



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0003850

(51) **H02S 40/00; G05F 1/67; H02J 7/00**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2021-00283

(22) 07/07/2021

(45) 25/12/2024 441

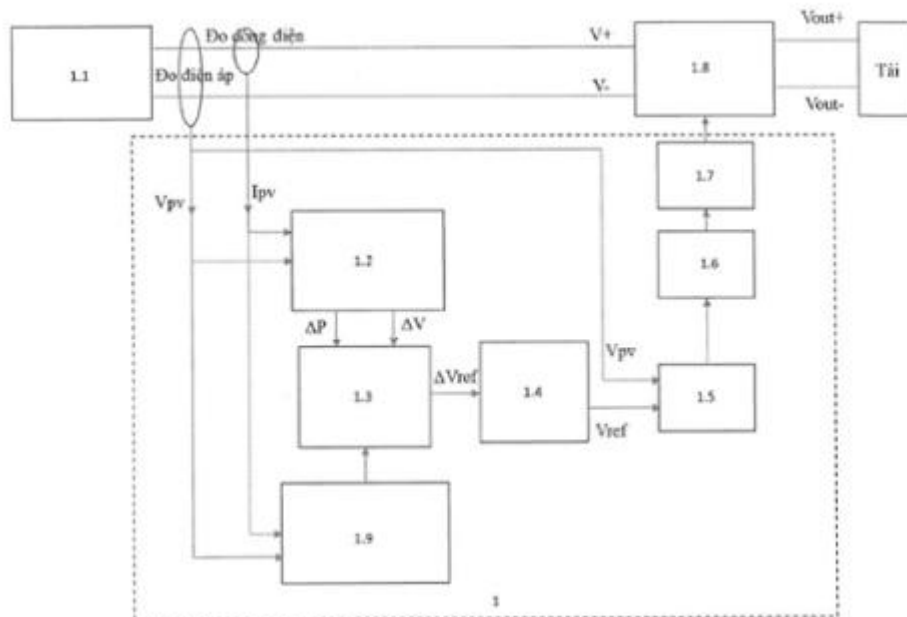
(43) 27/01/2023 418

(73) Viện Khoa học Năng lượng, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VN)
Nhà A9, số 18 Hoàng Quốc Việt, Nghĩa Đô, Cầu Giấy, Hà Nội

(72) Vũ Minh Pháp (VN); Ngô Phương Lê (VN); Phạm Thị Hạnh (VN); Đoàn Văn Bình (VN).

(54) **THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN DỪNG MẠNG NƠ RON BÁM ĐIỂM CÔNG SUẤT CỰC ĐẠI CỦA TẮM PIN MẶT TRỜI**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến thiết bị điều khiển dừng mạng nơ ron bám điểm công suất cực đại của tấm pin mặt trời. Thiết bị gồm có các môđun: môđun lấy mẫu, tính toán độ biến thiên công suất và điện áp; bộ điều khiển dừng mạng nơ ron để xử lý tín hiệu đầu vào, bao gồm độ biến thiên công suất và độ biến thiên điện áp, sau đó tạo ra tín hiệu đầu ra là độ biến thiên điện áp đặt (ΔV_{ref}); môđun tính toán giá trị đặt V_{ref} từ giá trị ΔV_{ref} và V_{ref} trước đó; bộ điều khiển PI để điều khiển giá trị V_{pv} bám theo V_{ref} thông qua việc điều khiển PWM, mạch lái và bộ biến đổi DC/DC; bộ tạo độ rộng xung PWM tạo tín hiệu xung; mạch lái khuếch đại tín hiệu xung để điều khiển bộ biến đổi DC/DC; môđun đào tạo mạng nơ ron nhằm xây dựng mạng nơ ron dựa trên dữ liệu mẫu từ phương pháp biến động và quan sát (P&O) và giá trị hiệu chỉnh lấy từ thực nghiệm.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến thiết bị điều khiển bám điểm công suất cực đại. Cụ thể hơn, giải pháp hữu ích đề cập đến thiết bị điều khiển dùng mạng nơ ron nhằm bám điểm công suất cực đại của tấm pin mặt trời và hệ thống nạp điện từ pin mặt trời.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Do các vấn đề về môi trường và khủng hoảng năng lượng, trên thế giới ngày càng quan tâm đến lĩnh vực phát điện sạch và tái tạo. Trong những năm gần đây, năng lượng tái tạo đang tăng trưởng rất nhanh do có nhiều chính sách hỗ trợ và sự giảm chi phí sâu đối với pin mặt trời và điện gió. Phát điện năng lượng mặt trời là một trong những công nghệ năng lượng tái tạo hứa hẹn nhất. Tăng trưởng pin năng lượng mặt trời trong 03 năm gần đây mức cao nhất trong các nguồn năng lượng tái tạo với 33% năm 2018, 22% vào năm 2019.

Các hệ thống pin mặt trời đã được thương mại hóa ở nhiều quốc gia nhờ những ưu điểm của nó như lợi ích dài hạn, không phải bảo trì và thân thiện với môi trường. Hệ thống pin mặt trời chuyển đổi ánh sáng mặt trời thành điện năng khi ánh sáng mặt trời chiếu lên tấm pin. Hiệu năng của hệ thống pin mặt trời phụ thuộc rất lớn vào điều kiện vận hành như vị trí địa lý, nhiệt độ môi trường và cường độ bức xạ của mặt trời. Cường độ bức xạ mặt trời thay đổi theo thời gian và bị cản trở bởi khí quyển và mây. Nhiệt độ môi trường thay đổi theo thời gian trong ngày. Những sự thay đổi về nhiệt độ và cường độ bức xạ mặt trời gây ra sự thay đổi về điểm công suất cực đại (MPP).

