



SFV

Curso Híbrido de Instalador de
Sistemas Fotovoltaicos

Unidade 3

Tecnologia Fotovoltaica: Módulos, Arranjos, Células

Ficha 5 – ROTEIRO

DIODOS DE DESVIO E DE BLOQUEIO



Por meio da:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

 **Profissionais
do Futuro**

 **energife**

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO



Objetivos de aprendizagem

Os alunos e as alunas serão desafiados a:

1. Explicar a função de um diodo de desvio em uma célula FV;
2. Diferenciar diodo de desvio e diodo de bloqueio quanto às suas funcionalidades em um módulo FV;
3. Identificar situações em que o diodo de desvio e o diodo de bloqueio são utilizados em um SFV;
4. Descrever a estrutura e a funcionalidade de uma caixa de junção.



Competências

Capacidades Técnicas e Conhecimentos conforme os Itinerários Formativos EnergIF

- Identificar as características e os parâmetros relacionados aos arranjos fotovoltaicos.
 - Utilização de diodos de desvio e de fileira;
 - Caixa de junção.



Relação com a Unidade Curricular

Compreender a função dos diodos em um SFV, identificando as situações em que devem ser empregados é um dos fundamentos de eficácia da energia solar. O uso correto dos diodos permite um melhor aproveitamento da energia, possibilitando que o sistema opere em suas melhores condições.

Segue o fluxo? Nem sempre...

Nas instalações fotovoltaicas, a eficiência e a segurança dos módulos (ou placas) são fatores muito importantes, pois o rendimento do sistema depende de variáveis como: limpeza dos módulos, ventilação e sombreamento. A questão de sombreamento pode provocar aquecimento nas células dos módulos, situação em que a utilização de diodos de desvio ajuda a proteger as células afetadas. Os diodos são componentes eletrônicos que permitem a passagem de corrente elétrica em um só sentido, pois a corrente elétrica alternada conduz corrente nos dois sentidos. Um exemplo similar são os pneus ou as câmaras de ar, que possuem uma válvula que permite enchê-los, ou seja, o ar flui para dentro do pneu impedindo que o ar saia.

Falaremos um pouco sobre o diodo, uma peça importante no SFV. O diodo é um dispositivo que funciona como uma válvula de retenção, fazendo com que a corrente elétrica flua em apenas um sentido.

Há duas razões para se utilizar um diodo em um SFV: para o desvio de corrente elétrica; e, para o bloqueio dessa mesma corrente. São utilizados diodos para os dois casos, o que os torna diferentes é a maneira como eles são ligados e a função que desempenham no sistema. Veremos um pouco mais sobre esses casos e como o diodo atua a seguir.

1 Utilização de diodos de desvio e de fileira

Diodos de desvio são utilizados para reduzir a perda de capacidade a que os módulos estão sujeitos em condições de sombreamento parcial.



Figura 1: Módulos fotovoltaicos com sombreamento parcial.

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

Em condições normais sem sombreamento, a corrente passa em todos os módulos, sem que se utilizem os diodos de desvio.

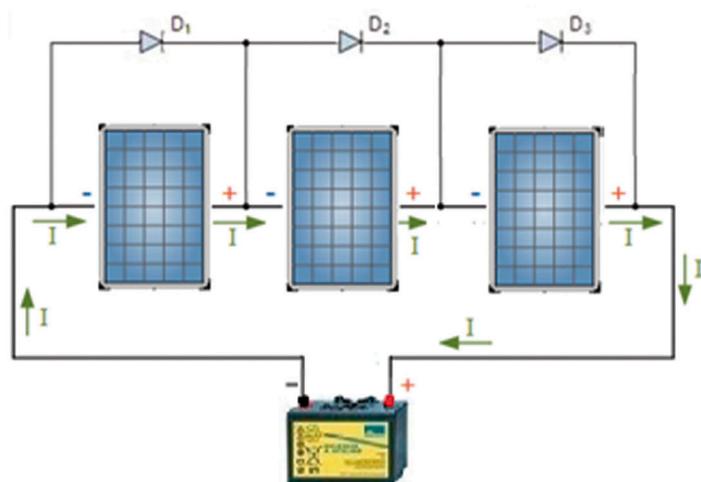


Figura 2: O fluxo da corrente energética nos módulos, em circunstâncias sem sombreamento. Note que os diodos (D1, D2 e D3) não participam do fluxo de corrente.

Fonte: Acervo do autor

O fluxo da corrente elétrica é sempre do ponto de alta tensão para o ponto de baixa tensão. Quando um módulo tem células parcialmente sombreadas, a corrente é direcionada para estas células, que têm voltagem mais baixa.

Isso faz com que esse módulo aqueça como um todo e apresente uma severa perda de potência. Desse modo, as células sombreadas passam a ser consumidoras de eletricidade, em vez de produzi-la.

