

Thông tin xuất bản

Xuất bản bởi:

Dự án Hỗ trợ Kỹ thuật Ngành Năng lượng Việt Nam - EU

Được thực hiện bởi Tổ chức Hợp tác Quốc tế Đức GIZ

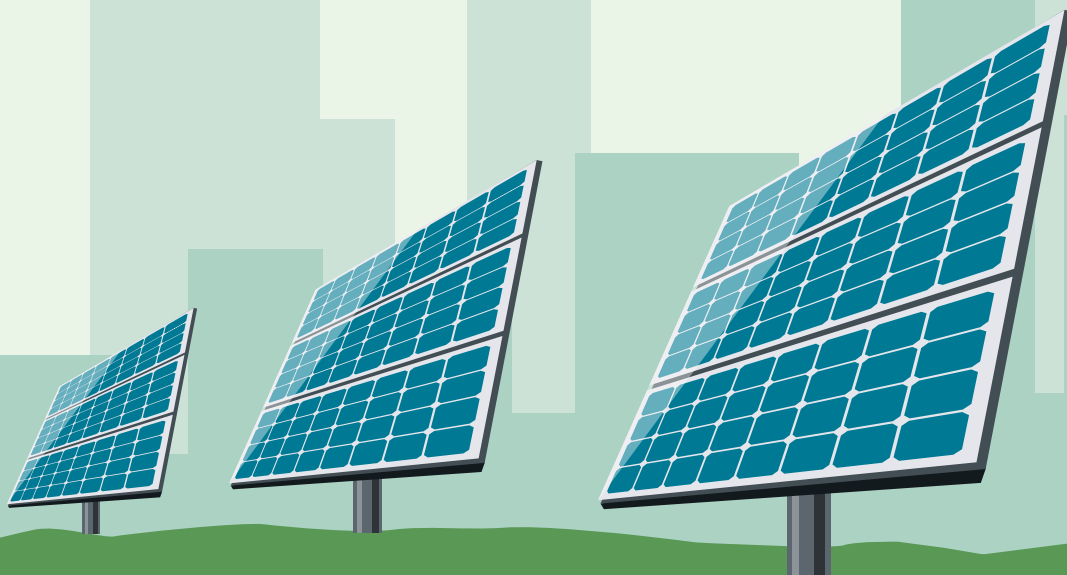
Dự án Năng lượng Tái tạo và Hiệu quả Năng lượng (4E)

Tuyên bố miễn trừ trách nhiệm

Dự án Hỗ trợ Kỹ thuật Ngành Năng lượng Việt Nam - EU

Dự án này được đồng tài trợ bởi Liên minh Châu Âu và Bộ Phát triển và Hợp tác Kinh tế Cộng hòa Liên bang Đức (BMZ). Ấn phẩm này được sản xuất với sự hỗ trợ tài chính của Liên minh Châu Âu và Bộ Phát triển và Hợp tác Kinh tế Cộng hòa Liên bang Đức (BMZ).

Nội dung của ấn phẩm này do GIZ hoàn toàn chịu trách nhiệm và không thể hiện quan điểm của Liên minh Châu Âu hay BMZ.