Những bộ điều khiển bám theo điểm công suất cực đại (MPPT) đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao hiệu suất của các hệ thống pin mặt trời. Hệ thống pin mặt trời đầu tiên có MPPT được ra mắt năm 1968 cho chương trình không gian. Sau đó, các bộ điều khiển MPPT đã phát triển nhanh chóng về độ tin cậy, chính xác, tốc độ bám, hiệu suất và sự đơn giản. Thuật toán MPPT tối ưu thường có tốc độ cao và ít dao động xung quanh điểm MPP và thay đổi nhanh công suất đầu ra.

Trong các tài liệu có nhiều cách phân loại các bộ điều khiển MPPT. Thông thường, MPPT được phân loại thành các phương pháp truyền thống và các phương pháp tính toán mềm (phương pháp hiện đại). Các phương pháp truyền thống được đề xuất từ rất lâu trước đây, do đó chúng rất phổ biến. Ưu điểm chính của các phương pháp này là sự đơn giản và dễ thực hiện. Các phương pháp này chỉ có thể bám theo một điểm công suất cực đại với bức xạ đều. Các phương pháp hiện đại là các phương pháp tính toán mềm như mô phỏng sinh học và trí tuệ nhân tạo. Những phương pháp này khá phức tạp nhưng có hiệu năng bám tốt hơn các phương pháp truyền thống.

Các phương pháp MPPT truyền thống phổ biến nhất đã được ứng dụng là phương pháp biến động và quan sát (P&O - perturb and observe), điện dẫn gia tăng (IncCond - incremental conductance), điện áp không đổi (constant voltage), dòng không đổi (constant current). Ngoài ra, từ những phương pháp cơ bản này, nhiều kỹ thuật đã được đề xuất nhằm cải thiện độ chính xác và đặc tính động của điều khiển.

Các phương pháp MPPT tính toán mềm tương đối phức tạp so với phương pháp truyền thống. Các phương pháp này hoạt động dựa trên trí tuệ nhân tạo (AI) hoặc các thuật toán di truyền. Những phương pháp tiên tiến phổ biến có thể kể đến là mạng nơ ron nhân tạo (ANN), logic mờ (Fuzzy logic), tối ưu bầy đàn (particle swarm optimization), thuật toán gen (genetic algorithm), v.v.. Ưu điểm chính của các phương pháp này là khả năng linh hoạt trong giải các bài toán phi tuyến. Chúng có thể cung cấp lời giải tối ưu với hiệu suất cao.

Thuật toán P&O vận hành bằng cách làm biến động điểm vận hành và quan sát sự thay đổi của công suất để đưa ra quyết định về hướng thay đổi điện áp đặt. Nghĩa là, nếu điện áp của dây pin biến động làm cho công suất tăng lên, nghĩa là điểm làm việc đang tiến về điểm công suất cực đại, do đó điện áp cần được điều chỉnh xa hơn về phía đó. Ngược lại, nếu công suất giảm đi, nghĩa là điểm làm việc đang đi xa điểm công suất cực đại, điện áp cần được điều chỉnh thay đổi ngược lại.

Thuật toán P&O có ưu điểm đơn giản, dễ thực hiện và chất lượng tốt.

Những hạn chế của thuật toán P&O:

Với thuật toán P&O, điểm làm việc bị thay đổi ở mỗi vòng lặp. Tại điểm công suất cực đại, điện áp làm việc V sẽ dao động xung quanh điểm này và làm tổn thất công suất. Mức độ tổn thất phụ thuộc vào độ rộng của bước thay đổi ΔV_{ref} . Nếu ΔV_{ref} quá lớn thì tốc độ hội tụ về điểm công suất cực đại nhanh hơn, nhưng dao động quanh điểm này lại lớn hơn. Nếu ΔV_{ref} quá nhỏ, dao động tại điểm công suất cực đại nhỏ, nhưng tốc độ hội tụ về lại thấp hơn. Do đó, cần phải có bước thay đổi hợp lý để đảm bảo hiệu suất cao ở cả chế độ động và xác lập.

Sự lạc hướng khi bức xạ tăng nhanh: Hiện tượng này thường xảy ra khi có sự thay đổi tăng nhanh về bức xạ. Khi bức xạ tăng nhanh, điểm làm việc trôi sang trái hoặc sang phải tùy theo xu thế dao động của điểm làm việc tại thời điểm bức xạ thay đổi. Mặc dù công suất tăng lên do bức xạ tăng lên, thuật toán P&O lại tưởng đó là do sự xáo động làm tăng công suất, và tiếp tục thay đổi về hướng đó. Tuy nhiên, cần phải nói rằng, hiện tượng mất khả năng bám này chỉ xảy ra khi bức xạ tăng nhanh, nhưng không xảy ra khi bức xạ giảm (cả nhanh và chậm).

Giải pháp hữu ích mô tả thiết bị điều khiển bám điểm công suất cực đại của tấm pin mặt trời dùng mạng nơ ron dựa trên P&O có hiệu chỉnh từ dữ liệu thực nghiệm. Bằng cách sử dụng dữ liệu thực nghiệm, ΔV_{ref} được điều chỉnh lại nhằm làm cho hệ thống giảm dao động ở gần điểm công suất cực đại và tạo xu hướng chuyển động về phía khu vực có điểm công suất cực đại trong trường hợp bức xạ thay đổi nhanh.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Thiết bị điều khiển sử dụng mạng nơ ron để bám theo điểm công suất cực đại của tấm pin mặt trời nhằm thu thập tối đa năng lượng mà tấm pin có thể cung cấp cho tải.

Thiết bị điều khiển dùng mạng nơ ron bám điểm công suất cực đại gồm có các môđun:

- Môđun lấy mẫu, tính toán độ biến thiên ΔP và ΔV ,
- Bộ điều khiển dùng mạng nơ ron để xử lý tín hiệu đầu vào, bao gồm độ biến thiên công suất ΔP và độ biến thiên điện áp ΔV , sau đó tạo ra tín hiệu đầu ra là độ biến thiên điện áp đặt ΔV_{ref} ,
- Môđun tính toán giá trị đặt V_{ref} từ giá trị ΔV_{ref} và V_{ref} trước đó,
- Bộ điều khiển PI để điều khiển PWM, mạch lái và bộ biến đổi DC/DC để giá trị V_{pv} bám theo V_{ref} ,
- Bộ tạo độ rộng xung PWM tạo tín hiệu xung,
- Mạch lái khuếch đại tín hiệu xung để điều khiển bộ biến đổi DC/DC,
- Môđun đào tạo mạng nơ ron nhằm xây dựng mạng nơ ron dựa trên dữ liệu mẫu từ phương pháp P&O và giá trị hiệu chỉnh lấy từ thực nghiệm.

