

Proposta de Desenvolvimento de um Traçador de Curvas V x I para Painéis Fotovoltaicos

Bernardo Rogowski dos Santos⁽¹⁾, Luiz Henrique Pereira Coelho⁽²⁾, Clóvis Antônio Petry⁽³⁾

^{(1), (2)} Graduandos do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Eletrônicos, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, Unidade Florianópolis. Av. Mauro Ramos, 950, CEP 99020-300. E-mail: bernardodico@yahoo.com.br (apresentador do trabalho); ⁽³⁾ Professor do Departamento Acadêmico de Eletrônica, da mesma instituição.

Introdução

Painéis fotovoltaicos são cada vez mais utilizados, tendo em vista sua capacidade tecnológica de transformar a energia limpa e gratuita do sol, em energia elétrica renovável. A curva de resposta da tensão de saída pela corrente de carga de um painel fotovoltaico é utilizada para definir o ponto de operação do mesmo. Esta curva pode ser obtida medindo-se ponto a ponto a tensão e corrente do painel para uma carga variando de zero à nominal ou, utilizando equipamentos importados e de alto custo.

Neste trabalho se propõe o estudo de um traçador de curvas V x I de painéis fotovoltaicos de baixa potência, com correntes de até 5 A, de baixo custo e fácil implementação. Este traçador permite obter a curva de painéis de forma automática com a utilização de um microcontrolador, facilitando o processo e reduzindo erros de medição do usuário.

Além disso, o objetivo deste trabalho é trazer uma maior mobilidade para medição da tensão e corrente elétrica de painéis fotovoltaicos, extraindo graficamente suas coordenadas. Assim, despendendo menos tempo, obtendo maior precisão e com menos chances de erros, pois no trabalho manual, o processo torna-se mais complicado e muitas vezes cansativo, se aplicado repetidas vezes aplicado, levando a erros de observação humana normais.

É importante saliente que existem analisadores de curvas fotovoltaicas no mercado, por exemplo, o assim denominado Mini-KLA. É usado como uma ferramenta para medir parâmetros e montar curvas de tensão, corrente e potência. Mas a idéia é desenvolver uma solução diferente e mais barata de fácil acesso.

São apresentadas duas maneiras de controlar a tensão de referência, que é o ponto chave deste projeto, esta tensão, é que auxilia a encontrar as coordenadas V x I de um painel. O primeiro modo é controlando manualmente esta tensão através de um divisor de tensão, e a automática, que seria

controlada por um microcontrolador. Até o presente momento foi implementado somente o primeiro modo, sendo a idéia do microcontrolador o trabalho de maior alcance do trabalho e em vistas de implementação.

Palavras-Chave: painéis fotovoltaicos, traçador de curvas, energias alternativas, co-geração.

Metodologia

O estudo realizado levou a elaboração de um circuito com um amplificador operacional de uso geral, este controlando a base de um transistor de potência. O circuito tem como configuração uma fonte de corrente controlada por uma tensão (FCCT), esta tensão foi chamada de tensão de referência. A Fig. 1 mostra o modelo desta configuração.

O amplificador operacional (AmpOp) é alimentado simetricamente com uma tensão VCC contínua. Esta alimentação é de origem externa, não interferindo e não consumindo nada do respectivo painel. Para garantir isolamento de possíveis interferências entre tensões do painel e do circuito controlador, acrescentou-se um diodo D₁ usado impedir a circulação de corrente do circuito para o painel, que pode ficar reversamente polarizado para possíveis inversões de potencial entre painel e circuito alimentador.

Na porta não-inversora do AmpOp, uma tensão de referência é acrescentada, e através do curto-virtual intrínseco entre os terminais inversor e não inversor do AmpOp, uma tensão aplicada em V_{ref} se torna uma tensão que é imposta no resistor R₁, pois um dos terminais do resistor está ligado no terminal inversor do AmpOp. Seguindo a equação da lei de Ohm $V = R \times I$, algebricamente se obtém $I = V_{ref}/R_1$. R₁ possui valor fixo determinado, para manter a igualdade verdadeira, a corrente I se altera com a variação da tensão V_{ref}.

Assim, pode-se obter o espectro de coordenadas de um painel; desde os extremos, circuito em aberto

(sem carga) e corrente de curto-circuito (resistência mínima); como qualquer outro ponto desejado. A Fig. 2 simula as curvas $I \times V$ e $P \times V$.

