XÂY DỰNG CẤU HÌNH HỆ THỐNG ĐIỆN CHO HỆ THỐNG BƠM NƯỚC BẰNG PIN QUANG ĐIỆN

BUILD THE POWER SYSTEM CONFIGURATION FOR WATER PUMP SYSTEM BY PHOTOVOLTAIC

Pham Tien Thuat

Học Viên Cao Học Trường ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật TPHCM

TÓM TẮT

Bài báo sẽ cho cái nhìn tổng quan nhất về tình hình ứng dụng năng lượng sạch vào việc dùng cho động cơ bơm nước. Điểm nổi bật được đưa ra giải quyết ở cấu hình sử dụng đó là hệ thống độc lập của pin quang điện, năng lượng từ pin không sử dụng bình ăcquy để lưu trữ hạn chế việc ô nhiễm môi trường do việc chế tạo và tái chế của nó gây ra. Bài báo có đề cập đến việc tính toán hệ thống, lựa chọn toàn bộ cấu hình sao cho mạch đơn giản mà sử dụng hiệu quả. Một mô hình vật lý được xây dựng để kiểm chứng đánh giá hiệu quả của phương pháp được đề xuất.

Từ khóa: Pin quang điện; Động cơ bơm nước; Năng lượng sạch; Ô nhiễm môi trường; Acquy

ABSTRACT

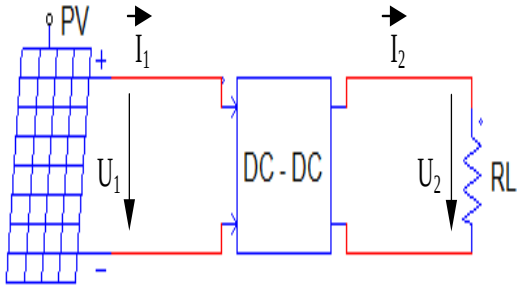
The thesis will give an overview of clean energy applications in water pump applications. The highlight of configuration solution is the stand-alone system of photovoltaic, power without using batteries to store which would limit environmental pollution caused by manufacturing and recycling them. The thesis refers to the calculation of the system, selecting the entire configuration that aim to create the as simple but high efficientlycircuit as possible. A small model was developed to validate the effectiveness of the proposed method.

Keywords: photovoltaic ; water pump; clean energy; environmental pollution; batteries

1.GIỚI THIỆU:

Xác định được điểm công suất cực đại là bước tiến vô cùng lớn trong việc nghiên cứu về năng lượng mặt trời. Các nghiên cứu trong [1-7] đã đưa ra nhiều phương pháp tìm điểm MPPT cho các hệ thống pin mặt trời.. Ngoài các phương pháp dò tìm truyền thống là P&O và INC, gần đây nhiều thuật toán tối ưu được áp dụng để tìm kiếm điểm làm việc này. Các nghiên cứu [8-15] tập trung vào các giải pháp nâng cao hiệu quả hoạt động của các bộ PV nối lưới. Các nghiên cứu [16-22] đã trình bày nhiều phương án hoạt động trong chế độ hybrid với các nguồn năng lượng khác như năng lượng gió, diesel, tế bào năng lượng. Các kết quả tiêu biểu này đã chứng minh được khả năng thích ứng linh hoạt và hoạt động hiệu quả trong nhiều điều kiện vận hành khác nhau.