DỰ ÁN HỖ TRỢ KỸ THUẬT NGÀNH NĂNG LƯỢNG VIỆT NAM - EU

Phòng 023, tầng 2, Tòa nhà Coco,
Số 14 Thụy Khuê, quận Tây Hồ, Hà Nội, Việt Nam

T + 84 24 39 41 26 05

F + 84 24 39 41 26 06

E info@energyfacility.vn

I www.energyfacility.vn

facebook.com/EUVietNamEnergy



IEC 61724-1

Phiên bản 1.0 2017-03

TIÊU CHUẨN QUỐC TẾ



**Hiệu suất của
hệ thống pin quang điện
Phần 1- Giám sát**



ẤN PHẨM NÀY ĐƯỢC BẢO VỆ BẢN QUYỀN

Bản quyền © 2017 IEC, Geneva, Thụy Sĩ

Tất cả các quyền được bảo lưu. Nếu không có quy định khác, không phần nào của ấn phẩm này được sao chép hay sử dụng dưới bất kỳ hình thức hoặc phương tiện nào, dù là điện tử hay cơ học, kể cả việc chụp và vi phim, mà không có sự cho phép bằng văn bản của IEC hoặc Ủy ban quốc gia thành viên của IEC tại nước có yêu cầu sử dụng. Nếu bạn có câu hỏi nào về bản quyền IEC hoặc câu hỏi về việc nhận các quyền phụ đối với ấn phẩm này, xin hãy liên hệ theo địa chỉ dưới đây hoặc liên hệ với Ủy ban quốc gia thành viên IEC tại nước bạn để biết thêm chi tiết.

Bản quyền IEC

Cấp bởi Trung tâm Thông tin Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng (ISMQ) - Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Việt Nam (STAMEQ)

Không được phép sản xuất hay thiết lập mạng lưới khi không có giấy phép của ISMQ - STAMEQ Việt Nam

Trụ sở chính IEC:

3, rue de Varembé CH-1211 Geneva 20 Thụy Sĩ

Tel.: +41 22 919 02 11

info@iec.ch
www.iec.ch

Về IEC

Ủy ban Kỹ thuật Điện Quốc tế (IEC) là tổ chức quốc tế hàng đầu về việc xây dựng và ban hành các tiêu chuẩn quốc tế về công nghệ điện, điện tử, và các công nghệ có liên quan.

Về các ấn phẩm của IEC

Nội dung kỹ thuật trong các ấn phẩm của IEC được IEC rà soát thường xuyên. Hãy bảo đảm rằng bạn sử dụng ấn phẩm mới nhất, bản đính chính hoặc bản sửa đổi có thể đã được xuất bản.

Catalogue về các ấn phẩm của IEC

webstore.iec.ch/catalogue

Một ứng dụng độc lập để tham vấn về toàn bộ thông tin thư mục về các tiêu chuẩn quốc tế, các thông số kỹ thuật, báo cáo kỹ thuật và các tài liệu khác của IEC. Có sẵn trên máy tính để bàn, Mac OS, máy tính bảng Android và iPad.

Tìm kiếm ấn phẩm của IEC

www.iec.ch/searchpub

Tìm kiếm nâng cao cho phép tìm các ấn phẩm của IEC theo một loạt các tiêu chí (số tham chiếu, văn bản, ủy ban kỹ thuật...). Công cụ tìm kiếm này cũng cung cấp thông tin về các dự án, các ấn phẩm thay thế và các ấn phẩm đã thu hồi.

Các ấn phẩm mới xuất bản của IEC

webstore.iec.ch/justpublished

Cập nhật về các ấn phẩm mới của IEC, với các thông tin chi tiết về tất cả các ấn phẩm đã phát hành. Có đăng trực tuyến và gửi bằng email hàng tháng.

Bách khoa điện - điện tử

www.electropedia.org

Là từ điển trực tuyến hàng đầu thế giới về các thuật ngữ điện, điện tử, chứa hơn 20.000 thuật ngữ và định nghĩa bằng tiếng Anh và tiếng Pháp, với các thuật ngữ tương đương bằng 15 ngôn ngữ phụ. Còn được biết đến là Từ điển Kỹ thuật Điện Quốc tế (IEV) trực tuyến.

Thuật ngữ IEC

std.iec.ch/glossary

65.000 thuật ngữ về kỹ thuật điện bằng tiếng Anh và tiếng Pháp, trích từ mục Thuật ngữ và Định nghĩa trong các ấn phẩm của IEC. Một số thuật ngữ được lấy từ các ấn phẩm trước đây IEC TC 37, 77, 86 và CISPR.

