NGHIÊN CỨU
NGHIÊN CỨU GIẢI THUẬT LAI P&O-FUZZY XÁC ĐỊNH CÔNG SUẤT NGÕ RA CỰC ĐẠI HỆ THỐNG PIN MẶT

Lê Việt Tiến[1], Nguyễn Nhân Bổn[2]

[1]Học viên cao học Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

[2]Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

TÓM TẮT

Nghiên cứu này trình bày một thích nghi và quan sát (P & O) kiểm soát mờ tối đa điểm theo dõi (MPPT) cho pin quang điện (PV) thúc đẩy chuyển đổi dc-dc. P&O được biết đến như một thuật toán MPPT rất đơn giản và được sử dụng rộng rãi. Logic mờ cũng đơn giản để được phát triển và cung cấp phản hồi nhanh. Kỹ thuật được đề xuất kết hợp cả hai lợi thế của chúng. Nó sẽ cải thiện hiệu suất MPPT đặc biệt là với nhiễu hiện tại. Để phân tích đánh giá và so sánh, các thuật toán điều khiển logic và P&O thông thường đã được phát triển. Tất cả các thuật toán được mô phỏng trong MATLAB-Simulink. Hai phương pháp MPPT thông thường khác cũng được lập trình để so sánh. Đánh giá hiệu suất bao gồm vọt lố, phản ứng thời gian, tỷ lệ công suất tối đa, dao động và tính ổn định như mô tả thêm trong nghiên cứu này. Từ kết quả và phân tích, điều khiển P&O -Fuzzy MPPT cho thấy hiệu suất tốt nhất với phản hồi thời gian nhanh, ít bị vọt lố và hoạt động ổn định hơn. Nó có tỷ lệ công suất tối đa cao so với hai thuật toán MPPT thông thường khác, đặc biệt là với nhiễu hiện có trong hệ thống ở mức độ chiếu xạ thấp

. ***Từ khóa***: Thuật toán dò tìm điểm làm việc công suất cực đại (Maximum Power Point Tracking -MPPT), Thuật toán MPPT mở thích nghi (Fuzzy P&O MPPT), Nguồn pin mặt trời PV, Thuật toán P&O tiêu chuẩn

ABSTRACT

This study presents an adaptive perturb and observe (P&O)-fuzzy control maximum power point tracking (MPPT) for photovoltaic (PV) boost dc–dc converter. P&O is known as a very simple MPPT algorithm and used widely. Fuzzy logic is also simple to be developed and provides fast response. The proposed technique combines both of their advantages. It should improve MPPT performance especially with existing of noise. For evaluation and comparison analysis, conventional P&O and fuzzy logic control algorithms have been developed too. All the algorithms were simulated in MATLAB-Simulink. The other two conventional MPPT methods were also programmed for comparison purpose. Performance assessment covers overshoot, time response, maximum power ratio, oscillation and stability as described further in this study. From the results and analysis, the adaptive P&O-fuzzy control MPPT shows the best performance with fast time response, less overshoot and more stable operation. It has high maximum power ratio as compared to the other two conventional MPPT algorithms especially with existing of noise in the system at low irradiance

Keywords: *Maximum Power Point Tracking (MPPT) detection algorithm, Fuzzy P & O MPPT, PV Solar PV, Standard P&O algorithm.*

1. GIỚI THIỆU

Trong những năm gần đây, nhiều công trình nghiên cứu khác nhau đã được thực hiện về việc sử dụng năng lượng quang điện (PV) làm nguồn năng lượng thay thế. Năng lượng PV là một trong những nguồn năng lượng tái tạo hứa hẹn nhất và nó sạch sẽ, vô tận và miễn phí [1]. Một số ứng dụng sử dụng công nghệ này đã được phát triển như hệ thống điện vệ tinh, các thế hệ năng lượng mặt trời, trạm sạc pin năng lượng mặt trời và các phương tiện mặt trời [2-5]. Điểm bất lợi chính của PV là hiệu suất chuyển đổi năng lượng thấp so với các nguồn thay thế khác. PV là một nguồn phi tuyến tính phụ thuộc vào bức xạ và nhiệt độ trong hoạt động của nó. Theo dõi điểm công suất tối đa (MPPT) được giới thiệu đến công suất tối đa từ mảng PV. Hiện tại, thuật toán nhiễu loạn và quan sát (P&O) là phổ biến nhất và được sử dụng rộng rãi vì nó là thuật toán đơn giản nhất và dễ thực hiện so với các phương pháp khác [6-9]. Tuy nhiên, nó vẫn có những hạn chế chung như sau: Theo dõi kém, không đủ thông minh và kém hiệu quả trong quá trình thay đổi nhanh chóng của bức xạ bởi vì nó di chuyển ra khỏi điểm điện tối đa thực (MPP) [10, 11].

