



SFV

Curso Híbrido de Instalador de
Sistemas Fotovoltaicos

Unidade 1

Eletricidade básica aplicada a Sistemas Fotovoltaicos

Ficha 9

MEDINDO O INVISÍVEL



Por meio da:



MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO





Objetivos de aprendizagem

Os alunos e as alunas serão desafiados a:

1. Descrever as funcionalidades dos diferentes equipamentos utilizados para medição das grandezas elétricas.



Competências

Capacidades Técnicas e Conhecimentos conforme os Itinerários Formativos EnergIF

- Conhecer e utilizar corretamente os instrumentos de medição das grandezas elétricas.
 - Manuseio de instrumentos de medição das grandezas elétricas (voltímetro, amperímetro, wattímetro e megômetro).



Relação com a Unidade Curricular

Este tema está bastante relacionado e articulado com os temas anteriores que discutiram os conceitos básicos e fundamentais da eletricidade, como as suas principais grandezas: tensão elétrica, corrente elétrica, resistência elétrica, potência e energia elétrica. Foram estudadas também as relações entre elas, como as Leis de Ohm e Kirchoff. Esses conceitos são os temas mais básicos do mundo da eletricidade e suas noções são o alicerce de todos os profissionais que trabalham na área elétrica. Esta ficha trata dos equipamentos de medição que permitem medir tais grandezas, quais equipamentos são utilizados e como interpretar o que é indicado neles. Este conteúdo estará intrinsecamente relacionado com todo o restante dos temas do curso, pois faz parte das atividades de um profissional que atua com a instalação de sistemas fotovoltaicos a realização de medições de grandezas elétricas após a conclusão do trabalho, para se certificar de que a montagem foi realizada dentro dos parâmetros do projeto. Como o conteúdo desta ficha é bastante próximo da prática, não foram descritos detalhes de manuseio dos instrumentos, pois essa parte será reforçada durante as aulas presenciais do curso.

Por que temos que medir?



Figura 1: No supermercado, quando compramos legumes, costumamos pesá-los para medir a quantidade que levamos para casa. E quem trabalha com eletricidade, será que precisa medir alguma coisa?

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

Essa é uma pergunta difícil ou fácil de responder? Pense em uma atividade que você faz e que envolve situações em que precisa medir algo. Por exemplo, quando você vai à feira ou supermercado e compra frutas, legumes ou uma peça de carne, precisa levar esses produtos a uma balança, não precisa? Mas, por que você precisa medir o peso do pedaço de carne que você quer comprar para fazer aquele churrasco no final de semana?

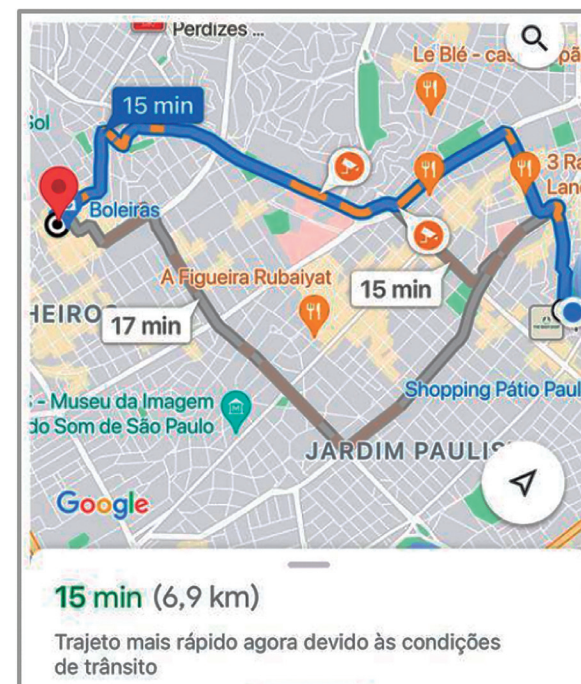


Figura 2: Quando estamos atrasados para chegar a algum lugar, os aplicativos de trânsito são um ótimo recurso para medirmos a menor distância entre dois pontos.

Fonte: [Canaltech](https://canaltech.com.br)

Se existem dois caminhos para você ir de casa para a escola ou o trabalho, e você acordou tarde, está atrasado ou atrasada, e precisa chegar lá mais rápido, a solução é “medir” a distância (olhar no GPS do celular) e escolher o caminho mais curto dos dois.



Figura 3: O relógio de luz, tecnicamente chamado de medidor de energia, mede a quantidade de energia consumida na sua casa.

Fonte: Acervo do autor

Um exemplo mais próximo do nosso dia a dia, na área elétrica, é a conta de energia que pagamos todo mês. O “relógio de energia”, que fica na frente da sua casa, mede a quantidade de energia consumida em sua residência. Os números que aparecem no visor ficam avançando ao longo do dia. Se você anotar o valor registrado pela manhã e à noite e, subtrair o menor do maior, você vai ter a quantidade de energia consumida por sua casa naquele dia.