Trung tâm Dịch vụ Khách hàng IEC

webstore.iec.ch/csc

Nếu bạn có đóng góp ý kiến gì về ấn phẩm này hay cần sự hỗ trợ gì, xin hãy liên hệ với Trung tâm Dịch vụ Khách hàng: csc@iec.ch.



IEC 61724-1

Phiên bản 1.0 2017-03

TIÊU CHUẨN QUỐC TẾ

**Hiệu suất của
hệ thống pin quang điện**

Phần 1- Giám sát

***Tài liệu của GIZ phục vụ mục đích đào tạo, nâng cao năng lực**

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-5227-7

Cảnh báo!

Hãy đảm bảo rằng bạn có được ấn phẩm này từ đơn vị phân phối có thẩm quyền.

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	5
GIỚI THIỆU	7
1 Phạm vi	9
2 Các tài liệu tham khảo quy phạm	9
3 Thuật ngữ và định nghĩa	10
4 Phân loại hệ thống giám sát	13
5 Nội dung tổng quát	14
5.1 Tính bất định của phép đo	14
5.2 Hiệu chuẩn	14
5.3 Các cấu kiện lặp lại	14
5.4 Mức tiêu thụ điện	15
5.5 Hồ sơ	15
5.6 Kiểm tra	15
6 Thời gian thu thập dữ liệu và báo cáo	15
6.1 Lấy mẫu, ghi nhận và báo cáo	15
6.2 Tem thời gian	17
7 Thông số đo	17
7.1 Yêu cầu chung	17
7.2 Bức xạ	21
7.2.1 Đo bức xạ thực địa	21
7.2.2 Đo bức xạ bằng vệ tinh viễn thám	27
7.3 Các yếu tố môi trường	28
7.3.1 Nhiệt độ mô-đun pin quang điện	28
7.3.2 Nhiệt độ không khí xung quanh	29
7.3.3 Hướng và tốc độ gió	29
7.3.4 Tỷ lệ dây bẩn	30
7.3.5 Lượng mưa	32
7.3.6 Tuyết	32
7.3.7 Độ ẩm	33
7.4 Hệ thống theo dõi vị trí mặt trời	33
7.4.1 Hệ thống theo dõi vị trí mặt trời đơn trục	33
7.4.2 Hệ thống theo dõi vị trí mặt trời trục kép đối với các hệ thống > 20x	33
7.5 Đo điện	34
7.6 Các yêu cầu hệ thống bên ngoài	35
8 Xử lý dữ liệu và kiểm tra chất lượng	35
8.1 Giờ ban ngày	35

8.2 Kiểm tra chất lượng.....	35
8.2.1 Xử lý những số liệu đọc lỗi.....	35
8.2.3 Xử lý các dữ liệu bị thiếu.....	35
9 Các thông số được tính toán	36
9.1 Tổng quan	36
9.2 Phép Tổng.....	37
9.3 Chiếu xạ.....	37
9.4 Năng lượng điện	37
9.4.1 Tổng quát.....	37
9.4.2 Năng lượng đầu ra một chiều	37
9.4.3 Năng lượng đầu ra xoay chiều.....	37
9.5 Định mức công suất dây pin quang điện.....	38
9.5.1 Định mức công suất một chiều.....	38
9.5.2 Định mức công suất xoay chiều.....	38
9.6 Năng suất.....	38
9.6.1 Tổng quát.....	38
9.6.2 Năng suất năng lượng dây pin quang điện.....	38
9.6.3 Năng suất hệ thống cuối cùng.....	38
9.6.4 Năng suất chuẩn	38
9.7 Tổn thất năng suất.....	39
9.7.1 Tổng quát.....	39
9.7.2 Tổn thất do quá trình thu nhận của dây pin	39
9.7.3 Tổn thất cân bằng của hệ thống (BOS).....	39
9.8 Hiệu suất.....	39
9.8.1 Hiệu suất dây (một chiều)	39
9.8.2 Hiệu suất hệ thống (xoay chiều).....	39
9.8.3 Hiệu suất BOS	39
10 Các phương pháp đo lường hiệu suất.....	40
10.1 Tổng quan.....	40
10.2 Phép Tổng	40
10.3 Các Tỷ lệ hiệu suất.....	41
10.3.1 Tỷ lệ hiệu suất.....	41
10.3.2 Tỷ lệ hiệu suất được hiệu chỉnh theo nhiệt độ	41
10.4 Các chỉ số hiệu suất.....	43
11 Lọc dữ liệu.....	44
11.1 Sử dụng dữ liệu có sẵn	44
11.2 Lọc dữ liệu theo điều kiện cụ thể.....	44
11.3 Suy giảm khả dụng của inverter, lưới điện, hoặc phụ tải	44
Phụ lục A (cung cấp thông tin) Khoảng lấy mẫu	45
A.1 Chú ý chung.....	45
A.2 Hằng số thời gian	45
A.3 Sai số lấy mẫu	45
A.4 Ví dụ.....	46