* Không có khả năng xác minh xem giá trị công suất đầu ra mới cao hơn là do lượng chiếu xạ mới hay giá trị chu kỳ nhiệm vụ mới [10].
* Dao động liên tục xung quanh điểm vận hành tối ưu làm cho mức công suất trung bình bị lệch khỏi MPP đặc biệt là ở mức chiếu xạ thấp [12, 13].
* Nó đi qua lại xung quanh MPP và không thể

chính xác [14].
* Phản ứng chậm thời gian [15].
Một nhược điểm đáng kể khác của thuật toán này là không có khả năng hoạt động tốt với nhiễu. Trong hệ thống PV như vậy, hệ số nhiễu tồn tại và phải được xem xét nghiêm túc không chỉ vì không tuyến tính của nguồn PV, mà có thể đến từ bộ điều khiển, từ sai số do đo lường điện áp và dòng điện [16]. Nhiễu trong đo lường dòng áp ảnh hưởng lớn đến xác định điểm MPP trong thuật toán MPPT. Trong một số trường hợp cụ thể, như tại điểm MPP, thuật toán thực hiện số bước nhảy lên và xuống bằng nhau để duy trì điểm hoạt động. Với sự tác động của sai số trong đo lường dòng áp, thuật toán sẽ xác định sai do tính toán sai giá trị công suất PV. Sai số trong trường hợp này tác động đáng kể lên bên phải điểm MPP. Nhiễu trong đo dòng sẽ ảnh hưởng lên toàn đường cong PV. Sự giao động có thể xảy ra sẽ góp phần làm tăng tổn thất công suất. Bước tiến mới trong quá trình phát triển các giải thuật MPPT là sử dụng hệ thần kinh nhân tạo trong các kỹ thuật điều khiển như là logic mờ, mạng nơ ron, lai nơ ron-logic mờ và các thuật toán di truyền. ưu điểm của các giải thuật MPPT mới là thời gian đáp ứng nhanh và ổn định hơn khi so với các giải thuật truyền thống điều khiển logic mờ (FLC) là một trong những thuật toán phổ biến do chúng đơn giản và dễ thực thi. Nó được phát triển với sự cải tiến đáng kể trong hiệu suất và tỉ số công suất cực đại [29–31]. Mặc dù thuật toán FLC tốt hơn so với thuật toán P&O, vẫn có nhược điểm xảy ra khi nó không thể định vị chính xác đủ MPP. Đầu vào của nó, lỗi và thay đổi lỗi, cần phải được tính toán đầu tiên. Quá trình tính toán có thể góp phần hạn chế về thời gian đáp ứng và độ chính xác của MPPT để theo dõi MPP khi thuật toán được thực hiện trong bộ điều khiển kỹ thuật số. Hơn nữa, hầu hết các công trình trên thuật toán này đã không xem xét yếu tố nhiễu và nó sẽ không hoạt động phù hợp với chiếu xạ thấp dẫn đến dao động cao. Điện áp và dòng điện của PV được đo và sử dụng bởi thuật toán MPPT để tạo ra chu kỳ nhiệm vụ thích hợp cho bộ chuyển đổi DC-DC tăng cường được kết nối giữa bảng điều khiển PV và tải. Luận văn này trình bày công việc về việc cải thiện thuật toán MPPT để có thể tăng hiệu suất của PV hệ thống. Công trình này giới thiệu sự kết hợp thích ứng của các tính năng trong cả P&O và FLC thông thường để tạo thành một thuật toán duy nhất cho MPPT của bộ chuyển đổi tăng tốc PV DC– DC, nên đơn giản và nhanh chóng, đóng góp và thành tích quan trọng nhất là khả năng đáp ứng tốt với nhiễu. Thuật toán MPPT được đề xuất được đánh giá và so sánh với cả thuật toán P&O thông thường dưới trạng thái ổn định và hiệu suất động với nhiều điều kiện chiếu sáng khác nhau. Một trọng tâm khác trong công việc này là để đánh giá hiệu suất của MPPT ở mức độ chiếu xạ thấp có thể đóng góp đáng kể khác nhau giữa hai thuật toán này.

Ở Việt Nam cũng có nhiều bài báo viết về năng lượng mặt trời đề xuất phương pháp điều khiển mờ cấu trúc biến đổi bám theo điểm công suất cực đại của pin mặt trời [32], thiết kế điều khiển hệ thống điện sử dụng năng lượng mặt trời hòa lưới 22 KV [33] ,Hòa năng lượng mặt trời vào lưới điện phân phối [34], so sánh hai thuật toán INC và P&O trong điều khiển bám điểm công suất cực đại của hệ thống pin mặt trời độc lập [35], Nghiên cứu tiêu chuẩn và phương pháp tối ưu công suất của hệ thống điện mặt trời nối lưới xét cho trường họp lưới điện hạ thế 1 pha [36].