As grandezas elétricas que estudamos anteriormente (tensão, corrente, resistência, potência e energia) também podem e devem ser medidas em diversas situações. Por exemplo, para saber se uma tomada está funcionando (está energizada), é necessário medir a tensão existente. Ou, ao contrário, um profissional precisa confirmar que determinada instalação elétrica está desenergizada (sem tensão), para que ele possa realizar a manutenção sem correr o risco de sofrer um choque elétrico.



Figura 4: Para saber se uma tomada está funcionando, medimos a tensão existente no dispositivo.

Fonte: Acervo do autor

E por que pesamos o pedaço de carne, afinal? Primeiro, porque precisamos saber a quantidade de carne que estamos levando para casa. Segundo, porque, uma vez que medimos o peso, e verificamos que a quantidade está certa, precisamos pagar pela carne que levamos — afinal, o preço desse alimento é proporcional ao valor marcado na balança. Vamos continuar a conversa sobre medidas, discutindo sobre qual equipamento ou instrumento deve ser utilizado para realizar medições quando o assunto é eletricidade. Dependendo da grandeza em questão (tensão, corrente etc.), há um instrumento para realizar cada medida e, principalmente, um modo adequado para fazê-lo.

1 Instrumentos de medidas elétricas

Da mesma forma que, para medir o peso do pedaço de carne que você vai comprar para o churrasco do final de semana, você precisa de uma balança, para realizar qualquer tipo de medição da área da eletricidade, precisa utilizar instrumentos de medidas elétricas.

Afinal, por que é necessário medir o peso do pedaço de carne?

Você deve ter imaginado uma resposta bem complexa, não é? Mas é necessário medir o peso da carne para saber o valor que será pago por ela. Como você deve saber, a carne é vendida em “reais por quilograma”.

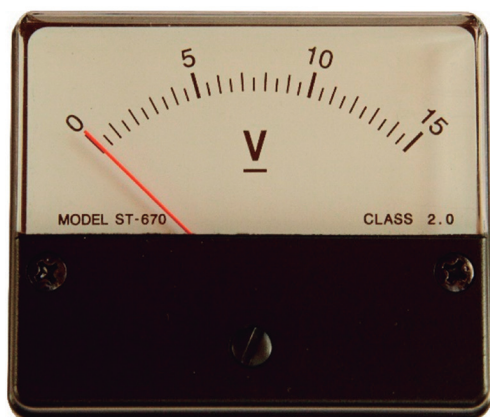


Figura 5: Voltímetro analógico.

Fonte: [Piqsels](#)

Existem dois tipos de instrumentos para realizarmos esse tipo de medição. Os analógicos, que são aqueles que utilizam uma escala (um tipo de régua) e um ponteiro indicador. Atualmente, esses instrumentos são pouco utilizados em campo, mas é possível encontrá-los fixos e instalados em portas de quadros elétricos. A vantagem desse tipo de instrumento é que eles não necessitam de alimentação auxiliar para funcionar, porém, precisam ser utilizados em uma posição determinada para evitar erros de medição.



Figura 6: Voltímetro digital.

Fonte: [Casa da robótica](#)

Outro tipo de instrumento muito comum entre os profissionais da área elétrica é o digital. Nos instrumentos digitais, o valor medido é indicado diretamente na tela (display) do instrumento, o que facilita muito a leitura. Além disso, eles podem ser utilizados em qualquer posição e necessitam de alimentação auxiliar para funcionar. Devido a essas

características, são muito utilizados por profissionais em campo, pois também podem ser portáteis e alimentados por pilhas. Assim como no caso dos instrumentos analógicos, também existem instrumentos digitais que são instalados em quadros elétricos.

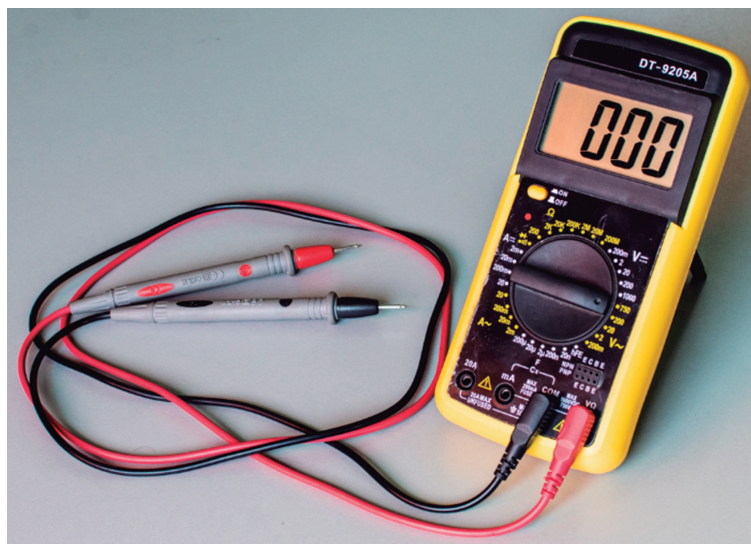
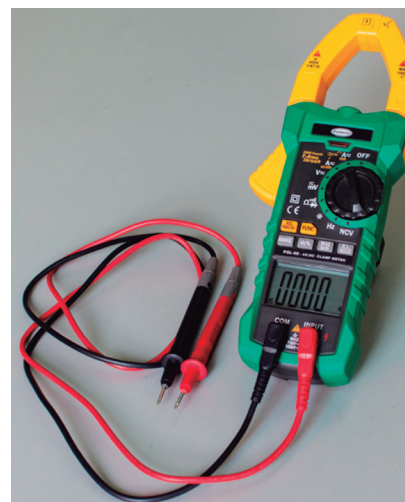


Figura 7: Multímetro digital.

