



SFV

Curso Híbrido de Instalador de
Sistemas Fotovoltaicos

Unidade 4
Sistemas Fotovoltaicos: Isolados, Conectados à Rede, Híbridos,
Bombeamento de Água

Ficha 2
SYSTEMAS ISOLADOS:
OS QUATRO COMPONENTES



Por meio da:



MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO





Objetivos de aprendizagem

Os alunos e as alunas serão desafiados a:

1. Identificar os principais componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos isolados;
2. Explicar as características e a importância da bateria para o funcionamento dos sistemas fotovoltaicos isolados;
3. Explicar as características e a importância do controlador de carga para o funcionamento dos sistemas fotovoltaicos isolados;
4. Explicar as características e a importância do inversor para o funcionamento dos sistemas fotovoltaicos isolados.



Competências

Capacidades Técnicas e Conhecimentos conforme os Itinerários Formativos EnergIF

- Conhecer os sistemas fotovoltaicos isolados.
 - Características dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos isolados;
 - Medição de parâmetros em sistemas fotovoltaicos isolados.



Relação com a Unidade Curricular

Este tema se articula com os demais tópicos da unidade identificando os principais equipamentos que compõem um sistema fotovoltaico isolado. Esse conhecimento é necessário para que se compreendam as características dos sistemas isolados, as diferenças existentes entre os equipamentos utilizados em um sistema isolado e um sistema conectado à rede e as possibilidades de construção de um sistema desse tipo. Além disso, permite avaliar a adequação de um equipamento a um sistema isolado por meio da análise de suas principais grandezas.

Será que eu posso ter um sistema fotovoltaico só para mim?



Figura 1: Seu refúgio de paz e tranquilidade não precisa ficar sem energia elétrica: um sistema fotovoltaico isolado resolve o problema do seu paraíso!

Fonte: [PxHere](#)

Em algum momento da vida, a maioria das pessoas quer um refúgio de paz e tranquilidade. Imagine que você conseguiu isso com um ranchinho na beira de um rio, em um lugar distante do barulho e da poluição das cidades, cercado de mata e sem energia elétrica. Mas você quer que seu paraíso tenha alguns dos confortos que a tecnologia pode oferecer e decide, então, instalar

um sistema fotovoltaico para produzir a sua própria energia. Esse tipo de sistema, sem conexão à rede elétrica, é chamado de sistema isolado.

Fundamentalmente, os elementos que compõem esse sistema são a própria carga e o **gerador fotovoltaico**. O problema desse sistema tão simples é que só haverá energia elétrica disponível durante as horas do dia em que há radiação solar, não permitindo acionar qualquer carga fora desse horário, por exemplo, durante a noite. Além disso, nessa situação, as cargas teriam que ser alimentadas em corrente contínua e a sua potência deve ser proporcional ao nível de radiação disponível.

Você decide, então, instalar um sistema de armazenamento de energia, constituído por um conjunto de **baterias eletroquímicas**, para poder ligar suas cargas nos horários em que não haja sol. Parte do problema está resolvido. Você já consegue ligar algumas cargas à noite. Porém, outro problema surge: a carga e a descarga excessivas da bateria reduzem sua vida útil e podem, inclusive, oferecer risco de explosão.

Pensando na sua segurança e na proteção do seu sistema de armazenamento, você instala um **controlador de carga**, para monitorar e controlar a carga e a descarga das baterias. Agora, só falta fazer funcionar a geladeira e o ventilador, que precisam de tensão de 127V em corrente alternada. A solução? Conectar um **inversor** entre o controlador de carga e esses equipamentos.

Essa historinha foi apenas para identificar os quatro principais componentes de um sistema fotovoltaico isolado com armazenamento de energia: gerador fotovoltaico (1), controlador de carga (2), baterias (3) e inversor (4), identificados na figura no início deste conteúdo, que retomamos a seguir, agora

identificando cada elemento. Essa estrutura possibilita, por exemplo, aumentar a potência dos sistemas isolados e utilizar eletrodomésticos convencionais.

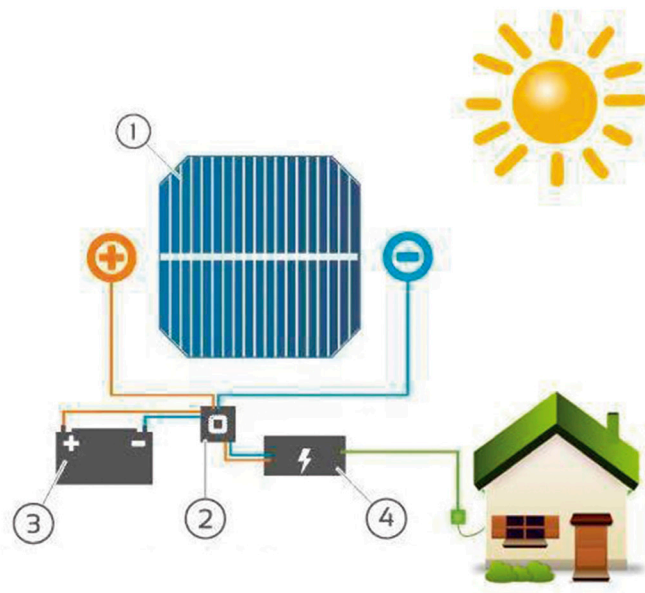


Figura 2: Os quatro principais componentes de um sistema fotovoltaico: gerador fotovoltaico (1), controlador de carga (2), baterias (3) e inversor (4).

