

NGHIÊN CỨU CẢM BIẾN ÁNH SÁNG DÙNG TRONG HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG BẮM THEO MẶT TRỜI

A STUDY ON LIGHT SENSORS USED FOR AUTOMATIC SOLAR TRACKING SYSTEM

TS. VƯƠNG ĐỨC PHÚC; TS. ĐÀO MINH QUÂN

Khoa Điện- Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Cảm biến ánh sáng đóng vai trò quan trọng trong hệ thống tự động bám theo năng lượng mặt trời. Khi cảm biến hoạt động chính xác, dễ lắp đặt sẽ giúp cho thiết kế cũng như lập trình cho hệ thống đơn giản đi rất nhiều. Ngoài ra, khi chế tạo được cảm biến có độ chính xác cao, rẻ sẽ làm giảm giá thành cũng như tăng khả năng ứng dụng các hệ thống năng lượng điện mặt trời vào thực tiễn đời sống.

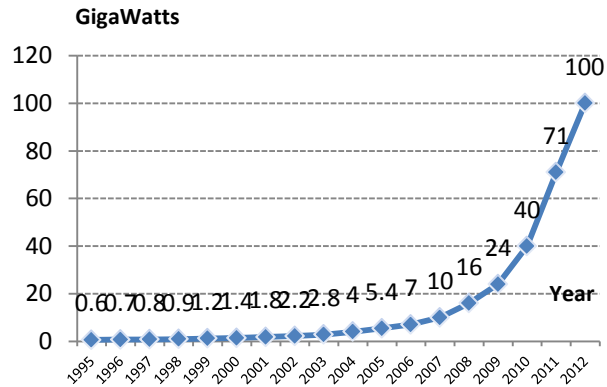
Abstract

Solar sensor plays an important part in automatic solar tracking systems. The design and program of solar tracker becomes very simple when reliable and integrative solar sensors are available. In addition, price of solar system will be reduced and solar systems become more popular in our life if exact and cheap solar sensors are produced.

Key words: Solar cell, solar tracker, light sensor

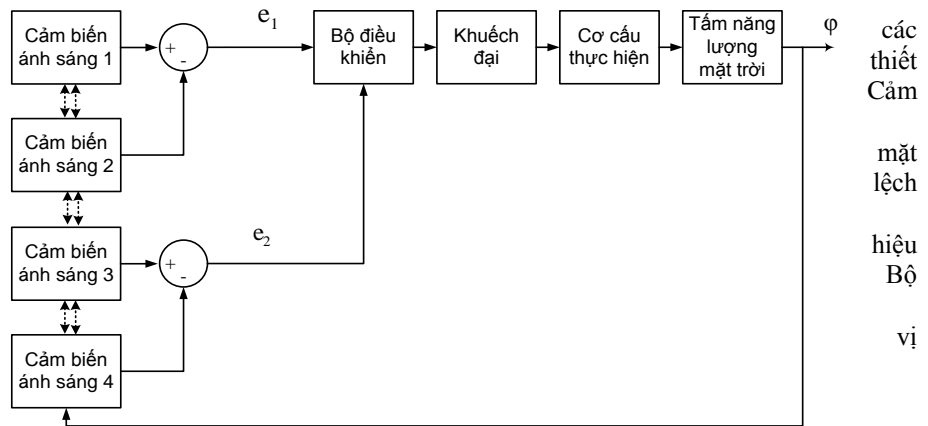
1. Giới thiệu

Hệ thống tự động theo bám năng lượng mặt trời (NLMT) [1], [2] mục đích làm sao có thể tận thu được tối đa nguồn năng lượng của mặt trời. Năng lượng mặt trời có những ưu điểm như: Sạch, chi phí nhiên liệu và bảo dưỡng thấp, an toàn cho người sử dụng, thay thế các nguồn năng lượng hóa thạch, giảm phát khí thải nhà kính, bảo vệ môi trường. Các hệ thống năng lượng mặt trời bảo dưỡng hầu như miễn phí và sẽ kéo dài trong nhiều thập kỷ. Không gây ồn, không có bộ phận chuyển động, không có mùi khó chịu và không yêu cầu phải thêm bất kỳ nhiên liệu nào. Trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng NLMT đang ngày càng được sử dụng nhiều (hình 1) với mức độ tăng trưởng bình quân hàng năm khoảng 65% [3].



