



TÀI LIỆU NHẬP MÔN

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ QUANG ĐIỆN

Hệ thống quang điện (hoặc hệ thống PV) chuyển đổi ánh sáng mặt trời thành điện năng bằng vật liệu bán dẫn. Hệ thống quang điện không cần ánh sáng mặt trời để hoạt động. Nó cũng có thể tạo ra điện vào những ngày nhiều mây và mưa nhờ ánh sáng mặt trời phản chiếu.

Hệ thống PV có thể được thiết kế dưới dạng hệ thống độc lập hoặc kết nối lưới.

Hệ thống “độc lập hoặc không nối lưới” có nghĩa là chúng là nguồn điện duy nhất cho ngôi nhà của bạn hoặc các ứng dụng khác như những ngôi nhà ở vùng xa, điểm viễn thông, bơm nước, chiếu sáng đường phố hoặc hộp gọi khẩn cấp trên đường cao tốc. Các hệ thống độc lập có thể được thiết kế để chạy khi có hoặc không có pin dự phòng. Hệ thống pin dự phòng lưu trữ năng lượng được tạo ra trong ngày vào ngân hàng pin để sử dụng vào ban đêm. Các hệ thống độc lập thường tiết kiệm chi phí khi so sánh với các giải pháp thay thế như mở rộng đường dây cung cấp điện.

Hệ thống “nối lưới” hoạt động để bổ sung cho dịch vụ điện hiện có của một công ty Điện lực. Khi lượng năng lượng được tạo ra bởi hệ thống PV nối lưới vượt quá tải của khách hàng, năng lượng dư thừa sẽ được phát lên lưới công ty điện lực, làm quay ngược đồng hồ điện của khách hàng (điều này cần xem xét lắp đặt công tơ điện 2 chiều hoặc thiết bị khống chế không suất phát ngược - Zero Export). Ngược lại, khách hàng có thể lấy nguồn điện cần thiết từ hệ thống điện lực khi năng lượng từ hệ thống PV không đủ để cung cấp cho các phụ tải của tòa nhà. Theo thỏa thuận này, hóa đơn điện hàng tháng của khách hàng chỉ phản ánh lượng năng lượng ròng nhận được từ hệ thống điện.

Lợi ích của hệ thống PV

a. Thân thiện với môi trường - Không tốn chi phí nhiên liệu thô, nguồn cung không giới hạn và không có vấn đề về môi trường như vận chuyển, lưu trữ hoặc ô nhiễm. Hệ thống năng lượng mặt trời không tạo ra không khí, nước hoặc khí nhà kính và không tạo ra tiếng ồn. Hệ thống năng lượng mặt trời nhìn chung an toàn hơn nhiều so với các hệ thống năng lượng phân tán khác, chẳng hạn như máy phát điện diesel và do đó là công nghệ phù hợp nhất để phát điện tại chỗ ở đô thị. Hệ thống PV là lựa chọn sản xuất công nghệ tái tạo có sẵn trên thị trường duy nhất cho các khu vực thành thị.

b. Độ tin cậy - Không cần nguồn cung cấp nhiên liệu và không có bộ phận chuyển động, hệ thống năng lượng mặt trời là một trong những máy phát điện đáng tin cậy nhất, có khả năng cung cấp năng lượng cho các ứng dụng nhạy cảm nhất, từ vệ tinh không gian đến trạm phát sóng trên núi và các môi

trường khắc nghiệt ở xa khác. Các tấm PV mặt trời thường có tuổi thọ từ 20 năm trở lên.

c. Có thể mở rộng và mô-đun hóa - Các sản phẩm năng lượng mặt trời có thể được triển khai ở nhiều quy mô và cấu hình và có thể được lắp đặt trên mái tòa nhà hoặc trên cánh đồng; cung cấp khả năng xử lý năng lượng rộng rãi, từ microwatt đến megawatt. Quá trình cài đặt nhanh chóng và mở rộng đến mọi dung lượng.

d. Ứng dụng phổ quát - Điện mặt trời là công nghệ năng lượng tái tạo duy nhất có thể được lắp đặt trên quy mô toàn cầu thực sự vì tính linh hoạt của nó và vì nó tạo ra năng lượng trong hầu hết mọi điều kiện, tức là ngay cả trong điều kiện thời tiết u ám

e. Cắt đỉnh phụ tải - Có phản hồi nhanh chóng để đạt được hiệu quả tối đa ngay lập tức. Sản lượng của hệ thống năng lượng mặt trời thường tương quan với những khoảng thời gian có nhu cầu điện cao khi hệ thống điều hòa không khí tạo ra nhu cầu cao điểm trong những ngày nắng nóng. PV có thể loại bỏ nhu cầu phụ tải cao điểm khi năng lượng bị hạn chế và đắt đỏ nhất, do đó có thể chuyển phụ tải ra khỏi lưới điện và giảm bớt nhu cầu xây dựng công suất phát điện cao điểm mới.

f. Công dụng kép - Các tấm pin mặt trời dự kiến sẽ ngày càng đóng vai trò vừa là máy phát điện vừa là lớp vỏ của tòa nhà. Giống như kính kiến trúc, các tấm pin mặt trời có thể được lắp đặt trên mái nhà hoặc mặt tiền của các tòa nhà dân cư và thương mại.

g. Chi phí bảo trì thấp - Việc vận chuyển vật liệu và nhân sự đến vùng sâu vùng xa để bảo trì thiết bị tốn kém. Vì hệ thống quang điện chỉ yêu cầu kiểm tra định kỳ và bảo trì không thường xuyên nên những chi phí này thường thấp hơn so với các thiết bị thay thế sử dụng nhiên liệu thông thường.

h. Lợi thế về chi phí - Hệ thống năng lượng mặt trời làm giảm hóa đơn điện của bạn và bảo vệ bạn khỏi việc tăng giá điện và biến động giá do giá năng lượng biến động. Chúng có thể được sử dụng làm vật liệu xây dựng. Chúng có thể làm tăng tính cách và giá trị của tòa nhà.

Thử thách

Những thách thức hoặc hạn chế chính khi tiếp cận dự án PV là:

a. Hạn chế về ngân sách: Xây dựng một hệ thống trong phạm vi ngân sách mục tiêu của bạn.

b. Hạn chế về không gian: Xây dựng một hệ thống tiết kiệm không gian nhất có thể.

c. **Bù đắp năng lượng:** Xây dựng một hệ thống bù đắp một tỷ lệ phần trăm nhất định trong mức sử dụng năng lượng của bạn.

Ràng buộc thiết kế

Những ràng buộc về thiết kế là chìa khóa cho kết quả thành công của hệ thống. Chúng đưa ra định hướng rõ ràng và giảm bớt phạm vi phân tích kinh tế và hệ thống và cần được tham khảo liên tục trong suốt quá trình thiết kế. Các ràng buộc thiết kế điển hình áp dụng cho bất kỳ hệ thống nào và được sửa đổi, mở rộng và " cá nhân hóa " cho một ứng dụng cụ thể. Một số câu hỏi điển hình vốn có trong các ràng buộc thiết kế là:

- a. *Đầu ra của hệ thống sẽ là AC hay DC hay cả hai?*
- b. *Điện phải đảm bảo chất lượng như thế nào đối với tải?*
- c. *Năng lượng nhiệt tạo ra có được sử dụng không?*
- d. *Bao nhiêu phần của tải điện hoặc tải nhiệt có thể phù hợp về mặt kinh tế với điện tích sẵn có?*
- e. *Hệ thống điện có sẵn tại địa điểm lắp đặt không?*
- f. *Sẽ có đổ bóng không thể tránh khỏi?*
- g. *Hệ thống sẽ được làm mát tích cực?*
- h. *Hệ thống khung đỡ sẽ là cố định tấm phẳng hay tự động điều chỉnh góc nghiêng?*
- i. *Đề xuất công việc có chỉ định một loại hệ thống hoặc tính năng thiết kế cụ thể không?*

Nội dung tài liệu bao gồm các nguyên tắc cơ bản đằng sau hoạt động của hệ thống quang điện mặt trời, cách sử dụng các thành phần khác nhau trong hệ thống, phương pháp định cỡ các thành phần này và cách áp dụng chúng để xây dựng các hệ thống tích hợp. Nó bao gồm thông tin kỹ thuật chi tiết và phương pháp từng bước để thiết kế và định cỡ hệ thống quang điện mặt trời không nối lưới và nối lưới.

Thông tin được trình bày nhằm mục đích cung cấp nền tảng vững chắc và hiểu biết tốt về thiết kế. Nội dung sẽ mang lại lợi ích cho các kỹ sư điện & cơ khí, chuyên gia năng lượng & môi trường, kiến trúc sư & kỹ sư kết cấu cũng như các chuyên gia khác đang tìm kiếm, tham gia vào ngành năng lượng mặt trời hoặc tương tác với các dự án năng lượng mặt trời trong công việc hiện tại.

NỘI DUNG

CHƯƠNG - 1: CÔNG NGHỆ QUANG ĐIỆN (PV)

- 1.0. Năng lượng mặt trời
- 1.1 Công nghệ quang điện
- 1.2 Vật liệu quang điện
- 1.3 Các loại quang điện
- 1.4 Xếp hạng mô-đun PV
- 1.5 Thành phần hệ thống PV

CHƯƠNG - 2: HIỆU SUẤT QUANG ĐIỆN (PV)

- 2.0. Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất mô-đun PV
- 2.1 Yếu tố môi trường
- 2.2 Đặc tính điện
- 2.3 Đầu ra mô-đun PV
- 2.4 Các yếu tố giảm xếp hạng và hiệu quả của mô-đun PV
- 2.5 Kích thước mảng PV
- 2.6 Quy tắc và tiêu chuẩn áp dụng

CHƯƠNG - 3: CẤU HÌNH HỆ THỐNG PV

- 3.0. Cấu hình hệ thống
- 3.1 Hệ thống PV nối lưới
- 3.2 Hệ thống PV độc lập
- 3.3 Lưới điện gắn với hệ thống pin dự phòng
- 3.4 So sánh

CHƯƠNG - 4: BIẾN TẦN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

- 4.0. Các loại biến tần
- 4.1 Biến tần độc lập
- 4.2 Biến tần nối lưới
- 4.3 Thiết kế và định cỡ hệ thống quang điện mặt trời

CHƯƠNG - 5: BỘ ĐIỀU KHIỂN SẠC

5.0. Bộ điều khiển sạc

5.1 Quy định tính phí

5.2 Các loại bộ điều khiển sạc

5.3 Lựa chọn bộ điều khiển sạc

CHƯƠNG 6: PIN

6.0. Pin

6.1 Các loại và phân loại pin

6.2 Pin axit chì

6.3 Pin kiềm

6.4 Thông số pin

6.5 Đánh giá và định cỡ pin

6.6 Lựa chọn pin cho hệ thống PV

CHƯƠNG 7: CÂN BẰNG HỆ THỐNG

7.0. Vật phẩm phụ trợ

7.1 Bảng phân phối – Bảng ngắt kết nối AC & Biến tần AC

7.2 Máy đo và thiết bị đo

7.3 Hộp kết hợp

7.4 Chống sét lan truyền

7.5 Nối đất

7.6 Cáp & Dây điện

CHƯƠNG - 8: THIẾT KẾ VÀ KÍCH THƯỚC HỆ THỐNG PV

8.0. Nguyên tắc thiết kế và định cỡ

8.1 Định cỡ hệ thống cho các hệ thống được kết nối lưới

8.2 Định cỡ cho Hệ mặt trời nối lưới

8.3 Định cỡ hệ thống độc lập của bạn

8.4 Định cỡ hệ thống

8.5 Định cỡ pin

8.6 Kích thước mảng PV

8.7 Chọn biến tần

8.8 Định cỡ bộ điều khiển

8.9 Định cỡ cáp

CHƯƠNG 9: XÂY DỰNG HỆ THỐNG PV TÍCH HỢP

9.0. Hệ thống BIPV

9.1 Lợi ích của BIPV

9.2 Tiêu chí kiến trúc cho BIPV

9.3 Đơn đăng ký BIPV

9.4 Những thách thức đối với công nghệ BIPV

9.5 Bảo hành & Chi phí

Phụ lục -1: Nhu cầu tiêu thụ điện năng điển hình của các thiết bị khác nhau

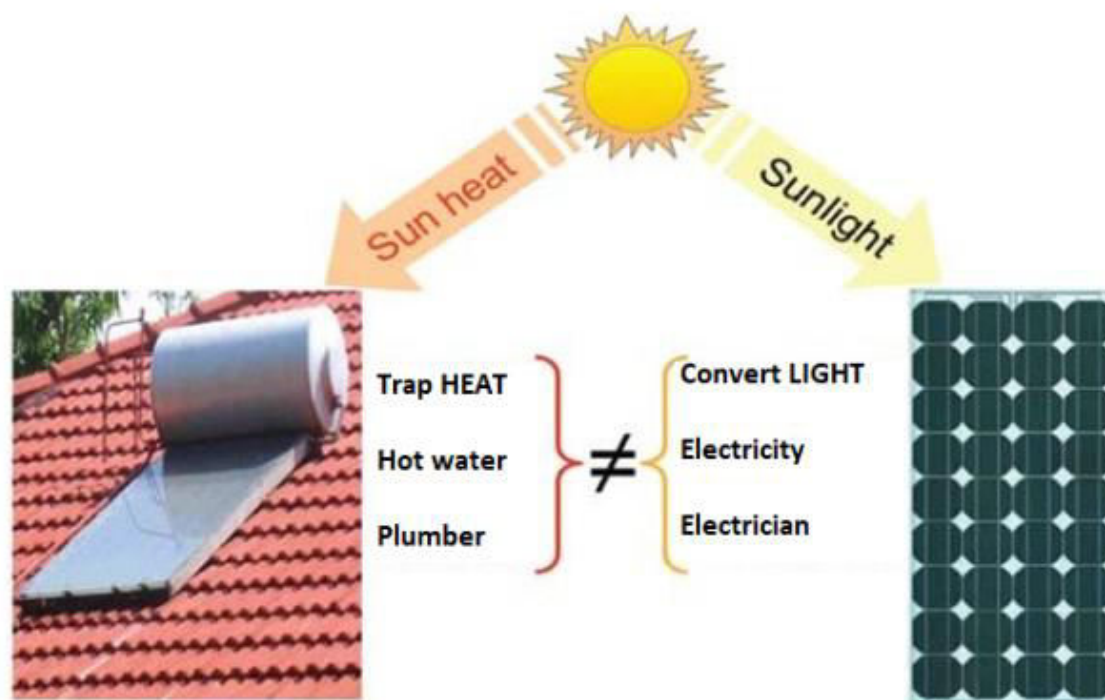
Phụ lục -2: Số giờ nắng đỉnh các địa phương tại Việt Nam



CHƯƠNG - 1: CÔNG NGHỆ QUANG ĐIỆN (PV)

1.0. Năng lượng mặt trời

Mặt trời cung cấp năng lượng cho chúng ta dưới hai dạng chính: nhiệt và ánh sáng. Có hai loại chính hệ thống năng lượng mặt trời, cụ thể là hệ thống nhiệt mặt trời giữ nhiệt để làm ấm nước và năng lượng mặt trời Hệ thống PV chuyển đổi ánh sáng mặt trời trực tiếp thành điện năng như trong Hình 1



Hình 1 Sự khác nhau giữa nhiệt mặt trời và điện mặt trời

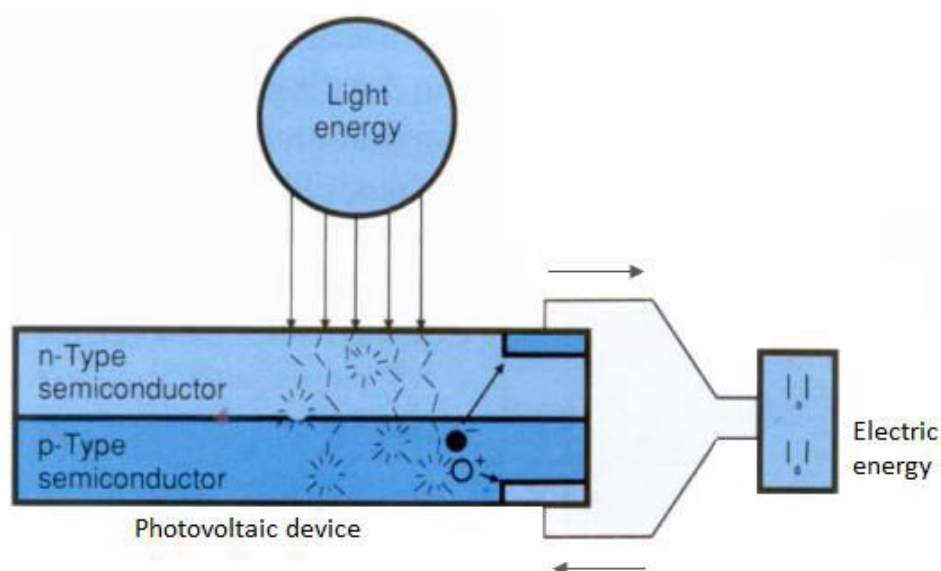
Từ quang điện (photovoltaic) xuất phát từ “ánh sáng” có nghĩa là ánh sáng và “điện áp” dùng để chỉ sản xuất điện. Và đó chính xác là những gì hệ thống quang điện làm - biến ánh sáng thành điện năng!

Ánh sáng trực tiếp hoặc khuếch tán (thường là ánh sáng mặt trời) chiếu vào mô-đun PV gây ra hiệu ứng quang điện, tạo ra nguồn điện một chiều. Nguồn DC này có thể được sử dụng, lưu trữ trong hệ thống ắc quy hoặc cấp vào bộ biến tần chuyển đổi DC thành dòng điện xoay chiều “AC”, để có thể cấp vào một trong các tủ điện phân phối AC (“AC-DB”) của tòa nhà mà không ảnh hưởng đến chất lượng của nguồn điện.

Điều quan trọng cần lưu ý là chúng ta không quan tâm đến hàm lượng nhiệt của ánh sáng mặt trời; Các tế bào và mô-đun PV không sử dụng nhiệt mà chỉ sử dụng ánh sáng. Khi nguồn ánh sáng không phải là ánh sáng mặt trời thì tế bào quang điện được sử dụng làm máy dò điểm ảnh. Ví dụ về máy dò ảnh là máy dò hồng ngoại.

1.1 Công nghệ quang điện

Đơn vị cơ bản của hệ thống quang điện là *tế bào quang điện*. Tế bào quang điện (PV) được tạo ra ít nhất hai lớp vật liệu bán dẫn, thường là silicon, được pha tạp chất phụ gia đặc biệt. Một lớp có điện tích dương, lớp kia mang điện tích âm. Ánh sáng chiếu vào tế bào sẽ tạo ra điện trường xuyên qua các lớp, làm cho dòng điện chạy qua tiếp xúc P-N. Cường độ ánh sáng quyết định lượng điện năng mà mỗi tế bào tạo ra.

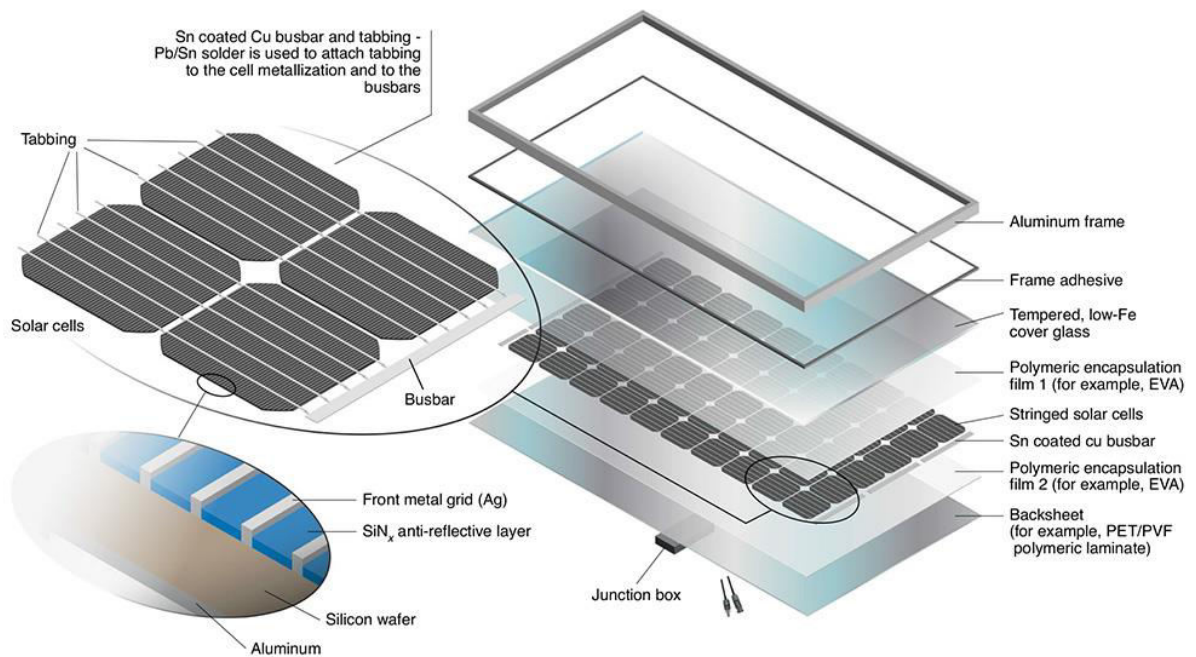


Hình 2 - Công nghệ tế bào quang điện

Lưu ý rằng tế bào quang điện chỉ là một bộ chuyển đổi, biến đổi năng lượng ánh sáng thành điện năng. Nó không phải là nơi lưu trữ năng lượng, giống như pin, acqui,...

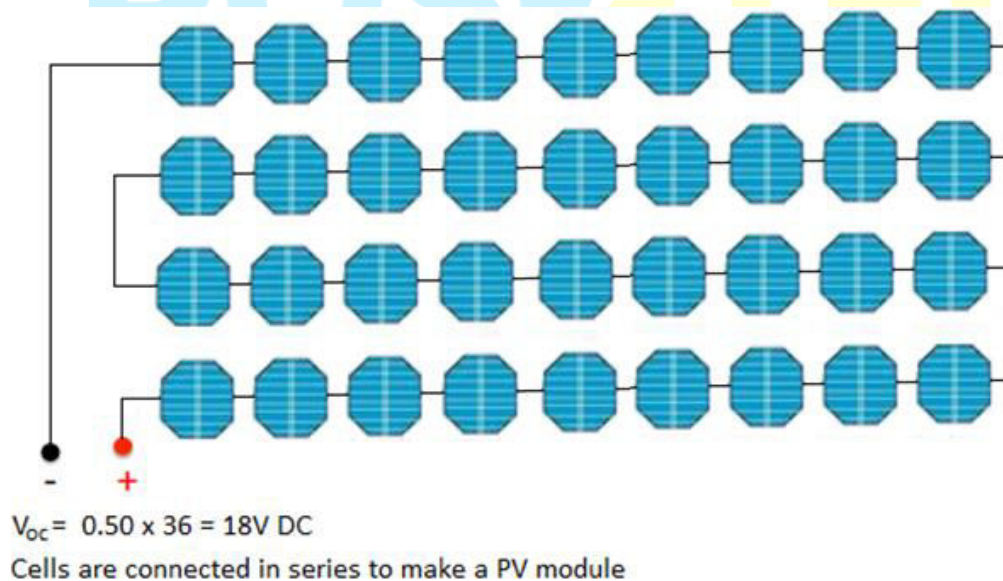
1.1.1. Solar cell

“Solar cell” là đơn vị cơ bản của hệ thống PV. Một “cell” silicon thông thường chỉ tạo ra khoảng 0,5 volt, do đó nhiều tế bào được kết nối nối tiếp để tạo thành các đơn vị lớn hơn gọi là mô-đun PV. Tấm EVA (Ethyl Vinyl Acetate) hoặc PVB (Polyvinyl Butyral) được sử dụng để liên kết các tế bào lại với nhau và bảo vệ khỏi thời tiết. Các mô-đun thường được bao bọc giữa một lớp trong suốt (thường là kính) và tấm nền chịu được thời tiết (thường được làm từ polyme mỏng hoặc thủy tinh). Các mô-đun có thể được đóng khung để có thêm độ bền và độ bền cơ học.



Hình 3 Cấu tạo PV

Thông thường, 36 cell được kết nối để tạo ra điện áp khoảng 18V. Tuy nhiên, điện áp giảm xuống còn 17V vì các tế bào này nóng lên dưới ánh nắng mặt trời. Điều này là đủ để sạc pin 12V. Tương tự, mô-đun 72 ô tạo ra khoảng 34V (36V - 2V nếu tổn thất), có thể được sử dụng để sạc pin 24V.



Hình 4 - Solar cell kết nối tạo thành mô-đun PV

Pin 12 volt thường cần khoảng 14 volt cho một lần sạc, vì vậy mô-đun 36 cell đã trở thành tiêu chuẩn của ngành công nghiệp sạc pin năng lượng mặt trời.

Các cell phổ biến nhất là 12,7 x 12,7 cm (5 x 5 inch) hoặc 15 x 15 cm (6 x 6 inch) và tạo ra 3 đến 4,5 W – một lượng điện năng rất nhỏ.

Kích thước mô-đun điển hình là 1,4 đến 1,7 m² mặc dù các mô-đun lớn hơn cũng được sản xuất (lên đến 2,5 m²).

1.1.2. Chuỗi PV (String)

Các mô-đun riêng lẻ có thể được kết nối nối tiếp, song song hoặc cả hai để tăng đầu ra điện áp hoặc dòng điện. Điều này cũng làm tăng công suất đầu ra. Khi số lượng mô-đun mắc nối tiếp, nó được gọi là chuỗi PV (String).

Trong kết nối nối tiếp, cực âm của một mô-đun được kết nối với cực dương của mô-đun tiếp theo. Trong các kết nối nối tiếp, điện áp tăng lên và dòng điện không đổi.

$$U_{\Sigma} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

$$I_{\Sigma} = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

Ví dụ: nếu 10 mô-đun có định mức 12 V và 3 A được kết nối để tạo thành một chuỗi, thì tổng điện áp của chuỗi sẽ là 120 V và tổng dòng điện sẽ là 3 A.

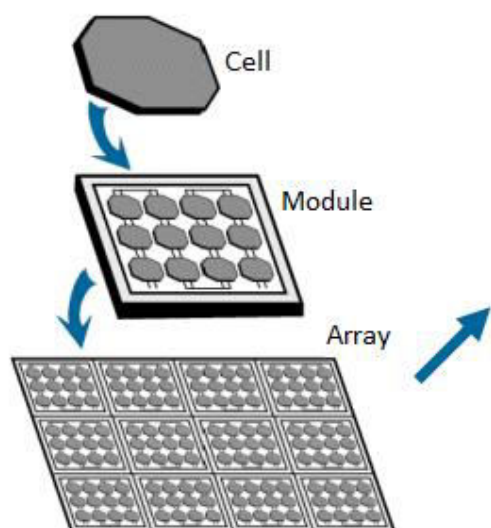
Điều ngược lại xảy ra khi các mô-đun được kết nối song song. Trong kết nối song song, dòng điện tăng và điện áp không đổi.

$$I_{\Sigma} = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

$$U_{\Sigma} = U_1 = U_2 = \dots = U_n$$

1.1.3. Mảng quang điện (PV Array)

Nhiều chuỗi PV được kết nối song song để tạo thành Mảng năng lượng mặt trời. Kết nối song song làm tăng dòng điện, trong khi điện áp vẫn giữ nguyên. Công suất mà một mô-đun có thể tạo ra hiếm khi đủ để đáp ứng yêu cầu của một gia đình hoặc doanh nghiệp, vì vậy các mô-đun được liên kết với nhau để tạo thành một mảng. Hầu hết các mảng PV sử dụng bộ biến tần để chuyển đổi nguồn DC do mô-đun tạo ra thành dòng điện xoay chiều có thể đấu nối vào mạng điện hiện có để cấp nguồn cho đèn, động cơ và các tải khác. Các mô-đun trong mảng PV thường được kết nối nối tiếp trước tiên để đạt được điện áp mong muốn; sau đó các dây riêng lẻ được nối song song để cho phép hệ thống tạo ra nhiều dòng điện hơn. Các mảng năng lượng mặt trời thường được đo bằng năng lượng điện mà chúng tạo ra, tính bằng watt, kilowatt hoặc thậm chí megawatt.

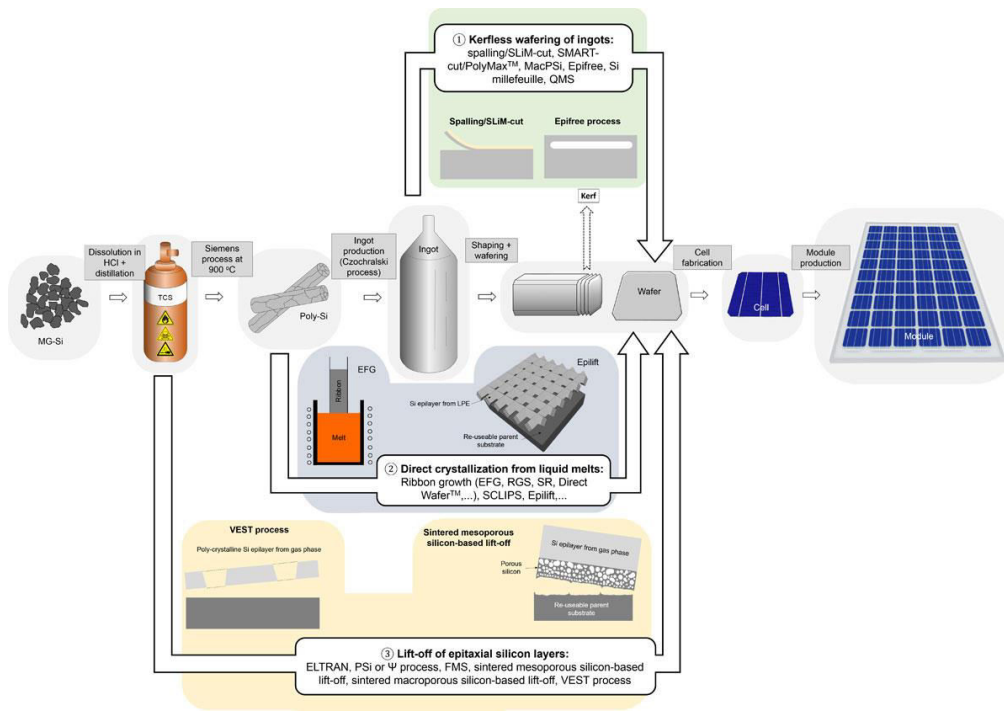


Hình 5 Mảng PV

1.2 Vật liệu quang điện

Phần lớn các mô-đun PV có bán trên thị trường đều được làm từ silicon, một trong những nguyên tố có nhiều nhất trong lớp vỏ Trái đất (sau oxy). Các đặc tính tự nhiên của silicon như một chất bán dẫn được biến đổi bởi hai nguyên tố khác là boron và phốt pho để tạo ra sự chênh lệch về điện tích phân tử của vật liệu.

- a. 85% thị trường mô-đun năng lượng mặt trời
- b. Tuổi thọ >30 năm
- c. Hoàn vốn năng lượng sau 2-8 năm (tích cực)



Hình 6 Chu trình sản xuất PV

1.3 Các loại quang điện

Ba loại tế bào quang điện phổ biến được làm từ silicon là:

- a. Mono-crystalline Silicon- còn gọi là silicon đơn tinh thể
- b. Poly-crystalline Silicon- hay còn gọi là silicon đa tinh thể
- c. Thin Film Silicon - hay còn gọi là Silicon màng mỏng

1.3.1. Tế bào tinh thể

Các tế bào quang điện tinh thể được làm từ silicon, trước tiên được nấu chảy, sau đó kết tinh thành thỏi hoặc đúc bằng silicon nguyên chất. Các lát silicon mỏng gọi là tấm wafer, được cắt từ một tinh thể silicon (Mono-tinh thể) hoặc từ một khối tinh thể silicon (Poly-tinh thể) để tạo thành các tế bào riêng lẻ. Hiệu suất chuyển đổi của các loại tế bào quang điện này nằm trong khoảng từ 10% đến 20%. Các tế bào quang điện tinh thể chiếm khoảng 90% thị trường hiện nay.

Tế bào tinh thể được chia thành hai loại:

- a. Tế bào silicon đơn tinh thể
- b. Tế bào silicon đa tinh thể

1.3.2. PV đơn tinh thể

Tế bào đơn tinh thể được làm từ một thỏi tinh thể đơn có độ tinh khiết cao, với kích thước điển hình là 12,5 hoặc 15 cm. Thỏi có dạng hình trụ, được cắt

thành từng lát mỏng và tạo thành hình tròn, hình bán nguyệt hoặc hình vuông. Những tế bào này có hiệu suất điện cao nhất, có nghĩa là chúng cần ít diện tích bề mặt hơn các loại tế bào khác để tạo ra lượng điện năng tương đương. Họ cũng có nhiều lựa chọn minh bạch. Nhược điểm là chi phí cao hơn, yêu cầu thông gió để tối đa hóa hiệu suất và kiểu dáng hình học đặc biệt. Tế bào đơn tinh thể đặc biệt thích hợp cho mái thông tầng; mặt tiền bằng kính nhìn một phần, lắp đặt trên mái nhà trong nhà ở và che nắng thương mại hoặc trang bị thêm trên mái nhà nơi diện tích lắp đặt bị hạn chế và mong muốn phát điện tối đa. Hiệu suất của mô-đun thương mại dao động trong khoảng 16-22%.

1.3.3. PV đa tinh thể

Các tế bào silicon đa tinh thể được hình thành bằng cách đúc ở dạng thỏi hình khối. Thỏi được cắt thành thanh và cắt thành các tấm mỏng (một tấm vật liệu bán dẫn mỏng), sau đó được sử dụng để tạo ra các tế bào. Những tế bào này kém hiệu quả hơn tế bào đơn tinh thể; tuy nhiên, chi phí trên mỗi đơn vị diện tích thấp hơn và vẻ ngoài đặc biệt của chúng khiến chúng trở thành lựa chọn phổ biến cho các công trình lắp đặt tương đối lớn, mờ đục. Chúng đã được sử dụng rộng rãi trong các tấm spandrel mặt tiền và các bộ phận che nắng trên các tòa nhà thương mại. Silicon đa tinh thể khác với silicon đơn tinh thể về mặt chi phí (do giảm tổn thất) và hiệu quả (do ranh giới hạt). Sự khác biệt là nhỏ nhưng vẫn dẫn đến nhu cầu về các ô lớn hơn (21 x 21cm) để đạt được mức hiệu suất tương tự. Hiệu suất của mô-đun thương mại dao động trong khoảng 12-15%.

Lưu ý quan trọng: Thông gió

Công nghệ quang điện tinh thể phải được thông gió phía sau mô-đun để tăng hiệu suất của chúng. Điều này là do các tế bào PV tinh thể hoạt động tốt hơn ở nhiệt độ thấp và hệ thống thông gió cho phép loại bỏ nhiệt, vốn là sản phẩm phụ của quá trình tạo ra năng lượng. Các hệ thống tích hợp mới thu được lượng nhiệt này cho các mục đích sử dụng khác và cải thiện hiệu suất của PV đang được phát triển và được gọi là hệ thống PV-T hoặc PV Thermal.