Mạng nơ ron được xây dựng thông qua môđun đào tạo mạng nơ ron từ dữ liệu mẫu đầu vào và đầu ra. Môđun đào tạo mạng nơ ron bằng thuật toán lan truyền ngược (backpropagation) dựa trên mẫu đã xây dựng. Dữ liệu mẫu được tạo ra như sau:

- Dữ liệu mẫu đầu vào ΔP và ΔV được tạo ra dải giá trị cố định từ $-\Delta P_m$ tới $+\Delta P_m$ và $-\Delta V_m$ tới $+\Delta V_m$,
- Dữ liệu đầu ra ΔV_{ref} tạo ra bằng cách sử dụng phương pháp P&O để xử lý từng điểm dữ liệu của mẫu đầu vào, tính toán ra giá trị thay đổi giá trị đặt ΔV_{ref} đầu ra,
- Dữ liệu đầu ra ΔV_{ref} được hiệu chỉnh để khắc phục những hạn chế của thuật toán P&O từ kết quả đo từ thí nghiệm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ khối minh họa bộ điều khiển mạng nơ ron bám công suất cực đại.

Hình 2 là sơ đồ minh họa hoạt động của bộ điều khiển dùng mạng nơ ron bám điểm công suất cực đại.

Hình 3 là sơ đồ lưu đồ quá trình xây dựng mạng nơ ron.

Hình 4 là đồ thị thể hiện kết quả thử nghiệm đặc tính làm việc trên miền thời gian với bộ điều khiển P&O.

Hình 5 là đồ thị thể hiện kết quả thử nghiệm đặc tính làm việc áp-công suất tấm pin khi thử nghiệm với bộ điều khiển P&O.

Hình 6 thể hiện tần suất điểm làm việc khi dùng P&O trong đó đánh dấu khu vực có tần suất lớn nhất.

Hình 7 thể hiện đặc tính làm việc công suất trên miền thời gian khi sử dụng bộ điều khiển sử dụng mạng nơ ron dựa trên P&O có hiệu chỉnh từ dữ liệu thực nghiệm.

Hình 8 thể hiện đồ thị điện áp-công suất của tấm pin khi sử dụng bộ điều khiển dùng mạng nơ ron dựa trên P&O có hiệu chỉnh từ dữ liệu thực nghiệm.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Sau đây, giải pháp hữu ích sẽ được mô tả chi tiết có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Các hình vẽ chỉ nhằm mục đích minh họa cho các phương án ưu tiên thực hiện sáng chế, làm thuận lợi hơn cho việc hiểu rõ nội dung, nguyên lý của sáng chế, và không nhằm mục đích giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Các thuật ngữ viết tắt

MPPT (Maximum power point tracking) – bám điểm công suất cực đại

MPP (Maximum power point) – điểm công suất cực đại

P&O (Perturb & Observe) – biến động và quan sát

PI (Proportional Integral) – bộ điều khiển tỷ lệ tích phân

ANN (Artificial neural network) – mạng nơ ron nhân tạo

DC (Direct current) – dòng điện một chiều

PWM (Pulse width modulation) – điều chế độ rộng xung

Cấu trúc thiết bị điều khiển dùng mạng nơ ron bám điểm công suất cực đại 1

Hình 1 minh họa một phương án ưu tiên thực hiện của sáng chế. Như được thể hiện trên hình 1.

Thiết bị điều khiển dùng mạng nơ ron bám điểm công suất cực đại 1 gồm có các môđun như sau:

- Tấm pin mặt trời 1.1;
- Môđun lấy mẫu, tính toán độ biến thiên công suất ΔP và điện áp ΔV 1.2, môđun này lấy giá trị đo từ thiết bị đo dòng điện và điện áp, trích mẫu giá trị và tính toán độ biến thiên ΔP và ΔV .
- Bộ điều khiển dùng mạng nơ ron 1.3 để xử lý tín hiệu đầu vào, bao gồm độ biến thiên công suất ΔP và độ biến thiên điện áp ΔV , sau đó tạo ra tín hiệu đầu ra là độ biến thiên điện áp đặt ΔV_{ref} ;
- Môđun tính toán giá trị đặt V_{ref} 1.4 từ giá trị ΔV_{ref} và V_{ref} trước đó;
- Bộ điều khiển PI 1.5 để điều khiển PWM, mạch lái và bộ biến đổi DC/DC để giá trị V_{pv} bám theo V_{ref} ;
- Bộ tạo độ rộng xung PWM 1.6 tạo tín hiệu xung,
- Mạch lái khuếch đại tín hiệu xung 1.7 để điều khiển bộ biến đổi DC/DC 1.8,

Môđun đào tạo mạng nơ ron 1.9 nhằm xây dựng mạng nơ ron dựa trên dữ liệu mẫu từ phương pháp P&O và giá trị hiệu chỉnh lấy từ thực nghiệm.

Tấm pin mặt trời có chức năng biến đổi bức xạ mặt trời thành dòng điện một chiều. Tấm pin có đầu ra là 02 dây dương và âm, đi vào bộ biến đổi DC/DC 1.8. Tấm pin mặt trời có đặc tính công suất – điện áp điển hình như được thể hiện trên Hình 2. Trong đó vị trí MPP là điểm mà tấm pin phát ra công suất lớn nhất, gọi là điểm công suất cực đại.

