sobreira de Santana

Secretário de Educação Profissional e Tecnológica

Getúlio Marques Ferreira

Coordenação do Projeto Profissionais do Futuro: Competências para a Economia Verde

Fábio de Medeiros

APOIO TÉCNICO

Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Diretor Nacional

Michael Rosenauer

Coordenação do Projeto Profissionais do Futuro: Competências para a Economia Verde

Julia Giebeler Santos

Coordenação do material

Roberta Knopki (GIZ)

Marco Antonio Juliatto (MEC)

Instalador de Sistemas Fotovoltaicos

Fichas de Conteúdo

Organização

Roberta Knopki (GIZ)

Projeto Instrucional

Cristine Barreto (Ohje Soluções de Aprendizagem)
Anderson Castanha

Autoria

Eduardo Shiguelo Hoji (IFSP)

Design Instrucional

Nina Machado (Ohje Soluções de Aprendizagem)

Revisão de Língua Portuguesa

Patrícia Sotello

Projeto Gráfico e Diagramação

André Guimarães S. (Yellow Carbo Design)

Abril de 2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Instalador de sistemas fotovoltaico [livro eletrônico] :
fichas de conteúdo / coordenação Roberta Hessmann Knopki, Marco Antonio Juliatto. --
1. ed. -- Brasília, DF : Ministério da Educação :
Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit - GIZ, 2023.

PDF

Vários autores.

ISBN 978-85-92565-07-7

1. Energia - Fontes alternativas 2. Energia solar fotovoltaica 3. Instalações elétricas I. Knopki, Roberta Hessmann. II. Juliatto, Marco Antonio.

23-149831

CDD-621.47

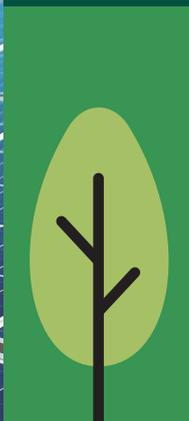
Índices para catálogo sistemático:

1. Energia solar fotovoltaica : Engenharia 621.47
Henrique Ribeiro Soares - Bibliotecário - CRB-8/9314

INFORMAÇÕES LEGAIS

As ideias e opiniões expressas nesta publicação são dos autores e não refletem necessariamente a posição do Ministério da Educação ou da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

A duplicação ou a reprodução do todo ou partes (incluindo a transferência de dados para sistemas de armazenamento de mídia) e a distribuição deste material para fins não comerciais é permitida, desde que o Ministério da Educação e a GIZ sejam citados como fonte da informação. Para usos comerciais, incluindo duplicação, reprodução ou distribuição do todo ou partes, é necessário o consentimento por escrito do MEC e da GIZ.



SFV

Curso Híbrido de Instalador de
Sistemas Fotovoltaicos