Hình 1. Quá trình sử dụng năng lượng mặt trời

Do đó nghiên cứu về nguồn NLMT trong đó có cảm biến ánh sáng là cần và mang tính ứng dụng cao. Cảm biến ánh sáng dùng trong hệ thống tự động bám theo vị trí mặt trời (hình 2). Tín hiệu sai từ cảm biến (vị trí cảm biến tham khảo hình 7a) sẽ là tín hiệu đầu vào cho bộ điều khiển. Bộ điều khiển sẽ quay tấm năng lượng mặt trời theo phương và độ cao sao cho năng lượng nhận được từ nó là lớn nhất. Các phần dưới đây sẽ đi sâu vào các dạng cảm biến cách sắp xếp, sơ đồ đấu nối được cảm biến hoạt động tin cậy, chính xác cho các ứng dụng thực tiễn.

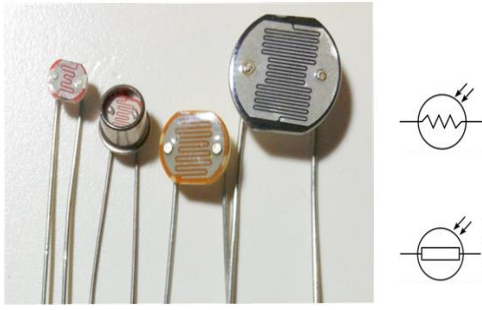


Hình 2. Sơ đồ khối của hệ thống bám theo mặt trời

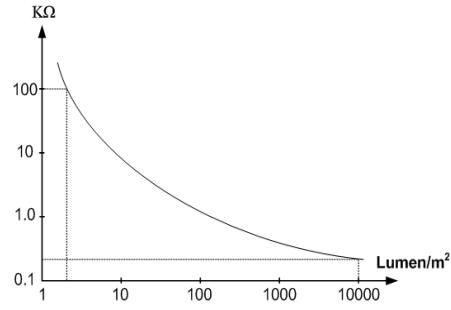
các thiết bị cảm biến mặt trời hiệu suất cao để đưa ra

2. Các dạng cảm biến ánh sáng thường được sử dụng

2.1. Điện trở quang



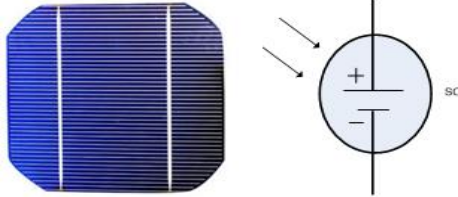
Hình 3. Các loại điện trở quang và kí hiệu



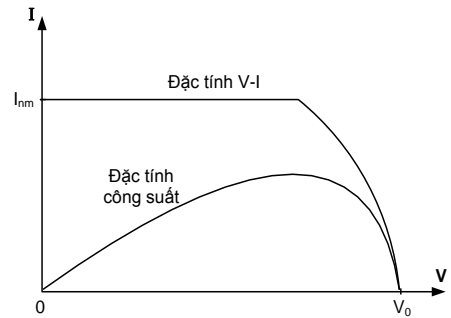
Hình 4. Đặc tính của điện trở quang

Điện trở quang (hình 3) thường được mang tên CdS (The cadmium sulfide) hay LDR (light dependent resistor) có điện trở tỷ lệ nghịch với lượng ánh sáng rơi trên nó (Hình 4). Điện trở quang có đặc điểm là giá thành thấp và hoạt động tin cậy nên đã được sử dụng phổ biến từ lâu và trong rất nhiều các ứng dụng mà chúng ta có thể kể đến như báo khói, báo cháy, chống trộm, đầu đọc thẻ và điều khiển hệ thống chiếu sáng. Trong hệ thống theo bám NLMT điện trở quang cũng được sử dụng phổ biến [4], [5].