Nesse ponto, o diodo de desvio entra em ação: ele é ligado em paralelo às células. Assim, caso haja uma célula com problemas, ela é “pulada” (realiza o *bypass*) por meio do diodo de desvio — por isso ele é ligado em paralelo à célula. Se fosse ligado em

série, de nada serviria, pois não “pularia” a célula com problemas, apenas entraria na sequência.

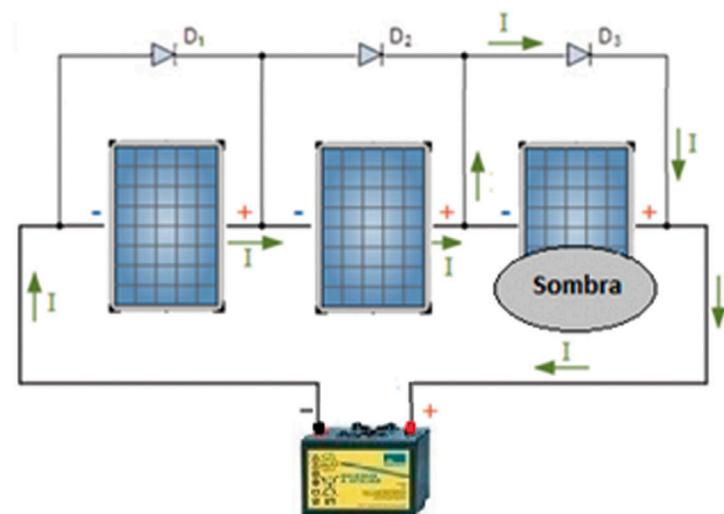


Figura 3: O fluxo da corrente energética nos módulos em circunstâncias com sombreamento. Nesse caso, o diodo D3 entra no fluxo de energia, pois o módulo em que está conectado apresenta-se sob condições de sombra.

Fonte: Acervo do autor

Note que, uma vez que a corrente elétrica prefere o caminho de menor resistência, é mais fácil seguir via diodo do que via célula sombreada — e é exatamente o que acontece. Ocorre ainda que isso minimiza o ganho de calor do módulo e reduz a perda de corrente elétrica.

Atualmente, a maioria dos módulos fotovoltaicos possui diodos de desvio em sua própria estrutura, de forma que não é mais necessário se preocupar com essa questão — o sistema automaticamente aciona o mecanismo em caso de necessidade.

No entanto, se tivermos múltiplos módulos associados em série e constantemente houver sombreamento sobre um ou mais módulos, é importante ligar um diodo de desvio em paralelo ao módulo sombreado, prevenindo, dessa forma, que a corrente elétrica seja forçada de volta para o módulo causando aquecimento e perda de potência.

Esse tipo de ligação funciona do mesmo modo que um diodo interno de desvio, que faz um *bypass* do módulo inteiro em vez de apenas células individuais.

Diodos de desvio dentro da caixa de junção oferecem um caminho de baixa resistência para a corrente percorrer ao redor de um conjunto de células sombreadas.

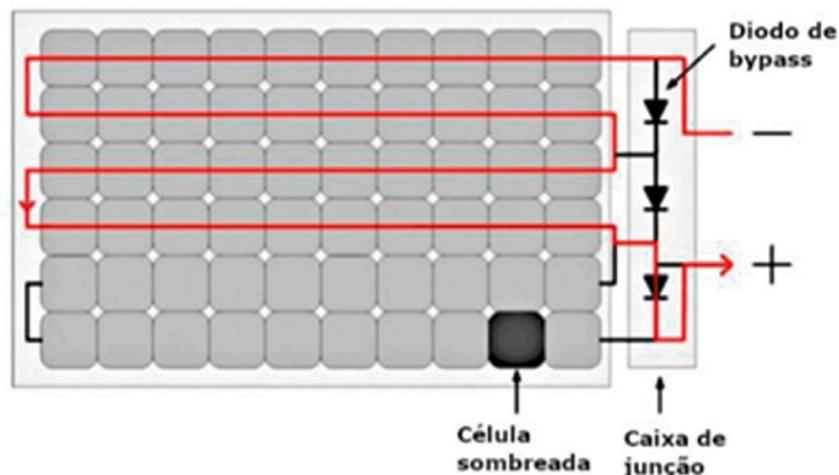
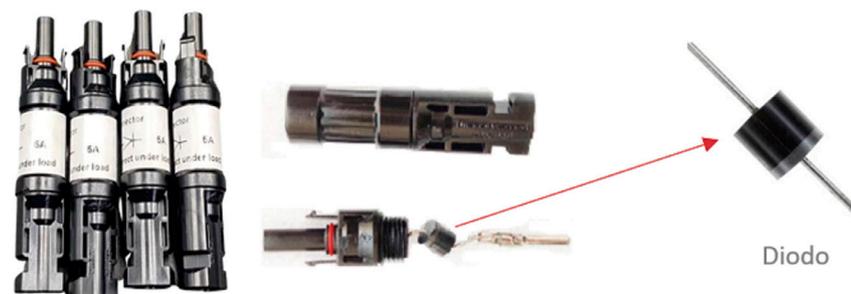


Figura 4: Módulo fotovoltaico com uma célula sombreada, protegida pelos diodos de *bypass* localizados na caixa de junção.

