

NGHIÊN CỨU, XÂY DỰNG HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG ĐIỀU HƯỚNG CHO DÀN PIN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

Lê Phương Hào¹

TÓM TẮT

Năng lượng mặt trời (NLMT) là nguồn năng vô tận. Để khai thác hiệu quả nguồn năng lượng này luôn đặt ra các thách thức lớn đối với các nhà nghiên cứu và nhà sản xuất trong thời gian tới. Các nghiên cứu chủ yếu tập trung vào việc chế tạo vật liệu pin NLMT có hiệu suất cao, giảm giá thành, linh hoạt trong sản xuất và lắp đặt. Bài báo này đề xuất thuật toán điều khiển hệ thống dàn pin năng lượng mặt trời tự xoay theo hướng mặt trời nhằm nâng cao hiệu suất hấp thụ năng lượng mặt trời từ các tấm pin NLMT. Các kết quả thực nghiệm khi lắp đặt hệ thống được so sánh với các hệ thống pin năng lượng mặt trời hiện có cùng công suất để chứng minh hiệu quả của phương án đề xuất.

Từ khóa: Pin mặt trời tự xoay, năng lượng mặt trời, hiệu suất pin năng lượng mặt trời.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

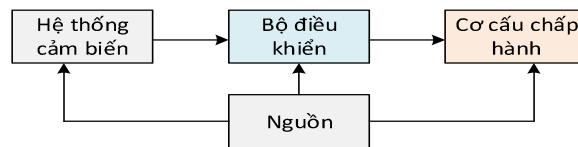
Hiện nay công nghệ pin năng lượng mặt trời đang có bước phát triển mạnh trong vật liệu chế tạo cũng như công nghệ sản xuất. Cùng với những nguồn năng lượng tái tạo khác như: năng lượng gió, thủy điện, năng lượng thủy triều... thì NLMT sẽ là nguồn năng lượng hiệu quả được sử dụng phổ biến trong tương lai, nhằm mục đích giải quyết bài toán thiếu hụt năng lượng khi các nguồn năng lượng hóa thạch trở nên cạn kiệt [1-2]. Cho đến nay, việc chế tạo, thiết kế hệ thống pin NLMT luôn được quan tâm bởi các hãng sản xuất nhằm hạ giá thành, nâng cao hiệu quả sử dụng. Thực tế cho thấy rằng NLMT đã và đang được ứng dụng ở khắp nơi trên thế giới. Để đạt được hiệu quả sử dụng cao, ngoài việc chế tạo ra vật liệu pin quang điện mới có hiệu suất cao thì các vấn đề nghiên cứu cần được quan tâm để phối hợp trong quá trình nâng cao hiệu suất tấm pin NLMT phải kể đến như: thuật toán điều khiển tìm điểm thu công suất cực đại, các bộ biến đổi hiệu suất cao, thuật toán điều hướng tấm pin NLMT,... Ở mức cơ bản nhất, các hệ thống cơ khí để lắp các tấm pin NLMT luôn ở vị trí cố định. Theo tài liệu [4], với hệ thống đỡ pin cố định thì khoảng thời gian tốt nhất để một tấm Pin NLMT cho công suất tối đa sẽ chỉ được trong khoảng 2 giờ đồng từ 11h đến 13h. Vì vậy, ở các khung giờ khác việc hấp thụ năng lượng mặt trời sẽ không được đạt mức tối đa. Để khắc phục vấn đề này, hệ thống điều hướng pin NLMT nhằm thu tối đa năng lượng luôn được quan tâm nghiên cứu, các nghiên cứu được tập trung vào các thuật toán điều khiển để tác động vào hệ thống cơ khí nhằm xoay tấm pin NLMT có hướng vuông góc với ánh sáng mặt trời. Ưu điểm chính của hệ thống này đó là nâng cao được hiệu suất tấm pin NLMT. Theo tài liệu [1], dàn xoay theo hướng ánh sáng mang lại hiệu suất cao hơn so với dàn cố định. Tuy nhiên nhược điểm của hệ thống này chính là vận hành phức tạp và giá thành hệ thống sẽ tăng cao. Hiện nay, đã có nhiều các công bố về việc thiết kế dàn pin NLMT