Fonte: [Free SVG](#) (sol); [Free SVG](#) (casa)

Já estudamos bastante a estrutura e o desempenho dos módulos fotovoltaicos que, juntamente com cabos e estrutura de suporte, compõem o gerador fotovoltaico. Vamos nos dedicar a explorar, então, as características e o modo de funcionamento dos outros três integrantes dos sistemas isolados.

1 Posso guardar para mais tarde?

Em sistemas fotovoltaicos isolados, é necessário um sistema de armazenamento de energia para atender às cargas quando a geração é pouca ou nenhuma, como em dias nublados ou durante a noite. Existem vários dispositivos de armazenamento de energia, como supercapacitores, volantes de inércia, ar comprimido, caixa d'água, hidrogênio etc. Porém, o dispositivo mais utilizado em sistemas fotovoltaicos isolados é a bateria eletroquímica, por ser uma forma conveniente e eficiente de armazenamento de energia elétrica.



Figura 3: As baterias mais utilizadas atualmente são as de chumbo ácido (Pb-ácido), devido a seu melhor custo-benefício.

Fonte: [Batterie Voiture](#)

Para utilização em sistemas fotovoltaicos, a bateria precisa ser recarregável, e existem várias tecnologias que podem ser utilizadas em sua construção. As mais utilizadas atualmente são as baterias de chumbo ácido (Pb-ácido), devido a seu melhor custo-benefício. Também existem tecnologias mais modernas, como Níquel-Cádmio (NiCd), Níquel-Hidreto metálico (NiMH), íon de Lítio (Li-ion) e Cloreto de Níquel e Sódio (NaNiCl), que apresentam algumas vantagens, como maior eficiência e vida útil. Contudo, apesar de ser um componente cada vez mais acessível financeiramente, a bateria para sistemas fotovoltaicos ainda representa um investimento alto para começar a se dedicar à ideia da energia sustentável. Além disso, a vida útil das baterias, em geral, é menor que a dos demais componentes, como módulos e inversores.

1.1 E a bateria do meu carro, serve para usar em um sistema fotovoltaico?

O que determina se uma bateria pode ou não ser utilizada em um sistema fotovoltaico é a sua forma construtiva e não apenas a tecnologia aplicada em sua construção, já que isso define as características de carga e descarga do dispositivo e suas possíveis aplicações. A vida útil de uma bateria é medida em ciclos. Chamamos de **ciclo** a sequência de carga e descarga de uma bateria até uma determinada profundidade de descarga. **A profundidade de descarga** indica o percentual que foi consumido da energia total que pode ser armazenada por uma bateria.

O número de ciclos que uma bateria consegue realizar depende de sua temperatura de operação. Temperaturas elevadas reduzem

a vida útil da bateria, sendo que temperaturas de trabalho acima de 40°C acarretam uma grande diminuição de sua vida útil. Outro fator que afeta a vida útil da bateria é a profundidade de descarga. Quanto maior a profundidade de descarga, ou seja, quanto mais descarregamos uma bateria, menor será sua vida útil, como pode ser visto na Figura 4.

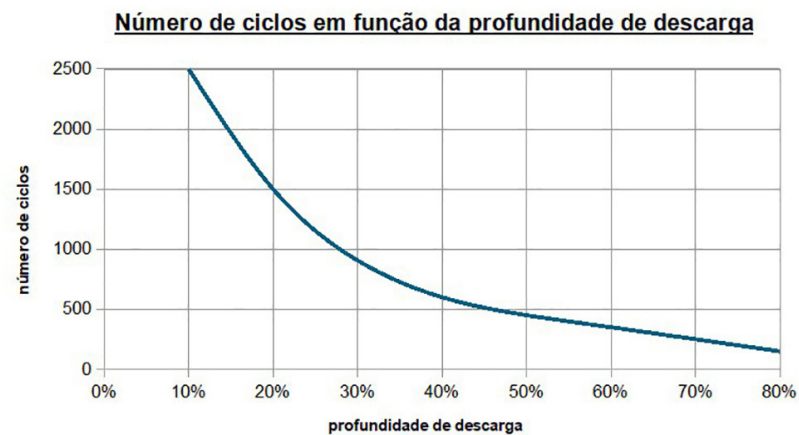


Figura 4: Número de ciclos de vida de uma bateria chumbo-ácido solar. Quanto maior a profundidade de descarga, menor é a quantidade de ciclos de carga e descarga que a bateria é capaz de suportar.

