HỆ THỐNG LẠNH CẤP NGUỒN TỪ PIN MẶT TRỜI

COOLING SYSTEM POWERED BY SOLAR CELLS

PGS.TS Nguyễn Minh Tâm(1) , Trương Thanh Hiếu(2)

(1) Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. HCM

(2) Trường Cao Đẳng Nghề Tiền Giang.

TÓM TẮT

Năng lượng mặt trời được coi là năng lượng tái tạo ưu tiên hàng đầu. Trong đó," Hệ thống lạnh cấp nguồn từ pin mặt trời" được quan tâm nghiên cứu và phát triển. Đề tài dựa trên việc thiết lập tính chọn công suất máy nén và công suất pin quang điện theo nhu cầu sử dụng cụ thể tại vị trí địa lý lắp đặt. Điểm nổi bật của hệ thống là việc lấy nguồn trực tiếp từ pin quang điện không sử dụng ắcquy qua bộ điều khiển cấp nguồn cho máy nén dùng động cơ không đồng bộ một pha; ở đây hệ thống đáp ứng gần như trực tiếp nhu cầu sử dụng. Hệ thống sử dụng cấu hình đơn giản, phổ biến thông dụng trên thị trường, giá thành rẻ và dễ bảo trì sửa chữa. Toàn bộ sử dụng phần mềm matlab/simulink mô phỏng.

Từ khóa*: *năng lượng mặt trời; pin quang điện; máy nén; bộ điều khiển; động cơ không đồng bộ một pha.

ABSTRACT

Solar is considered a priority renewable energy. In particular, "cooling system powered by solar cells" is interested in research and development. The subject is based on the setting of capacity selection of the compressor capacity and the photovoltaic power demand according to the specific use in the location of the installation. The highlight of the system is direct power from non-battery-operated photovoltaic cells via a single-phase asynchronous power supply to the compressor; Here the system meets almost direct use needs. The system uses simple configuration, popular in the market, low cost and easy to maintain repair. The whole software use matlab / simulink simulation.

Keywords: Solar; Photovotaic battery; Compressor; Power conditioner; Single-phase asynchronous

1. GIỚI THIỆU

Việt Nam là nước có tiềm năng lớn về năng lượng mặt trời [18]. Để hệ thống lạnh hoạt động hiệu quả thì trong giải thuật điều khiển của bộ điều khiển cần có [20 – 25]: (1) thuật toán tìm công suất cực đại (MPPT – Maximum Power Point Tracking), (2) điều khiển tốc độ của máy nén sao cho công suất ra tương ứng với công suất nhận được từ bộ pin quang điện.

Hệ thống lạnh trong đề tài không cần sử dụng ăcquy để lưu trữ năng lượng giúp giảm nhiều giá thành của hệ thống. Ưu điểm của hệ thống này là chi phí đầu tư ban đầu thấp hơn, thời gian hoàn vốn nhanh. Máy nén sử dụng động cơ xoay chiều không đồng bộ trong các hệ thống lạnh dùng pin quang điện hiện được quan tâm trong nhiều nghiên cứu [20 – 25], do động cơ loại này rẻ tiền, bền, ít cần bảo dưỡng và sẵn có trên thị trường.

Kết quả nghiên cứu được rút ra dựa vào mô phỏng hệ thống hoàn thiện bằng phần mềm Matlab/Simulink.

2. TÍNH TOÁN CHỌN CÔNG SUẤT MÁY NÉN VÀ CÔNG SUẤT PIN QUANG ĐIỆN

2.1 Trình tự tính toán:

Bước 1: Chọn công suất hệ thống lạnh

- Xác định thông số ngõ vào

+ Công suất cần làm lạnh

+ Nhiệt độ môi trường cần làm lạnh 0^0C.

+ Nhiệt độ môi trường bên ngoài 40^0C.

+ Môi chất lạnh sử dụng hệ thống lạnh là R22.

+ Hệ thống lạnh chỉ có động cơ máy nén tiêu thụ điện năng.

- Xác định thông số ngõ ra

+ Công suất máy nén cần sử dụng.

Bước 2: Chọn công suất pin quang điện

- Khảo sát pin quang điện
- Từ công suất máy nén lựa chọn số lượng pin và mô phỏng đặc tuyến.