¹ Khoa Kỹ thuật Công nghệ, Trường Đại học Hồng Đức; Email: lephuonghao@hdu.edu.vn

tự xoay [2-5]..., mỗi thiết kế dàn xoay đều có các phương án giải quyết hiệu quả khác nhau nhằm đạt được hiệu quả hoạt động tối đa. Để thuận tiện trong quá trình sử dụng đối với người vận hành, các phương án có thiết kế đơn giản mà vẫn đảm bảo được quá trình điều hướng hiệu quả luôn được lựa chọn để thương mại hóa. Tuy nhiên, đây là một việc tương đối khó khăn và là mục tiêu đặt ra cho các nhà nghiên cứu trong những năm gần đây [2-3]. Bài báo này đề xuất thuật toán điều khiển sử dụng quang trở để so sánh hướng sáng nhằm điều hướng tấm pin NLMT vuông góc với tia mặt trời. Phương án đề xuất chỉ sử dụng 2 quang trở (lượng tối thiểu), các quang trở này nhận tín hiệu điện được đưa về từ các cảm biến quang. Các tín hiệu được so sánh trong khối vi xử lý trung tâm được tích hợp một thuật toán lập trình điều khiển tối ưu nhằm tác động đến cơ cấu chấp hành để xoay hệ thống cơ khí theo hướng vuông góc với ánh sáng mặt trời. Phương án đề xuất này có thiết kế đơn giản hơn các phương án đã được công bố mà vẫn đảm bảo được quá trình điều hướng pin NLMT một cách hiệu quả. Kết quả thực nghiệm thuật toán cũng như việc thu thập số liệu ở các kịch bản đề ra được đưa ra so sánh đã thể hiện được tính hiệu quả đạt được của phương án đề xuất.

2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG VÀ PHÂN TÍCH KẾT QUẢ

2.1. Nguyên lý điều khiển dàn pin NLMT tự xoay

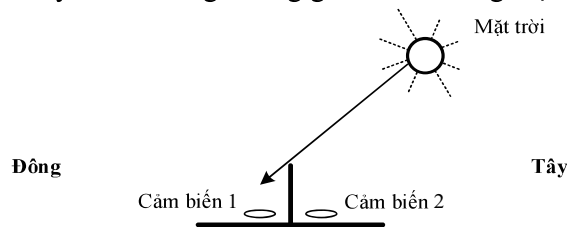


Hình 1. Sơ đồ khối hệ thống tự động điều hướng pin NLMT

Đối với hệ thống pin NLMT được đặt trên hệ thống tự động điều hướng, hệ thống sẽ không sử dụng thời gian thực để điều chỉnh góc quay của pin NLMT mà sẽ sử dụng chính tia bức xạ của Mặt trời để căn chỉnh góc quay cho pin NLMT luôn vuông góc với tia bức xạ phát ra từ Mặt trời. Cách làm này có ưu điểm là tạo được độ chính xác cao (vì không phải phụ thuộc vào thời gian và không chịu tác động của sự dịch chuyển cơ động địa chất) để hệ thống đạt hiệu suất tối đa. Sơ đồ khối của hệ thống được thể hiện như hình 1. Hệ thống gồm có 3 khối chính:

Khối các cảm biến: bao gồm hai cảm biến quang có nhiệm vụ thu thập thông tin về góc của tia sáng mặt trời. Mỗi cảm biến sẽ thực hiện đo cường độ ánh sáng mặt trời một cách độc lập, sơ đồ bố trí được thể hiện như hình 2. Các tín hiệu mỗi cảm biến đo được sẽ được chuyển đổi thành các dòng điện i_1 và dòng điện i_2 và được đưa vào khối điều khiển trung tâm.