Bộ biến đổi DC/DC 1.8 là bộ biến đổi công suất sử dụng van bán dẫn, có chức năng biến đổi điện một chiều (DC) ở mức điện áp, dòng điện này sang mức điện áp, dòng điện khác. Bộ biến đổi DC/DC 1.8 được điều khiển từ thiết bị điều khiển dùng mạng nơ ron 1.

Thiết bị điều khiển dùng mạng nơ ron 1 có chức năng điều khiển bộ biến đổi DC/DC sao cho điểm làm việc của hệ thống nằm ở vị trí MPP hoặc dao động quanh vị trí MPP trên hình. Do thay đổi thời tiết, bức xạ mặt trời thay đổi, đường đặc tính của tấm pin thay đổi làm cho vị trí MPP thay đổi. Thiết bị điều khiển 1 phải có khả năng bám điểm công suất cực đại MPP này.

Chức năng của thiết bị điều khiển dùng mạng nơ ron 1

Thiết bị điều khiển dùng mạng nơ ron 1 thực hiện điều khiển điểm hoạt động của hệ thống nhằm bám điểm công suất cực đại theo cách giống như bộ điều khiển P&O (Hình 2):

- Nếu điểm hoạt động của hệ thống đang di chuyển theo hướng 1 ($\Delta P < 0$ và $\Delta V < 0$) thì cần tăng điện áp hoạt động lên để di chuyển điểm hoạt động tới điểm MPP.
- Nếu điểm hoạt động của hệ thống đang di chuyển theo hướng 2 ($\Delta P > 0$ và $\Delta V > 0$) thì cần tăng điện áp hoạt động lên để di chuyển điểm hoạt động tới điểm MPP.
- Nếu điểm hoạt động của hệ thống đang di chuyển theo hướng 3 ($\Delta P > 0$ và $\Delta V < 0$) thì cần giảm điện áp hoạt động để di chuyển điểm hoạt động tới điểm MPP.
- Nếu điểm hoạt động của hệ thống đang di chuyển theo hướng 4 ($\Delta P < 0$ và $\Delta V > 0$) thì cần giảm điện áp hoạt động để di chuyển điểm hoạt động tới điểm MPP.

Bộ điều khiển mạng nơ ron 1.3 còn được hiệu chỉnh từ dữ liệu từ thực nghiệm để cải thiện những hạn chế của thuật toán P&O (ví dụ: sự lạc hướng khi bức xạ tăng nhanh).

Phương pháp xây dựng mạng nơ ron dựa trên bộ điều khiển P&O

Hình 3 là sơ đồ lưu đồ quá trình xây dựng mạng nơ ron dựa trên bộ điều khiển P&O của khối đào tạo mạng nơ ron dựa trên thuật toán P&O. Trong đó:

Ở bước tạo bộ dữ liệu, cặp dữ liệu độ biến thiên công suất ΔP (N giá trị) và độ biến thiên điện áp ΔV (M giá trị) được tạo ra với $N \times M$ bộ số liệu.

Ở bước lặp $i=1..N$, i lần lượt được gán từ 1 tới N.

Ở bước lặp $j=1..M$, j lần lượt được gán từ 1 tới M .

Ở các bước so sánh $\Delta P(i)$ và $\Delta V(j)$ với 0, sẽ có 4 tình huống để quyết định mức độ thay đổi của giá trị điện áp đặt $\Delta V_{ref}(k)$ (C_p là giá trị cho trước):

Nếu $\Delta P(i)>0$ và $\Delta V(j)>0$, $\Delta V_{ref}(k) = C_p$;

Nếu $\Delta P(i)>0$ và $\Delta V(j)\leq 0$, $\Delta V_{ref}(k) = -C_p$;

Nếu $\Delta P(i)\leq 0$ và $\Delta V(j)>0$, $\Delta V_{ref}(k) = -C_p$;

Nếu $\Delta P(i)\leq 0$ và $\Delta V(j)\leq 0$, $\Delta V_{ref}(k) = C_p$;

Ở bước thu thập giá trị $\Delta P(i)$, $\Delta V(j)$ và $\Delta V_{ref}(k)$, các giá trị trên được lưu trữ lại ở dạng bảng dữ liệu để làm mẫu đào tạo mạng nơ ron.

Ở bước đào tạo mạng nơ ron từ dữ liệu đã xây dựng bằng phương pháp lan truyền ngược (backpropagation), mạng nơ ron được đào tạo sao cho có đầu vào $\Delta P(i)$, $\Delta V(j)$ thì sẽ tạo ra dữ liệu đầu ra $\Delta V_{ref}(k)$ giống như mẫu đã xây dựng.

Hiệu chỉnh mạng nơ ron từ dữ liệu thực tế

Bằng cách sử dụng giá trị đo thực tế, giá trị ΔV_{ref} được hiệu chỉnh lại dựa để cải thiện những hạn chế của thuật toán P&O (ví dụ: sự lạc hướng khi bức xạ tăng nhanh).

Phương pháp hiệu chỉnh từ dữ liệu thực nghiệm được tiến hành như sau:

Bước 1: Đo đạc, lưu trữ dữ liệu hoạt động của hệ thống: công suất P , điện áp V , biến thiên công suất ΔP và biến thiên điện áp ΔV

Bước 2: Thống kê tần suất và phân bố điểm làm việc, xác định dải điểm làm việc có tần suất lớn và công suất lớn (ĐTSCSL)

Bước 3: Điều chỉnh ΔV_{ref} giảm tại ĐTSCSL nhằm giảm dao động tại khu vực gần điểm công suất cực đại; điều chỉnh $\Delta V_{ref}>0$ (độ lớn không đổi) với điểm bên trái ĐTSCSL và $\Delta V_{ref}<0$ (độ lớn không đổi) ở điểm bên phải ĐTSCSL nhằm khiến điểm làm việc di chuyển nhanh về phía khu vực có điểm công suất cực đại. Cách điều chỉnh này sẽ giúp tăng thời gian hệ thống làm việc ở dải điểm công suất lớn, do đó tăng tổng điện năng thu được.