Bước 3: Kiểm tra tính toán công suất pin mặt trời theo cường độ chiếu nắng G (W/m^2) tại vị trí địa lý lắp đặt hệ thống xem có đáp ứng được nhu cầu sử dụng hay không.

2.2 Chọn công suất máy nén

Năng suất lạnh riêng

$$q_o = h_1 - h_4 \qquad \text{(kJ/kg)}$$

Năng suất nhiệt thải riêng

$$q_k = h_2 - h_3 \qquad \text{(kJ/kg)}$$

Công nén riêng: $l = h_2 - h_1$ (kJ/kg)

Lưu lượng khối lượng môi chất

$$m = \frac{Q_0}{q_0} \qquad \text{(kg/s)}$$

Năng suất dàn ngưng

$$Q_k = m.q_k \qquad \text{(kW)}$$

Thể tích hơi thực tế hút vào xylanh:

$$V_{tt} = m.v_1 \qquad (m^3/s)$$

Hệ số cấp λ

$$\lambda = \lambda_c.\lambda_w.\lambda_k.\lambda_r.\lambda_{tl}$$

Thể tích chuyển dời của pittông:

$$V_h = \frac{V}{\lambda} \qquad (m^3/s)$$

Công suất đoạn nhiệt

$$N_s = m.l \qquad \text{(kW)}$$

Công suất chỉ thị

$$N_i = \frac{N_s}{\eta_i} \qquad \text{(kW)}$$

Công suất ma sát

$$N_{ms} = V.P_{ms} \qquad \text{(kW)}$$

Công suất hiệu dụng

$$N_e = N_i + N_{ms} \qquad \text{(kW)}$$

Công suất điện tiêu thụ

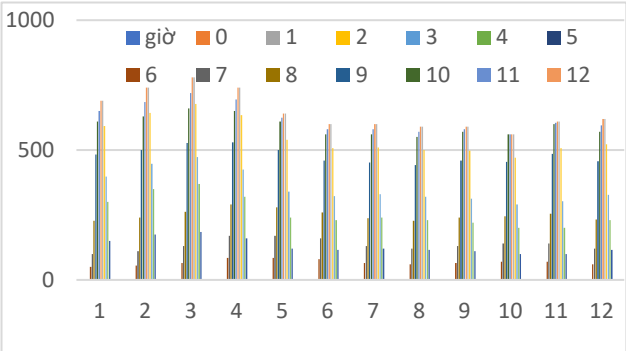
$$N_{el} = \frac{N_e}{\eta_{td}\eta_{el}} \qquad \text{(kW)}$$

Công suất động cơ lắp đặt

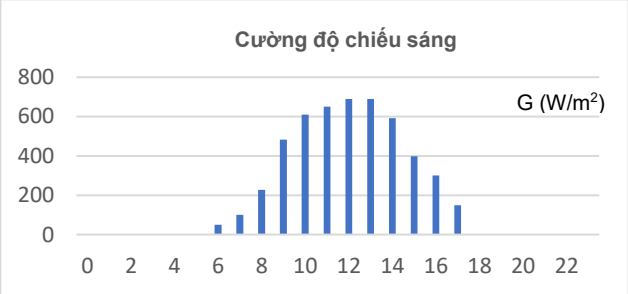
$$N_{dc} = (1{,}1 - 2{,}1)\, N_{el} \qquad \text{(kW)}$$

2.3 Kiểm tra công suất máy nén và công suất pin quang điện

Bảng số liệu cường độ chiếu sáng 12 tháng trong năm theo từng giờ trong ngày. Số liệu này được thu thập bằng cách truy cập trang web [29] của Nasa, nhập tọa độ khu vực khảo sát.



Hình 2.1 *Đồ thị chiếu sáng mặt trời các tháng trong năm*



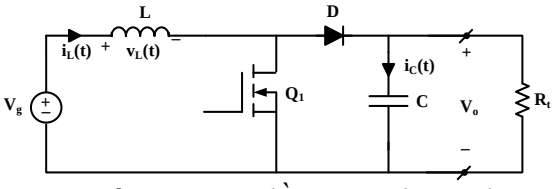
Hình 2.2 *Đồ thị cường độ chiếu sáng tại các thời điểm trong ngày (tháng 1) [29]*

3. BỘ BIẾN ĐỔI DC-DC VÀ GIẢI THUẬT ĐIỀU KHIỂN CÔNG SUẤT CỰC ĐẠI

3.1 Bộ biến đổi DC-DC

Hệ thống chúng ta lựa chọn ban đầu không dùng để sạc cho ăcquy, điện áp toàn bộ năng lượng từ pin mặt trời đưa ra được nâng lên mức điện áp cao để cấp cho tải trước khi đưa vào bộ biến đổi DC/AC. Như vậy, ta thấy mạch DC/DC trong hệ thống ta lựa chọn phương án sử dụng

mạch Boost. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động mạch Boost.

