ALGORITMO PARA OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NA TOPOLOGIA MICRO

Douglas Ohf[1], Tiago Jackson May Dezuo[2]

[1] Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica CCT - PIVIC/UDESC
[2] Orientador, Departamento de Engenharia Elétrica CCT – tjdezuo@gmail.com.

Palavras-chave: Arranjo Fotovoltaico, Sombreamento Parcial, Topologia micro.

Comercialmente, os módulos fotovoltaicos são interconectados em arranjos, através de ligações série e/ou paralelo de forma a obter correntes e/ou tensões desejadas, porém ao realizar estas conexões sobre condições não uniformes, o que pode ser causado por painéis com diferentes idades, irradiações, inclinações e conexões entre os painéis, acaba por fazer com que o sistema não seja capaz de gerar o máximo de potência que poderia ser obtida de cada painel.

Uma forma de sempre gerar o máximo de potência disponível em todos os painéis surge com a utilização da topologia *micro*, utilizando um conversor CC-CC em cada painel, e suas saídas conectadas em paralelo em um barramento, conforme pode ser observado na Figura 1. Isto, porém, encarece a instalação inicial da topologia devido à necessidade de mais componentes.

Mesmo assim, esta topologia também pode ter seu custo de instalação reduzido, ao utilizar-se de apenas um controlador, um sensor de corrente em cada painel e mais um global. Isso reduz o número de sensores e controladores necessários, uma vez que a determinação de aumento ou diminuição da potência gerada pode ser determinada apenas com o valor da corrente do sensor global, dada uma tensão de saída dos conversores constante.

Os problemas que ocorrem com a utilização de um sensor global são a perda de potência por tentar atualizar um painel que já está em MPP, e também perdas de energia que podem ocorrer com a redução da irradiação de um painel, entre períodos de atualização.

Com base nisso, esse trabalho apresenta uma forma de verificar a necessidade de atualização dos painéis na topologia *micro*, a qual é dependente do *duty-cycle* do conversor que está conectado ao painel, e através do qual é possível concluir se há a necessidade de atualização do ponto de operação do mesmo.

É interessante notar que na topologia *micro,* em decorrência da quantidade de painéis fotovoltaicos do sistema é necessário um MPPT capaz de determinar se cada um dos painéis individualmente está atuando em seu ponto de máxima potência.

Também, sob condições de iluminação e temperatura constantes, quando um painel está atuando em seu MPP sua tensão e corrente são aproximadamente constantes, e possuem uma relação com o *duty-cycle*. Com base nisso, ao fixar o ponto de atuação de um conversor sobre um painel em função da corrente, caso haja variação em seu ponto de máxima potência, o que pode ser ocasionado por uma variação na temperatura ou na irradiação, acarretará numa variação na tensão de operação do painel, o que também resulta numa variação no *duty-cycle* do conversor controlador do painel.

Tendo em vista essa relativa estabilidade, é proposto que na topologia *micro* os painéis, após serem atualizados pela primeira vez, sejam reatualizados apenas quando houver uma variação

significativa em seu ponto de operação, e não sequencialmente, de forma a reduzir a perda de energia durante a procura pelo ponto de máxima potência.

Para este trabalho foi utilizado como referência para determinar a necessidade de atualização do painel apenas o módulo da variação do *duty-cycle* do conversor, mas também é possível utilizar outras funções de forma a ponderar ainda mais sobre atuações com mais ou menos tensão em relação a referência. Apesar de simples, o módulo retrata bem a perda de potência que está acontecendo sobre o determinado painel, pois ao depender diretamente da variação da tensão sobre o mesmo, é capaz ainda de ponderar que um painel necessita mais de uma atualização ao ter a irradiação sobre ele reduzida do que aumentada.

Os dados de *duty-cycles*, bem como a corrente no sensor global foram obtidos utilizando filtros digitais com média móvel, uma vez que a potência é chaveada. Como o próprio controle decide se a chave deve ficar aberta ou fechada em cada um dos instantes, é possível que esses dados sejam armazenados numa média móvel dentro do próprio controlador, e que este valor seja utilizado para determinação do *duty-cycle* de operação do conversor durante o período definido na média móvel.

Para a realização das simulações foi utilizado o software Simulink, com três painéis voltaicos, em conjunto com três conversores do tipo *boost*, entre os intervalos de atualização do MPPT foi considerado um tempo de 50ms, enquanto os passos da simulação e do controle foram de 5 microssegundos.

A partir disso, a Figura 2 apresenta uma comparação entre a potência máxima que poderia ser extraída e a potência gerada de acordo com a simulação, considerando diferentes irradiações e temperaturas, bem como variações das mesmas.

A partir de uma análise da potência gerada em comparação com a máxima disponível, é possível observar que o sistema converge para o ponto de máxima potência com três painéis, em cerca de 2.7s, e em todos os momentos posteriores quando há variação na irradiação sobre algum painel o sistema volta ao ponto de máxima potência em menos de 0.5s, portanto, o sistema responde rapidamente a variações de irradiação, isso se deve ao aspecto de o sistema reconhecer que está em seu ponto de máxima potência e, a partir disto, não realizar mais alterações dos pontos de operação.

Entre as vantagens, esta técnica permite trabalhar no real MPP de todos os painéis, é mais robusta, ao possibilitar a utilização de diferentes modelos de painéis e também elimina a necessidade de reatualizar os painéis desnecessariamente.

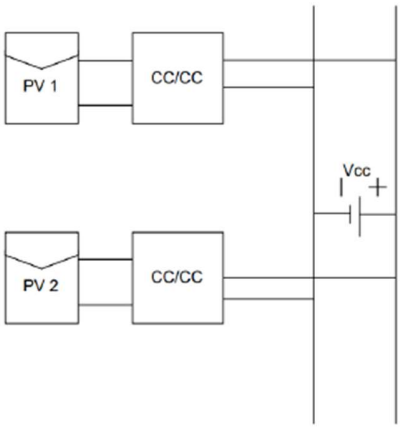

Fig. 1 *Estrutura da topologia micro*

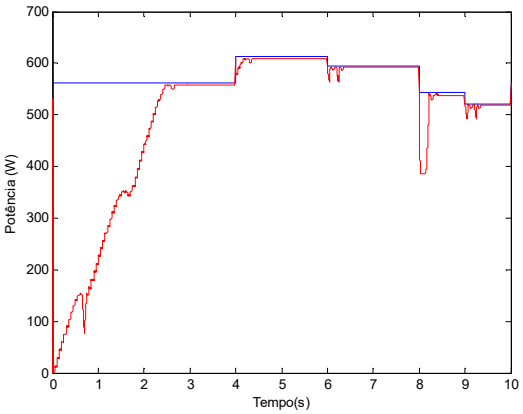

Fig. 2 *Gráfico comparativo entre potência obtida (vermelho) e máxima disponível (azul)*