Hiện nay có rất nhiều phương pháp khác nhau để dò tìm MPP của tấm pin PV. Mỗi phương pháp đánh giá về hiệu suất dựa trên một số tiêu chí quan trọng. Mặc dù rất khó để đánh giá thành công của mỗi phương pháp dựa trên một chỉ số hiệu suất tổng quát, một cuộc thảo luận chi tiết về sự phụ thuộc, sự hội tụ, các điều kiện che bóng một phần, sự phức tạp của thuật toán và thực hiện thực tế với sự mở rộng nhanh chóng trong khả năng tính toán, sự quan tâm của MPPT dường như đang tăng lên để có thể tìm ra phương pháp tối ưu phù hợp với thực tế và dễ dàng thi công. Hơn nữa, các thuật toán MPPT thích nghi thích hợp rất thích hợp trong việc xử lý các điều kiện môi trường bất lợi như che bóng từng phần và thay đổi nhanh về chiếu xạ.

2. Proposed DC-DC Converter

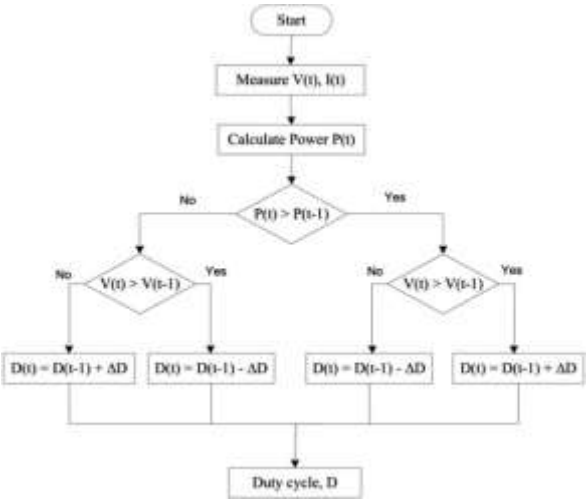
Các hệ thống PV thường sử dụng bộ chuyển đổi DC-DC hoặc DC– AC, có hoặc không có khả năng sạc pin, sử dụng MPPT . Bộ chuyển đổi DC–DC có thể được sử dụng như bộ điều chỉnh chế độ chuyển đổi để chuyển đổi điện áp DC, thường không được kiểm soát, thành điện áp đầu ra dc được điều chỉnh. Quy định này thường đạt được bằng kỹ thuật điều chế độ rộng xung (PWM) và thiết bị chuyển mạch là bình thường MOSFET hoặc IGBT. Chức

năng của bộ chuyển đổi DC-DC tăng cường là đẩy mạnh điện áp dc. Công suất tối đa đạt được khi thuật toán MPPT thay đổi và điều chỉnh chu kỳ nhiệm vụ của PWM của bộ chuyển đổi DC-DC tăng cường. Giá trị của cuộn cảm là 200 μH và tụ điện là khoảng 6000μF. Đối với tải, điện trở được sử dụng với giá trị là 50Ω

3. Maximum power point tracking.

3.1 Thuật toán P&O

Đây là thuật toán thường được dùng nhất để tìm điểm công suất cực đại, nó dựa vào việc làm thay đổi điện áp và theo dõi tỷ số dP/dt. Dấu của đạo hàm điện áp cho biết điện áp tăng hay giảm và điện áp có thể giảm hoặc tăng tới khi đạt được điểm công suất cực đại và lúc đó đạo hàm bằng 0. Bởi vì thuật toán này dựa trên việc thay đổi, nên sẽ có sự dao động thậm chí khi đạt được điểm công suất cực



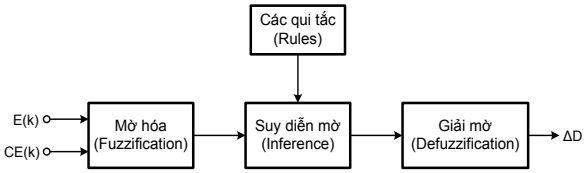
Hình 1 Lưu đồ thuật toán P&O

- Nếu tăng điện áp, công suất thu được tăng, thì chu kỳ sau tiếp tục tăng điện áp
- Nếu tăng điện áp, công suất thu được giảm, thì chu kỳ sau giảm điện áp
- Nếu giảm điện áp, công suất thu được tăng, thì chu kỳ sau tiếp tục giảm điện áp
- Nếu giảm điện áp, công suất thu được giảm, thì chu kỳ sau tăng điện áp

Nhược điểm: ta thấy thuật toán P&O phụ thuộc rất lớn vào thời gian lấy mẫu so sánh. Trong trường hợp cường độ chiếu sáng không đổi giải thuật P&O hoạt động rất tốt khi truy tìm điểm cực đại. Tuy nhiên, khi cường độ chiếu sáng thay đổi thuật toán P&O sẽ sai bởi vì hệ MPPT không hiểu được công suất tăng do thay đổi cường độ chiếu sáng chứ không phải do sự dao động điện áp khi làm việc. Kết quả là thuật toán sẽ giảm điện áp hoặc tăng điện áp liên tục do nhận thấy công suất đo lúc sau vẫn lớn hơn lúc đầu