Poly Crystalline



Mono Crystalline

Hình 7 Phân loại PV

Các tế bào tinh thể biến 14 đến 22% ánh sáng mặt trời chiếu tới chúng thành điện năng.

1.3.4. PV màng mỏng

Quang điện màng mỏng được sản xuất bằng cách in hoặc phun một lớp vật liệu PV bán dẫn mỏng lên nền thủy tinh, kim loại hoặc nhựa. Bằng cách áp dụng các vật liệu này thành các lớp mỏng, độ dày tổng thể của mỗi tế bào quang điện nhỏ hơn đáng kể so với một tế bào tinh thể được cắt tương đương, do đó có tên là “màng mỏng”. Vì vật liệu PV được sử dụng trong các loại tế bào quang điện này được phun trực tiếp lên bề mặt thủy tinh hoặc kim loại, do đó, quy trình sản xuất nhanh hơn và rẻ hơn, khiến công nghệ PV màng mỏng trở nên khả thi hơn khi sử dụng trong hệ mặt trời gia đình vì thời gian hoàn vốn của chúng ngắn hơn.

Tuy nhiên, mặc dù vật liệu màng mỏng có khả năng hấp thụ ánh sáng cao hơn vật liệu tinh thể tương đương, nhưng tế bào PV màng mỏng có hiệu suất chuyển đổi tế bào kém do cấu trúc không đơn tinh thể, đòi hỏi tế bào có kích thước lớn hơn.

Các loại tế bào quang điện bao gồm:

- a. Cadmium Telluride (CdTe)
- b. Đồng indium diselenide (CIS)
- c. Silicon vô định hình (a-Si)
- d. Silicon màng mỏng (màng mỏng-Si)

Silicon vô định hình đang được sản xuất thương mại trong khi ba công nghệ còn lại đang dần tiếp cận thị trường. Tế bào silicon vô định hình có nhiều ưu điểm và nhược điểm khác nhau. Về mặt tích cực, silicon vô định hình có thể được lắng đọng trên nhiều loại chất nền cứng và linh hoạt với chi phí thấp

như polyme, kim loại mỏng và nhựa cũng như kính màu để tích hợp tòa nhà. Tuy nhiên, về mặt nhược điểm, nhược điểm chính của silicon vô định hình (a-Si) là hiệu suất chuyển đổi rất thấp, dao động từ 6 đến 8% khi còn mới.



CIGS Thin Film

Hình 8 PV màng mỏng

Trong số các loại tế bào quang điện khác nhau hiện có, silicon vô định hình có khả năng hấp thụ ánh sáng cao nhất cao hơn 40 lần so với silicon tinh thể. Ưu điểm của việc này là cần có một lớp vật liệu silicon vô định hình mỏng hơn nhiều để tạo ra tế bào PV màng mỏng giúp giảm chi phí sản xuất và giá cả. Chỉ để tạo ấn tượng ngắn gọn về ý nghĩa của “mỏng”, trong trường hợp này, chúng ta đang nói về độ dày 1 micromet. Với tỷ lệ hiệu suất chỉ từ 6 đến 7%, các tế bào này kém hiệu quả hơn so với silicon tinh thể - nhưng trong kịch bản hiện tại, mặc dù cần diện tích bề mặt lớn hơn để tạo ra đầu ra nhưng chi phí điện trên mỗi Watt đỉnh hấp dẫn hơn.

1.3.5. PV thế hệ thứ ba

Công nghệ quang điện thế hệ thứ 3 bao gồm quang điện đa điểm và tế bào quang điện tập trung. Các tế bào quang điện đa điểm được thiết kế để tối đa hóa hiệu suất chuyển đổi tổng thể của tế bào bằng cách tạo ra một thiết kế nhiều lớp trong đó hai hoặc nhiều điểm nối PV được xếp chồng lên nhau. Tế bào được tạo thành từ nhiều vật liệu bán dẫn khác nhau ở dạng màng mỏng cho từng lớp riêng lẻ. Ưu điểm của việc này là mỗi lớp lấy năng lượng từ mỗi photon từ một phần cụ thể của quang phổ ánh sáng đang bắn phá tế bào. Việc phân lớp vật liệu PV này làm tăng hiệu suất tổng thể và giảm sự suy giảm hiệu suất xảy ra với các tế bào silicon vô định hình tiêu chuẩn.

Bộ quang điện tập trung (CPV) sử dụng thấu kính để tập trung ánh sáng mặt trời vào PV mặt trời. Các tế bào này được tạo ra từ một lượng rất nhỏ vật liệu PV bán dẫn hiệu suất cao nhưng đắt tiền (thường là gali arsenide hoặc GaA). Hệ thống CPV chỉ sử dụng bức xạ trực tiếp. Chúng là Thiết kế và Định cỡ của Hệ thống Quang điện Mặt trời –hiệu quả ở những khu vực rất nắng có lượng bức xạ trực tiếp cao. Các mô-đun sử dụng bộ thấu kính chính xác và được định hướng cố định về phía Mặt trời. Điều này đạt được bằng cách sử dụng hệ thống theo dõi trực kép. Hiệu suất từ 25 đến 30% đã đạt được với GaA, mặc dù hiệu suất tế bào đã đạt được trên 40% trong phòng thí nghiệm.

Các công nghệ mới nổi khác bao gồm:

a. Thay vì sử dụng công nghệ tiếp giáp P-N trạng thái rắn, chất điện phân, chất lỏng, gel hoặc chất rắn nhạy cảm với thuốc nhuộm được sử dụng để sản xuất tế bào PV quang điện hóa. Những loại tế bào quang điện này được sản xuất bằng cách sử dụng các phân tử cực nhỏ của thuốc nhuộm cảm quang trên màng nano tinh thể hoặc polymer.

b. Tế bào quang điện 3D sử dụng cấu trúc ba chiều độc đáo để hấp thụ năng lượng ánh sáng từ mọi hướng chứ không chỉ từ phía trên như trong tế bào quang điện phẳng đối lưu.

Tế bào sử dụng mảng 3D gồm các cấu trúc phân tử thu nhỏ để thu được càng nhiều ánh sáng mặt trời càng tốt; tăng hiệu suất và điện áp đầu ra đồng thời giảm kích thước, trọng lượng và độ phức tạp của nó.

Các công nghệ PV thế hệ thứ 3 này hiện có hiệu suất đầu ra thấp và không thể duy trì các đặc tính hiệu suất của chúng sau 3 đến 5 năm. Tuy nhiên, những sản phẩm này có lợi thế cạnh tranh đáng kể trong các ứng dụng tiêu dùng nhờ tính linh hoạt của chất nền và khả năng hoạt động trong điều kiện ánh sáng yếu hoặc thay đổi.

1.4 Công suất mô-đun PV

Trong ngành năng lượng mặt trời, định mức công suất cao nhất của tấm PV thường được viết tắt là kWp. kWp là công suất cực đại của mô-đun hoặc hệ thống PV mô tả công suất đầu ra của hệ thống đạt được dưới bức xạ mặt trời toàn phần trong Điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn (STC) đã đặt. Bức xạ mặt trời 1.000 W/m², nhiệt độ mô-đun 25°C và khối lượng không khí quang phổ mặt trời 1,5 được sử dụng để xác định các điều kiện tiêu chuẩn. Điều này thường được gọi là tình trạng “mặt trời đầy đủ” - Đó là sự chiếu xạ đầy đủ. Ít

hơn mặt trời đầy đủ sẽ làm giảm sản lượng hiện tại của tế bào theo một tỷ lệ tương ứng.

Ví dụ, nếu chỉ có một nửa năng lượng mặt trời (500 W/m^2), lượng dòng điện đầu ra sẽ giảm đi một nửa vì PV mặt trời chỉ có một nửa độ sáng để tạo ra điện.

Điều kiện STC là:

a. 1.000 W/m^2 ánh sáng mặt trời (bức xạ mặt trời, thường được gọi là cường độ ánh sáng mặt trời cực đại, có thể so sánh với cường độ thời gian buổi trưa mùa hè rõ ràng)

b. Nhiệt độ tế bào 25°C

c. Phổ ở khối không khí 1,5 --- (phổ mặt trời được lọc bằng cách đi qua độ dày 1,5 của khí quyển (Phổ tiêu chuẩn ASTM)).

Nhà sản xuất có thể đánh giá đầu ra mô-đun năng lượng mặt trời cụ thể ở công suất 100 Watts theo STC và gọi sản phẩm là “mô-đun năng lượng mặt trời 100 watt”. Mô-đun này thường có dung sai sản xuất là $\pm 5\%$ định mức, nghĩa là mô-đun này có thể tạo ra 95 Watts và vẫn được gọi là “mô-đun 100 watt”. Để thận trọng, tốt nhất nên sử dụng đầu ra thấp của phổ công suất làm điểm bắt đầu (95 Watts cho mô-đun 100 watt).

1.4.1. Hiệu suất mô-đun

Hiệu suất của từng sản phẩm PV do nhà sản xuất quy định. Hiệu suất dao động từ thấp 5% đến cao tới 15%–19%. Tỷ lệ hiệu suất chuyển đổi của công nghệ xác định lượng điện mà một sản phẩm PV thương mại có thể sản xuất. Ví dụ, mặc dù mô-đun PV silicon vô định hình màng mỏng yêu cầu ít vật liệu bán dẫn hơn và có thể sản xuất ít tốn kém hơn so với mô-đun silicon tinh thể, nhưng chúng cũng có khả năng chuyển đổi thấp hơn tỷ lệ hiệu quả. Chúng sẽ cần không gian gần gấp đôi so với mảng PV silicon tinh thể vì hiệu suất mô-đun của nó giảm một nửa, với cùng công suất danh nghĩa trong Điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn (STC).

Hiệu suất chuyển đổi của các công nghệ tế bào quang điện khác nhau được tóm tắt trong Bảng dưới đây.

Hiệu suất chuyển đổi của các công nghệ mô-đun PV khác nhau:

Loại PV	Đặc điểm (Màu sắc-kết cấu)	Hiệu suất mô-đun	Diện tích lắp đặt cho 1 kWp (m^2)
---------	----------------------------	------------------	--

Monocrystalline (m Si)	Blue, grey, black, high light absorption	16-22%	7
Polycrystalline (p-Si)	Bright bluish speckled tone	12-15%	9
Thin film Amorphous silicon (a-Si)	Reddish-black, very flexible/durable	6-8%	17
Thin film CIGS/ CIS (Copper Indium Gallium Selenide/ Indium Copper Selenide)	Black, shiny cell - flexible or rigid	9-12%	11
Thin film CdTe (Cadmium telluride)	Grey-green rigid cell	7-10%	14
Titanium dioxide (TiO ₂) dye	Light brown translucent window system	3-5%	20

Ghi chú:

Mỗi công nghệ có phạm vi sản lượng liên quan tính bằng watt trên m² hoặc và chi phí trên mỗi watt. Ví dụ:

- Mô-đun quang điện có hiệu suất cao hơn sẽ có diện tích bề mặt thấp hơn cho số watt tương đương. Chi phí lắp đặt và giá đỡ sẽ ít hơn với các mô-đun hiệu quả hơn, nhưng điều này phải được cân nhắc với chi phí cao hơn.
- Các tấm silicon tinh thể có sản lượng điện trên mỗi mét vuông cao hơn nhưng chi phí cao hơn và hạn chế về thiết kế. Công suất đầu ra của các mô-đun đơn tinh thể và đa tinh thể gần như tương tự nhau.
- Mô-đun silicon vô định hình màng mỏng có hiệu suất định mức thấp hơn mô-đun silicon tinh thể, nhưng chúng rẻ hơn và có thể tích hợp dễ dàng hơn trên các bề mặt không đều. Dữ liệu cũng cho thấy rằng trong thời tiết nhiều mây, tất cả các loại màng mỏng đều có xu hướng hoạt động tốt hơn silicon tinh thể.
- Công suất của hệ thống PV bị giới hạn về mặt vật lý theo kích thước diện tích bề mặt sẵn có của tòa nhà. Sự cân bằng giữa lượng điện năng cần thiết và lượng diện tích bề mặt sẵn có có thể xác định loại công nghệ PV sẽ được sử dụng.

1.5 Thành phần hệ thống PV

Các bộ phận chính của hệ thống sản xuất năng lượng mặt trời PV là:

- a. Mảng quang điện để thu ánh sáng mặt trời
- b. Biến tần để biến đổi dòng điện một chiều (DC) thành dòng điện xoay chiều (AC)
- c. Bộ pin và bộ điều khiển sạc cho hệ thống PV độc lập
- d. Các thành phần hệ thống khác.

Tất cả các thành phần hệ thống, ngoại trừ các mô-đun PV, được gọi là các thành phần cân bằng hệ thống (BOS).

1.5.1. Mảng quang điện

Mảng PV được tạo thành từ các mô-đun PV, là tập hợp các tế bào PV được bảo vệ—các thiết bị chuyển đổi ánh sáng mặt trời thành điện năng. Mô-đun PV phổ biến nhất có kích thước từ 2 đến 2,5 m² và nặng 10-15 kg/m².

1.5.2. Pin

Pin lưu trữ năng lượng điện để hoạt động vào ban đêm hoặc trong thời gian dài có mây hoặc thời tiết u ám khi bản thân mảng PV không thể cung cấp đủ năng lượng. Số ngày dung lượng lưu trữ của pin có sẵn để vận hành trực tiếp các tải điện từ pin mà không có bất kỳ năng lượng nào đầu vào từ mảng PV được gọi là ngày “tự chủ” trong hệ thống PV độc lập. Đối với các ứng dụng PV phổ biến, ít quan trọng hơn, thời gian tự chủ thường được thiết kế trong khoảng từ hai đến sáu ngày. Đối với các ứng dụng quan trọng liên quan đến tải thiết yếu hoặc thời gian tự chủ về an toàn công cộng có thể lớn hơn mười ngày.

Pin axit chì hoặc lithium-ion thường được sử dụng.

1.5.3. Biến tần

Mảng quang điện và pin tạo ra dòng điện và điện áp DC. Mục đích của biến tần là chuyển đổi điện DC thành điện xoay chiều được sử dụng bởi các thiết bị điện của bạn và/hoặc có thể xuất sang lưới điện xoay chiều. Nguồn cung cấp điện áp thấp (LV) điển hình cho khu dân cư hoặc tòa nhà thương mại nhỏ sẽ là 220V AC một pha hoặc 380V AC ba pha.

Bộ biến tần được cung cấp với nhiều loại công suất khác nhau, từ vài trăm watt (thông thường cho các hệ thống độc lập), đến vài kW (dải được sử dụng thường xuyên nhất) và thậm chí bộ biến tần trung tâm lên tới 5.000 kW cho các hệ thống quy mô lớn.



PV Modules



Storage Battery



Inverter & Electronics



Charge Controller



Solar Array Mounting System



Cables & Connectors

Hình 9 Các thành phần của hệ thống PV

1.5.4. Bộ điều khiển sạc

Pin được kết nối với mảng PV thông qua bộ điều khiển sạc. Bộ điều khiển sạc bảo vệ pin khỏi bị sạc quá mức hoặc xả. Nó cũng có thể cung cấp thông tin về trạng thái của hệ thống hoặc cho phép đo lường và thanh toán lượng điện sử dụng.

1.5.5. Cân bằng hệ thống (BOS)

Ngoài các mô-đun quang điện, pin, bộ biến tần và bộ điều khiển sạc, còn có các thành phần khác cần có trong hệ thống lưới điện quang điện nhỏ; những thành phần này được gọi là thiết bị Cân bằng Hệ thống (BoS). Các thành phần phổ biến nhất là cấu trúc lắp đặt, hệ thống theo dõi, đồng hồ đo điện, dây cáp, bộ tối ưu hóa nguồn điện, thiết bị bảo vệ, máy biến áp, hộp gom dây, công tắc, v.v.

CHƯƠNG - 2: HIỆU SUẤT QUANG ĐIỆN (PV)

2.0. Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất mô-đun PV

Hiệu suất của mô-đun PV liên quan trực tiếp đến lượng ánh sáng mặt trời mà nó nhận được. Nếu mô-đun PV bị che khuất, dù chỉ một phần, hiệu suất của nó sẽ rất kém. Có những yếu tố khác ảnh hưởng đến đầu ra của hệ thống năng lượng mặt trời.

Những yếu tố này cần được hiểu rõ ràng để khách hàng có những kỳ vọng thực tế về sản lượng tổng thể của hệ thống và lợi ích kinh tế trước những điều kiện thời tiết thay đổi theo thời gian.

2.1 Yếu tố môi trường

2.1.1. Vị trí

Khi thiết kế hệ thống PV, vị trí là điểm khởi đầu. Lượng năng lượng mặt trời mà các mô-đun quang điện nhận được là rất quan trọng đối với tính khả thi về mặt tài chính của bất kỳ hệ thống PV nào. **Vĩ độ là yếu tố chính.**

2.1.2. Bức xạ mặt trời

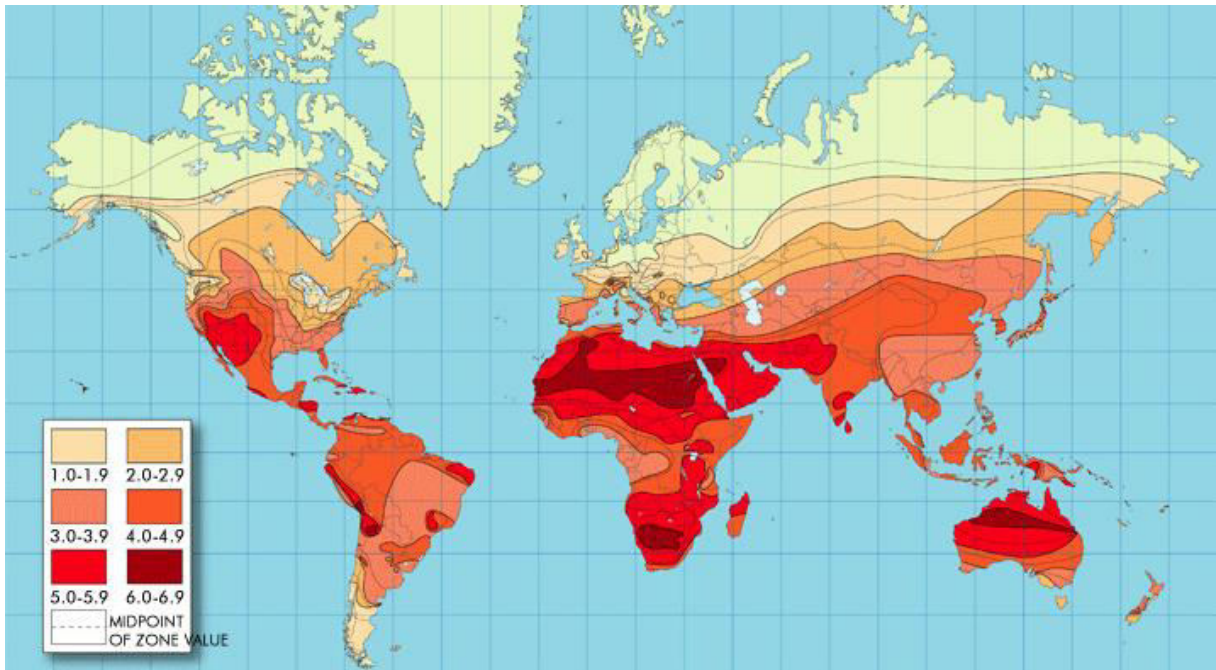
Nó là thước đo cường độ ánh sáng mặt trời hoặc công suất tính bằng Watt trên m^2 rơi trên bề mặt phẳng hoặc bạn đang đến vị trí của mình. Do điều kiện thời tiết có phần giống nhau qua các năm nên có thể dự đoán được năng lượng trung bình hàng tháng và hàng năm một hệ thống sử dụng dữ liệu thời tiết được chuẩn hóa, lịch sử. Có sẵn các bản đồ về nguồn năng lượng mặt trời cho thấy lượng năng lượng đạt tới bề mặt của các tấm PV. Dữ liệu được trình bày dưới dạng bản đồ tiêu chuẩn cho thấy chính xác số giờ nắng tiêu chuẩn có thể được xác định trong một tháng hoặc một năm. Nó được thể hiện bằng thuật ngữ “giờ nắng đỉnh”.

2.1.3. Độ phơi sáng mặt trời

Độ phơi sáng mặt trời là thước đo bức xạ mặt trời chiếu tới bề mặt PV tại bất kỳ thời điểm nào. Năng lượng mặt trời sẵn có tại một địa điểm nhất định được biểu thị bằng kWh/ m^2 /ngày. Điều này thường được gọi là Giờ nắng đỉnh (PSH). Ví dụ: nếu bức xạ mặt trời ở một địa điểm là 5kWh/ m^2 /ngày thì PSH ở địa điểm đó sẽ là 5 giờ. Bây giờ, nếu bạn lắp đặt tấm pin mặt trời 1kWp ở vị trí đó, nó sẽ tạo ra năng lượng 1kWp x 5h = 5kWh mỗi ngày mà không tính đến tổn thất.

Ánh nắng gay gắt hơn sẽ mang lại hiệu suất mô-đun lớn hơn. Mức độ ánh sáng mặt trời thấp hơn dẫn đến sản lượng dòng điện thấp hơn. Điện áp không thay đổi đáng kể do sự thay đổi cường độ ánh sáng mặt trời. Bản đồ bên dưới hiển

thị lượng năng lượng mặt trời tính theo giờ, có sẵn mỗi ngày trên bề mặt nghiêng tối ưu trong những tháng tồi tệ nhất trong năm để tạo ra điện (dựa trên dữ liệu phơi nắng mặt trời được tích lũy trên toàn thế giới). Điều này rất hữu ích vì nó cho phép bạn tính toán việc tạo ra năng lượng của hệ mặt trời.



Hình 10 Bức xạ mặt trời phân bố trên vùng lãnh thổ

Ước tính thống kê về mức độ nắng trung bình hàng ngày cho các vị trí cụ thể thường được sử dụng trong quá trình thiết kế quang điện và được đo bằng kilowatt-giờ trên mét vuông mỗi ngày (kWh/m²/ngày).

2.1.4. Sản xuất điện với Số giờ nắng có sẵn mỗi ngày

Một số yếu tố ảnh hưởng đến lượng năng lượng mặt trời mà mô-đun của bạn sẽ tiếp xúc:

- a. Khi nào bạn sẽ sử dụng hệ thống của mình – mùa hè, mùa đông hoặc quanh năm.
- b. Điều kiện thời tiết địa phương điển hình
- c. Khung đỡ cố định so với hệ thống tracking
- d. Vị trí và góc nghiêng của mảng PV

Cho đến ngày nay, con người đã xác định được các thông số về đặc tính của mặt trời (MT) và của mặt đất (MĐ) như sau:

Thông số, đơn vị đo	Giá trị (~)
Bán kính của MT, km	695300

Bán kính của trái đất (TĐ), km	6378
Khối lượng của MT, kg	$2 \cdot 10^{30}$
Khối lượng của MT lớn hơn của TĐ, nghìn lần	333
Thể tích của MT lớn hơn của trái đất, triệu lần	1,3
Nhiệt độ bề mặt MT, độ C	6000
Nhiệt độ bên trong MT, triệu độ C	40
Lượng nhiệt tỏa vào vũ trụ, cal/năm	$1,3 \cdot 10^{24}$
Khoảng cách tối đa từ MT đến mặt đất (MĐ), triệu km	152
Khoảng cách tối thiểu từ MT đến MĐ, triệu km	147
Khoảng cách trung bình từ MT đến MĐ, triệu km	149,597
Tốc độ chuyển động của TĐ xung quanh MT tại điểm gần MT nhất, km/s	30,3
Tốc độ chuyển động của TĐ xung quanh MT tại điểm xa MT nhất, km/s	29,3
Năng lượng bức xạ MT lên TĐ tính bình quân trên diện tích, W.h/m ²	200 ÷ 250
Năng lượng bức xạ MT nhỏ nhất tại điểm có bức xạ nhỏ nhất trên TĐ, W.h/m ²	170
Năng lượng bức xạ MT lớn nhất tại điểm có bức xạ lớn nhất trên TĐ, W.h/m ²	1000
Năng lượng bức xạ MT lên TĐ tính bình quân trong 1 năm, kWh/m ² .năm	1752 ÷ 2190

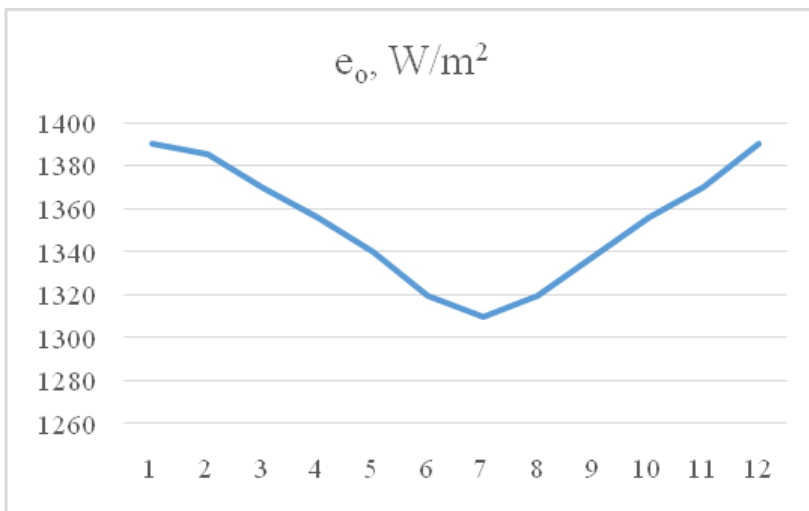
Bình quân trong 1 giây, MT tung vào vũ trụ 4 tỷ kg vật chất. Lượng vật chất này trong vũ trụ được chuyển thành năng lượng bức xạ dưới dạng của các sóng điện từ. Vì vậy, cơ sở vật lý của bức xạ MT trên MĐ là quá trình truyền năng lượng trong quá trình truyền của các sóng điện từ. Theo lý thuyết lượng tử, sóng điện từ là một dòng các photon hay các hạt cơ bản có khối lượng tĩnh bằng 0 di chuyển trong chân không với tốc độ của ánh sáng. Trong vũ trụ, cứ mỗi giây có $4 \cdot 10^{21}$ photon đi qua 1m^2 và tạo ra một năng lượng (E_{ph}) tỷ lệ thuận với tần số của sóng điện từ (γ) và được xác định theo công thức: $E_{ph} = h \cdot \gamma$, trong đó, h - hằng số Planck ($h = 6,626176 \cdot 10^{-34}$ J/s).

Tính bình quân, 1m^2 bề mặt trái đất đang thu được từ mặt trời 4,2 kWh/ngày đêm, tương đương với 1 thùng dầu/năm. Các vùng sa mạc - bình quân 6 kWh/ngày đêm. Hay nói cách khác, năng lượng trái đất thu được từ mặt trời

chỉ trong vòng 18 ngày nắng đã tương đương với tổng trữ lượng than, dầu, khí trên hành tinh của chúng ta.

Về lý thuyết, dòng bức xạ mặt trời đi qua diện tích 1m^2 nằm vuông góc và cách mặt trời 1 "đơn vị thiên văn" (1AU bằng khoảng cách từ mặt trời đến tầng khí quyển của trái đất bằng $149.597.870.700\text{m}$) có giá trị bằng 1367 W/m^2 . Giá trị này được gọi là "hằng số mặt trời". Do sự hấp thụ năng lượng mặt trời của tầng khí quyển, giá trị bức xạ mặt trời ở bề mặt trái đất (mức nước biển) trên đường xích đạo (đạt giá trị tối đa) chỉ còn lại 1020 W/m^2 .

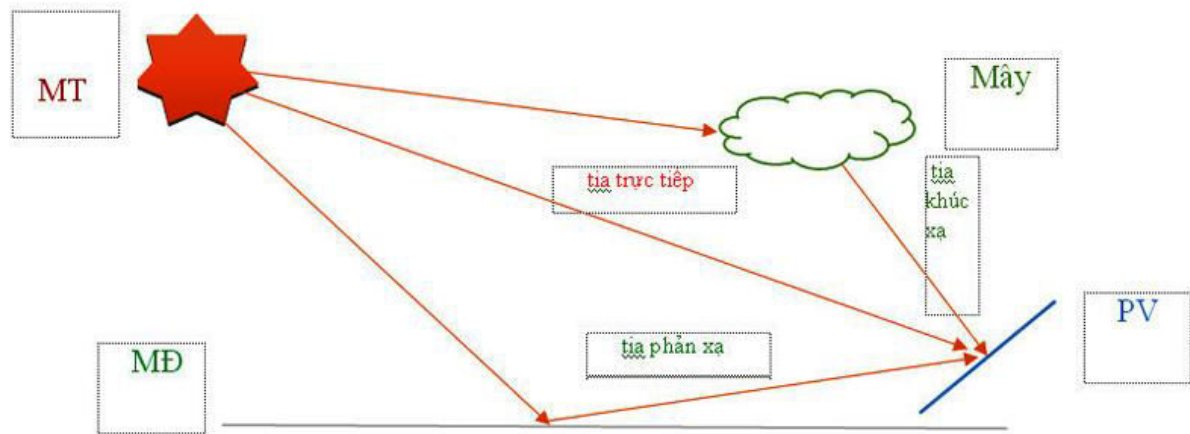
Theo Hiệp ước Quốc tế năm 1981, trong các tính toán, hằng số mặt trời eo (có đơn vị tính là W/m^2) được khuyến nghị lấy bằng $e_0 = 1370\text{ W/m}^2 = 1,96\text{ cal/phút.cm}^2$. Hằng số mặt trời này thay đổi trong năm theo thời gian ở mức trên dưới 1,5%, và thay đổi trong năm theo khoảng cách từ MĐ đến MT ở mức trên dưới 4%. Giá trị gần đúng của eo tính theo 12 tháng trong năm như sau:



Hình 11 Giá trị của Hằng số mặt trời thay đổi theo tháng trong năm.

Các yếu tố ảnh hưởng chính đến bức xạ của MT trên MĐ:

Khi thiết lập hệ thống điện sử dụng năng lượng của MT trên MĐ ta cần tính đến 4 thành phần có ảnh hưởng, gồm: mặt trời (MT), mặt đất (MĐ), các đám mây, và tế bào quang điện (PV).



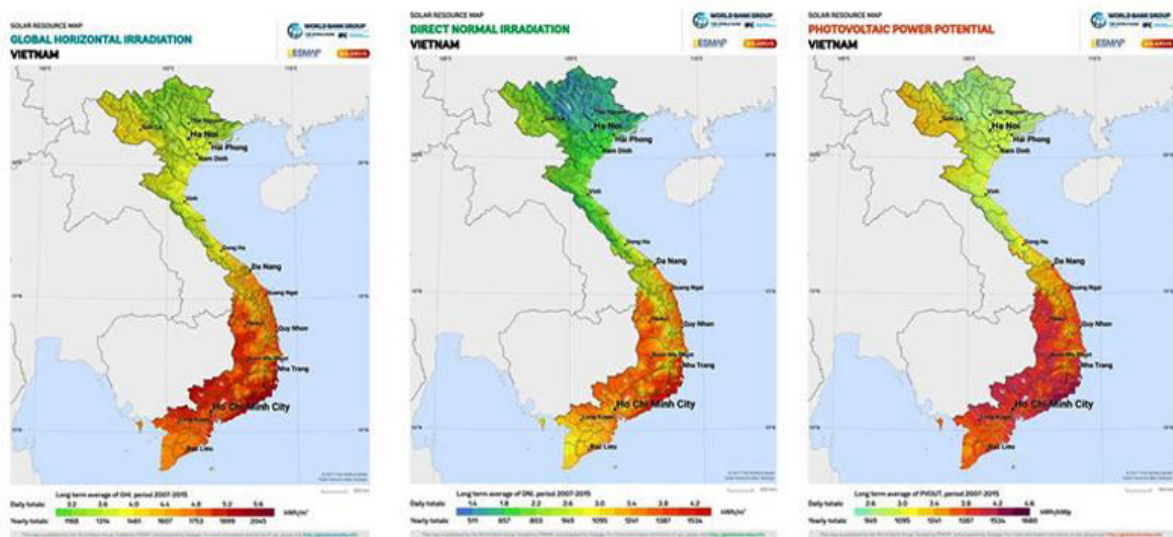
Tổng bức xạ của MT (R_{MT}) được truyền đến PV bằng 3 luồng tia photon khác nhau: trực tiếp (R_t), phản xạ (R_p), và khúc xạ (R_k). Ta có:

$$R_{MT} = R_t + R_p + R_k$$

Tổng bức xạ của MT là chỉ số quan trọng để đánh giá tiềm năng lý thuyết của việc sử dụng năng lượng MT. Trên thế giới, người ta đã xây dựng các bản đồ số hóa Solargis về phân bố bức xạ ngang toàn cầu của MT (Global Horizontal Irradiation- GHI), phân bố bức xạ trực tiếp bình thường (Direct Normal Irradiation- DNI), và phân bố tiềm năng quang điện (PhotoVoltaic Power Potential- PVOUT), trong đó có Việt Nam, như sau:



Hình 12 Bản đồ phân bố bức xạ ngang toàn cầu và tiềm năng quang điện thế giới.



Hình 13 Bản đồ phân bố các loại bức xạ và tiềm năng về quang điện của Việt Nam.

Các bản đồ trên cho thấy, Việt Nam không phải là quốc gia có ưu thế về năng lượng mặt trời. Cụ thể, nếu tính bình quân gia quyền theo diện tích của các tỉnh: bức xạ ngang toàn cầu (GHI) ở Việt Nam chỉ đạt mức khoảng 1600 kWh/m²; bức xạ trực tiếp (DNI) chỉ đạt 981 kWh/m²; và tiềm năng của quang điện (PVOUT) đạt 1330 kWh/m².

Theo Đánh giá tiềm năng năng lượng mặt trời ở Việt Nam của Trung tâm Năng lượng tái tạo (Viện Năng lượng), tổng diện tích khả dụng cho lắp đặt PV chiếm 14% diện tích lãnh thổ, với tiềm năng kỹ thuật khả dụng khoảng 1.677,5 GW, tiềm năng kinh tế 166÷386 GW.

2.1.5. Khối lượng không khí

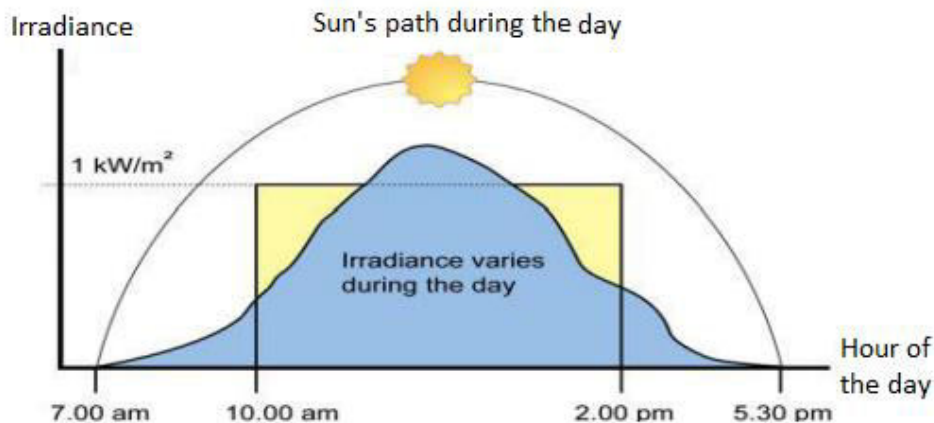
Khối lượng không khí đề cập đến “độ dày” và độ trong của không khí mà ánh sáng mặt trời đi qua để đến các mô-đun (góc mặt trời ảnh hưởng đến giá trị này). Tiêu chuẩn là 1,5.

