

THIẾT KẾ CHẾ TẠO MÔ HÌNH BƠM NƯỚC SỬ DỤNG PIN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

DESIGN A MODEL OF WATER PUMP USING SOLAR POWER

Mai Phước Trái¹, Lê Thanh Phúc²

¹Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

²Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

Ngày tòa soạn nhận bài 22/7/2015, ngày phản biện đánh giá 2/8/2015, ngày chấp nhận đăng 03/9/2015

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày việc thiết kế và thi công mô hình bơm nước sử dụng pin năng lượng phục vụ cho đời sống sản xuất, sinh hoạt cho người dân nông thôn ở Đồng bằng sông Cửu Long. Người sử dụng vận hành ở hai chế độ bơm là có hẹn thời gian và không có hẹn thời gian. Tác giả sử dụng vi điều khiển PIC18F4550-40 của hãng microchip để đọc dòng điện đầu vào từ cảm biến dòng ACS756-50 và điện áp đầu vào, điện áp đầu ra từ cầu phân áp, đọc nhiệt độ của pin từ cảm biến nhiệt độ LM35, điều khiển tần số đóng mở mạch kích MOSFET của mạch công suất, điều khiển đóng mở các Relay, tính toán hiển thị điện áp, công suất của pin, nhiệt độ, thời gian bơm lên hình LCD. Ngoài ra mạch còn có các tụ và IC ổn áp nguồn 7812 dùng để ổn định điện áp nguồn và các tụ dùng để bù sụt áp giúp cho mạch hoạt động ổn định.

Kết quả thực nghiệm cho thấy mô hình hoạt động khá ổn định và đạt yêu cầu đề ra. Điện áp đầu vào của mạch từ pin năng lượng mặt trời thay đổi liên tục từ 14V đến 18V, điện áp này phục thuộc vào cường độ bức xạ của ánh nắng mặt trời chiếu xuống diện tích của pin nhưng điện áp đầu ra của mạch cấp cho tải dao động nhỏ từ 24V đến 26V. Bằng kết quả thực nghiệm cho thấy, điện áp đầu ra khỏi mạch nạp cho ắc qui ổn định hơn so với điện áp cấp cho bơm hoạt động do công suất của pin lớn hơn của bình ắc qui. Điện áp từ ắc qui cấp cho bơm qua Relay giảm theo thời gian bơm từ 24V đến 22V thì dừng bơm.

Từ khóa: Mô hình bơm nước sử dụng pin năng lượng mặt trời. Mạch điều khiển bơm nước.

ABSTRACT

The key content of this paper is about the design of water pumping model using PV solar cells to serve for production, irrigation and everyday living for rural residents in Mekong Delta. This system can be used in dual-mode operation, with and without timer. The authors have used microcontroller PIC18F4550-40 to read the input current flow from ACS756-50 sensor, and the input, output voltage from the potentiometer, the temperature of the battery from LM35 sensor to control all Commutation frequency of the MOSFET power circuit, closing/opening of the Relay. Voltage, battery capacity, temperature, time diaphragm are calculated and displayed on the LCD. Besides, the circuits also have capacitors and IC 7812 voltage regulator which are used for stabilizing the voltage source, and the other capacitors are used to compensate for voltage drops in order to make the circuit stable.

Experimental results show that the model works quite stably and effectively. The input voltage of solar panels is changing continuously from 14V to 18V dependent on the radiation intensity of sun which shines down the PV. However, the output voltage has not changed dramatically from 24V to 26V. With the experiments, it can be seen the output voltage of the circuit which charges the battery is more stable than that of the pump since the model power is more than the battery power capacity. If the voltage from the battery which supplies to pump decreases through RELAY from 24V to 22V, it will stop working.

Keywords: Solar-powered water pumping model; water pumping controlling circuit.