Phụ lục B (cung cấp thông tin) Lựa chọn và gắn cảm biến nhiệt độ mặt sau của Mô-đun...	47
B.1 Mục tiêu.....	47
B.2 Cảm biến và lựa chọn vật liệu	47
B.2.1 Các loại cảm biến tối ưu	47
B.2.2 Bảng đánh giá tối ưu.....	47
B.2.3 Chất kết dính Cyanoacrylate và tính toàn vẹn của mặt sau	47
B.3 Phương pháp gắn cảm biến	48
B.3.1 Vĩnh viễn hay tạm thời	48
B.3.2 Vị trí gắn	48
B.3.3 Gắn cảm biến	48
Phụ lục C (cung cấp thông tin) Các yếu tố suy giảm công suất định mức	50
Phụ lục D (quy chuẩn) Hệ thống có tải cục bộ, thiết bị lưu trữ hoặc nguồn phụ trợ.....	51
D.1 Các loại hệ thống	51
D.2 Thông số và công thức	52
Danh mục tài liệu tham khảo	60
Hình 1 – Các yếu tố có thể có của hệ thống pin quang điện.....	7
Hình 2 – Lấy mẫu, ghi nhận và báo cáo.....	16
Hình B.1 – Gắn cảm biến, vĩnh viễn.....	49
Hình B.2 – Gắn Cảm biến, tạm thời.....	49
Hình B.3 – xả sức căng dây phần tử cảm biến	49
Hình D.1 – Trào lưu điện năng giữa các yếu tố có thể của các loại hệ thống pin quang điện khác nhau	51
Bảng 1 – Phân loại hệ thống giám sát và các ứng dụng được đề xuất	14
Bảng 2 – Yêu cầu về khoảng lấy mẫu và ghi nhận	16
Bảng 3 – Các thông số đo và điều kiện đối với mỗi loại hệ thống giám sát.....	18
Bảng 4 – Mối liên quan giữa quy mô hệ thống (xoay chiều) và số lượng cảm biến cho các cảm biến cụ thể được tham chiếu trong Bảng 3	21
Bảng 5 – Các lựa chọn cảm biến và yêu cầu đối với bức xạ trên mặt phẳng và tổng xạ.....	22
Bảng 6 – Độ chính xác căn chỉnh góc cảm biến bức xạ	24
Bảng 7 – Yêu cầu về bảo trì cảm biến bức xạ.....	24
Bảng 8 – Yêu cầu bảo trì cảm biến nhiệt độ mô đun pin năng lượng mặt trời	28
Bảng 9 – Các yêu cầu về bảo trì cảm biến nhiệt độ không khí xung quanh.....	29
Bảng 10 – Yêu cầu bảo trì cảm biến gió.....	30
Bảng 11 – Yêu cầu đo điện cấp bộ chuyển đổi inverter	34
Bảng 12 – Yêu cầu đối với phép đo đầu ra điện xoay chiều cấp độ nhà máy.....	34
Bảng 13 – Các thông số được tính toán.....	36
Bảng 14 – Các phương pháp đo lường hiệu suất.....	40
Bảng D.1 – Các yếu tố của các loại hệ thống pin quang điện khác nhau	52
Bảng D.2 – liệt kê các thông số và công thức để theo dõi trào lưu điện năng trong từng loại hệ thống được xác định trong phụ lục này.	52