2. SỬ DỤNG BỘ BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP DC.

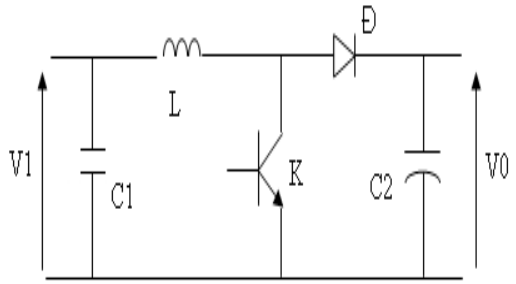


Hình 2. 1 Sơ đồ khối bộ biến đổi điện áp nối pin mặt trời

3. MỘT SỐ MẠCH BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP DC CƠ BẢN:

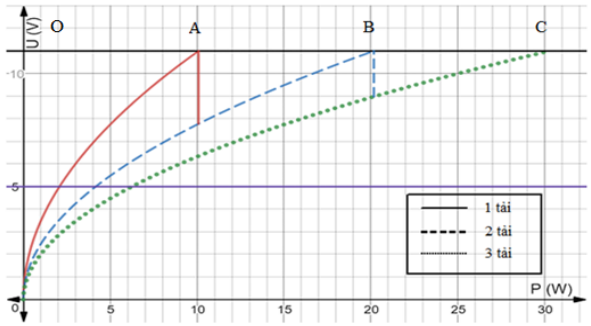
3.1 Mạch Boost:

Sơ đồ nguyên lý của một mạch tăng áp DC:



Hình 3. 1 Sơ đồ nguyên lý mạch Boost DC

3.2 Thay đổi tải



Hình 3. 2 Sơ đồ mô tả sự thay đổi tải

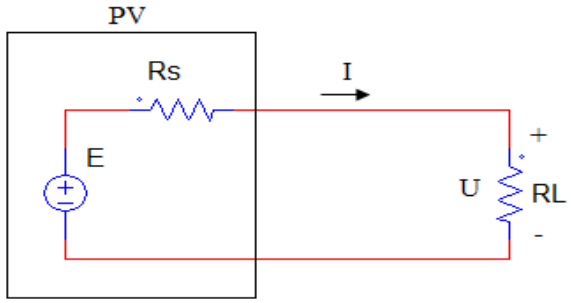
3.3 Mô hình bơm ly tâm.

$$P = k.v3 \qquad (1)$$

Với: k: hệ số ma sát phụ thuộc vào chất cần bơm

v: vận tốc của nước (m/s)

3.3 Dò điểm công suất cực đại.



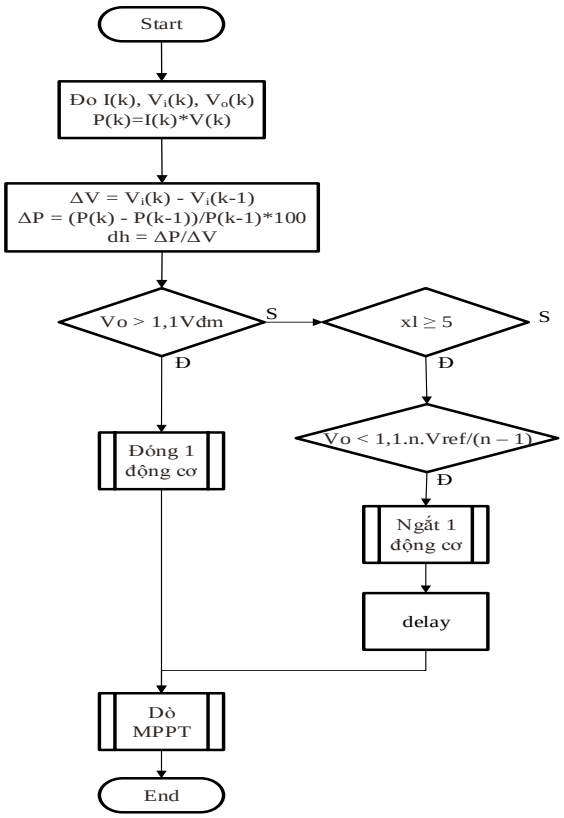
$$P_L = U.I = E^2.\frac{RL}{(Rs+RL)^2} \qquad (2)$$

Điều kiện cần để công suất trên tải đạt cực đại là đạo hàm của PL bằng 0:

$$P_L' = 0$$

$$\Leftrightarrow Rs = RL \qquad (3)$$

Lưu đồ điều khiển



4. MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM

4.1 Tính toán thiết kế

Tính toán lựa chọn công suất pin PV:

- Lưu lượng nước bơm trung bình:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{10}{10} = 1\left(\frac{m^3}{h}\right)$$

$$= 2{,}78 \times 10^{-4}\left(\frac{m^3}{s}\right) \quad (4)$$

- Công suất bơm yêu cầu:

$$P_{bơm} = \frac{Q \times H \times D}{102 \times \eta_B}$$

$$= \frac{2{,}78 \times 10^{-4} \times 5 \times 1000}{102 \times 0{,}8}$$

$$= 0{,}017\ (kW)$$

$$= 17\ (W) \quad (5)$$

- Công suất của động cơ:

$$P_{ĐC} = \frac{P_{bơm}}{\eta_{ĐC}} = \frac{17}{0{,}8} = 21{,}3\ (W) \quad (6)$$

- Năng lượng tiêu thụ trung bình một ngày:

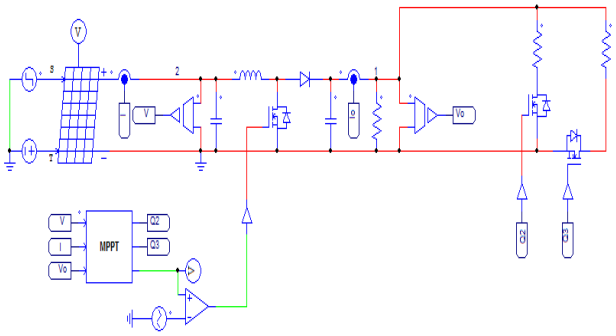
$$A_{tb} = P_{ĐC}.t = 213\ (Wh) \quad (7)$$

- $P_{pv-p} = \frac{A_{tb}}{4} = \frac{213}{4} = 53{,}3\ (Wp) \quad (8)$

Vậy lựa chọn tấm pin có công suất đỉnh là 60W

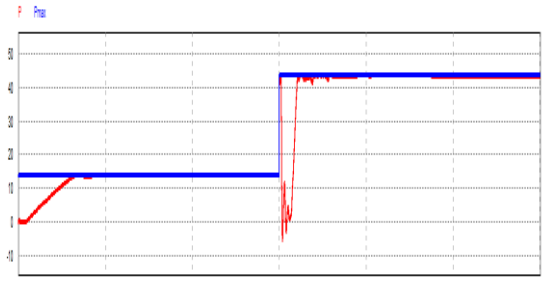
Động cơ hoạt động khi U = 60%$U_{đm}$, hay P = 50%$P_{đm}$.

4.2 Mô phỏng thí nghiệm

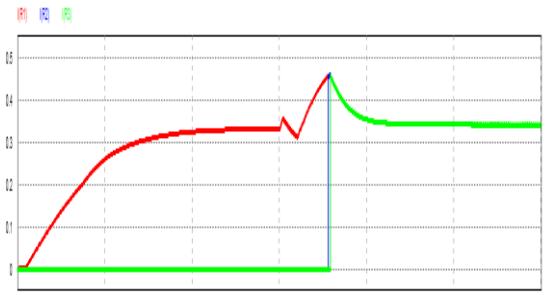


Hình 4. 1 Mạch mô phỏng thực thi bằng phần mềm Psim

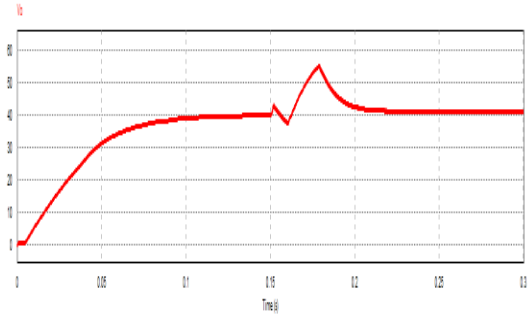
Thí nghiệm 1: cho công suất thay đổi từ 14W lên 44W.