Fonte: Elaborada pelo autor

A operação das baterias em um sistema fotovoltaico isolado é caracterizada por ciclos rasos no dia a dia e por ciclos profundos eventuais, em dias de tempo nublado, por exemplo. Em outras palavras, as baterias em um sistema fotovoltaico isolado são carregadas e descarregadas diariamente. Contudo, geralmente o processo de descarga consome apenas uma pequena parte da

energia armazenada na bateria (ciclos rasos). De vez em quando, em dias nublados, por exemplo, a descarga das baterias é maior, consumindo boa parte da energia armazenada por elas (ciclos profundos). Essas características de carga e descarga precisam ser suportadas por uma bateria para que ela possa ser utilizada em sistemas fotovoltaicos.

De acordo com a aplicação, as baterias podem ser classificadas como:

Automotivas	<ul style="list-style-type: none"> São desenvolvidas para fornecer níveis elevados de corrente em um período de tempo curto, situação característica de partida em automóveis. Não são adequadas para sistemas fotovoltaicos, já que possuem baixa vida útil em regime de ciclos e não são desenvolvidas para ciclos profundos de descarga.
Tracionárias	<ul style="list-style-type: none"> São projetadas para operar em regime de ciclos diários com descarga profunda e taxa de descarga moderada (C/6), sendo indicadas para alimentar veículos elétricos.
Estacionárias	<ul style="list-style-type: none"> São projetadas para operar em regime de flutuação, que é um processo de carga que busca manter as baterias próximas à carga plena, com cargas/descargas eventuais, como em sistemas de <i>no-break</i>. Geralmente, permitem uma profundidade de descarga maior do que as automotivas.
Fotovoltaicas	<ul style="list-style-type: none"> Operam com ciclos diários de profundidade rasa a moderada com taxas de descarga reduzidas (C/20) e suportam descargas profundas eventuais por causa da ausência de geração (dias nublados).

Portanto, o ideal é utilizar uma bateria fotovoltaica (ou solar), já que ela é projetada para atender às exigências de carga e descarga de um sistema fotovoltaico. Um outro conceito que você vai encontrar ao explorar definições relacionadas a baterias é o de **taxa de carga e descarga**. Essas taxas indicam a corrente elétrica da bateria durante o processo de carga ou descarga, com um intervalo definido. Por exemplo, em sistemas fotovoltaicos, normalmente, se considera a taxa C/20. Vamos entender o que isso significa?

A etiqueta com os dados de uma bateria é mostrada na Figura 5. Observe que, além da taxa C/20, são mostradas duas outras taxas de carga e descarga (C10 e C100) e a informação de que a capacidade da bateria (em ampere hora – Ah) é diferente para cada uma delas. Para o modelo em questão, se a bateria for carregada em 20 horas (taxa C/20), sua capacidade será de 60 Ah. Ou seja, após totalmente carregada, ela será capaz de fornecer 60 A de corrente durante 1 hora. Já à taxa C/10, a capacidade da bateria será de 54 Ah, enquanto que, à taxa C/100, sua capacidade será de 65 Ah. Portanto, quanto mais rápida for a carga ou a descarga de sua bateria, menor será sua capacidade.

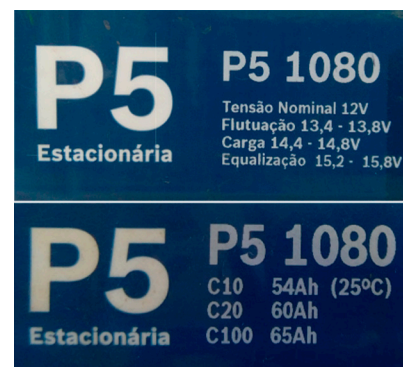


Figura 5: Dados técnicos de uma bateria estacionária utilizada em sistema fotovoltaico. Podem ser vistos nas etiquetas: tensão nominal, tensão de flutuação, tensão de carga e tensão de equalização (a); capacidade em função da taxa de carga e descarga (b). Todos os valores são apresentados considerando-se a temperatura de 25°C. Fonte: Elaborada pelo autor

Além da capacidade a diferentes taxas de carga e descarga, na etiqueta da bateria são mostradas outras informações importantes, que devem ser consideradas no dimensionamento do sistema de armazenamento de energia. A **tensão nominal** é a tensão média da bateria — no caso, 12V — durante o processo de descarga a uma determinada temperatura. A **tensão de flutuação** é a tensão que deve ser aplicada aos terminais da bateria quando ela está totalmente ou quase totalmente carregada, de modo a mantê-la nesse estado sem sobrecarregá-la. Já a **tensão de carga** é a tensão que deve ser aplicada aos terminais da bateria para que ela possa ser recarregada. Por fim, a **tensão de equalização** deve ser aplicada periodicamente nos terminais da bateria como forma de manutenção, a fim de evitar a corrosão da parte inferior das placas da bateria provocada pelo processo de estratificação do eletrólito (separação do líquido em diferentes camadas).