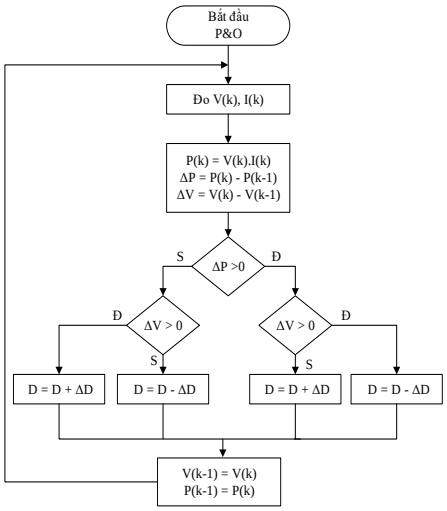


Hình 3.1 *Sơ đồ nguyên lý mạch Boost*

Bộ Boost converter có tác dụng điều chỉnh điện áp đầu ra lớn hơn điện áp đầu vào. Hoạt động của bộ Boost được thực hiện qua cuộn kháng L khá lớn có vai trò như một nguồn dòng. Chuyển mạch Q_1 đóng mở theo chu kỳ. Khi Q_1 mở cho dòng qua (t_{on}) cuộn kháng tích năng lượng, khi Q_1 đóng (t_{off}) cuộn kháng giải phóng năng lượng qua điôt tới tải. Năng lượng cung cấp từ cuộn cảm và nguồn làm cho điện áp đầu ra tăng lên.

3.2 Giải thuật điều khiển công suất cực đại

Giải thuật gây nhiễu loạn và quan sát P&O [20-25] được sử dụng:



Hình 3.2 *Lưu đồ giải thuật P&O*

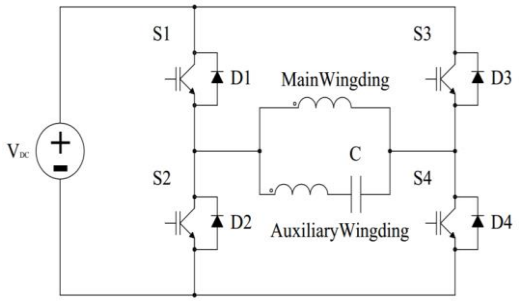
Thuyết minh thuật toán:

- Đo các giá trị dòng và áp ra tại thời điểm k của pin mặt trời
- Tính $P(k) = V(k) \times I(k)$, $\Delta P = P(k) - P(k-1)$ và $\Delta V = V(k) - V(k-1)$.
- Nếu $\Delta P > 0$ và $\Delta V > 0$ hoặc $\Delta P < 0$ và $\Delta V < 0$ thì giảm chu kỳ nhiệm vụ D.
- Nếu $\Delta P > 0$ và $\Delta V < 0$ hoặc $\Delta P < 0$ và $\Delta V > 0$ thì tăng chu kỳ nhiệm vụ D.
- Cập nhật các giá trị dòng điện và công suất rồi thực hiện chu trình tiếp theo.

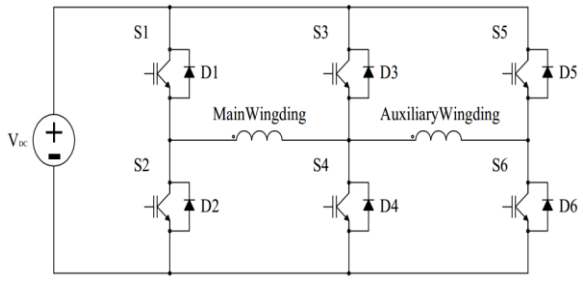
4. BỘ NGHỊCH LƯU DC-AC VÀ LỰA CHỌN CẤU HÌNH INVERTER

4.1 Bộ nghịch lưu DC-AC

Bộ nghịch lưu áp [7] cung cấp và điều khiển điện áp xoay chiều ở ngõ ra. Chọn lựa giữa hai cấu hình 4 van bán dẫn và 6 van bán dẫn [27-28].