Fonte: Acervo do autor

Atualmente, é comum encontramos vários instrumentos de medição integrados em um mesmo equipamento, o que permite medir diferentes grandezas sem precisar carregar diferentes instrumentos em uma "maleta de instrumentos" (imagine só!). Esse equipamento chama-se multímetro. A grande vantagem de utilizar um multímetro é que, como ele reúne vários instrumentos de medição, o profissional tem em mãos a maioria dos instrumentos que permitem a ele resolver diversos problemas ou avaliar diferentes situações relacionadas com a área elétrica, em qualquer lugar que esteja.



Outro tipo de multímetro muito utilizado por profissionais da área elétrica é o alicate multímetro, mais comumente chamado de alicate amperímetro. Mas, calma! Daqui a pouco vamos entender o porquê de ele ser chamado assim.

Figura 8: Alicate amperímetro.

Fonte: Acervo do autor



Figura 9: Detalhe da chave seletora de um alicate amperímetro.

Fonte: Acervo do autor

Ambos os equipamentos (multímetro e alicate multímetro) são vendidos com uns cabinhos que chamamos de ponteiros. Essas ponteiros têm cores bem características: vermelha e preta. Mais adiante vamos ver para que servem.

Os multímetros e os alicates amperímetros também possuem uma chave seletora, que tem duas funções: ligar ou desligar o equipamento (para não descarregar a bateria), além de servir para selecionar

o instrumento que você quer utilizar. Lembre-se sempre de desligar o equipamento quando não o estiver usando, senão a bateria descarregará e quando você precisar usá-lo novamente, ele não vai funcionar, deixando você na mão! Já aconteceu comigo, e você pode imaginar meu mau humor!

Agora que você já sabe que, dependendo da grandeza, há um instrumento para realizar cada medida elétrica, vamos conhecer um pouco mais de cada um deles?

2. Como realizar a medição da tensão?

A primeira grandeza cuja medição iremos aprender a realizar é a tensão. Para realizarmos esse tipo de medição, utilizamos o voltímetro, aquele cujas fotografias você já viu, tanto na versão analógica (Figura 5) quanto digital (Figura 6). O voltímetro também está presente no multímetro e em alicates amperímetros; é só rodar a chave seletora para a letra V, que o instrumento assume essa função. O voltímetro já fornece os valores medidos em volts (V), que é a unidade da tensão.

Como a tensão também é denominada diferença de potencial, para medirmos um valor de tensão, é necessário utilizar as duas ponteiros, vermelha e preta, a que nos referimos antes, quando descrevemos o multímetro e o alicate amperímetro (Figura 8).

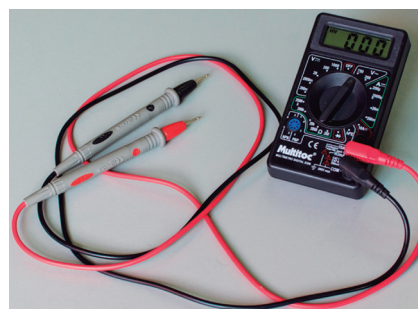
Para fazer isso, o procedimento é simples e pode ser realizado tanto com o alicate amperímetro quanto com o multímetro; porém, é necessário seguir os passos e orientações:



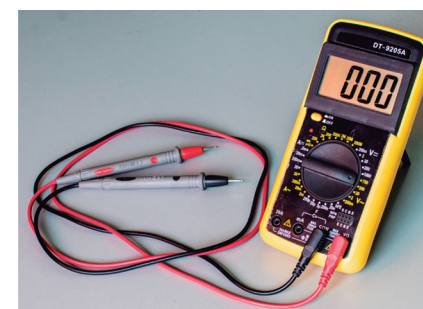
Fonte: Acervo do autor

1. Inicialmente, gire a chave seletora do instrumento para a função voltímetro (V) e identifique o tipo de tensão que será medida, se alternada ou contínua.

2. Para medir a tensão alternada, gire a chave para a escala que possui um V~. Se for para medir a tensão contínua, gire a chave para a escala que possui um V--. Existem multímetros que precisam ser ligados apertando-se um botão; outros, apenas girando a chave.