Podemos encontrar ainda dois tipos diferentes de baterias: as seladas e as não seladas. As baterias seladas são ditas livres de manutenção, pois o fabricante garante que o eletrólito em seu interior dura por toda sua vida útil sem a necessidade de ser repostado. Já as baterias não seladas requerem manutenção periódica, em que o usuário deverá verificar o nível do eletrólito e, caso esteja baixo, realizar a reposição.

Existem também as baterias de chumbo ácido com eletrólito em gel, comumente chamadas de baterias de gel. São baterias um pouco mais caras que as de chumbo ácido convencionais, mas apresentam algumas vantagens, como maior tempo de vida útil.

1.2 Quanto mais energia, mais baterias. E vice-versa

Quando a tensão ou a quantidade de energia que precisa ser armazenada for maior do que os valores encontrados comercialmente para baterias, é possível associá-las, formando o que chamamos de **banco de baterias**. Se houver necessidade de aumentar a tensão do banco de baterias, elas podem ser conectadas em **série**, ligando-se o polo negativo de uma bateria ao polo positivo de outra, e assim sucessivamente. Já a associação em **paralelo** deve ser utilizada quando existe a necessidade de se aumentar a capacidade do banco de baterias. Para isso, os terminais de mesma polaridade devem ser conectados, ou seja, positivo com positivo, negativo com negativo. Se for necessário aumentar tanto a tensão quanto a capacidade do banco de baterias, a associação **mista** ou **série-paralelo** deve ser utilizada, conectando-se em paralelo duas ou mais associações em série. Todos esses arranjos são mostrados na Figura 6.

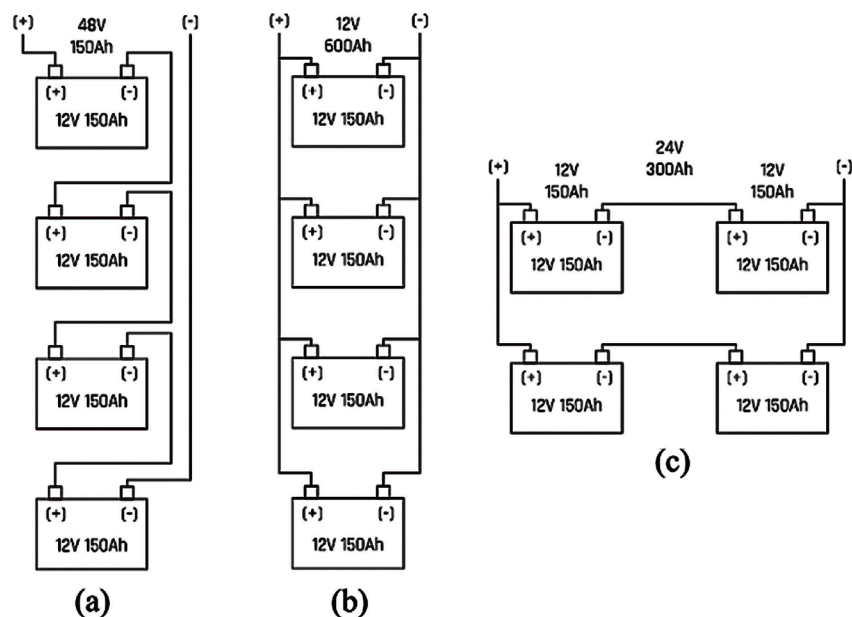


Figura 6: Associação de baterias em série (a), paralelo (b) e mista (c) com baterias de 12 V e 150 Ah. Observe que cada associação resulta em um banco com valores diferentes de tensão e capacidade. No entanto, a quantidade de energia armazenada pelos bancos é a mesma para todas as associações e pode ser calculado pelo produto entre a tensão e a capacidade do banco, o que dá 7200 Wh.

Fonte: Adaptado da apostila *Instalador de sistemas fotovoltaicos: profissionais para energias do futuro*.

Para evitar sobrecargas no banco de baterias e níveis de descarga muito baixos é necessário realizar o controle da carga e da descarga da bateria constantemente. O equipamento que realiza essas funções é chamado de **controlador de carga**.

2 Afinal, eu preciso mesmo de um controlador de carga?

Como dito anteriormente, o controlador de carga monitora e controla a carga e a descarga das baterias e, portanto, é um equipamento indispensável nos sistemas isolados com armazenamento de energia. Ele deve desconectar o gerador fotovoltaico quando a bateria estiver totalmente carregada, de modo a evitar uma sobrecarga, e deve interromper o fornecimento de energia para as cargas quando o estado de carga da bateria atingir um nível mínimo de segurança. Isso irá evitar uma descarga muito profunda da bateria, que poderia comprometer sua vida útil.