Hình 4.1 *Cấu hình inverter 4 khóa*

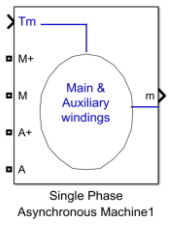


Hình 4.2 *Cấu hình inverter 6 khóa*

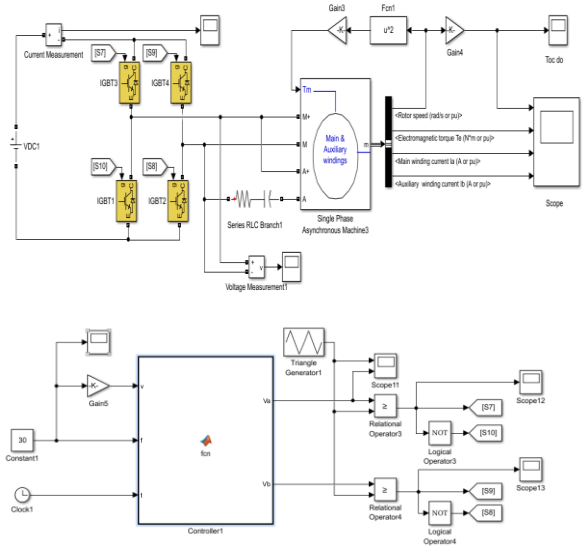
Đối với cấu hình inverter 4 khóa, để tạo xung điều khiển các khóa IGBT ta chỉ cần chọn 2 sóng sin điều chế có cùng biên độ, tần số và có góc lệch pha là 180°. Riêng đối với cấu hình Inverter 6 khóa, ta cần phải phân tích góc pha của 3 sóng sin điều chế để điện áp giữa 2 đầu cuộn chính và phụ lệch pha nhau 90°.

4.2 Lựa chọn cấu hình inverter

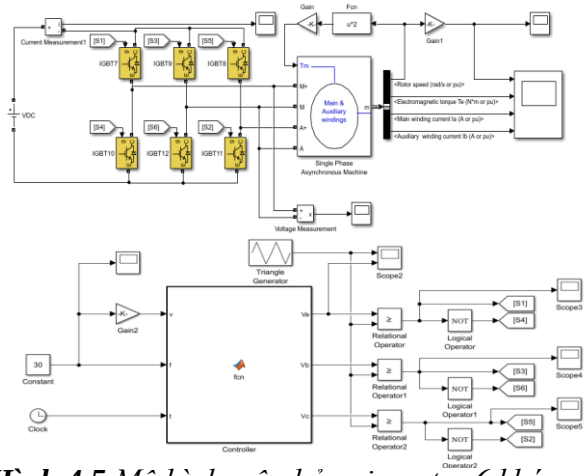
Mô hình động cơ không đồng bộ một pha trong Matlab/Simulink [1] hình 4.3.



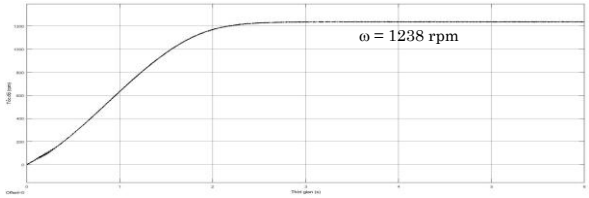
Hình 4.3 *Mô hình động cơ một pha trong Matlab/Simulink*



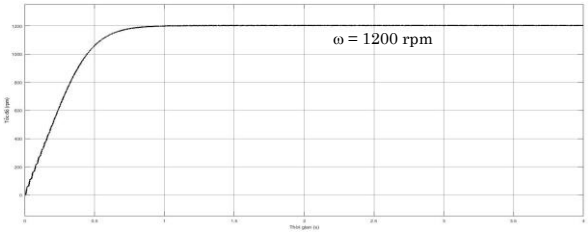
Hình 4.4 *Mô hình mô phỏng inverter 4 khóa*