2.2. Tế bào quang điện



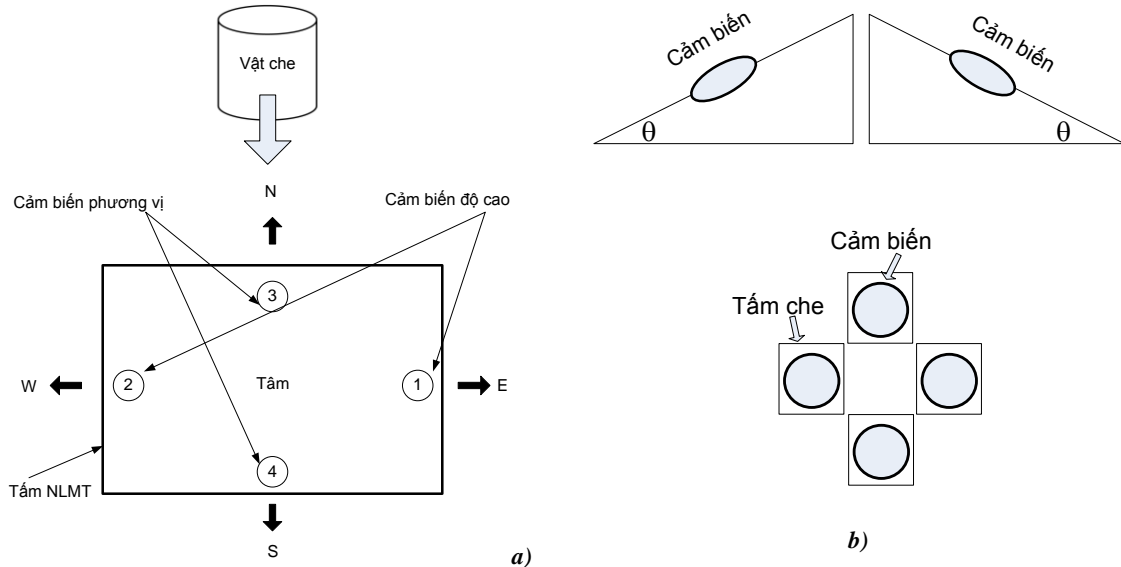
Hình 5. Tế bào quang điện và kí hiệu



Hình 6. Đặc tính của tế bào quang điện

Tế bào quang điện (TBQĐ) biến đổi trực tiếp năng lượng ánh sáng thành điện năng (Hình 5, 6). Các TBQĐ hoạt động không phân biệt nguồn sáng mặt trời hay ánh sáng nhân tạo. Chúng được sử dụng rộng rãi trong tách sóng quang, phát hiện ánh sáng, bức xạ điện từ, đo cường độ ánh sáng. Do tấm panel NLMT cũng được làm từ các TBQĐ nên cảm biến ánh sáng sử dụng chúng sẽ có sự đồng nhất về tính chất điện, năng lượng giúp cho hệ thống theo bám NLMT hoạt động chính xác hơn.

3. Sắp xếp các phần tử cảm biến



Hình 7. Cách sắp xếp cảm biến ánh sáng: a. Sắp xếp các CdS; b. Cách sắp xếp khác

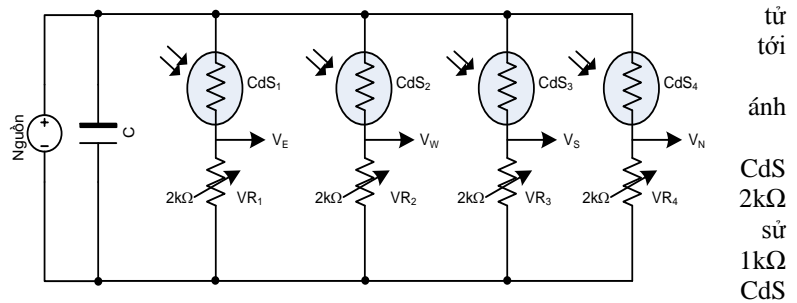
Để cảm biến được vị trí của mặt trời hay vùng có NLMT lớn phải cần 4 phần tử cảm biến ánh sáng. Trong đó, hai cảm biến để xác định phương vị và hai cảm biến để xác định độ lệch cho vùng có năng lượng lớn nhất MPP (maximum power point). Những cảm biến này được sắp xếp như hình 7. Chúng được sắp xếp tại 4 vị trí tương ứng với các hướng Đông (E), Nam (S), Tây (W), Bắc (N) [2]. Hình 7a thể hiện cảm biến ánh sáng sử dụng các CdS. Tại