Fonte: Acervo do autor

2 Utilização de diodos de desvio e de bloqueio

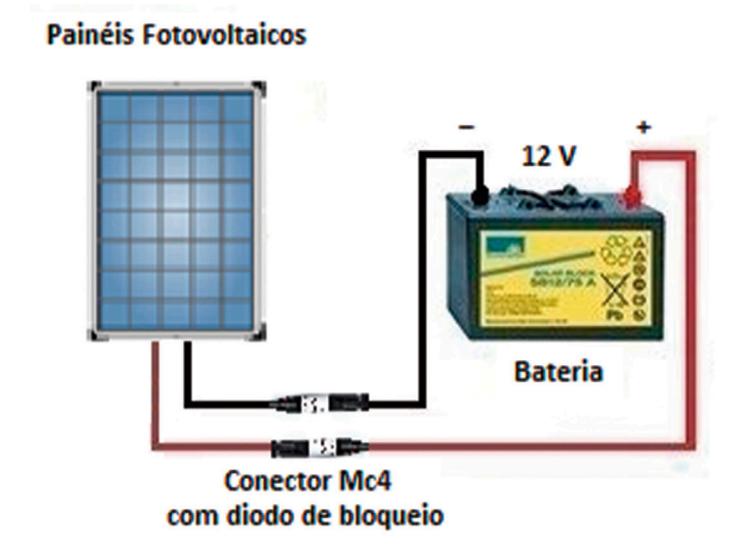
Os diodos também podem ser conectados em série a um módulo fotovoltaico ou *string* quando há ligações em paralelo, para evitar que um módulo (ou uma *string*) injete corrente em outro, caso as tensões entre eles sejam diferentes. A esse diodo damos o nome de **diodo de bloqueio**.



Figuras 5: Diodos de bloqueio.

Fonte: Acervo do autor

Diodos de bloqueio são comumente utilizados também em situações em que existem baterias conectadas aos SFV. Esse procedimento evita que as baterias se descarreguem durante o período noturno.



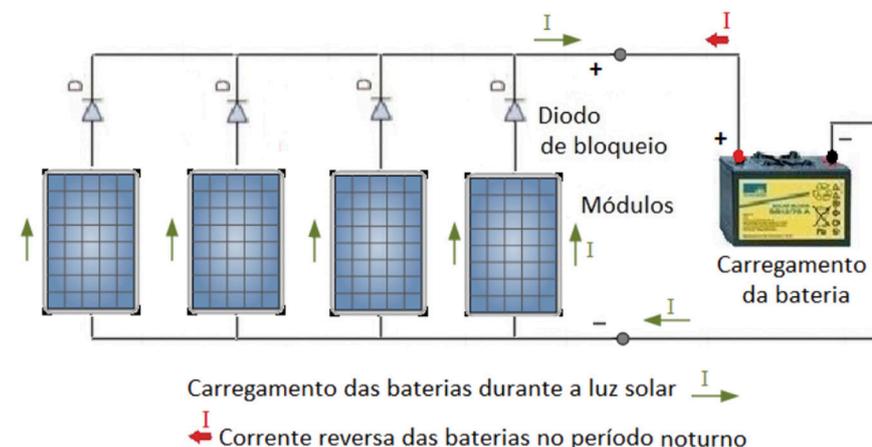
Figuras 6: Painel fotovoltaico conectado a uma bateria, com diodos de bloqueio entre eles.

Fonte: Acervo do autor

Como o fluxo da corrente elétrica, como já vimos, vai sempre do ponto de alta tensão para o ponto de baixa tensão, durante um dia ensolarado, a tensão elétrica do módulo é maior do que a da bateria, e a corrente irá naturalmente fluir para a bateria.

Durante a noite, no entanto, se o módulo FV estiver conectado diretamente à bateria, sem um regulador de carga, a tensão do módulo será menor do que a da bateria.

Nesse caso, existe a possibilidade de ocorrer um fluxo reverso, que puxa a carga da bateria em direção ao módulo — algo que não se deseja. Não será um fluxo de igual intensidade quanto o diurno, mas, ainda assim, pode haver alguma perda de carga elétrica da bateria.