3.2 Thuật toán Fuzzy

Bài báo sử dụng bộ bộ điều khiển logic mờ (FLC) (FLC: fuzzy logic controller để theo dõi điểm MPP của hê thống PV. Bộ điều khiển logic mờ (FLC) làm việc với hiệu suất cao, chắc chắn và thiết kế đơn giản. Ngoài kỹ thuật FLC làm việc với đầu vào không chính xác, không cần một mô hình toán học chính xác và nó có thể xử lý phi tuyến. Nó dựa trên kiến thức và kinh nghiệm của người dùng chứ không phải là sự hiểu biết kỹ thuật của hệ thống. Các khối chính của FLC (hình 2) bao gồm: Hai biến rõ đầu vào sai số E và sự thay đổi của sai số CE tại k lần lấy mẫu xác định theo biểu thức (1) và (2); mờ hóa (Fuzzification); các qui tắc điều khiển mờ (rules); suy diễn mờ (inference); giải mờ (defuzzification); biến ra là tỷ số độ rộng xung D



Hình 2 Lưu đồ thuật toán P&O

$$E(k) = \frac{P(k) - P(k-1)}{V(k) - V(k-1)} \quad (1)$$

$$\mathrm{CE}(k) = E(k) - E(k-1) \quad (2)$$

3.3 Thuật toán P&O-Fuzzy

Hình 1 cho thấy thuật toán P&O vận hành với hệ số áp biến động C là hằng. Điều này dẫn đến nhiều hạn chế như sau:

a) Hệ số C chọn lớn sẽ gây dao động tại điểm làm việc MPP.

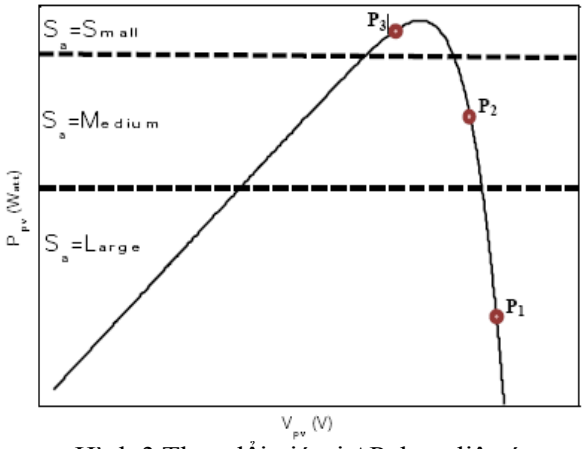
b) Hệ số C chọn nhỏ sẽ làm chậm quá trình dò tìm điểm làm việc mới.

c) Hệ số C hằng số sẽ khiến thuật toán P&O bất lực

khi nhiệt độ hay độ rọi biến động đột ngột. Từ đó, thuật toán đề xuất Fuzzy P&O MPPT có bộ điều khiển mờ được thiết kế dựa trên bảng luật mờ cho ở Bảng 1 với thông số ngõ ra là giá trị Hệ số áp biến động C được hiệu chỉnh thích nghi

Bảng 1 Bảng Luật Mờ của thuật toán P&O- Fuzzy MPPT

ΔD S_a=dP	Small	Medium	Large
Small	ZO	NS	NB
Medium	PS	ZO	NS
Large	PB	PS	ZO



Hình 3 Thay đổi giá trị ΔP theo điện áp

Để khắc phục nhược điểm của thuật toán P&O, giá trị ΔD được thay đổi linh hoạt theo điều kiện làm việc của tấm pin. Giá trị này sẽ tăng cao khi có sự thay đổi điều kiện làm việc của tấm. Cụ thể:

Nếu điểm hoạt động cách xa điểm MPP thì ΔD được nhận giá trị lớn

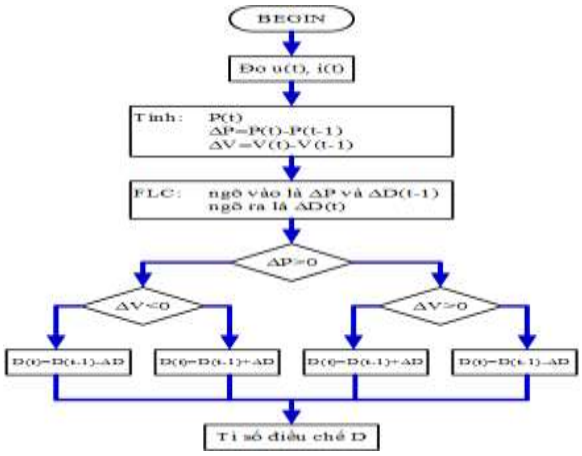
Nếu điểm hoạt động gần và ngay điểm MPP thì ΔD có giá trị nhỏ.

Qua Hình 3 cho thấy bảng luật mờ dành cho giải thuật Fuzzy-P&O MPPT gồm hai biến đầu vào là biến độ dốc Sa = dP và giá trị ΔD của thông số áp biến động ΔVref. Biến đầu ra của bộ điều khiển mờ FLC là giá trị D của thông số ΔVref thích nghi cần hiệu chỉnh. có thể nhận thấy mối liên hệ giữa ΔP và ΔD như sau:

*ΔP lớn, khi điểm hoạt động ở xa điểm MPP, thì cần giá trị ΔD lớn để tiến nhanh đến điểm MPP.