2.1.6. Góc mặt trời và hướng PV

Hướng mà tấm PV mặt trời hướng tới được gọi là hướng của nó. Hướng của mảng PV mặt trời rất quan trọng vì nó ảnh hưởng đến lượng ánh sáng mặt trời chiếu vào mảng và do đó lượng điện năng mà mảng sẽ tạo ra. Hướng thường bao gồm hướng mà mô-đun năng lượng mặt trời đang hướng tới (tức là hướng về phía nam) và góc nghiêng là góc giữa đế của tấm PV mặt trời và phương ngang. Lượng ánh sáng mặt trời chiếu vào mảng cũng thay đổi theo thời gian trong ngày do chuyển động của mặt trời trên bầu trời.

Các mô-đun năng lượng mặt trời nên được lắp đặt để thu được càng nhiều bức xạ càng tốt. Lý tưởng nhất là việc lắp đặt PV ở phía Bắc đường xích đạo

hoạt động tối ưu khi được định hướng về phía Nam và nghiêng một góc cao hơn 15 độ so với vĩ độ địa điểm. Nếu mảng PV được gắn trên một tòa nhà nơi các tấm pin khó quay mặt về hướng Nam thì nó có thể được hướng về phía Đông hoặc phía Tây nhưng trong mọi trường hợp không được hướng về phía Bắc vì khi đó hiệu quả của nó sẽ rất hạn chế. Hiệu suất cao nhất của mô-đun PV hoặc công suất cực đại xảy ra khi bề mặt của nó vuông góc với tia nắng. Khi các tia lệch khỏi phương vuông góc, ngày càng nhiều năng lượng bị phản xạ thay vì bị hấp thụ bởi các mô-đun.



Hình 14 Đường đi của mặt trời trong ngày

Hầu hết các hệ thống PV đều được gắn ở một vị trí cố định và không thể hướng theo mặt trời suốt cả ngày. Có thể cải thiện sản lượng bằng cách lắp đặt các mô-đun PV trên giàn khung tracking di chuyển theo mặt trời từ đông sang tây trong ngày (tracking 1 trục) và từ Bắc xuống Nam khi thay đổi theo mùa (tracking trục kép). Việc này có thể tốn kém nên không phổ biến đối với hầu hết các ứng dụng PV. Các tấm quang điện nên nghiêng về phía độ cao trung bình của mặt trời, bằng với vĩ độ của vị trí của mảng, để thu được phần lớn năng lượng mặt trời trong suốt một năm. Ví dụ, một hệ thống được sử dụng quanh năm ở vĩ độ 25° có thể có góc nghiêng từ 15° đến 35° để đạt được lượng điện tối đa trong một năm.

2.1.7. Đổ bóng

Đổ bóng có thể là một trong những thông số quan trọng nhất về tổn thất năng lượng trong mảng PV. Ngay cả việc che bóng một phần của một ô của mô-đun 36 ô cũng có thể làm giảm đáng kể công suất đầu ra. Các nguồn che nắng tiềm năng có thể là cây cối và bụi rậm, các tòa nhà lân cận và tự che bóng bởi chính nhiều hàng mô-đun. Cần phải tính toán để tìm ra khoảng cách tối thiểu giữa các hàng PV Array để tránh bị che nắng giữa trưa mùa đông. Nguyên tắc chung là xác định vị trí mảng ở khoảng cách xa đối tượng ít nhất gấp đôi chiều cao

của đối tượng. Điều này sẽ đảm bảo rằng vật thể sẽ không tạo bóng trong 4 giờ ở cả hai phía của buổi trưa mặt trời.

Theo quy luật, góc nghiêng thấp hơn sẽ ít bóng hơn và diện tích có thể được khai thác tốt hơn. Tuy nhiên, trong trường hợp đó, năng suất mặt trời giảm trong suốt cả năm. Vì lý do này, góc nghiêng 15° thường được chọn.

Mô-đun PV màng mỏng có khả năng chịu bóng một phần tốt hơn so với mô-đun PV silicon tinh thể.

2.2 Đặc tính điện

Năng lượng mặt trời được tạo ra bởi tấm quang điện có dòng điện một chiều hoặc DC giống như từ pin. Hầu hết các tấm quang điện tạo ra điện áp mạch hở “không tải” khoảng 0,5 đến 0,6 volt khi không có mạch điện bên ngoài kết nối. Điện áp đầu ra (V_{OUT}) này phụ thuộc rất nhiều vào nhu cầu dòng tải (I) của tế bào PV. Ví dụ, vào những ngày nhiều mây, dòng điện sẽ thấp và do đó tế bào có thể cung cấp đầy đủ điện áp đầu ra V_{OUT} nhưng ở mức dòng điện đầu ra giảm. Nhưng khi nhu cầu dòng điện của tải tăng lên thì cần có ánh sáng mạnh hơn (bức xạ mặt trời) tại điểm nối để duy trì điện áp đầu ra đầy đủ, V_{OUT} . Tuy nhiên, có một giới hạn vật lý đối với dòng điện tối đa mà một tấm quang điện có thể cung cấp cho dù bức xạ mặt trời có cường độ mạnh hay sáng đến đâu. Đây được gọi là dòng điện tối đa và được ký hiệu là I_{MAX} . Giá trị I_{MAX} của một tấm trời quang điện phụ thuộc vào kích thước hoặc diện tích bề mặt của chúng, lượng ánh sáng mặt trời trực tiếp chiếu vào PV, hiệu suất chuyển đổi năng lượng mặt trời này thành dòng điện và tất nhiên là loại vật liệu bán dẫn mà PV được sản xuất từ silicon, gali arsenide, cadmium sulphide, cadmium Telluride, v.v.

Hầu hết các PV mặt trời có bán trên thị trường đều có công suất cho biết năng lượng mặt trời có thể cung cấp tối đa, P_{MAX} mà PV có thể cung cấp tính bằng watt và bằng tích của điện áp tế bào V nhân với dòng điện cực đại I của tế bào và được tính như sau:

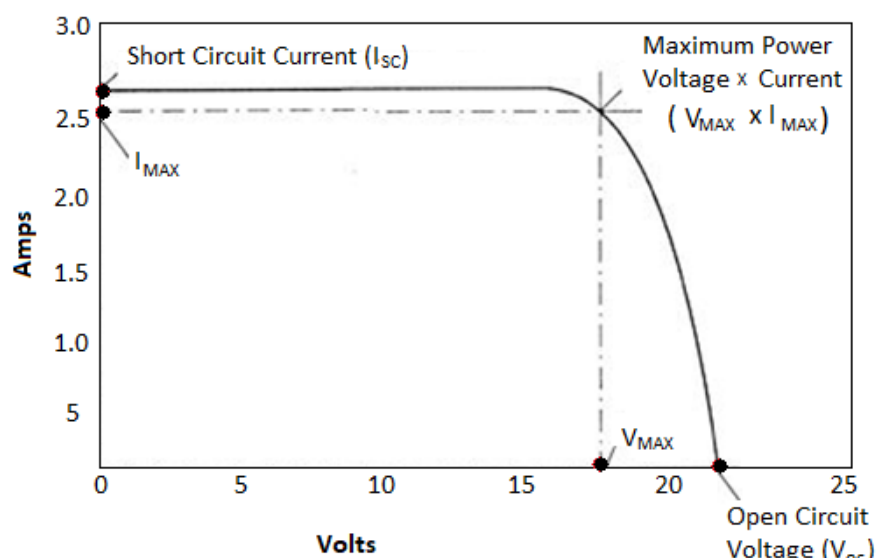
$$P_{MAX} = V \times I_{MAX}$$

Trong đó: P có đơn vị Watts, V có đơn vị Volts và I có đơn vị Ampe

Các nhà sản xuất khác nhau gọi công suất đầu ra của tế bào quang điện ở mức tối đa là: “công suất đầu ra tối đa”, “công suất cực đại”, “công suất định mức”, “điểm công suất tối đa” hoặc các thuật ngữ tương tự khác nhưng tất cả đều có nghĩa giống nhau

2.2.1. Đường cong đặc tính quang điện I-V

Các nhà sản xuất PV tạo ra các đường cong dòng điện-điện áp (I-V), mang lại dòng điện và điện áp tại đó tế bào quang điện tạo ra công suất tối đa và dựa trên việc tế bào ở trong điều kiện tiêu chuẩn về ánh sáng mặt trời và nhiệt độ không có bóng râm.



Typical Current Voltage Curve of a Photovoltaic Module

Hình 15 Đặc tuyến I-V của PV

Điện áp (V) được vẽ dọc theo trục hoành trong khi Dòng điện (I) được vẽ dọc theo trục tung. Công suất khả dụng (W) của PV, tại bất kỳ điểm nào trên đường cong, là tích của dòng điện và điện áp tại điểm đó.

2.2.2. Dòng điện ngắn mạch (I_{sc})

Một mô-đun quang điện sẽ tạo ra dòng điện tối đa khi không có điện trở trong mạch. Đây sẽ là hiện tượng ngắn mạch giữa cực dương và cực âm của nó. Dòng điện tối đa này được gọi là dòng điện ngắn mạch (I_{sc}). Giá trị này cao hơn I_{max} liên quan đến dòng điện mạch hoạt động bình thường.

Trong điều kiện này điện trở bằng 0 và điện áp trong mạch bằng 0.

2.2.3. Điện áp hở mạch (V_{oc})

Điện áp mạch hở (V_{oc}) có nghĩa là tế bào PV không được kết nối với bất kỳ tải bên ngoài nào và do đó không tạo ra bất kỳ dòng điện nào (tình trạng mạch hở). Giá trị này phụ thuộc vào số lượng tấm PV được kết nối nối tiếp. Trong điều kiện này, điện trở cao vô cùng và không có dòng điện.

2.2.4. Công suất tối đa (P_{MAX} hoặc MPP)

Điều này liên quan đến điểm mà nguồn điện được cung cấp bởi mảng được kết nối với tải (pin, bộ biến tần) đạt giá trị tối đa, trong đó $P_{max} = I_{max} \times V_{max}$.

Điểm công suất tối đa của mảng quang điện được đo bằng Watts (W) hoặc Watts-peak (Wp).

Giá trị I_{\max} và V_{\max} xảy ra ở điểm “knee” của đường cong I-V.

2.2.5. Hệ số lấp đầy (FF)

Hệ số lấp đầy là tỷ lệ giữa công suất đầu ra tối đa (P_{\max}) với tích của điện áp hở mạch nhân với dòng điện ngắn mạch, ($V_{oc} \times I_{sc}$). Mối quan hệ là:

$$FF = \frac{P_{\max}}{V_{oc} \times I_{sc}} = \frac{I_{\max} \times V_{\max}}{V_{oc} \times I_{sc}}$$

2.2.6. Sản lượng năng lượng của tấm PV

Trước đây bạn đã biết rằng công suất đầu ra của PV được tính bằng watt và bằng tích của điện áp nhân với dòng điện ($V \times I$). Điện áp hoạt động tối ưu của tế bào PV khi có tải là khoảng 0,46 volt ở nhiệt độ hoạt động bình thường, tạo ra dòng điện khoảng 3 ampe dưới ánh sáng mặt trời đầy đủ. Khi đó, công suất đầu ra của PV điển hình có thể được tính như sau:

$$P = V \times I = 0,46 \times 3 = 1,38 \text{ watt.}$$

Bây giờ, nguồn năng lượng này có thể ổn để cung cấp năng lượng cho máy tính, bộ sạc năng lượng mặt trời nhỏ hoặc đèn sân vườn, nhưng 1,38 watt này không đủ năng lượng để thực hiện bất kỳ công việc hữu ích nào. Tuy nhiên, khi các tế bào PV được kết nối nối tiếp (nối chuỗi), điện áp sẽ được thêm vào và khi được kết nối song song thì dòng điện sẽ được thêm vào. Các mô-đun PV kết hợp nối tiếp và song song phù hợp sẽ mang lại cho bạn điện áp, dòng điện và công suất đầu ra mong muốn.

2.3 Đầu ra mô-đun PV

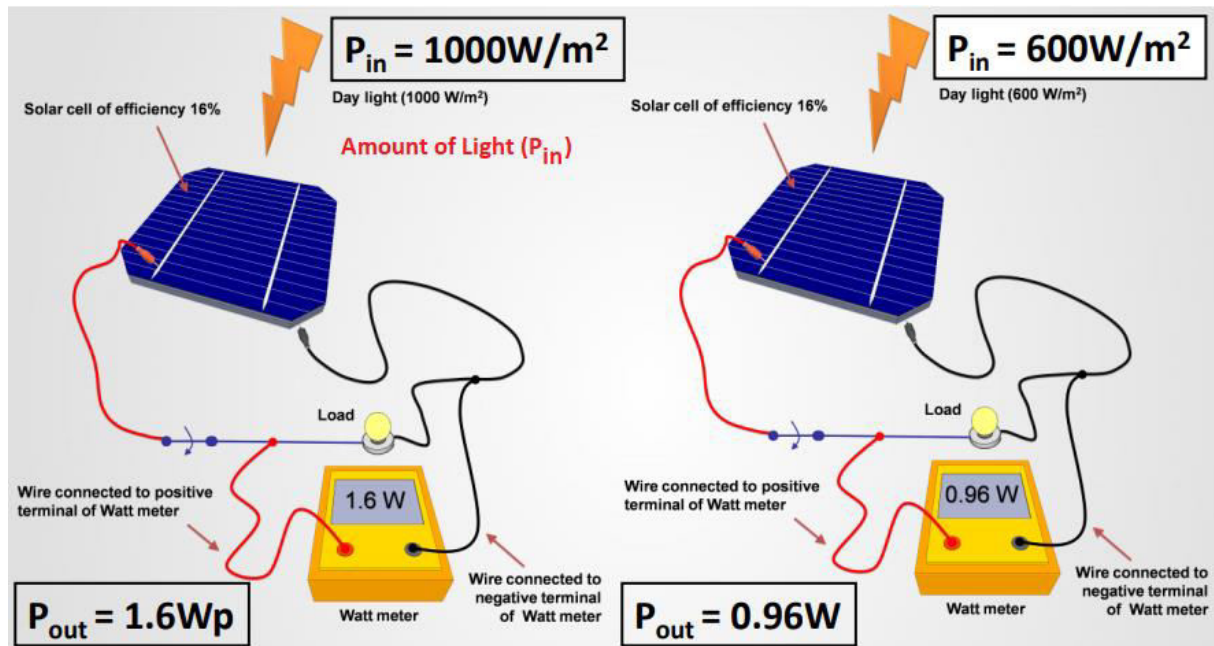
Đối với một tải cụ thể, đầu ra của mô-đun PV phụ thuộc vào hai yếu tố chính:

- a. Bức xạ hoặc cường độ ánh sáng
- b. Nhiệt độ

2.3.1. Cường độ mặt trời

Lượng ánh sáng mặt trời chiếu vào mặt tế bào PV ảnh hưởng đến đầu ra của nó. Càng nhiều ánh sáng mặt trời đi vào tế bào thì càng tạo ra nhiều dòng điện. Điện áp sẽ vẫn như cũ.

Hình dưới đây cho thấy trong các điều kiện thử nghiệm khác nhau, khi ánh sáng ban ngày là 1000 W/m^2 và 600 W/m^2 , công suất phát ra từ mô-đun PV thay đổi theo tỷ lệ.

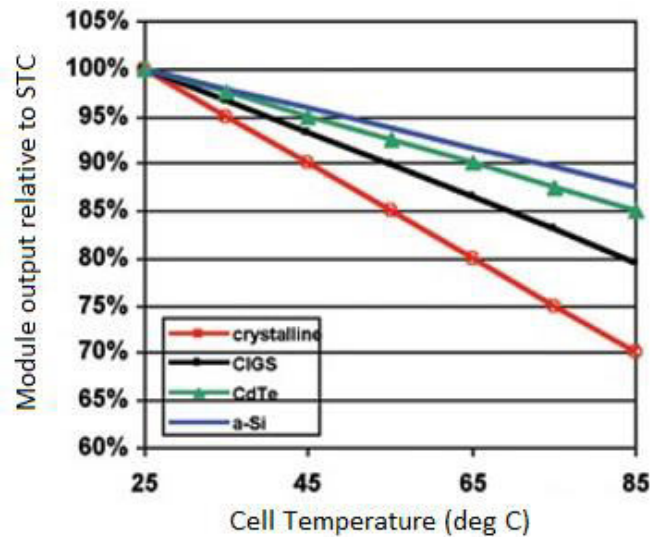


Hình 16 Thử nghiệm công suất ầu đầu ra PV theo bức xạ

Bụi bẩn có thể tích tụ trên bề mặt mô-đun năng lượng mặt trời, chặn một phần ánh sáng mặt trời và làm giảm sản lượng. Mặc dù việc bảo trì nghiêm ngặt sẽ làm sạch bụi bẩn thường xuyên nhưng việc ước tính hiệu suất của hệ thống có tính đến mức giảm do tích tụ bụi trong mùa khô sẽ thực tế hơn. Hệ số giảm bụi hàng năm điển hình được sử dụng là 93% hoặc 0,93. Vì vậy, “mô-đun 100 watt” hoạt động với một ít bụi tích tụ có thể hoạt động ở mức trung bình khoảng 79 Watts ($85 \text{ Watt} \times 0,93 = 79 \text{ Watt}$).

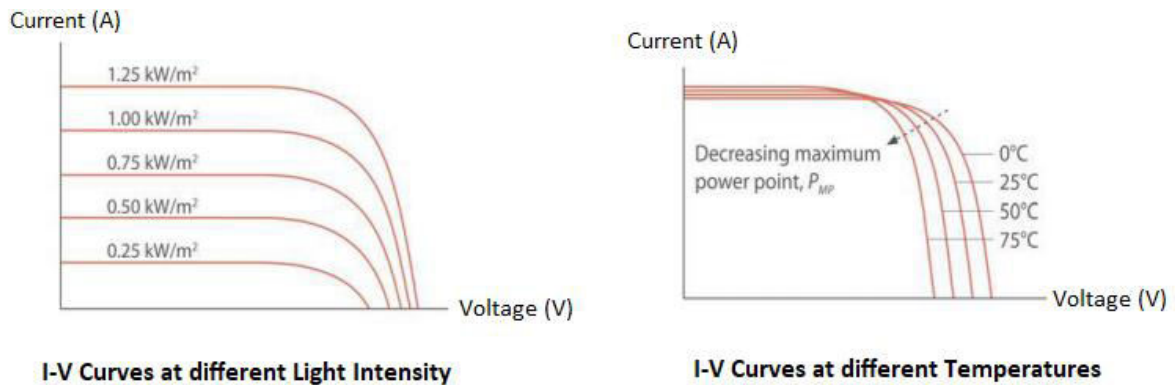
2.3.2. Nhiệt độ

Hiệu suất của tế bào PV giảm ở nhiệt độ tế bào cao hơn. Điện áp hoạt động giảm khi nhiệt độ tế bào tăng. Vì vậy, trong điều kiện ánh nắng đầy đủ, điện áp đầu ra giảm khoảng 5% khi nhiệt độ tế bào tăng thêm 25°C . Sau đó, các tấm quang điện có nhiều pin mặt trời hơn được khuyến khích sử dụng cho những vùng có khí hậu rất nóng hơn là sử dụng ở những vùng lạnh hơn để bù đắp tổn thất sản lượng điện do nhiệt độ cao. Hầu hết các công nghệ màng mỏng đều có hệ số nhiệt độ âm thấp hơn so với công nghệ tinh thể. Nói cách khác, chúng có xu hướng mất ít công suất định mức hơn khi nhiệt độ tăng. Tham khảo cách trình bày đồ họa bên dưới:



Effects of a negative temperature coefficient of power on PV module performance

Hình 17 Suy giảm công suất theo nhiệt độ



Hình 18

Khi nhiệt độ của PV tăng lên, điện áp hở mạch V_{oc} giảm nhưng dòng điện ngắn mạch I_{sc} tăng nhẹ.

2.4 Các yếu tố giảm hiệu suất và suy giảm công suất của mô-đun PV

Hiệu suất của mô-đun PV là tỷ lệ giữa công suất điện đầu ra P_{out} , so với PV đầu vào năng lượng mặt trời cung cấp vào mô-đun. P_{out} có thể được coi là P_{MAX} , vì PV có thể được vận hành ở công suất tối đa để đạt hiệu suất tối đa. Hiệu suất của một mảng PV thông thường thấp khoảng 10-22%

Ví dụ:

Vào một ngày nắng đẹp, dàn PV 1kWp đã nhận được 6 giờ nắng cao điểm (PSH). Sản lượng dự kiến có thể được xác định như sau:

Sản lượng điện cao điểm x Số giờ nắng cao điểm = Công suất dự kiến 1kWp x 6PSH = 6kWh

Tính toán ở trên cho thấy sản lượng năng lượng tối đa theo lý thuyết sẽ không bao giờ được tạo ra trong hệ thống PV thực tế. Sản lượng thực tế sẽ thấp hơn nhiều so với tính toán do tính kém hiệu quả và tổn thất trong hệ thống PV. Một bản tóm tắt về tổn thất hiệu quả điển hình là được cung cấp trong bảng dưới đây.

Nguyên nhân tổn thất	Ước lượng tổn thất (%)	Hệ số suy giảm định mức
Nhiệt độ	10%	0.90
Bụi bẩn	3%	0.97
Sai số NSX	3%	0.97
Đổ bóng	2%	0.95
Hướng/Góc nghiêng	1%	0.99
Tổn thất điện áp rơi dây dẫn/cáp PV-pin lưu trữ	2%	0.9
Tổn thất điện áp rơi dây dẫn/cáp pin lưu trữ - tải	2%	0.98
Tổn thất bộ sạc	2%	0.98
Tổn thất pin lưu trữ	10%	0.9
Tổn thất trong Inverter	10%	0.9
tổn thất do mức độ bức xạ	3%	0.97
Hệ số suy giảm tổng	0.60	

* Tổn thất điển hình trong hệ thống PV.

Tổn thất thực tế sẽ tùy theo điều kiện tại dự án

Hiệu suất năng lượng = Số giờ nắng cao điểm x Công suất định mức của mô-đun x Tổng hệ số giảm dần

Ví dụ:

Vào một ngày nắng đẹp, dàn PV 1kWp đã nhận được 6 Giờ nắng cao điểm. Sản lượng dự kiến có thể được xác định như sau:

Sản lượng dự kiến = Số giờ nắng cao điểm x Sản lượng điện cao điểm x Tổng hệ số giảm dần = 1kWp x 6 x 60% = 3,6 kWh

2.4.1. Suy giảm hiệu suất trong vòng đời

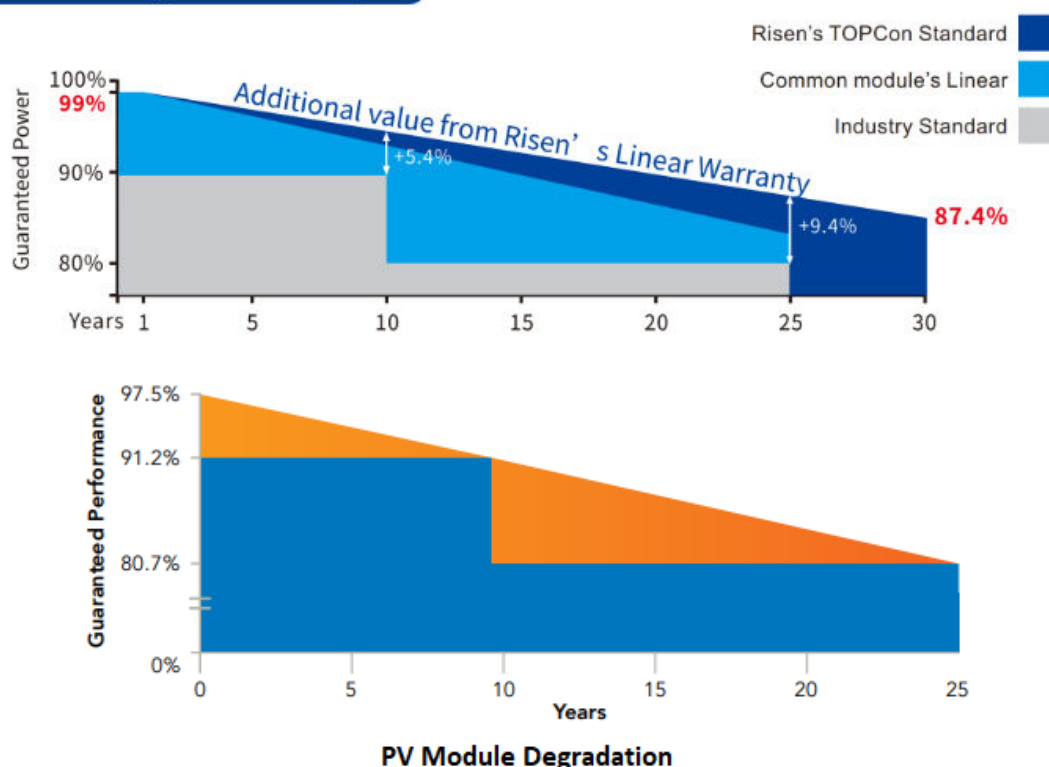
Hiệu suất của mô-đun PV sẽ giảm theo thời gian. Tốc độ phân hủy thường cao hơn trong năm đầu tiên khi tiếp xúc lần đầu với ánh sáng và sau đó ổn định. Các yếu tố ảnh hưởng đến mức độ xuống cấp bao gồm chất lượng của vật liệu được sử dụng trong chế tạo, quy trình sản xuất, chất lượng lắp ráp và đóng

gói các tế bào vào mô-đun cũng như mức độ bảo trì được thực hiện tại cơ sở. Nói chung, sự xuống cấp của một mô-đun chất lượng tốt là khoảng 20% trong suốt vòng đời mô-đun 30 năm với mức giảm từ 0,4% đến 0,7% mỗi năm.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

15 years Product Warranty / 30 years Linear Power Warranty

0.4% Annual Degradation over 30 years



Hình 19 Suy giảm công suất hàng năm của PV

Ví dụ:

Vào một ngày nắng đẹp, dàn PV 1kWp đã nhận được 6 Giờ nắng cao điểm (giờ). Tổng tổn thất (hệ số suy giảm) trong hệ thống ước tính là 0,70 (70%)

Sản lượng dự kiến có thể được xác định như sau:

Sản lượng dự kiến = Số giờ nắng cao điểm x Sản lượng điện cao điểm x Tổng hệ số giảm dần

= 1kWp x 6 giờ/ngày x 0,70 = 4,2 kWh mỗi ngày (năm đầu tiên)

Hiện đang xem xét sự xuống cấp của mô-đun theo cấu hình biểu thị ở trên (chỉ ví dụ, sự xuống cấp thực tế của mô-đun sẽ dựa trên chất lượng mô-đun và điều kiện khí hậu)

Sản xuất năng lượng:

= 3,83 kWh mỗi ngày (vào năm thứ 10)

= 3,39 kWh mỗi ngày (vào năm thứ 25)

2.5 Kích thước mảng PV

Phương trình có thể được sử dụng để xác định kích thước của một hệ thống PV độc lập là:

$$W_{PV} = \frac{E}{PSH \times \eta_{sys}}$$

- W_{PV} = công suất cực đại của mảng, Wp
- E = nhu cầu năng lượng hàng ngày, Wh
- PSH: số Giờ nắng cao điểm trung bình hàng ngày trong tháng thiết kế đối với độ nghiêng và hướng của mảng PV
- η_{sys} = hiệu suất tổng thể của hệ thống

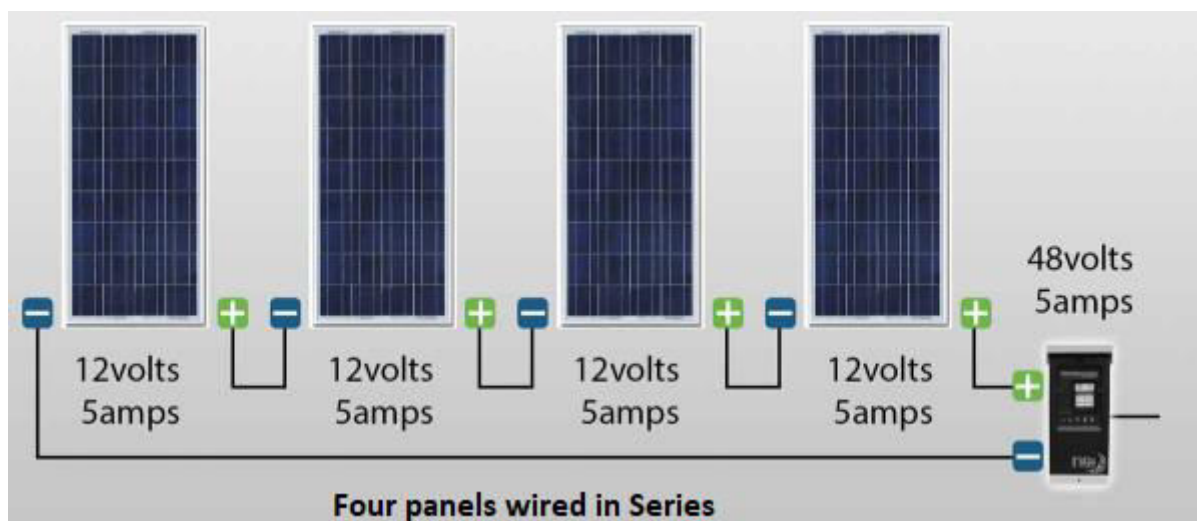
Tháng hệ thống được thiết kế là tháng có bức xạ mặt trời trung bình ngày thấp nhất trong thời gian hệ thống vận hành.

Số giờ cao điểm là độ nghiêng và hướng của mảng PV. Nếu thông tin duy nhất có sẵn là về bức xạ mặt trời trong mặt phẳng nằm ngang thì nên áp dụng hệ số hiệu chỉnh độ nghiêng và hướng.

2.5.1. Đấu dây các tấm pin mặt trời trong mạch nối tiếp

Kết nối cực dương của tấm pin mặt trời đầu tiên với cực âm của tấm tiếp theo.

Ví dụ: Nếu bạn có 4 tấm pin mặt trời nối tiếp và mỗi tấm có điện áp định mức là 12 volt và 5 ampe, thì toàn bộ mảng sẽ là 48 volt ở 5 ampe.

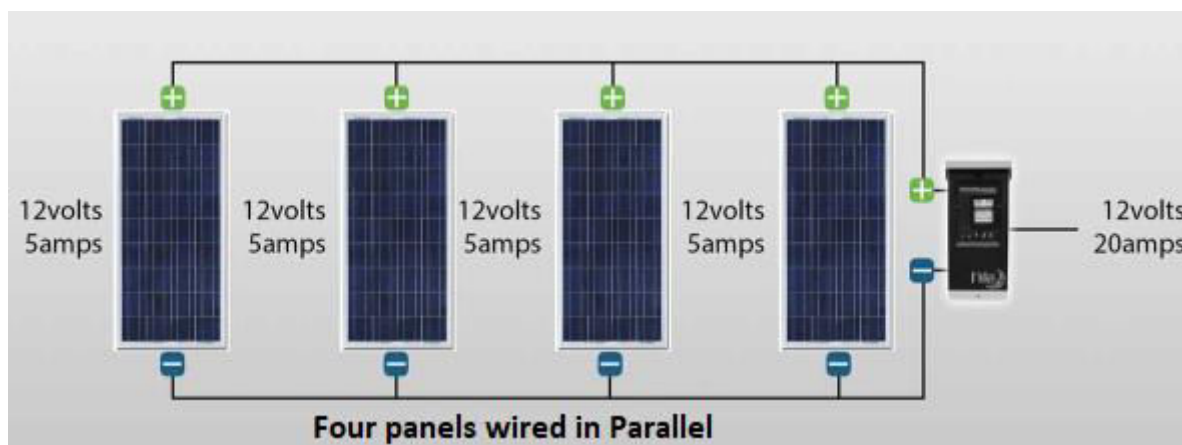


Hình 20 PV nối tiếp

2.5.2. Đấu dây các tấm pin mặt trời trong một mạch song song

Kết nối tất cả các cực dương của tất cả các tấm pin mặt trời với nhau và tất cả các cực âm của tất cả các tấm pin với nhau.

Ví dụ: Nếu bạn có 4 tấm pin mặt trời song song và mỗi tấm có điện áp định mức là 12 volt và 5 ampe, thì toàn bộ mảng sẽ là 12 volt ở 20 ampe.



Hình 21 PV nối song song

2.6 Quy tắc và tiêu chuẩn áp dụng

- NEC Article 690 – Solar Photovoltaic Systems. Article 690 addresses safety standards for the installation of PV systems.
- Uniform Solar Energy Code – ICC
- Building Codes – ICC, ASCE 7-05
- UL Standard 1703, Flat-plate Photovoltaic Modules and Panels
- IEEE 1547, Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems
- UL Standard 1741, Standard for Inverters, Converters, Controllers and Interconnection System Equipment for Use with Distributed Energy Resources PV Systems and the NEC.

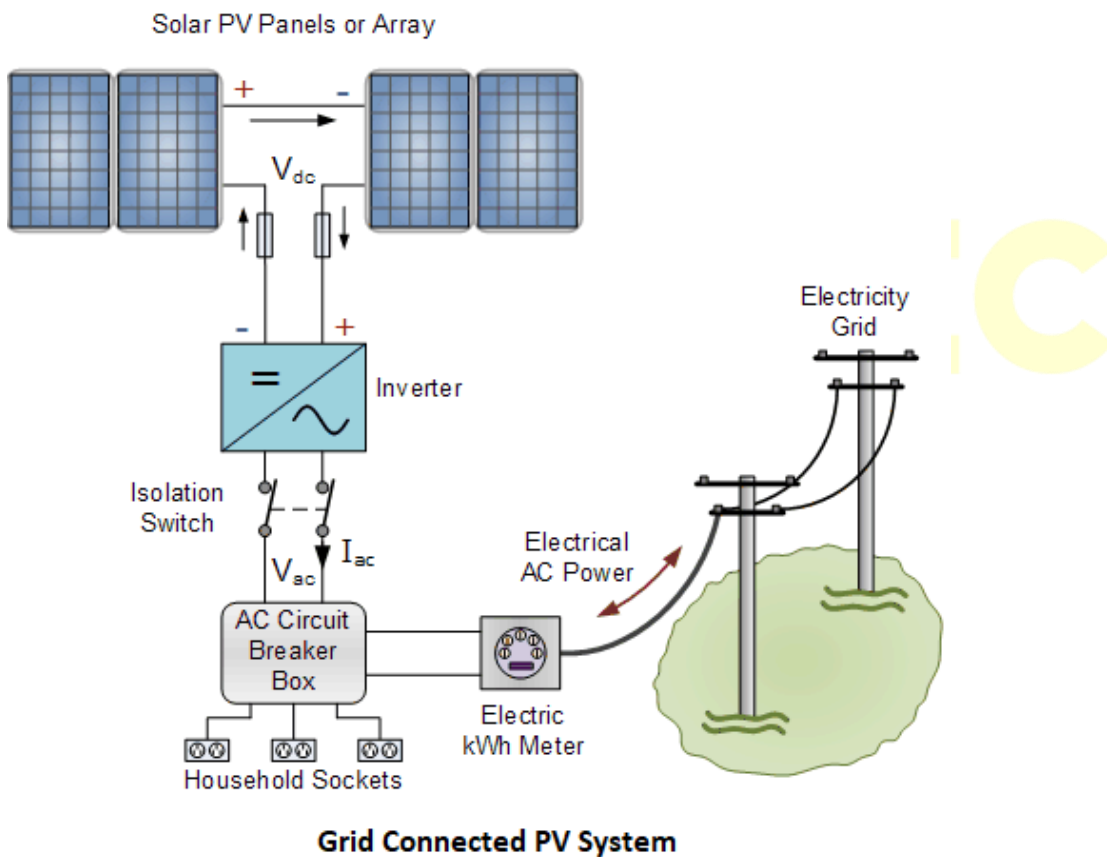
CHƯƠNG - 3: CẤU HÌNH HỆ THỐNG PV

3.0. Cấu hình hệ thống

Có hai cấu hình chính của hệ thống PV năng lượng mặt trời: Hệ thống PV năng lượng mặt trời OnGrid (nối lưới) và Offgrid (độc lập).