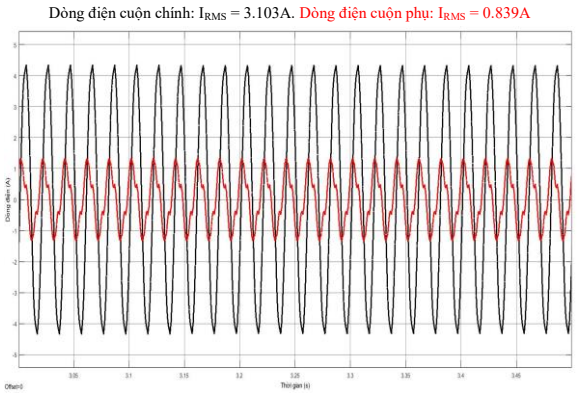
Hình 4.5 *Mô hình mô phỏng inverter 6 khóa*



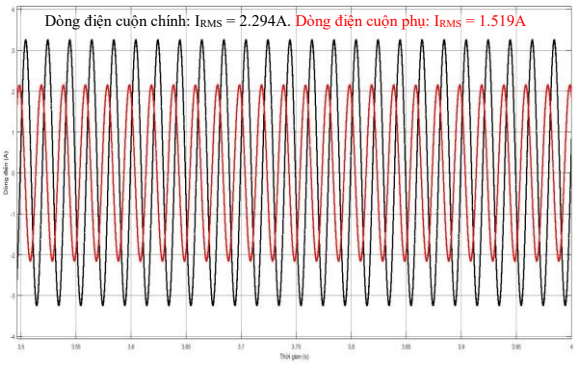
Hình 4.6 *Tốc độ động cơ của cấu hình inverter 4 khóa tại tần số 50Hz*



Hình 4.7 *Tốc độ động cơ của cấu hình inverter 6 khóa tại tần số 50Hz*



Hình 4.8 *Dòng điện cuộn chính và cuộn phụ của cấu hình inverter 4 khóa tại tần số 50Hz*



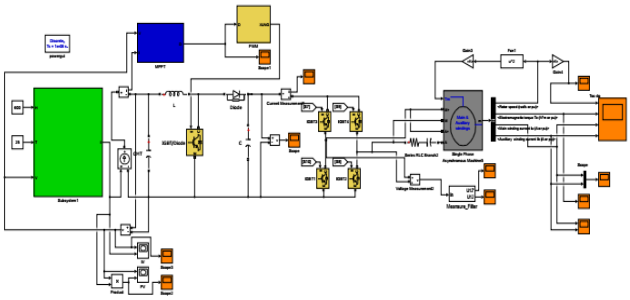
Hình 4.9 *Dòng điện cuộn chính và cuộn phụ của cấu hình inverter 6 khóa tại tần số 50Hz*

Về dòng điện chạy qua hai cuộn dây chính và phụ của động cơ, dễ dàng thấy được dạng sóng của cấu hình inverter 6 khóa ra hình sin chuẩn hơn cấu hình inverter 4 khóa.

Xét tổng thể hiệu năng, độ ổn định có thể nhận thấy sự ổn định ở cấu hình inverter 6 khóa, nhưng xét về mặt công suất sử dụng đầu ra cho máy nén thì gần như ngang nhau; tốc độ động cơ cấu hình inverter 4 khóa tốt hơn cấu hình inverter 6 khóa. Mặt khác, cấu hình inverter 4 khóa về thao tác lắp ráp có phần đơn giản, không đòi hỏi nhiều về phần chuyên môn lắp đặt, trong khi việc tách hai cuộn dây riêng và lược bỏ tụ điện sẽ gây nhầm lẫn cho người lắp. Cho nên, về mặt điều khiển ta đề cao khả năng đáp ứng được hệ thống và việc sử dụng thuận tiện cho người sử dụng được đặt lên hàng đầu. Do vậy, cấu hình inverter 4 khóa có thể được xem xét để đưa vào sử dụng.