LỜI NÓI ĐẦU

- 1) Ủy ban Kỹ thuật Điện Quốc tế (IEC) là một tổ chức toàn cầu về tiêu chuẩn hóa, bao gồm các ủy ban kỹ thuật điện quốc gia thành viên. Mục đích của IEC là thúc đẩy sự hợp tác quốc tế trong tất cả các vấn đề về tiêu chuẩn hóa trong lĩnh vực điện và điện tử. Theo đó, bên cạnh các hoạt động khác, IEC phát hành các Tiêu chuẩn quốc tế, Thông số kỹ thuật, Báo cáo kỹ thuật, Thông số kỹ thuật có sẵn công khai (PAS) và Hướng dẫn (sau đây gọi chung là Ấn phẩm IEC). Việc biên soạn các ấn phẩm này được giao cho các ủy ban kỹ thuật. Các ủy ban quốc gia của IEC có quan tâm đến chủ đề có thể tham gia vào quá trình biên soạn này. Các tổ chức quốc tế, phi chính phủ, các cơ quan chính phủ có liên hệ với IEC cũng có thể tham gia biên soạn. IEC hợp tác chặt chẽ với Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế (ISO) theo các điều kiện thỏa thuận giữa hai bên.
- 2) Các quyết định hoặc thỏa thuận chính thức của IEC về các vấn đề kỹ thuật thể hiện gần nhất có thể qua sự nhất trí quốc tế về các vấn đề có liên quan vì mỗi ủy ban kỹ thuật có đại diện từ tất cả các ủy ban quốc gia IEC có quan tâm.
- 3) Các ấn phẩm của IEC có phần kiến nghị cho mục đích sử dụng quốc tế và được các ủy ban quốc gia IEC nghiệm thu. Mặc dù đã cố gắng hết sức có thể để bảo đảm nội dung kỹ thuật trong các ấn phẩm của IEC là chính xác, nhưng IEC không thể chịu trách nhiệm về cách các ấn phẩm này được sử dụng hoặc về các cách hiểu sai của người sử dụng ấn phẩm.
- 4) Để thúc đẩy tính đồng nhất quốc tế, các ủy ban quốc gia IEC bảo đảm áp dụng các ấn phẩm IEC một cách minh bạch nhất có thể trong các ấn phẩm quốc gia và khu vực tương ứng. Các sai lệch giữa ấn phẩm IEC và ấn phẩm quốc gia hoặc khu vực tương ứng sẽ được nói rõ trong phần sau.
- 5) IEC không tự chứng nhận được tính hợp quy. Các cơ quan chứng nhận độc lập thực hiện đánh giá tính hợp quy, và trong một số lĩnh vực, tiếp cận các dấu hợp quy của IEC. IEC không chịu trách nhiệm về các dịch vụ của các cơ quan chứng nhận độc lập này.
- 6) Tất cả người dùng bảo đảm rằng mình có phiên bản mới nhất của ấn phẩm.
- 7) IEC hoặc giám đốc của IEC, cũng như là cán bộ, nhân viên, đại lý, kể cả các chuyên gia độc lập và các thành viên trong ủy ban kỹ thuật IEC và ủy ban quốc gia IEC không chịu trách nhiệm pháp lý về các chấn thương cá nhân, thiệt hại tài sản hoặc các thiệt hại khác, dù là trực tiếp hay gián tiếp, các chi phí (bao gồm chi phí pháp luật) và phí tổn phát sinh từ ấn phẩm, từ việc sử dụng hoặc căn cứ trên ấn phẩm IEC này hoặc các ấn phẩm IEC khác.
- 8) Chú ý đến các tài liệu tham chiếu quy phạm trích dẫn trong ấn phẩm này. Việc sử dụng các ấn phẩm được tham chiếu rất cần thiết để áp dụng đúng ấn phẩm này.
- 9) Chú ý đến khả năng mà một số yếu tố của ấn phẩm IEC này có thể có quyền sáng chế. IEC sẽ không có trách nhiệm phải xác định các quyền sáng chế này.

