

ĐIỀU KHIỂN BỘ NGHỊCH LƯU HÒA LƯỚI CHO HỆ THỐNG PIN MẶT TRỜI TẠI TRUNG TÂM TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG TIỀN GIANG

CONTROL METHOD OF A GRID CONNECTED SOLAR PV SYSTEM IN TIEN GIANG ENERGY CONSERVATION CENTER

Nguyễn Trung Kiên¹, Huỳnh Lâm Ngọc Tâm¹, Võ Hữu Thiện¹, Bùi Thanh Hiếu²

¹Trung tâm Tiết kiệm năng lượng Tiền Giang

²Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

Ngày tòa soạn nhận bài 30/01/2016, ngày phản biện đánh giá 23/02/2016, ngày chấp nhận đăng 29/02/2016

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày về phương pháp điều khiển dò điểm công suất cực đại (MPPT) của bộ nghịch lưu hòa lưới cho hệ thống pin năng lượng mặt trời (PV) tại Trung tâm Tiết kiệm năng lượng Tiền Giang nhằm cung cấp công suất tối đa cho lưới điện. Thuật toán P&O được đề xuất để dò điểm MPPT của hệ thống PV. Kết quả mô phỏng được thực hiện trên phần mềm Matlab. Với các kết quả này có thể kết luận rằng, hệ thống điều khiển đã tạo ra điện áp xoay chiều 1 pha đáp ứng tốt với yêu cầu của lưới điện.

Từ khóa: Pin năng lượng mặt trời; Dò điểm cực đại; Bộ điều khiển; P&O; Bộ biến đổi.

ABSTRACT

This article presents a control method of Maximum Power Point Tracking (MPPT) of a grid connected converter for a Solar photovoltaic (PV) system at Tien Giang Energy Conservation Center for maximum power extraction to the power grid. The P&O algorithm is proposed to track the MPPT of the PV system. Simulation results are performed using Matlab software. It can be concluded from these results that the control system has generated a good quality single phase AC voltage fitting to the power grid.

Keywords: Photovoltaic; Maximum Power Point Tracking; Controller; P&O; Converter.

1. GIỚI THIỆU

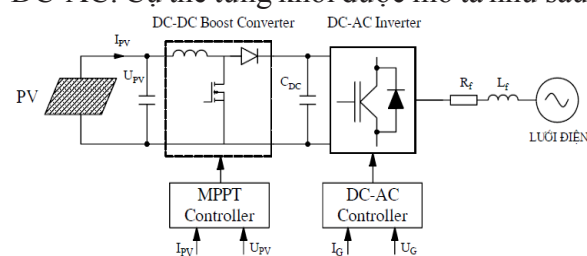
Việt nam là một quốc gia đang phát triển, do đó nhu cầu năng lượng ngày càng tăng. Để đảm bảo phát triển bền vững và đặc biệt cân bằng được năng lượng của quốc gia trong tương lai, Việt nam đã và đang tập trung nghiên cứu phát triển các nguồn năng lượng mới trong đó năng lượng mặt trời là một nguồn năng lượng hiệu quả trong tương lai.

Để khai thác và sử dụng năng lượng mặt trời một cách hiệu quả thì việc nghiên cứu các bộ nghịch lưu có hiệu suất cao cho hệ thống pin mặt trời (PV) là vấn đề cần được quan tâm.

Đề tài nghiên cứu bộ nghịch lưu hòa lưới dò tìm công suất cực đại (MPPT) là tiền đề cho dự án lắp đặt hệ thống pin mặt trời hòa lưới với công suất 1 kWp tại Trung tâm tiết kiệm năng lượng Tỉnh Tiền Giang.

2. HỆ THỐNG NGHIÊN CỨU

Hình 1 trình bày sơ đồ nguyên lý hệ thống pin mặt trời nối lưới. Do các tấm pin năng lượng mặt trời tạo ra điện áp DC nên để có thể kết nối với lưới điện xoay chiều thì hệ thống phải có các bộ chuyển đổi DC-DC và DC-AC. Cụ thể từng khối được mô tả như sau:

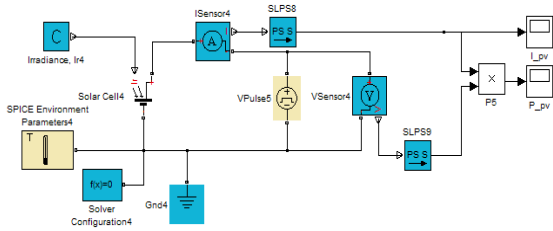


Hình 1. Sơ đồ nguyên lý hệ thống nối lưới

2.1 Mô hình pin mặt trời

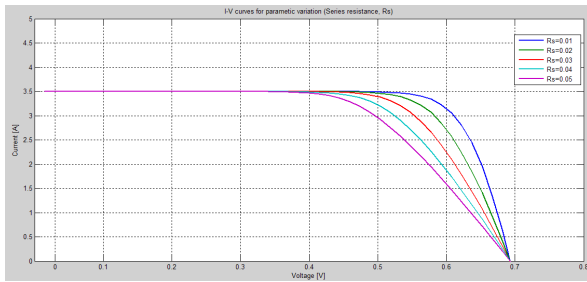
Mô hình mô phỏng một phân tử pin mặt trời thể hiện như hình 2 với các thông số đầu vào được chọn như: Độ bức xạ $I_t = 476,84$

W/m^2 , Nhiệt độ $T = 25^{\circ}C$, Hệ số $N = 1,1$ và Dòng điện ngược bão hòa $I_s = 0,1 nA$. [1-4]

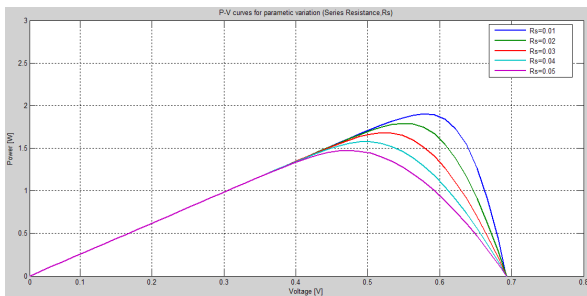


Hình 2. Mô hình mô phỏng một phần tử pin mặt trời

Sử dụng chương trình Matlab để mô phỏng mô hình sơ đồ trên và ta được các đường đặc tuyến I-V trong hình 3 và đặc tính P-V như trong hình 4 trên một phần tử pin khi điện trở R_s của pin thay đổi từ 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05. Có thể dễ dàng thấy rằng, đặc tính này phù hợp với đặc tính của tấm pin mặt trời thực tế [2].



Hình 3. Đặc tuyến I-V khi thay đổi R_s



Hình 4. Đặc tuyến P-V khi thay đổi R_s

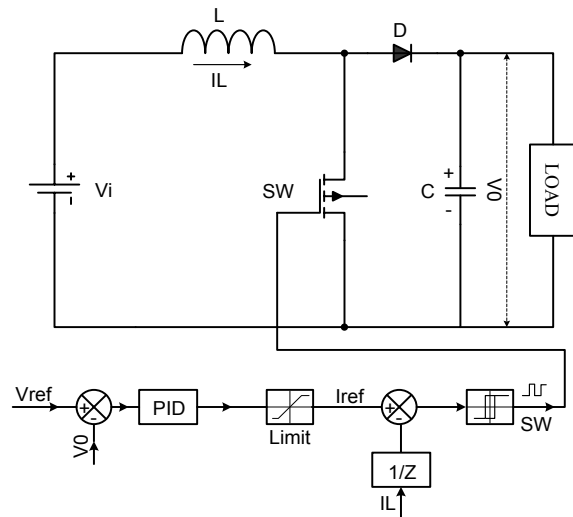
2.2 Bộ điều khiển DC-DC

Bộ điều khiển DC-DC nhằm duy trì điện áp DC để cung cấp cho mạch nghịch lưu. Sơ đồ mạch điều khiển được thể hiện ở hình 5 [3]. Để đạt hiệu quả cao cho hệ thống pin mặt trời, bộ điều khiển MPPT Controller là bộ điều khiển công suất cực đại từ hệ thống pin mặt trời. Bộ điều khiển này có tác dụng

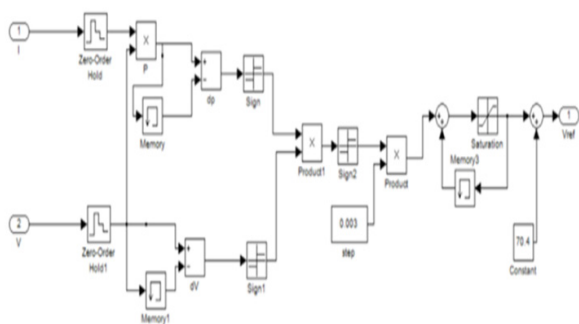
giúp cho hệ thống thu được năng lượng từ hệ thống pin mặt trời là lớn nhất. Để thực hiện được yêu cầu này hiện nay có nhiều thuật toán khác nhau như phương pháp điều khiển PID, phương pháp mạng thần kinh nhân tạo,... trong đó tác giả sử dụng thuật toán P&O [5]. Sơ đồ điều khiển được thể hiện như trong hình 6.