Os controladores de carga mais simples são do tipo PWM (*Pulse Width Modulation*), que aplicam diretamente a tensão e a corrente dos módulos sobre a bateria. Sua estratégia de controle está baseada na tensão instantânea nos terminais da bateria, que é comparada a dois limites. No limite inferior (LVD), a carga é desconectada da bateria, pois nesse ponto considera-se que a bateria esteja descarregada na máxima profundidade. No limite superior (HVD), a bateria é desconectada porque o controlador entende que ela está completamente carregada. Esse tipo de controlador é o mais utilizado, porém, apresenta uma série de inconvenientes, já que a tensão da bateria não depende somente do estado de carga, mas também do seu fluxo de corrente.



Figura 7: Controladores de carga PWM (a) e MPPT (b). O controlador MPPT é maior e mais caro que o controlador PWM, mas permite a operação do sistema com maior eficiência. Contudo, é necessário avaliar para cada caso se vale a pena o investimento maior para o ganho de energia que pode ser obtido.

Fonte: Acervo do autor

O controlador de carga deve ser especificado de acordo com o tipo de bateria utilizada já que, por exemplo, um controlador projetado para baterias de Chumbo-ácido pode não ser adequado para baterias de Níquel-Cádmio, pois elas possuem características diferentes. Além disso, é necessário conhecer a tensão e a corrente de operação do sistema. Podemos encontrar controladores de carga com tensão de 12 VDC, 24 VDC ou 48 VDC com certa facilidade no comércio brasileiro, bem como modelos que suportam níveis de corrente de 5 A, 10 A, 15 A, 20 A, 40 A, 60 A e até 100 A. É importante também conhecer a tensão em circuito aberto e a potência do módulo que será utilizado, que devem ser compatíveis com o controlador de carga. Para utilização no Brasil, os controladores de carga devem apresentar o registro do Inmetro.

Os controladores de carga mais simples realizam o controle de carga e descarga simplesmente desconectando da bateria os módulos fotovoltaicos ou a alimentação das cargas. Dessa forma, quando o módulo está fornecendo energia para a bateria é como se os dois estivessem em paralelo, e seu ponto de operação ficará restrito à faixa de tensão dela. Imagine um módulo com tensão de máxima potência de 17 V conectado a uma bateria de tensão nominal de 12 V. O módulo ficaria restrito à tensão de operação da bateria, em geral, entre 10 V e 14,5 V e nunca atingiria seu ponto de máxima potência.

Atualmente, os controladores mais sofisticados utilizam o rastreador de ponto de máxima potência (do inglês, MPPT – *Maximum Power Point Tracking*). Esses equipamentos conseguem manter o ponto de operação do módulo fotovoltaico na região de máxima potência conseguindo extrair mais energia do que os controladores de carga comuns. Esses equipamentos operam em uma tensão de entrada maior que os controladores convencionais e incluem um conversor cc-cc como primeiro estágio. Obviamente, eles são mais caros e, portanto, deve-se avaliar se o aumento de custo e de complexidade valem a pena pelo ganho de energia obtido.

Além de controlar carga e descarga das baterias, é desejável que os controladores de carga apresentem algumas outras funções que podem ser de grande utilidade. Por exemplo:

1. AJUSTE DOS PONTOS DE REGULAGEM DO CONTROLADOR

- A possibilidade de ajustar os limites de tensão para desconexão e reconexão da bateria permite otimizar a relação entre controlador e bateria.

2. MONITORAMENTO DO SISTEMA

- A maioria dos controladores de carga comerciais apresentam um meio de visualizar o estado do sistema. Alguns vêm com displays ou LEDs que informam sobre o estado de operação do sistema. Outros controladores de carga mais sofisticados podem transmitir dados ao computador, para um monitoramento mais completo do sistema fotovoltaico.

3. PROTEÇÃO CONTRA CORRENTE REVERSA

- Alguns controladores de carga contam com a função de proteção contra corrente reversa, que evita o fornecimento de corrente das baterias para os módulos fotovoltaicos, mesmo sem a presença do diodo de bloqueio.

4. PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTE

- Alguns controladores de carga contam com circuito de proteção contra sobrecorrente, que evita que níveis de corrente muito elevados danifiquem o controlador. Alguns deles vêm com fusíveis externos para facilitar a reposição.

5. COMPENSAÇÃO DE TEMPERATURA

- O aumento da temperatura das baterias implica uma diminuição de sua vida útil. Para minimizar isso, alguns controladores de carga possuem um sensor de temperatura externo que deve ser fixado em uma das baterias para fazer o controle da tensão que será aplicada para carregá-las, de forma a minimizar os danos causados pelo efeito da temperatura. Em geral, no Brasil, essa compensação é necessária apenas para a tensão final de carga.