3.1 Hệ thống PV nối lưới

Trong hệ thống PV nối lưới, mảng PV được kết nối trực tiếp với biến tần nối lưới mà không cần pin lưu trữ. Nếu có đủ điện từ hệ thống PV của bạn thì sẽ không có điện từ công ty điện lực chảy vào. Nếu hệ thống của bạn đang tạo ra nhiều năng lượng hơn bạn đang sử dụng, phần dư thừa sẽ được xuất vào lưới điện (cần trang bị công tơ 2 chiều hoặc thiết bị zero export phù hợp). Trong thời gian hệ thống PV không sản xuất điện, chẳng hạn như vào ban đêm, lưới điện sẽ cung cấp cho toàn bộ nhu cầu của tòa nhà.



Hình 22 Hệ thống điện mặt trời nối lưới

Hệ thống kết nối lưới là cách đơn giản và tiết kiệm chi phí nhất để kết nối các mô-đun PV với nguồn điện thông thường. Nếu nguồn điện đáng tin cậy và được duy trì tốt trong khu vực của bạn và việc lưu trữ năng lượng không phải là ưu tiên hàng đầu thì bạn không nhất thiết cần đến pin. Nhưng nếu nguồn điện bị cúp, ngay cả khi có năng lượng mặt trời, hệ thống PV sẽ tắt vì sự an toàn của nhân viên điện lực.

Ứng dụng chính của hệ thống PV nối lưới là ở các thành phố có lưới điện quốc gia phủ sóng tốt. Hệ thống PV thường được lắp đặt trên mái nhà hoặc tích hợp vào tòa nhà. Cái sau còn được gọi là Xây dựng quang điện tích hợp (“BIPV”). Với BIPV, mô-đun PV thường thay thế một thành phần khác của tòa nhà, ví dụ: kính cửa sổ hoặc tấm ốp mái/tường, từ đó phục vụ mục đích kép và bù đắp một số chi phí. Hệ thống PV có thể được lắp đặt trên mặt đất nếu đất đai không phải là hạn chế.

3.1.1. Lợi ích của hệ thống nối lưới

- a. Hệ thống kết nối lưới có thể là một cách hiệu quả để giảm sự phụ thuộc của bạn vào nguồn điện lưới, tăng cường sản xuất năng lượng tái tạo và cải thiện môi trường.
- b. Hệ thống không phải lúc nào cũng yêu cầu đáp ứng mọi nhu cầu về điện
- c. Yêu cầu diện tích bề mặt ít hơn và không cần pin
- d. Ít tốn kém hơn

3.1.2. Hạn chế của hệ thống kết nối lưới

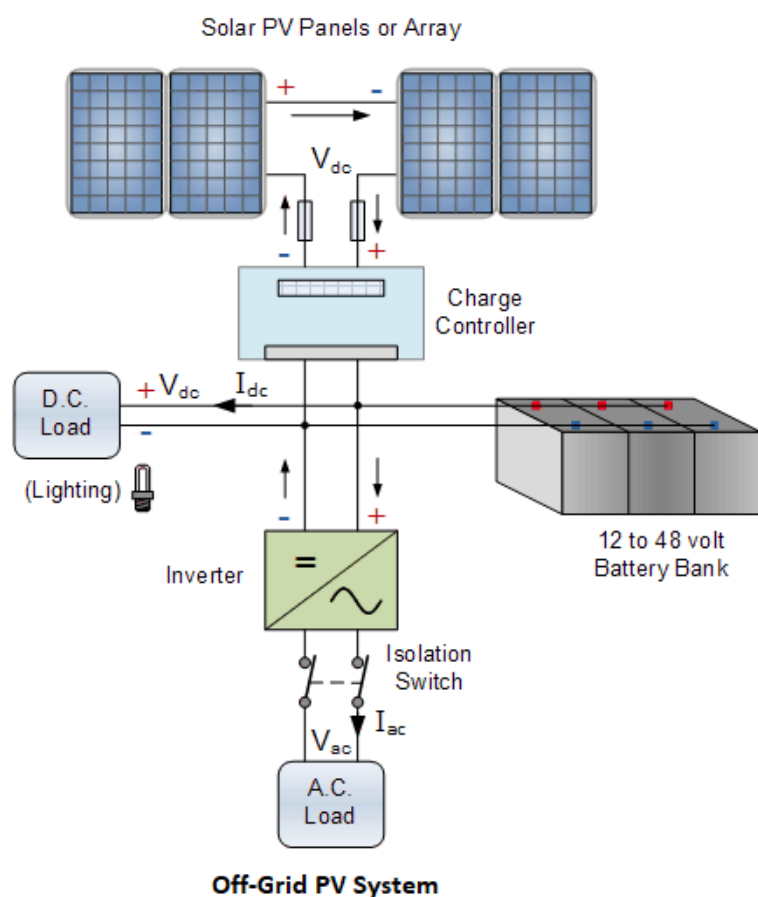
- a. Không ngăn chặn được sự cố mất điện lưới
- b. Có thể được xử lý bằng hệ thống lưu trữ dung lượng nhỏ

3.2 Hệ thống PV độc lập

Hệ thống PV độc lập không có kết nối với lưới điện. Hệ thống PV độc lập đơn giản là một hệ thống năng lượng mặt trời tự động tạo ra năng lượng điện để sạc pin vào ban ngày để sử dụng vào ban đêm khi không có năng lượng mặt trời. Pin axit chì chu kỳ sâu thường được sử dụng để lưu trữ năng lượng mặt trời do các tấm PV tạo ra và sau đó xả điện khi cần năng lượng. Pin chu trình sâu không chỉ có thể sạc lại mà còn được thiết kế để có thể xả liên tục cho đến khi mức sạc rất thấp.

Bộ điều khiển sạc được kết nối giữa các tấm PV mặt trời và pin. Bộ điều khiển sạc hoạt động tự động và đảm bảo rằng công suất tối đa của các tấm PV mặt trời được hướng tới để sạc pin mà không sạc quá mức hoặc làm hỏng chúng.

Cần có một bộ biến tần để chuyển đổi nguồn DC được tạo ra thành nguồn AC để sử dụng trong các thiết bị.



Off-Grid PV System

Hình 23 Hệ thống Off-Grid

Hệ thống PV độc lập lý tưởng cho việc điện khí hóa các khu vực nông thôn hoặc các khu vực ngoài khơi không có dịch vụ lưới điện hoặc những nơi sẽ rất tốn kém khi có đường dây điện chạy đến các tòa nhà biệt lập. Trong những trường hợp này, việc lắp đặt một hệ thống PV độc lập sẽ hiệu quả hơn về mặt chi phí so với việc phải trả chi phí nhờ công ty điện lực địa phương mở rộng đường dây điện và cáp trực tiếp đến nhà.

3.2.1. Lợi ích của hệ thống độc lập

- Hệ thống đáp ứng mọi nhu cầu về điện cho tòa nhà
- Không có kết nối với lưới điện thông thường
- Hoạt động ở những nơi xa xôi
- Bảo vệ khi mất điện

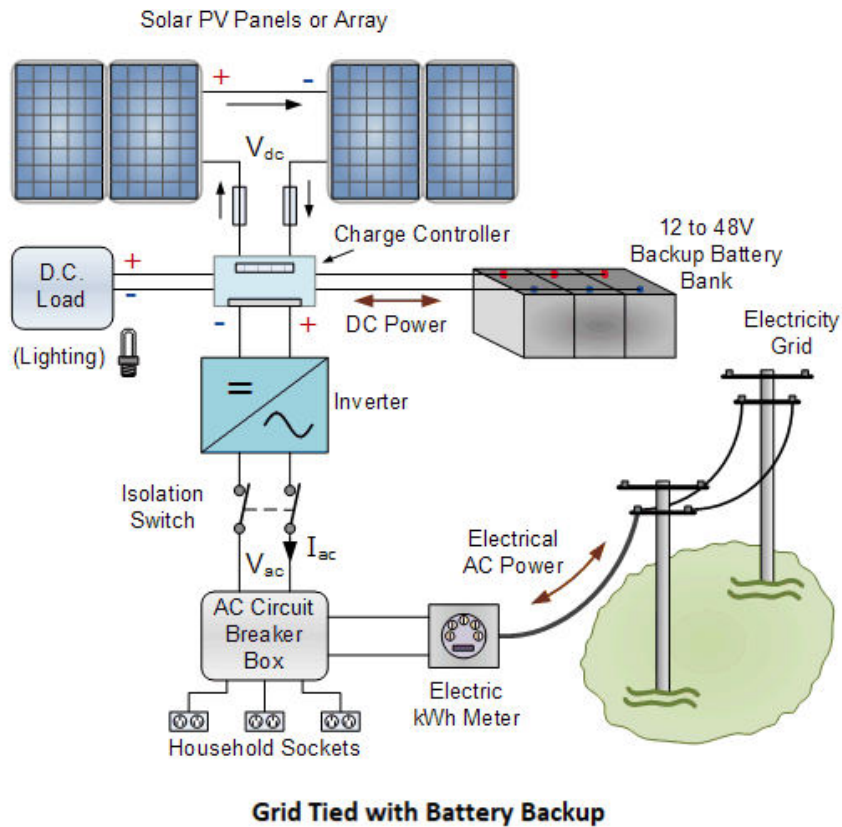
3.2.2. Hạn chế của hệ thống ngoài lưới

- Yêu cầu hệ thống mạnh mẽ hơn nhiều. Nó phải tạo ra nhiều năng lượng hơn mức tiêu thụ trung bình.
- Đắt hơn đáng kể

c. Có thể hết điện

3.3 Hệ thống Hybrid

Việc đưa một bộ pin vào hệ thống cho phép sử dụng năng lượng được tạo ra từ hệ thống PV và được lưu trữ trong pin trong thời gian mất điện. Hệ thống PV nối lưới có pin dự phòng là lựa chọn lý tưởng khi sống ở những khu vực có nguồn điện không ổn định từ lưới điện hoặc bị mất điện do thiên tai.



Hình 24 Hệ thống Hybrid

3.4 So sánh

Thiết kế của hệ thống PV cần xem xét liệu tòa nhà có thể hoạt động hoàn toàn độc lập với lưới điện hay không, vốn cần có pin hoặc các hệ thống lưu trữ năng lượng tại chỗ khác.

Đây là sự so sánh.

Đặc điểm	Độc lập	Nối lưới	Hybrid
Độ phức tạp	Hệ thống phức tạp khi kết hợp pin lưu trữ, máy phát điện,...	Cấu trúc hệ thống đơn giản	Hệ thống phức tạp khi kết hợp pin lưu trữ, máy phát điện,... và phụ

			thuộc loại inverter
Bảo trì	Yêu cầu bảo trì cao hơn PV nối lưới và ít hơn so với hệ thống Hybrid	Yêu cầu bảo trì thấp	Yêu cầu bảo trì phụ thuộc pin lưu trữ.
Tuổi thọ	Tuổi thọ giảm khi hết pin lưu trữ	Tuổi thọ dài do hệ thống đơn giản	Tuổi thọ giảm liên quan đến pin lưu trữ
Năng lượng/Kinh tế	Không tốn tiền điện/Giá thành cao	Có thể bán điện thừa (nếu quy định pháp luật Điện lực cho phép)	Giảm hóa đơn điện/Giá thành cao
Quyền tự chủ	Hệ thống tự vận hành. Nếu nguồn điện từ các mô-đun quang điện không thể tạo ra đủ điện, pin và máy phát điện dự phòng sẽ đáp ứng các phụ tải quan trọng.	Dựa vào lưới. Nếu lưới điện sự cố, hệ thống sẽ ngừng hoạt động và năng lượng tạo ra sẽ bị lãng phí.	Quyền tự chủ lớn hơn. Nếu lưới điện bị sự cố, nguồn điện dự phòng từ pin sẽ được sử dụng để trang trải cho các phụ tải quan trọng.

CHƯƠNG - 4: BIẾN TẦN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

4.0. Các loại biến tần

Biến tần chuyển đổi dòng điện một chiều (DC) từ pin hoặc mảng năng lượng mặt trời thành dòng điện xoay chiều (AC).

Chúng có thể được phân thành 3 loại:

a. Biến tần độc lập được sử dụng trong các hệ thống biệt lập không kết nối với lưới điện. Bộ biến tần lấy năng lượng DC từ pin được sạc bằng mảng quang điện và cung cấp năng lượng AC cho cơ sở sử dụng. Nhiều bộ biến tần độc lập cũng kết hợp bộ sạc pin tích hợp để bổ sung pin từ nguồn AC khi có sẵn. Thông thường, những thiết bị này không giao tiếp với lưới điện theo bất kỳ cách nào và do đó, không bắt buộc phải có biện pháp bảo vệ chống đảo.

b. Bộ biến tần nối lưới không cung cấp nguồn điện dự phòng trong thời gian mất điện. Chúng được thiết kế để tự động tắt khi mất nguồn điện lưới vì lý do an toàn. Họ cần khớp pha với sóng hình sin do tiện ích cung cấp.

c. Bộ biến tần dự phòng bằng pin: Đây là những bộ biến tần đặc biệt được thiết kế để lấy năng lượng từ pin, quản lý việc sạc pin thông qua bộ sạc tích hợp và xuất năng lượng dư thừa vào lưới điện. Những bộ biến tần này có khả năng cung cấp năng lượng xoay chiều cho các tải đã chọn trong thời gian mất điện và bắt buộc phải có bảo vệ chống đảo.

Khi chỉ định biến tần, cần xem xét các yêu cầu của cả đầu vào DC và đầu ra AC.

a. Đối với hệ thống PV được kết nối với lưới, nên chọn định mức công suất đầu vào DC của biến tần để phù hợp với bảng hoặc mảng PV.

b. Đối với các hệ thống độc lập, bộ biến tần nguồn được chọn dựa trên điện áp pin đầu vào, tải tối đa, mức tăng tối đa cần thiết, sự thay đổi về điện áp và bất kỳ tính năng tùy chọn nào cần thiết.

4.1 Biến tần độc lập

Bộ biến tần độc lập thường hoạt động ở đầu vào DC 12, 24, 48 và tạo ra điện áp xoay chiều 220 V hoặc 380 V ở 50 Hertz. Việc lựa chọn điện áp đầu vào biến tần là một quyết định quan trọng. Hãy hiểu một số thuật ngữ biến tần được sử dụng trong bảng dữ liệu của nhà sản xuất:

4.1.1. Hiệu suất chuyển đổi năng lượng

Giá trị này cho tỷ lệ giữa công suất đầu ra và công suất đầu vào của biến tần. Một số năng lượng bị mất trong quá trình chuyển đổi. Bộ biến tần hiện đại thường được sử dụng trong hệ thống điện PV có hiệu suất cao đến 98,5%,

nhưng chúng lại được đo trong điều kiện nhà máy được kiểm soát tốt. Các điều kiện thực tế tại hiện trường thường mang lại hiệu suất chuyển đổi DC – sang – AC tổng thể khoảng 88-92%.

4.1.2. Đánh giá nhiệm vụ

Đánh giá này cho biết khoảng thời gian biến tần có thể cung cấp công suất định mức. Một số bộ biến tần có thể hoạt động ở công suất định mức chỉ trong một thời gian ngắn mà không bị quá nóng. Vượt quá thời gian này có thể gây ra lỗi phần cứng.

4.1.3. Điện áp đầu vào

Điều này được xác định bởi tổng công suất theo yêu cầu của tải AC và điện áp của bất kỳ tải DC nào. Nói chung, tải càng lớn thì điện áp đầu vào biến tần càng cao. Điều này giữ cho dòng điện ở mức mà các thiết bị đóng cắt và các thành phần khác sẵn sàng.

4.1.4. Công suất tăng đột biến

Hầu hết các bộ biến tần có thể vượt quá công suất định mức trong khoảng thời gian giới hạn (giây). Yêu cầu đột biến của tải cụ thể phải được xác định hoặc đo lường. Một số máy biến áp và động cơ xoay chiều yêu cầu dòng điện khởi động gấp vài lần mức hoạt động của chúng trong vài giây.

4.1.5. Chế độ chờ

Đây là lượng dòng điện (nguồn) được biến tần sử dụng khi không có tải hoạt động (mất điện). Đây là một thông số quan trọng nếu bật biến tần trong thời gian dài để cung cấp cho các tải nhỏ. Hiệu suất biến tần thấp nhất khi nhu cầu tải thấp.

4.1.6. Điều chỉnh điện áp

Điều này cho thấy sự thay đổi của điện áp đầu ra. Các thiết bị tốt hơn sẽ tạo ra điện áp đầu ra hiệu dụng (RMS) gần như không đổi cho nhiều loại tải.

4.1.7. Bảo vệ điện áp

Biến tần có thể bị hỏng nếu vượt quá mức điện áp đầu vào DC. Hãy nhớ rằng, điện áp pin có thể vượt xa danh nghĩa nếu pin bị sạc quá mức. Pin 12 volt có thể đạt tới 16 volt trở lên và điều này có thể làm hỏng một số bộ biến tần. Nhiều bộ biến tần có mạch cảm biến sẽ ngắt kết nối thiết bị khỏi pin nếu vượt quá giới hạn điện áp quy định.

4.1.8. Tính thường xuyên

Thiết bị chất lượng cao yêu cầu điều chỉnh tần số chính xác có thể khiến đồng hồ, đồng hồ điện tử hoạt động kém.

4.1.9. Tính mô đun

Trong một số hệ thống, việc sử dụng nhiều bộ biến tần sẽ có lợi. Chúng có thể được kết nối song song để phục vụ các tải khác nhau. Chuyển đổi tải thủ công đôi khi được cung cấp để cho phép một biến tần đáp ứng các tải quan trọng trong trường hợp hỏng hóc. Sự dư thừa bổ sung này làm tăng độ tin cậy của hệ thống.

4.1.10. Hệ số công suất

Cosin của góc giữa dạng sóng dòng điện và điện áp do biến tần tạo ra là hệ số công suất. Đối với tải điện trở, hệ số công suất sẽ là 1,0 nhưng đối với tải cảm, hệ số công suất sẽ giảm. Hệ số công suất được xác định bởi tải chứ không phải biến tần.

4.2 Biến tần nối lưới

Để kết nối lưới, biến tần phải có dòng chữ “Utility-Interactive” được in trực tiếp trên nhãn máy. Dưới đây là một số hướng dẫn:

4.2.1. Điện áp đầu vào

Đầu vào điện áp DC của biến tần phải phù hợp với điện áp danh định của mảng năng lượng mặt trời, thường là 235V đến 600V đối với hệ thống không có pin và 12, 24 hoặc 48 volt đối với hệ thống chạy bằng pin.

4.2.2. Đầu ra nguồn AC

Các hệ thống kết nối lưới có kích thước theo công suất đầu ra của mảng PV, thay vì yêu cầu tải của tòa nhà. Điều này là do mọi yêu cầu về năng lượng vượt quá mức mà hệ thống PV kết nối lưới có thể cung cấp sẽ tự động được lấy từ lưới.

4.2.3. Công suất tăng đột biến

Sự tăng vọt dòng khởi động của các thiết bị như động cơ không được xem xét khi lựa chọn công suất các bộ biến tần nối lưới. Khi khởi động, động cơ có thể tiêu thụ gấp bảy lần công suất định mức của nó. Đối với các hệ thống được kết nối với lưới, mức đột biến khởi động này được tự động lấy từ lưới.

4.2.4. Điều chỉnh tần số và điện áp

Bộ biến tần chất lượng tốt hơn sẽ tạo ra điện áp và tần số đầu ra gần như không đổi.

4.2.5. Hiệu suất

Bộ biến tần hiện đại có hiệu suất cao nhất từ 92% đến 99%, theo đánh giá của nhà sản xuất. Các điều kiện thực tế tại hiện trường thường mang lại hiệu suất tổng thể khoảng 88% đến 95%. Bộ biến tần cho hệ thống chạy bằng pin có hiệu suất thấp hơn một chút.

4.2.6. Thuật toán truy điểm công suất cực đại (MPPT)

Bộ biến tần không dùng pin hiện đại bao gồm tính năng theo dõi điểm công suất tối đa. MPPT tự động điều chỉnh điện áp hệ thống sao cho mảng PV hoạt động ở điểm công suất tối đa. Đối với các hệ thống sử dụng pin, tính năng này gần đây đã được tích hợp vào bộ điều khiển sạc tốt hơn.

4.2.7. Bộ sạc biến tần

Đối với các hệ thống sử dụng pin, bộ biến tần có sẵn bộ điều khiển sạc tích hợp tại nhà máy, được gọi là bộ sạc biến tần. Tuy nhiên, hãy đảm bảo chọn bộ sạc biến tần được xếp hạng cho kết nối lưới. Trong trường hợp mất điện lưới, việc sử dụng bộ sạc biến tần không được thiết lập để kết nối lưới sẽ dẫn đến việc sạc quá mức và làm hỏng pin, được gọi là “nấu pin”.

4.2.8. Tự sa thải phụ tải

Đối với các hệ thống sử dụng pin, biến tần có thể tự động loại bỏ mọi tải không cần thiết trong trường hợp mất điện. Tải năng lượng mặt trời, tức là tải sẽ được cấp nguồn trong quá trình khi mất điện, được kết nối với một bảng điện phụ riêng biệt. Hệ thống sử dụng pin phải được thiết kế để cung cấp năng lượng cho các tải quan trọng này.

4.2.9. Ngắt kết nối

Ngắt kết nối an toàn tự động và thủ công bảo vệ hệ thống dây điện và các bộ phận khỏi sự cố đột ngột về điện và các trục trặc của thiết bị khác. Họ cũng đảm bảo hệ thống có thể được tắt một cách an toàn và các bộ phận của hệ thống có thể được tháo ra để bảo trì và sửa chữa. Đối với các hệ thống nối lưới, ngắt kết nối an toàn đảm bảo rằng thiết bị phát điện được cách ly khỏi lưới, điều này rất quan trọng đối với sự an toàn của nhân viên điện lực. Nhìn chung, việc ngắt kết nối là cần thiết đối với từng nguồn điện hoặc thiết bị lưu trữ năng lượng trong hệ thống.

Đối với mỗi chức năng được liệt kê bên dưới, không phải lúc nào cũng cần cung cấp một ngắt kết nối riêng. Ví dụ: nếu một biến tần được đặt ngoài trời, một ngắt kết nối DC duy nhất có thể phục vụ chức năng của cả ngắt kết nối DC mảng và ngắt kết nối DC biến tần. Tuy nhiên, trước khi bỏ qua việc ngắt kết nối riêng biệt, hãy cân nhắc xem liệu điều này có dẫn đến tình trạng không an

toàn khi thực hiện bảo trì trên bất kỳ bộ phận nào hay không. Cũng nên xem xét sự thuận tiện của vị trí ngắt kết nối. Việc ngắt kết nối ở vị trí không thuận tiện có thể dẫn đến xu hướng tắt nguồn trong khi bảo trì, dẫn đến nguy hiểm về an toàn.

4.2.10. Ngắt kết nối mảng DC

Ngắt kết nối DC mảng, còn được gọi là ngắt kết nối PV, được sử dụng để ngắt dòng điện từ mảng PV một cách an toàn để bảo trì hoặc khắc phục sự cố. Bộ ngắt kết nối DC mảng cũng có thể có bộ ngắt mạch hoặc cầu chì tích hợp để bảo vệ chống lại sự đột biến điện.

4.2.11. Ngắt kết nối DC biến tần

Cùng với ngắt kết nối AC biến tần, ngắt kết nối DC biến tần được sử dụng để ngắt kết nối biến tần khỏi phần còn lại của hệ thống một cách an toàn. Trong nhiều trường hợp, ngắt kết nối DC của biến tần cũng sẽ đóng vai trò là ngắt kết nối DC mảng.

4.2.12. Ngắt kết nối AC biến tần

Bộ ngắt kết nối AC biến tần sẽ ngắt kết nối hệ thống PV khỏi cả hệ thống dây điện và lưới điện của tòa nhà. Thông thường, bộ ngắt kết nối AC được lắp đặt bên trong bảng điện chính của tòa nhà. Tuy nhiên, nếu biến tần không được đặt gần bảng điện thì nên lắp thêm một bộ ngắt AC gần biến tần.

4.2.13. Ngắt kết nối AC bên ngoài

Các điện lực thường yêu cầu một bộ ngắt kết nối AC bên ngoài có thể khóa được, có các lưỡi dao nhìn thấy được và được gắn bên cạnh đồng hồ điện để nhân viên điện lực có thể tiếp cận được. Ngắt kết nối AC nằm bên trong bảng điện hoặc tích hợp với biến tần sẽ không đáp ứng các yêu cầu này. Một giải pháp thay thế được một số điện lực chấp nhận như một thiết bị ngắt kết nối AC có thể sử dụng được là tháo đồng hồ đo, nhưng đây không phải là tiêu chuẩn. Trước khi mua thiết bị, hãy tham khảo ý kiến của công ty điện lực để xác định các yêu cầu về kết nối của họ.

4.2.14. Ngắt kết nối pin DC

Trong hệ thống sử dụng pin, ngắt kết nối DC của pin được sử dụng để ngắt kết nối bộ pin khỏi phần còn lại của hệ thống một cách an toàn.

4.3 Lắp đặt

Biến tần nên được lắp đặt trong môi trường được kiểm soát vì nhiệt độ cao và bụi quá mức sẽ làm giảm tuổi thọ và có thể gây hỏng hóc. Không nên lắp đặt biến tần trong cùng một vỏ với pin vì khí gas ăn mòn của pin có thể làm

hỏng các thiết bị điện tử và việc chuyển đổi trong biến tần có thể gây nổ. Tuy nhiên, nên lắp đặt biến tần gần pin để giữ tổn thất điện trở trên dây ở mức tối thiểu. Sau khi chuyển đổi sang nguồn AC, kích thước dây có thể giảm đi vì điện áp AC thường cao hơn điện áp DC. Điều này có nghĩa là dòng điện xoay chiều thấp hơn dòng điện một chiều đối với tải điện tương đương.



CHƯƠNG - 5: BỘ ĐIỀU KHIỂN SẠC

5.0. Bộ điều khiển sạc

Bộ điều khiển sạc, đôi khi được gọi là bộ điều khiển quang điện hoặc bộ sạc pin, chỉ cần thiết trong các hệ thống độc lập có pin dự phòng. Chức năng chính của bộ điều khiển sạc là ngăn chặn việc sạc pin quá mức hoặc hạn chế xả pin quá mức. Việc sạc quá mức có thể làm sôi chất điện phân trong pin và gây hỏng hóc. Việc để pin xả quá nhiều sẽ khiến pin bị hỏng sớm và có thể gây hư hỏng cho tải. Bộ điều khiển là một thành phần quan trọng trong hệ thống PV. Chức năng của bộ điều khiển là điều khiển hệ thống tùy thuộc vào “Trạng thái sạc” (SOC) của pin.

Khi pin gần đầy SOC, bộ điều khiển sẽ chuyển hướng hoặc tắt toàn bộ hoặc một phần dòng điện từ PV. Khi pin xả xuống dưới mức đặt trước, một phần hoặc toàn bộ tải sẽ bị ngắt nếu bộ điều khiển có khả năng ngắt điện áp thấp (LVD). Hầu hết các bộ điều khiển sử dụng phép đo điện áp pin để ước tính trạng thái sạc. Đo nhiệt độ pin giúp cải thiện ước tính SOC và nhiều bộ điều khiển có đầu dò nhiệt độ cho mục đích này. Một số bộ điều khiển sạc hiện đại kết hợp tính năng theo dõi điểm công suất tối đa (MPPT), giúp tối ưu hóa đầu ra của mảng PV, tăng năng lượng mà nó tạo ra. Nguyên tắc chính của MPPT là khai thác công suất tối đa có sẵn từ mô-đun hoặc mảng PV, bằng cách làm cho chúng hoạt động ở điện áp hiệu quả nhất (điểm công suất tối đa). Điện áp này phù hợp với điện áp pin để đảm bảo mức sạc tối đa (ampe). Điểm công suất tối đa của mô-đun PV hoặc chuỗi mô-đun xác định dòng điện cần được rút ra từ PV để có được công suất cao nhất có thể (công suất bằng điện áp nhân với dòng điện)

5.1 Phương pháp sạc

Có hai phương pháp điều khiển sạc chính:

a. Phương pháp bật/tắt. Bộ điều khiển dẫn tất cả dòng điện PV có sẵn vào pin trong quá trình sạc. Khi đạt đến điện áp tối đa cho phép, bộ điều khiển sẽ tắt dòng sạc. Khi điện áp giảm xuống VR – VRH thì dòng điện được nối lại.

b. Phương pháp điện áp không đổi. Bộ điều khiển có thể sửa đổi điểm đặt VR bằng cách cảm nhận tình trạng pin hoặc sử dụng VR thấp để tránh xả quá mức.

5.2 Các loại bộ điều khiển sạc

Về cơ bản có hai loại bộ điều khiển: song song và nối tiếp

5.2.1. Bộ điều khiển Shunt (song song)

Bộ điều chỉnh shunt (song song) có công tắc mở khi pin đang sạc và đóng khi pin được sạc đầy. Những bộ điều khiển này yêu cầu một bộ tản nhiệt lớn để tiêu tán dòng điện dư thừa.

5.2.2. Bộ điều khiển nối tiếp

Bộ điều khiển nối tiếp ngắt kết nối mảng khi điện áp pin đạt đến mức điện áp cao. Chúng nhỏ, rẻ tiền và có khả năng chịu tải lớn hơn loại shunt. Đây có thể là các loại PWM đơn, một giai đoạn hoặc nhiều giai đoạn

PMW controllers

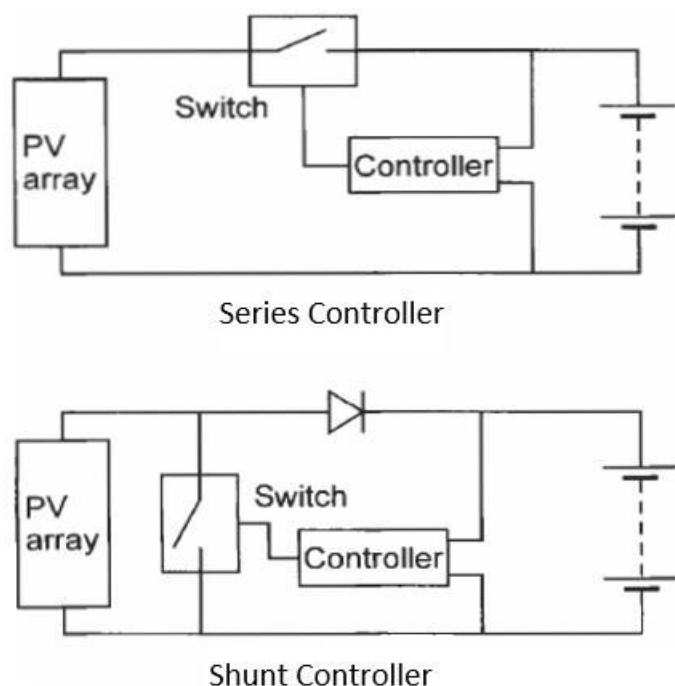
Một số bộ điều khiển điều chỉnh dòng năng lượng vào pin bằng cách bật hoặc tắt hoàn toàn dòng điện. Điều này được gọi là "điều khiển bật/tắt". Những loại khác giảm dòng điện dần dần. Đây được gọi là "điều chế độ rộng xung" (PWM). Cả hai phương pháp đều hoạt động tốt khi được đặt đúng cho loại pin của bạn.

Bộ điều khiển PWM giữ điện áp ổn định hơn. Nếu nó có quy định hai giai đoạn, trước tiên nó sẽ giữ điện áp ở mức tối đa an toàn để pin đạt mức sạc đầy. Sau đó, nó sẽ giảm điện áp xuống thấp hơn để duy trì mức sạc "cuối" hoặc "nhỏ giọt". Việc điều chỉnh hai giai đoạn rất quan trọng đối với một hệ thống có thể bị dư thừa năng lượng trong nhiều ngày hoặc nhiều tuần (hoặc sử dụng ít năng lượng). Nó duy trì mức sạc đầy nhưng giảm thiểu thất thoát nước và căng thẳng.

Bộ điều khiển đa tầng

Bộ điều khiển nhiều tầng cho phép các dòng sạc khác nhau khi pin gần đạt trạng thái sạc đầy. Kỹ thuật này cũng cung cấp một phương pháp sạc pin hiệu quả hơn. Khi pin gần đạt trạng thái sạc đầy (SOC) - điện trở trong của pin tăng lên và sử dụng dòng sạc thấp hơn sẽ lãng phí ít năng lượng hơn.

Hầu hết các bộ điều khiển sạc là bộ điều khiển ba giai đoạn. Những bộ sạc này đã cải thiện đáng kể tuổi thọ pin. Các điện áp tại đó bộ điều khiển thay đổi tốc độ sạc được gọi là điểm đặt. Khi xác định điểm đặt lý tưởng, cần có sự xác nhận giữa việc sạc nhanh trước khi mặt trời lặn và sạc pin quá mức một chút. Việc xác định điểm đặt phụ thuộc vào kiểu sử dụng dự kiến, loại pin và ở một mức độ nào đó, kinh nghiệm và kinh nghiệm của người thiết kế hoặc vận hành hệ thống. Một số bộ điều khiển có điểm đặt có thể điều chỉnh được, trong khi một số khác thì không.



Hình 25 Nguyên tắc bộ điều khiển sạc

5.3 Lựa chọn bộ điều khiển sạc

Bộ điều khiển sạc được chọn dựa trên:

- Điện áp mảng PV – Đầu vào điện áp DC của bộ điều khiển phải phù hợp với điện áp danh định của mảng năng lượng mặt trời.
- Dòng điện mảng PV – Bộ điều khiển phải có kích thước để xử lý dòng điện tối đa do mảng PV tạo ra. Tổng dòng điện từ mảng PV được tính bằng số lượng mô-đun hoặc chuỗi mắc song song, nhân với dòng điện mô-đun. Tốt hơn nên sử dụng dòng điện ngắn mạch (I_{sc}) thay vì dòng điện tối đa (I_{MP}) để bộ điều khiển loại shunt vận hành điều kiện dòng điện ngắn mạch được an toàn. Dòng điện mảng cao nhất cho bộ điều khiển sạc phải có kích thước ở mức an toàn khoảng 125%.
- Tương tác với Biến tần – Vì hầu hết các bộ điều khiển sạc được sử dụng trong các hệ thống không nối lưới, nên cài đặt mặc định của chúng có thể không phù hợp với hệ thống kết nối lưới. Bộ điều khiển sạc phải được thiết lập sao cho nó không cản trở hoạt động bình thường của biến tần. Đặc biệt, bộ điều khiển phải được thiết lập sao cho việc sạc pin từ mảng PV được ưu tiên hơn việc sạc từ lưới điện. Để biết thêm thông tin, liên hệ với nhà sản xuất.
- Tương tác với Pin – Bộ điều khiển sạc phải được chọn để cung cấp dòng sạc phù hợp với loại pin được sử dụng trong hệ thống. Hầu hết các hệ thống PV đều sử dụng pin axit chì chu kỳ sâu thuộc loại ngập nước hoặc loại kín. Pin

kín cần được điều chỉnh ở điện áp thấp hơn một chút so với pin bị ngập nước nếu không chúng sẽ khô và hư hỏng.

