



MÔ PHỎNG ĐẶC TÍNH ĐẦU RA DÀN PIN ĐIỆN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI DƯỚI ĐIỀU KIỆN BÓNG CHE DỰA TRÊN MÔ ĐUN 62150H-600S

Lê Thị Minh Tâm¹, Nguyễn Việt Ngự¹, Nguyễn Văn Đường²,
Nguyễn Thanh Tiên³, Đỗ Thành Hiếu⁴

¹ Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng yên

² Bộ Giáo dục và Đào tạo

³ Học viện Kỹ thuật Quân sự

⁴ Trường Đại học An huy Trung Quốc

Ngày nhận: 30/06/2016

Ngày sửa chữa: 16/08/2016

Ngày xét duyệt: 09/09/2016

Tóm tắt:

Phân tích mô hình hóa của dàn Pin PV và mô phỏng đặc tính dàn Pin PV là một khâu quan trọng hỗ trợ quá trình thiết kế và điều khiển, nâng cao hiệu suất phát ra của hệ thống điện năng lượng mặt trời. Bài báo trình bày một phương pháp mô phỏng đặc tính đầu ra của dàn Pin năng lượng mặt trời (PV) sử dụng thiết bị mô phỏng 62150H-600. Thiết bị dễ sử dụng, rút ngắn được thời gian xây dựng đặc tính dàn Pin PV dưới các điều kiện cường độ ánh sáng, nhiệt độ trên bề mặt dàn Pin PV thay đổi.

Từ khóa: Pin điện năng lượng mặt trời (PV), bóng che, đặc tính ra, Mô đun 62150H-600.

1. MỞ ĐẦU

Trên thực tế dàn Pin PV chịu ảnh hưởng một phần bóng che bởi cây cối, công trình kiến trúc cao lớn, đám mây trên không trung v.v...tạo ra. Khi chịu ảnh hưởng một phần bóng che dẫn đến đặc tính các Pin PV trong cùng một dàn Pin khác nhau kéo theo công suất đầu ra của dàn Pin giảm do tổng công suất đầu ra của các Pin PV giảm. Phần dàn Pin PV bị che chắn sẽ có hiệu ứng rất lớn, thậm chí ảnh hưởng đến công suất của dàn Pin PV giảm một lượng đáng kể[4][5].

Sử dụng mô hình toán học của Pin PV kết hợp với nguyên lý mắc nối tiếp và song song của các Pin PV để xây dựng mô hình mô phỏng dàn Pin PV khi chịu ảnh hưởng một phần bóng che.

Dàn pin PV là một mảng có n phần tử mắc song song và n phần tử mắc nối tiếp, khi một số phần tử bị bóng che, dòng điện, điện áp của dàn Pin PV sẽ thay đổi khác nhau theo vị trí bóng che trên bề mặt dàn Pin PV. Hiệu suất của dàn Pin PV chịu ảnh hưởng bởi bóng che là yếu tố rất nghiêm trọng khi lắp đặt một hệ thống Pin PV quy mô lớn[2][7]. Trong rất nhiều các công trình công bố nghiên cứu về hệ thống điện năng lượng mặt trời, các phương pháp nâng cao hiệu suất của hệ thống PV (Bám điểm công suất cực đại) công đoạn xây dựng đặc tính của dàn Pin PV dưới điều kiện ánh sáng không đồng nhất luôn được chú trọng và là công đoạn đầu tiên cho quy trình thiết kế hệ thống điện năng lượng mặt trời[8]. Các công trình công bố thực hiện mô phỏng đặc tính của dàn Pin PV thường dựa trên phần mềm Matlab và Simulink.