Impondo uma tensão V_{ref} pelo divisor de tensão, a corrente I em R_1 é monitorada podendo-se escolher qualquer ponto no espectro de potência do painel em teste.

Com a observação da curva da potência, tem-se o ponto de MMPT (*Maximun Power Point Tracker*), onde se encontra o ponto de ocorrência da maior transferência de potência fornecida pelo painel. Este ponto é de grande importância, pois é o ponto de maior rendimento do painel.

No esquemático da Fig. 1, observam-se dois resistores em série com o potenciômetro, R_2 e R_3 , estes usados para ter maior precisão e foco de uma faixa pré-determinada do eixo das coordenadas.

O circuito possui uma chave de seleção. Esta foi inserida com o objetivo de selecionar a parte manual feita até então, e a microcontrolada que será realizada no futuro. Contudo, trocando seus papéis de ação, para depois fazer conferências e verificar erros que possam aparecer da desigualdade. O sensor de corrente I é necessário para a leitura da corrente do painel pelo microcontrolador, que, em conjunto com a tensão do painel, também lida, irá traçar a curva $V \times I$ e $P \times V$ do respectivo painel.

Aspectos Práticos

Testes foram estabelecidos com um módulo fotovoltaico de 3 W. Com tensão de circuito aberto de 19 V e corrente de curto-circuito de 270 mA. O ponto de MPPT ficou entre 12 V e 240 mA, situação medida em dia de sol.

A tensão de referência foi calculada medindo e buscando um espectro de varredura mais preciso da corrente I . Calculando limites de V_{ref} , através do divisor de tensão, obteve-se $R_2 = 147 \text{ k}\Omega$ e $R_3 = 0$, isso com base num potenciômetro de $12,78 \text{ k}\Omega$ em série. Como não existe valor comercial de $147 \text{ k}\Omega$, e também para garantir o espectro um pouco maior, acrescentou-se um resistor de $120 \text{ k}\Omega$.

O transistor de potência usado foi um TIP41C, comercial e barato. Este transistor é usado para determinar a potência máxima permitida de medição para um painel fotovoltaico qualquer. A potência máxima do TIP é limitada a 600 W calculado através da tensão e corrente especificadas pelo fabricante. É informado que a corrente máxima permitida é 6 A e a tensão máxima é igual a 100 V, podendo já ser bem abrangente para as medições. Este transistor dissipa uma potência especificada de até 65 W em 25°C , sendo importante um dissipador envolto do mesmo.

Na Fig. 3, é mostrado um parâmetro de um ponto de operação do painel medido em laboratório.

Para garantir uma tensão maior no painel,

acrescentou-se uma lâmpada incandescente para iluminar o painel e elevar em parte sua tensão, chegando a 15 V. Usando dois multímetros, um medindo a corrente e outro a tensão, obtém-se as variáveis de tensão e corrente do respectivo painel fotovoltaico.

Conclusões

Na prática e no objetivo de traçar uma curva de resposta gráfica de um determinado painel fotovoltaico, criam-se necessidades de buscar alternativas e soluções viáveis para ter maior facilidade e precisão nas medidas desejadas.

Observou-se nos experimentos a variação que a corrente possui em função da alteração da tensão de referência e a queda de tensão do painel com o aumento da corrente imposta manualmente.

Controlando V_{ref} do circuito, obteve-se uma maior precisão nas medidas e redução do tempo gasto, ao invés de ajustar valores de resistência e anotando passo a passo parâmetros medidos. A solução mais antiga e convencional, trás maior imprecisão e exige muito mais tempo, disposição e maior cuidado no processo; sendo uma forma de fato inviável intelectualmente para futuras repetições, trabalho que pode ser adiantado e complicações que podem ser adiadas.