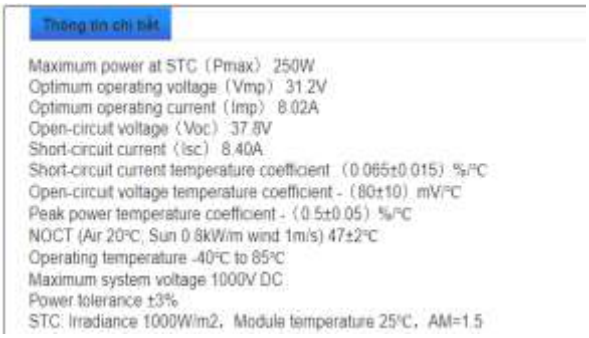
*ΔP trung bình, khi điểm hoạt động gần hơn đến điểm MPP, cần giá trị ΔD nhỏ lại để tiến đến điểm MPP.

*ΔP nhỏ, khi điểm hoạt động rất gần hoặc trùng điểm MPP, cần giá trị ΔD nhỏ hơn hoặc bằng 0.

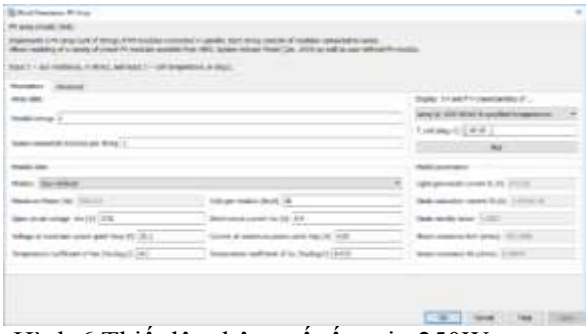


Hình 4 Lưu đồ giải thuật P&O-Fuzzy

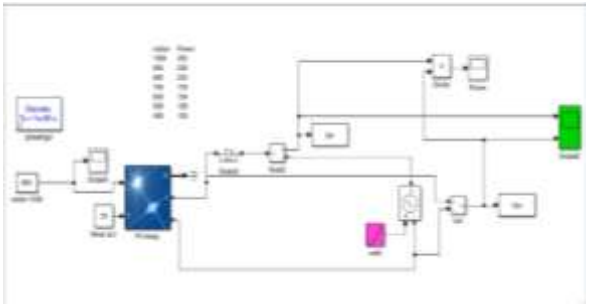
4 Xây dựng mô hình hóa



Hình 5 Thông số pin năng lượng mặt trời



Hình 6 Thiết lập thông số tấm pin 250Wp trong Matlab/Simulink



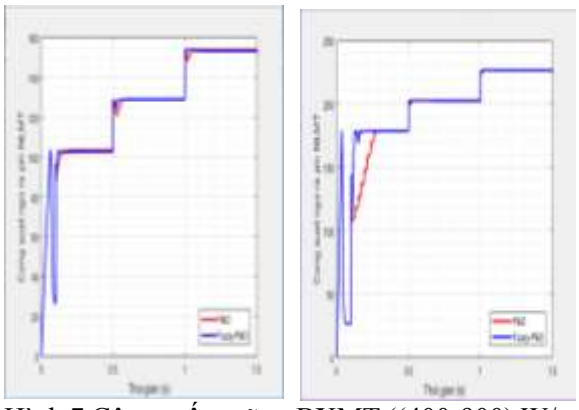
Hình 6 Mô hình xác định MPP tại các mức BXMT khác nhau

Bảng 2 Bảng giá trị công suất cực đại tại các mức BXMT trong tấm pin 250W

radian (W/m2)	Power (W)
1000	250
900	226
800	203
700	178
600	154
500	129
400	103

5 Kết quả mô phỏng:

***Công suất ngõ ra ở bức xạ mặt trời BXMT (400-900) W/m²**

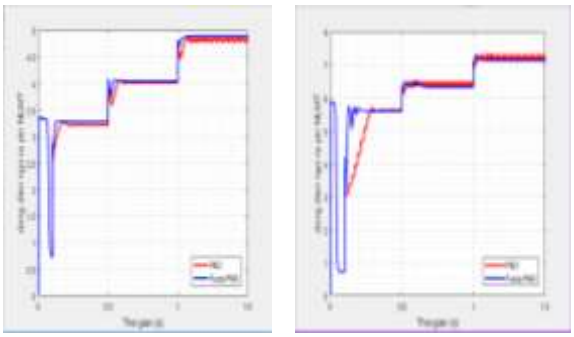


Hình 7 Công suất ngõ ra BXMT ((400-900) W/m²

Bảng 3 Kết quả so sánh cho điểm công suất tối đa

Thuật toán MPPT	Công suất MPP %	Dao động (ms)	Tính ổn định
P&O	93-97	200	Không ổn định
Adaptive P&O-fuzzy	95-100	50	Ổn định hơn