Trong tài liệu [9] Zhang Junhong Wei Xueye

and Zhu Tianlong đã thực hiện mô phỏng đặc tính dàn Pin PV khi các tế bào quang điện được mắc song song hoặc mắc nối tiếp hoạt động với các điều kiện ánh sáng không đồng nhất bằng Matlab-Simulink. Trong tài liệu [1] Guifang Guo, Xiaolan Wu, Shiqiong Zhou and Binggang Cao thực hiện mô phỏng đặc tính U-I và P-U, P-I của dàn Pin PV khi cho cường độ ánh sáng và nhiệt độ bề mặt dàn Pin thay đổi. Hay trong tài liệu [3] Kamal Keshavani, Jigar Joshi, Vishrut Trivedi, Mitesh Bhavsar xây dựng mô hình toán học và mô phỏng đặc tính dàn Pin PV dựa trên Matlab- Simulink... Các công trình công bố trên có một điểm chung là sử dụng phần mềm Matlab- Simulink, các bước thực hiện giống nhau, đều phải bắt đầu từ mạch điện tương đương của dàn Pin PV xây dựng mô hình toán học, mô phỏng trên Simulink hoặc lập chương trình trên Matlab để thu được kết quả là các đặc tính U-I, P-I và P-U của dàn Pin PV.

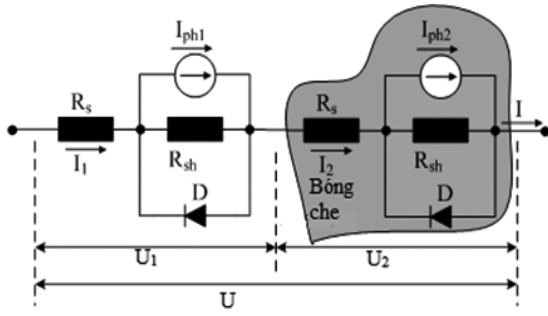
Ngày nay hãng Chroma đã sản xuất thiết bị mô phỏng dàn Pin PV 62150H-600S. Thiết bị 62150H-600S có thể dễ dàng lập trình các thông số Voc, Isc, Vmp, Imp để mô phỏng đặc tính đầu ra của dàn Pin PV với thời gian đáp ứng nhanh[10]. Trong bài báo này tác giả thực hiện so sánh phương pháp mô phỏng đặc tính dàn Pin PV dưới điều kiện ảnh hưởng một phần bóng che bởi phần mềm Matlab và mô phỏng trên thiết bị 62150H-600S của Chroma.

2. NỘI DUNG

2.1. Mô hình toán học Pin PV chịu ảnh hưởng một phần bóng che

Xây dựng mô hình toán học đối với dàn Pin

PV bao gồm nhiều tấm Pin ghép nối tiếp với nhau, mạch điện tương đương của Pin PV như Hình 1[4].



Hình 1. Mạch điện của Pin PV mắc nối tiếp

Căn cứ vào mạch điện mắc nối tiếp hình 1 ta có các công thức sau:

$$I_{ph1} - I_0 \left[\exp\left(\frac{qU_1}{nkT}\right) - 1 \right] = \quad (1)$$

$$= I_{ph1} - \frac{\alpha S}{1000} I_{ph0} - I_0 \left[\exp\left(q \frac{U - U_1}{nkT}\right) - 1 \right] \quad (2)$$

$$I = I_{ph1} - \frac{\alpha S}{1000} I_{ph0} - I_0 \left[\exp\left(q \frac{U - U_1}{nkT}\right) - 1 \right] \quad (3)$$

Thay công thức (3) vào công thức (2) ta được mô hình toán học của Pin PV mắc nối tiếp:

$$I = I_{ph1} - \frac{\alpha S}{1000} I_{ph0} - I_0 \left[\exp\left(q \frac{U - nkT \ln\left(\frac{I_{ph1} - I + I_0}{I_0}\right)}{nkT}\right) - 1 \right] \quad (4)$$

Nhiệt độ làm việc được xác định bằng công thức gần đúng:

$$T = T_{air} + \frac{T_n - 20}{800} S \quad (5)$$

Trong đó \$T_n\$ là nhiệt độ làm việc danh định, \$T\$ là nhiệt độ bề mặt Pin PV, \$T_{air}\$ là nhiệt độ không khí.