trung tâm của các phân tử cảm biến CdS được đặt một vật hình trụ tròn với mục đích chắn sáng từ các hướng khác nhau. Có nhiều hình thức để cảm biến độ sáng tại các hướng thông qua việc bố trí cảm biến hay làm các tường chắn sáng. Hình 7b thể hiện điều đó, các phân tử ánh sáng có thể được đặt nghiêng θ^0 (thường là 45^0) hoặc dùng các tường chắn sáng cho từng phân tử ánh sáng. Lưu ý rằng cần đảm bảo sự đối xứng và chính xác khi đặt nghiêng cũng như chế tạo các tường chắn sáng (tấm che).

4. Cách đấu nối cảm biến và ứng dụng

4.1. Cách đấu nối cảm biến

Khi đã lựa chọn được các phân tử cảm biến ánh sáng, chúng cần được nối mạch điện để cấp tín hiệu cho bộ điều khiển. Khi sử dụng các phân tử cảm biến ánh sáng CdS mạch điện phổ biến được sử dụng được thể hiện trên hình 8 [4]. Các được mắc nối tiếp với biến trở có giá trị và được đặt tại giá trị khoảng $1k\Omega$. Việc dùng biến trở thay vì điện trở có giá trị là để chỉnh định trong trường hợp các có sai số. Nguồn cung cấp là nguồn 1 chiều có giá trị từ 5-12VDC.

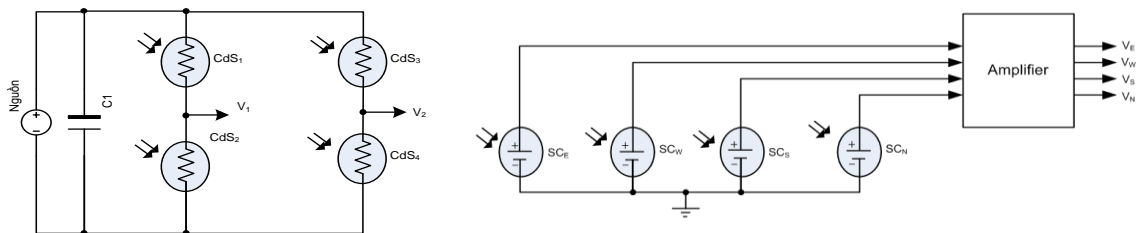


Hình 8. Cách đấu nối cảm biến ánh sáng CdS

Với cách mắc trên điện áp ra V_E, V_S, V_N được tính theo:

$$\begin{cases} V_E = V_{Source} \frac{R_{VR_1}}{R_{VR_1} + R_{CdS_1}}; V_W = V_{Source} \frac{R_{VR_2}}{R_{VR_2} + R_{CdS_2}} \\ V_S = V_{Source} \frac{R_{VR_3}}{R_{VR_3} + R_{CdS_3}}; V_N = V_{Source} \frac{R_{VR_4}}{R_{VR_4} + R_{CdS_4}} \end{cases} \quad (1)$$

Các điện áp này có giá trị phụ thuộc vào lượng ánh sáng rơi trên nó do đó chúng được dùng là tín hiệu đầu vào cho bộ điều khiển. Với cách mắc này sẽ có ưu điểm là sai lệch điện áp $V_E - V_W$ và $V_S - V_N$ không phụ thuộc nhiều vào điện áp nguồn cung cấp, do vậy mà hệ thống sẽ hoạt động ổn định hơn, tuy nhiên sự sai lệch này lại rất nhỏ khi ánh sáng thay đổi.