Fonte: Acervo do autor

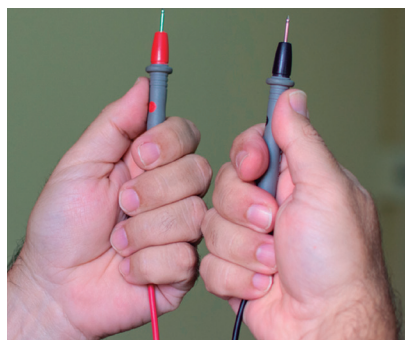


3. Para começar a medição, selecione a escala maior. Por exemplo, se for medir a tensão alternada, você tem duas escalas: 200 V e 750 V. Escolha primeiro a maior. Depois, se a tensão medida for pequena, e você quiser uma informação mais detalhada, passe para a escala menor.

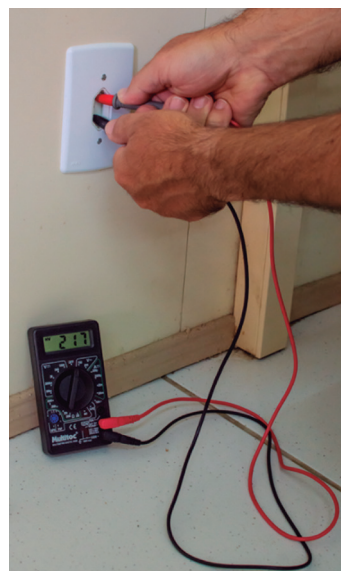


Fonte: Acervo do autor

4. Encoste a ponta metálica das ponteiros nos terminais em que deseja realizar a medição. Por exemplo, se for uma tomada, coloque cada ponta metálica dentro de um dos furos da tomada. Muito cuidado para não encostar as mãos na parte metálica das ponteiros, evitando, assim, choques elétricos. Cuidado também para não encostar uma ponteira energizada na outra — se encostar, você cria um curto-circuito! Se for medir a tensão de uma pilha, encoste cada uma das ponteiros em um dos polos, positivo e negativo, da bateria.



Fonte: Acervo do autor



Fonte: Acervo do autor

5. Efetue a leitura do valor indicado na tela do instrumento.
6. Ao concluir a leitura, se não for mais utilizar o instrumento, certifique-se de que ele esteja desligado.

Um exemplo de uso do multímetro para medir a tensão de um módulo fotovoltaico é ilustrado na Figura 10, a seguir.

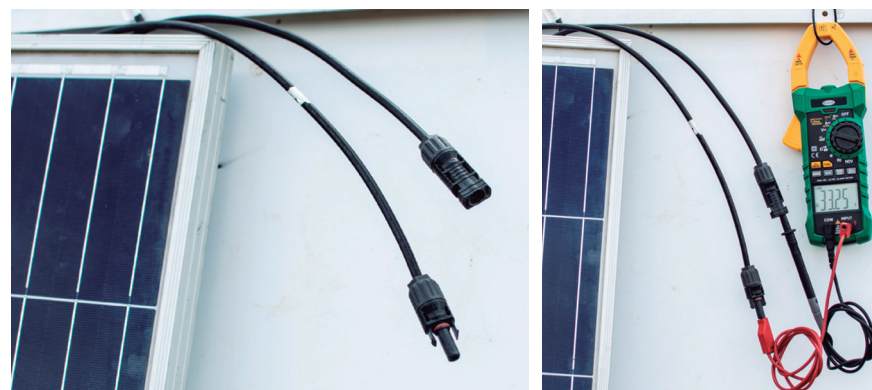


Figura 10: Exemplo de medição de tensão de um módulo fotovoltaico utilizando um multímetro.

Fonte: Acervo do autor

Cada ponteira do multímetro é ligada em um dos conectores do módulo fotovoltaico. O procedimento é o mesmo descrito no passo a passo, apenas com a observação de que a tensão do módulo fotovoltaico é contínua. Portanto, você deve girar a chave seletora para uma escala que possua o V--.

3) Como realizar a medição de corrente?

Vamos passar para a segunda grandeza a ser medida: a corrente elétrica. Para realizarmos a medição do valor da corrente elétrica, utilizamos um instrumento chamado amperímetro.

A medição da corrente elétrica é muito diferente da medição da tensão elétrica, pois o amperímetro precisa ser conectado em série com o circuito que desejamos medir. Por exemplo, para medirmos a corrente de uma lâmpada, precisamos abrir o circuito e conectar o amperímetro em série com a lâmpada, como mostra a Figura 11.