1. GIỚI THIỆU

Cùng với sự phát triển mạnh về công nghiệp, sự tăng trưởng mạnh về kinh tế kéo theo nhu cầu sử dụng năng lượng điện ở Việt Nam tăng lên khá nhanh. Hiện nay các nguồn năng lượng hóa thạch hiện đang khai thác như dầu mỏ, khí đốt, khí thiên nhiên, than đá, ngày càng cạn kiệt[1]. Để tìm ra nguồn năng lượng thay thế trong tương lai các nhà khoa học sẽ tăng cường khai thác các nguồn năng lượng sạch, có tiềm năng lớn và dồi dào trong tự nhiên như năng lượng mặt trời, năng lượng gió, năng lượng nước biển, khí đốt biogas[2]. Năng lượng mặt trời đang ngày càng phổ biến vì chúng có nhiều ưu điểm cho phương pháp phát điện. Năng lượng mặt trời là năng lượng được tạo ra từ ánh sáng mặt trời, nguồn năng lượng này có thể đủ và gần như vô tận đối với nhu cầu của con người, không gây ra ô nhiễm môi trường, an toàn cho người sử dụng[3].

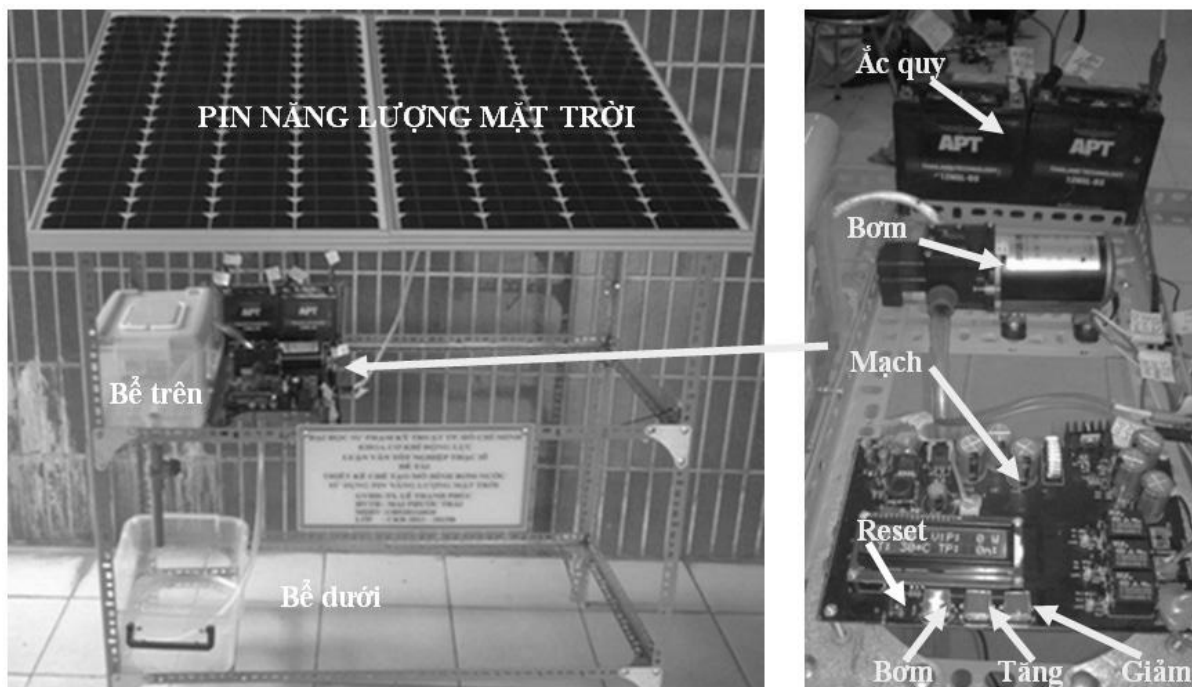
Vị trí địa lý của Việt Nam nằm gần đường

xích đạo, tính từ vĩ độ 23°23' Bắc đến 8°27' Bắc, nên Việt Nam nằm trong khu vực có cường độ bức xạ mặt trời tương đối cao làm cho Việt Nam có được nguồn năng lượng mặt trời vô cùng lớn[4]. Theo các nhà nghiên cứu trên thế giới thì số giờ nắng trung bình ở Việt Nam trong một ngày khoảng 6-8 giờ, nắng trong năm ở phía Bắc là 1600 giờ và ở miền Nam là 2600 giờ[6]. Cường độ bức xạ mặt trời trung bình mỗi ngày trong năm ở phía bắc là 3,69 kwh/m² và phía Nam là 5,9 kwh/m² năng lượng bức xạ mặt trời trung bình đạt 4 đến 5 kwh/m² mỗi ngày. Từ 2m² diện tích điện mặt trời tương ứng với 300Wh, mỗi tháng thu được năng lượng điện khoảng 60 kwh từ ánh nắng mặt trời[5].

Sự ra đời của việc “**Thiết kế chế tạo mô hình bơm nước sử dụng pin năng lượng mặt trời**”. phục vụ cho đời sống con sản xuất, sinh hoạt của người dân nông thôn, những nơi không có điện lưới quốc gia chính là điểm mới của đề tài.

2. THIẾT KẾ MÔ HÌNH

2.1 Sơ đồ kết cấu của mô hình

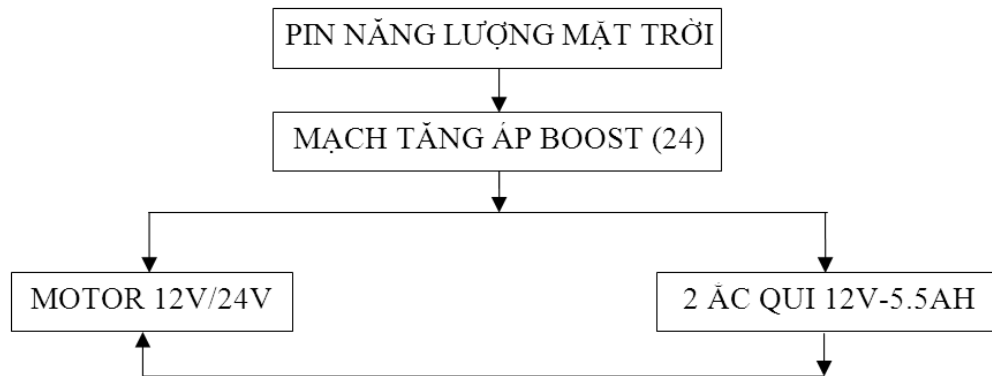


Hình 1: Mô hình hình bơm nước sử dụng pin năng lượng mặt trời.

Mô hình được thiết kế với góc xoay 50 độ bằng cơ khí để đón ánh nắng của Mặt trời vào buổi sáng và buổi chiều. Chiều dài của mô hình là 100cm. Chiều rộng của mô hình 50cm. Chiều cao của mô hình thay đổi tùy theo sự điều chỉnh của người sử dụng, nếu là

buổi sáng đón ánh nắng từ hướng đông thì chiều cao của mặt trước là 80cm và chiều cao của mặt sau là 100cm. Buổi chiều đón ánh nắng từ hướng tây ở mặt trước có chiều cao là 100cm, mặt sau có chiều cao 120cm.

2.2 Sơ đồ nguyên lý làm việc của mô hình.



Hình 2: Sơ đồ nguyên lý bơm nước sử dụng pin năng lượng mặt trời.

❖ Mô hình hoạt động ở hai chế độ bơm:

Chế độ một là bơm không hẹn thời gian:
 Muốn bơm hoạt động ở chế độ này người vận hành phải nhấn nút bơm (PUMP) và giữ trong thời gian 3 giây.

Chế độ hai là bơm có điều chỉnh thời gian bơm theo sự điều chỉnh của người vận hành:
 Muốn bơm hoạt động ở chế độ này người vận hành phải nhấn nút bơm (PUMP) và không giữ nút nhấn. Người vận hành sẽ thực hiện hẹn thời gian bơm bằng cách nhấn tiếp nút tăng (UP) để tăng thời gian bơm hoặc nút giảm (DOWN) để giảm thời gian bơm, nếu không bơm sẽ bơm trong vòng 5 phút thì dừng lại do chương trình đã lập trình, mỗi lần nhấn nút tăng (UP) hoạt giảm (DOWN) thời gian bơm là 5 phút. Và thời gian hẹn giới tối đa là 90 phút do người lập trình quyết định.

❖ Các trường hợp hoạt động của mô hình như sau:

Trời nắng mạnh công suất pin năng lượng trời đủ lớn (nghĩa là bơm hoạt động bằng năng lượng mặt trời điện áp lớn hơn 10V) đi qua

mạch tăng áp, cung cấp điện trực tiếp vào động cơ điện một chiều 24V, không nạp điện cho ắc quy.

Trời nắng yếu công suất pin năng lượng nhỏ (nghĩa là bơm hoạt động bằng năng lượng mặt trời điện áp nhỏ hơn 10V) không đủ cấp điện trực tiếp vào động cơ điện một chiều 24V hoạt động. Lúc này ắc quy cung cấp điện cho động cơ hoạt động qua Relay.

Trời nắng mạnh công suất pin năng lượng trời lớn đi qua mạch tăng áp nạp điện cho ắc quy 24V, khi ắc quy hết điện và bơm không hoạt động.

Trời hết nắng, điện áp của ắc quy qua Relay cấp điện cho động cơ điện một chiều hoạt động nếu ắc quy đủ điện.

2.3 Tính hệ thống pin năng lượng mặt trời sử dụng cho mô hình [8]

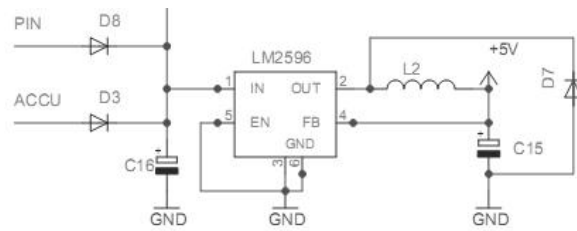
Chọn tải là một motor bơm một chiều có điện áp 24V, dòng điện 3.3A có công suất 80W sử dụng khoảng 6 giờ trên ngày. Do số thời gian nắng trong ngày ở Đồng bằng sông

❖ Nguyên lý hoạt động của mạch điều khiển công suất như sau:

Khi tín hiệu điều khiển điện áp là 0V từ chân PWM, lúc này sẽ không có dòng điều khiển I_{BT2} qua Transistor T2, khi đó không có dòng chính I_{CT2} qua Transistor T2 làm Transistor T2 không dẫn. Khi Transistor T2 không dẫn thì Transistor T1, T3 dẫn do có dòng điều khiển đi qua R1 đi qua R4 đi qua I_{BT1} , I_{BT3} về mass (GND) lúc này có dòng chính I_{CT1} , I_{CT3} về mass (GND), đồng thời cũng là dòng đi qua R14 kích cho chân FET của MOSFET làm MOSFET dẫn và về mass (GND), lúc này dòng từ pin năng lượng mặt trời (hoặc từ dòng ắc qui khi không có năng lượng mặt trời) đi qua cuộn dây L1, năng lượng từ trường được tích lũy trong cuộn dây L1. Không có dòng đi qua Diode D1, và tụ C2 xả điện cung cấp cho tải 24V (tải điện có thể là máy bơm nước 24V hoặc nạp điện cho ắc quy nếu nguồn đầu vào là pin năng lượng mặt trời)[7].

Khi có tín hiệu điều khiển điện áp 5V từ chân PWM, lúc này sẽ có dòng điều khiển I_{BT2} đi qua điện trở R2 về mass (GND) để điều khiển Transistor T2, khi đó có dòng chính I_{CT2} qua điện trở R1 đi qua Transistor T2 về mass (GND) làm cho Transistor T2 dẫn. Khi Transistor T2 dẫn thì Transistor T1, T3 không dẫn là do hiện tượng đẳng áp, làm không có dòng kích cho chân FET của MOSFET làm MOSFET không dẫn, dòng điện cảm ứng trong cuộn dây L1 đi qua tải 24V và nạp lại cho tụ C2. Khi năng lượng từ trường trong cuộn dây bằng không kết thúc một chu kỳ làm việc. Quy trình này được lặp đi lặp lại trong suốt quá trình làm việc. Tần số tắt (0V) và bật (5V) tại chân PWM được điều khiển bởi vi xử lý[7].

2.4.2 Mạch nguồn cho vi điều khiển

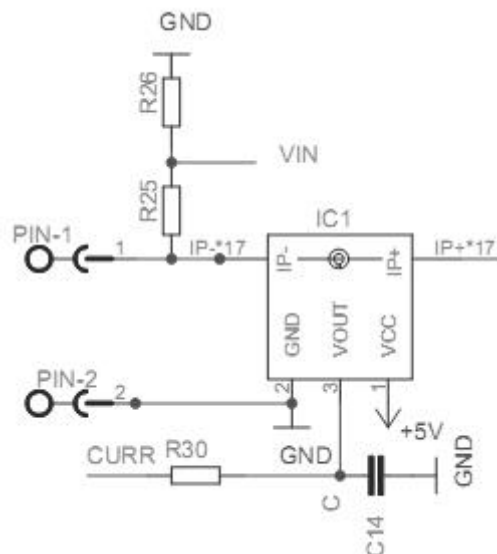


Hình 4: Mạch nguồn vi điều khiển.

Mạch nguồn +5V cho vi điều khiển có 2 nguồn đầu vào là từ pin mặt trời và từ bình ắc qui, để đảm bảo mạch vi điều khiển vẫn hoạt động khi mất đi một nguồn. Nếu có hai nguồn cùng một lúc thì nguồn nào có điện áp cao hơn sẽ ưu tiên sử dụng nguồn đó.

Mạch nguồn sử dụng IC LM2596 vì nó có ưu điểm là có dải điện áp đầu vào lớn hơn điện áp tối đa là 40V dòng đầu ra cực đại lên đến 3A. Trong đề tài dòng tiêu thụ cao nhất là 1A. Cuộn cảm L2, Diode D7 và tụ C15 được chọn theo datasheet của IC nguồn LM2596. Tụ C16 dùng để ổn định điện áp nguồn cho IC LM2596. Tụ C15 dùng để ổn định điện áp nguồn +5V.

2.4.3 Mạch Cảm biến dòng ACS756-50

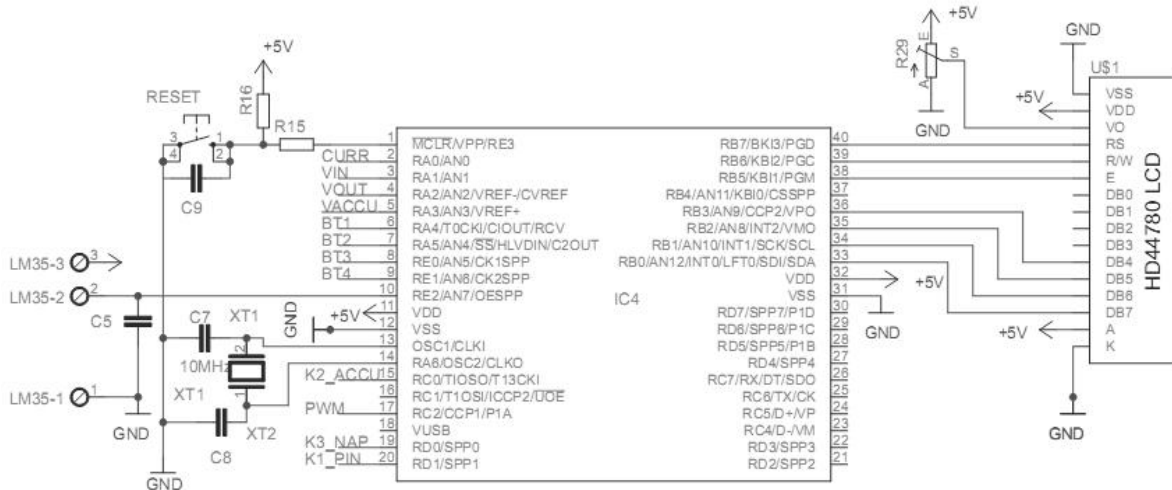


Hình 5. Cảm biến dòng ACS756-50.

Cảm biến dòng ACS756-50 được dùng để đo dòng từ 0 đến 50 Amp, nó không những đo dòng điện một chiều mà còn đo dòng xoay chiều khi dòng $I = 0A$ điện áp $V_{out} = 2.5V$ nếu $VCC = 5V$ và V_{out} tăng khi dòng điện đi từ cực IP+ sang cực IP- tăng, trong trường hợp trên thì điện áp cảm

biến sẽ giảm từ 2.5V về 0V tương ứng với dòng điện qua cảm biến $I = 0$ đến $I = -50$ Amp. Cầu phân áp gồm R25 và R26 để đo điện áp pin mặt trời. Điện trở R30 dùng để hạn chế dòng đo qua chân số 3 của cảm biến, tụ C14 dùng để ổn định điện áp cho chân số 3 của cảm biến.

2.4.4 Mạch nút nhấn Reset cho vi điều khiển và hiển thị LCD 16x2.



Hình 6: Mạch Reset cho vi điều khiển và hiển thị LCD 16x2.

Mạch dùng vi điều khiển PIC18F4550-40 của hãng microchip. Mạch Reset nối vào chân số (1) MCLR dùng để Reset hệ thống khi xảy ra lỗi. Điện trở R16 xác lập trạng thái input khi chưa nhấn, điện trở R15 dùng để hạn chế dòng đầu vào input cho vi điều khiển. Tụ C9 dùng để dập tắt sức điện động tự cảm và chống dội phím nút nhấn Reset. Mạch nút nhấn PUMP, UP, DOWN tương tự. Mạch đọc cảm biến nhiệt độ LM35 dùng để đo nhiệt độ môi trường. Tụ C5 dùng để ổn định điện áp cho cảm biến LM35.

Mạch hiển thị LCD sử dụng là LCD 16x2

có nghĩa là có hai hàng, mỗi hàng có 16 ký tự, và chúng có 16 chân. Dùng để hiển thị nhiệt độ, điện áp, công suất và thời gian bơm. Các chân cấp nguồn là chân VSS và chân K nối mass (0V). Chân VDD và chân A nối với nguồn dương 5V. Chân VO được nối biến trở R29 dùng để chỉnh độ tương phản của màn hình LCD. Các chân điều khiển gồm có chân RS dùng để điều khiển lựa chọn thanh ghi. Chân R/W dùng để điều khiển quá trình đọc và ghi. Chân E là chân cho phép dạng xung chốt. Các chân từ D0 đến D7 là 8 chân dùng để trao đổi dữ liệu giữa thiết bị điều khiển và LCD.

3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

3.1 Kết quả thực nghiệm đo điện áp đầu vào từ pin và điện áp đầu ra khi bơm hoạt động.

Bảng 1: Thực nghiệm đo điện áp đầu vào từ pin và điện áp đầu ra khi bơm hoạt động.

STT	Nhiệt độ	Điện áp vào(v)	Dòng đầu vào(A)	Công suất đầu vào(W)	Điện áp đầu ra(V)
1	36°C	16.0	2.3	37	24.5
2	35°C	16.2	5.7	93	25.3
3	35°C	16.3	2.5	41	24.7
4	36°C	16.5	3.0	50	24.9
5	38°C	17.5	3.1	55	25.0

Qua bảng kết quả thực nghiệm đo điện áp đầu vào từ pin năng lượng mặt trời và điện áp đầu ra cung cấp cho bơm hoạt động cho thấy điện áp đầu vào, dòng điện đầu vào, công suất đầu vào của mạch tăng theo nhiệt độ đo được của cảm

biến nhiệt độ ngoài môi trường và điện áp đầu ra cấp cho bơm cũng tăng ổn định từ 24.5V đến 25,3V luôn cao hơn điện áp sử dụng của bơm là 24V. Bơm hoạt động ổn định khi điện áp đầu vào từ 16V đến 17.5V và dòng từ 2.3A đến 5.7A.

3.2 Kết quả thực nghiệm đo điện áp đầu vào từ pin và điện áp đầu ra khi nạp.

Bảng 2: Thực nghiệm đo điện áp đầu vào từ pin và điện áp đầu ra khi nạp điện cho ắc qui.

STT	Nhiệt độ	Điện áp vào(v)	Dòng đầu vào(A)	Công suất đầu vào (W)	Điện áp đầu ra(V)
1	32°C	14.5	2.2	32	25.1
2	33°C	14.7	2.7	40	25.3
3	34°C	15.1	3.6	55	25.7
4	35°C	15.6	6.5	101	26.0
5	37°C	15.8	7.0	111	26.3

Qua bảng kết quả thực nghiệm đo điện áp đầu vào từ pin năng lượng mặt trời và điện áp đầu ra khi nạp điện cho ắc qui cho thấy điện áp đầu vào, dòng điện đầu vào, công suất đầu vào của mạch tăng theo nhiệt độ đo được của cảm biến nhiệt độ ngoài môi trường và điện áp đầu ra nạp cho ắc qui cũng tăng ổn định từ 25.5V đến 26.3V. Mặt khác ta thấy rằng điện áp đầu vào, dòng điện đầu vào, công suất đầu vào, điện áp đầu ra trong trường hợp nạp cho ắc quy ổn định và cao hơn so với trường hợp cấp cho bơm. Điện áp đầu vào để nạp từ 14.5V đến 15.8V dòng từ 2.2 đến 7.0A.

❖ **Nhận xét chung:** Kết quả thực nghiệm cho thấy mô hình hoạt động khá ổn định đúng như cơ sở lý thuyết đã đặt ra. Điện áp đầu vào của mạch thay đổi nhỏ dao động từ khoảng 14V đến 18V lúc tải hoạt động tốt và ổn định nhất. Điện áp đầu ra cấp cho bơm và nạp cho ắc quy luôn luôn lớn hơn 24V đạt yêu cầu của mạch tăng áp lên 24V. Khi năng yếu hoặc hết năng bơm bằng điện áp của ắc qui thì mạch cho điện áp đầu ra từ 24V đến 22V thì dừng bơm.

4. KẾT LUẬN

Qua việc thiết kế và thi công thành công mô hình bơm nước sử dụng pin năng lượng

mặt trời, sẵn sàng hoạt động để phục vụ sinh hoạt cho người dân nông thôn ở Đồng bằng sông Cửu Long. Với việc lưu trữ điện áp vào bình ắc qui, mô hình còn được sử dụng cấp điện thấp sáng hoặc bơm nước trên các ruộng ghe trên Sông Tiền, sông Hậu. Mô hình không phụ thuộc vào nguồn nhiên liệu như xăng, dầu, khí đốt, khí thiên nhiên, khi đưa vào sử dụng chắc chắn sẽ làm giảm chi phí sản xuất, sinh hoạt của người dân nông thôn.

Kết quả thực nghiệm cho thấy đề tài đã ứng dụng được vi xử lý PIC18F4550-40, để đọc tất cả các tính hiệu đầu vào và kiểm soát tốt các tính hiệu đầu ra, điều khiển mạch công suất, điều khiển các Relay hoạt động tốt và ổn định, điều khiển điện áp hoạt động của ắc quy ở chế độ nạp và xả phù hợp nhằm bảo vệ tuổi thọ hoạt động của bình. Mô hình đã ứng dụng thực tiễn bơm lượng nước đủ cho 3 cột phun tự động có độ cao 1m, bán kính phun nước là 2m.

Đề tài là nền tảng cho các công trình nghiên cứu ứng dụng pin năng lượng mặt trời như: Mạch tích trữ năng lượng điện bằng năng lượng mặt trời, thuyền chạy bằng pin năng lượng mặt trời cho các tàu du lịch ở đồng bằng sông Cửu Long. Một hướng phát triển khác là thiết kế chế tạo mô hình bơm nước tưới rau tự động bằng năng lượng mặt trời.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] Hoàng Dương Hùng, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, Số: 1(36), Trang: 14-20, Năm 2010.
- [2] US EPA.2000, Inventory of U.S, Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-1998, Rep. EPA 236-R-00-01. US EPA, Washington, DC, <http://www.epa.gov/globalwarming>
- [3] Hoàng Dương Hùng, *Năng lượng Mặt Trời - Lý thuyết và Ứng dụng*, Chương 2, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2007.
- [4] Hoàng Dương Hùng, Lê Thị Châu Duyên, Trần Ngọc Lâm, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nhiệt*, Số: 89, Năm 2009.
- [5] Phan Văn Tân, Hồ Thị Minh Hà, Lương Mạnh Thắng, Trần Quang Đức, Về khả năng ứng dụng mô hình RegCM vào dự báo hạn mùa các trường khí hậu bề mặt ở Việt Nam, *Tạp chí khoa học ĐHQGHN*, Năm 2009.
- [6] Đặng Đình Thông, *Cơ sở năng lượng mặt trời và tái tạo*, Chương 1, nhà xuất bản khoa học kỹ thuật 2006.
- [7] Đỗ Văn Dũng, *Điện động cơ & điều khiển động cơ*, trang 108 -117, nhà xuất bản Đại Học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh, 2013.
- [8] Nguyễn Bốn, Hoàng Dương Hùng, *Ebook Năng lượng Mặt Trời - Lý thuyết và Ứng dụng*, Chương 4, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2008.