Kết quả so sánh công suất ngõ ra của hai thuật toán Fuzzy-P&O và P&O cơ bản. Tại thời điểm T=0s mạch bắt đầu hoạt động xảy ra quá độ, ở bức xạ thấp thời gian quá độ ngắn hơn so với bức xạ cao. Theo thực tế thì công suất bám theo của Fuzzy-P&O cao hơn P&O và ổn định hơn nhiều so với P&O



***Dòng điện ngõ ra ở bức xạ mặt trời BXMT (400-900) W/m²**

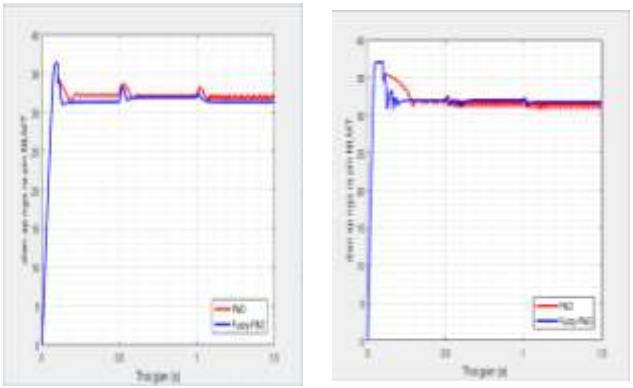
Hình 8 Dòng đện ngõ ra BXMT ((400-900) W/m²

Bảng 4 Kết quả so sánh dòng điện ngõ ra

Thuật toán MPPT	Dòng điện MPP %	Dao động (ms)	Tính ổn định
P&O	90-95	200	Không ổn định
Adaptive P&O-fuzzy	95-100	85	Ổn định hơn

Kết quả so sánh công suất ngõ ra của hai thuật toán Fuzzy-P&O và P&O cơ bản. Tại thời điểm T=0s mạch bắt đầu hoạt động xảy ra quá độ, ở bức xạ thấp thời gian quá độ ngắn hơn so với bức xạ cao. Khi T=0.5s thì dòng điện ngõ ra của Fuzzy-P&O dao động và ổn định nhanh hơn so với P&O và tương tự vậy tại T=1s

***Điện áp ngõ ra ở bức xạ mặt trời BXMT (400-900) W/m²**



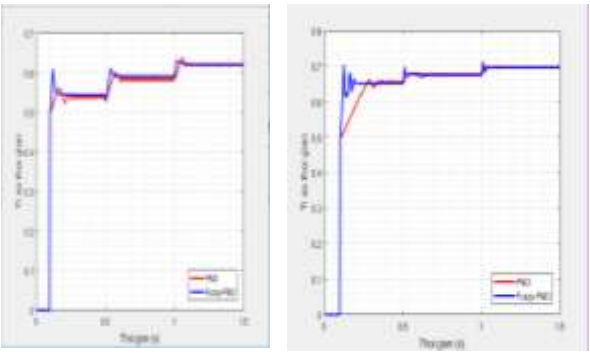
Hình 9 Điện áp ngõ ra BXMT ((400-900) W/m²

Bảng 5 Kết quả so sánh điện ngõ ra

Thuật toán MPPT	Độ vọt lố (V)	Dao động (ms)	Tính ổn định
P&O	5	200	Không ổn định
Adaptive P&O-fuzzy	2	90	Ổn định hơn

*Kết quả so sánh công suất ngõ ra của hai thuật toán Fuzzy-P&O và P&O cơ bản. Tại thời điểm T=0s mạch bắt đầu hoạt động xảy ra quá độ, ở bức xạ thấp thời gian quá độ ngắn hơn so với bức xạ cao. Khi T=0.5s thì điện áp ngõ ra của Fuzzy-P&O dao động và ổn định nhanh hơn, độ vọt lố thấp so với P&O và tương tự vậy tại T=1s

***Điện áp ngõ ra ở bức xạ mặt trời BXMT (400-900) W/m²**



Hình 10 Tỉ số điều chế thời gian mạch Boost

Bảng 6 So sánh tỉ số đều chế thời gian

Thuật toán MPPT	Thời gian phản ứng (ms)	Dao động (ms)	Tính ổn định
P&O	175	500	Không ổn định
Adaptive P&O-fuzzy	100	100	Ổn định hơn

Kết quả so sánh công suất ngõ ra của hai thuật toán Fuzzy-P&O và P&O cơ bản. Tại thời điểm T=0s mạch bắt đầu hoạt động xảy ra quá độ, ở bức xạ thấp thời gian quá độ ngắn hơn so với bức xạ cao. Khi T=0.5s thì tỉ số điều chế thời giana của Fuzzy-P&O dao động và ổn định nhanh hơn so với P&O và tương tự vậy tại T=1s. Tỉ số thời gian quyết định sự ổn định của hệ thống do nó điều chế xung cho bộ PWM