Bước 4: Tiến hành đào tạo lại mạng nơ ron với bộ giá trị ΔV_{ref} mới.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Thử nghiệm với bộ điều khiển P&O. Kết quả thể hiện ở đồ thị trên Hình 4. Dựa trên kết quả thực tế, tiến hành hiệu chỉnh mạng nơ ron.

Hình 5 thể hiện đặc tính làm việc là đồ thị điện áp-công suất tấm pin khi thử nghiệm với bộ điều khiển P&O.

Xây dựng mạng nơ ron dựa trên bộ điều khiển P&O của khối đào tạo mạng nơ ron dựa trên thuật toán P&O

Sau đó, hiệu chỉnh mạng nơ ron từ dữ liệu vận hành:

Bước 1: Thu thập dữ liệu vận hành

Bước 2: Thống kê tần suất và phân bố điểm làm việc, xác định dải điểm làm việc có tần suất lớn và công suất lớn (ĐTSCSL). Trên Hình 6, ĐTSCSL là khu vực được đánh dấu với tần suất lớn nhất.

Bước 3: Điều chỉnh ΔV_{ref} giảm tại ĐTSCSL và điều chỉnh $\Delta V_{ref} > 0$ với điểm bên trái ĐTSCSL và $\Delta V_{ref} < 0$ ở điểm bên phải ĐTSCSL

Bước 4: Đào tạo lại mạng nơ ron với bộ giá trị mới.

Hình 7 thể hiện đặc tính làm việc công suất trên miền thời gian khi sử dụng bộ điều khiển sử dụng mạng nơ ron dựa trên P&O có hiệu chỉnh từ dữ liệu thực nghiệm.

Hình 8 thể hiện đồ thị điện áp-công suất của tấm pin khi sử dụng bộ điều khiển dùng mạng nơ ron dựa trên P&O có hiệu chỉnh từ dữ liệu thực nghiệm.

Kết quả thử nghiệm mạng nơ ron nhân tạo với dữ liệu thực tế giúp cải thiện với phương pháp P&O truyền thống thể hiện trên Bảng 1.

Bảng 1. Bảng tổng hợp kết quả

	P&O	ANN học từ P&O và hiệu chỉnh theo thực nghiệm
Tổng điện năng thu được (W.s)	60,37	61,55
Cải thiện (%)	0	1,96%

Đặc tính làm việc trên miền thời gian của mạng nơ ron dựa trên P&O có hiệu chỉnh từ dữ liệu thực nghiệm (Hình 7), đường công suất thực tế (PV) bám sát với đường công suất cực đại (MPPT) hơn nhiều so với ở trường hợp sử dụng thuật toán P&O truyền thống (Hình 4).

Đồ thị điện áp-công suất tấm pin của mạng nơ ron dựa trên P&O có hiệu chỉnh từ dữ liệu thực nghiệm (Hình 8) cũng cho thấy điểm làm việc bám sát theo điểm công suất cực đại hơn so với trường hợp sử dụng thuật toán P&O truyền thống (Hình 5).

Do bám sát đường công suất cực đại tốt hơn, phương pháp mạng nơ ron dựa trên P&O có hiệu chỉnh từ dữ liệu thực nghiệm giúp lấy được nhiều năng lượng từ tấm pin hơn phương pháp P&O truyền thống: tăng 1,96% tổng điện năng thu được.

Yêu cầu bảo hộ

1. Thiết bị điều khiển dùng mạng nơ ron bám điểm công suất cực đại của tấm pin mặt trời, thiết bị này gồm có các môđun:

môđun lấy mẫu, tính toán độ biến thiên công suất (ΔP) và độ biến thiên điện áp (ΔV): môđun này lấy giá trị đo từ thiết bị đo dòng điện và điện áp, trích mẫu giá trị và tính toán độ biến thiên ΔP và ΔV ;

bộ điều khiển dùng mạng nơ ron để xử lý tín hiệu đầu vào, bao gồm độ biến thiên công suất ΔP và độ biến thiên điện áp ΔV , sau đó tạo ra tín hiệu đầu ra là độ biến thiên điện áp đặt ΔV_{ref} ;

môđun tính toán giá trị đặt V_{ref} từ giá trị ΔV_{ref} và V_{ref} trước đó;

bộ điều khiển PI để điều khiển PWM, mạch lái và bộ biến đổi DC/DC để giá trị V_{pv} bám theo V_{ref} ;

bộ tạo độ rộng xung PWM tạo tín hiệu xung;

mạch lái khuếch đại tín hiệu xung để điều khiển bộ biến đổi DC/DC;

môđun đào tạo mạng nơ ron nhằm xây dựng mạng nơ ron dựa trên dữ liệu mẫu từ phương pháp P&O và giá trị hiệu chỉnh lấy từ thực nghiệm, trong đó phương pháp đào tạo cho mạng nơ ron trên như sau:

tạo bộ dữ liệu, cặp dữ liệu độ biến thiên điện áp ΔV và độ biến thiên công suất ΔP được tạo ra với $N \times M$ bộ số liệu;

lặp $i=1..N$, i lần lượt được gán từ 1 tới N ,

lặp $j=1..M$, j lần lượt được gán từ 1 tới M và thực hiện:

so sánh $\Delta P(i)$ và $\Delta V(j)$ với 0, sẽ có 4 tình huống để quyết định mức độ thay đổi của giá trị điện áp đặt $\Delta V_{ref}(k)$ (C_p là giá trị cho trước):

nếu $\Delta P(i) > 0$ và $\Delta V(j) > 0$, $\Delta V_{ref}(k) = C_p$,

nếu $\Delta P(i) > 0$ và $\Delta V(j) \leq 0$, $\Delta V_{ref}(k) = -C_p$,

nếu $\Delta P(i) \leq 0$ và $\Delta V(j) > 0$, $\Delta V_{ref}(k) = -C_p$,

nếu $\Delta P(i) \leq 0$ và $\Delta V(j) \leq 0$, $\Delta V_{ref}(k) = C_p$,

thu thập giá trị $\Delta P(i)$, $\Delta V(j)$ và $\Delta V_{ref}(k)$, các giá trị trên được lưu trữ lại ở dạng bảng dữ liệu để làm mẫu đào tạo mạng nơ ron,