5. MÔ PHỎNG TOÀN HỆ THỐNG

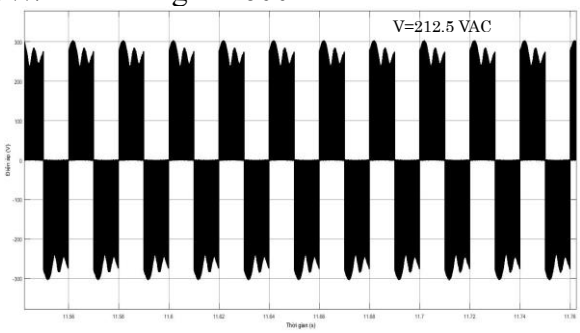
5.1 Mô hình mô phỏng



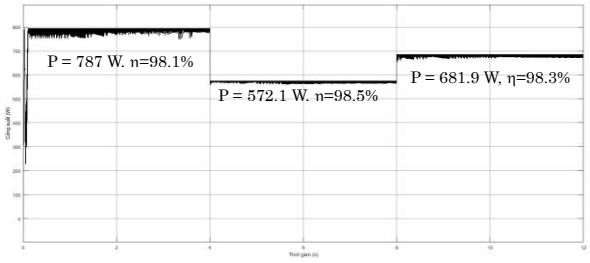
Hình 5.1 *Mô hình mô phỏng toàn hệ thống*

5.2 Kết quả mô phỏng khi ta thay đổi cường độ chiếu nắng

Cường độ chiếu nắng từ 700W/m^2 xuống 500W/m^2 rồi tăng lên 600W/m^2



Hình 5.2 *Điện áp đầu ra bộ DC/AC mạch xét cố định nhiệt độ môi trường*

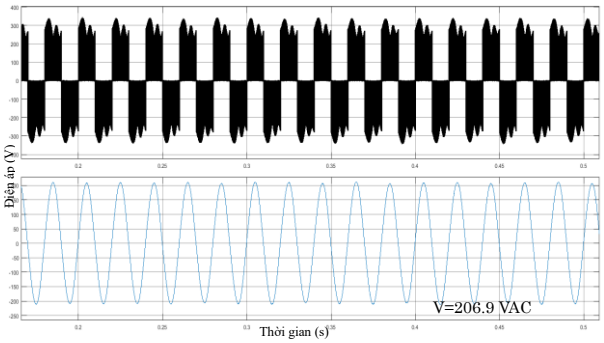


Hình 5.3 *Công suất hệ thống mạch xét cố định nhiệt độ môi trường*

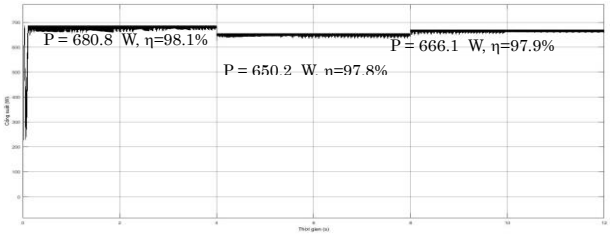
<u>Nhận xét:</u> *Hệ thống đáp ứng tốt.*

5.3 Kết quả mô phỏng khi ta thay đổi nhiệt độ chiếu nắng

Mô hình mô phỏng toàn hệ thống cố định cường độ chiếu nắng tại 600W/m^2,cho nhiệt độ đầu vào thay đổi từ 25°C lên 35 ^{o}C rồi xuống lại 30°C.



Hình 5.4 Điện áp đầu ra bộ DC/AC *mạch xét cố định cường độ chiếu nắng*

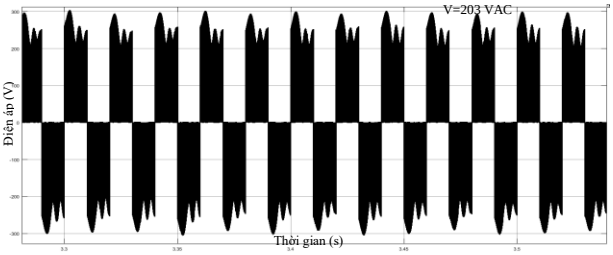


Hình 5.5 *Công suất hệ thống mạch xét cố định cường độ chiếu nắng*

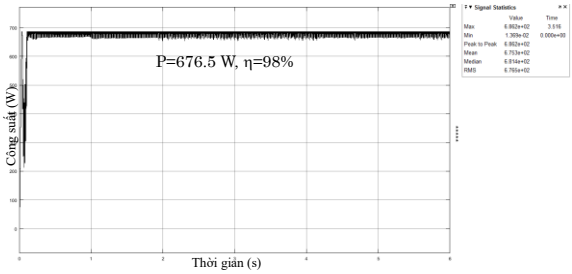
<u>Nhận xét:</u> *Hệ thống đáp ứng tốt*

5.3 Mô phỏng hệ thống khi ta thay đổi tải vào động cơ máy nén.

Sau khi ta mô phỏng hệ thống bằng cách thay đổi cường độ chiếu nắng và thay đổi nhiệt độ chiếu nắng. Ta thấy hệ thống lạnh hoạt động tốt nhất ở cường độ chiếu nắng 600W và nhiệt độ chiếu nắng là 25°C. Tiếp tục mô phỏng khi ta thay đổi tải đặt vào động cơ.