6 Kết luận

Bài báo này đã trình bày một thuật toán MPPT mới với kết hợp các thuật toán P&O và FLC. Thuật toán này sử dụng các tính năng đơn giản có sẵn trong cả P&O và FLC góp phần giảm sự phức tạp trong hoạt động mà không ảnh hưởng đến mục tiêu hiệu suất cao. Một loạt các mức độ chiếu xạ đã được xem xét đóng góp vào tính độc đáo của tác phẩm này đặc biệt là trong hoạt động ở độ rọi thấp. Phân tích ở trạng thái ổn định hoạt động đã được sử dụng rộng rãi trước đây, và thông qua phân tích bổ sung với hoạt động năng động, hơn thế nữa kết quả toàn diện và phát hiện có thể thu được cho đánh giá thêm. Thuật toán được đề xuất đã được chứng minh và đánh giá so sánh đã được thực hiện với P&O và FLC thông thường để thu được kết quả xác minh hiệu suất tốt hơn của nó. Trạng thái ổn định và năng động các công trình mô phỏng xác nhận hiệu suất tốt nhất của thích nghi Thuật toán MPPT P & O-mờ để đạt được tỷ lệ MPP cao với dao động thấp và vượt qua, góp phần vào hoạt động ổn định cao

7 Tài liệu tham khảo

1 Faranda, R., Leva, S.: 'Energy comparison of MPPT techniques for PV systems', WSEAS Trans. Power Syst., 2008, 3, pp. 446–455

2 Ko, S.-H., Chao, R.-M.: 'Photovoltaic dynamic MPPT on a moving vehicle', Sol. Energy, 2012, 86, pp. 1750–1760

3 Chen, W., Shen, H., Shu, B., Qin, H., Deng, T.: 'Evaluation of performance of MPPT devices in PV systems with storage batteries', Renew. Energy, 2007, 32, pp. 1611–1622

4 Andrejasic, M., Jankovec, M.: 'Topic. Comparison of direct maximum power point tracking algorithms using EN 50530 dynamic test procedure', IET Renew. Power Gener., 2011, 5, (4), pp. 281–286

5 Long, X., Liao, R., Zhou, J.: 'Low-cost charge collector of photovoltaic power conditioning system based dynamic DC/DC topology', IET Renew. Power Gener., 2011, 5, (2), pp. 167–174

6 Houssamo, I., Locment, F., Sechilariu, M.: 'Maximum power tracking for photovoltaic power system: development and experimental comparison of two algorithms', Renew. Energy, 2010, 35, pp. 2381–2387

7 Jiang, J., Huang, T., Hsiao, Y., Chen, C.: 'Maximum power tracking for photovoltaic

power systems', Tamkang J. Sci. Eng., 2005, 8, pp. 147–153
8 Mellit, A., Rezzouk, H., Messai, A., Medjahed, B.: 'FPGA-based real time implementation of MPPT-controller for photovoltaic systems', Renew. Energy, 2011, 36, pp. 1652–1661
9 Tafticht, T., Agbossou, K., Doumbia, M.L., Cheriti, A.: 'An improved maximum power point tracking method for photovoltaic systems', Renew. Energy, 2008, 33, pp. 1508–1516
10 Alqarni, M., Darwish, M.K.: 'Maximum power point tracking for photovoltaic system: modified perturb and observe algorithm'. Proc. 47th Int. Universities Power Engineering Conf. (UPEC), 2012, pp. 1–4
11 Femia, N., Petrone, G., Spagnuolo, G., Vitelli, M.: 'Increasing the efficiency of P&O MPPT by converter dynamic matching'. Int. Symp. on Industrial Electronics, 2004, vol. 2, pp. 1017–1021
12 Xiao, W., Elnosh, A., Khadkikar, V., Zeineldin, H.: 'Overview of maximum power point tracking technologies for photovoltaic power systems'. Proc. 37th Annual Conf. on IEEE Industrial Electronics Society (IECON), 2011, pp. 3900–3905
13 Yu a, G.J., Jung, Y.S., Choi, J.Y., Kim, G.S.: 'A novel two-mode MPPT control algorithm based on comparative study of existing algorithms', Sol. Energy, 2004, 76, pp. 455–463
14 Ishaque, K., Salam, Z.: 'A review of maximum power point tracking techniques of PV system for uniform insulation and partial shading condition', Renew. Sustain. Energy Rev., 2013, 19, pp. 475–488
15 Younis, M.A., Khatib, T., Najeeb, M., Mohd Ariffin, A.: 'An improved maximum power point tracking controller for PV systems using artificial neural network', Prz. Elektrotech. (Electr. Rev.), 2012, 3, pp. 116–121
16 Atrash, H., Rustom, K.: 'Statistical modeling of DSP based hill-climbing mppt algorithms in noisy environments'. Proc. 20th Annual IEEE Applied Power Electronics Conf. and Exposition, 2005, vol. 3, pp. 1773–1777
17 Wenkai, W., Pongratananukul, N., Weihong, Q., Rustom, K., Kasparis, T., Batarseh, I.: 'DSP-based multiple peak power tracking for expandable power system'. Proc. 18th Annual IEEE Applied Power Electronics Conf. and Exposition (APEC), 2003, vol. 1, pp. 525–530
18 Hussein, K.H., Muta, I., Hoshino, T., Osakada, M.: 'Maximum photovoltaic power tracking: an algorithm for rapidly changing atmospheric conditions', IEE Proc., Gener. Transm. Distrib, 1995, 142, (1), pp. 59–64
19 Wu, Y., Zhang, B., Lu, J., Du, K.L.: 'Fuzzy logic and neuro-fuzzy system: a systematic introduction', Int. J. Artif. Intell. Expert Syst. (IJAE), 2011, 2, pp. 47–80
20 Ammasai Gounden, N., Peter, S.A., Nallandula, H., Krithiga, S.: 'Fuzzy logic controller with MPPT using line-commutated inverter for three-phase grid-connected photovoltaic systems', Renew. Energy, 2009, 34, pp. 909–915
21 Khaehintung, N., Sirisuk, P., Kurutach, W.: 'A novel ANFIS controller for maximum power point tracking in photovoltaic systems'. Proc. Fifth Int. Conf. on Power Electronics and Drive Systems (PEDS 2003), 2003, vol. 2, pp. 833–836
22 Iqbal, A., Abu-Rub, H., Ahmed, SkM: 'Adaptive neuro-fuzzy inference system based maximum power point tracking of a solar PV module'. IEEE Int. Energy Conf., 2010, pp. 51–56
23 Chaouachi, A., Kamel, R.M., Nagasaka, K.: 'A novel multi-model neuro-fuzzy-based MPPT for three-phase grid-connected photovoltaic system', Sol. Energy, 2010, 84, pp. 2219–2229
24 Kassem, A.M.: 'MPPT control design and performance improvements of a PV generator powered DC motor-pump system based on artificial neural networks', Electr. Power Energy Syst., 2012, 43, pp. 90–98
25 Algazar, M.M., AL-monier, H., Abd EL-halim, H., El Kotb Salem, M. E.: 'Maximum power point tracking using fuzzy logic control', Electr. Power Energy Syst., 2012, 39, pp. 21–28
26 Ramaprabha, R., Balaji, M., Mathur, B.L.: 'Maximum power point tracking of partially shaded solar PV system using modified Fibonacci search method with fuzzy controller', Electr. Power Energy Syst., 2012, 43, pp. 754–765
27 Syafaruddin, Karatepe, E., Hiyama, T.: 'Artificial neural network-polar coordinated fuzzy controller based maximum power point tracking control under partially shaded conditions', IET Renew. Power Gener., 2009, 3, (2), pp. 239–253
28 Messai, A., Mellit, A., Guessoum, A.,

