ẢNH HƯỞNG CỦA HIỆN TƯỢNG CHE KHUẤT ĐẾN PIN MẶT TRỜI VÀ GIẢI PHÁP

EFFECTS OF SHADING ON PHOTOVOLTAIC MODULE AND SOLUTION

Dương Minh Quân, Đinh Thị Sen

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; dmquan@dut.udn.vn, dinhsenbkclc@gmail.com

Tóm tắt - Hoạt động của pin mặt trời phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện môi trường xung quanh như nhiệt độ, bức xạ và hiện tượng che khuất là nguyên nhân chính gây tồn thất công suất đầu ra của pin. Bài viết này nghiên cứu về sự ảnh hưởng của đi-ốt bypass đến đặc tính của pin khi xảy ra hiện tượng che khuất hoàn toàn và đề xuất các mô hình cấu hình đi-ốt bypass khác nhau để khắc phục và nâng cao hiệu suất hoạt động của pin mặt trời (PV). Ở đây, tác giả mô phỏng các đặc tính I-V, P-V của pin thực tế đó là loại pin CS6X-310P do Canada sản xuất bằng phần mềm PSpice. Dựa vào kết quả mô phỏng là họ các đường đặc tính I-V, P-V để xác định được ru nhưọc điềm của từng loại cấu hình đi-ốt bypass cũng như khả năng sử dụng của nó trong thực tế.

Từ khóa - PSpice, PV, pin mặt trời, che khuất, chồng chéo, điốtbypass

1. Đặt vấn đề

Với khả năng chuyển đổi điện trực tiếp từ năng lượng ánh sáng mặt trời, hệ thống pin quang điện đã được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực sản xuất công nghiệp cũng như cuộc sống con người. Giá thành pin ngày càng giảm và hiệu suất được nghiên cứu cải thiện nên thi trường điện mặt trời đang dần mở rộng và được dự báo sẽ trở thành xu hướng phát triển trong những năm tới.

Tuy nhiên, hiệu suất của pin phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện môi trường và thời tiết như cường độ bức xạ mặt trời, nhiệt độ môi trường xung quanh hay độ ẩm, nhưng nguyên nhân gây tổn thất công suất đầu ra lớn nhất là do pin bị che khuất [1], [2]. PV có thể bị che khuất một phần với các mức độ khác nhau hoặc bị che hoàn toàn phụ thuộc vào tác nhân như mây che mặt trời, bóng của cành cây hay các tòa nhà bên cạnh đổ lên PV.

Bài viết này sử dụng loại pin CS6X-310P do Canadasản xuất để nghiên cứu mô phỏng với các thông số của pin cho ở *Bảng 1* [3]. Đây là mô-đun pin có cấu hình gồm 72 tế bào quang điện mắc nối tiếp với nhau, vậy nên chỉ cần 1 cell bị che khuất thì công suất đầu ra cũng có thể bị giảm một nửa như *Hình 1*.



Abstract - Operation of solar cells depends on the ambient environmental conditions such as temperature, radiation and shading phenomenon is the main cause of loss to the output power. This article gives some brief information regarding the effects of bypass diodes on solar photovoltaic characteristics when complete shading happens and the model recommends different configuration bypass diodes to overcome this phenomenon and enhance operational performance of solar cells also photovoltaic (PV) cells. Here, the authors simulates the I-V, P-V characteristics of real P. It is CS6X-310P made in Canada by using PSpice software. Based on the simulation results are I-V and P-V curves, to determine the advantages and disadvantages of each type of bypass diode configuration as well as its ability in real life.

Key words - PSpice, PV, solar cell, shaded, overlapped, bypass diode



Hình 1. Đặc tính (a) I-V và (b) P-V của PV khi một số cells bị che khuất

Các cells bị che khuất không những bị vô hiệu hóa mà còn kéo theo sự sụt áp lớn trên những cell này, làm điện áp ra sụt giảm nghiêm trọng. Công suất tổn hao rơi trên tế bào quang dưới dạng nhiệt, gây mất an toàn hệ thống. Để hạn chế những ảnh hưởng xấu của hiện tượng che khuất thì ta cần mắc thêm đi-ốt bypass song song qua các cells [4]. Ở bài viết này, tác giả giới thiệu các cấu hình mắc đi-ốt bypass khác nhau và tác động của từng mô hình đến đặc tính PV trên nền PSpice.

2. Khảo sát các cấu hình mắc đi-ốt bypass

Công suất của pin phụ thuộc vào tỉ lệ che khuất, số cell được che phủ bởi đi-ốt bypass và giá trị điện áp giảm khi cell bị che. Bài báo này tập trung nghiên cứu trường hợp các cells bị che khuất liên tục và hoàn toàn (100%).