Tài liệu thông số kỹ thuật IEC TS 61724-1 được ủy ban kỹ thuật IEC 82 biên soạn: Các hệ thống quang điện mặt trời.

Phiên bản song ngữ (2019-01) tương tự với phiên bản tiếng Anh xuất bản năm 2017-03.

Phiên bản đầu tiên này hủy bỏ và thay thế phiên bản đầu tiên của IEC 61724 xuất bản năm 1998. Phiên bản này được xem là phiên bản sửa đổi về mặt kỹ thuật.

Phiên bản này (cùng với IEC TS 61724-2: 2016 và IEC TS 61724-3: 2016) bao gồm những thay đổi kỹ thuật quan trọng sau đây liên quan đến IEC 61724:

- a) IEC 61724 hiện được viết thành nhiều phần. Tài liệu này là IEC 61724-1, đề cập đến việc giám sát hệ thống pin quang điện. IEC TS 61724-2 và IEC TS 61724-3 đề cập đến việc phân tích hiệu suất dựa trên dữ liệu giám sát.
- b) Ba nhóm hệ thống giám sát được xác định tương ứng với các mức độ chính xác khác nhau và các ứng dụng dự định khác nhau.
- c) Trình bày các phép đo cần thiết đối với từng nhóm hệ thống giám sát, cùng với số lượng cảm biến cần thiết và độ chính xác của cảm biến.
- d) Cung cấp các phương pháp đo bức xạ dựa trên vệ tinh.
- e) Giới thiệu về đo lường đất.
- f) Giới thiệu các phương pháp đo lường hiệu suất mới, gồm có các tỷ lệ hiệu suất được bù nhiệt độ và các tỷ lệ khác.
- g) Nội dung sửa đổi còn kèm theo nhiều khuyến nghị và những ghi chú giải thích.

Nội dung của tiêu chuẩn này dựa vào các tài liệu sau:

FDIS	Báo cáo biểu quyết
82/1215/FDIS	82/1248/RVD

Thông tin đầy đủ về việc bỏ phiếu biểu quyết thông qua Tiêu chuẩn quốc tế này có thể được tìm thấy trong báo cáo biểu quyết được nêu trong bảng trên.

Phiên bản tiếng Pháp chưa được thông qua.

Tài liệu này được soạn thảo theo các Chỉ thị ISO/IEC, Phần 2.

Danh sách tất cả các bộ phận trong sê-ri IEC 61724, được phát hành dưới tiêu đề chung là *Hiệu suất của hệ thống pin quang điện*, có thể được tìm thấy trên trang web của IEC.

Ủy ban đã quyết định rằng các nội dung của ấn phẩm này sẽ vẫn giữ nguyên cho đến ngày đã nói cụ thể trên trang web IEC tại địa chỉ "<http://webstore.iec.ch>" trong phần dữ liệu liên quan đến tài liệu thông số kỹ thuật.

Vào ngày này, ấn phẩm sẽ được:

- được tái phê duyệt,
- bị hủy bỏ,
- có phiên bản sửa đổi thay thế, hoặc
- được sửa đổi.