Hình 4. 2 Công suất thực so với công suất lý thuyết

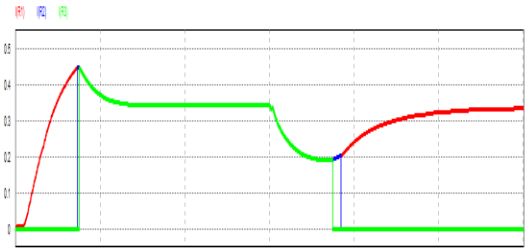


Hình 4. 3 Dòng điện trên mỗi tải

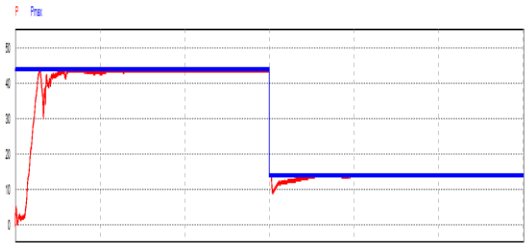


Hình 4.4 Điện áp ngõ ra.

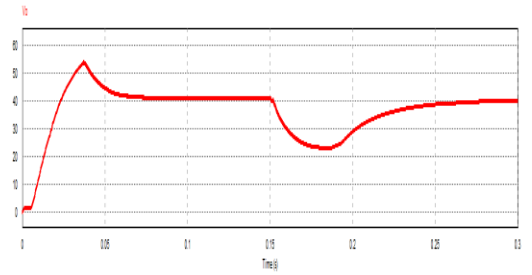
Thí nghiệm 2: cho bức xạ giảm 44W xuống 14W.



Hình 4. 5 Công suất thực so với công suất lý thuyết



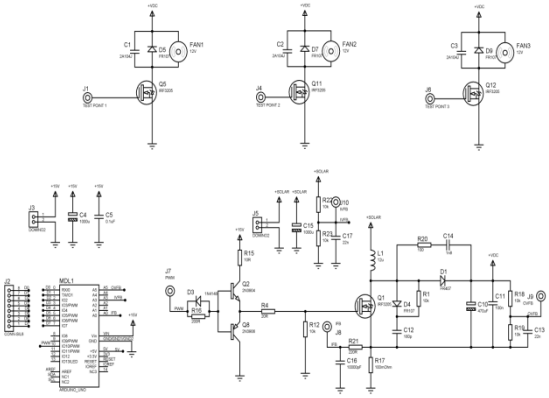
Hình 4. 6 Dòng điện trên mỗi tải

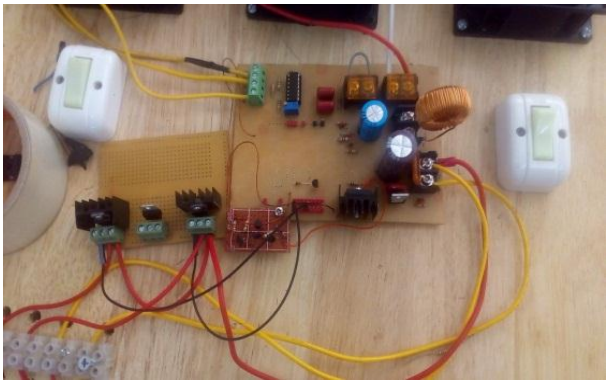


Hình 4.7 Điện áp ngõ ra

4.3 Giới thiệu mô hình

Sơ đồ nguyên lý và mô hình thực tế nằm trong hình sau:

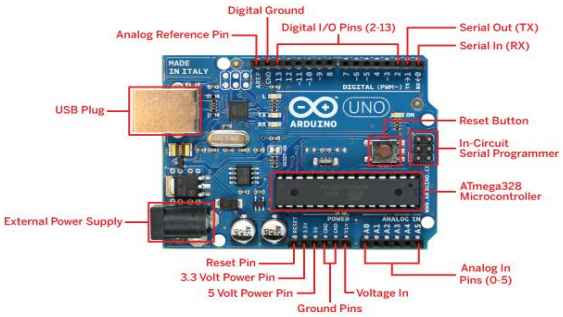




Hình 4. 8 Mạch tăng áp DC - DC

Hình 4. 9 Động cơ Brushless DC

Bộ điều khiển trung tâm:



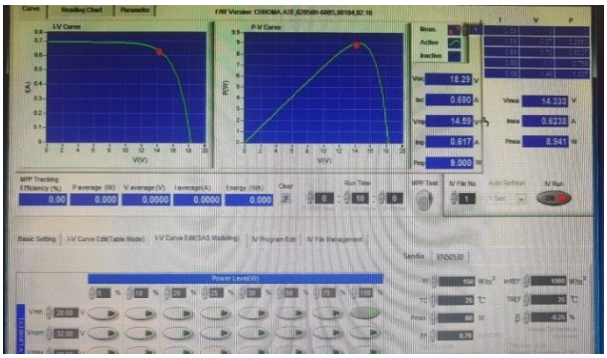
Hình 4. 2 Mạch điều khiển Arduino

4.4 Kết quả thực nghiệm.

Thí nghiệm 1: cho công suất thay đổi theo chiều tăng.

Hình 4. 3 Một động cơ chạy khi công suất thấp

Hình 4. 4 Dòng điện và điện áp đo được

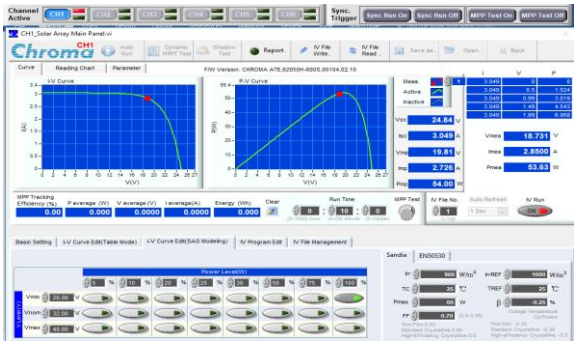


Hình 4. 13 Điểm làm việc trên tấm pin

Trường hợp tăng đến E = 900W/m^2:

Hình 4. 14 Ba động cơ chạy khi công suất tăng cao

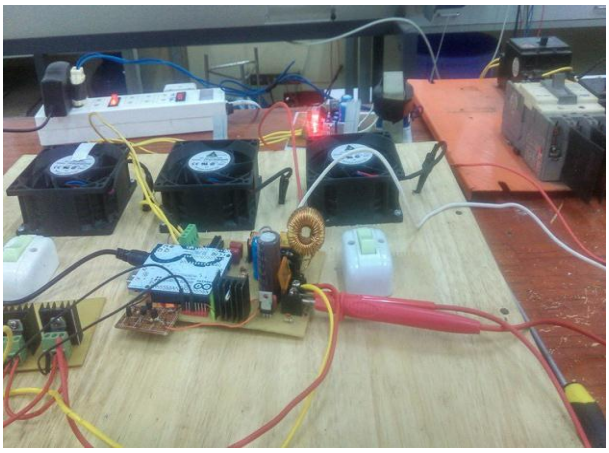
Hình 4. 15 Dòng điện và điện áp đo được



Hình 4. 5 Điểm làm việc trên tấm pin

- **Thí nghiệm 2: cường độ bức xạ đi từ cao xuống thấp**

Kết quả E = 900W/m^2 giảm cường độ bức xạ xuống còn 450W/m^2:

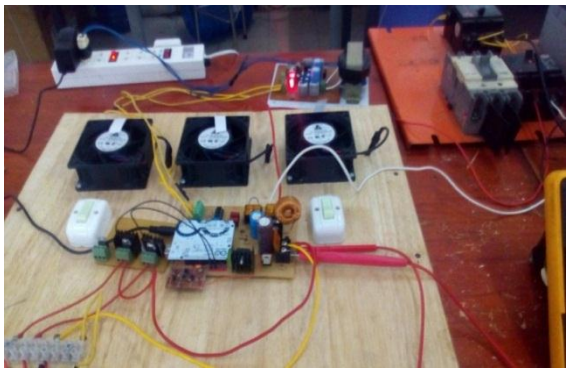


Hình 4. 6 Hai động cơ đang chạy khi cho bức xạ trung bình

Hình 4. 7 Dòng điện và điện áp đo được

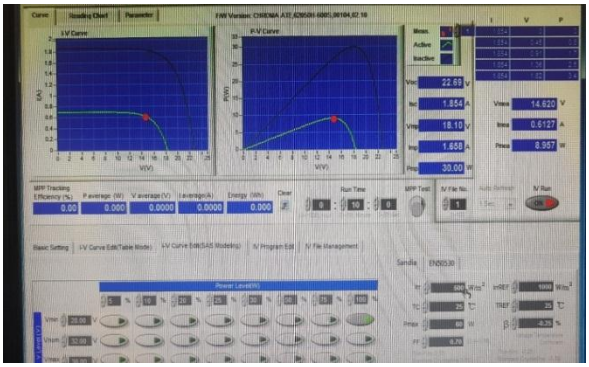
Hình 4. 19 Điểm làm việc trên tấm pin

Kết quả 450W/m^2 giảm xuống 150W/m^2:



Hình 4. 20 Bức xạ xuống thấp, ngắt 2 động cơ

Hình 4. 21 Dòng điện và điện áp đo được



Hình 4. 8 Điểm làm việc trên tấm pin

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã thực hiện được như sau:

- Bài báo đề xuất giải pháp tận dụng tối đa nguồn năng lượng từ pin quang điện độc lập đến với các khu vực có khó khăn về vị trí địa lý. Mang lại lợi ích cho các hộ dân và giảm giá thành cung cấp điện lưới tới các khu vực này.
- Tìm hiểu các giải thuật dò tìm điểm công suất cực đại của hệ thống pin quang điện. Từ đó, tác giả đề xuất giải thuật dò điểm công suất cực đại dựa trên giải thuật P&O.
- Đã thi công hoàn thành mô hình thực nghiệm. Qua đó đánh giá, kiểm chứng được tính hiệu quả của hệ thống bơm nước bằng pin năng lượng mặt trời qua các điều kiện làm việc khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Tey, K. S., & Mekhilef, S. (2014). Modified incremental conductance algorithm for photovoltaic system under partial shading conditions and load variation. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 61(10), 5384-5392.

[2] Faraji, R., Rouholamini, A., Naji, H. R., Fadaeinedjad, R., & Chavoshian, M. R. (2014). FPGA-based real time incremental conductance maximum power point tracking controller for photovoltaic systems. IET Power Electronics, 7(5), 1294-1304.

[3] Mei, Q., Shan, M., Liu, L., & Guerrero, J. M. (2011). A novel improved variable step-size incremental-resistance MPPT method for PV systems. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 58(6), 2427-2434.

[4] Zakzouk, N. E., Elsaharty, M. A., Abdelsalam, A. K., Helal, A. A., & Williams, B. W. (2016). Improved performance low-cost incremental conductance PV MPPT technique. IET Renewable Power Generation, 10(4), 561-574.

[5] Sundareswaran, K., Vigneshkumar, V., Simon, S. P., & Nayak, P. S. R. (2016, December). Gravitational search algorithm combined with P&O method for MPPT in PV systems. In India Conference (INDICON), 2016 IEEE Annual (pp. 1-5). IEEE.

[6] Tovar-Olvera, V. M., Loredo-Flores, A., & Bárcenas, E. (2016, November). Improved P&O algorithm for distributed MPPT PV configurations. In Power, Electronics and Computing (ROPEC), 2016 IEEE International Autumn Meeting on (pp. 1-6). IEEE.

[7] Sera, D., Mathe, L., Kerekes, T., Spataru, S. V., & Teodorescu, R. (2013). On the perturb-and-observe and incremental conductance MPPT methods for PV systems. IEEE journal of photovoltaics, 3(3), 1070-1078.