đào tạo mạng nơ ron từ dữ liệu đã xây dựng bằng phương pháp lan truyền ngược (backpropagation);

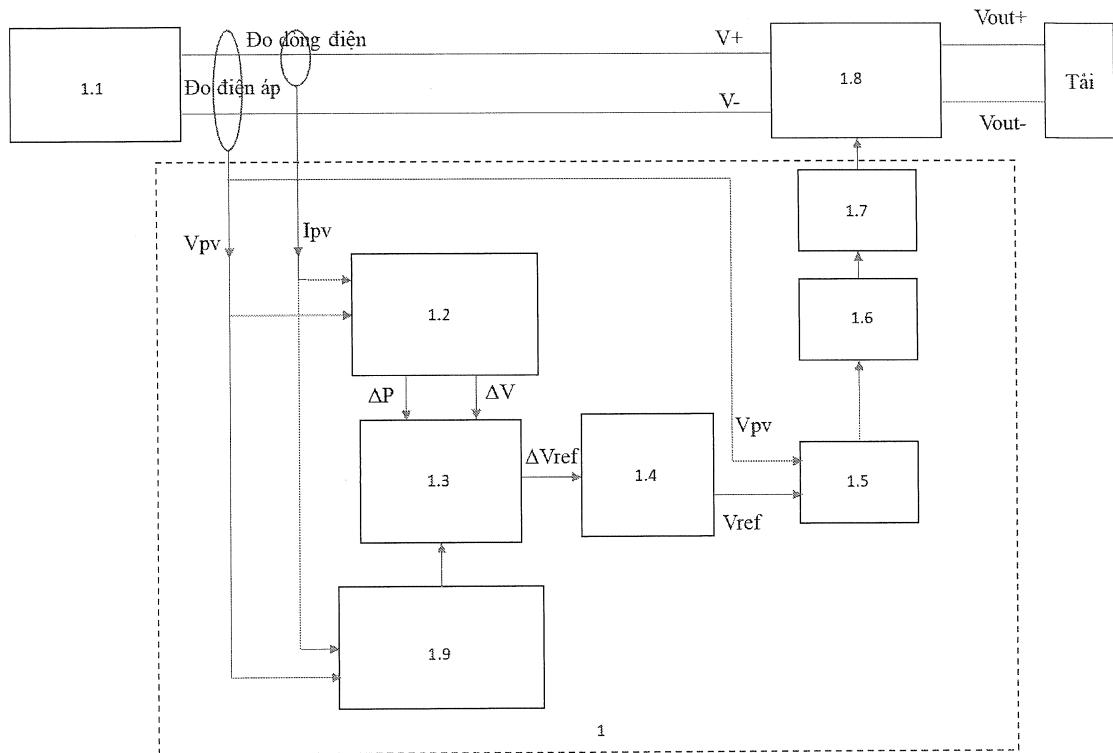
khác biệt ở chỗ, phương pháp đào tạo mạng nơ ron còn bao gồm bước hiệu chỉnh mạng nơ ron dựa trên dữ liệu thực nghiệm, trong đó bao gồm:

đo đạc, lưu trữ dữ liệu hoạt động của hệ thống: công suất P , điện áp V , biến thiên công suất ΔP và biến thiên điện áp ΔV ;

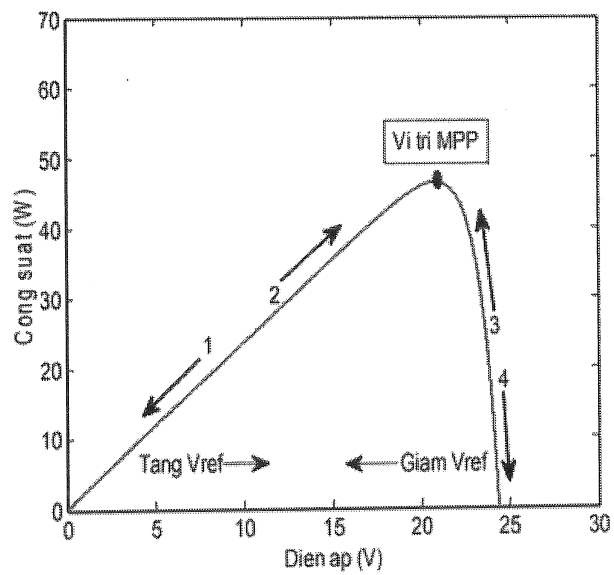
thống kê tần suất và phân bố điểm làm việc, xác định dải điểm làm việc có tần suất lớn và công suất lớn (ĐTSCSL);

điều chỉnh ΔV_{ref} giảm tại ĐTSCSL nhằm giảm dao động tại khu vực gần điểm công suất cực đại, và điều chỉnh $\Delta V_{ref} > 0$ (độ lớn không đổi) với điểm bên trái ĐTSCSL và $\Delta V_{ref} < 0$ (độ lớn không đổi) ở điểm bên phải ĐTSCSL nhằm khiến điểm làm việc di chuyển nhanh về phía khu vực có điểm công suất cực đại, để làm tăng thời gian hệ thống làm việc ở dải điểm công suất lớn;

