

# NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG MATLAB/SIMULINK MÔ PHỎNG HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI

## RESEARCH MODELLING PHOTO VOLTAIC SOLAR BY MATLAB/SIMULINK

Nguyễn Ngọc Tiên<sup>1</sup>, Nguyễn Bá Phú<sup>2</sup>,  
Đỗ Thế Tân<sup>2</sup>, Nguyễn Văn Hùng<sup>3,\*</sup>

### TÓM TẮT

Điện mặt trời là nguồn năng lượng tái tạo có tốc độ phát triển nhanh chóng trong thời gian gần đây. Quá trình kết nối điện mặt trời vào lưới điện quốc gia gây ra nhiều ảnh hưởng lên lưới, do đó việc mô phỏng hệ thống điện mặt trời phục vụ các công tác nghiên cứu là rất cần thiết. Trong bài báo này, mô hình điện mặt trời được xây dựng và áp dụng mô phỏng một số bài toán cơ bản trong Matlab/Simulink.

**Từ khóa:** Điện mặt trời, nối lưới, Matlab/Simulink.

### ABSTRACT

Solar electricity is a renewable energy source that has grown rapidly in recent times. The process of connecting solar power to the national grid has a lot of impact on the grid, so it is necessary to simulate the solar power system for research. In this paper, the model of solar power is built and simulated some basic problems in Matlab /Simulink.

**Keywords:** Solar electricity, grid connected, Matlab/Simulink.

<sup>1</sup>Lớp Điện 8 - K10, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

<sup>2</sup>Lớp Điện 1 - K10, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

<sup>3</sup>Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

\*Email: vanhung312@gmail.com

### 1. GIỚI THIỆU

Hiện nay các nguồn năng lượng truyền thống như: dầu mỏ, khí đốt tự nhiên và than đá ngày càng cạn kiệt. Vì vậy, cần phải tìm kiếm các nguồn năng lượng mới để thay thế. Giải pháp hiện nay là nghiên cứu sử dụng nguồn năng lượng tái tạo. Một trong số nguồn năng lượng tái tạo có tiềm năng phát triển nhất với Việt Nam là năng lượng mặt trời.

Năng lượng mặt trời thu được trên trái đất là dòng bức xạ điện từ xuất phát từ mặt trời đến trái đất. Theo dự đoán của các nhà khoa học, chúng ta sẽ tiếp tục nhận được dòng năng lượng này cho đến khi phản ứng hạt nhân trên mặt trời hết nhiên liệu, vào khoảng 5 tỷ năm nữa.

Năng lượng mặt trời có thể trực tiếp thu được qua hiệu ứng quang điện, chuyển năng lượng các photon của mặt trời thành điện năng (pin mặt trời). Năng lượng của các photon cũng có thể được hấp thụ để làm nóng vật thể, tức là chuyển thành nhiệt năng (bình đun nước mặt trời), hoặc cũng có thể sử dụng để làm sôi nước nóng trong tháp mặt trời tại các nhà máy nhiệt điện.

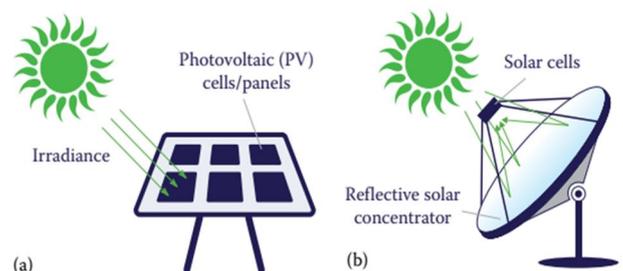


Hình 1. Trang trại năng lượng mặt trời

Năng lượng photon của mặt trời còn có thể được hấp thụ và chuyển hóa thành các dạng năng lượng khác. Ví dụ như, ánh sáng mặt trời gây ra phản ứng quang hóa tự nhiên - quang hợp, giúp dự trữ năng lượng mặt trời vào các nguồn nhiên liệu hóa thạch.

### 2. CẤU TRÚC HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI

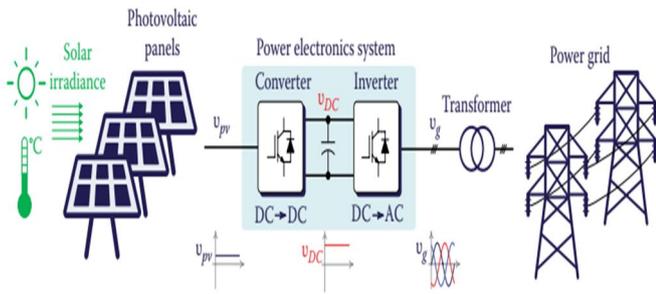
Ứng dụng năng lượng mặt trời có nhiều phương pháp. Song, về cơ bản có hai cách thức phổ biến nhằm thu được lượng điện năng tối đa là quang điện mặt trời và điện mặt trời tập trung được mô tả trong hình 2.



Hình 2. Hai phương thức sử dụng năng lượng mặt trời

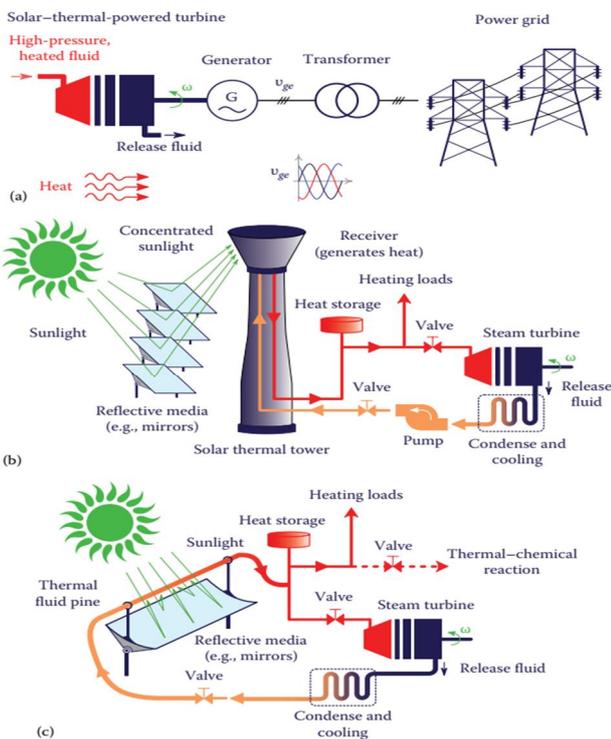
a. Hệ thống tấm pin quang điện; b. Hệ thống điện mặt trời tập trung

Cụ thể, hệ thống pin quang điện hoạt động dựa trên cơ chế các tấm pin quang điện dưới tác động của ánh sáng mặt trời phát sinh ra dòng điện một chiều. Các tấm pin quang điện được kết nối lại với nhau nhằm gia tăng công suất của hệ. Dòng điện một chiều được đưa qua hệ thống biến đổi điện tử công suất nghịch lưu thành dòng xoay chiều và đưa lên lưới điện. Hình 3 miêu tả tổng quát cơ chế hoạt động của hệ thống quang điện mặt trời.



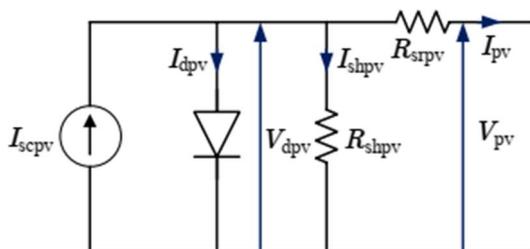
Hình 3. Sử dụng tấm pin mặt trời nối lưới

Hình 4 mô tả ba dạng ứng dụng điện mặt trời tập trung. Trong đó, 4a sử dụng hệ thống phát điện dựa trên tuabin solar-thermal-powered. Hình 4b tập trung năng lượng mặt trời trên một tháp và nước trong tháp được gia nhiệt rồi đưa vào chu trình hơi tương tự như nhà máy nhiệt điện. Hình 4c năng lượng mặt trời được tập trung trên các đường parabol và làm các môi chất trong này thay đổi trạng thái rồi đưa vào làm quay tuabin hơi.



Hình 4. Hệ thống mặt trời tập trung

**3. MÔ HÌNH HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI SỬ DỤNG PIN QUANG ĐIỆN**



Hình 5. Sơ đồ mạch điện tương đương tấm cell PV

$$I_{pv} = I_{scpv} - I_{dpv} - \left( \frac{V_{pv} + I_{pv} R_{srpv}}{R_{shpv}} \right) \tag{1}$$

$$I_{dpv} = I_{scpv} \left[ e^{q(V_{pv} + I_{pv} R_{srpv}) / n_d k T_{pv}} - 1 \right]$$

$I_{dpv}$  : Dòng điện qua điốt

$I_{scpv}$  : Dòng ngắn mạch

$V_{pv}$  : Điện áp ra của tấm PV

$R_{shpv}$  : Điện trở nối shunt

$I_{pv}$  : Dòng điện ra của tấm pin PV

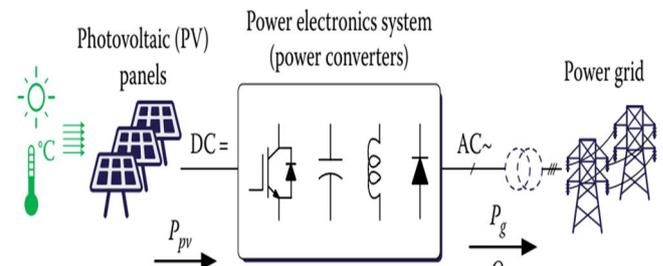
$q$  :  $1,602 \cdot 10^{-19}$  As

$n_d$  : Hệ số Điốt ( $1 < n < 2$ )

$k$  : Hệ số Boltzman ( $1,38 \cdot 10^{-23}$  J/K)

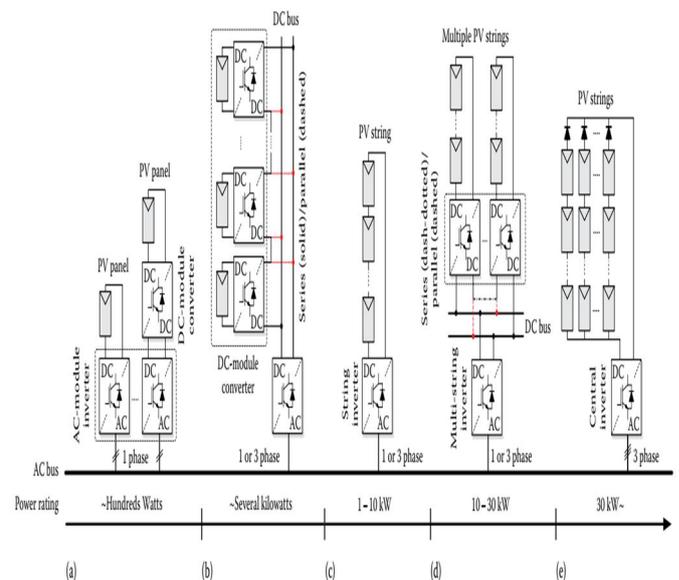
$T_{pv}$  : Nhiệt độ PV

Để hòa vào lưới điện xoay chiều, hệ thống điện một chiều của các tấm pin quang điện cần có sự tham gia của bộ biến đổi điện tử DC-AC. Ngoài ra nhằm đảm bảo sự hoạt động của các bộ biến đổi DC-AC, điện áp đưa vào các bộ biến đổi này cần được ổn định từ trước đó thông qua các bộ ổn định điện áp DC-DC.



Hình 6. Cấu hình nối lưới của hệ thống PV

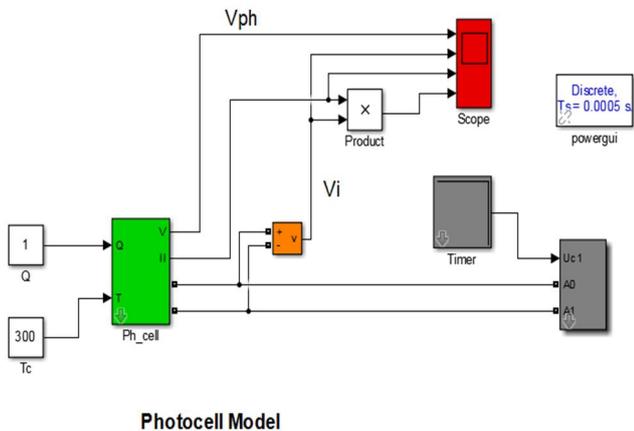
Hiện nay, các bộ biến đổi sử dụng trong hệ thống PV có thể chia ra 5 loại theo phân loại trong hình 7. Trong mỗi cấu hình nối lưới luôn tồn tại hai bộ biến đổi song hành DC-DC và bộ biến đổi DC-AC và các cấu hình này được phân loại dựa trên công suất của các hệ thống PV.



Hình 7. Các cấu hình bộ biến đổi công suất kết nối giữa PV và lưới điện

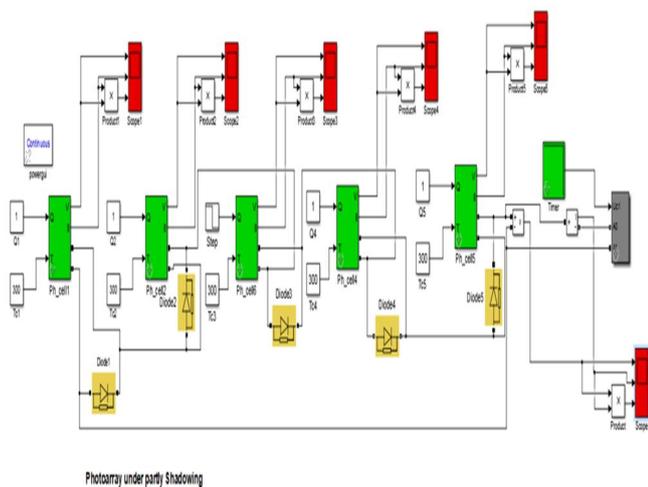
### 4. MÔ PHỎNG HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI SỬ DỤNG PIN QUANG ĐIỆN BẰNG MATLAB/SIMULINK

Bài toán 1 đặt ra là khảo sát các đường đặc tính V-I và P-V của các tấm PV. Trong Simpowersystem đã xây dựng, nhóm nghiên cứu tiến hành khảo sát khi thay đổi các điều kiện bên ngoài là nhiệt độ và độ che mờ để đưa ra được các đường đặc tính trong các điều kiện khác nhau. Nhóm nghiên cứu mô phỏng trong Simulink theo cấu trúc như trên hình 8.



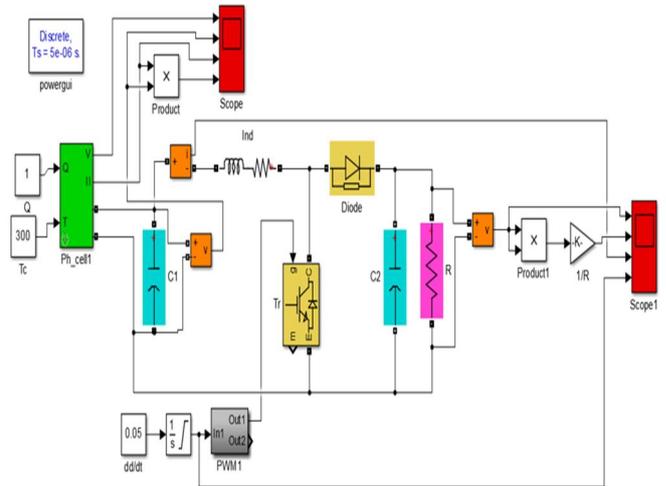
Hình 8. Mô hình Simulink tấm PV

Bài toán 2 đặt ra hiện tượng các bóng che một phần các tấm PV. Hiện tượng bóng che một phần làm thay đổi đường đặc tính I-V và P-V của các tấm pin quang điện. Khi xảy ra bóng che, dòng qua các tấm pin giảm, điện áp tăng lên để gây ra hiện tượng hư hỏng trên các tấm pin. Để tránh sự cố này, ta nối shunt các đi ốt với các tấm pin và điện áp trên tấm pin được giới hạn là điện áp rơi trên đi ốt. Hình 9 thể hiện mô hình mô phỏng trên Simulink hệ thống pin quang điện bị che một phần.

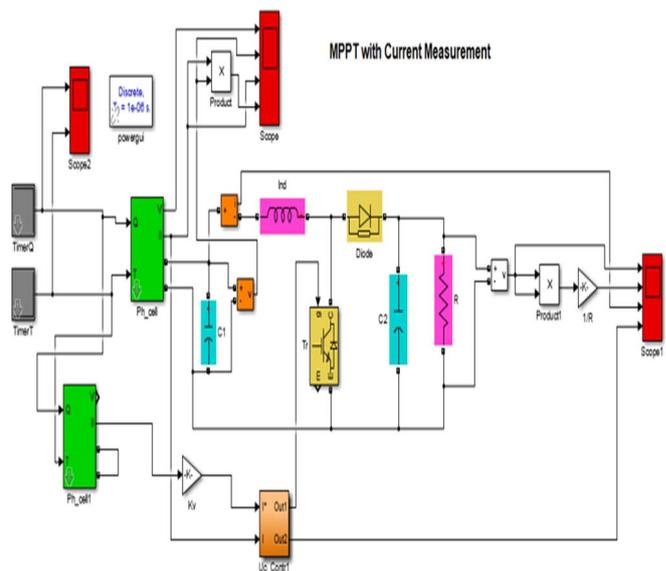


Hình 9. Sơ đồ Simulink mô tả tấm pin quang điện bị bóng che một phần

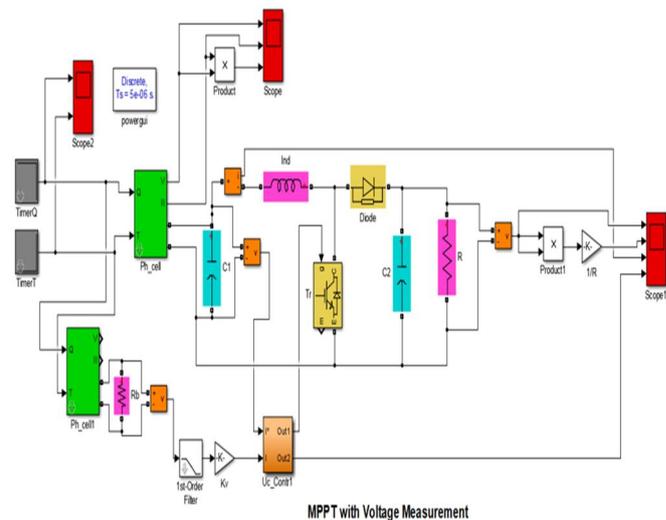
Nhằm tăng tính ổn định điện áp đầu ra trên tải, rất cần thiết sự mặt của mạch DC boost converter như trên hình 10. Van K được đóng mở thông qua tín hiệu d phía sau bộ PI qua một bộ so sánh >=.



Hình 10. Sơ đồ Simulink mô phỏng DC boost converter

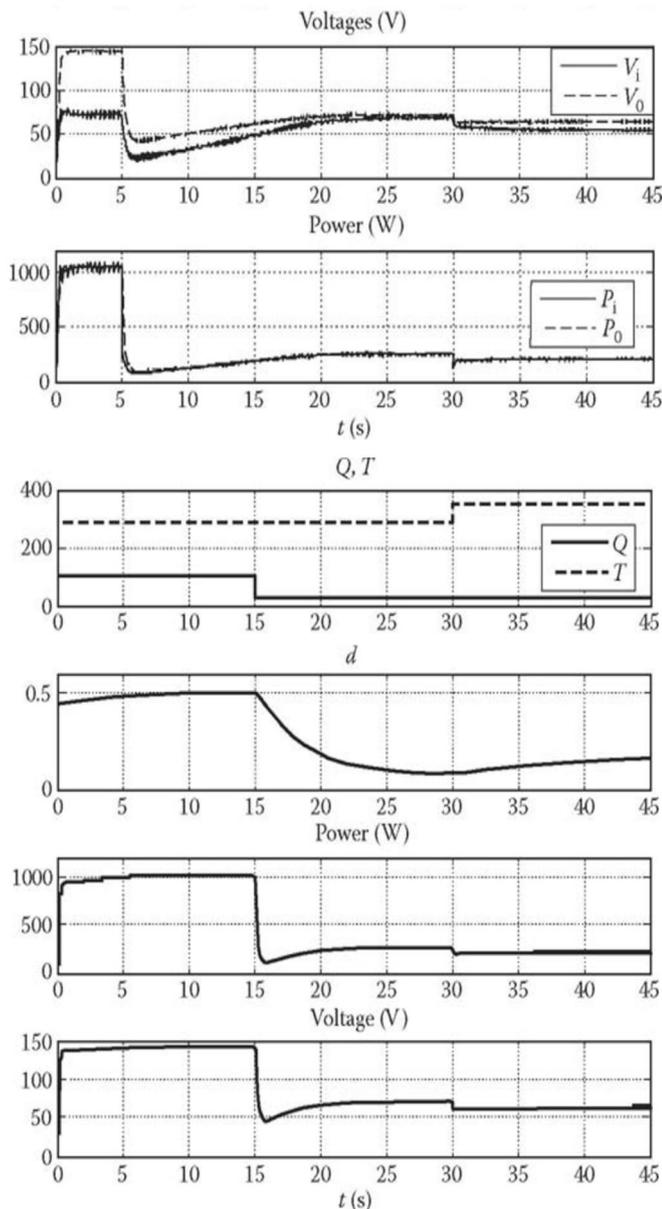


Hình 11. Sơ đồ Simulink mô phỏng MPPT với đo lường dòng điện



Hình 12. Sơ đồ Simulink mô phỏng MPPT với đo lường điện áp

Kết quả mô phỏng mô hình trong hình 11 được thể hiện trong hình 13.



Hình 13. Đáp ứng điện áp và công suất với sự thay đổi bức xạ và nhiệt độ

## 5. KẾT LUẬN

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành tìm hiểu, nghiên cứu về các dạng mô hình năng lượng mặt trời với nhiều cấu hình khác nhau. Nhóm nghiên cứu cũng đã tiến hành phân tích các khâu trong hệ thống điện mặt trời qua đó đưa ra được mô hình mạch điện và toán học cho từng khâu. Cuối cùng nhóm sử dụng phần mềm Matlab/Simulink mô phỏng một số bài toán cơ bản trong hệ thống điện mặt trời.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đặng Đình Thống, Lê Danh Liên, 2006. *Cơ sở năng lượng năng lượng mới và tái tạo*. NXB KHKT.
- [2]. Nguyễn Phùng Quang, 2008. *Matlab & Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động*. NXB KHKT.
- [3]. Peter Werner. *Các nguồn năng lượng mới có tính tái tạo - Các cơ sở và khả năng phát triển*.
- [4]. NASA, 2008. *Surface meteorology and Solar Energy, A renewable energy resource web site (release 6.0)*. sponsored by NASA's Earth Science Enterprise Program.
- [5]. Blaabjerg, Frede Ionel, Dan M., 2017. *Renewable energy devices and systems with simulations in MATLAB and ANSYS*. CRC Press.