Ví dụ: trên hệ thống 12V, ắc quy axit chì ngập nước có điện áp từ 14,6V đến 15,0V khi được sạc đầy, trong khi ắc quy axit chì kín được sạc đầy ở điện áp 14,1 V. Hãy tham khảo nhà sản xuất ắc quy để biết các yêu cầu sạc của ắc quy. Không bao giờ sử dụng bộ điều khiển không dành cho loại ắc quy của bạn.

e.. Bù nhiệt độ - Điểm đặt lý tưởng để kiểm soát sạc thay đổi tùy theo nhiệt độ của pin. Một số bộ điều khiển có tính năng gọi là "bù nhiệt độ". Khi bộ điều khiển cảm nhận được nhiệt độ pin thấp, nó sẽ tăng điểm đặt. Nếu không, khi pin nguội, mức sạc sẽ giảm quá sớm. Nếu pin tiếp xúc với sự thay đổi nhiệt độ lớn hơn khoảng 17°C thì cần phải bù lại.



CHƯƠNG 6: PIN

6.0. Pin

Pin tích lũy năng lượng dư thừa do hệ thống PV tạo ra và lưu trữ để sử dụng vào ban đêm hoặc khi không có năng lượng đầu vào nào khác. Do công suất đầu ra của hệ thống quang điện thay đổi trong một ngày nhất định nên hệ thống lưu trữ pin có thể cung cấp nguồn điện tương đối ổn định, ngay cả khi hệ thống quang điện bị ngắt kết nối để sửa chữa và bảo trì hoặc sản xuất năng lượng tối thiểu trong thời gian ánh sáng mặt trời giảm.



Hình 26 Pin lưu trữ

Nhìn chung, pin lưu trữ điện có thể được chia thành hai loại chính là pin sơ cấp và pin thứ cấp.

a. Pin sơ cấp - Pin sơ cấp có thể lưu trữ và cung cấp năng lượng điện nhưng không thể sạc lại. Pin carbon-kẽm và lithium điển hình thường được sử dụng trong các thiết bị điện tử tiêu dùng là pin sơ cấp. Pin sơ cấp không được sử dụng trong hệ thống PV vì chúng không thể sạc lại được.

b. Pin thứ cấp - Pin thứ cấp có thể lưu trữ và cung cấp năng lượng điện và cũng có thể được sạc lại bằng cách cho dòng điện chạy qua pin theo hướng

ngược lại với dòng phóng điện. Pin sạc là cơ chế lưu trữ hiệu quả nhất hiện có.

Dung lượng lưu trữ của pin được đánh giá bằng ampe.giờ (A.h), là dòng điện do pin cung cấp trong một số giờ nhất định, ở điện áp bình thường và ở nhiệt độ 25°C. Hầu hết các hệ thống PV đều sử dụng pin axit chì hoặc pin ngập nước thông thường. Pin niken cadmium thường là lựa chọn tốt nhất khi cần độ tin cậy rất cao.

6.1 Các loại và phân loại pin

Các loại pin thường được sử dụng trong hệ thống PV là:

a. Pin axit chì

- Bị ngập nước (hay còn gọi là lỗ thông hơi chất lỏng)
- Bịt kín (còn gọi là Axit chì được điều tiết bằng van)
 - Thảm thủy tinh thấm hút
 - Tế bào gel

b. Pin kiềm

- Niken-cadmium
- Sắt niken

6.2 Pin axit chì

Pin axit chì phổ biến nhất trong các hệ thống PV vì chúng rẻ, đáng tin cậy và có mật độ lưu trữ năng lượng tương đối tốt. Pin chì bao gồm hai tấm chì được ngâm trong axit sulfuric loãng tạo ra điện áp khoảng 2V giữa các tấm. Các tế bào sau đó được kết nối nối tiếp để có pin 12V. Chúng có sẵn dưới dạng cấu hình ngập nước và kín.

a. Pin axit chì bị ngập là loại pin axit chì phổ biến nhất. Chúng có các lỗ thông hơi cho phép khí hydro sinh ra từ quá trình điện phân thoát ra ngoài. Kết quả là, mức điện giải sẽ giảm trong một khoảng thời gian và phải được theo dõi và bổ sung nước, tốt nhất là nước cất. Khí hydro được tạo ra rất dễ cháy. Phải cẩn thận để đảm bảo có đủ thông gió phía trên và xung quanh pin bị ngập nước.

b. Pin kín có khả năng chống tràn và không cần bảo trì định kỳ. Còn được gọi là pin axit chì được điều chỉnh bởi Valve (VRLA), chúng chứa chất điện phân, được cố định theo một cách nào đó. Khi bị sạc quá mức, các lỗ thông hơi thường được bịt kín sẽ mở ra dưới áp suất khí thông qua cơ chế điều chỉnh

áp suất. Không thể bổ sung chất điện giải trong các thiết kế pin này; do đó, họ không dung nạp được tình trạng quá tải. Pin VRLA có hai công nghệ khác nhau: Tấm thủy tinh hấp thụ (AGM) và Chất điện phân dạng gel. Pin axit chì AGM đã trở thành tiêu chuẩn công nghiệp vì chúng không cần bảo trì và đặc biệt phù hợp với các hệ thống nổi lưới nơi pin thường được giữ ở trạng thái sạc đầy. Pin dạng gel, được thiết kế để chống đóng băng, thường là lựa chọn không tốt vì bất kỳ việc sạc quá mức nào cũng sẽ làm hỏng pin vĩnh viễn.

Phần sau đây mô tả các loại pin axit-chì thường được sử dụng trong hệ thống PV;

6.2.1. Pin Chì-Antimon

Pin chì-antimon là một loại pin axit chì sử dụng antimon (Sb) làm nguyên tố hợp kim chính với chì trong lưới tấm. Việc sử dụng hợp kim chì-antimon trong lưới điện có cả ưu điểm và nhược điểm. Ưu điểm bao gồm cung cấp độ bền cơ học lớn hơn lưới chì nguyên chất, hiệu suất xả sâu và tốc độ xả cao tuyệt vời. Lưới chì-antimon cũng hạn chế loại bỏ vật liệu hoạt tính và có tuổi thọ cao hơn pin chì-canxi khi hoạt động ở nhiệt độ cao hơn.

Nhược điểm của pin chì-antimon là tốc độ tự xả cao và do phải sạc quá mức cần thiết nên cần phải bổ sung nước thường xuyên tùy thuộc vào nhiệt độ và lượng sạc quá mức. Hầu hết các loại pin chì-antimon đều bị ngập nước, loại có lỗ thông hơi mở, có nắp có thể tháo rời để cho phép bổ sung nước. Chúng rất phù hợp để ứng dụng trong các hệ thống PV do khả năng chu trình sâu và khả năng lạm dụng, tuy nhiên chúng yêu cầu bổ sung nước định kỳ. Tần suất bổ sung nước có thể được giảm thiểu bằng cách sử dụng nắp tái kết hợp xúc tác hoặc thiết kế pin có bình chứa chất điện phân dư thừa. Có thể dễ dàng kiểm tra tình trạng của pin antimon chì có lỗ thông hơi, bị ngập nước bằng cách đo trọng lượng riêng của chất điện phân bằng tỷ trọng kế. Pin antimon chì có tấm dày và thiết kế chắc chắn thường được phân loại là pin loại động lực hoặc lực kéo, được bán rộng rãi và thường được sử dụng trong các phương tiện vận hành bằng điện, nơi yêu cầu hiệu suất lâu dài trong chu kỳ sâu.

6.2.2. Pin Chì-Canxi

Pin canxi-chì là một loại pin axit-chì sử dụng canxi (Ca) làm nguyên tố hợp kim chính với chì trong lưới tấm. Giống như chì-antimon, việc sử dụng hợp kim chì-canxi trong lưới điện có cả ưu điểm và nhược điểm. Ưu điểm bao gồm cung cấp độ bền cơ học lớn hơn lưới chì nguyên chất, tốc độ tự xả thấp và giảm khí thải dẫn đến thất thoát nước thấp hơn và yêu cầu bảo trì thấp hơn so với pin chì-antimon. Nhược điểm của pin chì-canxi bao gồm khả năng chấp

nhận sạc kém sau khi xả sâu và tuổi thọ pin bị rút ngắn ở nhiệt độ hoạt động cao hơn và nếu được xả nhiều lần ở độ sâu xả lớn hơn 25%.

a. Canxi-chì bị ngập, lỗ thông hơi mở- Thường được phân loại là pin cố định, những loại pin này thường được cung cấp dưới dạng pin 2 V riêng lẻ với phạm vi công suất lên tới và hơn 1000 ampe-giờ. Pin canxi chì bị ngập nước có ưu điểm là khả năng tự phóng điện thấp và mất nước thấp và có thể tồn tại tới 20 năm ở chế độ chờ hoặc thả nổi dịch vụ. Trong các ứng dụng PV, những loại pin này thường có tuổi thọ ngắn do quá trình sunfat hóa và phân tầng chất điện phân trừ khi chúng được sạc đúng cách.

b. Chì-Canxi bị ngập, lỗ thông hơi bịt kín- Chủ yếu được phát triển dưới dạng ắc quy khởi động ô tô 'không cần bảo trì', công suất của các loại ắc quy này thường nằm trong khoảng từ 50 đến 120 ampe-giờ, ở đơn vị 12 volt danh nghĩa. Giống như tất cả các thiết kế chì-canxi, chúng không chịu được quá tải, nhiệt độ hoạt động cao và chu kỳ xả sâu. Chúng "không cần bảo trì" theo nghĩa là bạn không thêm nước, nhưng chúng cũng bị hạn chế bởi thực tế là bạn không thể thêm nước, điều này thường hạn chế thời gian sử dụng hữu ích của chúng. Thiết kế pin này kết hợp đủ chất điện phân dự trữ để hoạt động trong suốt thời gian sử dụng thông thường mà không cần bổ sung nước. Những loại pin này thường được sử dụng trong các hệ thống PV nhỏ độc lập như trong các ngôi nhà ở nông thôn và hệ thống chiếu sáng nhưng phải được sạc cẩn thận để đạt được hiệu suất và tuổi thọ tối đa.

6.2.3 Kết hợp chì-Antimon/Chì-Canxi

Đây thường là những loại pin bị ngập nước, có mức công suất trên 200 ampe giờ. Thiết kế phổ biến cho loại pin này sử dụng các điện cực dương hình ống chì-canxi và các tấm âm chì-antimon được dán. Thiết kế này kết hợp các ưu điểm của cả thiết kế chì-canxi và chì-antimon, bao gồm hiệu suất chu trình sâu tốt, mất nước thấp và tuổi thọ cao.

6.3 Pin kiềm

Do giá thành tương đối cao, pin kiềm chỉ được khuyến dùng ở những nơi có nhiệt độ cực lạnh (-50°F hoặc thấp hơn) hoặc cho một số ứng dụng thương mại hoặc công nghiệp đòi hỏi ưu điểm của chúng so với pin axit-chì. Những ưu điểm này bao gồm khả năng chịu được nhiệt độ đóng băng hoặc nhiệt độ cao, yêu cầu bảo trì thấp và khả năng xả hoàn toàn hoặc sạc quá mức mà không gây hại.

Loại pin kiềm phổ biến nhất được sử dụng cho hệ thống PV là pin Niken Cadmium.

6.3.1. Pin Niken Cadmium

Pin niken-cadmium (NiCd) là pin thứ cấp hoặc pin có thể sạc lại và có một số ưu điểm so với pin axit chì khiến chúng trở nên hấp dẫn khi sử dụng trong các hệ thống PV độc lập. Những ưu điểm này bao gồm tuổi thọ cao, chi phí bảo trì thấp và khả năng sống sót sau khi phóng điện quá mức, khả năng duy trì công suất ở nhiệt độ thấp tuyệt vời và các yêu cầu điều chỉnh điện áp không quan trọng. Nhược điểm chính của pin niken-cadmium là giá thành cao và tính sẵn có hạn chế so với thiết kế axit chì. Một tế bào niken-cadmium điển hình bao gồm các điện cực dương làm từ niken-hydroxit (Ni(OH)_2) và các điện cực âm làm từ cadmium (Cd) và được ngâm trong dung dịch điện phân kali hydroxit (KOH). Khi pin niken-cadmium được thải ra, niken hydroxit thay đổi dạng (Ni(OH)_2) và cadmium trở thành cadmium hydroxit (Cd(OH)_2). Nồng độ của chất điện phân không thay đổi trong quá trình phản ứng nên nhiệt độ đóng băng rất thấp.

Pin NiCd có thể được xả hoàn toàn mà không bị hư hỏng và chất điện phân sẽ không bị đóng băng. Pin NiCd đắt hơn nhưng có thể chịu được điều kiện thời tiết khắc nghiệt.

Vì pin niken cadmium có thể xả gần 100% mà không bị hư hỏng nên một số nhà thiết kế không sử dụng bộ điều khiển nếu sử dụng pin NiCd.

6.3.2 Pin Lithium

Pin Lithium, hay còn gọi là pin Lithium-ion (Li-ion), là một loại pin sạc được sử dụng rộng rãi trong nhiều thiết bị. Cơ chế hoạt động của pin này dựa trên sự di chuyển của các ion lithium từ điện cực âm đến điện cực dương trong quá trình sạc và từ điện cực dương đến điện cực âm trong quá trình sử dụng.

Với việc sử dụng hợp chất Lithium làm vật liệu điện cực, pin Lithium đã trở thành một công nghệ quan trọng và được áp dụng rộng rãi trong cuộc sống hàng ngày. Chúng được sử dụng trong các thiết bị như máy tính cá nhân, điện thoại di động, đồ chơi điện tử, xe điện, và còn nhiều ứng dụng khác. Pin Lithium cũng đang được phát triển và chú trọng trong lĩnh vực quân đội, các phương tiện di chuyển sử dụng năng lượng điện (như xe đạp điện, xe máy điện) và kỹ thuật hàng không.

Với hiệu suất cao, tuổi thọ dài và khả năng sạc lại, pin Lithium đã trở thành một lựa chọn ưu việt cho lưu trữ năng lượng trong các hệ thống sử dụng năng lượng mặt trời. Sự phát triển và ứng dụng của pin Lithium đem lại nhiều lợi ích và tiềm năng trong việc tận dụng và lưu trữ năng lượng từ nguồn mặt trời.

Cấu tạo của pin Lithium-Ion bao gồm ba thành phần chính: điện cực dương, điện cực âm và chất điện phân. Trong hầu hết các pin Lithium-Ion, điện cực dương là oxit kim loại, điện cực âm là carbon và chất điện phân là muối Lithium trong dung môi hữu cơ.

Trong lĩnh vực lưu trữ năng lượng mặt trời, hệ thống sử dụng pin Lithium đang là công nghệ hàng đầu trong việc lưu trữ năng lượng. Đặc điểm của pin Lithium-Ion là khả năng chuyển đổi các ion lithium giữa các điện cực trong quá trình sạc và xả.

Mặc dù pin Lithium-Ion đòi hỏi hệ thống quản lý pin để giám sát điện áp và nhiệt độ, làm cho chúng có giá thành cao hơn so với các loại pin khác, nhưng chúng mang lại nhiều lợi ích như tuổi thọ dài, hiệu suất sạc và xả cao, trọng lượng nhẹ và không yêu cầu bảo trì.

Hiện nay, trên thị trường có các loại pin Lithium-Ion phổ biến bao gồm: Lithium Cobalt Oxide (LCO), Lithium Manganese Oxide (LMO), Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (NMC), Pin Lithium Nickel Cobalt Aluminum Oxide (NCA) và Pin LiFePO₄ (LFP).

6.4 Thông số pin

Pin chu kỳ sâu thường được sử dụng trong các hệ thống quang điện mặt trời và được thiết kế đặc biệt cho loại chu kỳ sạc và xả mà chúng cần phải chịu đựng. Những loại pin này có thể được đặc trưng (ngoài khả năng sạc lại) bởi mật độ năng lượng cao, mức xả cao tốc độ, đường cong phóng điện phẳng và hiệu suất nhiệt độ thấp tốt.

Loại pin phổ biến nhất được sử dụng trong các ứng dụng quang điện mặt trời là “pin axit chì” không cần bảo trì vì loại pin này tiết kiệm chi phí nhất cho việc lưu trữ năng lượng. Các thông số liên quan đến pin axit chì chu kỳ sâu là:

6.4.1. Điện áp

Điện áp là áp suất điện. Pin ô tô tiêu chuẩn là 12 volt. Điện áp này là sự bổ sung của sáu (6) tế bào axit chì nhỏ hơn được mắc nối tiếp để tạo thành một ắc quy 12V lớn hơn. Mỗi tế bào axit chì riêng lẻ có điện áp khoảng 2 volt. Các bộ pin được sử dụng cho các hệ thống năng lượng thay thế thường được mắc nối tiếp để tạo ra điện áp DC 12, 24, 36 hoặc 48 volt.

6.4.2. Dòng điện

Dòng điện là dòng chuyển động của các electron. Tốc độ của dòng chảy này trên một đơn vị thời gian được gọi là ampe. Pin lưu trữ năng lượng dưới dạng dòng điện một chiều (DC) được sử dụng để chiếu sáng hoặc cấp nguồn cho bộ biến tần chuyển đổi thành dòng điện xoay chiều (AC). Dòng điện tối đa có thể

cung cấp từ pin chu kỳ sâu là dòng điện cao nhất mà pin có thể truyền qua tải mà điện áp đầu cực không giảm đáng kể do điện trở trong của pin và không khiến pin quá nóng. Pin chu kỳ sâu được kết nối song song để tăng dòng điện đầu ra có sẵn.

6.4.3. Dung lượng pin định mức

Dung lượng pin là lượng năng lượng chứa trong pin và thường được đánh giá bằng Ampe giờ (Ah) ở một điện áp nhất định. Vì vậy, pin có định mức 1.000 ampe giờ có thể cung cấp 100 ampe trong 10 giờ hoặc 10 ampe trong 100 giờ hoặc 1 ampe trong 1000 giờ, v.v. Để xác định tổng lượng điện năng mà pin chu kỳ sâu có thể cung cấp, nhân số ampe giờ (Ah) với điện áp đầu cuối. Dung lượng lưu trữ của ắc quy ô tô trung bình là khoảng 40 đến 85 ampe giờ.

Bạn sẽ không thể đạt được công suất định mức nhiều lần khi sử dụng pin trong hệ thống PV. Tuy nhiên, dung lượng định mức đặt ra đường cơ sở để so sánh hiệu suất của pin.

Quan trọng: Khi so sánh dung lượng định mức của các loại pin khác nhau, hãy đảm bảo sử dụng cùng tốc độ xả.

6.4.4. Độ sâu xả (DOD)

Độ sâu xả (DOD) là phần trăm dung lượng pin định mức được rút ra khỏi pin. Khả năng chịu đựng sự phóng điện của pin phụ thuộc vào cấu tạo của nó. Hai thuật ngữ, chu kỳ nông và chu kỳ sâu thường được sử dụng để mô tả pin.

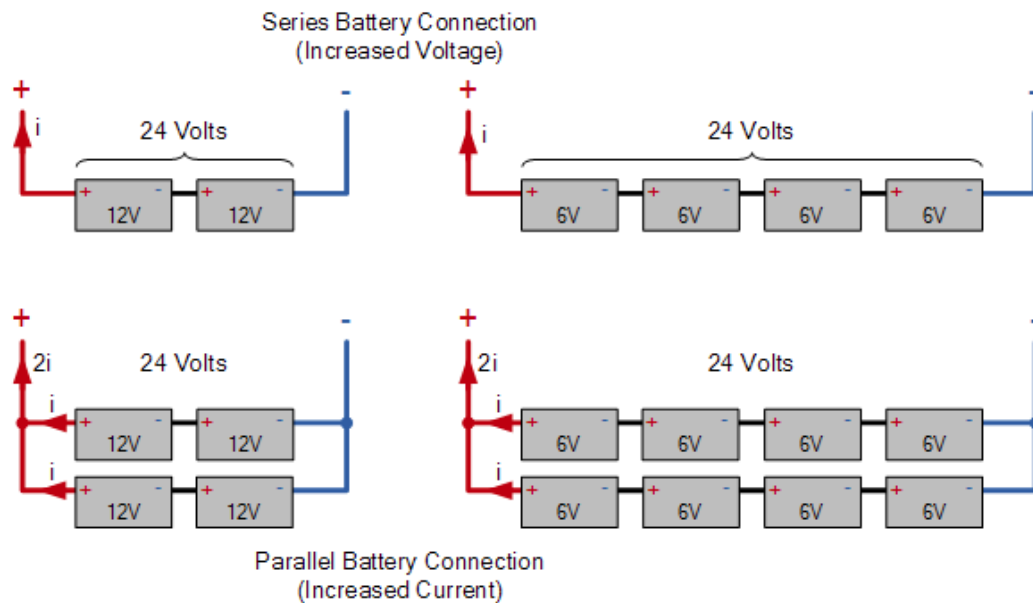
a. Pin chu kỳ nông nhẹ hơn, ít tốn kém hơn và sẽ có tuổi thọ ngắn hơn, đặc biệt nếu vượt quá mức xả khuyến nghị thường xuyên. Nhiều loại pin kín (được quảng cáo là không cần bảo trì) là loại pin có chu kỳ cạn. Nói chung, pin chu kỳ nông không được xả quá 25%.

b. Pin Chu kỳ sâu được thiết kế để được sạc và xả nhiều lần cho đến khi mức sạc rất thấp, lên tới 80% công suất tối đa (trạng thái sạc 100% đến 20%) mà không gây ra bất kỳ hư hỏng nghiêm trọng nào cho tế bào.

Pin chu trình sâu được thiết kế đặc biệt để lưu trữ năng lượng và sau đó xả năng lượng này để sử dụng thường xuyên hàng ngày. Không giống như ắc quy ô tô thông thường, kích thước vật lý của pin chu kỳ sâu lớn hơn nhiều do cấu trúc và kích thước của các tấm chì (điện cực). Những tấm này được làm bằng chì rắn thường được pha tạp Antimon (Sb) và dày hơn nhiều lần so với các tấm loại xếp mỏng hơn của ắc quy ô tô. Điều này có nghĩa là pin chu kỳ sâu có thể được xả liên tục gần như hết mức ở mức sạc rất thấp và không có gì lạ khi pin chu kỳ sâu bị cạn kiệt (xả) tới 20% tổng công suất trước khi năng lượng ngừng chảy ra khỏi pin.

6.4.5. Dây nối pin chu kỳ sâu

Hình dưới đây cho thấy một ví dụ về việc kết nối các pin có điện áp khác nhau với nhau, chẳng hạn như pin 6 volt và 12 volt, để tạo ra một bộ pin 24 volt. Bất kỳ số lượng pin nào cũng có thể được mắc nối tiếp để tạo ra điện áp đầu ra gấp bội số của điện áp pin. Trong ví dụ của chúng tôi, đây là $2 \times 12 \text{ volt} = 24 \text{ volt}$. Tương tự như vậy, các pin mắc song song sẽ tăng dòng điện theo số nhánh. Tuy nhiên, tốt hơn nên giới hạn số lượng nhánh kết nối tối đa là ba (3) vì các bộ pin song song có xu hướng truyền dòng điện không mong muốn từ nhánh này sang nhánh khác.



Hình 27 Kết nối các pin đạt yêu cầu mong muốn

6.4.6. Hiệu chỉnh nhiệt độ

Pin rất nhạy cảm với nhiệt độ quá cao và pin lạnh sẽ không cung cấp nhiều năng lượng như pin ấm. Hầu hết các nhà sản xuất đều cung cấp biểu đồ điều chỉnh nhiệt độ để điều chỉnh các hiệu ứng nhiệt độ. Ví dụ: pin ở 25°C có 100% dung lượng nếu được xả ở tốc độ hiện tại là $C/20$. (Tốc độ phóng điện được tính theo tỷ lệ giữa công suất định mức C của pin.) Tuy nhiên, pin hoạt động ở 0°C sẽ chỉ có 75% công suất định mức nếu thải ra ở tốc độ $C/20$. Nếu tốc độ xả cao hơn, chẳng hạn như $C/5$, thì chỉ có 50% công suất định mức sẽ khả dụng khi nhiệt độ là âm 20°C . Ở nhiệt độ cao hơn, pin sẽ cung cấp nhiều hơn công suất do nhà sản xuất chỉ định, nhưng tốc độ xả tăng lên và do đó tuổi thọ của pin bị rút ngắn. Pin nên được giữ ở nhiệt độ phòng gần 25°C .

Pin phải được đặt trong vỏ cách điện hoặc vỏ được điều chỉnh nhiệt độ khác để giảm thiểu sự thay đổi nhiệt độ của pin. Vỏ bọc này phải được tách biệt khỏi bộ điều khiển hoặc các bộ phận khác của hệ thống PV vì lý do an toàn.

Cần có hệ thống thông gió thích hợp cho các vỏ bọc này để loại bỏ hỗn hợp khí độc hại và dễ nổ (hydro) có thể do pin tạo ra.

6.4.7. Trạng thái sạc (SOC)

Đây là lượng dung lượng còn lại trong pin tại bất kỳ thời điểm nào. Nó bằng 1 trừ đi độ xả được tính theo phần trăm.

6.4.8. Tuổi thọ pin (chu kỳ)

Tuổi thọ của bất kỳ loại pin nào cũng khó dự đoán vì nó phụ thuộc vào một số yếu tố như tốc độ sạc và xả, độ xả sâu, số chu kỳ và nhiệt độ hoạt động. Sẽ là bất thường khi pin loại axit chì có tuổi thọ lâu hơn 15 năm trong hệ thống PV nhưng nhiều pin có tuổi thọ từ 5-10 năm. Pin niken cadmium thường sẽ tồn tại lâu hơn khi hoạt động trong các điều kiện tương tự và có thể hoạt động tốt trong hơn 15 năm trong điều kiện tối ưu.

6.4.9. Chu kỳ sạc

Chu kỳ sạc lý tưởng của pin bao gồm các giai đoạn sau:

- a. Pin được sạc ở dòng điện không đổi cho đến khi điện áp đạt đến giá trị được xác định trước.
- b. Điện áp được giữ không đổi trong khi dòng sạc giảm dần.
- c. Sau thời gian thích hợp, điện áp sạc sẽ giảm để tránh hiện tượng thoát khí quá mức và mất chất điện phân.

Thận trọng: Không thể đạt được mức sạc lý tưởng đối với hệ thống PV, nơi nguồn điện sẵn có liên tục thay đổi.

Trong các hệ thống độc lập, chu kỳ của pin là trong vòng 24 giờ, sạc vào ban ngày và xả vào ban đêm. Mức xả thông thường hàng ngày có thể dao động từ 2 -20% dung lượng pin.

6.4.10. Ngày dự phòng

Thời gian dự phòng đề cập đến số ngày mà hệ thống pin sẽ cung cấp một tải nhất định mà không cần sạc lại từ hệ thống quang điện. Việc chọn đúng số ngày sẽ phụ thuộc vào hệ thống, vị trí, tổng tải và tính chất phụ tải của hệ thống.

Điều kiện thời tiết xác định số ngày không có nắng, đây có thể là biến số quan trọng nhất trong việc xác định khả năng dự phòng của hệ thống.

6.4.11. Vấn đề tiềm ẩn

Khi thiết kế hệ thống PV, cần xem xét và tránh các vấn đề tiềm ẩn như sunfat hóa, phân tầng và đóng băng.

a. Quá trình sunfat hóa xảy ra khi pin được xả và nếu điện áp giảm xuống dưới điện áp cắt phóng điện (phóng điện sâu) và nồng độ axit giảm mạnh.

b. Sự phân tầng xảy ra khi axit tạo thành các lớp có mật độ khác nhau trong chu kỳ nạp. Pin thường xuyên được xả sâu và sau đó được sạc lại đầy đủ, tập trung axit mật độ thấp hơn ở phía dưới; trong khi pin có chu kỳ nông thường xuyên không được sạc lại 100% tập trung axit mật độ thấp hơn ở phía trên.

c. Hiện tượng đóng băng trong ắc quy axit chì xảy ra khi ắc quy hết điện; axit trở nên 'nước' hơn và điểm đóng băng tăng lên, điều này có thể gây ra vấn đề nghiêm trọng nếu pin hoạt động ở nhiệt độ dưới 0.

Pin axit chì rất tốt có thể hoạt động tới 4.500 chu kỳ ở độ sâu xả 30% (DOD), tương đương với tuổi thọ 20 năm.

6.4.12. Tương tác với các mô-đun năng lượng mặt trời

Mảng năng lượng mặt trời phải có điện áp cao hơn cực pin để sạc đầy pin. Đối với các hệ thống có pin dự phòng, hãy chú ý đến điện áp định mức của mô-đun, còn được gọi là điểm công suất tối đa (VMP) trong thông số kỹ thuật điện. Điều quan trọng là điện áp phải đủ cao so với điện áp của pin đã sạc đầy. Ví dụ: điện áp định mức trong khoảng 16,5V đến 17,5V là điển hình cho hệ thống 12V sử dụng pin axit chì lỏng. Có thể cần điện áp cao hơn đối với khoảng cách nối dây dài giữa các mô-đun, bộ điều khiển sạc và bộ pin.

6.5 Đánh giá và tính dung lượng pin

Dung lượng danh nghĩa của pin được tính theo phương trình sau:

$$Q_n = I_n \times T_n$$

- I_n : dòng xả không đổi, amp
- T_n : thời gian sạc, h

Pin phải lưu trữ năng lượng trong nhiều ngày và sử dụng mà không vượt quá DOD_{max} .

Phương trình sau đây có thể được sử dụng:

$$Q = \frac{E \times A}{V \times T \times \eta_{inv} \times \eta_{cable}}$$

- Q = dung lượng pin tối thiểu cần thiết, Ah

- E = nhu cầu năng lượng hàng ngày, Wh
- A = số ngày lưu trữ cần thiết
- V = điện áp DC hệ thống, V
- T = DOD tối đa cho phép của pin thường có trên bảng dữ liệu pin (biểu thị 0,3 -0,9)
- η_{inv} = hiệu suất biến tần (1,0 nếu không có biến tần)
- η_{cable} = hiệu suất của cáp cung cấp năng lượng từ ắc quy đến tải.

6.5.1. Cài đặt pin

Pin phải được lắp đặt trong không gian kín, tách biệt khỏi bộ điều khiển hoặc các bộ phận khác của hệ thống PV có thể có cơ chế làm mát/sưởi ấm để bảo vệ chúng khỏi nhiệt độ quá cao. Khi sự dao động nhiệt độ giảm, pin sẽ có hiệu suất tốt hơn, tuổi thọ dài hơn và bảo trì ít hơn.

6.5.2. Bảo trì pin

Pin cần được bảo trì định kỳ. Đối với pin nước, mức điện phân phải được duy trì cao hơn các tấm và phải kiểm tra điện áp cũng như trọng lượng riêng của tế bào để có giá trị nhất quán. Trọng lượng riêng của tế bào phải được kiểm tra bằng tỷ trọng kế, đặc biệt trước khi bắt đầu mùa đông. Trong môi trường lạnh, chất điện phân trong pin axit chì có thể bị đóng băng. Nhiệt độ đóng băng là một chức năng của trạng thái sạc pin. Khi pin cạn kiệt, chất điện phân sẽ trở thành nước và pin có thể bị đóng băng.

Ngay cả pin kín cũng phải được kiểm tra để đảm bảo các kết nối được chặt chẽ và không có dấu hiệu sạc quá mức.

6.5.3. An toàn pin

Pin được sử dụng trong hệ thống quang điện có khả năng gây nguy hiểm nếu xử lý, lắp đặt hoặc bảo trì không đúng cách. Hóa chất nguy hiểm, trọng lượng nặng, điện áp và dòng điện cao là những mối nguy hiểm tiềm ẩn và có thể dẫn đến điện giật, cháy nổ hoặc ăn mòn, thiệt hại về người hoặc tài sản của bạn. Ngoài ra, khí hydro và khói thải ra trong quá trình sạc pin axit chì có chu trình sâu này rất khó chịu và có khả năng gây nổ, vì vậy hãy luôn thông gió tốt cho khu vực pin. Làm sạch mọi chất điện phân tràn ra trên hoặc xung quanh pin, đồng thời kiểm tra độ kín của các cực và dây cáp của pin, bôi trơn bằng dầu hỏa nếu cần. Với sự chăm sóc và bảo trì thích hợp, pin axit chì chu trình sâu sẽ có tuổi thọ lâu dài trong bất kỳ hệ thống PV chạy bằng năng lượng mặt trời nào.

Phải đeo găng tay, thiết bị bảo vệ mắt như kính bảo hộ và khẩu trang khi xử lý pin axit chì và chất điện phân vì “axit pin” vừa gây bỏng vừa gây kích ứng da và mắt.

6.6 Lựa chọn pin cho hệ thống PV

Một số cân nhắc được thực hiện khi định cỡ pin là:

a. Đầu tiên, lượng năng lượng dự phòng cần lưu trữ được tính toán. Điều này thường được biểu thị bằng số ngày nhiều mây mà hệ thống sẽ hoạt động bằng cách sử dụng năng lượng được lưu trữ trong pin.

Điều này phụ thuộc vào loại dịch vụ, loại pin và tính khả dụng của hệ thống mong muốn. Các khu vực có mây kéo dài sẽ cần nhiều dung lượng lưu trữ hơn để duy trì tải trong thời tiết khắc nghiệt này. Ngoài ra, nếu điều quan trọng là tải luôn có điện thì nên có thêm bộ lưu trữ hoặc dung lượng pin lớn.

b. Cần hiểu rõ sự khác biệt giữa dung lượng pin định mức và dung lượng có thể sử dụng. Nhiều nhà sản xuất Pin công bố “dung lượng pin định mức” (số lượng năng lượng mà pin sẽ cung cấp, nếu được xả một lần trong điều kiện thuận lợi về nhiệt độ và tốc độ xả). Con số này thường cao hơn nhiều so với lượng năng lượng có thể được lấy ra khỏi pin nhiều lần trong ứng dụng PV.

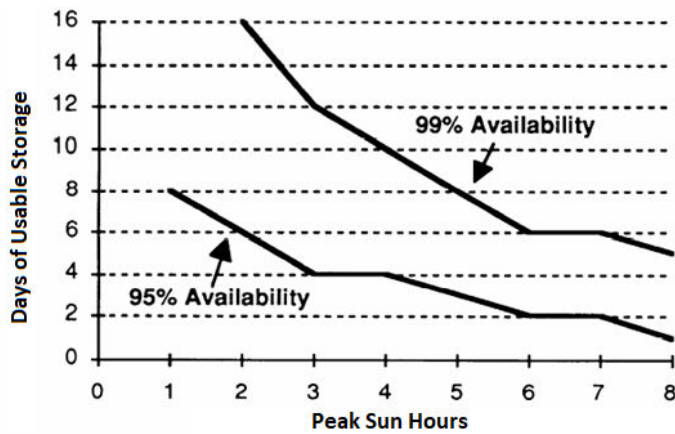
Ví dụ:

- Pin kín, chu kỳ nông sẽ chỉ có công suất sử dụng bằng 20% công suất định mức, tức là dùng pin 100 ampe giờ trong hơn 20 ampe giờ sẽ khiến ắc quy nhanh chóng bị hỏng.
- Pin sạc sâu sẽ có dung lượng sử dụng lên tới 80% công suất định mức.