Mắc đi-ốt bypass giúp cải thiện dòng, áp và công suất của PV khi bị che khuất. Cấu hình mắc đi-ốt bypass khác nhau sẽ ảnh hưởng khác nhau đến hiệu suất hoạt động của pin [5], [6], [7]. Với nghiên cứu này, tác giả cho che khuất các cell liên tục theo số lượng: 1 cell (1,39%), 6 cells (8,33%), 12 cells (16,67%) và 36 cells (50%) và xem xét các đặc tính của pin đối với các cấu hình đi-ốt bypass khác nhau.

Bảng 1. Các thông số thực tế của module CS6X – 310P ở STC
$(G = 1000W/m^2, AM 1.5 va T = 25^{\circ}C)$

Thông số điện của CS6X-310P		
Công suất tối đa (Pmax)	310W	
Điện áp làm việc (Vmp)	36,4V	
Dòng điện làm việc (Imp)	8,52 A	
Điện áp hở mạch (Voc)	44,9 A	
Dòng điện ngắn mạch Isc	9.08 A	
Hiệu suất làm việc	16,16%	
Nhiệt độ làm việc	$-40^{\circ}C \sim +85^{\circ}C$	
Power Tolerance	$0 \sim +5 \text{ W}$	

2.1. Mắc đi-ốt bypass song song qua từng cell

Mô hình này sử dụng 72 đi-ốt bypass, với mỗi đi-ốt mắc song song qua từng cell trong mô-đun PV có 72 cells nối tiếp của CS6X-310P như *Hình 2a*.



Hình 2.(a) Cấu hình đi-ốt bypass mắc song song qua từng cell và ảnh hưởng của hiện tượng che khuất đến đặc tính (b) I-V và (c) P-V của pin

Với kết quả ở này, ta thấy, nếu cell bị che càng ít thì hiệu suất của pin càng lớn: Khi số cell bị che < 16,67% (12 cells), điện áp giảm tuyến tính nhưng công suất ra vẫn đảm bảo. Khi số cells bị che càng lớn thì số lượng đi-ốt bypass dẫn lớn, tạo sụt áp rơi lớn nên điện áp sụt giảm mạnh [8].

2.2. Mắc đi-ốt bypass chồng chéo qua một nhóm cell

Mô hình này sử dụng 12 đi-ốt bypass. Khi một số cells được che phủ đồng thời bởi nhiều hơn 1 đi-ốt bypass thì ta gọi là chồng chéo như *Hình 3a*.



Hình 3.(a) Cấu hình đi-ốt bypass mắc chồng chéo qua một nhóm cell và ảnh hưởng của hiện tượng che khuất đến đặc tính (b) I-V và (c) P-V của pin

Mô hình mắc đi-ốt bypass chồng chéo này đã khắc phục được hiện tượng sụt áp mạnh do đi-ốt dẫn gây nên khi số cell của pin bị che khuất lớn.

Đây cũng là nhược điểm của nó, với cấu hình này nếu 1 cell bị che thì những cell khác trong nhóm sẽ không hoạt động, vậy nên tùy thuộc vào số cell mà 1 đi-ốt bypass mắc qua mà hiệu suất của pin khác nhau.

2.3. Mắc đi-ốt bypass song song qua một nhóm cell

Mô hình này sử dụng 6 đi-ốt bypass, với mỗi đi-ốt che phủ 12 cells nối tiếp như *Hình 4a*.



Hình 4.(a) Cấu hình đi-ốt bypass mắc song song qua nhóm cell và ảnh hưởng của hiện tượng che khuất đến đặc tính (b) I-V và (c) P-V của pin

Chức năng mô hình này tương tự như mô hình mắc điốt bypass chồng chéo.

Mô hình này thể hiện tính ưu việt khi các cell bị bị che liên tiếp. Điều này sẽ làm giảm ảnh hưởng của sụt áp do số lượng đi-ốt bypass mắc song song qua nhóm cell ít.

Số lượng cell mà đi-ốt bypass mắc song song qua cần phải được nghiên cứu để pin đạt hiệu suất tối ưu trong từng môi trường [9-13].

3. So sánh đặc tính củacác cấu hình mắc đi-ốt bypass 3.1. Đặc tính I-V của pin





Hình 5.Ảnh hưởng của hiện tượng che khuất đến đặc tính I-V của pin khi (a) bị che 1,39 % (b) bị che 16,67% và (c) bị che 50%

Kết quả so sánh các mô hình đi-ốt bypass với mức độ che khuất khác nhau ở *Hình 5* đã xác định lại các phân tích ở mỗi mô hình trên.

3.2. Đặc tính P-V của pin





Hình 6.Ảnh hưởng của hiện tượng che khuất đến đặc tính P-V của pin khi (a) bị che 1,39 % (b) bị che 16,67% và (c) bị che 50%

Từ đồ thị so sánh các đường đặc tính I-V và P-V của pin khi mắc đi-ốt bypass khác nhau ở điều kiện các cell liên tiếp trong mô-đun bị che khuất hoàn toàn, ta thấy, nếu số cell bị che càng nhiều thì cấu hình mắc đi-ốt bypass song song qua nhóm cell tỏ ra ưu việt nhất.