Referências

- PERTENCE JR., Antonio. **Amplificadores operacionais e Filtros Ativos**. 6ª edição. Bookman Editora.
- BOGART JR., Theodore F. **Dispositivos e Circuitos Eletrônicos**, Volume I. São Paulo: Makron Books, 2001.
- BOGART JR., Theodore F. **Dispositivos e Circuitos Eletrônicos**, Volume II. São Paulo: Makron Books, 2001.
- PEREIRA DA SILVA, DOUGLAS. **Sistema eletrônico para processamento de energia solar fotovoltaica, operando na máxima transferência de potência, com aplicação na alimentação de refrigeradores convencionais**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Março de 2003.
- GONÇALVES, ODIGLEI. H. **Contribuição ao estudo de um sistema de dois estágios para aplicação em co-geração de energia a partir de painéis fotovoltaicos**. Dissertação de mestrado em Engenharia Elétrica – UFSC. Florianópolis, 2006.
- SOUZA, KLEBER. C. A. **Conversor CC-CA monofásico para interligar painéis fotovoltaicos ao sistema elétrico**. Dissertação de mestrado em Engenharia Elétrica – UFC. Fortaleza, 2003.

SÁ JUNIOR, EDILSON. M. **Sistema fotovoltaico para iluminação pública no período de alto pico de demanda da concessionária.** Dissertação de mestrado em Engenharia Elétrica – UFC. Fortaleza, 2004.

Responsabilidade de autoria

As informações contidas neste artigo são de inteira responsabilidade de seus autores. As opiniões nele emitidas não representam, necessariamente, pontos de vista da Instituição e/ou do Conselho Editorial.

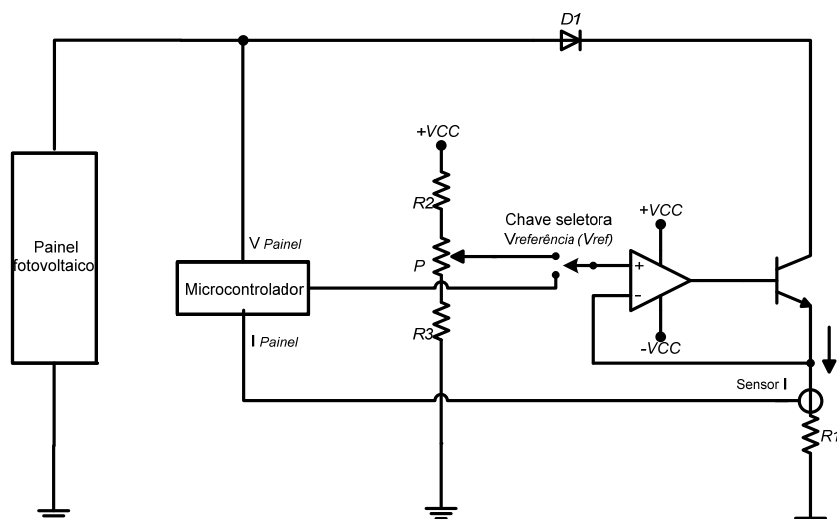


Figura 1. Esquemático para obtenção das curvas $V \times I$ e $P \times V$ de painéis fotovoltaicos.

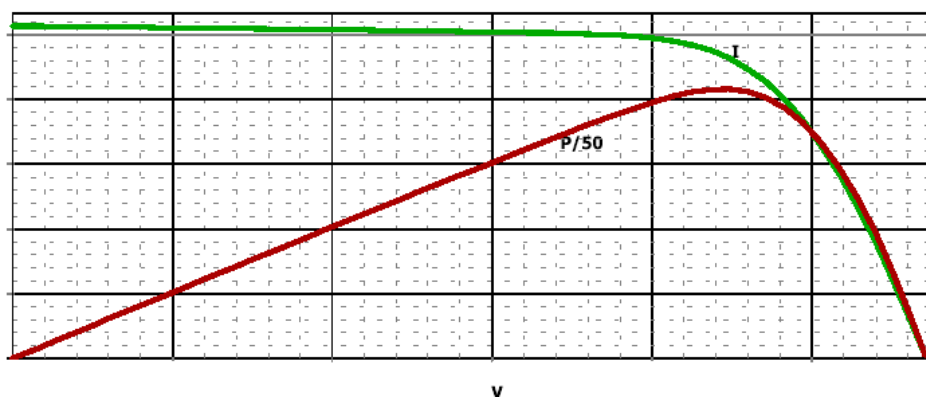


Figura 2. Característica gráfica $V \times I$ e $P \times V$ de painéis fotovoltaicos.



Figura 3. Foto do circuito implementado em matriz de contatos e em operação.