A partir do que foi mostrado até aqui, podemos notar que o controlador de carga é um equipamento essencial em um sistema fotovoltaico isolado com sistema de armazenamento, pois ele é o responsável por receber a energia proveniente dos módulos fotovoltaicos, realizar o controle de carga e descarga da bateria e liberar energia para as cargas.

3 Onda, onda, olha a onda...

A maioria dos eletrodomésticos que utilizamos em nossas casas funcionam em corrente alternada, com tensão de 127 V ou 220 V. Então, como falamos no início, precisaremos de um equipamento chamado inversor, que converte a energia fornecida pelos módulos e baterias (que operam em corrente contínua e em baixa tensão) para valores adequados às novas cargas (que operam em corrente alternada e em tensão mais elevada). A tensão alternada de saída deve ter amplitude, frequência e conteúdo harmônico adequados às cargas a serem alimentadas.

Para aplicação em sistemas fotovoltaicos, os inversores podem ser classificados, de acordo com a aplicação, entre inversores isolados e inversores conectados à rede. O princípio geral de funcionamento é o mesmo, mas os inversores para sistemas conectados à rede devem atender a algumas exigências com relação à segurança e à qualidade da energia injetada na rede.

Em sistemas conectados à rede, a entrada c.c. do inversor é conectada a um módulo fotovoltaico ou a uma *string*, e a saída c.a. é conectada e sincronizada à rede elétrica. Já nos inversores isolados, a entrada c.c. é alimentada pelo controlador de carga

ou pelas baterias, e a saída c.a. alimenta diretamente as cargas, como mostrado na Figura 8. Portanto, inversores isolados não servem para sistemas conectados à rede, uma vez que sua saída não pode ser conectada à rede elétrica; e, inversores conectados à rede não podem operar em sistemas isolados, pois seu funcionamento depende da conexão à rede elétrica.

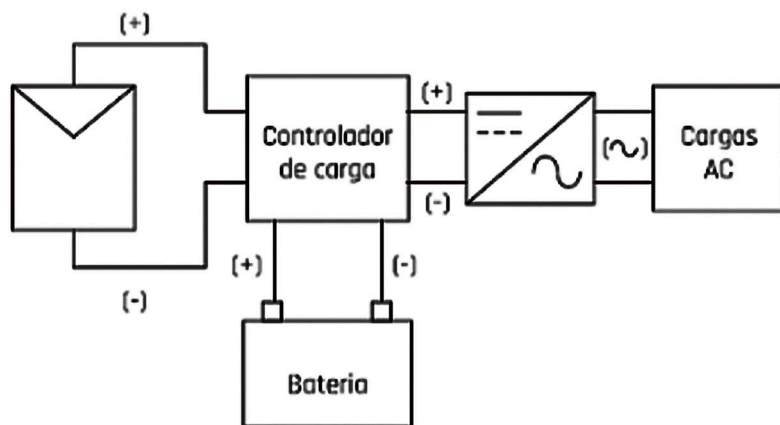


Figura 8: Sistema fotovoltaico isolado com armazenamento de energia por baterias e inversor conectado entre o controlador de carga e as cargas em corrente alternada. Observe que, se não houver fornecimento de energia dos módulos ou das baterias, o inversor não consegue alimentar as cargas.

Fonte: Adaptado da apostila *Instalador de sistemas fotovoltaicos: profissionais para energias do futuro*

3.1 Uma onda não é igual a outra

Dependendo da tecnologia empregada, os inversores isolados podem ter diferentes formas de onda de saída e, geralmente, ela

é uma indicação da qualidade e do custo de um inversor, que depende da tecnologia empregada na conversão. Quanto mais próxima a uma senoide, maior é a qualidade da forma de onda e, conseqüentemente, maior é o custo do inversor. Comercialmente, podemos encontrar inversores de onda modificada e inversores de onda senoidal pura. Inversores de onda quadrada são mais baratos e de pior qualidade de conversão.

Os inversores de onda modificada (ou onda retangular) tentam aproximar uma onda quadrada de uma senoide, como mostrado na Figura 9. São mais baratos que os inversores de onda senoidal pura, mas a sua tensão de saída apresenta níveis elevados de distorção harmônica. Eles são adequados para cargas resistivas, como ferro de passar e panelas elétricas, e para máquinas-ferramentas portáteis com motor com escovas, como furadeiras. Também podem ser utilizados para alimentar a maioria das cargas eletrônicas, mas podem gerar ruídos indesejáveis em equipamentos de áudio e vídeo. Contudo, não são recomendados para alimentação de motores, já que provocam redução no torque e perda de eficiência. Inclusive, aparelhos de ar-condicionado, geladeiras e máquinas de lavar mais modernos, principalmente com tecnologia *inverter*, podem simplesmente não funcionar.