Nhận xét chung: Từ những phân tích của từng loại cấu hình mắc đi-ốt bypass khác nhau ở trên và các đồ thị so sánh ở phía trên, ta có thể kết luận:

Cấu hình đi-ốt bypass song song qua từng cell đạt hiệu suất cao khi các cell bị che ít hoặc ngẫu nhiên. Tuy nhiên, vì lí do kinh tế nên mô hình mắc đi-ốt bypass qua từng cell ít dùng.

Mắc đi-ốt bypass chồng chéo hoặc song song qua nhóm cell thể hiện lợi thế khi các cell bị che nhiều, liên tiếp nhau. Vậy nên, cần xét đến yếu tố môi trường nơi PV lắp đặt.

Tùy vào mục đích sử dụng, môi trường và vị trí lắp đặt của PV để nghiên cứu cấu hình và số lượng sử dụng của điốt bypass để PV đạt hiệu suất tốt nhất.

Với khí hậu nhiệt đới như ở Việt Nam, thì mô hình điốt bypass mắc song song qua một nhóm cell được dùng phổ biến.

4. Kết luận

Cấu hình mắc đi-ốt bypass và vị trí che khuất hoàn toàn ảnh hưởng rất lớn đến hiệu suất hoạt động của pin.

Hiện tượng che khuất có tác động lớn đến hệ thống pin

mặt trời. Nghiên cứu này đã đưa ra các mô hình mắc đi-ốt bypass khác nhau để khắc phục ảnh hưởng. Kết quả mô phỏng cho thấy, các mô hình này đã hạn chế được các tổn hao công suất đầu ra của pin khi bị che khuất. Tác giả đã so sánh ưu nhược điểm của từng mô hình khác nhau và đề xuất giải pháp tối ưu nhất với môi trường khí hậu Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Duong Minh Quan, Dinh Thi Sen, Doan Van Dong, "Modeling solar photovoltaic module using PSpice software", *Journal of Science and Technology – University of Danang*, no. 2, October 2016, pp. I-179 – 182.
- [2] Le Quy Ngoc, Duong Minh Quan, Nguyen Huu Hieu, Tran Vinh Tinh, "Modeling Photovoltaic Module using Iterative Solution", ICATE 2016.
- [3] CANADIAN SOLAR INC. Feb. 2016. All rights reserved, PV Product Datasheet V5.4_EN
- [4] [4] Gilbert M. Masters, "Renewable and Efficient Electronic Power Systems", in John Wiley & Sons, 2004, pp 445 – 485.
- [5] E. Díaz-Dorado, A. Suárez-García, C. Carrillo, and J. Cidrás, "Influence of the shadows in Photovoltaic systems with different configurations of bypass diodes", in *SPEEDAM Intenational Symposium on Power Electronics, Electrical Devices, Automation* and Motion, October 2010, pp. I-134-139.
- [6] Santiago Silvestre, Alfredo Boronat, Chouder Aissa, "Study of bypass diodes configuration on PV modules", in ELSEVIER, September 2009.
- [7] Santiago Silvestre, Chouder Aissa, "Effects of shadowing on Photovoltaic module performance", Master's thesis in University of GAVLE, June 2015.
- [8] Ekpenyoung, E.E and Anyasi, F.I, "Effect of Shading on Photovoltaic Cell", inIEEE, Dec. 2013, pp 01-06.
- [9] Contero Salvadores, Jose Francisco, "Shadowing effect on the performance in solar PV-cells", in ELSEVIER, 2014, pp 295 – 302.
- [10] Fawzan Salem, Mohamed A. Awadallah, "Detection and assessment of partial shading in photovoltaic arrays", in *Journal of Electrical Systems and Information Technology* 3, 2016, pp 23–32.
- [11] Ramaprabha Ramabadran, Badrilal Mathur, "Effect of Shading on Series and Parallel Connected Solar PV Modules", in CCSE, Vol.3, No.10, October 2009.
- [12] L. Fialho, R. Melicio, V.M.F. Mendes, J. Figueiredo, M. Collares-Pereira, "Effect of Shading on Series Solar Modules: Simulation and Experimental Results", in ELSEVIER, 2014, pp 295 – 302.
- [13] M.Q. Duong, H.H. Nguyen, Sonia Leva, Marco Mussetta, G. N. Sava, S. Costinas, "erformance Analysis of a 310Wp Photovoltaic Module based on Single and Double Diode Model", in 2016 International Symposium on Fundamentals of Electrical Engineering.

(BBT nhận bài: 15/3/2017, hoàn tất thủ tục phản biện: 16/3/2017)