Lưu đồ thực hiện giải thuật P&O được thể hiện trong hình 7 [6-8]. Trong lưu đồ này, dựa vào dòng điện $I(k+1)$ và điện áp $V(k+1)$ ở lần lấy mẫu thứ $(k+1)$ để tính toán công suất P tại lần lấy mẫu thứ $(k+1)$, sau đó so sánh công suất $P(k+1)$ với công suất trước nó 1 chu kỳ lấy mẫu $P(k)$:

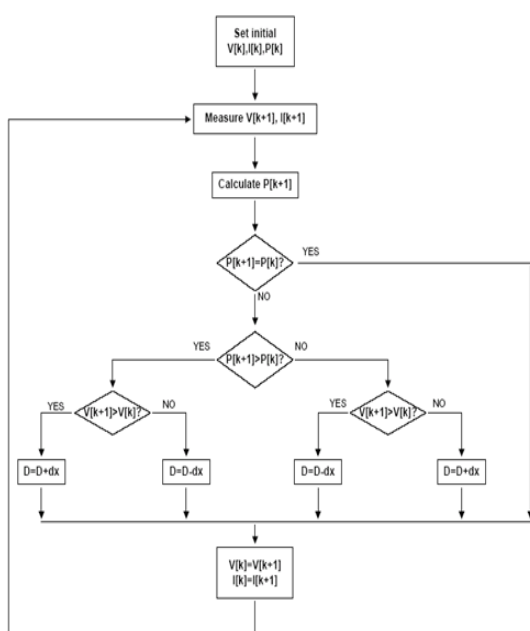
- Nếu công suất sau bằng công suất trước thì $V(k) = V(k+1)$ (điện áp trước bằng điện áp sau), $I(k) = I(k+1)$ (dòng điện trước bằng dòng điện sau).
- Nếu công suất sau lớn hơn công suất trước $P(k+1) > P(k)$ thì lúc này chia thành 2 điều kiện như sau: nếu điện áp lần lấy mẫu sau lớn hơn điện áp lần lấy mẫu trước $V(k+1) > V(k)$ thì tăng xung kích, ngược lại $V(k+1) < V(k)$ thì giảm xung kích.
- Nếu công suất sau nhỏ hơn công suất trước $P(k+1) < P(k)$ thì lúc này cũng chia thành 2 điều kiện như sau: nếu điện áp lần lấy mẫu sau lớn hơn điện áp lần lấy mẫu trước $V(k+1) > V(k)$ thì giảm xung kích, ngược lại $V(k+1) < V(k)$ thì tăng xung kích.



Hình 5. Sơ đồ mô phỏng bộ Boost DC



Hình 6. Sơ đồ bộ điều khiển MPPT sử dụng thuật toán P&O

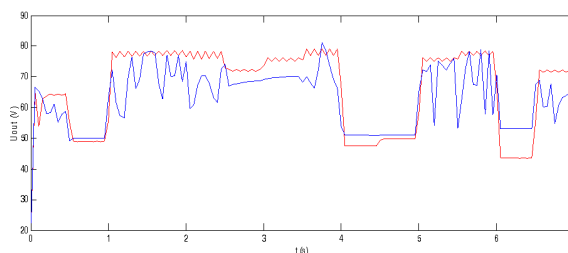


Hình 7. Lưu đồ giải thuật P&O

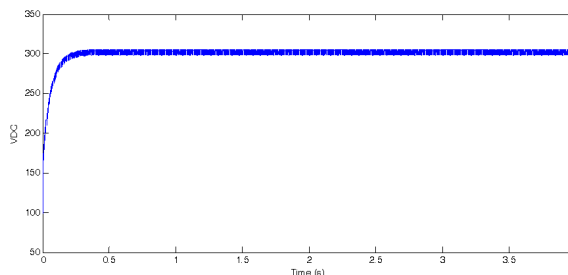
Trong điều kiện cường độ bức xạ dao động thì điểm hoạt động MPP của dãy PV dưới giải thuật P&O sẽ dao động xung quanh điểm cực đại.

Kết quả của điện áp ngõ ra có bộ điều khiển MPPT sử dụng thuật toán P&O được cho ở hình 8. Trong đó, đường màu đỏ là điện áp ngõ ra khi có bộ điều khiển P&O luôn đạt giá trị ở mức cao hơn so với đường màu xanh là điện áp ngõ ra không có bộ điều khiển MPPT.