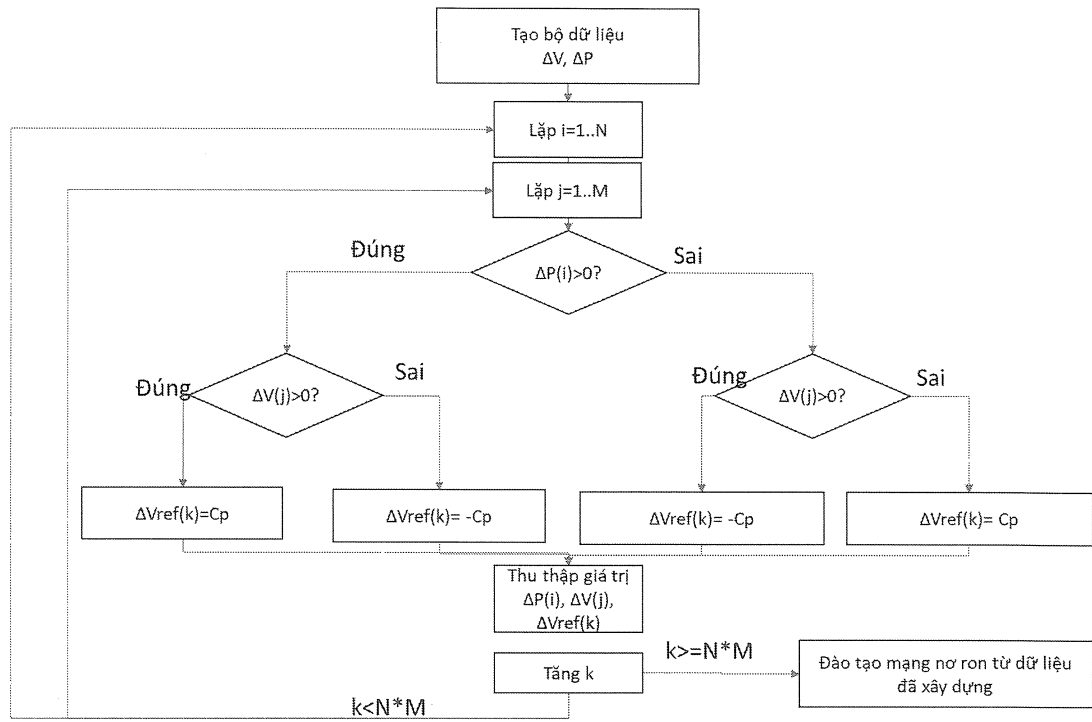
tiến hành đào tạo lại mạng nơ ron với bộ giá trị ΔV_{ref} mới.