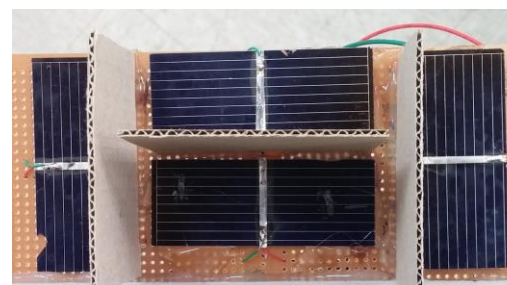
a. Mắc các CdS theo dạng sai lệch

b. Lấy tín hiệu khi sử dụng TBQĐ

Hình 9. Cách mắc và lấy tín hiệu từ phân tử cảm biến ánh sáng

Cách mắc tại hình 9a giúp giải quyết nhược điểm này. Điện áp ra V_1, V_2 sẽ bằng một nửa điện áp nguồn ánh sáng nhận được từ các phân tử cảm biến sáng như chỉ cần có sự thay đổi nhỏ về lượng ánh sáng rơi trên CdS thì V_1, V_2 thay đổi lớn. Với tín hiệu này làm tín hiệu đầu vào cho bộ điều khiển sẽ dễ nhận biết hơn. Tuy nhược điểm của cách mắc này là nó phụ thuộc vào độ xác của điện áp nguồn.

Ngoài việc dùng các CdS thì còn có thể dùng TBQĐ để cảm biến ánh sáng (hình 9b). Khi dùng nếu bộ điều khiển nằm gần tấm panel năng lượng có thể lấy trực tiếp điện áp từ các TBQĐ này làm tín hiệu (điện áp cho một TBQĐ thường 0 đến 0,58V). Còn nếu bộ điều khiển nằm xa ta cần thông qua mạch chuyển đổi tín hiệu từ áp sang dòng (chuẩn 4-20mA). Khi sử dụng TBQĐ làm phân tử cảm biến ánh sáng, sẽ không cần nguồn cấp cho nó nên hoạt động ổn định trong mọi điều kiện. Chính sự đồng nhất giữa các phân tử này với tấm NLMT sẽ giúp



Hình 10. Cảm biến ánh sáng sử dụng TBQĐ

điểm khi nhau. các hiệu nhiên chính

các TBQĐ ta có hiệu

cho hệ thống tự động bám theo NLMT truy theo chính xác MPP. So với việc sử dụng CdS thì cảm biến này đắt tiền hơn, việc bố trí nó cũng gặp khó khăn do kích thước của nó to hơn (hình 10).

4.2. Ứng dụng trong hệ thống thực

Dựa theo các mô hình đã được chế tạo thử nghiệm [6], [7], các tác giả thực hiện thực nghiệm trên hệ thống thực (hình 11) bao gồm 4 tấm NLMT được gắn cố định (Fixed) mà ứng với vị trí đó điện áp nhận được sẽ lớn nhất vào các thời gian khác nhau. Cụ thể tấm số 1 (V1) sẽ có điện áp lớn nhất đạt được tầm 10 giờ, tấm số 2 (V2) sẽ có điện áp lớn nhất đạt được tầm 11 giờ, tấm số 3 (V3) sẽ có điện áp lớn nhất đạt được tầm 12 giờ, tấm số 4 (V4) sẽ có điện áp lớn nhất đạt được tầm 13 giờ. Một tấm được ứng dụng cảm biến và tự động bám theo mặt trời (Auto). Ứng dụng cảm biến được chế tạo từ hình 10 trong xây dựng hệ thống bám theo mặt trời với 2 trục quay tự do. Một trục quay điều khiển phương vị, một trục quay để thay đổi độ cao của tấm NLMT.