Já os inversores com onda senoidal pura têm como forma de onda de saída um sinal totalmente senoidal, com baixíssima distorção harmônica, semelhante ao que temos disponível na rede elétrica, como visto na Figura 9. Além disso, eles possuem boa eficiência e ótima regulação da tensão de saída. Geralmente, eles utilizam a técnica PWM com um filtro elétrico bem dimensionado para atenuar as distorções harmônicas de alta frequência e deixar a senoide na frequência de 50 Hz ou 60 Hz.

Esses inversores são compatíveis com todo tipo de carga, como eletrodomésticos, eletrônicos, ferramentas e motores, garantindo que eles funcionem em sua máxima eficiência, sem danificá-los, desde que respeitada a potência máxima do inversor. Com tantas qualidades, os inversores de onda senoidal para sistemas isolados são os mais caros da categoria.

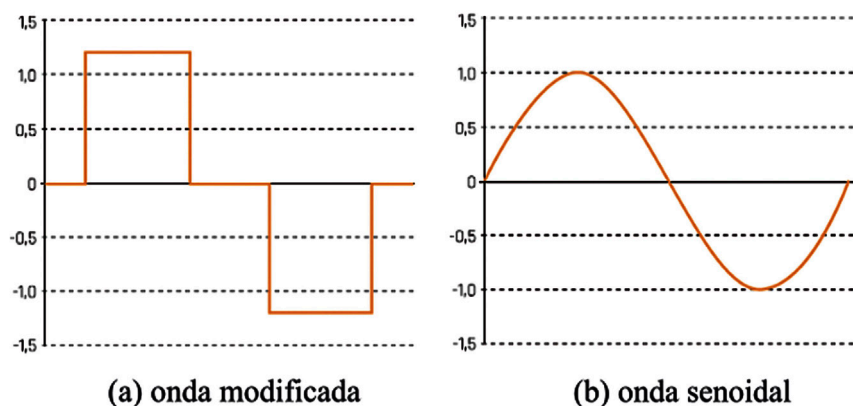


Figura 9: Formas de onda modificada (a) e senoidal pura (b). Um inversor de onda modificada pode ser utilizado para alimentar cargas resistivas e a maior parte das cargas eletrônicas, mas não é adequado para a alimentação de motores. Já o inversor com onda senoidal pura pode ser utilizado para alimentar qualquer tipo de carga.

Fonte: Adaptado da apostila *Instalador de sistemas fotovoltaicos: profissionais para energias do futuro*

Para especificar um inversor isolado, precisamos conhecer alguns parâmetros, sendo os principais explicados a seguir:

Forma de onda: dependendo da carga que se pretende alimentar, o inversor pode ser de onda senoidal ou modificada.

Tensão de entrada: é a tensão c.c. do inversor. No Brasil, os valores normalmente fornecidos por baterias são 12 V, 24 V e 48 V, e devem ser compatíveis com a entrada do inversor. Inversores de maior potência podem apresentar uma tensão de entrada maior para diminuir a corrente c.c.

Tensão de saída: no Brasil, a tensão alternada geralmente é de 127 V ou 220 V, sempre em 60 Hz. Assim, deve-se observar a tensão de alimentação das cargas para se determinar a tensão de saída do inversor.

Frequência da tensão de saída: no Brasil, a frequência da rede é de 60 Hz e muitos equipamentos eletroeletrônicos desenvolvidos e vendidos no país só funcionam nessa frequência. Porém, é possível encontrar inversores com saídas em 50 Hz ou em 60 Hz.

Potência nominal: é a potência que o inversor é capaz de fornecer à carga em regime contínuo de operação e deve ser especificada com valor superior à potência máxima das cargas conectadas, como fator de segurança no caso de um aumento momentâneo de potência. Em contrapartida, não se deve conectar cargas com potência superior à nominal na saída do inversor.

Potência de surto: é a capacidade do inversor de operar acima de sua potência nominal durante um intervalo sem que ele seja danificado. A observação desse parâmetro é especialmente importante quando são alimentadas cargas com elevada corrente de partida, como motores de indução.

Consumo em *standby*: é a quantidade de potência que o inversor utiliza, mesmo quando nenhuma carga está sendo alimentada, para autoconsumo. É importante que o inversor tenha um baixo autoconsumo, principalmente em sistemas de pequena potência.

Grau de proteção IP: é especificado de acordo com os riscos existentes no ambiente de instalação do inversor quanto ao contato de pessoas com partes energizadas, à entrada de corpos estranhos, poeira e água. Normalmente, para ambientes desabrigados, estabelece-se IP54 ou melhor e, para ambientes abrigados, IP20 ou melhor.

Proteções: alguns inversores são equipamentos com sistemas de proteção contra falhas que podem ser comuns durante a operação, como sobretensão na entrada, inversão de polaridade na entrada, curto-circuito na saída e sobrecargas.