Khối cơ cấu chấp hành: Chủ yếu dùng xylanh điện để thực hiện nâng hạ hệ thống cơ khí đỡ tấm pin NLMT xoay theo hướng vuông góc với tia sáng mặt trời.



Hình 2. Sơ đồ bố trí các cảm biến quang

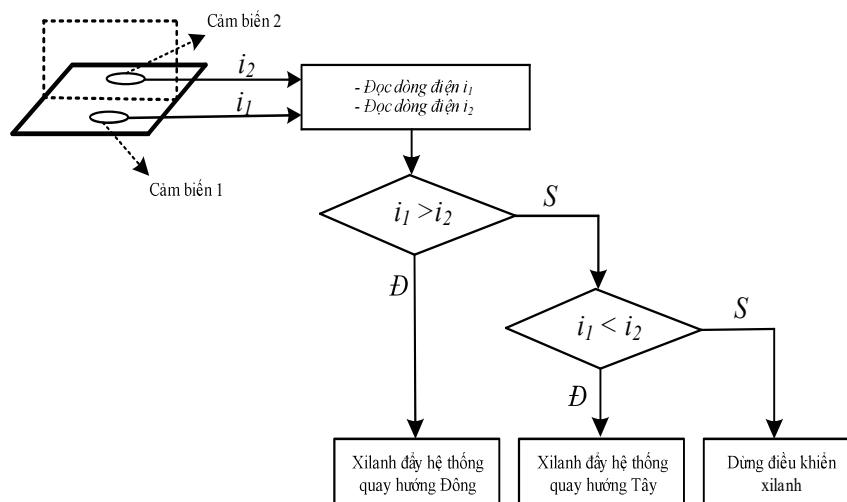
Khối điều khiển trung tâm: Đây là khối nhận các tín hiệu đầu vào là dòng điện i_1 và dòng điện i_2 . Trong khối này được lập trình sẵn một chương trình điều khiển nhằm thực hiện so sánh giá trị các dòng điện i_1 và dòng điện i_2 . Việc so sánh các dòng điện i_1 và dòng điện i_2 có ý nghĩa cho biết độ lệch của tia sáng mặt trời so với phương đặt tấm pin NLMT. Phương thức so sánh được thực hiện cụ thể như sau:

Trường hợp $i_1 = i_2$: cường độ sáng của cảm biến 1 và cảm biến 2 thu được là như nhau. Nghĩa là tấm pin NLMT đã được điều khiển đặt vuông góc với ánh sáng mặt trời. Khi đó chương trình điều khiển sẽ không tác động đến cơ cấu chấp hành và hệ thống cơ khí được giữ nguyên không xoay chuyển.

Trường hợp $i_1 > i_2$: Cường độ sáng cảm biến 1 thu được lớn hơn cường độ sáng cảm biến 2 thu được (thời điểm buổi sáng). Điều này có nghĩa tấm pin NLMT chưa đặt vuông góc với ánh sáng mặt trời. Khi đó, chương trình điều khiển sẽ thực hiện gửi tín hiệu đến cơ cấu chấp hành và điều chỉnh hệ thống cơ khí để xoay tấm pin năng lượng mặt trời về phía hướng đông (phía trái), sao cho tấm pin NLMT được đặt vuông góc với tia sáng mặt trời cho đến khi hai cảm biến đo được cường độ sáng như nhau, khi đó $i_1 = i_2$ và bộ điều khiển sẽ gửi tín hiệu dừng xoay hệ thống cơ khí.