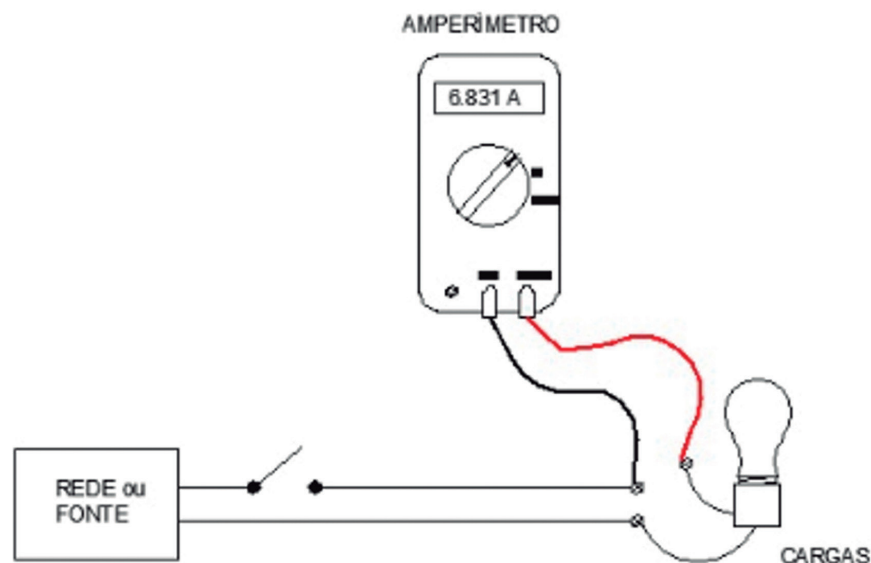


Figura 11: Esquema representativo da conexão em série do amperímetro com o circuito em que se deseja medir a corrente elétrica. Sempre com o circuito aberto!

Fonte: CONNECTA.FG

Em qualquer caso de medição de corrente elétrica, o amperímetro precisa estar conectado em série, para que a mesma corrente da lâmpada, por exemplo, passe por ele. Esse processo de medição é bastante complicado, pois, para qualquer corrente que precisemos medir, em qualquer circuito, é necessário que este seja desconectado e, depois, conectado novamente. Esse procedimento é o que chamamos de invasivo.

Mas, calma, esse problema tem uma solução bastante inteligente. Para evitar essa "invasão do circuito" é que existe o alicate amperímetro. É muito comum utilizarmos o alicate amperímetro para medir correntes elétricas, tanto contínuas como alternadas.

Como dito anteriormente, o alicate amperímetro pode ser um instrumento que apenas mede a corrente elétrica. Porém, ele pode vir acompanhado por outros instrumentos, transformando-se, assim, em um alicate multímetro — mas todo mundo continua o chamando de alicate amperímetro, mesmo que ele meça outras grandezas.



Figura 12: Alicate amperímetro e detalhe do local por passa o fio em que se deseja medir a eletricidade.

Fonte: Acervo do autor

O alicate amperímetro possui uma abertura que parece uma garra (o nome dela é janela), que pode ser aberta para envolver o condutor (fio ou cabo) em que se deseja medir a corrente, conforme mostrado na Figura 13.



Figura 13: Na janela do alicate amperímetro, você deve passar apenas um condutor do circuito cuja eletricidade deseja medir.

Fonte: Acervo do autor

Assim como no multímetro, giramos a chave seletora para a posição A~ se for para medir a corrente alternada, e para a posição A-- para a medição da corrente contínua. Uma informação muito importante: quando você for realizar a medição de corrente, lembre-se SEMPRE de que, na janela, deve sempre passar apenas um dos condutores do circuito. Se forem colocados mais de um, o valor indicado pelo instrumento estará incorreto.



Atenção

Nem todo alicate amperímetro é capaz de medir a corrente contínua. É necessário verificar, nas especificações do equipamento ou no manual, se ele realiza esse tipo de medição. A maioria dos alicates amperímetros vendidos no mercado apenas mede a corrente alternada.

4 Como medir a potência elétrica?

Já vimos o processo e os instrumentos utilizados para medir a tensão e a corrente elétrica. Também é possível medir a potência elétrica. Recordando, a potência é uma grandeza que mede a capacidade que determinado equipamento tem de transformar, por exemplo, em calor ou movimento, uma quantidade maior ou menor de energia.



Figura 14: Na seção de lâmpadas do supermercado, você pode diferenciá-las, entre outras coisas, por suas potências.

Fonte: Acervo do autor

Imagine a seguinte situação: a lâmpada do banheiro da sua casa “queimou”, isto é, não está mais funcionando. Então você vai ao supermercado comprar uma nova. Lá, você encontrará diversas lâmpadas, diferenciadas, por exemplo, a partir de suas potências de 9 W, 15 W, e 20 W. Mas o que significa o fato de que elas têm potências diferentes? Significa que a lâmpada de menor potência (9 W) converte menos energia elétrica em luz do que a lâmpada de 20 W, e que, portanto, a intensidade da luz da lâmpada de 9 W é menor do que a de 20 W.

Podemos pensar do mesmo modo acerca de um módulo fotovoltaico. Ele é especificado por sua potência, o que significa que um módulo de 100 W converte menos energia “solar” em energia elétrica do que um módulo fotovoltaico de 200 W.



Figura 15: O alicate wattímetro se parece muito com o alicate amperímetro.