Đối với hầu hết các ứng dụng PV, pin càng lớn và nặng thì càng tốt.

c. Ngoài ra, còn có nhiều loại pin có chất lượng và giá thành khác nhau.

Hình bên dưới đưa ra điểm bắt đầu để lựa chọn kích thước pin bằng cách sử dụng thiết kế giờ năng đỉnh trong tháng. Chỉ cần tìm số giờ năng đỉnh trong tháng thiết kế và đọc đến số ngày lưu trữ đối với khả năng sẵn sàng của hệ thống là 95 hoặc 99 phần trăm. Điều quan trọng là phải mua pin chất lượng có thể xả và sạc lại nhiều lần trước khi hỏng. Không nên sử dụng pin ô tô vì chúng được thiết kế để tạo ra dòng điện cao trong thời gian ngắn. Sau đó pin sẽ được sạc lại nhanh chóng. Pin PV có thể bị xả chậm trong nhiều giờ và có thể không được sạc đầy trong vài ngày hoặc vài tuần.



Hình 28

d. Cuối cùng, điều quan trọng là phải hiểu mối quan hệ chặt chẽ giữa pin và bộ điều khiển sạc. Khi mua pin nên mua bộ điều khiển sạc tương thích.

CHƯƠNG 7: THIẾT BỊ CÂN BẰNG HỆ THỐNG

7.0. Thiết bị phụ

Các thành phần này cung cấp các kết nối và tính năng an toàn tiêu chuẩn cần thiết cho bất kỳ hệ thống điện nào. Chúng bao gồm hộp tổ hợp мэng, cáp có kích thước phù hợp, cầu chì, công tắc, cầu dao và đồng hồ đo.

7.1 Bảng phân phối - Bảng ngắt kết nối AC & Biến tần AC

Một thành phần của hệ thống cung cấp điện, nơi tất cả hệ thống dây điện trong nhà gặp nhau cung cấp điện, cho dù đó là lưới điện hay hệ thống điện mặt trời. Nó chia nguồn điện thành các mạch phụ cho các phòng khác nhau trong nhà, đồng thời cung cấp cầu chì bảo vệ hoặc cầu dao cho từng mạch, bảo vệ hệ thống dây điện của tòa nhà khỏi cháy điện và bảo vệ hệ thống dây điện của mạch. Những cầu dao này cũng cho phép ngắt điện để bảo trì.

7.1.1. Bảo vệ quá dòng pin

Các dây dẫn đầu ra của bộ pin phải được bảo vệ chống quá dòng bằng cầu chì có khả năng đứt (HRC) cao hoặc bộ ngắt mạch định mức DC, như sau:

- Trong trường hợp dàn ắc quy nối bằng điện (tức là cả hai bên của ắc quy đều không được nối đất), phải cung cấp bảo vệ ở cả dây dương và cực âm của ắc quy.
- Khi một bên của bộ ắc quy được nối đất thì phải bảo vệ bằng dây dẫn ắc quy không được nối đất.

7.1.2. Thiết bị ngắt kết nối

Ngắt kết nối hoặc công tắc an toàn được đặt vào hệ thống điện để cho phép thiết bị được lắp đặt và bảo trì an toàn. Thông thường, có bốn vị trí cần có thiết bị ngắt kết nối trong hệ thống quang điện:

- a. Giữa mảng và bộ điều chỉnh sạc
- b. Giữa bộ điều chỉnh và pin
- c. Giữa pin và bất kỳ tải DC hoặc trung tâm tải nào
- d. Giữa pin và biến tần.

Trong nhiều trường hợp, phương tiện ngắt kết nối có thể được kết hợp với bảo vệ quá dòng trong máy cắt DC. Nếu điều này được thực hiện, cần phải cẩn thận để đảm bảo rằng cầu dao được chọn phù hợp với mục đích sử dụng; ví dụ, không thể sử dụng bộ ngắt mạch DC phân cực trong nhiều trường hợp.

Vị trí bảo vệ dòng điện sự cố liên quan đến hệ thống ắc quy thường nằm giữa ắc quy và bộ điều khiển sạc. Bộ phận bảo vệ phải được lắp càng gần các cực của pin càng tốt đồng thời không tạo ra khả năng đánh lửa của bất kỳ hydro nào phát ra từ pin trong quá trình sạc.

7.2 Máy đo và thiết bị đo

Về cơ bản có hai loại đồng hồ đo được sử dụng trong hệ thống PV:

- a. Công tơ điện lực
- b. Công tơ hệ thống

7.2.1. Công tơ 2 chiều của điện lực

Là công tơ đo lượng điện xuất lên lưới (khi năng lượng phát lên vượt quá nhu cầu) hoặc nhập vào từ lưới (khi năng lượng phát ra không đáp ứng được nhu cầu năng lượng). Chuyển từ nhập sang xuất và ngược lại diễn ra tự động mà không cần sự can thiệp của con người.

7.2.2. Đồng hồ đo hệ thống

Hệ thống đồng hồ đo và hiển thị điện tích của cực pin, sản lượng điện từ các tấm pin mặt trời và lượng điện đang sử dụng. Có thể vận hành một hệ thống mà không cần đồng hồ đo hệ thống, mặc dù chúng tôi khuyên bạn nên sử dụng đồng hồ đo. Bộ điều khiển sạc hiện đại kết hợp các chức năng giám sát hệ thống và do đó có thể không cần thiết phải có đồng hồ đo hệ thống riêng.

7.3 Hộp gom dây (CoB)

Dây từ các mô-đun hoặc chuỗi PV riêng lẻ được chạy đến hộp kết hợp. Các dây này có thể là các dây dẫn đơn có đầu nối được nối sẵn vào mô-đun PV.

Đầu ra của hộp tổ hợp là một dây dẫn hai dây lớn hơn trong ống dẫn. Hộp tổ hợp thường bao gồm cầu chì hoặc cầu dao an toàn cho mỗi chuỗi và có thể bao gồm bộ bảo vệ đột biến.

7.4 Chống sét lan truyền

Thiết bị chống sốc điện giúp bảo vệ hệ thống của bạn khỏi sự đột biến điện có thể xảy ra nếu hệ thống PV hoặc đường dây điện gần đó bị sét đánh. Tăng điện là hiện tượng điện áp tăng cao hơn đáng kể so với điện áp thiết kế.

7.5 Nối đất

Nối đất là quy trình trong đó một hoặc nhiều bộ phận của hệ thống điện được kết nối vật lý với mặt đất, được coi là có điện thế bằng 0. Trong khi ở chế độ “Nối đất”, mạch không được kết nối vật lý với mặt đất nhưng điện thế của nó bằng 0 đối với các điểm khác. Sự khác biệt chính là:

Tất cả các thành phần của hệ thống PV và bất kỳ kim loại tiếp xúc nào, bao gồm hộp thiết bị, ổ cắm, khung thiết bị và thiết bị lắp PV phải kết nối với điện cực nối đất (thiết bị kim loại được sử dụng để tiếp xúc thực tế với đất). Dây dẫn nối đất thiết bị là dây dẫn thường không mang dòng điện và được nối đất.

Nối đất là một yêu cầu an toàn quan trọng để ngăn ngừa điện giật do sự cố chạm đất. Sự cố chạm đất xảy ra khi dây dẫn mang dòng điện tiếp xúc với khung hoặc khung của thiết bị hoặc hộp điện.

7.6 Cáp & Dây điện

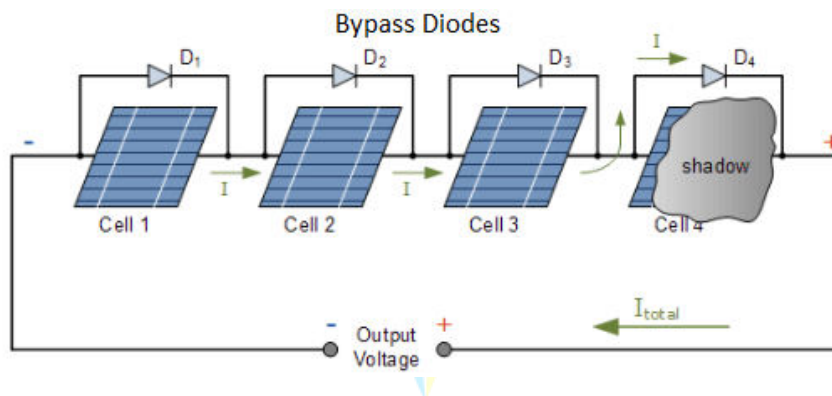
Những cân nhắc quan trọng về cáp và hệ thống dây điện:

- a. Cáp mằng phải phù hợp cho ứng dụng DC, có khả năng chống nước và chống tia cực tím.
- b. Nên sử dụng cáp được gia cố hoặc cách điện kép khi đặt trong khay hoặc ống dẫn kim loại.
- c. Tổng điện áp rơi trên tất cả các cáp AC và DC phải nhỏ hơn 4%.
- d. Cáp phải được đặt/lắp đặt sao cho tất cả các kết nối và hệ thống dây điện phải được bảo vệ khỏi sự tiếp xúc vô ý và hư hỏng cơ học.
- e. Cáp phải có khả năng mang dòng điện an toàn mà không bị quá nhiệt trong các điều kiện quy định mà cáp sẽ được đặt/lắp đặt.
- f. Cầu chì dây có thể được sử dụng để bảo vệ cáp khỏi quá tải và thường được sử dụng cho các hệ thống có nhiều hơn bốn dây. Định mức dòng điện cho phép của cáp ít nhất phải bằng hoặc lớn hơn dòng kích hoạt của cầu chì chuỗi.

g. Ba thông số quan trọng phải được xem xét khi định cỡ cáp:

- định mức điện áp cáp
- định mức dòng điện của cáp
- tổn thất cáp nhỏ nhất

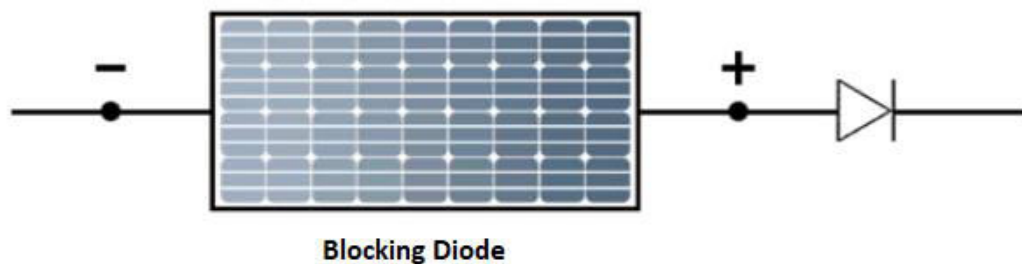
Khi một tế bào trong mô-đun quang điện bị hỏng hoặc một phần của mô-đun bị che bóng, các tế bào bị bóng mờ sẽ không thể tạo ra nhiều dòng điện như các tế bào không được che bóng. Vì tất cả các tế bào được kết nối nối tiếp, cùng một lượng dòng điện sẽ chạy qua tế bào bị hỏng hoặc bị bóng mờ, tế bào này giờ đây sẽ hoạt động như một điện trở và trở nên nóng và năng lượng tạo ra trong mô-đun sẽ bị mất. Điều này được gọi là hiện tượng 'hotspot'. Điều này có thể tránh được bằng cách sử dụng một diốt rẽ nhánh trong mô-đun song song với đầu ra như minh họa trong sơ đồ bên dưới.



Hình 29 Diod bybass

7.6.2. Diốt chặn

Vào ban ngày, một mảng có điện thế lớn hơn pin nên dòng điện chạy từ mảng vào pin. Nhưng vào ban đêm, điện thế mô-đun giảm xuống 0 và pin có thể xả ngược qua mô-đun suốt đêm. Điều này sẽ không gây hại cho mô-đun nhưng sẽ làm mất đi nguồn năng lượng quý giá từ bộ pin. Diốt được đặt trong mạch giữa mô-đun và pin có thể chặn mọi dòng rò rỉ vào ban đêm.



Hình 30 Diod chặn

POS  TEC

CHƯƠNG - 8: THIẾT KẾ VÀ KÍCH THƯỚC HỆ THỐNG PV

8.0. Nguyên tắc thiết kế và định cỡ

Thiết kế hệ thống phù hợp và kích thước thành phần là yêu cầu cơ bản để vận hành đáng tin cậy, hiệu suất tốt hơn, an toàn và tuổi thọ của hệ thống điện mặt trời.

Các nguyên tắc định cỡ cho các hệ thống PV độc lập và nối lưới dựa trên các yêu cầu về chức năng và thiết kế khác nhau.

a. Hệ thống kết nối lưới (không lưu trữ năng lượng)

- Cung cấp năng lượng bổ sung cho phụ tải cơ sở.
- Sự cố của hệ thống PV không dẫn đến mất tải.

b. Hệ thống độc lập (có bộ lưu trữ năng lượng)

- Được thiết kế để đáp ứng yêu cầu tải điện cụ thể.
- Hệ thống PV bị hỏng dẫn đến mất tải.

8.1 Định cỡ hệ thống cho các hệ thống được kết nối lưới

Việc định cỡ cho các hệ thống nối lưới không có bộ lưu trữ năng lượng thường bao gồm những điều sau:

a. Xác định công suất đầu ra của mảng tối đa.

b. Dựa trên diện tích có sẵn, hiệu suất của mô-đun PV được sử dụng, cách bố trí mảng và ngân sách.

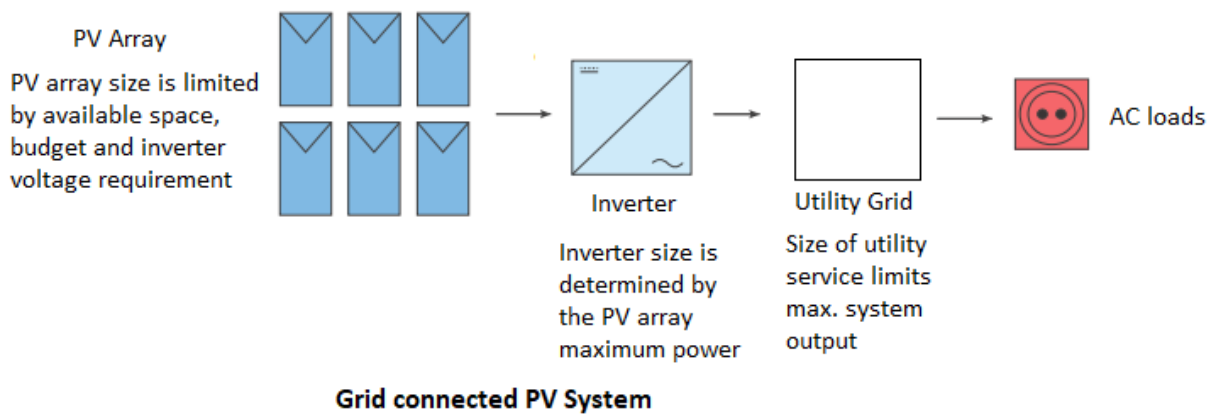
c. Chọn một hoặc nhiều bộ biến tần có công suất định mức tổng hợp từ 80% đến 90% định mức công suất tối đa của mảng tại STC.

d. Kích thước chuỗi biến tần xác định số lượng mô-đun kết nối nối tiếp cụ thể được phép trong mỗi mạch nguồn để đáp ứng các yêu cầu về điện áp.

e. Định mức công suất của biến tần giới hạn tổng số mạch nguồn song song.

f. Ước tính sản lượng năng lượng của hệ thống dựa trên dữ liệu thời tiết và tài nguyên năng lượng mặt trời tại địa phương.

g. Kích thước của hệ thống PV tương tác tập trung vào các yêu cầu về biến tần.



Hình 31 Hệ thống PV nối lưới

8.2 Định cỡ cho Hệ mặt trời nối lưới

Các bước sau đây sẽ giúp bạn xác định kích thước mảng cho hệ thống quang điện mặt trời nối lưới của bạn.

8.2.1. Tìm cho bạn mức sử dụng điện trung bình hàng tháng từ hóa đơn tiền điện của bạn

Đây là tổng số kWh bạn phải trả trong một tháng. Do việc sử dụng theo mùa như điều hòa không khí, sưởi ấm không gian, nên xem xét hóa đơn của nhiều tháng trong năm. Sử dụng tất cả dữ liệu có sẵn, hãy xác định mức sử dụng điện trung bình hàng tháng của bạn.

8.2.2. Tìm mức sử dụng điện trung bình hàng ngày của bạn

Chia kWh trung bình hàng tháng tìm được ở bước 1 cho 30 ngày.

8.2.3. Tìm số giờ nắng cao điểm trung bình hàng ngày cho vị trí của bạn

8.2.4. Tính toán kích thước hệ mặt trời (AC) để tạo ra 100% lượng điện tiêu thụ của bạn

Chia mức sử dụng năng lượng trung bình hàng ngày của bạn (bước 2) cho số giờ nắng cao điểm trung bình tại địa điểm của bạn.

Ví dụ: nếu mức sử dụng năng lượng trung bình của bạn là 34 kWh/Ngày và bạn sống 4,5h nắng đỉnh, kích thước hệ mặt trời (AC) của bạn phải là: $34\text{kWh} / 4,5 \text{ h} = 7,55 \text{ kW}$. Nhân với 1000 để có được Watts.

LƯU Ý: Kích thước hệ mặt trời được tính toán ở bước 4 nằm trong Dòng điện thay thế (AC), là đầu ra của hệ mặt trời. Các mô-đun năng lượng mặt trời tạo thành đầu vào của hệ mặt trời của bạn; do đó, chúng tôi cần tính đến sự thiếu hiệu quả của hệ thống để ước tính số lượng tấm pin mặt trời bạn cần. Một hệ thống năng lượng mặt trời nối lưới thông thường sẽ mất khoảng 14-22%

trong quá trình chuyển đổi năng lượng, bao gồm cả hệ thống cáp, biến tần, kết nối, v.v.

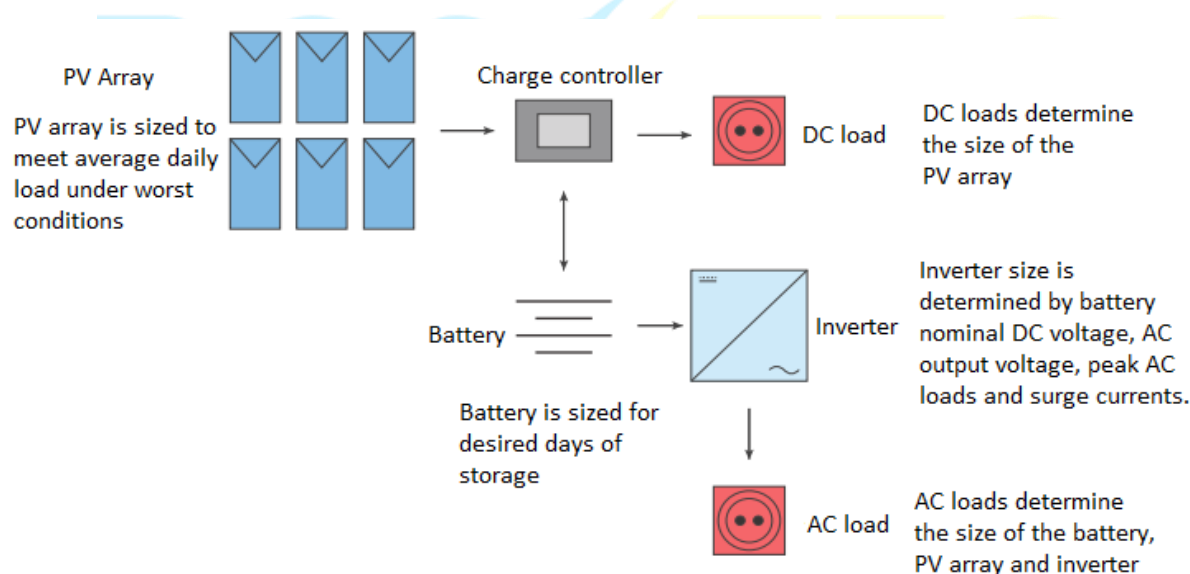
8.2.5. Tính toán số lượng tấm pin mặt trời cần thiết cho hệ thống này

Xem xét một hệ mặt trời được thiết kế tốt với hiệu suất 86% (mất 14%), chia kích thước hệ mặt trời (AC) ở bước 4 cho 0,86. Có vẻ như: $7,55 \text{ kW} / 0,86 = 8,78 \text{ kW}$.

Giả sử bạn muốn sử dụng mô-đun năng lượng mặt trời có công suất trên bảng tên danh nghĩa là 220 Watt. Trong trường hợp đó, bạn sẽ cần: $8,78 \text{ kW} \times 1000 / 220 \text{ W} = 39,90$ tấm. Luôn làm tròn số này lên. Trong trường hợp này, bạn sẽ cần 40 mô-đun năng lượng mặt trời có công suất 220 Watt mỗi mô-đun để đáp ứng 100% nhu cầu năng lượng của bạn.

8.3 Định cỡ hệ thống độc lập của bạn

Hệ thống PV độc lập hoặc không nối lưới khác với các bộ biến tần nối lưới. Hệ thống PV độc lập có thể được coi là một loại hệ thống ngân hàng. Pin là tài khoản ngân hàng. Mảng PV tạo ra năng lượng (thu nhập) và sạc pin (tiền gửi) và tải điện sẽ tiêu thụ năng lượng (rút tiền).



Standalone PV System with Battery and Inverter

Hình 32 Hệ thống độc lập với Pin và biến tần

Mục tiêu định cỡ cho hệ thống PV độc lập là sự cân bằng quan trọng giữa cung và cầu năng lượng. Nó bao gồm các bước chính sau:

- Xác định yêu cầu tải trung bình hàng ngày cho mỗi tháng.
- Tiến hành phân tích thiết kế quan trọng để xác định tháng có tỷ lệ phụ tải trên năng cao nhất.

c. Kích thước ngân hàng pin phù hợp với điện áp hệ thống và dung lượng lưu trữ năng lượng cần thiết.

d. Kích thước mảng PV để đáp ứng yêu cầu phụ tải trung bình hàng ngày trong khoảng thời gian có ánh nắng mặt trời thấp nhất và phụ tải cao nhất (thường là mùa đông).

e. Định cỡ các hệ thống PV độc lập bắt đầu bằng việc xác định tải điện, sau đó định cỡ pin và mảng PV để đáp ứng tải trung bình hàng ngày trong tháng thiết kế quan trọng

Hãy thảo luận chi tiết về việc lựa chọn các thành phần khác nhau của hệ thống độc lập.

8.4 Định cỡ hệ thống

Định cỡ hệ thống quang điện cho hệ thống quang điện độc lập bao gồm quy trình gồm 5 bước cho phép người thiết kế hoặc người dùng hệ thống quang điện định cỡ chính xác hệ thống dựa trên nhu cầu, mục tiêu và ngân sách dự kiến của người dùng. Các bước này là:

a. Ước tính phụ tải điện

b. Định cỡ và chỉ định một biến tần

c. Định cỡ và chỉ định pin

d. Định cỡ và chỉ định một mảng PV

e. Chỉ định bộ điều khiển

8.4.1. Ước tính phụ tải điện

Nhiệm vụ đầu tiên đối với bất kỳ thiết kế hệ thống PV nào là xác định tải hệ thống. Việc xác định tải rất đơn giản. Lập danh sách các thiết bị điện và/hoặc tải được cung cấp năng lượng bởi hệ thống PV. Công suất mà thiết bị yêu cầu có thể được đo hoặc lấy từ nhãn ở mặt sau của thiết bị liệt kê công suất. Bạn cũng có thể tham khảo nhu cầu tiêu thụ điện năng điển hình của các thiết bị thông dụng (Phụ lục-1). Khi bạn đã có xếp hạng công suất, hãy điền vào bảng tính kích thước tải (tham khảo bên dưới). Yêu cầu về năng lượng được tính bằng cách nhân số giờ mỗi ngày mà các thiết bị cụ thể sẽ hoạt động mỗi ngày.

Đối với các tòa nhà hiện có, giải pháp thay thế khác là lấy số liệu tiêu thụ từ hóa đơn điện của bạn; nó hiển thị mức sử dụng thực tế trong khoảng thời gian 12 tháng.

Đặc điểm về điện

A1	Hiệu suất biến tần	0.85 to 0.9%
A2	Điện áp đầu cực pin lưu trữ	12V, 24V or 48V
A3	Điện áp AC biến tần	220 V hoặc 380V (50 Hz)

Các bước quan trọng để phân tích tải

Tải được xác định bằng cách liệt kê tất cả các thiết bị có xếp hạng công suất và số giờ hoạt động, sau đó tổng hợp để có được tổng nhu cầu năng lượng trung bình tính bằng watt-giờ hoặc kilowatt-giờ. Bảng tính dưới đây đưa ra ý tưởng về cách ước tính tải trọng.

Tốt nhất nên liệt kê riêng cả tải AC và DC vì kích thước của biến tần chỉ được yêu cầu cho nhu cầu AC. Áp dụng hiệu suất biến tần để xác định năng lượng DC cần thiết cho tải AC. Điều chỉnh tải DC và AC bằng cách áp dụng hệ số điều chỉnh. Điều này sẽ cung cấp 'Watts đã điều chỉnh'. Sau đó, 'Tải trung bình hàng ngày' được tính bằng cách nhân Số Watt đã điều chỉnh với số giờ sử dụng mỗi ngày.

Bảng tính phụ tải điện

Thiết bị	Công suất (Watts)	Hệ số điều chỉnh 1.0 for DC A1 for AC	Công suất điều chỉnh (A4/A5)	Số h sử dụng/ngày (hrs)	Điện năng/ngày (A6xA7)
-	-----	-----	-----	-----	-----
-	-----	-----	-----	-----	-----

Ước lượng phụ tải điện

A9	Tổng điện năng sử dụng/ngày (sum of A8)	-----	watt-hours
A10	Tổng A.h/ngày (A9/A2)	-----	amp-hours
A11	Công suất AC cực đại (sum of A4)	-----	watts
A12	Công suất DC cực đại (sum of A6)	-----	watts

Tính toán và giải thích

	Parameters	Values	Explanation
A1	Hiệu suất inverter	0.85 - 0.9	Đại lượng này được sử dụng làm hệ số điều chỉnh công suất

			khi dòng điện được thay đổi từ DC sang AC.
A2	Điện áp pin lưu trữ	12V, 24V , 48V	Điện áp đầu cực pin tương ứng với điện áp đầu vào DC yêu cầu cho biến tần. Thực hiện theo bên dưới để được hướng dẫn. Sử dụng 12V lên đến 1kWh Sử dụng 24V từ 1 kWh đến 3 đến 4 kWh Sử dụng 48 V vượt quá 4 kWh
A3	Điện áp AC inverter	220 V hoặc 380V (50 Hz)	Điện áp đầu ra của biến tần được thiết kế cho một pha 220 hoặc ba pha 380V ở tần số 50Hz.
A4	Rated Wattage	Watts	Công suất định mức được liệt kê cho từng thiết bị trong cột (A4).
A5	Hệ số điều chỉnh	1.0 cho DC 0.85 cho AC	Hệ số điều chỉnh có liên quan đến hiệu suất của biến tần. Hiệu suất của biến tần thay đổi bất cứ nơi nào trong khoảng 0,85 - 0,9. Đối với tải DC hoạt động trực tiếp từ ngân hàng pin, hệ số điều chỉnh 1.0 được sử dụng.
A6	Công suất điều chỉnh	A4/A5	Chia công suất định mức (A4) cho hệ số điều chỉnh (A5) sẽ điều chỉnh công suất để bù cho sự kém

			hiệu quả của biến tần và đưa ra công suất thực tế tiêu thụ từ ngân hàng pin.
A7	Số giờ sử dụng/ngày	hrs	Số giờ mỗi thiết bị được sử dụng mỗi ngày. Chu kỳ nhiệm vụ, hoặc thời gian thực tế của hoạt động tải, phải được xem xét ở đây.
A8	Điện năng./ngày	A6xA7	Lượng năng lượng mà mỗi thiết bị cần mỗi ngày được xác định bằng cách nhân công suất điều chỉnh của mỗi thiết bị (A6) với số giờ sử dụng mỗi ngày (A7).
A9	Tổng điện năng yêu cầu/ngày	Tổng của A8	Tổng các đại lượng trong cột (A8) xác định tổng nhu cầu năng lượng theo yêu cầu của các thiết bị mỗi ngày. Nó được tính bằng watt-giờ.
A10	Tổng A.h yêu cầu/ngày	A9/A2	The battery storage is sized independently of the photovoltaic array. In order to size the battery bank the total electrical load is converted from watt-hours to amp-hours.
A11	Công suất AC tối đa yêu cầu	Tổng A4	Giá trị này là sản lượng điện xoay chiều liên tục tối đa cần thiết của biến tần, nếu tất cả các tải hoạt động đồng thời. Điều này không bao

			gồm các yêu cầu tăng đột biến. Yêu cầu Đỉnh, hoặc đột biến (do khởi động động cơ, v.v.) cũng phải được xem xét khi chọn biến tần.
A12	Công suất DC tối đa yêu cầu	Tổng A6	Giá trị này (A12) là công suất đầu vào DC tối đa theo yêu cầu của biến tần và cần thiết để xác định kích thước dây, yêu cầu nung chảy và ngắt kết nối. Nếu các kỹ thuật quản lý tải được sử dụng để loại bỏ khả năng tải hoạt động đồng thời, yêu cầu đầu ra tối đa của biến tần có thể được giảm tương ứng.

8.5 Định cỡ pin

Pin dành cho các hệ thống độc lập có kích thước để lưu trữ năng lượng do dây tạo ra để sử dụng cho các tải hệ thống theo yêu cầu. Tổng dung lượng pin định mức cần thiết phụ thuộc vào những điều sau:

- Số ngày lưu trữ mong muốn để đáp ứng tải hệ thống mà không cần nạp lại từ PV
- Độ sâu xả tối đa cho phép
- Nhiệt độ và tốc độ xả
- Tổn thất và hiệu suất của hệ thống
- Điện áp hệ thống xác định số lượng pin được nối nối tiếp cần thiết.
- Tổng dung lượng cần thiết xác định số lượng chuỗi pin song song cần thiết.

8.5.1. Ngày lưu trữ

- Ngày lưu trữ là số ngày mà pin được sạc đầy có thể đáp ứng tải hệ thống mà không cần sạc lại từ mảng PV.

b. Khoảng thời gian lưu trữ lớn hơn được sử dụng cho các ứng dụng quan trọng hơn và tăng tính khả dụng của hệ thống, nhưng với chi phí cao hơn do cần có pin lớn hơn.

Quan trọng: Pin phải có khả năng đáp ứng cả yêu cầu về năng lượng và năng lượng của hệ thống. Theo nguyên tắc chung, cần duy trì lưu trữ tối thiểu là 3 ngày đối với tải thường xuyên. Đối với các tải quan trọng, thời gian lưu trữ phải dài hơn 3 ngày dựa trên điều kiện thời tiết của khu vực cụ thể.

8.5.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến kích thước pin

a. Quyền tự chủ được chỉ định và độ sâu xả tối đa cho phép (DOD) xác định tổng dung lượng pin cần thiết cho một tải hệ thống nhất định.

b. Khoảng thời gian tự chủ lớn hơn sẽ làm tăng kích thước của pin và tăng tính khả dụng cũng như giảm độ sâu xả trung bình hàng ngày.

c. DOD cho phép lớn hơn sẽ mang lại tính khả dụng của hệ thống cao hơn nhưng lại ảnh hưởng đến tình trạng pin.

d. Dung lượng pin định mức bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ, tốc độ xả và tuổi của pin.

Việc xác định kích thước bộ pin cho trường hợp xấu nhất không chỉ quan trọng để đảm bảo rằng hệ thống PV có thể đáp ứng tải của tòa nhà trong mọi điều kiện mà còn để tăng cơ hội giảm thiểu độ sâu xả pin theo mùa. Ngoài ra, bạn cũng nên xem xét cách sử dụng của mình và mức độ quan trọng của ứng dụng.

8.5.3. Bảng tính mẫu để định cỡ pin

Bước	Thông số	Giá trị	Diễn giải
B1	Số ngày lưu trữ mong muốn / yêu cầu (quyền tự chủ)	ngày	Thông thường, hệ thống lưu trữ pin được thiết kế để cung cấp năng lượng điện cần thiết trong khoảng thời gian tương đương với 7 ngày không có ánh nắng mặt trời. Khoảng thời gian này được coi là mức lưu trữ vừa phải. Các ứng dụng ít quan trọng hơn có thể sử dụng 3 đến 4 ngày lưu trữ, mặc dù điều này sẽ làm tăng độ sâu của chu kỳ pin và giảm tuổi thọ pin. Đối với các ứng dụng quan trọng như những ứng dụng có thể ảnh hưởng đến an toàn

			công cộng, có thể mong muốn nhiều ngày lưu trữ hơn.
B2	Giới hạn độ sâu xả cho phép (thập phân)	0.8	Đây là phần dung lượng tối đa có thể rút ra khỏi pin. Lưu ý rằng pin được chọn phải có khả năng đạt giới hạn này hoặc độ sâu xả lớn hơn. Giá trị điển hình là 0,8 cho một pin mới tốt.
B3	Dung lượng pin yêu cầu (amp - giờ)	(A10 x B1) / B2	Dung lượng pin cần thiết được xác định bằng cách trước tiên nhân tổng số amp-giờ mỗi ngày (A10) với số ngày lưu trữ cần thiết (B1) và sau đó chia số này cho độ sâu giới hạn xả cho phép (B2).
B4	Dung lượng amp-giờ của pin đã chọn Lưu ý -1	Tham khảo Ghi chú -1 bên dưới	Khi số amp-giờ cần thiết đã được xác định (B3), pin hoặc Các tế bào pin có thể được chọn bằng cách sử dụng thông tin của nhà sản xuất. Tham khảo Lưu ý - 1 bên dưới.
B5	Số lượng pin song song	B3/B4	Kết nối song song đạt được công suất cao hơn bằng cách cộng tổng ampe giờ (Ah).
B6	Số lượng pin nối tiếp	A2 / điện áp pin đã chọn	Pin đạt được điện áp hệ thống mong muốn (điện áp hoạt động) bằng cách kết nối một số tế bào nối tiếp; Mỗi tế bào thêm điện thế điện áp của nó để lấy được ở tổng điện áp đầu cuối.
B7	Tổng số pin	B5xB6	Nhân số lượng pin song song (B5) với số lượng tế bào pin nối tiếp (B6)
B8	Tổng công suất amp giờ pin (amp giờ)	B5xB4	Tổng dung lượng định mức của pin đã chọn được xác định bằng cách nhân song song số lượng pin (B5) với dung lượng ampe-giờ (Ah) của pin đã chọn (B4).

Lưu ý -1 (Tham khảo mục B4):

Khi đã xác định được số giờ amp yêu cầu (B3), pin hoặc cell pin có thể được chọn bằng thông tin của nhà sản xuất. Hình dưới đây cho thấy trích xuất pin cấp công nghiệp cho các mức giá ngày khác nhau. Vì dung lượng pin có thể

thay đổi theo tốc độ xả nên nên sử dụng dung lượng amp-giờ tương ứng với số ngày lưu trữ cần thiết.

TYPE	VOLTS PER UNIT	NORMAL A.H. CAP	20 DAY (480 HR)		10 DAY (240 HR)		5 DAY (120 HR)		3 DAY (72 HR)		32° F (0° C) 500 HR A.H.
			A.H	AMPS	A.H	AMPS	A.H	AMPS	A.H	AMPS	
6E95-5	12	180	192	0.40	192	0.80	192	1.60	192	2.67	184
6E95-7	12	270	288	0.60	288	1.20	288	2.40	288	4.00	276
6E95-9	12	360	383	0.80	383	1.60	383	3.19	383	5.32	368
6E95-11	12	450	478	1.00	478	1.99	478	3.98	478	6.64	459
6E120-9	12	500	538	1.12	538	2.24	538	4.48	538	7.47	516
6E120-11	12	625	673	1.40	673	2.80	673	5.61	673	9.35	646
6E120-13	12	750	808	1.68	808	3.37	808	6.73	808	11.22	776
6E120-15	12	875	942	1.96	942	3.93	942	7.85	942	13.08	904
3E120-17	6	1000	1077	2.24	1077	4.49	1077	8.98	1077	14.96	1034
3E120-19	6	1125	1212	2.53	1212	5.05	1212	10.10	1212	16.83	1163
3E120-21	6	1250	1346	2.80	1346	5.61	1346	11.22	1346	18.69	1292
3E120-23	6	1375	1481	3.09	1481	6.17	1481	12.34	1481	20.57	1422
3E120-25	6	1500	1616	3.37	1616	6.73	1616	13.47	1616	22.44	1551
3E120-27	6	1625	1750	3.65	1750	7.20	1750	14.58	1750	24.31	1680
3E120-29	6	1750	1885	3.93	1885	7.85	1885	15.71	1885	26.18	1809

8.6 Kích thước mảng PV

Kích thước mảng năng lượng mặt trời được xác định bởi các thông số sau:

- Mảng quang điện dành cho các hệ thống độc lập có kích thước để đáp ứng phụ tải trung bình hàng ngày trong tháng thiết kế quan trọng.
- Ánh sáng mặt trời nhận được tại chỗ
- Tổn thất hệ thống, chất bán và nhiệt độ vận hành cao hơn được tính đến khi ước tính sản lượng mảng.
- Đặc điểm của mô-đun PV
- Điện áp hệ thống xác định số lượng mô-đun nối tiếp cần thiết cho mỗi mạch nguồn.
- Các yêu cầu về năng lượng và công suất của hệ thống xác định tổng số mạch nguồn song song cần thiết.

Mảng có kích thước để đáp ứng yêu cầu tải trung bình hàng ngày cho tháng hoặc mùa trong năm với tỷ lệ phơi nắng hàng ngày trên tải hàng ngày thấp nhất. Sử dụng công suất đầu ra của mô-đun và độ nắng hàng ngày (trong giờ nắng cao điểm), có thể xác định được năng lượng (watt-giờ hoặc amp-giờ) do mô-đun quang điện cung cấp trong một ngày trung bình. Sau đó, khi biết các yêu cầu về tải và đầu ra của một mô-đun, mảng có thể được điều chỉnh kích thước. Có thể đạt được tính khả dụng cao hơn của hệ thống bằng cách tăng kích thước của mảng PV và/hoặc pin.

8.6.1. Bảng tính mẫu cho mảng PV

Bước	Thông số	Giá trị	Diễn giải
------	----------	---------	-----------

C1	Tổng nhu cầu năng lượng mỗi ngày (watt-giờ)	A9	Tổng nhu cầu năng lượng mỗi ngày tính bằng watt - giờ.
C2	Hiệu suất pin sau chu kỳ xả	0.70 and 0.85	Hệ số từ 0,70 đến 0,85 được sử dụng để ước tính hiệu suất khử hồi của pin. Sử dụng 0,85, nếu pin được chọn tương đối hiệu quả và nếu một tỷ lệ đáng kể năng lượng được sử dụng vào ban ngày.
C3	Đầu ra mảng yêu cầu mỗi ngày (watt-giờ)	C1/ C2	Chia tổng nhu cầu năng lượng mỗi ngày (C1) cho hiệu suất khử hồi pin (C2) xác định sản lượng mảng cần thiết mỗi ngày. Số watt-giờ theo yêu cầu của tải được điều chỉnh (trở lên) Bởi vì pin có hiệu suất dưới 100%.
C4	Điện áp công suất tối đa mô-đun PV đã chọn ở STC (Vôn)	$P_{max} \times 0.85$	Mô-đun PV đã chọn tối đa điện áp công suất ở STC x 0,85. Điện áp công suất tối đa thu được từ thông số kỹ thuật của nhà sản xuất cho mô-đun quang điện đã chọn và đại lượng này được nhân với 0,85 để thiết lập điện áp hoạt động thiết kế cho mỗi mô-đun (không phải mảng).
C5	Mô-đun PV được chọn đảm bảo sản lượng điện ở STC (watt)	Bảng dữ liệu của nhà sản xuất	Mô-đun PV được chọn đảm bảo sản lượng điện (tính bằng watt) tại STC. Con số này cũng được lấy từ thông số kỹ thuật của nhà sản xuất cho mô-đun đã chọn.
C6	Tổng số giờ xem trước ở độ nghiêng thiết kế cho tháng thiết kế	giờ (h)	Giờ nắng cao điểm ở độ nghiêng tối ưu. Con số này được lấy từ dữ liệu bức xạ mặt trời cho vị trí thiết kế và độ nghiêng

			mảng cho một ngày trung bình trong tháng tồi tệ nhất trong năm.
C7	Sản lượng năng lượng trên mỗi mô-đun mỗi ngày (watt-giờ)	C5x C6	Lượng năng lượng được tạo ra bởi mảng mỗi ngày trong tháng tồi tệ nhất được xác định bằng cách nhân sản lượng điện quang điện đã chọn tại STC (C5) với số giờ mặt trời cao điểm ở độ nghiêng thiết kế.
C8	Đầu ra năng lượng mô-đun ở nhiệt độ hoạt động (watt giờ)	DF x C7	Nhân hệ số giảm xếp hạng (DF) bởi mô-đun đầu ra năng lượng (C7) thiết lập sản lượng năng lượng trung bình từ một mô-đun. DF = 0,80 đối với khí hậu nóng và các ứng dụng quan trọng. DF = 0,90 đối với khí hậu ôn hòa và các ứng dụng không quan trọng.
C9	Số lượng mô-đun cần thiết để đáp ứng yêu cầu năng lượng (mô-đun)	C3/ C8	Chia đầu ra cần thiết cho mỗi ngày (C3) bởi mô-đun đầu ra năng lượng ở nhiệt độ hoạt động (C8) xác định số lượng mô-đun cần thiết để đáp ứng yêu cầu năng lượng.
C10	Số lượng mô-đun cần thiết cho mỗi chuỗi được làm tròn đến số nguyên cao hơn tiếp theo.	A2/ C4	Chia điện áp đầu cực pin (A2) cho điện áp hoạt động thiết kế mô-đun (C4), sau đó làm tròn con số này thành số nguyên cao hơn tiếp theo xác định số lượng mô-đun cần thiết cho mỗi chuỗi.
C11	Số chuỗi song song được làm tròn đến số nguyên cao hơn tiếp theo.	C9/ C10	Chia số lượng mô-đun cần thiết để đáp ứng nhu cầu năng lượng (C9) cho số lượng mô-đun cần thiết

			cho mỗi chuỗi (C10) và sau đó làm tròn con số này đến số nguyên cao hơn tiếp theo xác định số lượng chuỗi song song.
C12	Số lượng mô-đun sẽ được mua	$C10 \times C11$	Nhân số lượng mô-đun cần thiết cho mỗi chuỗi (C10) với số lượng chuỗi song song (C11) xác định số lượng mô-đun cần mua.
C13	Đầu ra mô-đun PV định mức danh nghĩa (watt)	Dữ liệu nhà sản xuất	Đầu ra mô-đun định mức tính bằng watt như nhà sản xuất đã nêu. Các mô-đun quang điện thường được định giá theo đầu ra mô-đun định mức (\$ / watt).
C14	Đầu ra mảng định mức danh nghĩa (watt)	$C12 \times C13$	Nhân số lượng mô-đun cần mua (C12) với đầu ra mô-đun định mức danh nghĩa (C13) xác định đầu ra mảng định mức danh nghĩa. Con số này sẽ được sử dụng để xác định chi phí của mảng quang điện.

Lưu ý: Phương pháp thiết kế cho mảng quang điện thường sử dụng dòng điện (ampe) thay vì công suất (watt) để mô tả yêu cầu tải vì việc so sánh có ý nghĩa về hiệu suất của mô-đun quang điện sẽ dễ dàng hơn. Ví dụ, sẽ rất thuận tiện khi so sánh hiệu suất, kích thước vật lý và chi phí khi chỉ định các mô-đun PV sẽ tạo ra 30 ampe ở nhiệt độ hoạt động 12 volt được chỉ định thay vì cố gắng so sánh các mô-đun 50 watt có thể có các điểm vận hành khác nhau.

8.7 Chọn biến tần

Cần có biến tần để chuyển đổi dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều. Bộ biến tần độc lập thường có điện áp cụ thể, tức là bộ biến tần phải có cùng điện áp danh định với pin của bạn.

Biến tần được đánh giá bằng Watts. Công suất đầu vào của biến tần không bao giờ được thấp hơn tổng công suất của thiết bị, tức là.

Công suất biến tần > A12 Watts

Quan trọng: Kích thước của biến tần dành cho hệ thống độc lập được đo bằng công suất đầu ra liên tục tối đa tính bằng watt và định mức này phải lớn hơn tổng công suất của tất cả các tải AC được kết nối. Ngoài ra, các thiết bị điện như máy giặt, máy sấy, tủ lạnh,... đều sử dụng động cơ điện nên cần nhiều năng lượng hơn để khởi động. Mức tiêu thụ điện năng khởi động cao này có thể cao hơn gấp đôi mức tiêu thụ điện năng bình thường, do đó, định mức đầu vào của biến tần lý tưởng nhất là lớn hơn 25-30% so với công suất định mức của thiết bị của bạn.

8.8 Định cỡ bộ điều khiển

Chức năng của bộ điều khiển sạc là điều chỉnh lượng điện đi vào hệ thống pin từ PV năng lượng mặt trời của bạn và ngăn chặn việc sạc quá mức cũng như dòng điện ngược vào ban đêm. Bộ điều khiển sạc được sử dụng nhiều nhất là Điều chế độ rộng xung (PWM) hoặc Theo dõi điểm công suất tối đa (MPPT).

Điện áp mà mô-đun PV có thể tạo ra công suất tối đa được gọi là điểm công suất tối đa (hoặc điện áp công suất đỉnh). Công suất tối đa thay đổi theo bức xạ mặt trời, nhiệt độ môi trường và nhiệt độ pin mặt trời. Mô-đun PV điển hình tạo ra năng lượng với điện áp nguồn tối đa khoảng 17V khi được đo ở nhiệt độ tế bào 25°C, nó có thể giảm xuống khoảng 15V trong thời gian ngắn ngày nóng và nó cũng có thể tăng lên 18V vào ngày rất lạnh. Khi bộ điều khiển sạc năng lượng mặt trời MPPT nhận thấy sự thay đổi về đặc tính điện áp hiện tại của pin mặt trời, nó sẽ tự động điều chỉnh điện áp một cách hiệu quả. nó buộc mô-đun PV hoạt động ở điện áp gần với điểm công suất tối đa để tiêu thụ công suất tối đa hiện có.

Bộ điều khiển sạc năng lượng mặt trời MPPT cho phép người dùng sử dụng mô-đun PV có điện áp đầu ra cao hơn điện áp hoạt động của hệ thống pin. Ví dụ: nếu mô-đun PV phải được đặt cách xa bộ điều khiển sạc và pin thì kích thước dây của nó phải rất lớn để giảm sụt áp. Với bộ điều khiển sạc năng lượng mặt trời MPPT, người dùng có thể nối dây mô-đun PV ở điện áp 24 hoặc 48 V (tùy thuộc vào mức sạc) bộ điều khiển và mô-đun PV) và đưa nguồn điện vào hệ thống pin 12 hoặc 24 V. Điều này có nghĩa là nó giảm kích thước dây cần thiết trong khi vẫn giữ được toàn bộ đầu ra của mô-đun PV.

Định mức đầu vào dòng điện của bộ điều khiển sạc bằng tích của dòng điện ngắn mạch của mô-đun PV, số lượng mô-đun PV mắc song song và hệ số an toàn, trong đó hệ số an toàn là 1,25.

$$I_{dm} = (N_{PV \text{ song song}} \times I_{sc}) \times 1,25$$

Ở đâu:

- I_{dm} = Định mức bộ điều khiển sạc năng lượng mặt trời
- I_{sc} = Dòng điện ngắn mạch
- $N_{B-song\ song}$ = Số lượng mô-đun PV song song
- 1,25 là hệ số an toàn

8.9 Định cỡ cáp

Mục đích của bước này là ước tính kích thước và loại dây trong các mạch sau:

- Cáp giữa các mô-đun PV và Pin
- Cáp giữa bộ sạc quy và biến tần
- Cáp nối biến tần và tải

Phương trình dưới đây có thể được sử dụng để xác định tiết diện của dây đồng.

$$A = \frac{\rho \times L \times I \times 2}{V_d}$$

Ở đâu:

- ρ = điện trở suất của dây ----- [Đối với đồng $\rho = 1,724 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$]
- L = chiều dài dây (m)
- A = diện tích mặt cắt ngang của cáp tính bằng mm^2
- I = dòng điện định mức của bộ điều chỉnh, ampe
- V_d = Sụt áp, vôn

Trong cả hệ thống dây AC và DC, độ sụt áp được lấy không vượt quá 4% giá trị.

$$V_d = \frac{4}{100} \times V$$

Điện áp V thường là

- Cáp giữa mô-đun PV và Pin = 12V, 24 V hoặc 48V
- Cáp giữaẮc quy và Biến tần = 12V, 24V hoặc 48V
- Cáp nối biến tần và tải = 220 V

CHƯƠNG 9: XÂY DỰNG HỆ THỐNG PV TÍCH HỢP

9.0. Hệ thống BIPV

Quang điện tích hợp tòa nhà (BIPV) là một ứng dụng trong đó các mô-đun quang điện mặt trời được tích hợp vào các cấu trúc tòa nhà. Việc tích hợp có thể được thực hiện bằng cách lắp đặt các mô-đun PV lên trên các cấu trúc hiện có hoặc bằng cách kết hợp các mô-đun PV như một phần của các bộ phận của tòa nhà (mặt tiền, mái nhà, tường, kính) và dưới dạng các bộ phận không phải của tòa nhà (kèm chống nắng, tấm che nắng). Hiện đại

mặt tiền của tòa nhà thương mại thường có giá tương đương với mặt tiền của PV, nghĩa là hệ thống PV có thể hoàn vốn ngay lập tức hoặc ngắn hạn. Tùy thuộc vào loại tích hợp, mô-đun PV cũng có thể cung cấp khả năng chống ồn hoặc che nắng.

9.1 Lợi ích của BIPV

Quang điện tích hợp trong tòa nhà có thể được sử dụng cho các chức năng khác nhau, chẳng hạn như:

a. Thay thế vật liệu thông thường: Một trong những lợi ích chính của việc sử dụng BIPV là thay thế các vật liệu xây dựng truyền thống như màng mái, tấm ốp mặt tiền hoặc kính giếng trời, v.v. Mô-đun BIPV có thể được tùy chỉnh hoàn toàn về kích thước, màu sắc, hình dạng, v.v. Vì vậy, nó là yếu tố cuối cùng để một kiến trúc sư đưa vào tòa nhà và nó có thể là một phần đầy đủ các đặc điểm của cấu trúc.

b. Giảm chi phí: Ưu điểm chính của BIPV so với các hệ thống năng lượng mặt trời thông thường là chi phí ban đầu có thể được bù đắp bằng cách giảm số tiền chi cho vật liệu xây dựng và nhân công thường được sử dụng để xây dựng phần tòa nhà mà các tấm BIPV thay thế. Chúng không chỉ có chi phí thấp hơn mà còn có ít tác động đến môi trường hơn.

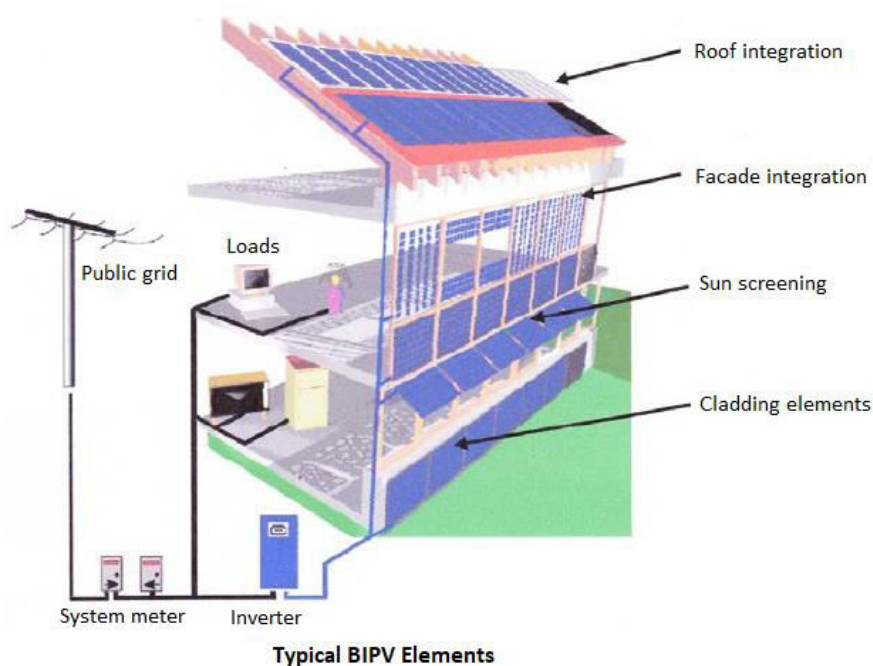
c. Sản xuất điện: Các bộ phận quang điện tích hợp trong tòa nhà có thể tạo ra đủ năng lượng cho tòa nhà hoặc có thể xuất khẩu cho một công ty tiện ích thông qua kết nối lưới điện.

Có nhiều công nghệ và dự án khác nhau hoạt động kết hợp với những công nghệ này để đảm bảo thu hoạch năng lượng phong phú.

d. Tạo mái che: Các mô-đun có thể bảo vệ khỏi thời tiết, sức nóng mặt trời không mong muốn cũng như bảo vệ khỏi gió và mưa. Chúng cũng bảo vệ chống sét, là một điện trở.

e. Chất cách nhiệt: Khi thời tiết trở lạnh (hoặc nóng), các mô-đun BIPV không được thông gió sẽ hoạt động như vật liệu cách nhiệt thông qua cấu trúc bánh sandwich của các mô-đun.

f. Tích hợp kiến trúc: Chúng có thể mang lại tính thẩm mỹ tương đối cao hơn so với các vật liệu thông thường. Ví dụ: sử dụng tế bào quang điện cho hệ thống giếng trời ở tiền sảnh, sân trong hoặc sân trong, có thể vừa tiết kiệm chi phí sử dụng năng lượng mặt trời, vừa đóng vai trò là một tính năng thiết kế thú vị.



Hình 33 Hệ thống PV tích hợp tiêu biểu

9.2 Tiêu chí kiến trúc cho BIPV

Giải pháp BIPV thành công đòi hỏi sự tương tác giữa thiết kế tòa nhà và thiết kế hệ thống PV.

Kích thước của hệ thống PV phải phù hợp với kích thước của tòa nhà. Điều này sẽ xác định kích thước của các mô-đun và đường lưới tòa nhà được sử dụng. Hãy nhớ rằng nó độc lập với công suất đầu ra của hệ thống PV.

Tiêu chí để tích hợp tốt các mô-đun PV trong các tòa nhà là:

1. Sự kết hợp về mặt thẩm mỹ của chất liệu và màu sắc
2. Áp dụng liền mạch
3. Được bối cảnh hóa phù hợp với bối cảnh của tòa nhà

9.2.1. Đẹp về mặt thẩm mỹ

Hệ thống PV phải bổ sung thêm các tính năng bắt mắt vào thiết kế.

Tòa nhà sẽ trông hấp dẫn và hệ thống PV sẽ cải thiện đáng kể về thiết kế.

Màu sắc và kết cấu của hệ thống PV phải hài hòa với các vật liệu khác. Các tế bào quang điện thường có màu tối vì chúng được thiết kế để phản chiếu càng ít ánh sáng càng tốt. Bằng cách này, pin mặt trời sẽ tạo ra công suất tối đa.

Mô-đun đơn tinh thể – Pin mặt trời đơn tinh thể thường có màu xanh đậm, đen hoặc xám.

Những tấm này có công suất đầu ra cao, chiếm ít không gian hơn và có tuổi thọ cao nhất. Tất nhiên, điều đó cũng có nghĩa là chúng đắt nhất trong nhóm. Một ưu điểm khác cần xem xét là chúng có xu hướng ít bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ cao hơn so với các tấm đa tinh thể.

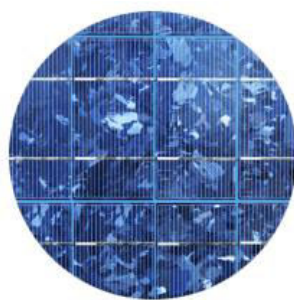
Độ tinh khiết cao của silicon khiến loại tấm pin mặt trời này có một trong những tỷ lệ hiệu suất cao nhất, với những loại mới nhất đạt trên 23%.



Monocrystalline

Hình 34 Pv mono

Mô-đun đa tinh thể – Pin mặt trời đa tinh thể thường có tông màu lốm đốm hơi xanh. Chúng được tạo ra bằng cách nấu chảy silicon thô, đây là một quá trình nhanh hơn và rẻ hơn so với quá trình sử dụng cho các tấm đơn tinh thể. Điều này dẫn đến giá cuối cùng thấp hơn nhưng hiệu suất cũng thấp hơn (khoảng 15%), hiệu suất không gian thấp hơn và tuổi thọ ngắn hơn do chúng bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ nóng ở mức độ lớn hơn.



Polycrystalline

Hình 35 PV poly

Silicon vô định hình (A-Si) - Mô-đun silicon vô định hình màng mỏng có màu phổ biến từ nâu đỏ đến đen; bề mặt có thể đồng nhất hoặc không đồng nhất, tùy thuộc vào cách chế tạo các mô-đun. Các tế bào silicon vô định hình (A-Si) dài và rất hẹp và do đó nhìn từ bên ngoài có dạng vân hơn; nhìn từ bên trong giống như một cửa chớp nửa mở. Màu sắc của ánh sáng truyền đi sẽ phụ thuộc vào màu sắc được tế bào hấp thụ trên đường đi qua. Chúng cũng linh hoạt—mở ra nhiều cơ hội cho các ứng dụng thay thế—và ít bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ cao. Vấn đề chính là chúng chiếm rất nhiều không gian.



Thin film Solar Cells

Hình 36 PV màng mỏng

Màu sắc của pin mặt trời có thể được thay đổi bằng cách thay đổi độ dày của lớp phủ chống phản chiếu. Một số nhà sản xuất PV có thể đáp ứng các đơn đặt hàng đặc biệt cho các màu như vàng, xanh lá cây và đỏ tươi. Những biến thể màu sắc này sẽ làm giảm hiệu quả hoạt động.

Tuy nhiên, các ô màu mang lại cái nhìn đặc biệt cho việc lắp đặt năng lượng mặt trời bằng cách điều chỉnh độ dày

của lớp chống phản chiếu, độ phản chiếu tổng thể sẽ tăng lên và hiệu suất sẽ giảm 15-30% tùy theo màu sắc.



PV panel with different colored cells

Hình 37 PV nhiều màu

9.2.2. Bối cảnh tốt

Hình ảnh tổng thể của tòa nhà phải hài hòa với hệ thống PV. Điều quan trọng là phải giới thiệu kết cấu mà không làm lu mờ các mô-đun. Kết cấu là cảm giác hoặc hình dạng của bề mặt hoặc chất liệu; độ mịn, độ nhám, độ mềm, v.v.

Các chiến lược giới thiệu kết cấu bao gồm: sử dụng hiệu ứng kính chấm ở các cạnh của mô-đun; xen kẽ các mô-đun PV với các vật liệu khác; sử dụng chi tiết hộp đèn; sử dụng kẹp gỗ bằng thép không gỉ; kết hợp nhiều loại hình công nghệ PV; kết hợp nhiều mô-đun được chỉ định khác nhau; gắn các mô-đun về phía trước để chúng tạo bóng trên tường đỡ; nghiêng để cho phép tạo ra các điểm nổi bật; cung cấp khoảng cách không đồng đều giữa các ô; khai thác PV như một chất liệu đồng nhất để tạo thành các hình khối mang tính biểu tượng. Việc khắc axit lên kính mặt trước của mô-đun đôi khi được sử dụng để giảm sự phản chiếu ở mặt tiền tổng thể và để cung cấp độ tương phản giữa tấm ốp PV và cửa sổ.

Nó đòi hỏi các kiến trúc sư có tầm nhìn, kết hợp với chuyên gia năng lượng mặt trời hiểu biết rất rõ về các sản phẩm và ứng dụng hiện có. Ví dụ, trên một tòa nhà lịch sử, gạch hoặc đá phiến có thể sẽ phù hợp hơn các mô-đun kính lớn. Tuy nhiên, hệ thống PV công nghệ cao sẽ phù hợp hơn trong một tòa nhà công nghệ cao.



POS TEC

Hình 38

9.2.3. Áp dụng liền mạch

Hệ thống PV phải được áp dụng liền mạch và tích hợp một cách tự nhiên vào tòa nhà. Tích hợp tự nhiên đề cập đến cách hệ thống PV tạo thành một phần hợp lý của tòa nhà và làm thế nào nếu không có hệ thống PV, sẽ có thứ gì đó bị thiếu. Nói chung, các mô-đun quang điện có thể được mua và gắn bằng khung hoặc dưới dạng tấm mỏng không có khung.

Các mô-đun có khung có thể được gắn vào nền có khung bằng các phương pháp cố định truyền thống trong khi các tấm mỏng có thể được giữ cố định bằng các kẹp cán mỏng hoặc được giữ bằng một thanh chắn, như trong kính treo tường truyền thống.

Trong mô-đun năng lượng mặt trời không khung, thiết bị được thiết kế theo cách thẩm mỹ trong khi vẫn duy trì xếp hạng hiệu quả. Trong các mô-đun này, pin mặt trời được đặt giữa hai lớp kính và do đó chúng còn được gọi là tấm 'kính trên kính'. Các mảng này được đặt gần mái nhà hơn và không có bất kỳ khung nào để đỡ chúng. Vì vậy, kính dày được sử dụng trên bảng điều khiển để mang lại sự ổn định về cấu trúc cho việc lắp đặt. Việc bỏ đi khung chu vi dọc theo các mối nối ngang có thể tạo ra hình dáng của các phần tử quang

điện thẳng đứng liên tục. Các hiệu ứng trang trí như rán cũng được kết hợp dọc theo các cạnh của mô-đun không khung.



Frameless Modules

Hình 39 PV không viền

9.3 Đơn đăng ký BIPV

Ứng dụng quang điện phổ biến nhất cho nhà ở là hệ thống mái nhà nổi lưới nhỏ từ 1 đến 3kWp, chiếm từ 7 đến 15m² diện tích mái.

Đối với các tòa nhà thương mại, ứng dụng phổ biến nhất là hệ thống mặt tiền hoặc hệ thống tường rèm tổng thể và hệ thống mái thông tầng. Việc trang bị thêm cũng có thể sử dụng hệ thống che nắng có tích hợp tấm che nắng hoặc tấm che mưa để nâng cao diện mạo của tòa nhà hoặc hệ thống lắp mái bằng, được giấu sau lan can.

BIPV có thể được sử dụng theo vô số cách.

9.3.1. Hệ thống mái nhà

Việc lắp đặt các mô-đun PV trên mái bằng là một lựa chọn tuyệt vời, vì các mô-đun có thể được định hướng ở vị trí tốt nhất, nhưng phải giữ khoảng cách ít nhất bằng $\frac{1}{2}$ chiều cao của kết cấu giữa các hàng mô-đun PV để tránh che nắng lẫn nhau. Khi lắp đặt mô-đun PV trên mái bằng, cần xem xét một số khía cạnh:

- A. Cấu trúc của mái nhà
- b. Các bộ phận của mái nhà như ống khói, lối thoát hiểm, cửa sổ mái, v.v.
- c. Hướng của tòa nhà

Khi lắp đặt các mô-đun PV trong các tòa nhà mới, kết cấu của mái nhà được tính toán theo tải trọng lắp đặt, nhưng khi chúng được lắp đặt trên các tòa nhà hiện có thì cần kiểm tra khả năng chịu tải của kết cấu. Trong một số trường hợp, kết cấu mái cần được gia cố theo yêu cầu của quy định xây dựng.



Flat Roof or Ground Mounted PV

Hình 40

Trên mái dốc, dàn PV thường được gắn trên các giá đỡ cố định, song song với mái nhà vì lý do thẩm mỹ và đặt cách bề mặt mái vài inch để cho phép luồng không khí giúp chúng mát mẻ nhất có thể.



Sloped Roof PV Mounting Arrangement

Hình 41



PV Installation on Roof

Hình 42

Tấm pin mặt trời tích hợp trên mái nhà

Tấm lợp BIPV silicon vô định hình màng mỏng linh hoạt có thể thay thế các tấm PV. Sản phẩm BIPV này được đóng đinh vào sàn mái, giống như cách mà các tấm ván nhựa đường truyền thống được gắn vào mái nhà. Ngoài ra còn có tấm lợp mái PV xi măng sợi có kích thước 16 inch x 12 inch x 1/4 inch và nặng 5 pound.

Là hệ thống mái BIPV cách nhiệt bên ngoài, các tấm PV được gắn vào lớp cách nhiệt polystyrene và nó cung cấp khả năng cách nhiệt ở mức R-10 hoặc R-15. Nó nằm trên màng chống thấm mà không xuyên qua hoặc được gắn chặt bằng máy móc vào tòa nhà. Trong một cụm lưới và rãnh lồng vào nhau, các tấm được đề lên bởi các tấm trải bao quanh hệ thống để tạo lối vào cho việc bảo trì và sửa chữa.



Film Type Solar Panels

Hình 43

9.3.2. Kính mặt tiền và cửa sổ

Trong các tòa nhà nhiều tầng do không gian mái hạn chế, PV có thể được tích hợp vào các mặt của tòa nhà, thay thế cửa sổ kính truyền thống bằng các tấm pin mặt trời tinh thể hoặc màng mỏng bán trong suốt. Những bề mặt này ít có khả năng tiếp cận ánh sáng mặt trời trực tiếp hơn so với hệ thống mái nhà, nhưng thường cung cấp diện tích sẵn có lớn hơn.

Hầu hết các nhà sản xuất đều sử dụng công nghệ quang điện màng mỏng (PV) để sản xuất kính năng lượng mặt trời.

Công nghệ màng mỏng được sử dụng trong các tấm này được thiết kế đặc biệt cho các ứng dụng BIPV. Điều này mang lại lợi thế cho kính năng lượng mặt trời về hiệu suất theo những cách sau:

A. Chúng hoạt động tốt ngay cả ở góc tới mặt trời kém

b. Pin mặt trời màng mỏng hoạt động hiệu quả ngay cả khi chúng không được đặt ở góc tối ưu với ánh sáng mặt trời trực tiếp. Điều này làm tăng tổng không gian sẵn có để lắp đặt và do đó chúng có thể được đặt thẳng đứng trên các tòa nhà mà vẫn hoạt động với hiệu suất tổng thể tốt.

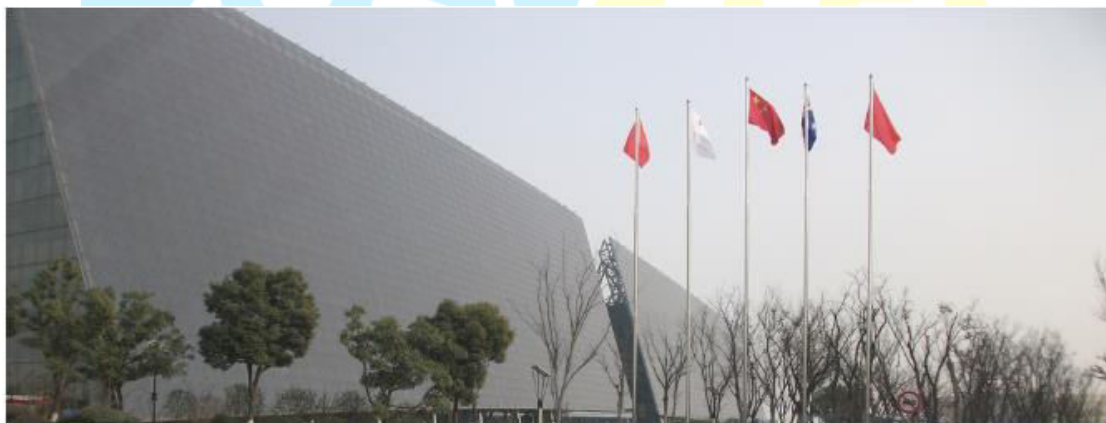
c. Pin mặt trời màng mỏng có thể hoạt động trong điều kiện hạn chế ánh sáng mặt trời. Điều này có nghĩa là chúng có thể hoạt động tốt với số giờ nhiều hơn mỗi ngày và do đó trong suốt cả năm, tạo ra sản lượng năng lượng lớn.

d. Nhiệt độ cao hầu như không ảnh hưởng đến các tấm này và chúng hoạt động tốt nhất trong phạm vi nhiệt độ lớn hơn. Điều này mang lại cho họ lợi thế về việc sản xuất năng lượng tốt.

e. Điểm cộng lớn của những tấm này là chúng rất cứng và chắc chắn, với kính nhiều lớp có tác dụng tăng cường chức năng tổng thể của kính.

f. Một thiết kế gần đây của công ty Polysolar có một lớp PV mỏng được nhúng vào kính năng lượng mặt trời. Thiết kế này có giá 250 USD/m². Nó hoạt động ở mức hiệu suất từ 12% đến 15%, cao hơn so với tấm pin mặt trời màng mỏng tiêu chuẩn.

Hãy tham khảo bên dưới một bức ảnh về bức tường rèm tích hợp năng lượng mặt trời.



BIPV Curtain Wall (Suntech, China)

Hình 44

Bức tường rèm làm bằng các tấm BIPV là bức tường bên ngoài không hỗ trợ cho tòa nhà thực tế. Trong các ứng dụng trang bị thêm, các tấm PV cũng có thể được sử dụng để ngụy trang bên ngoài tòa nhà kém hấp dẫn hoặc xuống cấp.

Hiệu suất của mô-đun PV trên mặt tiền so với mô-đun PV trên mái trong cùng tòa nhà thấp hơn ít nhất 30%.

Tấm PV làm mái hiên hoặc giá treo

Các tấm PV có thể được sử dụng để treo phía trên cửa sổ, đồng thời hoạt động như các thiết bị che nắng. Chúng có thể độc lập với lớp vỏ tòa nhà, được tích hợp vào lớp vỏ tòa nhà như một bức tường rèm hoặc một thành phần bổ sung của tòa nhà dưới dạng mái che.

Giải pháp này phù hợp cho cả tòa nhà mới và hiện có.

Nó cung cấp:

- a. làm mát thụ động
- b. Kiểm soát ánh sáng ban ngày, độ nghiêng tốt nhất cho mô-đun PV
- c. Sản xuất điện



PV as Shading Device

Hình 45

Mô-đun PV có thể được tích hợp trong nhiều dịch vụ, ví dụ:

- a. Trạm dừng xe buýt
- b. Bãi đậu xe
- c. Mái nhà ga xe lửa hoặc bến xe
- d. Rào chắn âm thanh
- đ. Bảng thông tin
- f. Đèn đường vv.



PV as Shading & Sheltering Application

Hình 46

9.3.3. Lắp đặt mặt đất

- a. Trong hệ thống nổi đất, bạn có cài đặt cố định, thường được gắn trên giá đỡ và cọc. Chúng được sử dụng cho các khu vực rộng lớn nơi các tấm PV được định hướng để tiếp xúc với năng lượng mặt trời tối ưu
- b. Một số công trình lắp đặt trên mặt đất được trang bị hệ thống theo dõi, trong đó các tấm PV theo dõi mặt trời trong suốt chuyển động rõ ràng của nó trên bầu trời.



Rack and Pole mounted Arrays

Hình 47

Các mô-đun năng lượng mặt trời có thể được gắn để phục vụ cho mái hiên. Điều này mang lại bóng mát cho khu vực sân trong mà không chiếm không gian sân quý giá. Nó cũng cung cấp một giải pháp thay thế cho việc lắp đặt trên mái nhà. Điều này đặc biệt quan trọng ở những khu vực phổ biến mái bê

tông hoặc mái ngói vì việc gắn mái vào mái ngói có thể rất khó khăn và tốn kém.



PV mounted on Patio Cover

Hình 48

9.4 Những thách thức đối với công nghệ BIPV

Thách thức quan trọng nhất của hệ thống BIPV là việc bảo tồn đặc tính của tòa nhà. Việc lắp đặt BIPV phức tạp hơn việc lắp đặt tấm pin mặt trời thông thường. Việc tích hợp các mô đun PV có thể sẽ yêu cầu xây dựng các cấu trúc hỗ trợ mới. Điều thứ hai có thể không thực hiện được do tải trọng kết cấu tăng lên có thể làm hỏng cấu trúc và vật liệu của các tòa nhà hiện tại và gây rủi ro cho người sử dụng. Người thiết kế cần chú ý đến các chi tiết để cố định và đỡ các mô đun PV.

Trong các ngôi nhà, cần phải xem xét vị trí, hình dạng và tỷ lệ của mảng PV trong vật liệu lợp xung quanh. Đặt mảng trực tiếp dọc theo máng xối hoặc đường gờ thường là giải pháp không đạt yêu cầu về mặt thẩm mỹ. Mặt khác, việc căn giữa mảng giữa gờ và đường máng xối cũng không thích hợp nếu chỉ để lại một mảnh mái ở trên và dưới. Nếu khoảng cách giữa gờ và đường máng xối bị hạn chế thì nên phát triển một mảng có hình dạng dài hơn và hẹp hơn. Việc các hội đồng áp dụng một bộ hướng dẫn về tỷ lệ cân đối có thể giúp kiểm soát tính thẩm mỹ của mái nhà.

Thách thức khác là hiệu quả. Hệ thống BIPV tương đối kém hiệu quả hơn các hệ thống PV thông thường. Sản lượng thấp hơn là do các nguyên nhân sau:

- a. Cấp độ mô-đun – màu sắc tế bào, độ dày kính và tuổi của pin mặt trời.
- b. Cấp độ mảng (hệ thống) – góc, hướng và bóng gàn
- c. Một hạn chế của công nghệ PV thường xảy ra trong các hệ thống BIPV là khi chuỗi mô-đun trở nên kém hiệu quả hơn nếu một phần của nó bị bóng mờ.

Phạm vi phủ sóng của PV phụ thuộc rất nhiều vào vĩ độ và hướng xây dựng. Phải chú ý cẩn thận, đặc biệt là các bề mặt tòa nhà thẳng đứng hướng về phía đông hoặc phía tây cần được bảo vệ khỏi ánh nắng buổi sáng hoặc buổi chiều đôi khi rất gay gắt. Mặt tiền dễ bị ảnh hưởng bởi các hiệu ứng che nắng bên ngoài và nên đánh giá vị trí cẩn thận cũng như lập mô hình bóng râm để xác định tiếp cận năng lượng mặt trời.

Cuối cùng, thách thức quan trọng khác là có thể tồn tại những hạn chế về quy chuẩn và quy định xây dựng, không cho phép thay đổi lớp vỏ của tòa nhà. Điều khôn ngoan là liên hệ với cơ quan quản lý tòa nhà có liên quan và kiểm tra xem có thể cấp phép cho loại biện pháp can thiệp này hay không.

9.4.1. BẢO TRÌ

PV không có chi phí nhiên liệu định kỳ và được quảng cáo là công nghệ năng lượng đơn giản, bền bỉ và tương đối không cần bảo trì vì không có bộ phận chuyển động. Tuy nhiên, các nhà thiết kế phải đảm bảo rằng việc cài đặt BIPV cho phép dễ dàng kiểm tra, sửa chữa, làm sạch và thay thế các bộ phận.

Hiệu suất của hệ thống BIPV có thể giảm nếu nó ở trong môi trường đô thị đặc biệt bẩn.

Các lớp bụi bẩn do khí thải nhiên liệu và các khí thải khác có thể tích tụ trên hệ thống. Những hệ thống như vậy có thể yêu cầu vệ sinh định kỳ bằng các tác nhân hóa học để tối đa hóa sản lượng điện của hệ thống. Do đó, người thiết kế hệ thống phải đảm bảo quyền truy cập đầy đủ vào hệ thống để thực hiện các hoạt động bảo trì này.

9.4.2. Tỷ lệ suy giảm hiệu suất của PV

Hiệu quả giảm dần theo thời gian do một số điều kiện và trong hầu hết các trường hợp, nó có thể đảo ngược.

Sự kém hiệu quả chủ yếu do các điều kiện khí hậu như bụi và nhiệt gây ra bao gồm chất lượng và hiệu quả của các hệ thống tòa nhà khác. Trong khi đó, thử nghiệm suy giảm hiệu suất là quy trình tiêu chuẩn cho tất cả các hệ thống được sản xuất mới, trong đó việc thử nghiệm tấm PV được kiểm tra và thử nghiệm thường xuyên trong điều kiện bình thường, tuy nhiên, việc thử

nghiệm được cân bằng lĩnh vực này chưa mang lại hiệu quả cao trong việc mang lại những đảm bảo cụ thể trong ngành PV.

Trong khi đó, sự xuống cấp của các tấm PV thường xảy ra ở cấp độ tế bào và nhiều nghiên cứu đưa ra tỷ lệ này ở mức 0,5-0,7% mỗi năm. Do đó, một số nhà sản xuất tấm pin mặt trời hiện đưa ra chế độ bảo hành 25 năm với 82% sản lượng danh định ngay sau đó.

9.4.3. Làm sạch

Việc vệ sinh thường xuyên các tấm PV là một hạn chế nhất định. Khuyến nghị vệ sinh cho các tấm mái là 2 – 3 tuần và đối với các tấm gần hoặc trên mặt đất là 10 ngày một lần do gần với phương tiện giao thông.

9.4.4. Tính dễ cháy

Các tấm PV dễ cháy và trong trường hợp hỏa hoạn, chúng sẽ cháy, mặc dù phần lớn được cấu tạo từ silicon. Giảm thiểu rủi ro hỏa hoạn thường được thực hiện trong giai đoạn thiết kế trong đó các chuỗi bảng điều khiển được bố trí thành một chuỗi nhằm giới hạn điện áp không quá 600 hoặc 1000V. Đây là bộ tiêu chuẩn công nghiệp mang lại hiệu quả và an toàn tối ưu.

9.5 Bảo hành & Chi phí

Hầu hết các mô-đun đều rất bền, lâu dài và có thể chịu được thời tiết khắc nghiệt, bao gồm nhiệt độ cực cao, lạnh và mưa đá. Phản ánh tuổi thọ này, hầu hết các nhà sản xuất PV đều cung cấp bảo hành sản xuất điện trong khoảng thời gian 10, 20 và 25 năm. Những nhà sản xuất này sẽ thay thế công suất đầu ra bị mất từ các mô-đun không tạo ra được ít nhất 80% công suất đầu ra tối thiểu được chỉ định ở mặt sau của mô-đun. Bảo hành này có hiệu lực kể từ khi bán sản phẩm cho người mua ban đầu và thường không thể chuyển nhượng.

9.5.1. Bảo hành sản phẩm

Ngày nay, người ta thường thấy bảo hành cho các mô-đun PV từ 20 năm trở lên. Mặc dù điều này rất ấn tượng và cho thấy mức độ tin cậy của các nhà sản xuất đối với tuổi thọ của sản phẩm, nhưng có nhiều bộ phận khác trong các hệ thống này có thể không có cùng tuổi thọ. Biến tần có thể được bảo hành 10 năm, 5 năm hoặc thậm chí một năm. Điều này phải được xem xét khi xem xét chi phí của bộ biến tần và các thành phần hệ thống khác.

9.5.2. Bảo hành hệ thống

Điều quan trọng không kém là tìm kiếm chế độ bảo hành toàn bộ cấp hệ thống từ 5 năm trở lên. Điều này cho thấy rằng nhà sản xuất đã tính đến nhiều vấn đề vận hành khác. Vì các hệ thống này tạo ra năng lượng điện nên việc đưa

hiệu suất hệ thống vào như một phần của bảo hành sẽ rất hữu ích. Ví dụ: bảo hành cấp hệ thống điển hình có thể nêu rõ rằng hệ thống được đảm bảo tạo ra hai kilowatt (2 kW) nguồn điện xoay chiều ở Điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn (STC) trong năm hoạt động thứ năm. Thiết bị để thực hiện thử nghiệm này đắt tiền, nhưng việc một công ty có đủ hiểu biết để chỉ định loại bảo hành này là một dấu hiệu cho thấy họ tự tin vào thiết kế hệ thống của mình. Mục đích của yêu cầu này là cải thiện sự chấp nhận của khách hàng đối với hệ thống PV.

9.5.3. Chi phí của một hệ thống PV năng lượng mặt trời

Chi phí của hệ thống quang điện mặt trời của bạn sẽ phụ thuộc vào nhiều yếu tố: cấu hình hệ thống, tùy chọn thiết bị, chi phí nhân công và chi phí tài chính. Giá cả cũng khác nhau tùy thuộc vào các yếu tố như ngôi nhà của bạn có mới hay không và các mô-đun PV được tích hợp vào mái nhà hay gắn trên mái nhà. Chi phí cũng phụ thuộc vào quy mô hoặc công suất của hệ thống và lượng điện mà nó sử dụng sản xuất.

Nói chung, hệ thống điện mặt trời đòi hỏi chi phí vốn cao. Với năng lượng mặt trời, bạn có thể tiết kiệm chi phí mua điện từ lưới điện. Nhưng ngay cả với những khoản tiết kiệm này, sẽ mất nhiều thời gian để thu hồi chi phí vốn cho việc lắp đặt điện mặt trời. Chi phí vận hành để lắp đặt hệ thống điện mặt trời là không đáng kể, nhưng chi phí bảo trì hàng năm ngoài thời gian bảo hành có thể lên tới 0,5% đến 1% chi phí vốn lắp đặt.

Một hệ thống lắp đặt PV tối ưu – với định hướng và vị trí phù hợp – có thời gian hoàn vốn từ 4-5 năm. Các nghiên cứu về hệ thống BIPV cho thấy ROI từ 10 -15 năm, thường là kết quả của việc ứng dụng thẩm mỹ được ưu tiên hơn so với việc tạo ra năng lượng; cuối cùng là sự lựa chọn của chủ sở hữu tòa nhà, người muốn làm nổi bật sự hiện diện của tính năng bền vững trên tòa nhà nhưng không quan tâm đến ROI ngay lập tức. Điều quan trọng cần lưu ý ở đây là chi phí sản xuất điện mặt trời đã giảm khoảng 4% mỗi năm và nếu điều này tiếp tục, ROI có thể giảm trong vòng 5-10 năm.

Bản tóm tắt

Tế bào quang điện (PV) tạo ra điện từ ánh sáng mặt trời bằng cách chuyển đổi photon thành electron mà không tạo ra bất kỳ vấn đề môi trường nào như ô nhiễm và chất thải. Tế bào quang điện (PV) được làm bằng vật liệu đặc biệt gọi là chất bán dẫn như silicon (Si), hiện đang được sử dụng phổ biến nhất. Silicon tinh thể đã trở thành vật liệu chính của pin quang điện trong hai thập kỷ qua và trên thực tế, hơn 95% pin mặt trời được sản xuất trên toàn thế giới được làm từ silicon tinh thể. Tuy nhiên, những phát triển gần đây trong công

nghe pin mặt trời đã tạo ra màng mỏng và các loại pin quang điện khác có hiệu suất chuyển đổi cao hơn.

Có rất nhiều “loại tế bào quang điện” khác nhau hiện có trên thị trường, nhưng một pin mặt trời quang điện riêng lẻ tạo ra công suất dưới 2 watt, có thể đủ để cung cấp năng lượng cho máy tính hoặc đồng hồ đeo tay, nhưng để tạo ra bất kỳ năng lượng mặt trời có ý nghĩa nào Chúng ta có thể sử dụng làm nguồn năng lượng thay thế, các pin mặt trời riêng lẻ cần được kết hợp với nhau để tạo ra các mô-đun, tấm pin hoặc mảng năng lượng mặt trời lớn.

Khi tích hợp công nghệ quang điện với lớp vỏ tòa nhà, vấn đề quan trọng nhất đối với kiến trúc sư là phải hoàn toàn thông thạo khả năng của các loại hình tế bào quang điện và cảm thấy thoải mái trong việc tìm kiếm các khả năng tích hợp sáng tạo ở giai đoạn đầu của thiết kế. Có rất nhiều hệ thống BIPV nếu được triển khai thực tế và tiết kiệm chi phí. Những lợi ích tích cực,

mà công nghệ có thể cung cấp là nó có thể được sử dụng làm vật liệu xây dựng, rào chắn thời tiết, nguồn bóng mát, tính năng thẩm mỹ và quan trọng nhất, và cuối cùng, là nguồn năng lượng tái tạo tại chỗ. Có những yếu tố khác sẽ hạn chế quy mô của hệ thống quang điện mặt trời của bạn, một số yếu tố phổ biến nhất là không gian mái nhà, ngân sách, khuyến khích tài chính địa phương và các quy định của địa phương. Khi bạn nhìn vào không gian mái nhà của mình, điều quan trọng là phải xem xét các vật cản như ống khói, lỗ thông hơi, cửa sổ trần và cây cối xung quanh. Bên cạnh các mô-đun năng lượng mặt trời, hệ thống PV nối lưới bao gồm cáp đầu ra, cấu trúc lắp mô-đun, công tắc ngắt kết nối AC và DC, (các) bộ biến tần, thiết bị nối đất và hệ thống đo sáng.

Khi các công nghệ trở nên hiệu quả hơn và hoàn thiện hơn, các nhà thiết kế sẽ có sẵn nhiều loại mô-đun và hệ thống tích hợp hơn. Các giải pháp thành công sẽ đòi hỏi nhận thức về các thông số của vật liệu và áp dụng phương pháp cho phép các yếu tố năng lượng, kết cấu, chi phí và thẩm mỹ được cùng đánh giá và lập mô hình ở cấp độ khái niệm. Bằng cách hiểu rõ các vấn đề chính hiện nay, các nhà thiết kế tòa nhà sẽ có thể đánh giá các công nghệ mới khi chúng xuất hiện và tham gia hướng dẫn việc áp dụng công nghệ rộng rãi hơn trong tương lai.

Các bước thiết kế

Ước tính phụ tải điện

1. Tính tổng công suất kết nối cho cả AC và DC.
2. Tính tải trung bình hàng ngày cho cả AC và DC.

Chỉ định một biến tần

3. Tính tổng công suất AC được kết nối.
4. Chỉ định Biến tần để cung cấp cho AC Tổng số watt được kết nối. Kích thước pin
5. Thiết lập tổn thất biến tần.
6. Chia phụ tải trung bình hàng ngày của AC cho hiệu suất của biến tần.
7. Thêm kết quả ở (6) vào Phụ tải trung bình hàng ngày của DC.
8. Chia kết quả cho (7) cho điện áp hệ thống để có được 'Tải trung bình trong giờ Ampe trong ngày'.
9. Chia kết quả của (8) cho Ngày lưu trữ
10. Chia kết quả cho (9) để có được 'Tổng công suất giờ Ampe' của Hệ thống.
11. Chỉ định một loại pin và chia Tổng số watt được kết nối cho số Ampe giờ được đánh giá của pin để có được lượng Pin cần được kết nối Song song.
12. Chia điện áp hệ thống DC cho điện áp ắc quy để nối tiếp các ắc quy.
13. Nhân (11) và (12) để được Tổng số pin cần thiết.

Định cỡ công suất PV

14. Thiết lập hiệu quả sử dụng năng lượng của pin.
15. Chia số giờ Amp trong ngày Tải cho hiệu suất của pin.
16. Chia kết quả cho (15) cho 'Số giờ nắng cao điểm' để có được 'Tổng số ampe đỉnh của mảng'.
17. Chỉ định một mô-đun và chia các ampe đỉnh của Mảng cho các ampe đỉnh được tạo ra bởi mỗi mô-đun để có được các Mô-đun cần thiết song song.
18. Chia điện áp hệ thống Dc cho điện áp mô-đun danh định để có được các Mô-đun nối tiếp.
19. Nhân kết quả ở (17) với kết quả ở (18) để được Tổng số mô-đun cần thiết.

Chỉ định bộ điều khiển

20. Nhân dòng điện ngắn mạch của mô-đun với tổng số mô-đun để có được định mức Ampe tối thiểu cho Bộ điều khiển sạc.

Phụ lục -1: Nhu cầu tiêu thụ điện năng điển hình của các thiết bị khác nhau



Hình 49

Công thức tính điện năng tiêu thụ

Nếu để ý, bạn sẽ thấy trên hầu hết các thiết bị điện gia dụng đều có thông tin về công suất hoạt động của sản phẩm (trên bao bì hay trên nhãn năng lượng). Dựa trên thông tin này, chúng ta hoàn toàn có thể ước lượng được số điện năng tiêu thụ trong 1 tháng của từng thiết bị điện và của cả gia đình là bao nhiêu, từ đó có phương án hợp lý để tiết kiệm điện hiệu quả.

Công thức tính tiền điện theo công suất là: $A = P \cdot t$

Trong đó, A là lượng điện tiêu thụ (đơn vị kWh), P là công suất của thiết bị (đơn vị kW), còn t [h] là thời gian sử dụng thiết bị (đơn vị giờ)

Cách tính điện năng tiêu thụ của bóng đèn

Trên bóng đèn thường in công suất của bóng với đơn vị Watt (W), ví dụ bóng đèn 60W, bóng đèn 15W. Trước khi vận dụng công thức tính điện năng tiêu thụ, bạn cần đổi công suất sang đơn vị kilowatt (kW). Ví dụ: bóng đèn 60W = 0,06 kW; bóng đèn 15W = 0,015 kW.

Sau đó, bạn ước tính thời gian sử dụng đèn trong 1 ngày, 1 tháng rồi áp dụng công thức trên.

Ví dụ: bóng đèn 60W mỗi ngày được bật lên 6 giờ, mỗi tháng 180 giờ thì sẽ tiêu thụ hết:

1 ngày: $0,06 \times 6 = 0,36$ kWh điện

1 tháng: $0,06 \times 180 = 10,8$ kWh điện

Tương tự, nếu bạn dùng bóng đèn 15W cũng với số giờ như trên thì lượng điện năng tiêu thụ như sau:

1 ngày: $0,015 \times 6 = 0,09$ kWh điện

1 tháng: $0,015 \times 180 = 2,7$ kWh điện



POS  **TEC** *Hình 50*

Cách tính điện năng tiêu thụ của tủ lạnh

Bạn có thể áp dụng cách tính điện năng tiêu thụ theo công thức trên để ước lượng số lượng điện sử dụng cho tủ lạnh trong 1 tháng. Các tủ lạnh thường được cắm điện và hoạt động cả ngày lẫn đêm (24 giờ) nên 1 tháng là 720 giờ.

Ví dụ, tủ lạnh nhà bạn có công suất 120W (0,12 kW) thì lượng điện tiêu thụ trong 1 tháng là: $0,12 \times 720 = 86,4$ kWh.

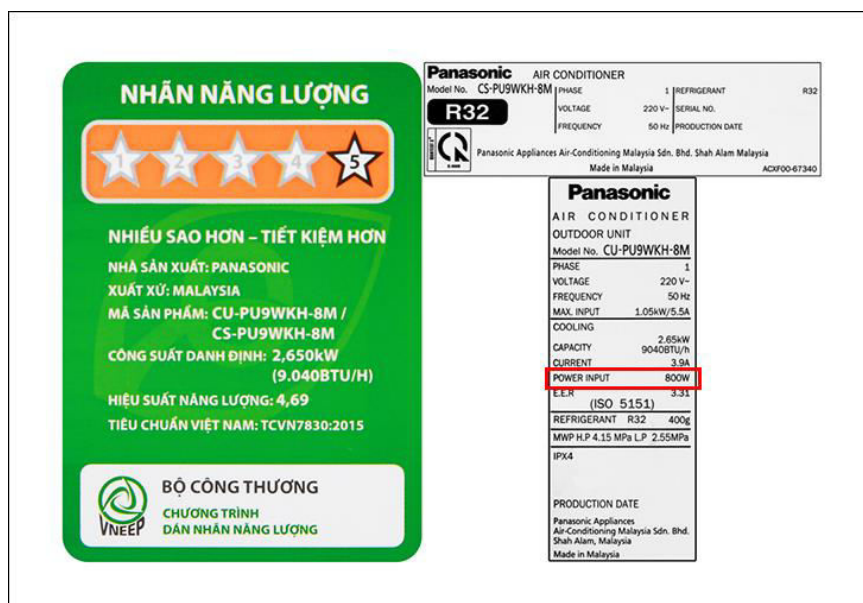
Một số tủ lạnh có dán nhãn năng lượng tiết kiệm điện, bạn có thể tham khảo thông số trên nhãn này. Tuy nhiên, bạn cần lưu ý rằng những con số này chỉ là tương đối vì lượng điện năng tiêu thụ của tủ lạnh còn bị ảnh hưởng bởi thói quen sử dụng tủ (số lần mở tủ lạnh nhiều, để cửa tủ bị hở, nhiệt độ của thực phẩm khi đưa vào tủ lạnh cao... đều làm tăng lượng điện tiêu thụ).

Cách tính lượng điện tiêu thụ của máy lạnh

Trên máy lạnh có 2 công suất là công suất làm lạnh (công suất định danh, đơn vị là BTU, 1 BTU = 0.293 W) và công suất tiêu thụ điện (Power Input, công suất tối đa). Để tính toán lượng điện tiêu thụ trong công thức, bạn phải sử dụng công suất tiêu thụ điện.

Ví dụ: Máy lạnh có công suất 800W, hoạt động trong 1 giờ sẽ tiêu thụ lượng điện là $0.8 \times 1 = 0.8 \text{ kWh}$.

Lượng điện tiêu thụ có thể sẽ ít hơn vì trong ví dụ chúng ta đang sử dụng công suất tối đa của thiết bị để tính. Trên thực tế, không phải lúc nào các thiết bị điện cũng luôn chạy với công suất tối đa.



Hình 51

Ngoài ra, các thiết bị được trang bị công nghệ Inverter sẽ điều chỉnh lượng điện tiêu thụ để cho ra công suất phù hợp khi hoạt động, từ đó tiết kiệm điện hiệu quả.

Cách tính lượng điện tiêu thụ của máy giặt

Lượng điện tiêu thụ của máy giặt sẽ tùy thuộc vào công suất và thời gian giặt của máy. Tùy chương trình giặt, thời gian giặt sẽ dao động từ 1 - 2 tiếng.

Ví dụ: Với máy giặt cửa trước có công suất 1.240W (1,24kW), bạn giặt 1 lần trong 1 giờ. Như vậy, lượng điện tiêu thụ = $1,24\text{kW} \times 1 \text{ giờ} = 1,24\text{kWh}$.

Ngoài ra, còn một chỉ số nữa mà bạn cần lưu ý, đó là hiệu suất năng lượng. Hiểu một cách đơn giản, nó cho biết lượng điện năng tiêu thụ để giặt 1kg quần áo. Chỉ số càng thấp, máy càng tiết kiệm điện.

Ví dụ: Máy giặt Samsung Inverter 9kg WW90K52E0WW/SV có hiệu suất 20,9 Wh/kg. Nghĩa là:

Giặt 1kg quần áo trong 1 giờ tốn 20,9W.

Giặt tối đa 9kg trong 1 giờ chỉ tốn 0,2 số điện.

Cách tính lượng điện tiêu thụ của tivi

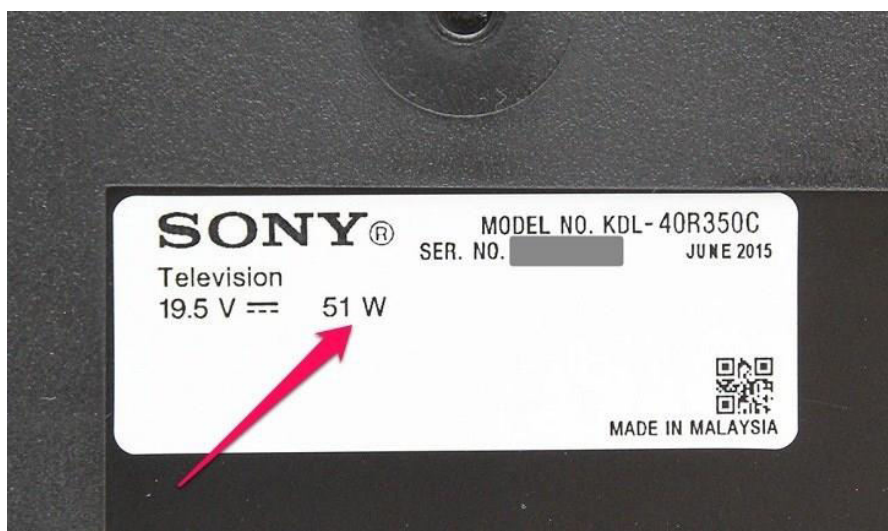
Để tính lượng điện tiêu thụ của tivi, bạn cần xác định công suất tiêu thụ của tivi đó. Thông số này thường được ghi trên nhãn hiệu của tivi hoặc trong tài liệu hướng dẫn sử dụng.



Hình 52

Ví dụ: Tivi 14 inch với công suất 40W được sử dụng trong 25 giờ thì lượng điện tiêu thụ = $40W \times 25 \text{ giờ} = 1000Wh = 1kWh$.

Lưu ý: Lượng điện tiêu thụ thực tế có thể thay đổi tùy theo loại tivi, độ sáng màn hình và chế độ sử dụng. Hãy tham khảo thông số kỹ thuật của tivi để biết chính xác công suất.



Hình 53

Cách tính lượng điện tiêu thụ của máy sấy tóc

Hầu hết **máy sấy tóc** hiện nay có công suất từ 1000W đến 2000W hoặc hơn. Thông tin này được ghi rõ trên thân máy.

Ví dụ: Với máy sấy tóc có công suất 1000W (1kW), bạn sử dụng máy sấy trong 15 phút (0,25 giờ). Như vậy, điện năng tiêu thụ: $1\text{kW} \times 0,25 \text{ giờ} = 0,25 \text{ kWh}$.



Hình 54

Thông số công suất được ghi ngay trên thân **máy sấy tóc 1000W Panasonic ND11-A645**

Cách tính lượng điện sinh hoạt của gia đình trong tháng

Tự tính lượng điện tiêu thụ theo công tơ

Theo quy định của Điện lực, giá điện sinh hoạt được chia thành 6 bậc tăng theo kWh. Càng sử dụng nhiều, giá điện càng cao.

Để hiểu rõ hóa đơn tiền điện một cách dễ dàng và chính xác, bạn thực hiện như sau:

Bước 1: Xác định số điện tiêu thụ của gia đình trong tháng.

Bước 2: Xác định số điện thuộc từng bậc. Ví dụ:

- 50 số đầu tiên thuộc bậc 1.
- 50 số tiếp theo thuộc bậc 2.
- Số điện còn lại thuộc các bậc tiếp theo.

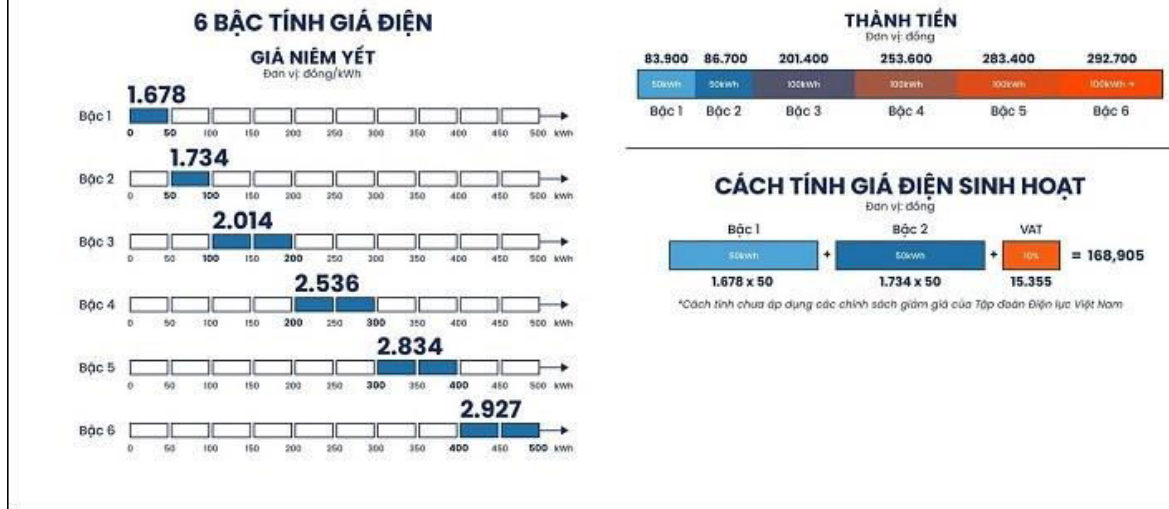
Bước 3: Tính tiền điện cho từng bậc:

Tiền điện bậc X = Giá điện bậc X x Số điện tiêu thụ bậc X

Bước 4: Tính tổng tiền điện:

Tổng tiền điện = (Tiền điện bậc 1 + Tiền điện bậc 2 + ...) x (1 + 10% VAT)

GIÁ ĐIỆN SINH HOẠT ĐANG ĐƯỢC TÍNH THẾ NÀO?

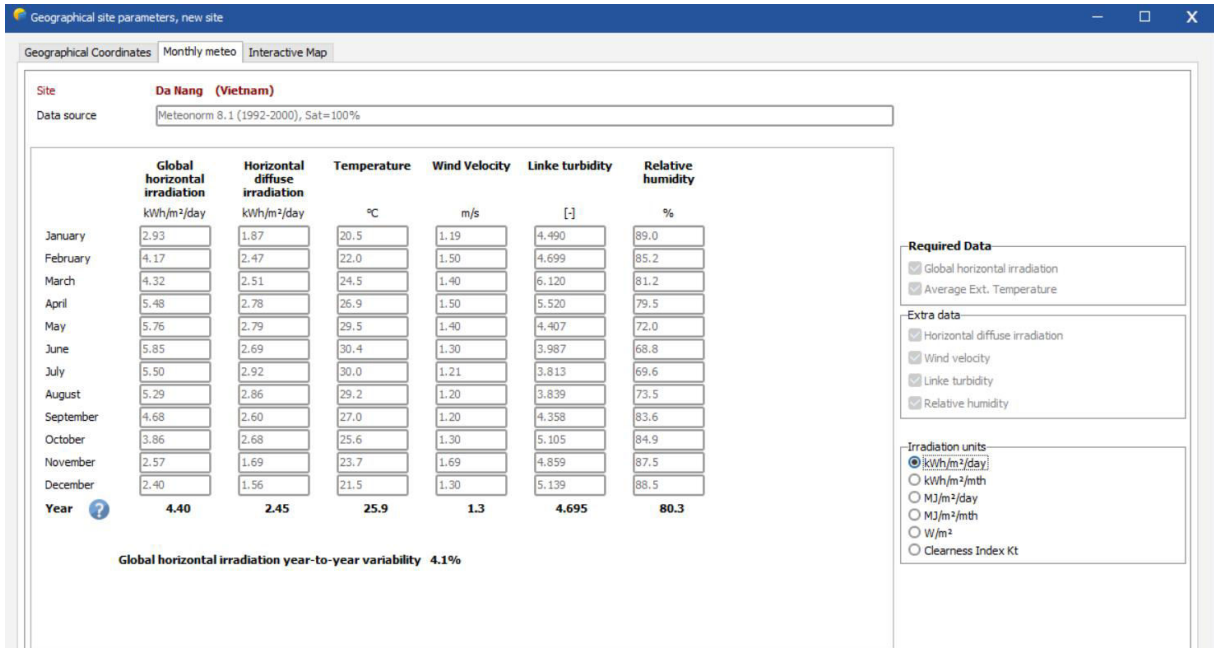


Hình 55 Thang 6 bậc tính giá điện sinh hoạt theo quy định của Điện lực

Ví dụ:

- Tháng này gia đình bạn sử dụng 100 kWh.
- 50 số đầu tính theo bậc 1: $50 \times 1.678 = 83.900$ đồng.
- 50 số tiếp theo tính theo bậc 2: $50 \times 1.734 = 86.700$ đồng.
- Như vậy, tổng tiền điện: $(83.900 + 86.700) \times 1.1 = 187.660$ đồng.

Phụ lục -2: Số giờ nắng đỉnh một số địa phương tại Việt Nam



Phụ lục -3: Bảng tính toán hệ thống PV độc lập (Ví dụ)

Dự án: TRANG TRẠI CÁCH LƯỚI ĐIỆN 10 km

Vị Trí:

A. Đầu vào hệ thống và dữ liệu ban đầu

1. Danh sách thiết bị và cách sử dụng hàng ngày

a. 5 đèn (mỗi đèn 30w), công suất định mức kết hợp 150 và sử dụng 2 giờ/ngày.

b. Tủ lạnh, công suất định mức 500, sử dụng 5 giờ/ngày.

c. 3 quạt trần (mỗi quạt 45w), công suất định mức tổng hợp 135 và sử dụng 8 giờ/ngày.

d. Máy giặt, công suất định mức, 1500, sử dụng 6 giờ/tuần hoặc 0,86 giờ/ngày.

e. Ti vi, công suất định mức 200, sử dụng 4 giờ/ngày.

f. Máy nướng bánh mì, công suất định mức 1500, sử dụng 0,25 giờ/ngày.