Figuras 7: Nas setas em verde, vemos o fluxo de corrente indo dos módulos FV para a bateria, durante o dia. Na seta em vermelho, durante a noite, o fluxo é reverso, pois não há incidência de sol nos módulos FV, tornando-os pontos de mais baixa tensão do que a da bateria.

Fonte: Acervo do autor

Por isso, um diodo de bloqueio é ligado em série entre a bateria e o módulo FV, permitindo que a carga elétrica vá somente no sentido da bateria, sem deixar que haja perda de potência elétrica da bateria no período noturno.



Figuras 8: Um regulador de carga (MPPT, *Maximum Power Point Tracking*, em inglês) entre o painel fotovoltaico e a bateria, com a função que seria a do diodo, minimizando a perda de potência da bateria.

Fonte: Acervo do autor

Atualmente, a maioria dos SFV dispõe de um regulador de carga entre o módulo e a bateria, prevenindo o fluxo reverso e eliminando a necessidade de um diodo de bloqueio.

Portanto, o diodo de *bypass* (também conhecido como diodo de passagem) tem como objetivo evitar a formação de *hotspots* (pontos quentes) nos módulos fotovoltaicos, “pulando” esses módulos com problemas, enquanto o diodo de bloqueio tem o objetivo de evitar a corrente reversa em *strings* conectadas em paralelo.

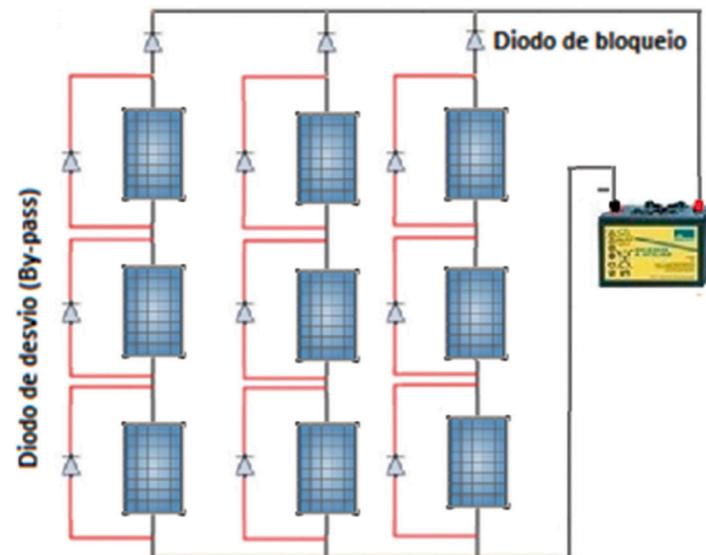


Figura 9: O diodo de desvio é ligado com o módulo em paralelo, para evitar o aquecimento deste. O diodo de bloqueio é ligado com o módulo em série, de maneira a maximizar a potência da bateria ao não deixar a corrente ir no fluxo reverso.

Fonte: Acervo do autor

3 Caixa de junção

Como vimos anteriormente, os diodos de bloqueio são conectados em série ao módulo, e os diodos de desvio são conectados em paralelo ao módulo ou a conjuntos de células. Esses diodos geralmente ficam abrigados na caixa de junção que fica na parte traseira do módulo fotovoltaico.



Figura 10: Os cabos de ligação dos módulos ficam na caixa de junção, a qual se situa na parte traseira do módulo.

Fonte: Acervo do autor

A caixa de junção é uma parte do módulo FV frequentemente esquecida. Usualmente vem pré-instalada e tem uma função simples, mas muito importante, que é a de alojar todos os componentes elétricos do módulo e protegê-los do ambiente externo. Dentro da caixa, o cabeamento se conecta a diodos, oferecendo uma maneira fácil de conectar os módulos entre si.

Mesmo que ainda não haja uma opção de escolha quanto ao tipo de caixa de junção que uma pessoa deseje associar a seus módulos FV, a função desse invólucro é importante de compreender, especialmente na medida em que acomoda tecnologias mais inteligentes, se um módulo está sujeito a sombreamento parcial.



Para você pensar, antes de nossa atividade prática

1. Qual é a função dos diodos de desvio nos módulos fotovoltaicos?
2. Como são ligados os diodos de desvio nos módulos fotovoltaicos?
3. Qual é a função dos diodos de bloqueio nos módulos fotovoltaicos?
4. Como são ligados os diodos de bloqueio nos módulos fotovoltaicos?
5. Quais são as consequências do sombreamento nos módulos fotovoltaicos?

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

Mario Sergio Cambraia (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

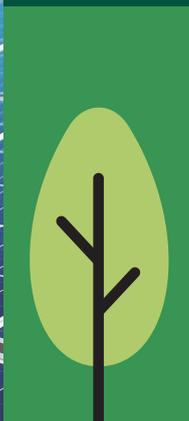
Índices para catálogo sistemático:

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