Fonte: [Hikari Ferramentas](#)

A potência elétrica é uma grandeza que pode ser medida utilizando-se o instrumento chamado de wattímetro. O nome parece complicado, mas, por sorte nossa, os wattímetros têm o mesmo “jeitão” do alicate amperímetro, sendo inclusive chamados de alicates wattímetros. A maioria dos wattímetros pode ser usada também para medir a corrente elétrica. Normalmente, esses equipamentos trabalham em corrente alternada. Os wattímetros para corrente contínua são extremamente caros e difíceis de achar. Mas, se for preciso medir a

potência elétrica de um equipamento em um circuito de corrente contínua, é mais fácil você medir a intensidade da corrente e da tensão elétrica, e multiplicá-las utilizando a fórmula:

$$P = V \times I$$



Figura 16: Alicates wattímetros podem vir com garras ou ponteiras que facilitam a medição sem o uso das mãos.

Fonte: Acervo do autor

Mas, calma, não vamos calcular nada; aqui nos interessa apenas medir! Apresentamos a fórmula apenas para lembrar que é dela que precisamos para calcular a potência em uma carga qualquer. Além disso, o funcionamento e o processo de medição de potência pelo alicate wattímetro estão baseados justamente nessa fórmula, ou seja, para medir a potência (P), é preciso medir a corrente (I) e a tensão (V), isto é, um alicate wattímetro precisa envolver o condutor do circuito e, ao mesmo tempo, as suas ponteiras precisam estar conectadas no ponto de alimentação do circuito, como mostra a figura.

Normalmente, os alicates wattímetros de diferentes fabricantes medem além da potência ativa, o fator de potência e a potência aparente. Outro detalhe é que esses equipamentos podem vir com garras ou ponteiras, para que você possa fixar a medição de tensão sem precisar das mãos.

Já estamos terminando a nossa lista de instrumentos de medição elétrica. Falta apenas falarmos sobre o megômetro.

5 Como medir a resistência de isolamento?

O que causa mais estranheza: o nome da grandeza, resistência de isolamento, ou do instrumento que utilizamos para medi-la, megômetro? Que instrumento é esse, afinal? Você já ouviu falar dele?



Figura 17: Megômetro, o instrumento utilizado para medir a resistência de isolamento.

Fonte: Acervo do autor

O megômetro é um instrumento pouco usual entre os profissionais da área elétrica, principalmente aqueles que trabalham apenas com instalações elétricas residenciais ou prediais. Ele é utilizado para medir a resistência de isolamento de determinado componente da instalação elétrica (normalmente cabos elétricos) ou de equipamentos, como motores e transformadores. Nesses casos, ele é utilizado para realizar a manutenção preventiva ou corretiva desses equipamentos e materiais.

Esta é a hora em que você deve estar perguntando: "Mas, professor, não entendi! O que é resistência de isolamento?" Ótima pergunta! Vamos ver o que é isso, afinal.

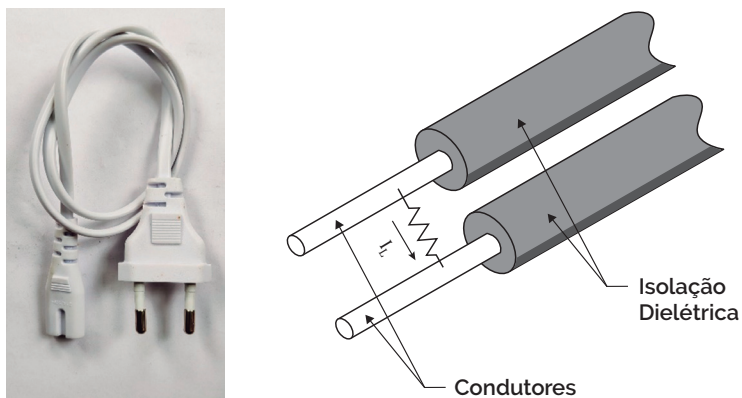


Figura 18: Representação da parte interna do cabo de um aparelho eletrodoméstico mostrando que os condutores fase e neutro estão isolados eletricamente por um material, que normalmente é o PVC.

Fonte: [PIXA HIVE](#) (a); Ilustrador (b)

Imagine a seguinte situação: você vai usar o liquidificador para fazer uma vitamina de banana. E o que tem a banana a ver com esse caso? Nada. Trata-se apenas de um exemplo saudável para

adoçar a vida! Então, voltando ao liquidificador: dentro do cabo que você conecta na tomada, estão, ao mesmo tempo, o condutor fase e o condutor neutro. E por que não ocorre um curto-circuito dentro do cabo?



Figura 19: Para a manutenção de cabos em redes de distribuição nos níveis de tensão 13,8 kV, com sistemas energizados, é fundamental conhecer e aplicar o conceito de resistência de isolamento.