Bộ điều khiển DC-DC Boost Converter thực hiện nhiệm vụ chuyển đổi điện áp một chiều tăng lên cao trước khi nghịch lưu hòa vào lưới. Giá trị điện áp DC sau khi qua bộ điều khiển được thể hiện ở hình 9.



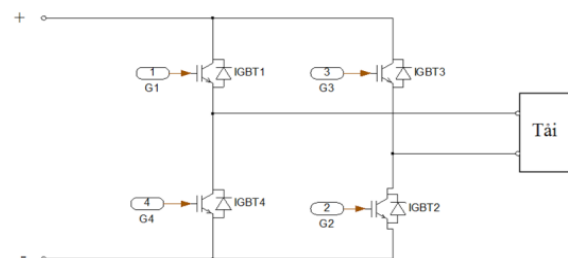
Hình 8. Điện áp ra của pin mặt trời có và không có bộ điều khiển MPPT



Hình 9. Đồ thị điện áp ra bộ DC-DC

2.3 Bộ điều khiển DC-AC.

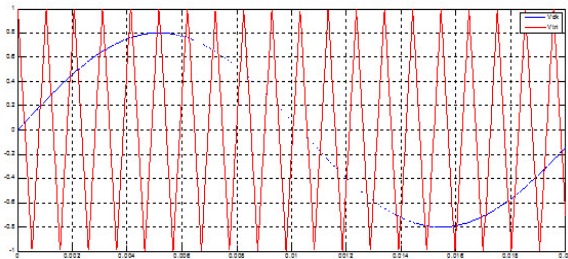
Bộ điều khiển nghịch lưu DC-AC nhằm tạo ra điện áp AC để hòa vào lưới điện có sơ đồ nguyên lý như hình 10 [3]. Có nhiều phương pháp để điều khiển các iGBT G1, G2, G3 và G4 nhằm tạo ra điện áp xoay chiều như phương pháp điều chế độ rộng xung (PWM), phương pháp điều chế sin PWM (SPWM), phương pháp vector không gian... [9-11]. Tuy nhiên trong đề tài này tác giả sử dụng phương pháp SPWM vì đây là phương pháp cơ bản, dễ điều khiển.



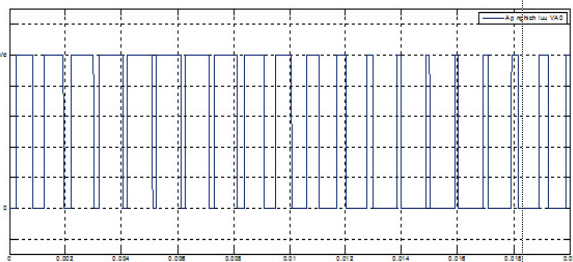
Hình 10. Mạch chuyển đổi DC-AC

Để tạo ra điện áp xoay chiều bằng phương pháp SPWM, ta sử dụng một tín hiệu xung tam giác v_{trig} được gọi là sóng mang (đường màu đỏ trong hình 11 đem so sánh với một tín hiệu sin chuẩn v_c gọi là tín hiệu điều khiển đường màu xanh trong hình 11. Trong

đó, hệ số điều chế biên độ m_a được định nghĩa là tỷ số giữa biên độ của tín hiệu điều khiển với biên độ của sóng mang. Tín hiệu so sánh ngõ ra để kích cho các iGBT được cho trong hình 12.



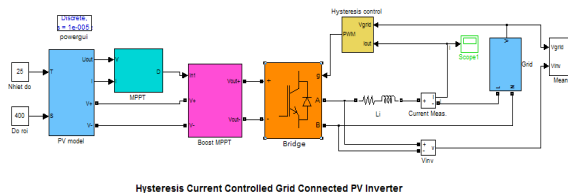
Hình 11. Điều chế SPWM một pha



Hình 12. Điều chế SPWM một pha

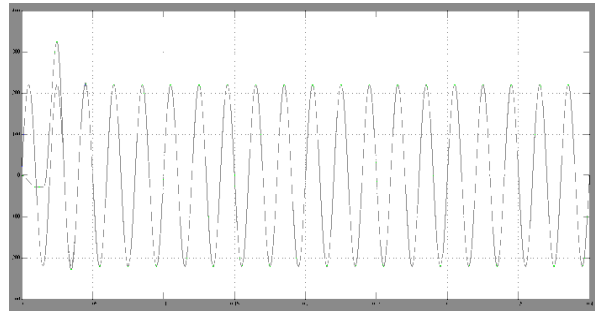
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Hình 13 trình bày sơ đồ mô phỏng hệ thống điện mặt trời hòa lưới điện 1 pha 220V AC, tần số 50 Hz. Hệ thống nghiên cứu bao gồm Mô hình pin mặt trời PV công suất 1 KWp, bộ DC-DC boost và cầu nghịch lưu sử dụng iGBT.