Hình 5.1 *Điện áp đầu ra bộ DC/AC*



Hình 5.2 Công suất hệ thống mạch xét cố định cường độ chiếu nắng

Nhận xét: *Hệ thống đáp ứng tốt*

6. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

6.1 Kết luận

Tìm hiểu được ứng dụng pin mặt trời cấp nguồn cho hệ thống hệ thống lạnh. Tình hình áp dụng thực tế trên thế giới và các sản phẩm trong nước cũng như hướng phát triển của hệ thống. Nắm được sơ đồ tổng quan chung của cấu hình ứng dụng hệ thống lạnh dùng pin mặt trời.

Xây dựng cấu hình từ việc giả lập nhu cầu sử dụng lạnh, qua đó căn cứ vào nhu cầu và đo đạt thông số đầu vào mà ta tính toán chi tiết được công suất lắp đặt cho ngõ ra và năng lượng pin quang điện đủ để đáp ứng hệ thống.

Tìm hiểu cấu hình mạch điện tử công suất, xây dựng được mô hình mô phỏng bằng công cụ Matlab/Simulink.

Tìm hiểu, xây dựng mô phỏng, xác định cấu hình cũng như phương pháp điều khiển tốc độ động cơ.

Tổng hợp cả hệ thống qua việc phân tích, đánh giá, chọn lựa cấu hình cho từng phần và mô phỏng hoàn chỉnh cho cả hệ thống.

6.2 Hướng phát triển

Trong tương lai có thể lắp mạch phần cứng và phần mềm để điều khiển hệ thống

Phát triển cách tính, phương pháp ngắn hơn để khi đề ra cho hệ thống lạnh có công suất lớn hơn

Áp dụng các kết quả tìm được vào thực nghiệm và đưa mạch vào thực tế sử dụng.

Đưa tính hiệu nhiệt độ của buồng lạnh để điều khiển điều khiển tần số vào động cơ máy nén

Ngưỡng công suất sử dụng rộng hơn và đưa ra nhiều ứng dụng tốt hơn nữa về hệ thống lạnh sử dụng năng lượng mặt trời như hệ thống của đề tài...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Trần Khánh Hà. Động cơ điện không đồng bộ ba pha và một pha công suất nhỏ. NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 2002, tr. 229 - 250.

[2] Lê Anh Nhật, luận văn "Điều khiển động cơ không đồng bộ một pha", 5-2015

[3] Nguyễn Phùng Quang. MATLAB & SIMULINK dành cho kỹ sư điều khiển tự động. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2004.

[4] Phan Quốc Dũng - Tô Hữu Phúc. Truyền động điện. NXB Đại học quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 2012. Tr. 116 - 176.

[5] Nguyễn Đức Lợi, 2002. *Hướng dẫn thiết kế hệ thống lạnh*. Trường Đại học Bách khoa Hà nội.

[6] Nguyễn Đức Lợi và Phạm Văn Tùy, 2003. *Kỹ thuật lạnh cơ sở*. NXB Giáo dục Hà nội.

[7] Nguyễn Văn Nhờ. Điện tử công suất 1. NXB Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh, 2015, tr. 202.

[8] European Commission, DG Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Renewable Energies Unit. PV status report 2006. Ispra,Italy; 2006. EUR 22346 EN. Available from: http://re.jrc.ec.europa.eu/solarec/index.htm.

[9] Ja ¨ger-Waldau A. Photovoltaics and renewable energies in Europe. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2007;11:1414–37.

[10] Al-Karaghouli A, Al-Sabounchi AM. A PV pumping system. Applied Energy 2000;65:231–8.

[11] Firatoglu ZA, Yesilata B. New approaches on the optimization of directly coupled PV pumping systems. Solar Energy 2004; 77:81–93.