Khi tỷ lệ che chắn là \$\alpha\$, thì nhiệt độ bề mặt Pin PV được biểu thị bằng công thức:

$$T_a = T_{air} + 0.035(1 - \alpha)S \quad (6)$$

Thay công thức (6) vào công thức (2) ta được công thức sau:

$$I = I_1 = \frac{S}{1000} I_{ph0} - I_0 \left[\exp\left(\frac{qU_1}{nk(T_{air} + 0.035S)}\right) - 1 \right] \quad (7)$$

Sau khi biến đổi công thức (7) ta được:

$$U_1 = \frac{nk(T_{air} + 0.035S)}{q} \ln\left(\frac{\frac{S}{1000} I_{ph0} - I + I_0}{I_0}\right) \quad (8)$$

Thay công thức (2.23) vào công thức (2.33) ta được:

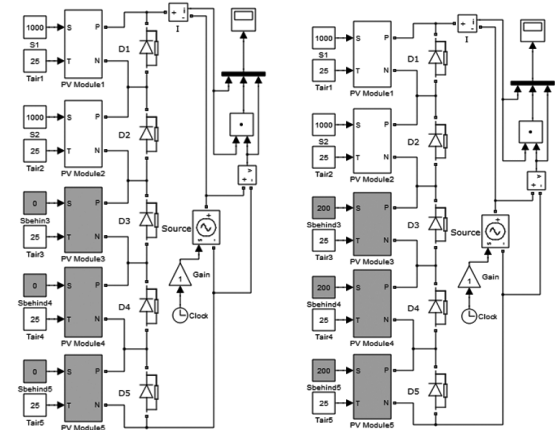
$$I = \frac{(1 - \alpha)S}{1000} I_{ph0} - I_0 \left[\exp\left(\frac{q(U - U_1)}{nk(T_{air} + 0.035(1 - \alpha)S)}\right) - 1 \right] \quad (9)$$

Thay công thức (6) vào công thức (9) ta được mô hình toán học của Pin PV mắc nối tiếp:

$$I = \frac{(1 - \alpha)S}{1000} I_{ph0} - I_0 \left[\exp\left(\frac{q \left(U - \frac{nk(T_{air} + 0.035S)}{q} \ln\left(\frac{\frac{S}{1000} I_{ph0} - I + I_0}{I_0}\right) \right)}{nk(T_{air} + 0.035(1 - \alpha)S)} \right) - 1 \right] \quad (10)$$

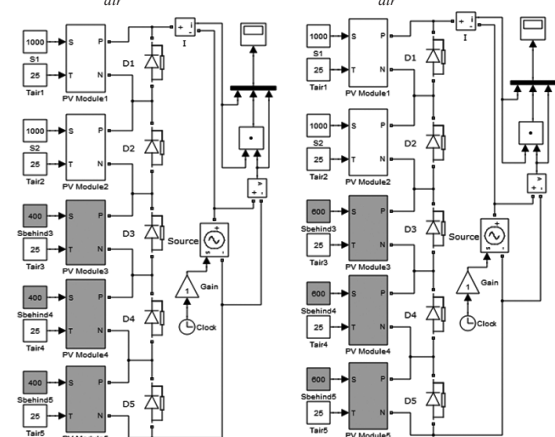
2.2. Mô phỏng trên phần mềm Matlab

Mô hình mô phỏng dàn Pin PV khi chịu ảnh hưởng một phần bóng che dựa trên phần mềm Matlab/Simulink với tỷ lệ che chắn \$\alpha\$ lựa chọn: 1, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2, 0 tương ứng với bức xạ mặt trời là: \$S_{chech\alpha n} = 0W/m^2\$, \$S_{chech\alpha n} = 200W/m^2\$, \$S_{chech\alpha n} = 400W/m^2\$, \$S_{chech\alpha n} = 600W/m^2\$, \$S_{chech\alpha n} = 800W/m^2\$, \$S_{chech\alpha n} = 1000W/m^2\$ được thể hiện ở Hình 2.



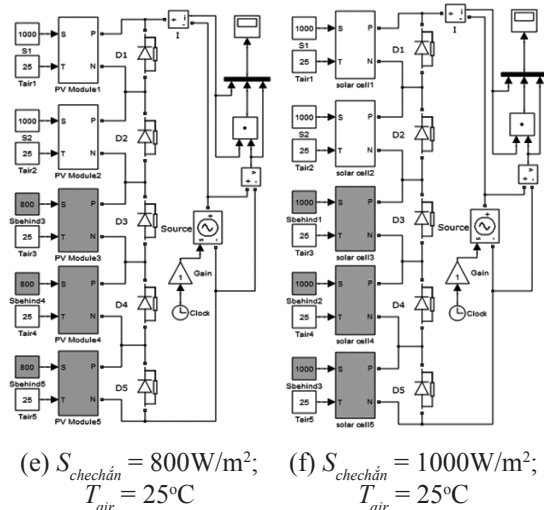
(a) \$S_{chech\alpha n} = 0W/m^2\$;
\$T_{air} = 25^\circ C\$

(b) \$S_{chech\alpha n} = 200W/m^2\$;
\$T_{air} = 25^\circ C\$



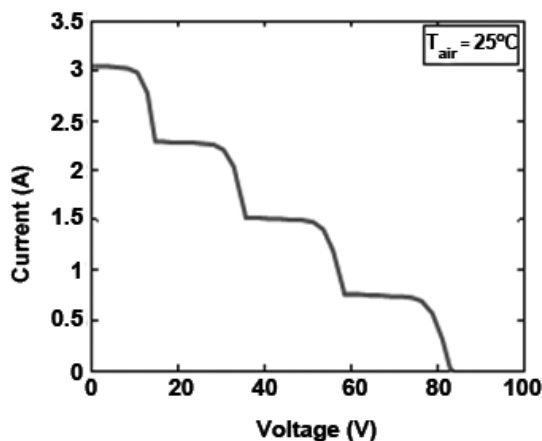
(c) \$S_{chech\alpha n} = 400W/m^2\$;
\$T_{air} = 25^\circ C\$

(d) \$S_{chech\alpha n} = 600W/m^2\$;
\$T_{air} = 25^\circ C\$

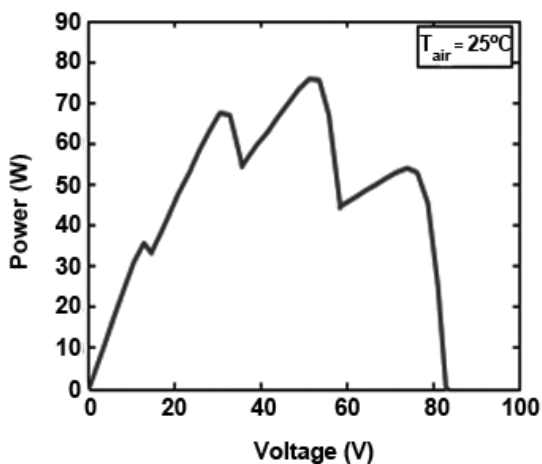


Hình 2. Mô hình mô phỏng của dàn Pin PV mắc nối tiếp khi thay đổi $S_{chech\hat{a}n}$ nhiệt độ không đổi

Kết quả mô phỏng được thể hiện như Hình 3:



(a) I-V characteristic



(b) P-V characteristic

Hình 3. Đặc tính đầu ra của dàn Pin PV mắc nối tiếp khi thay đổi $S_{chech\hat{a}n}$ nhiệt độ không đổi

Từ kết quả mô phỏng trên Hình 3 cho thấy ở dưới điều kiện ảnh hưởng của một phần bóng che đặc tính dòng điện của dàn Pin PV xuất hiện nhiều bước ngoặt khác nhau và đặc tính công suất đầu ra của dàn Pin PV xuất hiện nhiều đỉnh nhọn[4].

3. THỰC NGHIỆM

3.1. Giới thiệu thiết bị mô phỏng 62150H-600S

Khai thác tài liệu [10] cho thấy thiết bị 62150H-600S bao gồm một phần mềm sử dụng giao diện đồ họa thông qua giao diện kỹ thuật số từ xa (USB/GPIB/Ethernet/RS232) để kiểm soát. Người dùng có thể dễ dàng thiết lập các đường cong I-V, P-V để kiểm tra thời gian thực. Ngoài ra thiết bị có thể hiển thị trạng thái bám điểm công suất cực đại của Pin PV. Thiết bị được xây dựng dựa trên chip số 16 bit có mạch đo điện áp và dòng điện với độ chính xác điện áp $0,05\% + 0,05\% FS$ và độ chính xác dòng điện là $0,1\% + 0,1\% FS$. Đây là giá trị thực lý tưởng cho việc phân tích MPPT và giám sát theo dõi dàn Pin PV thông qua bảng điều khiển mềm. Người sử dụng cũng có thể kích hoạt chức năng ghi dữ liệu trên bảng điều khiển mềm trong khi thử nghiệm hiệu suất MPPT Hình ảnh của thiết bị được minh họa trên Hình 4.

Thiết bị 62150H-600S có nhiều ưu điểm: tốc độ cao và độ chính xác với các mạch đo lường cơ tần số lên đến 100kHz A/D, 25kHz D/A thích hợp với sự thay đổi đặc tính I-V. Ngoài ra, thiết bị có thể cho phép dễ dàng thiết lập các tham số V_{oc} , I_{sc} , V_{mp} , và I_{mp} để mô phỏng cho đường cong I-V.

Dàn Pin PV luôn bị ảnh hưởng bởi điều kiện thời tiết khác nhau như cường độ ánh sáng mặt trời, nhiệt độ, mưa và bóng râm của cây hoặc các đám mây, sẽ ảnh hưởng đến đặc tính đầu ra I-V của dàn Pin PV. Thiết bị 62150H-600S có khả năng lưu trữ lên đến 100 đặc tính I-V vào bộ nhớ mô phỏng với thời gian khoảng 1-15000 giây. Do đó nó có thể mô phỏng các đường cong I-V từ sáng đến đêm..

Thiết bị 62150H-600S có thể dễ dàng lập trình các thông số V_{oc} , I_{sc} , V_{mp} , I_{mp} để mô phỏng đặc tính đầu ra của dàn Pin PV với thời gian đáp ứng nhanh. Hơn nữa, chế độ TABLE có khả năng tiết kiệm một mảng 128 điểm của người sử dụng lập trình điện áp và dòng thông qua một giao diện từ xa. Nó có thể dễ dàng tạo ra một đường cong I-V và I-V chế độ PROGRAM có thể lưu đến 100 đường cong I-V với khoảng thời gian (1-15.000s) trong bộ nhớ. Những lợi thế này cung cấp điều kiện điều khiển lập đi lập lại ổn định cần thiết cho thiết kế mô hình dàn Pin PV. Thiết bị 62150H-600S dùng để mô phỏng Pin PV là lý tưởng cho các thử nghiệm sau đây:

- Thiết kế và kiểm tra mạch bám điểm công suất cực đại và các thuật toán.
- Xác định giới hạn của điện áp đầu vào hoạt

động cho phép của Pin PV.

- Xác định giới hạn của điện áp đầu vào hoạt động cho phép điểm công suất cực đại.
- Xác định điểm công suất cực đại của Pin PV.
- Đo lường và kiểm tra hiệu suất tổng và hiệu suất chuyển đổi của Pin PV.
- Xác định các điểm hiệu suất năng lượng theo dõi tối đa của biến tần cho các đường cong

năng động.

- Xác định tám điểm công suất cực đại của Pin PV trong khoảng thời gian khác nhau trải dài từ sáng đến đêm.
- Xác định cơ chế theo dõi điểm công suất cực đại của Pin PV trên đường cong I-V khi dàn Pin PV chịu ảnh hưởng 1 phần bóng che của những đám mây hoặc cây cốigây ra.

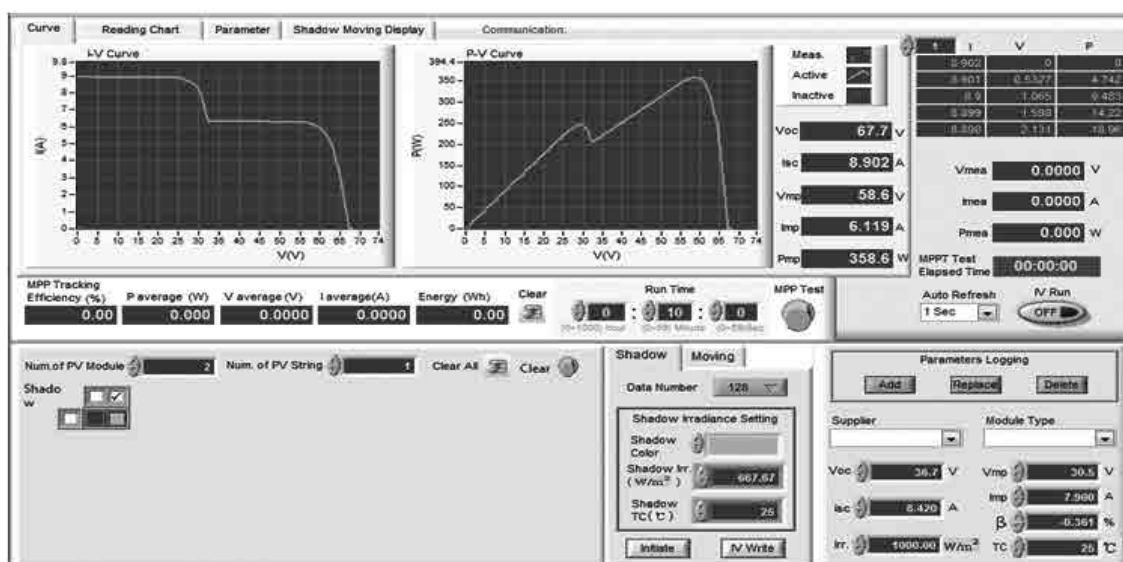


Hình 4. Thiết bị mô phỏng dàn Pin PV (Solar Array Simulator - 62150H-600S)

3.2. Mô phỏng bằng trên 62150H-600S

Trường hợp 1: Khi dàn Pin PV bị che chắn 1 phần, cường độ ánh sáng mặt trời phía sau phần

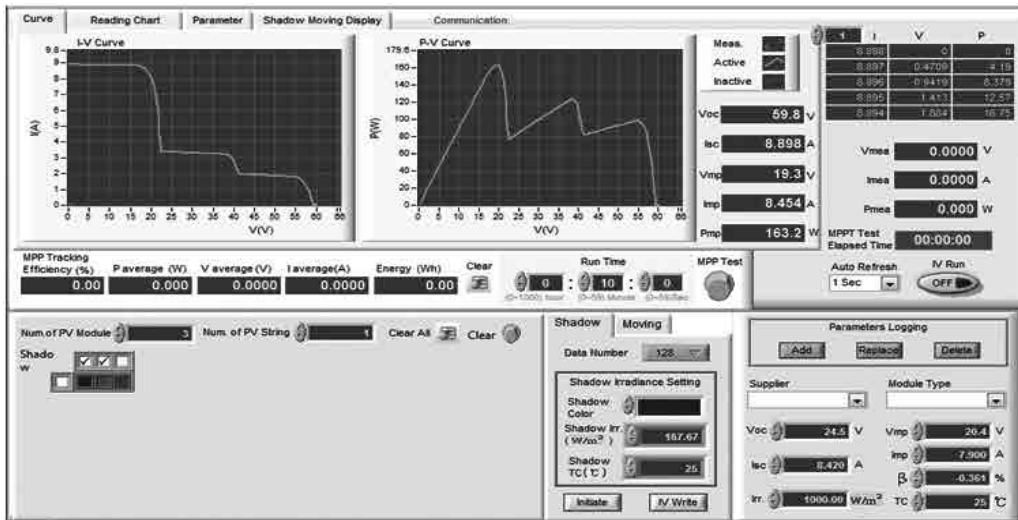
che chắn $S = 667.67\text{W/m}^2$, nhiệt độ môi trường $T = 25^\circ\text{C}$.



Hình 5. Giao diện thiết lập thông số dàn Pin PV khi bị che chắn 1 phần, cường độ ánh sáng $S = 667.67\text{W/m}^2$, nhiệt độ môi trường $T = 25^\circ\text{C}$

Trường hợp 2: Khi dàn Pin PV bị che chắn 2 phần, cường độ ánh sáng mặt trời phía sau phần

che chắn $S_1 = 167.67\text{W/m}^2$ và $S_2 = 320.00\text{W/m}^2$, nhiệt độ môi trường $T = 25^\circ\text{C}$.



Hình 6. Giao diện thiết lập thông số dàn Pin PV khi bị che chắn 2 phần, cường độ ánh sáng $S_1 = 167.67 \text{ W/m}^2$ và $S_2 = 320.00 \text{ W/m}^2$, nhiệt độ môi trường $T = 25^\circ\text{C}$

So sánh đặc tính dàn Pin PV thu được trên hình 5 và hình 6 được mô phỏng trên thiết bị 62150H-600S với đặc tính dàn Pin PV trên hình 2 được mô phỏng trên phần mềm Matlab và Simulink cho thấy khi dàn Pin chịu ảnh hưởng bởi bóng che và tham số cường độ bức xạ thay đổi các đặc tính I-V, P-V giữa hai phương pháp mô phỏng có hình dạng tương đồng. Tuy nhiên người thực hiện theo phương pháp sử dụng phần mềm Matlab và Simulink phải thực hiện các công đoạn thể hiện ở nội dung tại mục 2.1 và 2.2 dẫn đến mất nhiều thời gian và công sức. Trong khi thực hiện bằng phương pháp sử dụng thiết bị 62150H-600S người thực hiện chỉ thiết lập các thông số kỹ thuật của dàn Pin PV và các điều kiện môi trường ảnh hưởng trên bề mặt dàn

Pin PV trên giao diện có sẵn của thiết bị mô phỏng, kết quả đặc tính đầu ra của dàn Pin PV được xuất ra ngay trên màn hình giao diện như trên hình 5 và hình 6. Điều này cho thấy thiết bị 62150H-600S của Chroma mang đến tiện lợi và giảm thời gian thao tác cho người sử dụng rất nhiều.

4. KẾT LUẬN

Thiết bị mô phỏng dàn Pin 62150H-600S của Chroma mô phỏng được các đặc tính dàn Pin PV phù hợp với các thông số kỹ thuật dàn Pin của nhà sản xuất. Thiết bị có tính năng hoạt động ổn định, đáp ứng nhanh. Thực hiện dễ dàng, không phải lập trình.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Guifang Guo, Xiaolan Wu, Shiqiong Zhou and Binggang Cao, "Modeling of Solar Photovoltaic Cells and Output Characteristic Simulation based on Simulink", Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 2014, 6(7):1791-1795.
- [2]. Ian H. R, "Envisaging Feed-in Tariffs for Solar Photovoltaic Electricity: European Lessons for Canada," Renew. Sustainable Energy Rev., vol. 9, pp. 51-68, 2005.
- [3]. Kamal Keshavani, Jigar Joshi, Vishrut Trivedi, Mitesh Bhavsar, "Modelling and Simulation of Photovoltaic Array Using Matlab/Simulink", International Journal of Engineering Development and Research, Vol.2, 2014: 2321-9939.
- [4]. Le Thi Minh Tam, Nguyen Van Duong, Nguyen Thanh Tien, Nguyen Viet Ngu, "A Study on the Output Characteristic of Photovoltaic Array under Partially Shaded Conditions", Mechanics and Materials Vol. 472 (2014) pp 198-205.
- [5]. Nader Anani, M. Shahid, Omar Al-kharji and Joao Ponciano, "A CAD Package for Modeling and Simulation of PV Arrays under Partial Shading Conditions", Energy Procedia 42 (2013) 397 – 405.
- [6]. Rustemli.S and Dincer. F, "Modeling of Photovoltaic Panel and Examining Effects of Temperature in Matlab/Simulink".
- [7]. Surya Kumari. J and Sai Babu. Ch (2012), "Mathematical Modeling and Simulation of Photovoltaic Cell using Matlab -Simulink Environment", International Journal of Electrical and

Computer Engineering (IJECE), Vol. 2, No. 1, pp. 26~34.

[8]. Tarak Salmi, Mounir Bouzguenda, Adel Gastli and Ahmed Masmoudi, “*MATLAB/Simulink Based Modelling of Solar Photovoltaic Cell*”.

[9]. Zhang Junhong Wei Xueye and Zhu Tianlong, “*Research on the Output Characteristics of Photovoltaic Array under the Non-Uniform Light*”, International Journal of Control and Automation Vol.8, No.10 (2015), pp.431-444.

[10]. <http://www.chromausa.com>

SIMULATION THE OUTPUT CHARACTERISTICS OF PHOTOVOLTAIC UNDER SHADING BASED ON MODEL 62150H-600

Abstract:

Analysis mathematical modeling and simulation of Photovoltaic is an important step to support the design process, enhancing the performance of the photovoltaic system.

This paper presents a method to simulation the output characteristics of Photovoltaic (PV) using model 62150H-600. This device is easy to use, shorten the time to construct characteristics of Photovoltaic under conditions with change of solar irradiances and surface temperature.

Keywords: Photovoltaic (PV), Shaded, Output characteristic, Model 62150H-600S.