Hình 13. Sơ đồ mô phỏng hệ thống điện mặt trời hòa lưới điều chỉnh áp sau nghịch lưu

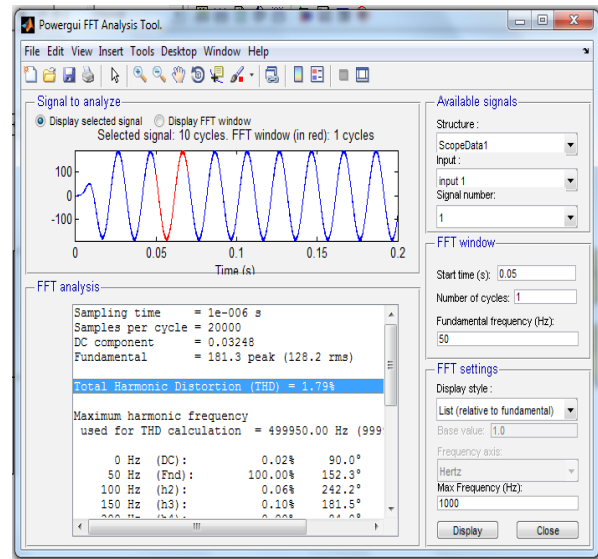
Kết quả mô phỏng điện áp ra của hệ thống trên được thể hiện trong hình 14. Từ dạng sóng ta thấy rằng, sau thời gian quá độ thì biên độ và tần số của hệ thống pin mặt trời bám sát với đặc tuyến của điện áp lưới.



Hình 14. Dạng sóng điện áp lưới và điện áp NLMT

Để đánh giá chất lượng của dòng điện, tác giả đã sử dụng công cụ phân tích FFT với các thông số được cho trong hình 15.

Từ kết quả này ta thấy rằng điện áp tạo ra có dạng sin, tỉ lệ hài THD=1.79% thấp hơn qui định tối đa là 5% nên có chất lượng tốt.



Hình 15. Phân tích FFT của dòng tải

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày mô hình mạch nghịch lưu hòa lưới 1 pha của hệ thống pin năng lượng mặt trời dựa trên giải thuật P&O để tối ưu công suất ngõ ra của hệ thống. Các kết quả mô phỏng cho thấy rằng điện áp ngõ ra của hệ thống có biên độ, tần số và độ méo dạng đáp ứng yêu cầu. Tạo tiền đề cho thiết kế và sẽ được tính toán, thi công phần cứng và tiến hành lắp đặt mô hình hệ thống pin năng lượng mặt trời tại Trung tâm tiết kiệm năng lượng Tỉnh Tiền Giang.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đặng Đình Thông, *Pin mặt trời và ứng dụng*, nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 2008.
- [2] Nguyễn Phùng Quang, *Matalb và Simulink*, nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật Hà Nội.
- [3] Nguyễn Văn Nhờ, *Giáo trình Điện Tử Công Suất 1*, NXB ĐH Quốc gia TP.HCM, 2002.
- [4] Joe-Air Jiang, et. al., *Maximum power tracking for photovoltaic power systems*. 2005.
- [5] V. Salas, E.O., A. Barrado, A. Lazaro, *Review of the Maximum Power Point Tracking Algorithms for Stand-alone Photovoltaic Systems*, Solar Energy Materials and Solar Cells, 2006, p.p 1555–1578.
- [6] O. Bingol, A. Altinta, and Y. Oner, *Microcontroller based solar- tracking system and its implementation*, Journal of Engineering Sciences, vol. 12, pp. 243–248, 2006.
- [7] Askan, K., *Maximum power point tracker for PV array*, 2006 – 2007.
- [8] Mei Shan Ngan, Chee Wei Tan – *A Study Of Maximum Power Point Tracking Algorithms for Stand alone Photovoltaic Systems*, 2011 IEEE Applied Power Electronics Colloquium (IAPEC).
- [9] Li Jiang, *Resistance Control MPPT for Smart Converter PV System*, Master of Science in Electrical Engineering, April 19, 2012.
- [10] Hohm, D.P. and M.E. Ropp, *Comparative Study of Maximum power point tracking algorithms*, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 2003, Vol.11, No.1, pp. 47-62.
- [11] Roberto Faranda, S.L., *Energy Comparison of MPPT Techniques for PV Systems*. WSEAS Trans. on POWER SYSTEMS, vol. 3, No.6.