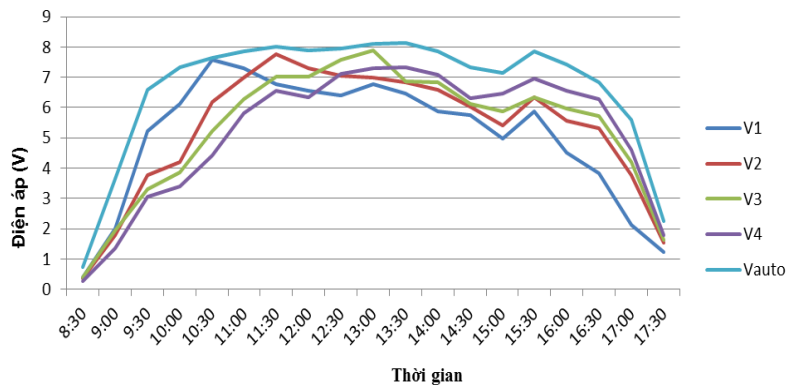
Hình 11. Hệ thống NLMT thử nghiệm

Với tấm NLMT có thông số công suất định 1,64W, điện áp lớn nhất 8,2V, dòng lớn nhất 200mA, kích thước 180x110x3,3mm của hãng Solar center ta thu được kết quả đạt như hình 12.

Nhận thấy điện áp nhận được từ tấm tự động bám theo mặt trời luôn có điện áp lớn hơn, Điều này dẫn tới công suất của tấm pin NLMT nhận được cũng lớn hơn. Thông qua thực nghiệm hiệu suất của tấm quay quanh 2 trục có thể đạt được lớn hơn từ 20% đến 40% so với tấm được lắp đặt cố định [7÷9].

5. Kết luận

Bài báo giới thiệu cách chế tạo cảm biến ánh sáng sử dụng trong hệ thống tự động bám theo NLMT. Với các mô hình cảm biến, ưu nhược điểm của từng loại được phân tích sẽ là cơ sở giúp người đọc hình dung được các loại cảm biến ánh sáng đang được sử dụng từ đó có thêm những giải pháp khi tiếp cận với các hệ thống liên quan đến ánh sáng, NLMT đang được rất quan tâm hiện nay. Ngoài ra đây cũng là cơ sở cho các nhà chế tạo có thể cải tiến những sản phẩm sẵn có nhằm giảm giá thành, nâng cao chất lượng.



Hình 12. Điện áp thu được từ các tấm NLMT

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Chia-Yen Lee, Po-Cheng Chou, Che-Ming Chiang and Chiu-Feng Lin, “Review Sun Tracking Systems”, pp 3875-3890, Sensors. 2009
- [2] Jing-Min Wang and Chia-Liang Lu, “Design and Implementation of a Sun Tracker with a Dual-Axis Single Motor for an Optical Sensor-Based Photovoltaic System”, pp 3157-3168. 2013
- [3] <http://www.abb-conversations.com/2013/12/7-impressive-solar-energy-facts-charts/>
- [4] J. Rizk, A. Hellany, M. Nagrial, “Light Sensors for Solar Trackers”, pp 176-181, 2012.
- [5] Tamara A. Papalias and Mike Wong, “Making Sense of Light Sensors”, Application notes, CA: Intersil Americas Inc..
- [6] Bajpai, P.; Kumar, S, “Design, Development and Performance test of an Automatic Two-Axis Solar Tracker System” pp. 1-6, Annual IEEE India Conference, Hyderabad, India 2011.
- [7] Yan, Z.; Jiaying, Z, “Application of Fuzzy Logic Control Approach in a Microcontroller-Based Sun Tracking System” pp. 161-164, Conference on Information Engineering, 2010.
- [8] Serhan, M.; El-Chaar, L, “Two Axis Sun Tracking System: Comparison with a Fixed System” pp 1-6, International Conference on Renewable Energies and Power Quality, 2010.
- [9] Deepthi.S, Ponni.A, Ranjitha.R, R Dhanabal, “Comparison of Efficiencies of Single-Axis Tracking System and Dual-Axis Tracking System with Fixed Mount” pp 425-430, Volume 2, Issue 2, IJESIT 2013.