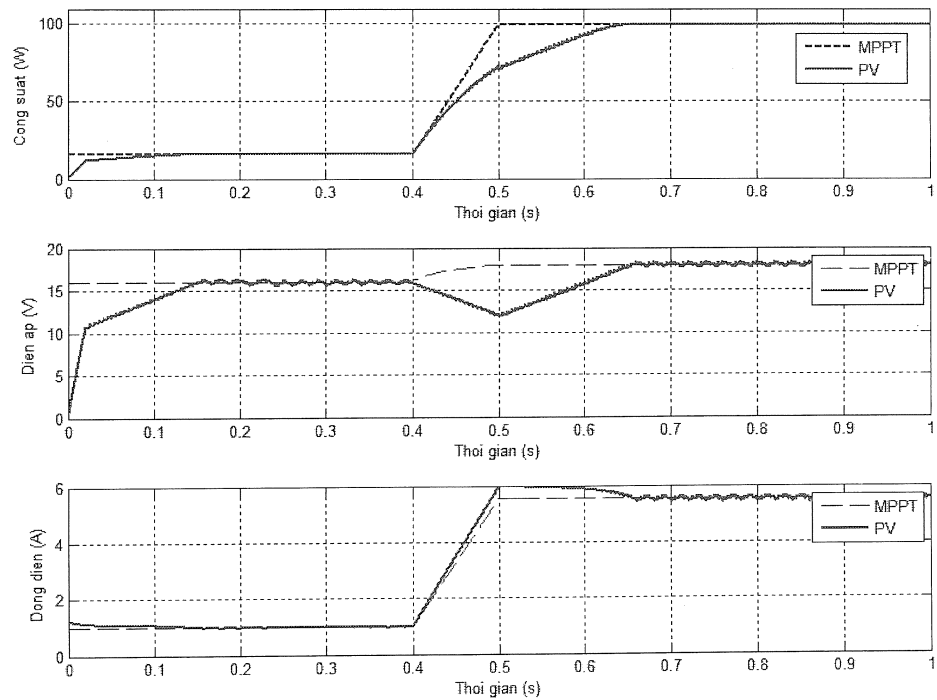
Hình 1



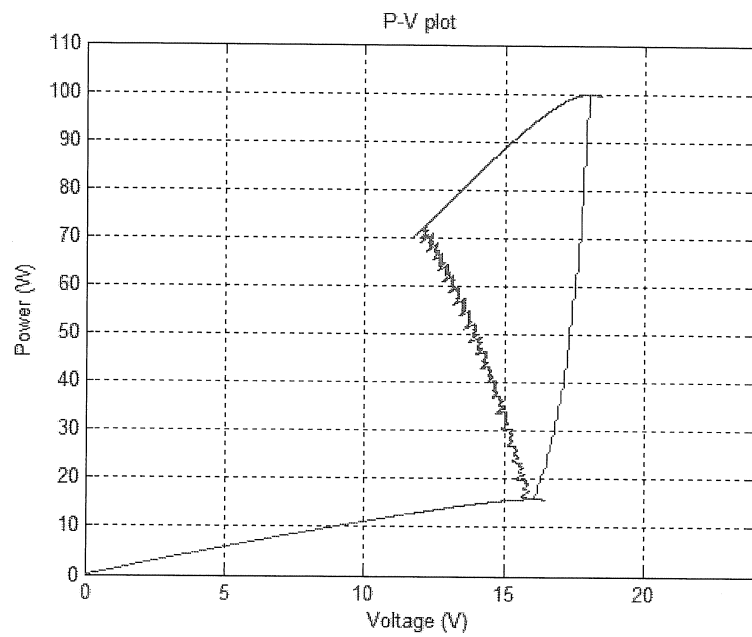
Hình 2



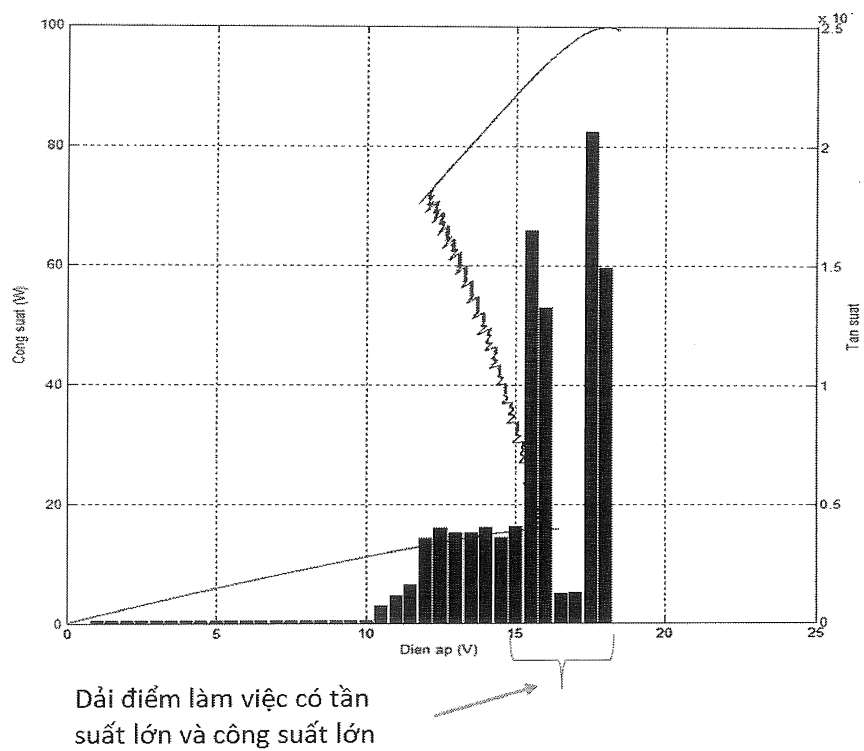
Hình 3



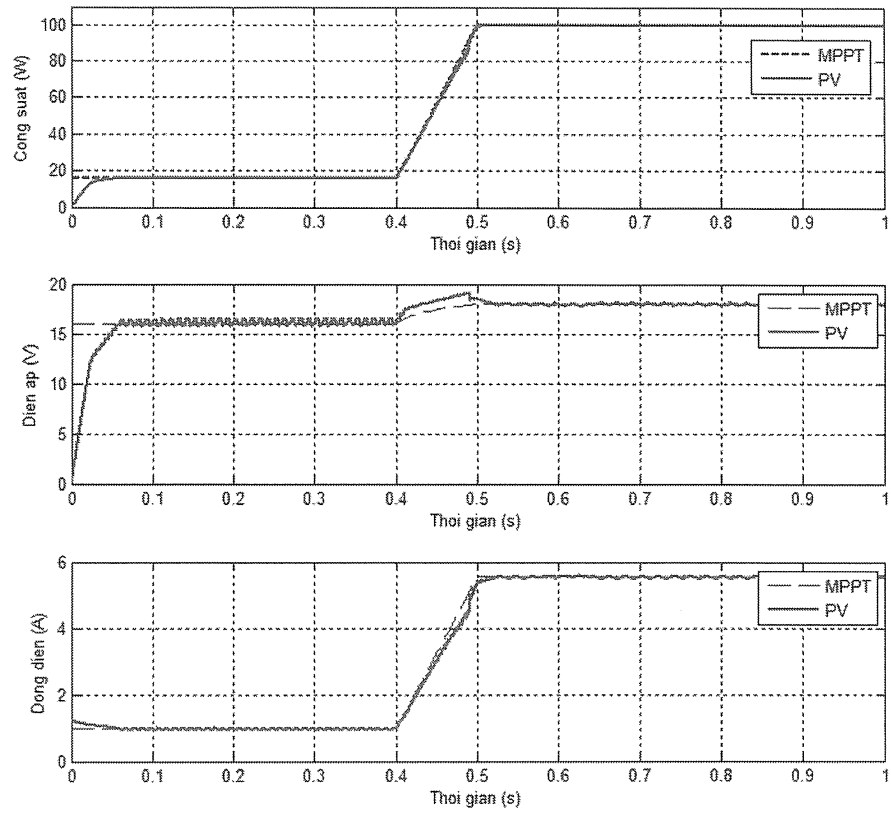
Hình 4



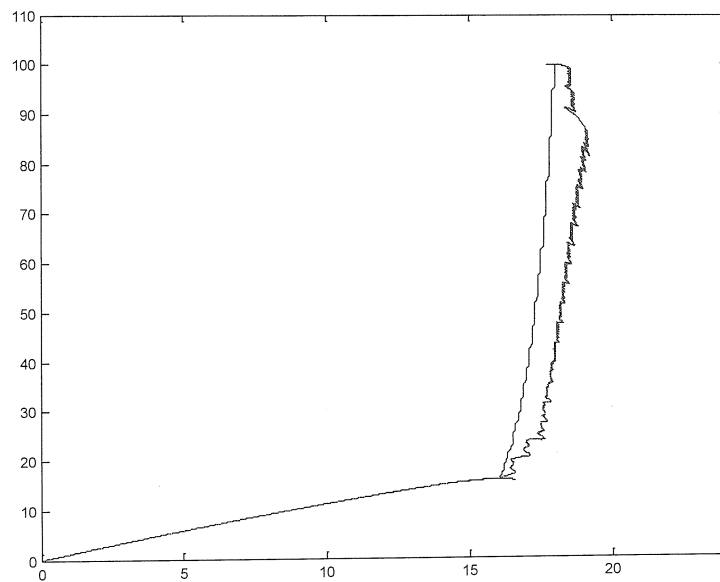
Hình 5



Hình 6



Hình 7



Hình 8