[8] Rezkallah, M., Sharma, S. K., Chandra, A., Singh, B., & Rousse, D. R. (2017). Lyapunov Function and Sliding Mode Control Approach for the Solar-PV Grid Interface System. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 64(1), 785-795.

[9] Sonti, V., Jain, S., & Bhattacharya, S. (2017). Analysis of the Modulation Strategy for the Minimization of the Leakage Current in the PV Grid-Connected Cascaded Multilevel Inverter. IEEE Transactions on Power Electronics, 32(2), 1156-1169.

[10] Xiao, H. F., Lan, K., & Zhang, L. (2015). A quasi-unipolar SPWM full-bridge transformerless PV grid-connected inverter with constant common-mode voltage. IEEE Transactions on Power Electronics, 30(6), 3122-3132.

[11] Wandhare, R. G., & Agarwal, V. (2014). Reactive power capacity enhancement of a PV-grid system to increase PV penetration level in smart grid scenario. IEEE Transactions on Smart Grid, 5(4), 1845-1854.

[12] Wandhare, R. G., & Agarwal, V. (2014). Novel stability enhancing control strategy for centralized PV-grid systems for smart grid applications. IEEE Transactions on Smart Grid, 5(3), 1389-1396.

[13] von Appen, J., Stetz, T., Braun, M., & Schmiegel, A. (2014). Local voltage control strategies for PV storage systems in distribution grids. IEEE Transactions on Smart Grid, 5(2), 1002-1009.

[14] Barater, D., Buticchi, G., Crinto, A. S., Franceschini, G., & Lorenzani, E. (2012). Unipolar PWM strategy for transformerless PV grid-connected converters. IEEE Transactions on Energy Conversion, 27(4), 835-843.

[15] Buticchi, G., Barater, D., Lorenzani, E., & Franceschini, G. (2012). Digital control of actual grid-connected converters for ground leakage current reduction in PV transformerless systems. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 8(3), 563-572.

[16] Luna, A. C., Aldana, N. L. D., Graells, M., Vasquez, J. C., & Guerrero, J. M. (2016). Mixed-Integer-Linear-Programming based Energy Management System for Hybrid PV-wind-battery Microgrids: Modeling, Design and Experimental Verification. IEEE Transactions on Power Electronics.

[17] Singh, S., & Kaushik, S. C. (2016). Optimal sizing of grid integrated hybrid PV-biomass energy system using artificial bee colony algorithm. IET Renewable Power Generation, 10(5), 642-650.

[18] Sekhar, P. C., & Mishra, S. (2016). Storage free smart energy management for frequency control in a diesel-PV-fuel cell-based hybrid AC microgrid. IEEE transactions on neural networks and learning systems, 27(8), 1657-1671.

[19] Lee, S. H., Cha, W. J., Kwon, J. M., & Kwon, B. H. (2016). Control Strategy of Flyback Microinverter With Hybrid Mode for PV AC Modules. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 63(2), 995-1002.

[20] Singaravel, M. R., & Daniel, S. A. (2015). MPPT with single DC–DC converter and inverter for grid-connected hybrid wind-driven PMSG–PV system. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 62(8), 4849-4857.

[21] Tummuru, N. R., Mishra, M. K., & Srinivas, S. (2015). Dynamic energy management of hybrid energy storage system with high-gain PV converter. IEEE Transactions on Energy Conversion, 30(1), 150-160.

[22] Wang, G., Ciobotaru, M., & Agelidis, V. G. (2014). Power smoothing of large solar PV plant using hybrid energy storage. IEEE Transactions on Sustainable Energy, 5(3), 834-842.

[23] Bộ Giáo Dục Đào Tạo. Sách giáo khoa vật lý 12. Nhà Xuất Bản Giáo Dục Việt Nam.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Họ tên: Phạm Tiến Thuật

Đơn vị: Trường Cao Đẳng Nghề Tây Ninh

Điện thoại: 0935194271

Email: phamtienthuatdl@gmail.com

Xác Nhận Của GVHD

PGS.TS. Trương Việt Anh

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.