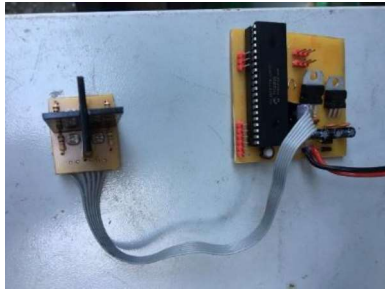
Trường hợp $i_1 < i_2$: Cường độ sáng cảm biến 1 thu được nhỏ hơn cường độ sáng cảm biến 2 thu được (thời điểm buổi chiều). Tương tự như trường hợp trên, tấm pin NLMT chưa đặt vuông góc với ánh sáng mặt trời. Khi đó, chương trình điều khiển sẽ thực hiện gửi tín hiệu đến cơ cấu chấp hành và điều chỉnh hệ thống cơ khí để xoay tấm pin năng lượng mặt trời về phía hướng tây (phía phải) cho đến khi $i_1 = i_2$ thì bộ điều khiển gửi tín hiệu dừng hệ thống cơ khí.

Quá trình cập nhật tín hiệu được diễn ra liên tục và thường xuyên cho đến khi các cảm biến không thu nhận được ánh sáng hoặc không cảm nhận được sự chênh lệch ánh sáng với nhau (vào ban đêm). Lưu đồ thuật toán lập trình hệ thống được thể hiện như Hình 3.



Hình 3. Lưu đồ thuật toán lập trình trong khối vi điều khiển

2.2. Mô hình thực nghiệm hệ thống



Hình 4. Mô đun các cảm biến và chip điều khiển



Hình 5. Mô hình dàn pin tự xoay 1 trục công suất 100W

Mô đun cảm biến như Hình 4 sử dụng hai quang trở loại LDR, sử dụng cáp truyền tín hiệu kết nối trực tiếp với thiết bị vi điều khiển sử dụng chip PIC16F877A. Hình 5 là mô hình thí nghiệm hệ thống pin năng lượng mặt trời tự xoay. Hệ thống được lắp 01 tấm pin NLMT Monocrystalline 18V - 100W được gắn trên giá đỡ cơ khí. Hệ thống cơ khí được trang bị 01 xylanh điện nhằm mục đích nhận tín hiệu từ thiết bị vi xử lý để tạo cơ cấu xoay tấm pin NLMT theo hướng vuông góc với ánh sáng mặt trời. Thiết bị cảm biến được gắn trên bề mặt tấm pin NLMT nhằm mục đích đo và so sánh cường độ sáng để thực hiện chức năng điều khiển.

Quá trình kiểm tra hoạt động của hệ thống trước thí nghiệm: Quá trình này được thực hiện bằng tay, trong nhà để kiểm tra xylanh, và độ chắc chắn của hệ thống cơ khí. Khi ở trong nhà hệ thống sử dụng bóng đèn sợi đốt 60W để làm nguồn sáng (để kiểm tra quá trình hoạt động các cảm biến). Các kết quả đạt được: hệ thống hoạt động bình thường, ổn định, bộ truyền động hoạt động trơn tru.

Quá trình hoạt động thí nghiệm để lấy kết quả so sánh: Xét điều kiện ban ngày vào mùa hè với vị trí ngoài trời ở điều kiện nhiệt độ 35°C trở lên, thời tiết không mây che phủ, thời gian thực hiện từ 9h đến 17h. Trong khoảng thời gian đó thì mặt trời sẽ có cường độ chiếu sáng mạnh nhất từ lúc 11h đến 13h, ở các khoảng thời gian khác thì cường độ chiếu sáng của mặt trời giảm dần, do đó hệ thống luôn tự động xoay theo hướng Đông bắc và Tây nam để tấm pin NLMT luôn vuông góc với ánh sáng mặt trời theo nguyên lý đã phân tích ở trên để thu được nhiều NLMT. Bằng phương pháp thực nghiệm ở các khung giờ khác nhau và so sánh thu được các kết quả đo lường và tính ra hiệu suất của tấm pin NLMT cố định và tấm pin NLMT có thiết kế tự xoay, kết quả được thể hiện trong Bảng 1.

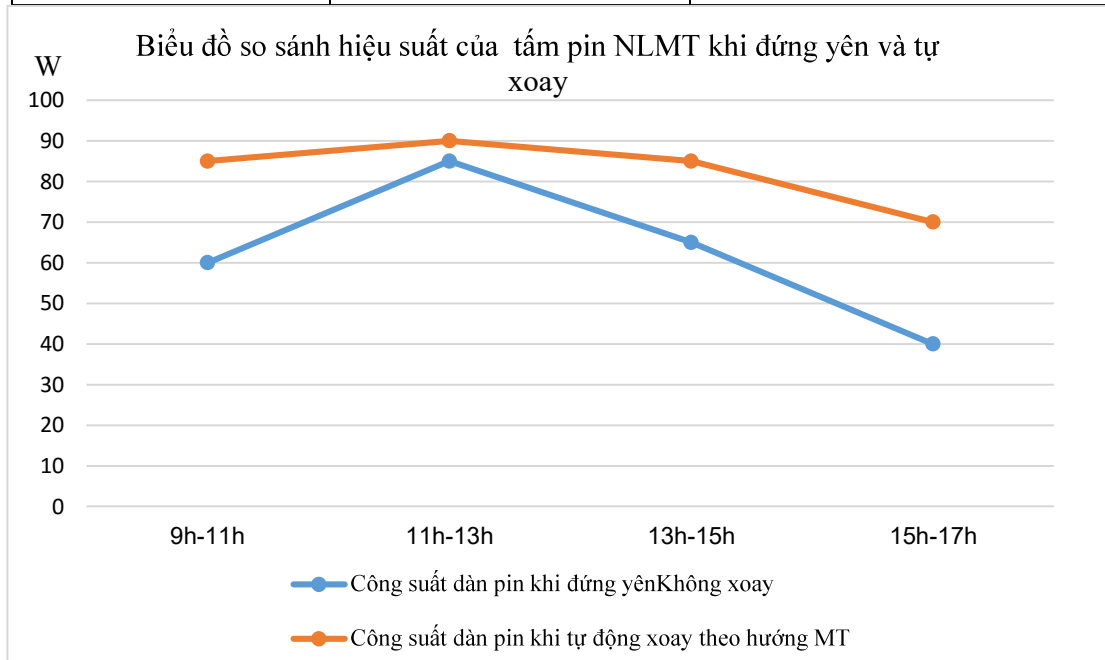
Bảng 1. Bảng thống kê hiệu suất của Tấm pin NLMT Monocrystalline 18V - 100W khi đặt trên hệ thống giá đỡ pin NLMT cố định và hệ thống tự động điều hướng trong cùng điều kiện thí nghiệm

Thời gian (Từ 9h - 17h)	Hiệu suất của pin khi đặt trên giá cố định	Hiệu suất của pin khi có hệ thống tự động điều hướng
Từ 9h đến 11h	Tối đa 70%	Xấp xỉ 85%
Từ 11h đến 13h	70% - 90%	90%
Từ 13h đến 15h	Tối đa 70%	80% - 85%
Từ 15h đến 17h	35% - 55%	65% - 80%.

Bằng việc đo lường thực tế trong điều kiện ngày nắng 38⁰C của nhóm tác giả, so sánh công suất của dàn pin năng lượng mặt trời Mono 18v 100W khi đặt trên hệ thống giá đỡ pin cố định và khi đặt trên hệ thống tự động điều hướng pin mặt trời trong khoảng thời gian 8 giờ (khoảng 9h sáng đến 5h chiều) cho ra kết quả trong Bảng 2:

Bảng 2. Bảng thông số đo lường công suất thực tế của dàn pin

Thời gian (Từ 9h - 17h)	Công suất của pin khi đặt trên giá cố định (W)/h	Công suất của pin khi có hệ thống tự động điều hướng(W)/h
Từ 9h đến 11h	60	80
Từ 11h đến 13h	85	90
Từ 13h đến 15h	65	85
Từ 15h đến 17h	40	75