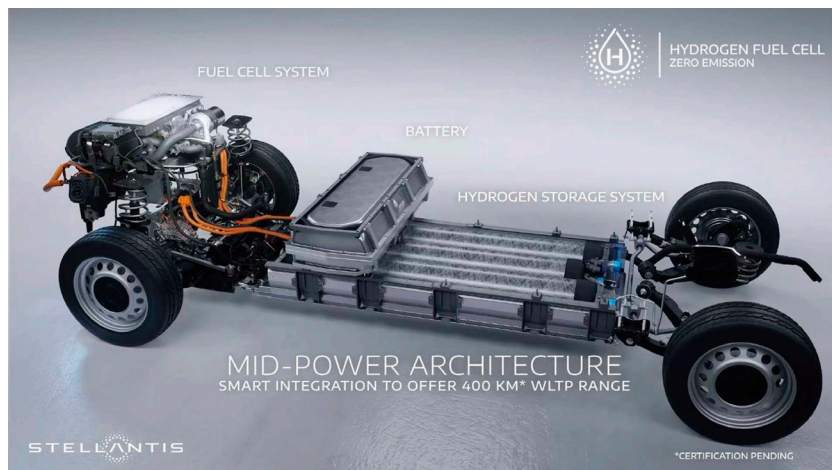
Amplificadores

Convidamos você a pensar sobre a vida útil dos principais equipamentos de um sistema isolado. A durabilidade esperada de cada um deles é diferente e vai mudando a cada dia, conforme a tecnologia avança. Atualmente, a expectativa de vida útil dos módulos é, em média, de 25 anos. Já o tempo de vida útil esperado para um inversor é de cerca de 10 anos a 15 ou mais, dependendo das condições do ambiente e da ocorrência de descargas atmosféricas, enquanto controladores de carga possuem vida útil de 5 a 10 anos. As baterias continuam sendo o equipamento com maior desgaste em um sistema isolado. Dependendo do dimensionamento e utilização, as baterias mais usuais têm vida útil de 4 a 5 anos e as baterias especiais podem chegar a 10 a 15 anos de duração. Quais as decisões implicadas, em termos de aquisições e manutenção, tendo em vista essas informações? Essa é uma importante discussão e uma valiosa questão para reflexão, em se tratando de profissionais da área de instalação de SFV.

Fonte dos dados: [Solar Voltenergia](#)



Tecnologia em foco



Sistemas de armazenamento de hidrogênio, geralmente acoplados a células a combustível para produção de eletricidade, apresentam-se como promissoras alternativas para o armazenamento de energia em sistemas com fontes renováveis. Sistemas híbridos contando com células a combustível já são aplicados e estudados em diversas regiões do mundo, apresentando características positivas, como a produção de energia ambientalmente correta, modularidade e longa vida útil. O modelo da fotografia, embora em pequena escala, representa um carro movido com um sistema híbrido — bateria e combustível à base de hidrogênio (indicados por *Battery* e *Hydrogen Storage System*, na imagem). Suas principais desvantagens são sua eficiência global relativamente baixa e seus custos de implantação, operação e manutenção ainda elevados, associados à relativa complexidade do sistema. Os principais desafios à utilização do hidrogênio estão relacionados com seu transporte e armazenamento.

<https://insideevs.uol.com.br/news/509367/estudo-carro-hidrogenio-poluicao/>



Dicas para o instalador ou a instaladora de SFV

No caso dos inversores isolados, a maior potência não significa, necessariamente, a melhor condição. Isso porque, nos inversores, a eficiência não é constante, e seu valor depende da potência demandada e do fator de potência das cargas. Nas especificações fornecidas pelos fabricantes, geralmente, haverá indicação apenas da eficiência máxima, que ocorre com carga nominal. Porém, o fator de potência das cargas e a operação com potência abaixo da nominal podem reduzir a eficiência do inversor, que varia, normalmente, entre 50% e 95%. Portanto, o correto dimensionamento do inversor ajuda a melhorar o desempenho de um sistema fotovoltaico isolado. Para usuários de sistemas com necessidades variáveis de potência, altas eficiências em cargas parciais são importantes e devem ser consideradas na hora de especificar um inversor.



Situações de avaliação

Em um sistema isolado, diferentes configurações podem ser utilizadas para conectar os equipamentos. Proponha diferentes formas de conectar os elementos e avalie os benefícios e prejuízos de cada proposta. Por exemplo, por que não conectar o inversor diretamente à bateria, sem passar pelo controlador de carga? Que tipos de prejuízos isso poderia trazer? Ou, daria para construir um sistema isolado apenas com módulos e inversor? Discuta as diferentes propostas que aparecem, identificando se podem ou não ser realizadas, e quais riscos trazem à instalação.

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

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

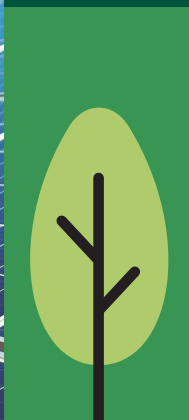
Índices para catálogo sistemático:

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