Kalogirou, S.A.: 'Maximum power point tracking using a GA optimized fuzzy logic controller and its FPGA implementation', Sol. Energy, 2011, 85, pp. 265–277
29 Chao, P.C.P., Chen, W.D., Chang, C.K.: 'Maximum power tracking of a generic photovoltaic system via a fuzzy controller and a two-stage DC–DC converter', Microsyst. Technol., 2012, 18, pp. 1267–1281
30 Al Nabulsi, A., Dhaouadi, R.: 'Fuzzy logic controller based perturb and observe maximum power point tracking'. Int. Conf. on Renewable Energies and Power Quality, 2012, pp. 1–6
31 Kottas, T.L., Boutalis, Y.S., Karlis, A.D.: 'New maximum power point tracker for PV arrays using fuzzy controller in close cooperation with fuzzy cognitive networks', IEEE Trans. Energy Convers., 2006, 21, (3), pp. 793–803
32 Lê Thị Minh Tâm, Nguyễn Viết Ngư, Nguyễn Văn Đường, Nguyễn Thanh Tiên Đại học Sư phạm kỹ thuật Hưng yên; "đề xuất phương pháp điều khiển mờ cấu trúc biến đổi bám theo điểm công suất cực đại của pin mặt trời (Kỷ yếu hội thảo khoa học công nghệ 10/5/2015)"
33 Dương Quỳnh Nga Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên "thiết kế điều khiển hệ thống điện sử dụng năng lượng mặt trời hòa lưới 22 KV"
34 Trương Việt Anh – Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật TpHCM Nguyễn Bá Thuận – Đại Học Lạc Hồng "Hòa năng lượng mặt trời vào lưới điện phân phối".
35 Nguyễn Viết Ngư, Lê Thị Minh Tâm, Trần Thị Thường, Nguyễn Xuân Trường Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật Hưng Yên Khoa Cơ - Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam "so sánh hai thuật toán INC và P&O trong điều khiển bám điểm công suất cực đại của hệ thống pin mặt trời độc lập".
36 Nguyễn Xuân Trường, Nguyễn Đình Quang, Trần Tùng Khoa Năng lượng – Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội Viện Khoa học Năng lượng – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam "Nghiên cứu tiêu chuẩn và phương pháp tối ưu công suất của hệ thống điện mặt trời nối lưới xét cho trường hợp lưới điện hạ thế 1 pha".

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Họ tên: Lê Việt Tiến

Đơn vị: Học viên cao học nghành Kỹ Thuật Điện Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật TP. HCM

Điện thoại: 0939790951

Email: leviettienlxag@gmail.com

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.