Hình 7. Biểu đồ so sánh hiệu suất của tấm pin NLMT

Kết quả Hình 7 cho thấy rằng hiệu suất của một tấm pin trong hai trường hợp (đặt trên hệ thống giá đỡ cố định và khi tấm pin có hệ thống tự động điều hướng) có sự chênh lệch đáng kể. Đối với pin NLMT khi đặt trên hệ thống giá đỡ cố định thì thời gian pin cho hiệu suất tốt nhất sẽ rơi vào khoảng từ 11h đến 13h. Ngoài khoảng thời gian này, hiệu suất sẽ giảm dần (từ 11h trở về trước và từ 13h trở về sau). Còn đối với pin mặt trời khi được đặt trên hệ thống giá đỡ có thiết kế tự động điều hướng thì hiệu suất luôn luôn được giữ ổn định trong khoảng 80% đến 90%. Qua các số liệu trên, thấy rằng việc lắp đặt hệ thống điều hướng cho tấm pin NLMT tự xoay sẽ khai thác được hiệu quả hơn nguồn năng lượng từ Mặt trời so với hệ thống cố định có cùng công suất.

3. KẾT LUẬN

Bài báo đã đề xuất phương án thiết hệ thống dàn pin NLMT tự xoay, phương thức hoạt động và nguyên lý làm việc đã được đề xuất nhằm tối giản thiết bị sử dụng cũng như đơn giản hóa các thuật toán điều khiển. Cấu trúc thực nghiệm được xây dựng cho tấm pin NLMT 18V - 100W gắn trên hệ thống cơ khí tích hợp chương trình điều khiển để chứng minh thuật toán đề xuất. Kết quả vận hành thử nghiệm hoạt động của hệ thống cho thấy, hệ thống hoạt động ổn định trong các điều kiện ánh sáng khác nhau. Các kết quả so sánh hiệu suất của pin NLMT cố định và tự xoay trong cùng một điều kiện thời tiết đã cho thấy tính hiệu quả của phương án đề xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] H. Enrique, F. Hernández (2016), Upgrading Tests Using PSIM Tool of MPPT - PV Feedback - Current Controller, *Energy and Power Engineering*, 8, pp. 236 - 241.
- [2] Enslin, John H., Mario S. Wolf, Daniël B. Snyman, Wernher S. Wieggers (1997), Integrated Photovoltaic Maximum Power Point Tracking Converter, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol.44, No.6, pp. 769 - 773.
- [3] R.E. Betz, T. Summerst, T. Furney (2007), solar charge controller using maximum power point tracking, *The 7th International Conference on Power Electronics*, Daegu, Korea, Oct.
- [4] H. Mousazadeh, A. Keyhani, A. Javadi, H. Mobli, K. Abrinia, A. Sharifi (2009), *A review of principle and sun-tracking methods for maximizing solar systems output*, vol. 13, pp. 1800 - 1818.
- [5] Lê Kim Anh, Võ Như Tiên, Đặng Ngọc Huy (2012), Mô hình điều khiển nối lưới cho nguồn điện mặt trời, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ (Đại học Đà Nẵng)*, số 11(60).

RESEARCHING AND BUILDING AN AUTOMATIC NAVIGATION SYSTEM FOR SOLAR BATTERY PANELS

Le Phuong Hao

ABSTRACT

Solar energy is an inexhaustible source of energy. To efficiently exploit this energy source always poses great challenges for researchers and manufacturers in the coming time. Studies mainly focus on making solar cell materials with high efficiency, low cost, and flexibility in production and installation. This paper proposes an algorithm for controlling the solar panel system self-rotating in the direction of the sun to improve the efficiency of absorbing solar energy from solar panels. The experimental results when installing the

system are compared with existing solar cell systems with the same capacity to demonstrate the effectiveness of the proposed scheme.

Keywords: *Solar cell, solar energy, driving system using electric cylinder.*

** Ngày nộp bài: 19/10/2020; Ngày gửi phản biện: 22/10/2020; Ngày duyệt đăng: 11/10/2021*

** Bài báo này là kết quả nghiên cứu từ đề tài cấp cơ sở, mã số ĐT-2019-25 của Trường Đại học Hồng Đức.*