Fonte: [Wikipédia](#)

Não ocorre o curto-circuito porque as partes metálicas dos condutores dentro do cabo estão separadas, isoladas por um material isolante elétrico, normalmente o PVC (cloreto de polivinila). Eletricamente, esse material isolante possui um valor de resistência muito alto, da ordem de megaohms (lembra dessa unidade, o ohm?). E por que a resistência desse material tem que ser muito alta? A resposta é a aplicação direta da Lei de Ohm: para um valor de resistência alto, a corrente é baixa; mas, se queremos que a corrente seja extremamente baixa, o valor da resistência deve ser extremamente alto, da ordem de megaohms. A esse valor de resistência, chamamos "resistência de isolamento".

Em sistemas elétricos que utilizam cabos para tensões muito altas, como 13.800 V (o famoso 13,8 kV da rede de distribuição de média tensão), é necessário realizar esse tipo de manutenção, medir a resistência de isolamento dos cabos, para se certificar de que ela está com um valor adequado. Do contrário, corremos o risco de ter um acidente, como um curto-circuito na rede elétrica, por exemplo, deixando a região atendida por aquele cabo desprovida de energia por algum tempo.

"Mas, professor, meu curso não é de manutenção elétrica e sim de instalador de sistemas fotovoltaicos, por que eu preciso conhecer o megômetro? Tem cabos de 13,8 kV nos sistemas fotovoltaicos?"

Meu amigo, minha amiga... você fez uma pergunta muito importante.

Um dos procedimentos de teste exigidos pela norma NBR 16.274:2014, que estabelece as informações e a documentação necessárias à instalação de um sistema fotovoltaico, é que a medição da resistência de isolamento do conjunto de módulos fotovoltaicos seja realizada tanto após a montagem, o que chamamos de fase de comissionamento, quanto periodicamente, na fase de manutenção. Então, você precisa, e muito, conhecer um megômetro.



Figura 20: Megômetro com ponteiros e conectores apropriados para conexão nos módulos fotovoltaicos.

Fonte: Foto de divulgação

Os megômetros mais modernos se parecem bastante com um multímetro. O da foto já possui as ponteiros com conectores apropriados para a conexão nos módulos fotovoltaicos.

A medição da resistência de isolamento é um processo muito simples; porém, exige medidas de segurança, como: limitar a área de acesso aos

equipamentos sob ensaio; e, não tocar em qualquer parte dos equipamentos sob ensaio, entre outras.

O instrumento possui uma chave seletora que permite ao operador selecionar o nível de tensão do ensaio, que é definido pelo nível de tensão de operação do sistema. Por exemplo, se um sistema opera com 800 V, é necessário que você gire a chave seletora para uma tensão maior que 800 V, por exemplo, 1000 V, para garantir assim que você esteja avaliando a isolamento dos cabos para uma tensão maior que a de operação usual do sistema.

Amplificadores

Como tema a ser tratado além do conteúdo apresentado, os alunos e as alunas se beneficiariam de uma pesquisa sobre os conceitos de exatidão e de precisão, e sua importância para a qualidade dos instrumentos que são utilizados.

Outro tema importante a ser explorado é a calibração. Uma discussão a esse respeito pode instigar os alunos e as alunas a sempre se preocuparem com a qualidade da medição, que deve ser realizada além das exigências de determinadas normas envolvendo a instalação de sistemas fotovoltaicos e áreas afins.

Tecnologia em foco

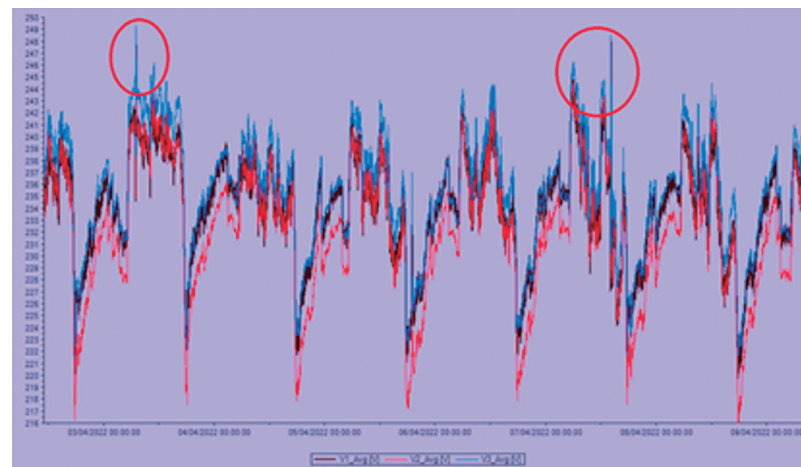
Convidamos você a descobrir instrumentos mais avançados, utilizados na área elétrica, que também medem tensão, corrente e potência: os analisadores de energia.



Fonte: [Instrutemp](http://instrutemp.com)

Esses equipamentos têm a capacidade de avaliar tanto sistemas monofásicos quanto trifásicos. Permitem realizar o registro de diversas grandezas que aprendemos neste conteúdo, como tensão, corrente e potência ativa e, além dessas, medem as potências reativa e aparente, e o fator de potência. Tais registros podem ser programados para serem realizados automaticamente, em intervalos de semanas ou meses, ou seja, além de fornecer medidas instantâneas, o operador tem acesso ao histórico das grandezas,

podendo verificar problemas que ocorreram durante o período da medição, sem a presença de um profissional para flagrar o distúrbio.