[12] Fiaschi D, Graniglia R, Manfrida G. Improving the effectiveness of solar pumping systems by using modular centrifugal pumps with variable rotational speed. Solar Energy 2005; 79:234–44.

[13] Mukund R. Patel, Ph.D., P.E, "Wind and Solar Power Systems".

[14] Gilbert M. Masters, "Renewable and Efficient Electric Power Systems", 2004.

[15] ER120, Renewable Energy, "Stand Alone Photovoltaic System Design Principles", 21/02/2002.

[16] Bent Sorensen, "Renewable Energy" ,1997.

[17] A. Goetzberger, V.U. Hoffmann, "Photovoltaic Energy Genearation",2005.

[18] Tom Markvart and Luis Castaner, "Handbook of Photovoltaics".

[19] R. Foster and A. Ellis, "Renewable Energy for Water Pumping Applications in Rural Villages", Period of Performance: April 1,2001 – September 1,2001.

[20] S. R. Bhat, A. Pittet, and B. S. Sonde, "Performance Optimization of Induction Motor-Pump System Using Photovoltaic Energy Source," *IEEE Transactions on Industry Applications,* vol. IA-23, pp. 995 - 1000, 1987.

[21] M.A. Green, "Third Generation Photovoltaics", 2003.

[22] SolarHome.org

[23] Luis Castaner and Santiago Silvestre, "Modelling Photovoltaic Systemsusing PSpice", 2002.

[24] Jeff Bishop, Jim Bales, Amy Smith, and Shawn Frayne," The Photovoltaic Primer".

[25] Mukund R. Patel, Ph.D., P.E, *"Wind and Solar Power Systems"*

[26] M. A. Vitorino, M. Beltrao de Rossiter Correa, C. B. Jacobina, and A. M. N. Lima, "An Effective Induction Motor Control for Photovoltaic Pumping," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 58, pp. 1162 - 1170, 2011.

[27] H. Beltran, E. Perez, Z. Chen, F. J. Gimeno-Sales, Segui, x, S. Chilet, J. Soler, and E. Daroqui, "Analog Fixed Maximum Power Point control for a PWM step-down converter for water pumping installations," presented at Power Electronics and Applications, 13th European Conference on Barcelona, 2009.

[28] Habbati Bellia, Ramdani Youcef and Moulay Fatima " A detailed modeling of photovoltaic module using MATLAB", Received 13 June 2013; revised 14 February 2014; accepted 9 April 2014, Available online 16 May 2014.

[29] NASA Surface meteorology and Solar Energy - Location

*https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?email=skip@larc.nasa.gov,*16/07/2016.

[30] Bosch c-Si M60 NA42117 245W (245W) Solar Panel

[31] http://www.solardesigntool.com/components/module-panel-solar/Bosch/3695/c-Si-M60-NA42117-245W/specification-data-sheet.html

[32] Solar PV Powered Air Conditioner Analysis for an Office/Classroom in a Tropical Climate

[33] https://www.mathworks.com/help/physmod/sps/powersys/ug/simulating-variable-speed-motor

[34] http://www.academicjournals.org/IJPS 20/07/2016.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Họ tên: Trương Thanh Hiếu

Đơn vị: Trường CĐ Nghề Tiền Giang

Điện thoại: 0945219531

Email: hieudienlanh@gmail.com

Xác nhận của GVHD

PGS.TS Nguyễn Minh Tâm

BÀI BÁO KHOA HỌC

THỰC HIỆN CÔNG BỐ THEO QUY CHẾ ĐÀO TẠO THẠC SỸ

Bài báo khoa học của học viên

có xác nhận và đề xuất cho đăng của Giảng viên hướng dẫn

Bản tiếng Việt ©, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH và TÁC GIẢ

Bản quyền tác phẩm đã được bảo hộ bởi Luật xuất bản và Luật Sở hữu trí tuệ Việt Nam. Nghiêm cấm mọi hình thức xuất bản, sao chụp, phát tán nội dung khi chưa có sự đồng ý của tác giả và Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.

ĐỂ CÓ BÀI BÁO KHOA HỌC TỐT, CẦN CHUNG TAY BẢO VỆ TÁC QUYỀN!

Thực hiện theo MTCL & KHTHMTCL Năm học 2018-2019 của Thư viện Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh.