

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 11855-1:2017**

**IEC 62446-1:2016**

**HỆ THỐNG QUANG ĐIỆN (PV) - YÊU CẦU THỬ NGHIỆM,  
TÀI LIỆU VÀ BẢO TRÌ - PHẦN 1: HỆ THỐNG NỐI LƯỚI -  
TÀI LIỆU, THỬ NGHIỆM NGHIỆM THU VÀ KIỂM TRA**

*Photovoltaic (PV) systems - Requirements for testing, documentation and maintenance -  
Part 1: Grid connected systems - Documentation, commissioning tests and inspection*

**HÀ NỘI - 2017**

**Mục lục**

	<b>Trang</b>
Lời nói đầu.....	4
1 Phạm vi áp dụng .....	5
2 Tài liệu viện dẫn .....	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa .....	7
4 Yêu cầu về tài liệu hệ thống.....	8
5 Kiểm tra xác nhận.....	12
6 Quy trình thử nghiệm – Phân loại 1 .....	20
7 Quy trình thử nghiệm – Phân loại 2 .....	26
8 Quy trình thử nghiệm – Các thử nghiệm bổ sung .....	31
9 Báo cáo kiểm tra xác nhận .....	33
Phụ lục A (tham khảo) – Mẫu chứng chỉ kiểm tra xác nhận .....	35
Phụ lục B (tham khảo) – Mẫu báo cáo kiểm tra.....	36
Phụ lục C (tham khảo) – Báo cáo thử nghiệm dàn PV .....	40
Phụ lục D (tham khảo) – Giải thích hình dạng đường cong I-V.....	41

## **Lời nói đầu**

TCVN 11855-1:2017 hoàn toàn tương đương với IEC 62446-1:2016;

TCVN 11855-1:2017 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E13 *Năng lượng tái tạo* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ Tiêu chuẩn TCVN 11855 (IEC 62446) gồm có:

1) TCVN 11855-1:2017, Hệ thống quang điện (PV) – Yêu cầu thử nghiệm, tài liệu và bảo trì – Phần 1: Hệ thống nối lưới – Tài liệu, thử nghiệm nghiệm thu và kiểm tra

Bộ Tiêu chuẩn IEC 62446 còn có phần sau:

1) IEC TS 62446-3:2017, Photovoltaic (PV) systems - Requirements for testing, documentation and maintenance - Part 3: Photovoltaic modules and plants - Outdoor infrared thermography

## **Hệ thống quang điện (PV) – Yêu cầu thử nghiệm, tài liệu và bảo trì – Phần 1: Hệ thống nối lưới – Tài liệu, thử nghiệm nghiệm thu và kiểm tra**

*Photovoltaic (PV) systems – Requirements for testing, documentation and maintenance –  
Part 1: Grid connected systems – Documentation, commissioning tests and inspection*

### **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này quy định thông tin và tài liệu cần thiết để bàn giao cho khách hàng sau khi lắp đặt một hệ thống PV nối lưới. Tiêu chuẩn này cũng mô tả các thử nghiệm nghiệm thu, tiêu chí kiểm tra và tài liệu dự kiến để kiểm tra xác nhận hệ thống đã được lắp đặt an toàn và vận hành đúng. Tiêu chuẩn này cũng có thể được sử dụng để kiểm tra lại định kỳ.

Tiêu chuẩn này dùng cho hệ thống PV nối lưới không sử dụng bộ tích trữ năng lượng (ví dụ như acquy) hoặc hệ thống lai.

Tiêu chuẩn này được sử dụng bởi các nhà thiết kế và người lắp đặt hệ thống PV mặt trời nối lưới như một hình mẫu để cung cấp tài liệu hiệu quả cho khách hàng. Bằng cách chi tiết các thử nghiệm nghiệm thu và tiêu chí kiểm tra dự kiến, tiêu chuẩn này cũng hỗ trợ trong việc xác nhận/kiểm tra hệ thống PV nối lưới sau khi lắp đặt và cho việc tái kiểm tra, bảo trì hoặc cài tạo sau này.

Tiêu chuẩn này quy định các chế độ thử nghiệm khác nhau dự kiến cho các loại hệ thống PV mặt trời khác nhau để đảm bảo rằng chế độ thử nghiệm được áp dụng là thích hợp với quy mô, loại và độ phức tạp của hệ thống được xem xét.

CHÚ THÍCH: Tiêu chuẩn này không đề cập đến hệ thống CPV (PV tập trung), tuy nhiên có thể áp dụng nhiều tiêu chuẩn khác của bộ tiêu chuẩn này.

### **2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn dưới đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố thì áp dụng các bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất (kể cả các sửa đổi).

TCVN 7447-6 (IEC 60364-6), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 6: Kiểm tra xác nhận*

## **TCVN 11855-1:2017**

IEC TS 62548:2013, *Photovoltaic (PV) arrays – Design requirements (Dàn quang điện (PV) – Yêu cầu thiết kế)*

IEC 61730 (tất cả các phần), *Photovoltaic (PV) module safety qualification (Đánh giá an toàn của môđun quang điện)*

IEC 61557 (tất cả các phần), *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures (An toàn điện trong hệ thống phân phối điện hạ áp đến 1 000 V xoay chiều và 1 500 V một chiều – Thiết bị để thử nghiệm, đo lường và theo dõi các biện pháp bảo vệ)*

IEC 61010 (tất cả các phần), *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use (Yêu cầu an toàn đối với thiết bị điện để đo, điều khiển và sử dụng trong phòng thử nghiệm)*

### **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa dưới đây.

#### **3.1**

**Môđun xoay chiều (AC module)**

Môđun PV có bộ nghịch lưu tích hợp trong đó các đầu nối điện chỉ là xoay chiều (AC).

#### **3.2**

**Kiểu cáp (cable type)**

Mô tả cáp để cho phép xác định các thông số đặc trưng và tính thích hợp cho sử dụng và môi trường cụ thể.

CHÚ THÍCH 1: Tại nhiều quốc gia, điều này được thực hiện thông qua mã số (ví dụ "H07RNF").

#### **3.3**

**Tờ dữ liệu (data sheet)**

Mô tả và quy định kỹ thuật cơ bản của sản phẩm.

CHÚ THÍCH 1: Thông thường là một hoặc hai trang. Không phải sách hướng dẫn sản phẩm hoàn chỉnh.

#### **3.4**

**Kiểm tra (inspection)**

Việc xem xét một hệ thống lắp đặt điện bằng cách sử dụng tất cả các giác quan để đảm bảo việc lựa chọn và lắp đặt đúng thiết bị điện.

#### **3.5**

**Bộ nghịch lưu (inverter)**

Bộ biến đổi điện năng từ dòng điện một chiều sang dòng điện xoay chiều một pha hoặc nhiều pha.

### 3.6

#### **Bộ nghịch lưu cỡ nhỏ (micro inverter)**

Bộ nghịch lưu nhỏ được thiết kế để nối trực tiếp vào một hoặc hai môđun PV.

CHÚ THÍCH 1: Một bộ nghịch lưu cỡ nhỏ thường nối trực tiếp vào dây nối môđun được lắp tại nhà máy và được cố định vào khung môđun hoặc được lắp ngay bên cạnh môđun.

### 3.7

#### **Mạch điện tử tích hợp môđun (module integrated electronics)**

Linh kiện điện tử bất kỳ được lắp vào một môđun PV để cung cấp chức năng điều khiển, theo dõi hoặc chuyển đổi điện

CHÚ THÍCH 1: Mạch điện tử tích hợp môđun có thể được lắp tại nhà máy hoặc lắp tại hiện trường.

### 3.8

#### **Dàn PV (PV array)**

Cụm lắp ráp các môđun PV, chuỗi PV hoặc dàn PV nhỏ liên kết về điện.

### 3.9

#### **Tế bào PV (PV cell)**

Linh kiện sơ cấp nhất thể hiện hiệu ứng quang điện, tức là chuyển đổi không nhiệt trực tiếp năng lượng bức xạ thành điện năng.

### 3.10

#### **Môđun PV (PV module)**

Cụm lắp ráp hoàn chỉnh nhỏ nhất các tế bào PV nối liên kết, được bảo vệ khỏi tác động của môi trường.

### 3.11

#### **Chuỗi PV (PV string)**

Mạch gồm một hoặc nhiều môđun PV nối nối tiếp.

### 3.12

#### **Hộp kết nối chuỗi PV (PV string combiner box)**

Hộp nối trong đó các chuỗi PV được nối với nhau và cũng có thể chứa các thiết bị bảo vệ quá dòng, thiết bị điện tử và/hoặc cầu dao cách ly.

### 3.13

#### **$I_{MOD\_MAX\_OCPR}$**

Thông số bảo vệ quá dòng lớn nhất của môđun PV được xác định theo IEC 61730-2.

CHÚ THÍCH 1: Thông số này thường được quy định bởi nhà chế tạo môđun là thông số lớn nhất của bộ cầu chày mắc nối tiếp.

**3.14**

**Lập báo cáo (reporting)**

Ghi lại các kết quả kiểm tra và thử nghiệm.

**3.15**

**Thử nghiệm (testing)**

Thực hiện các phép đo trong một hệ thống lắp đặt điện qua đó chứng tỏ tính hiệu quả của hệ thống đó.

CHÚ THÍCH 1: Việc này bao gồm đảm bảo các giá trị bằng các thiết bị đo thích hợp, mà không phát hiện được bằng cách kiểm tra.

**3.16**

**Kiểm tra xác nhận (verification)**

Tất cả các biện pháp qua đó kiểm tra sự phù hợp của hệ thống lắp đặt điện với tiêu chuẩn liên quan.

CHÚ THÍCH 1: Việc này bao gồm kiểm tra, thử nghiệm và lập báo cáo.

## **4 Yêu cầu về tài liệu hệ thống**

### **4.1 Yêu cầu chung**

Điều 4 này liệt kê tài liệu tối thiểu cần được cung cấp sau khi lắp đặt một hệ thống PV nối lưới. Thông tin này sẽ đảm bảo dữ liệu hệ thống thiết yếu là có sẵn cho khách hàng, người kiểm tra hoặc kỹ sư bảo trì. Tài liệu bao gồm dữ liệu cơ bản của hệ thống và thông tin dự kiến được cung cấp trong sách hướng dẫn vận hành và bảo trì.

### **4.2 Dữ liệu hệ thống**

#### **4.2.1 Thông tin cơ bản của hệ thống**

Các thông tin cơ bản tối thiểu của hệ thống như dưới đây phải được cung cấp. Thông tin trên “tấm nhãn” thường được thể hiện trên trang bìa của bộ tài liệu hệ thống.

- a) Tham chiếu nhận dạng dự án (nếu áp dụng).
- b) Công suất danh định (tấm nhãn) của hệ thống (kW một chiều hoặc kVA xoay chiều).
- c) Môđun PV và bộ nghịch lưu – nhà chế tạo, model và số lượng.
- d) Ngày lắp đặt.
- e) Ngày nghiệm thu.
- f) Tên khách hàng.
- g) Địa điểm lắp đặt.

#### 4.2.2 Thông tin nhà thiết kế hệ thống

Các thông tin tối thiểu dưới đây phải được cung cấp cho tất cả các tổ chức chịu trách nhiệm thiết kế hệ thống. Khi có nhiều hơn một công ty chịu trách nhiệm thiết kế hệ thống, cần cung cấp các thông tin dưới đây cho tất cả các công ty cùng với bản mô tả vai trò của họ trong dự án.

- a) Nhà thiết kế hệ thống, công ty.
- b) Nhà thiết kế hệ thống, người liên hệ.
- c) Nhà thiết kế hệ thống, địa chỉ, số điện thoại và địa chỉ email.

#### 4.2.3 Thông tin nhà lắp đặt hệ thống

Các thông tin tối thiểu dưới đây phải được cung cấp cho tất cả các tổ chức chịu trách nhiệm lắp đặt hệ thống. Khi có nhiều hơn một công ty chịu trách nhiệm lắp đặt hệ thống, cần cung cấp các thông tin dưới đây cho tất cả các công ty cùng với bản mô tả vai trò của họ trong dự án.

- a) Nhà lắp đặt hệ thống, công ty.
- b) Nhà lắp đặt hệ thống, người liên hệ.
- c) Nhà lắp đặt hệ thống, địa chỉ, số điện thoại và địa chỉ email.

### 4.3 Sơ đồ đi dây

#### 4.3.1 Yêu cầu chung

Phải cung cấp tối thiểu là một sơ đồ đi dây một sợi. Sơ đồ này phải được chú giải để bao gồm thông tin nêu trong 4.3.2 đến 4.3.6.

Nhìn chung, hy vọng rằng các thông tin này sẽ thể hiện như những chú giải cho sơ đồ đi dây một sợi. Trong một số trường hợp, điển hình là đối với các hệ thống lớn hơn mà không gian trên sơ đồ có thể bị hạn chế thì thông tin này có thể được thể hiện dưới dạng bảng.

#### 4.3.2 Dàn PV – Quy định kỹ thuật chung

Sơ đồ đi dây hoặc quy định kỹ thuật hệ thống phải bao gồm thông tin thiết kế dàn PV sau đây.

- a) (các) Kiểu môđun.
- b) Tổng số môđun.
- c) Số chuỗi.
- d) Số môđun trong một chuỗi.
- e) Nhận biết chuỗi nào kết nối với bộ nghịch lưu nào.

Trong trường hợp một dàn PV được chia thành các dàn PV nhỏ, sơ đồ đi dây phải thể hiện thiết kế dàn PV từ các dàn PV nhỏ và bao gồm tất cả các thông tin ở trên đối với từng dàn PV nhỏ.



### **4.3.3 Thông tin chuỗi PV**

Sơ đồ đi dây hoặc quy định kỹ thuật hệ thống phải bao gồm thông tin chuỗi PV sau đây.

- a) Quy định kỹ thuật đối với cáp của chuỗi – kích cỡ và kiểu.
- b) Quy định kỹ thuật đối với thiết bị bảo vệ quá dòng của chuỗi (nếu được lắp) – kiểu và thông số điện áp/dòng điện.
- c) Loại điốt chặn (nếu liên quan).

### **4.3.4 Nội dung chi tiết về điện của dàn PV**

Sơ đồ đi dây hoặc quy định kỹ thuật hệ thống phải bao gồm thông tin chi tiết về điện của dàn PV (nếu được lắp) dưới đây.

- a) Quy định kỹ thuật đối với cáp nối lưới của dàn PV – kích cỡ và kiểu.
- b) Vị trí hộp nối/hộp kết nối của dàn PV.
- c) Cầu dao cách ly một chiều, vị trí và thông số đặc trưng (điện áp/dòng điện)
- d) Thiết bị bảo vệ quá dòng của dàn PV – kiểu, vị trí và thông số đặc trưng (điện áp/dòng điện).
- e) Mạch bảo vệ điện tử của dàn PV (ví dụ như phát hiện lỗi hồ quang), nếu áp dụng – kiểu, vị trí và thông số đặc trưng.

### **4.3.5 Hệ thống xoay chiều**

Sơ đồ đi dây hoặc quy định kỹ thuật hệ thống phải bao gồm thông tin dưới đây của hệ thống xoay chiều.

- a) Dao cách ly xoay chiều: vị trí, kiểu và thông số đặc trưng.
- b) Thiết bị bảo vệ quá dòng xoay chiều: vị trí, kiểu và thông số đặc trưng.
- c) Thiết bị dòng dư (nếu được lắp): vị trí, kiểu và thông số đặc trưng.

### **4.3.6 Nối đất và bảo vệ quá điện áp**

Sơ đồ đi dây hoặc quy định kỹ thuật hệ thống phải bao gồm thông tin về nối đất và bảo vệ quá điện áp như dưới đây.

- a) Mô tả chi tiết tất cả dây nối đất/dây liên kết – kích cỡ và kiểu. Bao gồm mô tả chi tiết cáp liên kết đẳng thế với khung của dàn PV, nếu được lắp.
- b) Mô tả chi tiết tất cả các dây nối vào hệ thống bảo vệ chống sét (LPS) hiện có.
- c) Mô tả chi tiết tất cả các thiết bị bảo vệ chống đột biến điện áp được lắp đặt (cả trên các đường dây xoay chiều và một chiều) bao gồm vị trí, kiểu và thông số đặc trưng.

## **4.4 Bố trí chuỗi PV**

Đối với hệ thống có ba chuỗi PV hoặc nhiều hơn, phải cung cấp một bản vẽ bố trí hệ thống PV thể hiện cách mà dàn PV được phân chia và kết nối thành các chuỗi.

CHÚ THÍCH: Việc này đặc biệt hữu ích cho việc tìm sự cố trong các hệ thống lớn hơn và trên các dàn PV lắp đặt trên tòa nhà trong trường hợp khó tiếp cận phía sau các môđun.

#### 4.5 Tờ dữ liệu

Phải cung cấp tối thiểu các tờ dữ liệu cho các thành phần hệ thống dưới đây.

- a) Tờ dữ liệu môđun cho tất cả các kiểu môđun được sử dụng trong hệ thống – theo yêu cầu của IEC 61730-1.
- b) Tờ dữ liệu bộ nghịch lưu cho tất cả các kiểu bộ nghịch lưu được sử dụng trong hệ thống.

Cũng cần xem xét thêm việc cung cấp các tờ dữ liệu đối với các thành phần đáng kể khác của hệ thống.

#### 4.6 Thông tin thiết kế về cơ khí

Phải cung cấp tờ dữ liệu cho hệ thống lắp ghép dàn PV. Nếu cấu trúc lắp ghép được thiết kế riêng thì phải kèm theo tài liệu liên quan.

#### 4.7 Hệ thống khẩn cấp

Phải cung cấp tài liệu của tất cả các hệ thống khẩn cấp lắp cùng hệ thống PV (báo cháy, báo khói, v.v.). Thông tin này phải bao gồm cả nội dung về vận hành và thiết kế.

#### 4.8 Thông tin vận hành và bảo trì

Phải cung cấp thông tin về vận hành và bảo trì và tối thiểu phải có các nội dung dưới đây.

- a) Quy trình kiểm tra xác nhận hệ thống vận hành đúng.
- b) Danh mục kiểm tra những việc cần thực hiện trong trường hợp hệ thống bị sự cố.
- c) Quy trình tắt/cách ly khẩn cấp.
- d) Các khuyến cáo về bảo trì và làm sạch (cơ khí, xây dựng và điện) – nếu có.
- e) Xem xét bất kỳ công trình xây dựng trong tương lai nào liên quan đến dàn PV (ví dụ các công việc trên mái nhà).
- f) Tài liệu bảo hành cho các môđun PV và bộ nghịch lưu – bao gồm ngày bắt đầu bảo hành và thời hạn bảo hành.
- g) Tài liệu về bảo hành chất lượng thi công hoặc bảo hành về khả năng chịu thời tiết.

#### 4.9 Kết quả thử nghiệm và dữ liệu nghiệm thu

Phải cung cấp bản sao của tất cả dữ liệu thử nghiệm và nghiệm thu. Các bản sao này tối thiểu phải bao gồm các kết quả thử nghiệm kiểm tra xác nhận được nêu trong Điều 5.

## **5 Kiểm tra xác nhận**

### **5.1 Quy định chung**

Điều 5 đưa ra các yêu cầu kiểm tra xác nhận ban đầu và định kỳ hệ thống lắp đặt điện PV nối lưới. Điều này viện dẫn đến TCVN 7447-6 (IEC 60364-6) khi thích hợp và cũng mô tả chi tiết các yêu cầu hoặc xem xét bổ sung.

Việc kiểm tra xác nhận hệ thống PV nối lưới hầu hết cần được thực hiện theo TCVN 7447-6 (IEC 60364-6) về các yêu cầu đối với kiểm tra xác nhận ban đầu và định kỳ mọi hệ thống lắp đặt điện.

Tất cả các công việc lắp đặt các hệ thống con và các thành phần đều phải được kiểm tra xác nhận có tham khảo TCVN 7447-6 (IEC 60364-6) trong quá trình lắp đặt trong chừng mực hợp lý và có thể thực hiện khi hoàn thành, trước khi đưa vào vận hành. Kiểm tra xác nhận ban đầu phải bao gồm so sánh kết quả với các chỉ tiêu liên quan để khẳng định rằng các yêu cầu của TCVN 7447 (IEC 60364) đều được đáp ứng.

Để bổ sung hoặc cải tạo các hệ thống lắp đặt hiện có, phải kiểm tra xác nhận rằng việc bổ sung và cải tạo là phù hợp với TCVN 7447 (IEC 60364) và không làm ảnh hưởng xấu đến an toàn của hệ thống lắp đặt hiện có.

Kiểm tra xác nhận ban đầu và định kỳ phải được thực hiện bởi người có kỹ năng, thành thạo trong việc kiểm tra xác nhận.

**CHÚ THÍCH 1:** Các tờ thử nghiệm kiểm tra xác nhận điển hình được cung cấp trong Phụ lục A, B và C.

Kiểm tra xác nhận ban đầu được thực hiện khi hoàn thành hệ thống lắp đặt mới hoặc khi hoàn thành việc bổ sung hoặc cải tạo các hệ thống lắp đặt hiện có. Kiểm tra xác nhận định kỳ trong chừng mực hợp lý, sẽ xác định xem hệ thống lắp đặt và tất cả các thiết bị cấu thành vẫn duy trì tình trạng thỏa đáng để sử dụng hay không.

Đối với một hệ thống PV, khoảng cách giữa các lần kiểm tra xác nhận không được dài hơn khoảng cách giữa các lần kiểm tra được yêu cầu đối với hệ thống điện xoay chiều mà hệ thống PV được nối vào.

**CHÚ THÍCH 2:** Ở một số quốc gia, khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra xác nhận được quy định bởi quốc gia đó.

### **5.2 Kiểm tra**

#### **5.2.1 Quy định chung**

Việc kiểm tra thực hiện trước thử nghiệm và thường được thực hiện trước khi đóng điện hệ thống lắp đặt. Kiểm tra phải được thực hiện theo các yêu cầu của TCVN 7447-6 (IEC 60364-6).

Nếu hệ thống đi dây không dễ dàng tiếp cận được sau khi lắp đặt thì có thể cần phải kiểm tra trước hoặc trong khi đang lắp đặt.

Các hạng mục dưới đây đặc trưng cho hệ thống PV nối lưới phải được đưa vào kiểm tra.

### 5.2.2 Hệ thống một chiều – Yêu cầu chung

Kiểm tra hệ thống lắp đặt một chiều, tối thiểu phải xác nhận rằng:

- Hệ thống một chiều đã được thiết kế, quy định và lắp đặt theo các yêu cầu của TCVN 7447 (IEC 60364) và IEC TS 62548:2013;
- Điện áp lớn nhất của dàn PV thích hợp với vị trí của dàn (IEC TS 62548:2013 và các quy định quốc gia có thể quy định rằng các hệ thống lắp đặt có điện áp lớn hơn một giá trị nhất định chỉ được phép đặt ở những vị trí nhất định);
- Tất cả các thành phần của hệ thống và cấu trúc lắp ghép đã được lựa chọn và lắp đặt để chịu được các tác động bên ngoài dự kiến như gió, tuyết, nhiệt độ và ăn mòn;
- Các vật cố định mái và lối vào cáp có khả năng chịu thời tiết (nếu áp dụng).

### 5.2.3 Hệ thống một chiều – Bảo vệ chống điện giật

Kiểm tra hệ thống lắp đặt một chiều, tối thiểu phải xác nhận các biện pháp tại chỗ để bảo vệ chống điện giật bao gồm:

- Biện pháp bảo vệ được cung cấp bởi điện áp cực thấp (SELV/PELV) – có/không.
- Bảo vệ bằng cách sử dụng cách điện cấp II hoặc tương đương phía một chiều – có/không.
- Cáp của chuỗi PV và dàn PV đã được chọn và lắp đặt sao cho giảm thiểu rủi ro sự cố chạm đất và ngắn mạch. Thông thường đạt được bằng cách sử dụng cáp có cách điện bảo vệ và cách điện tăng cường (thường được gọi là "cách điện kép") – có/không.

### 5.2.4 Hệ thống một chiều – Bảo vệ chống ảnh hưởng do sự cố cách điện

Kiểm tra hệ thống lắp đặt một chiều, tối thiểu phải xác nhận các biện pháp tại chỗ để bảo vệ chống sự cố cách điện bao gồm:

- Sự cách ly về điện tại chỗ bên trong bộ nghịch lưu hoặc phía xoay chiều – có/không.
- Nối đất chức năng của dây dẫn một chiều bất kỳ – có/không.

Kiến thức về bố trí cách ly về điện và nối đất chức năng là cần thiết để xác định xem các biện pháp tại chỗ để bảo vệ chống ảnh hưởng của sự cố cách điện đã được quy định đúng hay không.

- Hệ thống phát hiện và báo động điện trở cách điện so với đất của dàn PV đã được lắp đặt – theo yêu cầu của IEC TS 62548:2013.

CHÚ THÍCH 1: Hệ thống này thường được cung cấp bên trong bộ nghịch lưu.

- Hệ thống phát hiện và báo động theo dõi dòng dư chạm đất của dàn PV đã được lắp đặt – theo yêu cầu của IEC TS 62548:2013.

CHÚ THÍCH 2: Hệ thống này thường được cung cấp bên trong bộ nghịch lưu.

### **5.2.5 Hệ thống một chiều – Bảo vệ quá dòng**

Kiểm tra hệ thống lắp đặt một chiều, tối thiểu phải xác nhận các biện pháp tại chỗ để bảo vệ chống quá dòng trong mạch một chiều bao gồm:

- a) Đối với các hệ thống không có thiết bị bảo vệ quá dòng của chuỗi PV, kiểm tra xác nhận rằng:
- $I_{MOD\_MAX\_OCPR}$  (dòng điện danh định lớn nhất của bộ cầu chảy của môđun) lớn hơn dòng điện ngược có thể xuất hiện;
  - Cáp của chuỗi PV được định kích thước đủ để cho dòng điện sự cố kết hợp lớn nhất từ các chuỗi song song đi qua.

CHÚ THÍCH: Xem IEC TS 62548:2013 để tính dòng ngược của dàn PV.

- b) Đối với các hệ thống có thiết bị bảo vệ quá dòng của chuỗi PV, kiểm tra xác nhận rằng:
- Các thiết bị bảo vệ quá dòng của chuỗi PV được lắp và được quy định đúng với các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.
- c) Đối với các hệ thống có thiết bị bảo vệ quá dòng của dàn PV/dàn PV nhỏ, kiểm tra xác nhận rằng:
- Các thiết bị bảo vệ quá dòng được lắp và được quy định đúng với các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.

Khả năng (các) bộ nghịch lưu hệ thống tạo ra nguồn một chiều cấp trở lại vào các mạch điện của dàn PV cũng phải được kiểm tra xác nhận. Phải kiểm tra xác nhận rằng bất kỳ dòng cấp ngược nào cũng thấp hơn cả dòng điện danh định lớn nhất của cầu chảy của môđun và dòng điện danh định của cáp của chuỗi.

### **5.2.6 Hệ thống một chiều – Bố trí nối đất và nối liên kết**

Kiểm tra hệ thống lắp đặt một chiều, tối thiểu phải xác nhận rằng:

- a) Khi hệ thống PV có nối đất chức năng bằng một trong các dây dẫn một chiều, dây nối đất chức năng đã được quy định và lắp đặt theo yêu cầu của IEC TS 62548:2013;
- b) Khi hệ thống PV có dây nối trực tiếp xuống đất phía một chiều, bộ ngắt sự cố chạm đất chức năng được cung cấp theo yêu cầu của IEC TS 62548:2013;
- c) Bố trí nối liên kết khung của dàn PV đã được quy định và lắp đặt theo yêu cầu của IEC TS 62548:2013;

CHÚ THÍCH: Quy định quốc gia có thể yêu cầu các bố trí ghép nối khác nhau.

- d) Khi dây dẫn nối đất bảo vệ và/hoặc dây nối đẳng thế được lắp đặt, chúng song song và được bó với cáp một chiều.

### **5.2.7 Hệ thống một chiều – Bảo vệ chống ảnh hưởng của sét và quá điện áp**

Kiểm tra hệ thống lắp đặt một chiều, tối thiểu phải xác nhận rằng:

- a) để giảm thiểu điện áp gây ra bởi sét, diện tích của vòng đi dây phải được giữ nhỏ nhất có thể;
- b) các biện pháp tại chỗ để bảo vệ cáp dài (ví dụ như màn chắn hoặc sử dụng thiết bị bảo vệ chống đột biến điện áp, SPD);
- c) trong trường hợp lắp SPD, chúng đã được lắp đặt theo các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.

### 5.2.8 Hệ thống một chiều – Lựa chọn và lắp đặt thiết bị điện

Kiểm tra hệ thống lắp đặt một chiều, tối thiểu phải xác nhận rằng:

- a) các môđun PV đều có thông số đặc trưng phù hợp với điện áp hệ thống một chiều lớn nhất có thể;
- b) tất cả các thành phần điện một chiều có thông số đặc trưng phù hợp với chế độ vận hành liên tục ở điện một chiều và ở điện áp và dòng điện hệ thống một chiều lớn nhất có thể như được xác định trong IEC TS 62548:2013;

CHÚ THÍCH: Việc kiểm tra hệ thống một chiều yêu cầu phải biết về điện áp cao nhất và dòng điện lớn nhất của hệ thống.

- Điện áp hệ thống cao nhất là hàm của thiết kế chuỗi/dàn PV, điện áp mạch hở ( $V_{oc}$ ) của các môđun và một hệ số nhân để tính đến sự thay đổi nhiệt độ và bức xạ.
- Dòng điện sự cố có thể lớn nhất là một hàm số của thiết kế chuỗi/dàn PV, dòng điện ngắn mạch ( $I_{sc}$ ) của các môđun và một hệ số nhân để tính đến sự thay đổi nhiệt độ và bức xạ.

- c) hệ thống đi dây được chọn và lắp đặt để chịu được các ảnh hưởng bên ngoài có thể xuất hiện như gió, băng, nhiệt độ, UV và bức xạ mặt trời;
- d) phương tiện cách ly và ngắt kết nối đã được cung cấp cho các chuỗi dàn PV và các dàn nhỏ PV – theo yêu cầu của IEC TS 62548:2013;
- e) cầu dao cách ly một chiều được lắp ở phía một chiều của bộ nghịch lưu theo các yêu cầu của IEC TS 62548:2013;

CHÚ THÍCH: IEC 60364-9-1 đưa ra bốn phương pháp khác nhau để có cầu dao cách ly. Kiểu và vị trí của cầu dao cách ly được kỳ vọng thể hiện trong báo cáo kiểm tra xác nhận.

- f) nếu lắp các diốt chặn thì thông số điện áp ngược của chúng ít nhất bằng  $2 \times V_{oc}$  (ở điều kiện nhiệt độ tiêu chuẩn) của chuỗi PV mà chúng được lắp cùng (xem IEC TS 62548:2013);
- g) bộ nối kiểu phích cắm và ổ cắm được nối với nhau là cùng loại và cùng nhà chế tạo và tuân theo các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.

### 5.2.9 Hệ thống xoay chiều

Kiểm tra hệ thống PV, tối thiểu phải xác nhận rằng:

- a) có biện pháp cách ly bộ nghịch lưu phía xoay chiều;

## **TCVN 11855-1:2017**

- b) tất cả các thiết bị cách ly và đóng cắt đã được đấu nối sao cho hệ thống lắp đặt PV được đi dây về phía "tải" và nguồn điện lưới được đi dây về phía "nguồn";
- c) các tham số vận hành của bộ nghịch lưu đã được lập trình theo các quy định quốc gia;
- d) khi một thiết bị bảo vệ dòng dư (RCD) được lắp vào mạch điện xoay chiều cấp điện cho bộ nghịch lưu, loại RCD đã được chọn theo các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.

CHÚ THÍCH: Một số bộ nghịch lưu yêu cầu RCD loại B.

### **5.2.10 Dán nhãn và nhận dạng**

Kiểm tra hệ thống PV, tối thiểu phải xác nhận rằng:

- a) tất cả các mạch điện, thiết bị bảo vệ, đóng cắt và đầu nối đều được dán nhãn thích hợp theo các yêu cầu của TCVN 7447 (IEC 60364) và IEC TS 62548:2013;
- b) tất cả các hộp kết nối một chiều (hộp bộ nguồn PV và hộp dàn PV) mang một nhãn cảnh báo chỉ ra rằng các phần hoạt động bên trong hộp được cấp điện từ một dàn PV và có thể vẫn mang điện sau khi cách ly khỏi bộ nghịch lưu PV và nguồn điện lưới;
- c) các biện pháp cách ly phía xoay chiều được dán nhãn rõ ràng;
- d) nhãn cảnh báo nguồn cấp điện kép được ghi ở điểm kết nối;
- e) một sơ đồ đi dây một sợi được hiển thị tại chỗ;
- f) chi tiết về nhà lắp đặt được hiển thị tại chỗ;
- g) các quy trình ngừng vận hành được hiển thị tại chỗ;
- h) các quy trình khẩn cấp được hiển thị tại chỗ (khi thích hợp);
- i) tất cả các ký hiệu và nhãn được gắn một cách thích hợp và bền.

CHÚ THÍCH: Các yêu cầu đối với ký hiệu và ghi nhãn hệ thống PV được nêu chi tiết trong IEC TS 62548:2013.

## **5.3 Thử nghiệm**

### **5.3.1 Quy định chung**

Thử nghiệm hệ thống lắp đặt điện phải được thực hiện theo các yêu cầu của TCVN 7447-6 (IEC 60364-6).

Các thiết bị đo và theo dõi và các phương pháp phải được chọn theo các phần liên quan của IEC 61557 và IEC 61010. Nếu sử dụng thiết bị đo khác thì nó phải cho mức độ về tính năng và an toàn tương đương. Các phương pháp thử nghiệm được mô tả trong tiêu chuẩn này là phương pháp tham khảo; không loại trừ các phương pháp khác với điều kiện là chúng cho kết quả có hiệu lực không kém.

Mỗi thử nghiệm phải được thực hiện như được mô tả trong Điều 6.

Tất cả các thử nghiệm phải được thực hiện khi thích hợp và theo trình tự được liệt kê.

Trong trường hợp một thử nghiệm gặp sự cố, và khi sửa chữa sự cố đó thì phải lập lại tất cả các thử nghiệm trước đó trong trường hợp lỗi này ảnh hưởng đến kết quả của các thử nghiệm đó.

Trong trường hợp một thử nghiệm bất kỳ không đạt các yêu cầu thì phải lập lại thử nghiệm đó và tất cả các thử nghiệm trước đó mà có thể bị ảnh hưởng bởi sự cố này.

### 5.3.2 Chế độ thử nghiệm và thử nghiệm bổ sung

Chế độ thử nghiệm được áp dụng cho hệ thống PV mặt trời cần thích hợp với quy mô, loại, vị trí và độ phức tạp của hệ thống đang xem xét.

Tiêu chuẩn này xác định hai chế độ thử nghiệm cùng với một số thử nghiệm bổ sung có thể được thực hiện khi hoàn thành trình tự tiêu chuẩn.

- Thử nghiệm Phân loại 1 – Yêu cầu tối thiểu – Một bộ các thử nghiệm tiêu chuẩn được áp dụng cho tất cả các hệ thống.
- Thử nghiệm Phân loại 2 – Một trình tự mở rộng các thử nghiệm với giả thiết rằng tất cả các thử nghiệm Phân loại 1 đã được thực hiện.
- Thử nghiệm bổ sung – Các thử nghiệm khác có thể được thực hiện trong một số trường hợp.

### 5.3.3 Chế độ thử nghiệm đối với hệ thống có mạch điện tử tích hợp môđun

Đối với các hệ thống được cấu tạo từ các môđun xoay chiều, bộ tối ưu công suất hoặc dạng bất kỳ khác của mạch điện tử tích hợp môđun, Bảng 1 phải được sử dụng để xác định chế độ thử nghiệm đúng.

**Bảng 1 – Sửa đổi chế độ thử nghiệm đối với các hệ thống có mạch điện tử tích hợp môđun**

Hệ thống	Sửa đổi chế độ thử nghiệm tiêu chuẩn
Môđun xoay chiều	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Không yêu cầu thử nghiệm một chiều hoặc kiểm tra làm việc một chiều</li> </ul>
Bộ nghịch lưu cỡ nhỏ <i>Không sử dụng đường dây kết cấu tại chỗ (tất cả mối nối sử dụng đầu dây của môđun và bộ nghịch lưu)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Không yêu cầu thử nghiệm mạch một chiều</li> <li>• Yêu cầu kiểm tra làm việc một chiều</li> </ul>
Bộ nghịch lưu cỡ nhỏ <i>Sử dụng đường dây kết cấu tại chỗ</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yêu cầu thử nghiệm mạch một chiều</li> <li>• Yêu cầu kiểm tra làm việc một chiều</li> </ul>
Mạch điện tử tích hợp môđun	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Khi có thể, tuân theo một chế độ thử nghiệm tiêu chuẩn</li> <li>• Nhà chế tạo được tư vấn để xác định các hạn chế bất kỳ đối với thử nghiệm (ví dụ thử nghiệm điện trở cách điện)</li> <li>• Nhà chế tạo được tư vấn về các tiêu chí đạt/hồng đối với các thử nghiệm (ví dụ <math>V_{oc}</math> kỳ vọng)</li> </ul>

Do tính chất đa dạng của các các thiết bị điện tử tích hợp môđun khác nhau sẵn có nên không thể quy định thử nghiệm nào có thể thực hiện một cách an toàn hoặc nêu chi tiết các kết quả dự kiến có thể kỳ vọng từ các thử nghiệm này. Trong tất cả các trường hợp của hệ thống với dạng bất kỳ của mạch điện tử tích hợp môđun (ví dụ như bộ tối ưu công suất), nhà chế tạo nên được tư vấn trước khi nghiệm thu.



### 5.3.4 Chế độ thử nghiệm Phân loại 1 – Tất cả các hệ thống

Chế độ thử nghiệm phân loại 1 là chuỗi thử nghiệm tối thiểu được kỳ vọng và phải được áp dụng cho tất cả các hệ thống không phân biệt quy mô, loại, vị trí hoặc độ phức tạp của hệ thống.

Thử nghiệm hệ thống cần thực hiện trên cả phía xoay chiều và một chiều của hệ thống PV. Nói chung, thử nghiệm xoay chiều nên được hoàn thành trước khi tiến hành thử nghiệm một chiều.

Trong một số trường hợp, thử nghiệm phía xoay chiều có thể chỉ thực tế ở giai đoạn sau của dự án và có thể cần được lập kế hoạch sau giai đoạn thử nghiệm một chiều. Khi điều này là cần thiết, một số thử nghiệm chức năng một chiều (ví dụ đảm bảo bộ nghịch lưu vận hành đúng) sẽ cần phải hoãn cho đến khi hoàn thành thử nghiệm xoay chiều.

Chế độ thử nghiệm sau phải được thực hiện trên tất cả các hệ thống:

Phía xoay chiều

Các thử nghiệm cho tất cả (các) mạch xoay chiều theo yêu cầu của TCVN 7447-6 (IEC 60364-6).

Phía một chiều

Các thử nghiệm sau phải được thực hiện trên (các) mạch một chiều tạo nên dàn PV.

- a) Tính liên tục của dây nối đất và/hoặc dây liên kết đẳng thế, nếu được lắp.
- b) Thử nghiệm cực tính.
- c) Thử nghiệm hộp kết nối.
- d) Thử nghiệm điện áp mạch hở của chuỗi.
- e) Thử nghiệm dòng điện mạch của chuỗi (ngắn mạch hoặc vận hành).
- f) Thử nghiệm chức năng.
- g) Điện trở cách điện của mạch một chiều.

CHÚ THÍCH 1: Các thử nghiệm này được mô tả chi tiết ở Điều 6.

Vi lý do an toàn và để ngăn ngừa hư hại đối với các thiết bị được kết nối, thử nghiệm cực tính và thử nghiệm hộp kết nối phải được thực hiện trước khi các chuỗi được nối với nhau.

Thử nghiệm đường cong I-V (như được mô tả ở Điều 6) là một phương pháp thay thế chấp nhận được để suy ra điện áp mạch hở ( $V_{oc}$ ) và dòng điện ngắn mạch ( $I_{sc}$ ) của chuỗi. Trong trường hợp thực hiện thử nghiệm I-V, không yêu cầu tách riêng thử nghiệm  $V_{oc}$  và  $I_{sc}$  – với điều kiện là thử nghiệm đường cong I-V được thực hiện ở giai đoạn thích hợp trong chuỗi thử nghiệm Phân loại 1.

CHÚ THÍCH 2: Một số hệ thống được cấu tạo bằng cách sử dụng bó dây của chuỗi được lắp tại nhà máy, là cụm cáp gộp đầu ra của nhiều dây dẫn của nhiều chuỗi PV thành một dây dẫn đơn chính. Các yêu cầu thử nghiệm chuỗi thay thế dùng cho hệ thống sử dụng bó dây được xem xét.

### 5.3.5 Chế độ thử nghiệm Phân loại 2

Chế độ thử nghiệm Phân loại 2 bao gồm các thử nghiệm bổ sung và được thiết kế cho các hệ thống lớn hơn và phức tạp hơn. Tất cả các thử nghiệm Phân loại 1 phải được thực hiện và thông qua trước khi bắt đầu các thử nghiệm Phân loại 2 bổ sung.

Ngoài các thử nghiệm Phân loại 1, các thử nghiệm sau có thể được áp dụng:

- a) Thử nghiệm đường cong I-V của chuỗi.
- b) Kiểm tra IR

Như đã lưu ý trong phần mô tả thử nghiệm Phân loại 1, trong trường hợp thực hiện thử nghiệm đường cong I-V thì thử nghiệm này cung cấp một biện pháp chấp nhận được để suy ra  $I_{sc}$  và  $V_{oc}$ .

CHÚ THÍCH 1: Trong một số trường hợp, có thể chọn thực hiện chỉ một bộ phận hoặc phần của chế độ thử nghiệm Phân loại 2. Ví dụ như khi khách hàng muốn đánh giá tính năng được cho bởi thử nghiệm đường cong I-V để thêm vào trình tự thử nghiệm Phân loại 1 tiêu chuẩn.

CHÚ THÍCH 2: Trong một số trường hợp, thử nghiệm Phân loại 2 có thể chỉ được thực hiện trên một phần mẫu của hệ thống. Ví dụ như khi khách hàng muốn các thử nghiệm đường cong I-V và/hoặc kiểm tra IR trên một phần cố định của chuỗi.

### 5.3.6 Thử nghiệm bổ sung

Ngoài các thử nghiệm tiêu chuẩn được mô tả trong trình tự thử nghiệm Phân loại 1 và 2, còn có các thử nghiệm khác có thể cần thực hiện trong trường hợp nhất định. Những thử nghiệm này có thể được thực hiện do yêu cầu đặc biệt từ khách hàng hoặc như một biện pháp để phát hiện sự cố khi các thử nghiệm khác hoặc sự bất thường trong vận hành có vấn đề nhưng không nhận biết được từ các thử nghiệm tiêu chuẩn.

#### a) Điện áp tới hệ thống nối đất – nối đất điện trở

Thử nghiệm này được sử dụng để đánh giá hệ thống sử dụng nối đất trở kháng cao (điện trở). Quy trình được mô tả ở 8.1.

#### b) Thử nghiệm điốt chặn

Điốt chặn có thể hỏng ở cả trạng thái hở mạch và ngắn mạch. Thử nghiệm này là quan trọng đối với hệ thống lắp đặt có lắp điốt chặn. Quy trình thử nghiệm điốt chặn được mô tả ở 8.2.

#### c) Thử nghiệm cách điện ướt

Thử nghiệm cách điện ướt chủ yếu được dùng để tìm sự cố: trong trường hợp nghi ngờ các kết quả của thử nghiệm cách điện (thường là khô) tiêu chuẩn hoặc trong trường hợp nghi ngờ sự cố cách điện do hệ thống lắp đặt hoặc do khuyết tật trong sản xuất. Quy trình thử nghiệm cách điện ướt được mô tả ở 8.3.

#### d) Đánh giá bóng râm

Khi kiểm tra một hệ thống PV mới, việc kiểm tra xác nhận các điều kiện bóng râm như thi công có thể là ghi chép có ích. Giống như các phép đo điện được mô tả trong tiêu chuẩn này, đánh giá bóng râm cung cấp một đường cơ sở để so sánh trong tương lai khi các điều kiện che khuất của môi trường thay đổi. Ghi chép bóng râm có thể cũng hữu ích để kiểm tra xác nhận rằng giả thiết bóng râm được sử dụng cho thiết kế hệ thống được phản ánh trong hệ thống thi công. Ghi chép bóng râm đặc biệt được sử dụng khi dự án phải đảm bảo tính năng hoặc hợp đồng tính năng tương tự khác. Quy trình ghi chép bóng râm được mô tả trong 8.4.

### 6 Quy trình thử nghiệm – Phân loại 1

#### 6.1 Tính liên tục của dây nối đất bảo vệ và dây liên kết đẳng thế

Khi dây nối đất bảo vệ và/hoặc dây liên kết đẳng thế được lắp ở phía một chiều, ví dụ như mối nối của khung dàn PV thì phải thực hiện thử nghiệm tính liên tục về điện trên tất cả các dây đó. Đầu nối đến đầu nối đất chính cũng cần được kiểm tra xác nhận.

#### 6.2 Thử cực tính

Cực tính của tất cả các cáp một chiều phải được kiểm tra xác nhận bằng cách sử dụng các dụng cụ thử nghiệm thích hợp. Một khi cực tính được xác nhận, cáp phải được kiểm tra để đảm bảo chúng được nhận dạng đúng và được nối đúng vào các thiết bị hệ thống như thiết bị đóng cắt hoặc bộ nghịch lưu.

CHÚ THÍCH: Vì lý do an toàn và để ngăn ngừa hư hại cho thiết bị được đấu nối, việc thực hiện kiểm tra cực tính trước các thử nghiệm khác và trước khi đóng điện các thiết bị đóng cắt hoặc đưa vào các thiết bị bảo vệ quá dòng của chuỗi là cực kỳ quan trọng. Nếu kiểm tra một hệ thống đã được kết nối từ trước và nhận thấy cực tính của một chuỗi là ngược thì việc kiểm tra các môđun và các điốt rẽ nhánh xem có bất kỳ hỏng hóc nào do lỗi này gây ra không là rất quan trọng.

#### 6.3 Thử nghiệm hộp kết nối chuỗi PV

Một chuỗi đơn lẻ được nối ngược cực tính bên trong hộp kết nối chuỗi PV đôi khi có thể dễ dàng bị bỏ qua. Hệ quả của chuỗi ngược cực tính, đặc biệt trên các hệ thống lớn hơn với nhiều các hộp kết nối được kết nối với nhau, có thể đáng kể. Mục đích của thử nghiệm hộp kết nối là để đảm bảo tất cả các chuỗi được kết nối ở hộp kết nối là chính xác.

Trong khi có thể thực hiện thử nghiệm cực tính với đồng hồ đo đa năng kỹ thuật số, khi kiểm tra một số lượng lớn các mạch điện thì việc xuất hiện ký hiệu "-" có thể tương đối dễ bị lướt qua. Một cách khác, trình tự thử nghiệm dưới đây chỉ ra đầu nối ngược thông qua số đọc điện áp khác cơ bản.

Quy trình thử nghiệm như dưới đây và phải được thực hiện trước khi đưa vào lần đầu bất kỳ cầu chì/bộ nối nào của chuỗi:

- Chọn một vôn mét với dải điện áp ít nhất bằng hai lần điện áp hệ thống lớn nhất.

- Đưa vào tất cả các cầu chày/bộ nối âm sao cho các chuỗi cùng chia sẻ một tuyến dẫn âm chung.
- Không đưa vào bất kỳ cầu chày/bộ nối dương nào.
- Đo điện áp mạch hở của chuỗi đầu tiên, dương đến âm, và đảm bảo rằng đó là một giá trị mong muốn.
- Để một dây dẫn trên cực dương của chuỗi đầu tiên được thử nghiệm, và đặt dây dẫn khác trên cực dương của chuỗi tiếp theo. Vì hai chuỗi cùng chia sẻ một tuyến dẫn âm chung, điện áp đo được cần sát với "0", với một dải dung sai chấp nhận được là  $\pm 15$  V.
- Tiếp tục phép đo trên các chuỗi tiếp theo, sử dụng mạch điện dương đầu tiên làm đồng hồ đo kết nối chung.
- Tình trạng cực tính đảo sẽ rất rõ rệt nếu nó tồn tại – điện áp đo được sẽ bằng hai lần điện áp hệ thống.

#### 6.4 Chuỗi PV – Phép đo điện áp hở mạch

Mục đích của phép đo điện áp hở mạch ( $V_{oc}$ ) trong chuỗi thử nghiệm Phân loại 1 là để kiểm tra rằng các môđun chuỗi được đi dây đúng, và đặc biệt là số lượng môđun dự kiến được mắc nối tiếp bên trong chuỗi. Thiếu một liên kết hoặc kết nối nhầm lẫn số lượng môđun trong một chuỗi là lỗi tương đối phổ biến, đặc biệt trên các hệ thống lớn hơn, và thử nghiệm điện áp hở mạch sẽ nhanh chóng nhận ra được các lỗi này.

CHÚ THÍCH: Các điện áp nhỏ hơn đáng kể so với giá trị dự kiến có thể cho thấy một hoặc nhiều môđun bị nối sai cực tính, một hoặc nhiều điốt rẽ nhánh bị ngắn mạch hoặc các sự cố do cách điện kém, hư hại do đó và/hoặc đọng nước trong các ống dẫn hoặc hộp kết nối. Số đọc điện áp cao thường là do đi dây sai.

Điện áp hở mạch của chuỗi PV cần đo bằng thiết bị đo thích hợp. Cần thực hiện việc này trước khi đóng điện bất kỳ công tắc nào hoặc lắp đặt các thiết bị bảo vệ quá dòng của chuỗi (nếu được lắp).

Số đọc thu được của điện áp hở mạch của chuỗi sau đó phải được đánh giá để đảm bảo rằng số đọc này khớp với giá trị dự kiến (thường trong khoảng 5 %) theo một trong các cách sau:

- a) So sánh với giá trị dự kiến lấy từ tờ dữ liệu môđun hoặc từ một model PV cụ thể có tính đến loại và số lượng môđun và nhiệt độ tế bào môđun.
- b) Đo  $V_{oc}$  trên một môđun đơn lẻ, sau đó sử dụng giá trị này để tính giá trị dự kiến đối với chuỗi (thích hợp nhất khi các điều kiện cường độ bức xạ ổn định).
- c) Đối với các hệ thống với nhiều chuỗi giống nhau và có điều kiện cường độ bức xạ ổn định, điện áp giữa các chuỗi có thể được so sánh.
- d) Đối với các hệ thống với nhiều chuỗi giống nhau và có điều kiện cường độ bức xạ không ổn định, điện áp giữa các chuỗi có thể được so sánh bằng cách sử dụng nhiều thiết bị đo, với một thiết bị đo trên một chuỗi chuẩn.

## 6.5 Chuỗi PV – Phép đo dòng điện

### 6.5.1 Yêu cầu chung

Mục đích của thử nghiệm phép đo dòng điện chuỗi PV là để đảm bảo các đặc tính vận hành chính xác của hệ thống và để kiểm tra xác nhận rằng không có các sự cố nghiêm trọng trong hệ thống đi dây của dàn PV. Các thử nghiệm này không được lấy làm phép đo tính năng của môđun/dàn.

Có thể sử dụng hai phương pháp thử nghiệm (thử nghiệm ngắn mạch hoặc thử nghiệm vận hành) và cả hai phương pháp này sẽ cung cấp thông tin về hoạt động đúng của chuỗi PV. Trong trường hợp có thể, thử nghiệm ngắn mạch được ưu tiên vì nó sẽ loại trừ bất kỳ ảnh hưởng nào từ bộ nghịch lưu.

CHÚ THÍCH: Thử nghiệm đường cong I-V cũng độc lập với bộ nghịch lưu và là một biện pháp thay thế tốt để thực hiện thử nghiệm này (xem 7.2).

### 6.5.2 Chuỗi PV – Thử nghiệm ngắn mạch

#### 6.5.2.1 Yêu cầu chung

Dòng điện ngắn mạch của từng chuỗi PV cần đo bằng thiết bị thử nghiệm thích hợp. Việc đóng/ngắt dòng điện ngắn mạch của chuỗi là một mối nguy tiềm ẩn và cần tuân theo quy trình thử nghiệm thích hợp như được mô tả dưới đây.

Các giá trị đo được cần được so sánh với giá trị dự kiến. Đối với các hệ thống có nhiều chuỗi giống nhau và khi có các điều kiện cường độ bức xạ ổn định, phép đo dòng điện trong các chuỗi riêng rẽ phải được so sánh. Các giá trị này cần bằng nhau (thường trong khoảng 5 % của trung bình dòng điện chuỗi, đối với điều kiện cường độ bức xạ ổn định).

Đối với điều kiện cường độ bức xạ không ổn định, có thể được áp dụng các phương pháp sau:

- Thử nghiệm có thể được làm trở lại.
- Các thử nghiệm có thể thực hiện bằng cách sử dụng nhiều thiết bị đo, với một thiết bị đo trên một chuỗi chuẩn.
- Số đọc trên đồng hồ đo cường độ bức xạ hoặc đánh giá bằng mắt điều kiện ánh sáng mặt trời có thể được sử dụng để đánh giá tính hiệu lực của số đọc dòng điện.

CHÚ THÍCH: Việc sử dụng đồng hồ đo cường độ bức xạ hoặc đánh giá bằng mắt điều kiện ánh sáng mặt trời được đưa vào ở đây chỉ là biện pháp xác định xem dòng điện đo được có nằm trong dải dự kiến hay không. Phép thử dòng điện ngắn mạch nhằm phát hiện các sự cố mà không phải để đưa ra chỉ thị về tính năng của hệ thống. Các phép đo tính năng của hệ thống thuộc về chế độ thử nghiệm Phân loại 2 và đạt được tốt nhất bằng cách thực hiện thử nghiệm đường cong I-V.

#### 6.5.2.2 Quy trình thử nghiệm ngắn mạch

Đảm bảo rằng tất cả các thiết bị đóng cắt và phương pháp ngắt kết nối ở trạng thái cắt và tất cả các chuỗi PV được cách ly với nhau.

Ngắn mạch tạm thời được đưa vào chuỗi trong thử nghiệm. Có thể đạt được điều này bằng một trong các kỹ thuật sau đây:

- sử dụng một dụng cụ thử nghiệm có chức năng đo dòng ngắn mạch (ví dụ một máy thử PV chuyên dụng);
- một cáp ngắn mạch tạm thời nối vào cơ cấu cắt tải có sẵn trong mạch điện của chuỗi;
- sử dụng một "hộp thử nghiệm đóng cắt ngắn mạch" – một cơ cấu cắt tải danh định có thể tạm thời đưa vào mạch để tạo ra ngắn mạch đóng cắt.

Dụng cụ thử nghiệm phải có thông số đặc trưng lớn hơn dòng điện ngắn mạch và điện áp hở mạch tiềm ẩn. Trong trường hợp, thiết bị đóng cắt và/hoặc dây dẫn ngắn mạch được sử dụng để tạo ngắn mạch thì chúng phải có thông số đặc trưng lớn hơn dòng điện ngắn mạch và điện áp hở mạch tiềm ẩn.

Dòng điện ngắn mạch sau đó phải được cắt bằng cơ cấu cắt tải và kiểm tra dòng điện về đến "0" trước khi có thay đổi bất kỳ về các đầu nối nào khác.

CHÚ THÍCH: "Hộp đóng cắt ngắn mạch" là một hạng mục của thiết bị thử nghiệm, có thể được sử dụng cho cả thử nghiệm ngắn mạch và thử nghiệm cách điện dàn PV (xem 6.7).

### 6.5.3 Chuỗi PV – Thử nghiệm vận hành

Với hệ thống ở trạng thái đóng điện và trong chế độ vận hành bình thường (theo dõi điểm công suất lớn nhất của bộ nghịch lưu), dòng điện từ mỗi chuỗi PV cần được đo bằng ampe mét kiểu kẹp được đặt quanh cáp của chuỗi.

Các giá trị đo được cần được so sánh với giá trị dự kiến. Đối với các hệ thống có nhiều chuỗi giống nhau và khi có các điều kiện cường độ bức xạ ổn định, phép đo dòng điện trong các chuỗi riêng rẽ phải được so sánh. Các giá trị này cần bằng nhau (thường trong khoảng 5 % của trung bình dòng điện chuỗi, đối với điều kiện cường độ bức xạ ổn định).

Đối với điều kiện cường độ bức xạ không ổn định, có thể được áp dụng các phương pháp sau đây:

- Thử nghiệm có thể được làm trở lại.
- Các thử nghiệm có thể thực hiện bằng cách sử dụng nhiều thiết bị đo, với một thiết bị đo trên một chuỗi chuẩn.
- Số đọc trên đồng hồ đo cường độ bức xạ có thể được sử dụng để điều chỉnh số đọc dòng điện.
- Máy thử PV chuyên dụng (với phép đo cường độ bức xạ) có thể được sử dụng.
- Có thể thực hiện thử nghiệm đường cong I-V.

CHÚ THÍCH: Thử nghiệm đường cong I-V được mô tả ở 7.2.

## **6.6 Thử nghiệm chức năng**

Các thử nghiệm chức năng sau đây phải được thực hiện:

- a) Thiết bị đóng cắt và thiết bị điều khiển khác phải được thử nghiệm để đảm bảo hoạt động đúng và chúng được lắp và nối đúng.
- b) Tất cả các bộ nghịch lưu tạo thành một phần của hệ thống PV phải được thử nghiệm để đảm bảo hoạt động đúng. Quy trình thử nghiệm được xác định bởi nhà chế tạo bộ nghịch lưu.

Các thử nghiệm chức năng có yêu cầu nguồn cấp điện xoay chiều (ví dụ thử nghiệm bộ nghịch lưu) chỉ được thực hiện một khi phía xoay chiều của hệ thống đã được thử nghiệm.

## **6.7 Thử nghiệm điện trở cách điện của dàn PV**

### **6.7.1 Yêu cầu chung**

Mạch điện một chiều của dàn PV mang điện trong thời gian ban ngày và không giống mạch điện xoay chiều thông thường, không thể bị cách ly trước khi thực hiện thử nghiệm này.

Thực hiện thử nghiệm này tồn tại một mối nguy về điện giật tiềm ẩn; do đó, điều quan trọng là phải hiểu đầy đủ quy trình trước khi bắt đầu bất kỳ công việc nào. Cần tuân theo các biện pháp an toàn cơ bản sau đây:

- Hạn chế tiếp cận khu vực làm việc.
- Không chạm và thực hiện biện pháp ngăn ngừa bất kỳ ai chạm vào bề mặt kim loại khi thực hiện thử nghiệm cách điện.
- Không chạm và thực hiện biện pháp ngăn ngừa bất kỳ ai chạm vào mặt sau của môđun/tấm phân lớp hoặc các đầu nối của môđun/tấm phân lớp khi thực hiện thử nghiệm cách điện.
- Khi cấp điện cho thiết bị thử nghiệm cách điện, sẽ có điện áp trong khu vực thử nghiệm. Thiết bị phải có khả năng tự động phóng điện.
- Cần mặc/đeo quần áo/thiết bị bảo hộ cá nhân thích hợp trong quá trình thử nghiệm.

Trong trường hợp các kết quả thử nghiệm không đáng tin cậy, hoặc khi các sự cố cách điện do lắp đặt hoặc do khuyết tật trong sản xuất là đáng nghi ngờ thì thử nghiệm cách điện ước đối với dàn có thể là thích hợp và có thể giúp xác định vị trí sự cố – xem 8.3 đối với quy trình thử nghiệm thích hợp.

Trong trường hợp SPD hoặc thiết bị khác có nhiều khả năng ảnh hưởng đến thử nghiệm kiểm tra xác nhận hoặc bị hư hại thì phải được tạm thời ngắt kết nối trước khi thực hiện thử nghiệm điện trở cách điện đối với các thiết bị này.

### **6.7.2 Thử nghiệm điện trở cách điện của dàn PV – Phương pháp thử nghiệm**

Cần lặp lại thử nghiệm, tối thiểu cho từng dàn hoặc dàn nhỏ PV (nếu có). Cũng có thể thử nghiệm các chuỗi riêng biệt nếu được yêu cầu.

Phương pháp thử nghiệm 1 – Thử nghiệm giữa dàn âm và đất, sau đó thử nghiệm giữa dàn dương và đất.

Phương pháp thử nghiệm 2 – Thử nghiệm giữa đất và dàn dương và âm được nối tắt.

Trong trường hợp kết cấu/khung-được liên kết với đất thì việc nối đất có thể thực hiện vào dây nối đất thích hợp bất kỳ hoặc khung của dàn nào (khi khung dàn được sử dụng thì cần đảm bảo tiếp xúc tốt và có sự liên tục trên toàn bộ khung kim loại).

Đối với hệ thống có khung dàn không liên kết với đất (ví dụ hệ thống lắp đặt cấp II) kỹ sư nghiệm thu có thể chọn thực hiện hai thử nghiệm: i) giữa cáp của dàn và đất và một thử nghiệm bổ sung ii) giữa cáp của dàn và khung.

Đối với dàn không có phần dẫn điện tiếp cận được (ví dụ tấm PV trên mái nhà), thử nghiệm phải là giữa cáp của dàn và nối đất của tòa nhà.

Trong trường hợp chấp nhận phương pháp thử nghiệm 2, để giảm thiểu rủi ro vàng quang, cáp dương và âm của dàn cần được nối tắt theo một cách an toàn. Thường đạt được điều này bằng cách sử dụng hộp đóng cắt ngăn mạch thích hợp. Thiết bị này kết hợp với cơ cấu đóng cắt một chiều danh định cắt tải có thể đóng hoặc cắt kết nối ngăn mạch một cách an toàn – sau khi cáp của dàn được kết nối an toàn vào thiết bị.

Quy trình thử nghiệm cần được thiết kế để đảm bảo điện áp đỉnh không vượt quá thông số đặc trưng của môđun, thiết bị đóng cắt, thiết bị thu sét hoặc các thành phần khác của hệ thống.

### 6.7.3 Điện trở cách điện của dàn PV – Quy trình thử nghiệm

#### 6.7.3.1 Yêu cầu chung

Trước khi bắt đầu thử nghiệm:

- Hạn chế tiếp cận đối với người không có nhiệm vụ;
- Cách ly dàn PV với bộ nghịch lưu (thường bằng cầu dao cách ly của dàn); và
- Cắt điện bất kỳ thành phần nào có thể có tác động đến phép đo cách điện (tức là thiết bị bảo vệ quá điện áp) trong hộp kết nối hoặc hộp nối.

Trong trường hợp sử dụng hộp đóng cắt ngăn mạch để thử nghiệm theo phương pháp 2, cáp của dàn cần được nối chắc chắn vào thiết bị ngăn mạch trước khi kích hoạt đóng cắt ngăn mạch.

Thiết bị thử nghiệm điện trở cách điện phải được nối giữa đất và (các) cáp của dàn hoặc tuyến dẫn kết hợp – khi thích hợp với phương pháp thử nghiệm được áp dụng. Dây thử nghiệm cần được làm chắc chắn trước khi thực hiện thử nghiệm.

Tuân theo hướng dẫn thiết bị thử nghiệm điện trở cách điện để đảm bảo điện áp thử nghiệm theo Bảng 1 và số đọc tính bằng MΩ.

Đảm bảo hệ thống được ngắt điện trước khi tháo cáp thử nghiệm hoặc chạm vào phần dẫn điện bất kỳ.

#### 6.7.3.2 Điện trở cách điện – Dàn PV đến 10 kWp



Đối với dàn PV đến 10 kWp, điện trở cách điện phải được đo với điện áp thử nghiệm cho trong Bảng 2. Kết quả là thỏa đáng nếu từng mạch điện có điện trở cách điện không nhỏ hơn giá trị thích hợp cho trong Bảng 2.

**Bảng 2 – Giá trị nhỏ nhất của điện trở cách điện – Dàn PV đến 10 kWp**

Điện áp hệ thống ( $V_{oc}(stc) \times 1,25$ ) V	Điện áp thử nghiệm V	Điện trở cách điện nhỏ nhất M $\Omega$
< 120	250	0,5
120 đến 500	500	1
> 500	1 000	1

### 6.7.3.3 Điện trở cách điện – Dàn PV trên 10 kWp

Đối với các dàn PV trên 10 kWp, một trong hai phương pháp thử nghiệm sau đây phải được tuân theo:

#### Phương pháp A

Thực hiện thử nghiệm điện trở cách điện trên:

- Các chuỗi riêng rẽ; hoặc
- Các chuỗi kết hợp, trong trường hợp tổng công suất kết hợp không lớn hơn 10 kWp.

Điện trở cách điện phải được đo với điện áp thử nghiệm được cho trong Bảng 2. Kết quả là thỏa đáng khi điện trở cách điện không nhỏ hơn giá trị thích hợp được cho trong Bảng 2.

#### Phương pháp B

Phương pháp B là một sự thay thế để nghiệm toàn bộ dàn (hoặc dàn nhỏ) ngay cả khi nó lớn hơn 10 kWp. Các dàn lớn hơn 10 kWp có thể đạt các yêu cầu của Bảng 2; do đó Phương pháp B đưa ra một cách làm tắt (thử nghiệm toàn bộ dàn ngay từ đầu) – chỉ khi thử nghiệm này thất bại thì thực hiện thử nghiệm cho từng phần nhỏ theo Phương pháp A.

Điện trở cách điện phải được đo với điện áp thử nghiệm cho trong Bảng 2. Kết quả là thỏa đáng khi điện trở cách điện không nhỏ hơn giá trị thích hợp được cho trong Bảng 2.

Nếu phép đo cho giá trị thấp hơn giá trị thích hợp trong Bảng 2 thì cần thử nghiệm lại hệ thống bằng cách sử dụng ít chuỗi hơn trong mạch điện thử nghiệm.

## 7 Quy trình thử nghiệm – Phân loại 2

### 7.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm Phân loại 2 có thể được thực hiện trên tất cả các phần của một hệ thống hoặc chỉ trên phần mẫu thử.

CHÚ THÍCH: Một số thử nghiệm của thử nghiệm Phân loại 2 thường được thực hiện trên một mẫu được chọn của hệ thống (một tỷ lệ phần trăm cố định của chuỗi/môđun), đặc biệt đối với hệ thống lớn. Cách tiếp cận chọn lọc như vậy và tỷ lệ phần trăm của hệ thống được thử nghiệm theo thỏa thuận với khách hàng trước khi nghiệm thu.

## 7.2 Phép đo đường cong I-V của chuỗi

### 7.2.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm đường cong I-V của chuỗi có thể cung cấp các thông tin sau đây:

- Phép đo điện áp hở mạch ( $V_{oc}$ ) và dòng điện ngắn mạch ( $I_{sc}$ ) của chuỗi.
- Phép đo điện áp công suất lớn nhất ( $V_{mpp}$ ), dòng điện ( $I_{mpp}$ ), và công suất lớn nhất ( $P_{max}$ ).
- Phép đo tính năng của dàn PV.
- Phép đo hệ số nạp của môđun/chuỗi.
- Nhận dạng các khuyết tật hoặc che khuất môđun/dàn PV.

Trước khi thực hiện thử nghiệm đường cong I-V, phải kiểm tra thiết bị thử nghiệm đường cong I-V để đảm bảo rằng thông số đặc trưng của thiết bị này thích hợp đối với điện áp và dòng điện của mạch điện cần thử nghiệm.

### 7.2.2 Phép đo đường cong I-V của $V_{oc}$ và $I_{sc}$

Thử nghiệm đường cong I-V là một phương pháp thay thế chấp nhận được để suy ra điện áp hở mạch ( $V_{oc}$ ) và dòng điện ngắn mạch ( $I_{sc}$ ) của chuỗi. Trong trường hợp thực hiện thử nghiệm đường cong I-V, không yêu cầu thử nghiệm riêng rẽ  $V_{oc}$  và  $I_{sc}$  – với điều kiện là thử nghiệm đường cong I-V được thực hiện ở giai đoạn thích hợp trong trình tự thử nghiệm Phân loại 1.

Chuỗi được thử nghiệm cần được cách ly và nối với thiết bị thử nghiệm đường cong I-V. Nếu mục đích của thử nghiệm đường cong I-V chỉ để lấy các giá trị  $V_{oc}$  và  $I_{sc}$ , thì không có yêu cầu đo cường độ bức xạ (hoặc nhiệt độ tế bào).

### 7.2.3 Phép đo đường cong I-V – Tính năng dàn PV

Với các điều kiện cường độ bức xạ thích hợp cho trước, thử nghiệm đường cong I-V cung cấp biện pháp để đo tính năng của dàn PV xem có đáp ứng tính năng danh định (tám nhãn) hay không.

Phép đo tính năng của chuỗi và dàn PV phải được thực hiện ở các điều kiện cường độ bức xạ ổn định ở ít nhất  $400 \text{ W/m}^2$  khi được đo trong mặt phẳng của dàn PV.

CHÚ THÍCH 1: Các kết quả không tốt có thể được dự kiến khi phép đo được thực hiện trong điều kiện cường độ bức xạ thấp hoặc khi góc tới quá nghiêng.

CHÚ THÍCH 2: Dòng điện và điện áp công suất lớn nhất của chuỗi PV bị ảnh hưởng trực tiếp bởi sự cường độ bức xạ và nhiệt độ, và bị ảnh hưởng gián tiếp bởi thay đổi bất kỳ dạng đường cong I-V. Nói chung, dạng đường cong I-V thay đổi nhẹ với sự cường độ bức xạ, và ở một mức tới hạn của sự cường độ bức xạ thì đường cong thay đổi đột ngột. Nội

## TCVN 11855-1:2017

dung chi tiết của sự biến đổi này phụ thuộc vào công nghệ PV và mức độ mà tính năng môđun bị giảm xuống theo thời gian. Thay đổi hình dạng đường cong có thể gây ra lỗi trong việc đánh giá tính năng của dàn PV, bất kể phương pháp được sử dụng để đặc trưng hóa tính năng của chuỗi (dò đường cong I-V hoặc phép đo điện áp và dòng điện riêng biệt).

Quy trình để thực hiện thử nghiệm đường cong I-V như sau:

- Đảm bảo hệ thống được ngắt điện và không có dòng điện đang chạy.
- Chuỗi cần thử nghiệm được cách ly và nối với thiết bị thử nghiệm đường cong I-V.
- Dụng cụ thử nghiệm cần được lập trình về đặc tính, loại và số lượng của môđun cần thử nghiệm.
- Đồng hồ đo cường độ bức xạ kết hợp với máy thử đường cong I-V nên được lắp sao cho nó khớp với mặt phẳng của dàn PV và được kiểm tra để đảm bảo rằng thiết bị này không bị che cục bộ hoặc ánh sáng phản xạ (suất phản xạ). Trong trường hợp sử dụng tế bào PV chuẩn, phải được kiểm tra để đảm bảo rằng tế bào này có cùng công nghệ như tế bào của dàn PV cần thử nghiệm, hoặc được hiệu chỉnh thích hợp cho các công nghệ khác.
- Trong trường hợp sử dụng máy thử đường cong I-V một đầu dò nhiệt độ tế bào PV, nó phải tiếp xúc chắc chắn với đuôi của môđun và ở tâm của tế bào về phía tâm của môđun. Khi điều chỉnh nhiệt độ được tính bởi thiết bị thử nghiệm đường cong, phải thực hiện kiểm tra để đảm bảo rằng các đặc tính môđun chính xác được nhập vào thiết bị và giá trị  $V_{oc}$  của chuỗi nằm trong khoảng dự kiến.

CHÚ THÍCH 3: Kiểm tra  $V_{oc}$  được thực hiện để đảm bảo rằng chuỗi không bị mất một môđun và, với mức độ có thể, rằng nó không có đứt rẽ nhánh bị ngắn mạch. Một trong hai sẽ gây ra lỗi trong việc tính nhiệt độ từ  $V_{oc}$  đo được.

- Trước khi thực hiện thử nghiệm, giá trị công suất lớn nhất đo được nên được so sánh với giá trị danh định (nhãn máy) của dàn PV chịu thử nghiệm. Giá trị đo được nên nằm trong dung sai công suất công bố đối với các môđun chịu thử nghiệm (cùng với một khoản phụ trội đối với độ chính xác của thiết bị thử nghiệm đường cong I-V).

### 7.2.4 Phép đo đường cong I-V – Nhận dạng khuyết tật hoặc che khuất môđun/dàn PV

Hình dạng của đường cong I-V có thể cho thông tin có giá trị của dàn PV cần thử nghiệm. Các khuyết tật sau có thể được nhận dạng:

- Tế bào/môđun PV bị hư hại.
- Đứt rẽ nhánh bị ngắn mạch.
- Bị che khuất một phần.
- Môđun không khớp.
- Sự xuất hiện điện trở sun trong tế bào/môđun/dàn PV.
- Điện trở nối tiếp quá mức.

Nếu mục đích của phép đo đường cong I-V là để kiểm tra xác nhận rằng không có các nứt hoặc rãnh do sự không khớp các môđun thì có thể thực hiện phép đo ở mức cường độ bức xạ thấp hơn và góc tới lớn hơn so với yêu cầu của thử nghiệm tính năng.

Đối với hầu hết thử nghiệm hình dạng, các giá trị cường độ bức xạ cần lớn hơn  $100 \text{ W/m}^2$ . Tuy nhiên, cũng có thể thu được dữ liệu hữu ích ở các mức cường độ bức xạ thấp hơn. Trong trường hợp các khuyết tật hình dạng được phát hiện ở các mức cường độ bức xạ nhỏ hơn  $100 \text{ W/m}^2$ , trong khi có thể phát hiện sự cố tiềm ẩn, thì cần lặp lại thử nghiệm ở thời điểm các giá trị cường độ bức xạ lớn hơn  $100 \text{ W/m}^2$  xuất hiện.

Khi ghi chép đường cong I-V, phải xem xét độ lệch hình dạng đường cong so với đường cong dự kiến. Cần chú ý đặc biệt về độ lệch của đường cong I-V vì việc này có thể báo hiệu các sự cố không thể phát hiện và các sự cố nghiêm trọng khác trong dàn PV. Thông tin về giải thích độ lệch đối với đường cong I-V được nêu trong Phụ lục D.

Đối với các hệ thống có nhiều chuỗi giống nhau và khi có các điều kiện cường độ bức xạ ổn định, các đường cong từ các chuỗi riêng biệt phải được so sánh (xếp chồng). Các đường cong cần giống nhau (thường trong khoảng 5 % đối với các điều kiện cường độ bức xạ ổn định).

Nếu điều kiện cường độ bức xạ không ổn định có thể hỗ trợ thêm so sánh bằng mắt bằng cách dịch các đường cong sang một nhiệt độ và mức cường độ bức xạ chung (ví dụ điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn, STC) trước khi xếp chồng.

### 7.3 Quy trình kiểm tra camera hồng ngoại dàn PV

#### 7.3.1 Yêu cầu chung

Mục đích của việc kiểm tra camera hồng ngoại (IR) là để phát hiện những biến đổi nhiệt độ bất thường trong vận hành của các môđun PV tại hiện trường. Những biến đổi nhiệt độ như vậy có thể biểu hiện các vấn đề bên trong các môđun và/hoặc các dàn, ví dụ như tế bào phân cực ngược, hồng điốt rẽ nhánh, hồng hợp kim hàn, mối nối kém và các điều kiện khác dẫn đến vận hành ở nhiệt độ cao cục bộ.

CHÚ THÍCH: Ngoài việc tạo thành một phần của quá trình kiểm tra xác nhận ban đầu hoặc định kỳ, thử nghiệm IR có thể cũng được dùng để kiểm tra các vấn đề đáng ngờ bên trong một môđun, chuỗi hoặc dàn.

#### 7.3.2 Quy trình thử nghiệm IR

Đối với kiểm tra camera IR, dàn PV cần ở chế độ vận hành bình thường (làm việc ở điểm công suất lớn nhất của bộ nghịch lưu). Cường độ bức xạ trên mặt phẳng của dàn PV lớn hơn  $400 \text{ W/m}^2$  và các điều kiện bầu trời ổn định. Lý tưởng là cường độ bức xạ cần tương đối cố định và lớn hơn  $600 \text{ W/m}^2$  trên mặt phẳng của dàn PV để đảm bảo rằng có dòng điện đủ lớn để có thể thấy rõ sự khác biệt về nhiệt độ.

Tùy thuộc vào cấu trúc môđun và cấu hình lắp đặt, xác định xem phía nào của môđun tạo ra nhiều hình ảnh nhiệt có thể nhìn thấy nhất (quy trình có thể cần lặp lại ở mỗi phía).

Quét mỗi môđun trong dàn PV hoặc dàn PV nhỏ đang xem xét, đặc biệt chú ý đến điốt chặn, hộp kết nối, mối nối điện, hoặc vấn đề cụ thể bất kỳ được nhận biết của dàn PV thể hiện sự chênh lệch nhiệt độ nhận thấy được so với môi trường xung quanh.

Khi quét từ phía trước của dàn PV, camera và máy vận hành không được tạo bóng lên khu vực đang xem xét.

CHÚ THÍCH: Quan sát dàn PV từ phía sau sẽ giảm thiểu ảnh hưởng từ ánh sáng phản xạ từ kính môđun, nhưng quan sát từ phía trước thường sẽ dễ dàng cung cấp các hình ảnh có thể thấy được do tình dẫn nhiệt của kính.

### **7.3.3 Giải thích kết quả thử nghiệm IR**

#### **7.3.3.1 Yêu cầu chung**

7.3.3.2 đến 7.3.3.5 mô tả các vấn đề điển hình mà có thể được nhận dạng thông qua thử nghiệm IR.

#### **7.3.3.2 Kết quả thử nghiệm IR – Yêu cầu chung**

Thử nghiệm này chủ yếu để phát hiện sự thay đổi nhiệt độ bất thường trong dàn PV. Thay đổi nhiệt độ bình thường do các điểm nối, miếng dán, và các linh kiện khác cần được nhận biết chỉ nhằm tránh ghi lại các thay đổi nhiệt độ bình thường này.

Trên cơ sở hàng ngày, nhiệt độ trung bình của một dàn PV sẽ thay đổi khá đột ngột, nên tiêu chuẩn nhiệt độ tuyệt đối để nhận dạng sự bất thường là không hữu dụng. Chênh lệch nhiệt độ giữa điểm nóng và dàn PV vận hành bình thường là quan trọng nhất. Lưu ý rằng nhiệt độ dàn PV là một hàm của cường độ bức xạ, tốc độ gió, và nhiệt độ môi trường xung quanh, thay đổi tương đối nhiều trong thời gian ban ngày.

Ghi vào tài liệu các khu vực có nhiệt độ cực trị bằng cách đánh dấu rõ vị trí của chúng trên các bộ phận nghi ngờ, hoặc trên các bản vẽ thiết kế của dàn/chuỗi PV. Tìm hiểu từng bất thường nhiệt để xác định (các) nguyên nhân có thể. Kiểm tra bằng mắt và các thử nghiệm điện (cấp môđun và chuỗi) để tìm hiểu. Trong một số trường hợp, đường cong I-V của một hoặc nhiều môđun có bất thường nhiệt được so sánh với đường cong I-V của một môđun không có bất kỳ bất thường nhiệt nào có thể là một công cụ hữu ích.

Với một camera IR góc rộng, có thể phát hiện các môđun và chuỗi không phát điện hoặc được kết nối, vì nhiệt độ tổng của chúng sẽ khác một cách đáng lưu ý so với các môđun lân cận.

Trong một số trường hợp, lặp lại quá trình quét với một phần của dàn PV hở mạch có thể có thêm thông tin. Để ít nhất 15 min sau khi làm hở mạch dàn PV để cân bằng nhiệt. Các chuỗi môđun có hình ảnh IR không thay đổi có thể không tạo ra dòng điện dưới các điều kiện tải.

#### **7.3.3.3 Kết quả thử nghiệm IR – Điểm nóng môđun**

Nhiệt độ môđun cần tương đối đồng đều, với các khu vực không có sự chênh lệch nhiệt độ đáng kể. Tuy nhiên, môđun được dự kiến rằng sẽ nóng hơn xung quanh hộp kết nối so với phần còn lại vì nhiệt không được truyền tốt đến môi trường xung quanh. Điều này là bình thường đối với các môđun PV khi thấy sự chênh lệch ở các gờ, nhãn, chu vi và bề đỡ.

Điểm nóng ở một vị trí nào đó trong môđun thường cho thấy có vấn đề về điện, có thể là điện trở nối tiếp, điện trở suni hoặc tế bào không khớp. Trong mọi trường hợp, xem xét tính năng của tất cả các môđun thể hiện (các) các điểm nóng đáng kể. Kiểm tra bằng mắt có thể cho thấy các dấu hiệu quá nhiệt, ví dụ khu vực có màu nâu hoặc bạc màu.

#### 7.3.3.4 Kết quả thử nghiệm IR – Đốt rẽ nhánh

Nếu đốt rẽ nhánh bất kỳ bị nóng, kiểm tra dàn PV để tìm các lý do rõ ràng như bị che khuất hoặc có các mảnh vụn trên môđun được bảo vệ bởi đốt. Nếu không có các nguyên nhân rõ ràng thì môđun được xem là kém chất lượng.

#### 7.3.3.5 Kết quả thử nghiệm IR – Mối nối cáp

Mối nối trên các dây giữa các môđun không được nóng hơn nhiều so với bản thân dây đó. Nếu các mối nối nóng hơn, kiểm tra để xem mối nối có bị lỏng hoặc bị ăn mòn không.

## 8 Quy trình thử nghiệm – Các thử nghiệm bổ sung

### 8.1 Điện áp nối đất – Hệ thống nối đất điện trở

Thử nghiệm này được dùng để đánh giá hệ thống nối đất trở kháng (điện trở) cao. Quy trình thử nghiệm cụ thể được cung cấp bởi nhà chế tạo môđun đòi hỏi các hệ thống nối đất điện trở cho các môđun của họ.

Thử nghiệm này phải được thực hiện theo các yêu cầu cụ thể của nhà chế tạo môđun, để kiểm tra xác nhận rằng điện trở tại chỗ là giá trị đúng và duy trì hệ thống một chiều ở các điện áp chấp nhận được so với đất, hoặc trong dải dòng điện rò chấp nhận được.

### 8.2 Thử nghiệm đốt chặn

Các đốt chặn có thể hỏng ở cả trạng thái hở mạch và ngắn mạch. Thử nghiệm này là quan trọng đối với hệ thống lắp đặt có lắp đốt chặn.

Tất cả các đốt phải được kiểm tra để đảm bảo rằng chúng được đấu nối đúng (đúng cực tính) và không bị quá nhiệt hoặc cacbon hóa.

Ở chế độ làm việc bình thường, đo điện áp qua đốt chặn ( $V_{BD}$ ).

- Chỉ tiêu đạt:  $V_{BD}$  nằm giữa 0,5 V và 1,65 V.

Khi điện áp nằm ngoài dải này, phải kiểm tra tiếp tục hệ thống để xác định xem đốt bị hỏng là sự cố độc lập hay là do kết quả của sự cố hệ thống khác.

### 8.3 Dàn PV – Thử nghiệm điện trở cách điện ướt

#### 8.3.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm điện trở cách điện ướt chủ yếu được dùng để tìm sự cố.

Thử nghiệm điện trở cách điện ướt đánh giá cách điện của dàn PV dưới các điều kiện vận hành ướt. Thử nghiệm này mô phỏng mưa hoặc sương trên dàn PV và trên dây dẫn và kiểm tra xác nhận rằng độ ẩm không xâm nhập vào các phần hoạt động của mạch điện của dàn PV mà có thể làm tăng sự ăn mòn, gây ra các sự cố nối đất, hoặc tạo ra nguy hiểm về an toàn điện cho người hoặc thiết bị.

Thử nghiệm này đặc biệt hiệu quả trong việc tìm các khuyết tật nối đất ở trên như hỏng dây dẫn, vỏ hộp kết nối không đủ chặt, và các vấn đề lắp đặt tương tự khác. Cũng có thể sử dụng thử nghiệm này để phát hiện sai lỗi trong chế tạo và thiết kế bao gồm đế polyme bị thủng lỗ, hộp kết nối bị nứt vỡ, vỏ điốt không được hàn thích đáng, và bộ nối không đúng (đánh giá trong nhà).

Thử nghiệm cách điện ướt thường được thực hiện khi kết quả của thử nghiệm khô (thông thường) là không đáng tin cậy, hoặc trong trường hợp sự cố cách điện do có nghi ngờ về sai sót trong lắp đặt hoặc chế tạo.

Thử nghiệm này có thể áp dụng cho toàn bộ dàn PV hoặc cho một phần được chọn trên các hệ thống lớn hơn (cho các thành phần cụ thể hoặc các phần nhỏ của dàn PV). Trong trường hợp chỉ thử nghiệm một phần của dàn PV, chúng thường được chọn do đã nhận dạng được vấn đề đã biết hoặc nghi ngờ ở các thử nghiệm khác. Trong một số trường hợp, thử nghiệm cách điện ướt có thể được yêu cầu trên một phần mẫu của dàn PV.

### **8.3.2 Quy trình thử nghiệm cách điện ướt**

Quy trình cần tuân theo giống với quy trình được mô tả trong thử nghiệm cách điện tiêu chuẩn nhưng bổ sung thêm bước ban đầu là làm ướt dàn PV.

Trước khi thử nghiệm, vùng của dàn PV cần thử nghiệm được làm ướt bằng hỗn hợp nước và chất hoạt động bề mặt. Hỗn hợp này được phun lên tất cả các phần của dàn PV cần thử nghiệm. Trước khi thử nghiệm, vùng của dàn PV cần thử nghiệm cần được kiểm tra để đảm bảo rằng tất cả các phần được làm ướt, bao gồm phía trước, phía sau và các cạnh của môđun, cùng với tất cả các hộp kết nối và cáp.

Thực hiện thử nghiệm này xuất hiện mối nguy điện giật tiềm ẩn và cần tuân theo các chuẩn bị an toàn đã mô tả cho thử nghiệm cách điện tiêu chuẩn. Việc lựa chọn thiết bị bảo hộ cá nhân để mặc trong khi thử nghiệm cần xem xét môi trường ướt trong đó thử nghiệm sẽ được thực hiện.

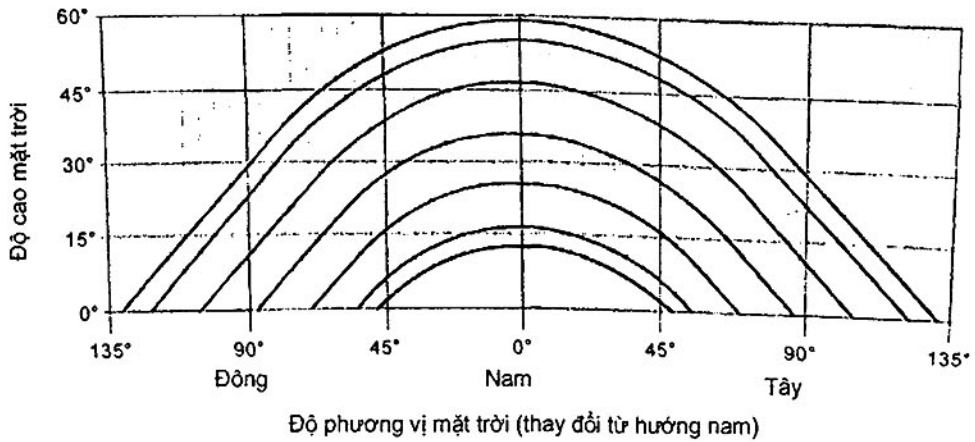
Nên có ít nhất hai người thực hiện thử nghiệm này (vì những chỗ ướt sẽ khô nhanh tại hiện trường dẫn đến sự thay đổi lớn trong kết quả) – một người thực hiện phép đo ngay sau khi người kia làm ướt hoàn toàn khu vực liên quan và phê duyệt thử nghiệm.

### **8.4 Đánh giá bóng râm**

Mục đích của việc thực hiện đánh giá bóng râm là để ghi lại điều kiện bóng râm và các điều kiện về bầu trời tại thời điểm đó – để đưa ra một đường cơ sở để so sánh trong tương lai.

Đối với các hệ thống nhỏ, ghi chép bóng râm cần thực hiện càng gần càng tốt với trung tâm của dàn PV. Đối với các hệ thống lớn hơn, hệ thống có nhiều dàn PV nhỏ hoặc bóng râm phức tạp thì có thể đòi hỏi một chuỗi các phép đo bóng râm.

Có một số phương pháp để đo và ghi lại bóng râm. Phương pháp thích hợp là ghi lại cảnh bóng râm trên một biểu đồ đường mặt trời như thể hiện trên Hình 1.



CHÚ THÍCH: Đây chỉ là một ví dụ về biểu đồ đường mặt trời (đồ thị đường mặt trời biến đổi phụ thuộc vào vĩ độ vị trí)

**Hình 1 – Ví dụ biểu đồ đường mặt trời**

Trong tất cả các trường hợp, ghi chép bóng râm phải:

- Ghi lại địa điểm ghi chép bóng râm.
- Chỉ ra là Nam hay Bắc (nếu thích hợp).
- Được vẽ theo tỷ lệ để chỉ ra độ cao của bất kỳ vật thể bóng râm nào.

CHÚ THÍCH: Bản mô tả tính chất bóng râm bất kỳ có nhiều khả năng là một vấn đề trong tương lai có thể là một ghi chép hữu ích. Điều này bao gồm các dự án xây dựng đang được thực hiện hoặc lên kế hoạch và bất kỳ thực vật nào có nhiều khả năng phát triển đến điểm gây cản trở một phần của dàn.

## 9 Báo cáo kiểm tra xác nhận

### 9.1 Yêu cầu chung

Khi hoàn thành quá trình kiểm tra xác nhận, báo cáo phải được cung cấp. Báo cáo này bao gồm các thông tin sau:



## **TCVN 11855-1:2017**

- Tổng hợp thông tin mô tả hệ thống (tên, địa chỉ, v.v.).
- Danh sách các mạch được kiểm tra và thử nghiệm.
- Bản ghi kiểm tra.
- Bản ghi các kết quả thử nghiệm của từng mạch thử nghiệm.
- Khoảng thời gian cho đến lần kiểm tra xác nhận tiếp theo.
- Chữ ký của người thực hiện kiểm tra xác nhận.

Báo cáo kiểm tra xác nhận mẫu được cho trong Phụ lục A, B và C.

CHÚ THÍCH: Ở một số quốc gia, khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra xác nhận được quy định bởi quốc gia đó.

### **9.2 Kiểm tra xác nhận ban đầu**

Kiểm tra xác nhận một hệ thống lắp đặt mới phải được thực hiện theo các yêu cầu của Điều 5. Báo cáo kiểm tra xác nhận ban đầu phải bao gồm thông tin bổ sung về người chịu trách nhiệm thiết kế, xây dựng và kiểm tra xác nhận hệ thống – và mức độ trách nhiệm tương ứng của từng người.

Báo cáo kiểm tra xác nhận ban đầu phải đưa ra khuyến nghị về khoảng thời gian giữa các lần kiểm tra định kỳ. Điều này phải được xác định có liên quan đến kiểu của hệ thống lắp đặt và thiết bị, sử dụng và vận hành của hệ thống lắp đặt, tần số và chất lượng bảo trì và ảnh hưởng bên ngoài mà nó có thể phải chịu.

### **9.3 Kiểm tra xác nhận định kỳ**

Kiểm tra xác nhận định kỳ một hệ thống lắp đặt đã có phải được thực hiện theo các yêu cầu của Điều 5. Khi thích hợp, các kết quả và khuyến nghị của các lần kiểm tra xác nhận định kỳ trước đó phải được đưa vào xem xét.

Báo cáo kiểm tra xác nhận định kỳ phải được cung cấp và bao gồm danh mục các sự cố và khuyến cáo về sửa chữa hoặc cải tiến (như nâng cấp hệ thống để đáp ứng các tiêu chuẩn hiện tại).

## Phụ lục A

(tham khảo)

## Mẫu chứng chỉ kiểm tra xác nhận

<b>Chứng chỉ xác nhận hệ thống PV</b>	<input type="checkbox"/> Kiểm tra xác nhận ban đầu <input type="checkbox"/> Kiểm tra xác nhận định kỳ
---------------------------------------	--

Khách hàng		Mô tả hệ thống lắp đặt	
Địa chỉ hệ thống lắp đặt		Công suất danh định – kW một chiều	
Ngày thử nghiệm		Địa điểm	
		Mạch thử nghiệm	

Tên và địa chỉ nhà thầu	Tham chiếu báo cáo kiểm tra TCVN 7447-6 (IEC 60364-6):	
	Tham chiếu báo cáo thử nghiệm TCVN 7447-6 (IEC 60364-6):	
	Tham chiếu báo cáo kiểm tra dàn PV:	
	Tham chiếu báo cáo thử nghiệm dàn PV:	

<b>THIẾT KẾ, CẤU TẠO, KIỂM TRA VÀ THỬ NGHIỆM</b>	
<p>Tôi/chúng tôi là (những) người chịu trách nhiệm đối với thiết kế, cấu tạo, kiểm tra và thử nghiệm hệ thống lắp đặt điện (như thể hiện trong (các) chữ ký bên dưới), cụ thể được mô tả phía trên, có kỹ năng thực hành hợp lý và chú tâm khi thực hiện thiết kế, cấu tạo, kiểm tra và thử nghiệm, chứng thực rằng công việc nói trên mà tôi/chúng tôi phải chịu trách nhiệm là, trong khả năng hiểu biết và niềm tin của tôi/chúng tôi, phù hợp với .....</p>	
Ký tên:  Tên:  Ngày:  (Trách nhiệm của người ký chỉ giới hạn trong công việc được mô tả	Lần kiểm tra tiếp theo được khuyến cáo không lớn hơn:

phía trên)	NHẬN XÉT:
------------	-----------

**Phụ lục B**

(tham khảo)

**Mẫu báo cáo kiểm tra**

<b>Báo cáo kiểm tra hệ thống PV</b>	<input type="checkbox"/> Kiểm tra xác nhận ban đầu <input type="checkbox"/> Kiểm tra xác nhận định kỳ
-------------------------------------	--

Địa chỉ hệ thống lắp đặt	Tham chiếu
	Ngày
Các mạch điện được kiểm tra	Người kiểm tra

**Yêu cầu chung**

Toàn bộ hệ thống phải được kiểm tra theo các yêu cầu của TCVN 7447-6 (IEC 60364-6) và đính kèm báo cáo kiểm tra đáp ứng các yêu cầu của TCVN 7447-6 (IEC 60364-6).

**Hệ thống một chiều – Yêu cầu chung**

- Hệ thống một chiều phải được thiết kế, quy định và lắp đặt theo các yêu cầu của IEC 60364 và IEC TS 62548:2013.
- Điện áp cao nhất của dàn PV là thích hợp với vị trí của dàn.
- Tất cả các thành phần hệ thống và cấu trúc ghép nối được chọn và lắp ráp để chịu được các tác động bên ngoài dự kiến như gió, tuyết, nhiệt độ và ăn mòn.
- Các mối nối ở mái và cáp vào phải chịu được thời tiết (khi thích hợp).

**Hệ thống một chiều – Bảo vệ chống điện giật**

- Biện pháp bảo vệ được cung cấp bởi điện áp cực thấp (SELV / PELV) – có/không.
- Bảo vệ bằng cách sử dụng cách điện cấp II hoặc tương đương áp dụng trên phía một chiều – có/không.
- Cáp của dàn và chuỗi PV được chọn và lắp ráp để giảm thiểu rủi ro sự cố nối đất và ngắn mạch. Thường đạt được bằng cách sử dụng cáp có cách điện bảo vệ và tăng cường (thường gọi là "cách điện kép") – có/không.

**Hệ thống một chiều – Bảo vệ chống tác động của lỗi cách điện**

- Phân cách điện hóa bên trong bộ nghịch lưu hoặc phía xoay chiều – có/không.
- Nối đất chức năng của dây dẫn một chiều bất kỳ – có/không.
- Hệ thống báo động và phát hiện điện trở cách điện so với đất của dàn PV được lắp đặt – theo các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.
- Hệ thống báo động và phát hiện theo dõi dòng dư chạm đất của dàn PV được lắp đặt – theo các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.

#### Hệ thống một chiều – Bảo vệ chống quá dòng

- Đối với các hệ thống không có thiết bị bảo vệ quá dòng của chuỗi:
  - $I_{MOD\_MAX\_OCPR}$  (dòng điện danh định lớn nhất của bộ cầu chày của môđun) lớn hơn dòng ngược có thể;
  - cáp của chuỗi được định cỡ để phù hợp với dòng điện sự cố kết hợp lớn nhất từ các chuỗi song song.
- Đối với các hệ thống có thiết bị bảo vệ quá dòng chuỗi:
  - các thiết bị bảo vệ quá dòng của chuỗi được lắp và quy định chính xác theo các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.
- Đối với các hệ thống có thiết bị bảo vệ quá dòng dàn/dàn nhỏ:
  - các thiết bị bảo vệ quá dòng được lắp và quy định chính xác theo các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.
- Đối với các hệ thống mà bộ nghịch lưu có thể tạo ra dòng một chiều cấp ngược vào mạch điện của dàn PV:
  - dòng cấp ngược bất kỳ thấp hơn dòng điện danh định cầu chày lớn nhất của môđun và dòng điện danh định cáp của chuỗi.

#### Hệ thống một chiều – Bố trí nối đất và liên kết

- Khi hệ thống PV bao gồm nối đất chức năng của một trong các dây dẫn một chiều:
  - nối đất chức năng phải được quy định và lắp đặt theo các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.
- Khi hệ thống PV có một nối đất trực tiếp phía một chiều:
  - bộ ngắt sự cố nối đất chức năng được cung cấp theo các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.
- Bố trí liên kết khung của dàn phải được quy định và lắp đặt theo các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.
- Khi dây dẫn nối đất bảo vệ và/hoặc liên kết đẳng thế được lắp đặt:

## TCVN 11855-1:2017

- chúng song song và được bó với cáp một chiều.

### Hệ thống một chiều – Bảo vệ chống tác động của sét và quá điện áp

- Để giảm thiểu điện áp gây ra bởi sét, diện tích tất cả các vòng dây phải được giữ nhỏ nhất có thể.
- Các phương tiện phải đúng vị trí để bảo vệ cáp dài (ví dụ màn chắn hoặc sử dụng SPD).
- Khi SPD được lắp, chúng phải được lắp đặt theo các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.

### Hệ thống một chiều – Lựa chọn và lắp đặt thiết bị điện

- Các môđun PV được đánh giá đối với điện áp hệ thống một chiều lớn nhất có thể.
- Tất cả các thành phần một chiều được đánh giá cho vận hành liên tục ở điện áp và dòng điện hệ thống một chiều có thể lớn nhất như được định nghĩa trong IEC TS 62548:2013.
- Hệ thống đi dây được chọn và lắp đặt để chịu được các tác động bên ngoài dự kiến như gió, đóng băng, nhiệt độ, UV và bức xạ mặt trời.
- Biện pháp cách ly và ngắt mạch phải được cung cấp cho các chuỗi dàn PV và dàn nhỏ PV theo các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.
- Bộ ngắt đóng cắt một chiều được lắp vào phía một chiều của bộ nghịch lưu theo các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.
- Nếu diốt chặn được lắp, thông số điện áp ngược của chúng bằng ít nhất  $2 \times V_{oc}$  (stc) của chuỗi PV mà chúng được lắp (xem IEC TS 62548:2013).
- Bộ nối ổ cắm và phích cắm khớp nhau là cùng loại và từ cùng nhà chế tạo và phù hợp với các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.

### Hệ thống xoay chiều

- Một biện pháp cách ly bộ nghịch lưu phải được cung cấp trên phía xoay chiều.
- Tất cả thiết bị cách ly và đóng cắt phải được kết nối sao cho hệ thống lắp đặt PV được nối dây đến phần "tải" và nguồn cấp công cộng đến phần "nguồn".
- Các tham số vận hành bộ nghịch lưu phải được lập trình theo các quy định cục bộ.
- Khi một thiết bị bảo vệ dòng dư (RCD) được lắp vào mạch xoay chiều để cấp điện cho một bộ nghịch lưu, loại RCD phải được kiểm tra xác nhận để đảm bảo nó được chọn theo các yêu cầu của IEC TS 62548:2013.

### Ghi nhãn và nhận dạng

- Tất cả các mạch điện, thiết bị bảo vệ, thiết bị đóng cắt và đầu nối được dán nhãn thích hợp theo các yêu cầu của IEC 60364 và IEC TS 62548:2013.

- Tất cả các hộp kết nối một chiều (máy phát PV và hộp dàn PV) mang nhãn cảnh báo chỉ ra rằng các phần hoạt động bên trong hộp được cấp điện từ một dàn PV và có thể vẫn có điện sau khi cách ly khỏi bộ nghịch lưu PV và nguồn điện lưới.
- Biện pháp cách ly phía xoay chiều được dán nhãn rõ ràng.
- Nhãn cảnh báo cấp điện kép được gắn ở điểm liên kết.
- Một sơ đồ đi dây một sợi được thể hiện tại chỗ.
- Chi tiết nhà lắp đặt được thể hiện tại chỗ.
- Quy trình dừng vận hành được thể hiện tại chỗ.
- Quy trình khẩn cấp được thể hiện tại chỗ (khi thích hợp).
- Tất cả ký hiệu và nhãn được gắn và bền một cách thích hợp.

## Phụ lục C

(tham khảo)

## Mẫu báo cáo thử nghiệm dàn PV

Báo cáo thử nghiệm dàn PV	<input type="checkbox"/> Kiểm tra xác nhận ban đầu <input type="checkbox"/> Kiểm tra xác nhận định kỳ
---------------------------	--

Địa chỉ hệ thống lắp đặt	Tham chiếu
	Ngày
Mô tả công việc thử nghiệm	Người kiểm tra
	Thiết bị thử nghiệm

Chuỗi PV	Chuỗi tham chiếu	1	2	3	4	$n$
	Mô đun					
	Số lượng					
Các tham số dàn PV (như quy định)	$V_{oc}$ (stc)					
	$I_{sc}$ (stc)					
Thiết bị bảo vệ quá dòng chuỗi PV	Loại					
	Thông số (A)					
	Thông số một chiều (V)					
	Công suất (kA)					
Đi dây chuỗi PV	Loại					
	Pha ( $mm^2$ )					
	Nối đất ( $mm^2$ )					
Thử nghiệm chuỗi PV	$V_{oc}$ (V)					
	$I_{sc}$ (A)					
	Cường độ bức xạ					
Kiểm tra cực tính						
Điện trở cách điện dàn PV	Điện áp thử nghiệm (V)					
	Dương – Đất ( $M\Omega$ )					
	Âm – Đất ( $M\Omega$ )					
Nối đất (khi được lắp)						
Bộ cách ly dàn PV	Thông số (A)					
	Thông số (V)					
	Địa điểm					
	Kiểm tra chức năng					
Bộ nghịch lưu	Chế tạo và Model					
	Số sê-ri					
	Chức năng OK					

Nhận xét
----------

## Phụ lục D

(tham khảo)

## Giải thích hình dạng đường cong I-V

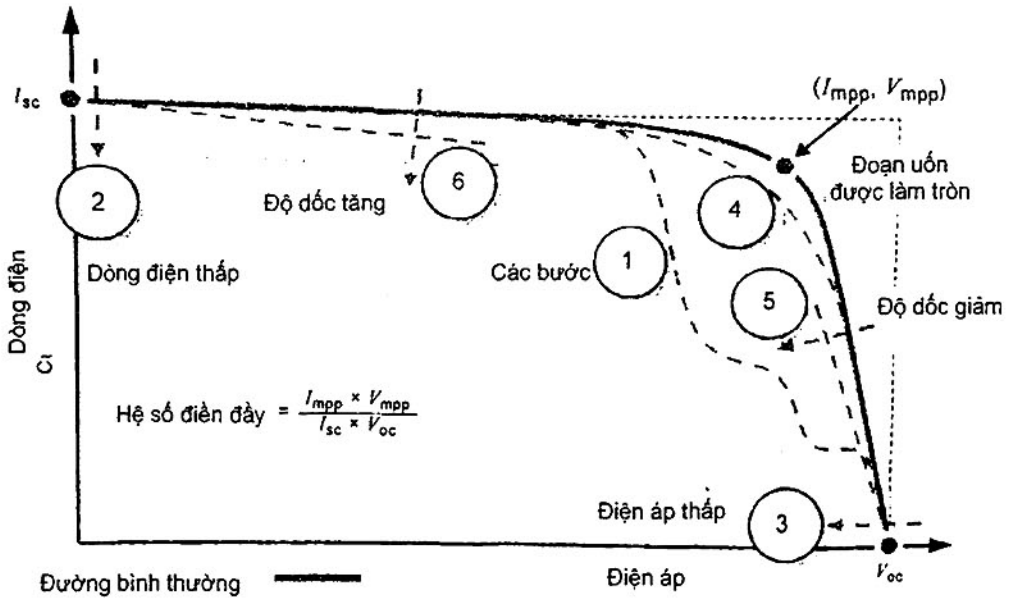
## D.1 Yêu cầu chung

Đường cong I-V bình thường có dạng trơn với ba phần riêng biệt:

- một "chân nằm ngang" (dốc nhẹ xuống);
- một "chân hướng xuống" (tiếp cận thẳng đứng);
- một đoạn uốn hoặc "đầu gối" trên đường cong giữa hai vùng.

Trên một đường cong bình thường, ba phần này trơn và liên tục. Độ dốc và hình dạng của đầu gối phụ thuộc vào công nghệ tế bào và chế tạo. Tế bào tinh thể silic có các đầu gối nhọn hơn; các môđun màng mỏng thường có đầu gối tròn hơn.

Một số các yếu tố có thể ảnh hưởng đến hình dạng của đường cong I-V. Hình D.1 minh họa các dạng chính về độ lệch có thể xuất hiện. Những thay đổi hình dạng này có thể xuất hiện riêng lẻ hoặc kết hợp.



CHÚ THÍCH: Số 1 đến 6 chỉ ra các biến đổi hình dạng đường cong được mô tả trong D.2 đến D.7.

Hình D.1 – Hình dạng đường cong I-V

Độ sai lệch nhỏ giữa các đường cong I-V đo được và dự đoán là nằm trong dự kiến, với độ không đảm bảo đo bình thường của phép đo cường độ bức xạ, nhiệt độ và điện áp. Độ biến thiên nhỏ giữa các



## TCVN 11855-1:2017

môđun PV, thậm chí của một nhà chế tạo và model cho trước, cũng sẽ có ảnh hưởng. Bóng râm và vết bẩn cũng sẽ ảnh hưởng đến dạng đường cong.

Khi thấy độ lệch, trước hết nên thực hiện kiểm tra để đảm bảo rằng sự khác biệt hình dạng giữa đường cong đo được và đường cong dự kiến không phải do lỗi phép đo, bố trí thiết bị đo hoặc do nhập sai dữ liệu chuỗi/môđun.

### D.2 Biến thiên 1 – Bước hoặc rãnh trong đường cong

Bước hoặc rãnh trên đường cong I-V chỉ ra sự không khớp giữa các vùng khác nhau của dàn hoặc môđun cần thử nghiệm. Độ lệch của đường cong chỉ ra rằng điốt rẽ nhánh được kích hoạt và một số dòng điện rẽ nhánh xung quanh chuỗi tế bào bên trong được bảo vệ bởi điốt (chuỗi không cho phép dòng điện của chuỗi khác đi qua). Điều này có thể là do một số yếu tố bao gồm:

- Dàn hoặc môđun PV bị che khuất một phần.
- Dàn hoặc môđun PV bị bẩn một phần hoặc bị các che khuất (tuyết v.v.).
- Môđun/tế bào PV bị hư hại.
- Điốt rẽ nhánh bị ngắn mạch

CHÚ THÍCH: Che khuất một phần hoặc ngay cả chỉ một tế bào trong một môđun có thể khiến điốt rẽ nhánh liên quan cho dòng điện đi qua và tạo ra rãnh trên đường cong.

### D.3 Biến thiên 2 – Dòng điện thấp

Một số các yếu tố có thể là nguyên nhân gây ra biến thiên giữa dòng điện dự kiến và dòng điện đo được. Điều này được tổng hợp dưới đây.

Dàn PV gây ra:

- Bẩn đồng đều
- Dải che khuất (các môđun hướng dọc).
- Đập đất (các môđun hướng dọc).
- Môđun PV bị thoái hóa.

CHÚ THÍCH: Hiệu ứng dải che khuất và đập đất tương tự với bẩn đồng đều vì chúng làm giảm dòng điện của tất cả các nhóm tế bào một lượng xấp xỉ như nhau.

Mô hình hóa gây ra:

- Nhập dữ liệu môđun PV không chính xác.
- Nhập số lượng chuỗi song song không chính xác.

**Phép đo gây ra:**

- Vấn đề về đo hoặc hiệu chuẩn cảm biến bức xạ.
- Cảm biến bức xạ không được lắp lên trên mặt phẳng của dàn PV.
- Cường độ bức xạ thay đổi giữa phép đo cường độ bức xạ và phép đo đường cong I-V.
- Hiệu ứng suất phản chiếu khiến cảm biến bức xạ ghi lại cường độ bức xạ quá cao.
- Cường độ bức xạ quá thấp hoặc mặt trời quá gần đường chân trời.

CHÚ THÍCH: Trong khi biến thiên thể hiện trên sơ đồ ở trên là một dòng điện thấp hơn dự kiến thì cũng có thể thấy rằng giá trị đo được cao hơn giá trị dự kiến bởi đường cong I-V mẫu.

**D.4 Biến thiên 3 – Điện áp thấp**

Những vấn đề tiềm ẩn đối với biến thiên điện áp bao gồm như sau.

**Dàn PV gây ra:**

- Đốt rã nhánh dẫn điện hoặc ngắn mạch.
- Sai số lượng môđun trong chuỗi PV.
- Suy giảm điện thế cảm ứng (PID).
- Che khuất đồng đều và đủ lớn tới toàn bộ chuỗi/môđun/tế bào.

**Mô hình hóa gây ra:**

- Nhập dữ liệu môđun PV không chính xác.
- Nhập số lượng môđun trong chuỗi không chính xác.

**Phép đo gây ra:**

- Nhiệt độ tế bào PV khác với giá trị đo được.

Vì nhiệt độ tế bào ảnh hưởng đến điện áp từ môđun PV, một sự chênh lệch giữa nhiệt độ tế bào thực tế và nhiệt độ tế bào đo được (hoặc giả định) bằng vết đường cong I-V sẽ khiến hình dạng này bị lỗi. Trong những trường hợp này, việc kiểm tra phương pháp đo nhiệt độ tế bào nên được thực hiện trước khi tiến hành (ví dụ kiểm tra xem cảm biến nhiệt độ có gắn vào môđun không).

Một nhóm các chuỗi được đo liên tiếp thường sẽ cho độ lệch hơi khác nhau so với dự đoán của mẫu PV. Điều này được dự kiến cho rằng nhiệt độ thường được cảm nhận ở một môđun đơn và profin nhiệt độ của dàn PV là không đồng nhất và biến đổi theo thời gian. Tuy nhiên, nếu một chuỗi đơn biến đổi về cơ bản nhiều hơn các chuỗi khác thì đây là một vấn đề, đặc biệt nếu độ lệch tương ứng với môđun  $V_{oc}/N$  khi các môđun có  $N$  đốt rã nhánh.

**CHÚ THÍCH:** Trong khi biến thiên thể hiện trên sơ đồ ở trên là một dòng điện thấp hơn dự kiến thì cũng có thể thấy rằng giá trị đo được cao hơn giá trị dự kiến bởi đường cong I-V mẫu.

#### **D.5 Biến thiên 4 – Đoạn uốn được làm tròn**

Việc làm tròn đoạn uốn của đường cong I-V có thể là biểu thị của quá trình lão hóa. Trước khi kết luận rằng đây là trường hợp, kiểm tra độ dốc của chân ngang và chân dọc của đường cong I-V. Nếu chúng thay đổi thì có thể tạo ra một hiệu ứng tương tự nhìn thấy được trong hình dạng của đầu gối.

#### **D.6 Biến thiên 5 – Độ dốc nông hơn của chân dọc**

Độ dốc của phần sau của đường cong I-V giữa điểm công suất lớn nhất ( $V_{mpp}$ ) và  $V_{oc}$  bị tác động bởi điện trở nối tiếp với mạch điện chịu thử nghiệm. Điện trở tăng lên sẽ làm giảm độ dốc trong phần này của đường cong.

Các vấn đề tiềm ẩn của điện trở nối tiếp tăng lên gồm:

- Hư hại hoặc sự cố đường dây PV (hoặc cỡ cáp không đủ).
- Sự cố ở môđun hoặc các kết nối trong dàn PV (mối nối kém).
- Điện trở nối tiếp của môđun tăng.

Khi thử nghiệm các dàn PV với cáp chạy dài, điện trở của cáp sẽ ảnh hưởng đến hình dạng đường cong và có thể có tác động lên đường cong như được mô tả ở đây. Nếu điều này bị nghi ngờ, thì model có thể được điều chỉnh để cho phép các cáp này; hoặc thử nghiệm có thể được lặp lại gắn với dàn PV hơn (vòng qua cáp dài).

Trong trường hợp nhận ra lỗi này trên đường cong, cần lưu ý đặc biệt đến chất lượng của hệ thống đi dây và các liên kết trong mạch mặt trời. Lỗi này có thể chỉ ra một sự cố đáng kể của hệ thống đi điện hoặc hư hại hoặc ăn mòn sau đó ảnh hưởng đến mạch dàn PV.

Điện trở nối tiếp của môđun tăng có thể do sự cố điện trở cao trong các liên kết của tế bào PV hoặc trong hộp kết nối của môđun – do xuống cấp, ăn mòn hoặc lỗi chế tạo.

Quét IR, như được mô tả trong trình tự thử nghiệm Phân loại 2, có thể là một công cụ hữu ích để nhận dạng sự cố điện trở cao.

#### **D.7 Biến thiên 6 – Độ dốc dốc hơn của chân ngang**

Sự biến đổi về độ dốc ở phần phía trên của đường cong I-V thường do:

- Tuyến song song trong các tế bào PV.
- Môđun  $I_{sc}$  không khớp.
- Hình côn hoặc bị bẩn (ví dụ: đập đất).

Dòng điện song song là dòng điện rẽ nhánh bất kỳ qua tế bào mặt trời – thường do khuyết tật cục bộ trong tế bào khác hoặc các mối nối tế bào. Dòng điện song song có thể gây ra các điểm nóng cục bộ mà cũng có thể được nhận dạng thông qua thử nghiệm IR.

Sự chênh lệch  $I_{sc}$  giữa các môđun trong một chuỗi có thể do sự không nhất quán trong chế tạo. Nếu độ không khớp là nhỏ và phân bố ngẫu nhiên trong chuỗi thì các bậc hoặc rãnh có thể không xuất hiện.

Trong khi độ che khuất lớn hơn sẽ gây ra bậc hoặc rãnh trên đường cong I-V thì độ che khuất nhỏ hơn trên một số môđun trong một chuỗi hoặc một số mẫu hình côn có thể gây ra hiện tượng này.

---