Fonte: Acervo do autor

O gráfico apresentado mostra o resultado de uma semana de medição de tensão em uma indústria. Os destaques no gráfico são duas ocorrências de pico de tensão registradas por um analisador de energia.



Dicas para o instalador ou a instaladora de SFV

Uma dica para você, colega de profissão, instalador ou instaladora de sistemas fotovoltaicos, é ter sempre consigo um multímetro. Encare esse instrumento como uma ferramenta igual à chave de boca, à chave de fenda, ao alicate universal etc. Um profissional da área elétrica sem um multímetro é semelhante a um marceneiro sem serrote e martelo. A eletricidade é invisível, então o multímetro é a grande arma que nos permite facilmente detectar problemas em uma instalação de um sistema fotovoltaico. Outra dica importante é a conservação do equipamento. Um multímetro conservado oferece mais confiança nos valores que estão sendo medidos e vai permitir a você tomar decisões com muito mais chances de acerto.



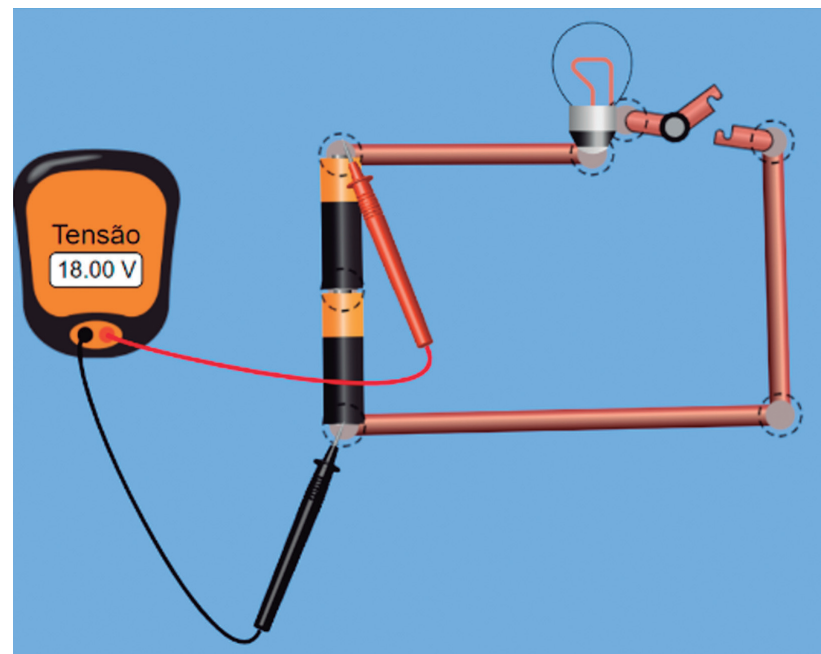
Situações de avaliação

Para a correta utilização dos instrumentos de medidas elétricas, é necessário inicialmente definir a grandeza que se quer ou precisa medir, o ponto do circuito ou trecho da instalação que será submetida à medição e a correta configuração ou ajuste do instrumento para realizar a medição.

O Projeto PhET de Simuladores Interativos da Universidade de Colorado, nos Estados Unidos, foi fundado em 2002, pelo ganhador do prêmio Nobel de Física, Carl Wieman. O PhET oferece um conjunto extenso de simuladores nas áreas de ciências e de matemática, que se propõem a engajar os alunos e alunas por meio de um ambiente gamificado em que os estudantes aprendem por meio da exploração e da descoberta.

Como proposta de situações de avaliação, explore o ambiente e utilize os simuladores disponíveis no site <https://phet.colorado.edu/> e proponha a montagem de diferentes circuitos, solicitando a utilização dos instrumentos disponíveis para avaliar sua compreensão sobre a ligação do voltímetro e do amperímetro.

Para isso, comece acessando o simulador...



Como sugestão, você pode acessar a simulação de um laboratório de circuitos de corrente contínua. Você a encontra no menu "Simulations", escolhendo a opção "Physics". Vão aparecer diversas opções de simulação, então procure por "Circuit Construction Kit: DC – Virtual Lab".

Depois de uma primeira experiência, explore o PhET em suas inúmeras possibilidades de aprendizagem a partir de simulações, não só na área de nosso interesse, mas em tantas outras em que você pode aprender por meio de experimentação e de descoberta.

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

Manoel Henrique de Oliveira Pedrosa Filho (IFPE)

Design Instrucional

Cristine Barreto (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

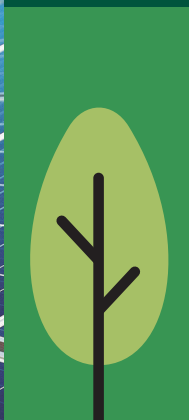
Índices para catálogo sistemático:

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