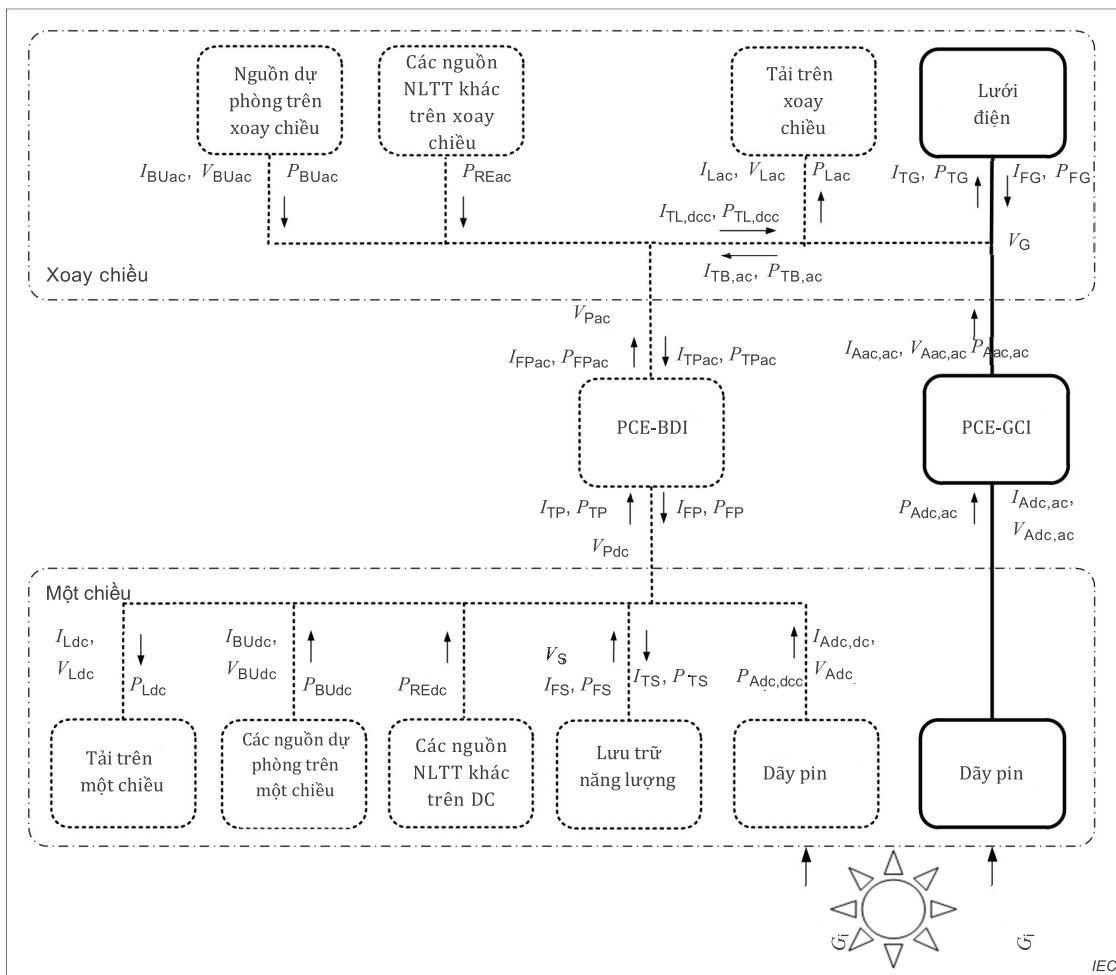
GIỚI THIỆU

Tiêu chuẩn quốc tế này xác định các nhóm hệ thống giám sát hiệu suất pin quang điện và đóng vai trò hướng dẫn đối với các lựa chọn hệ thống giám sát khác nhau.

Hình 1 minh họa các yếu tố chính có thể có bao gồm các loại hệ thống pin quang điện khác nhau. Dây pin quang điện có thể bao gồm cả hệ thống trực và hệ thống theo dõi cố định và cả hệ thống tấm phẳng và bộ tập trung. Thiết bị điện tử cấp mô-đun, nếu có, có thể là một thành phần của hệ thống giám sát.

Để đơn giản, các điều khoản chính của tài liệu này được soạn thảo cho các hệ thống được kết nối lưới điện mà không có tải cục bộ, thiết bị lưu trữ năng lượng hoặc nguồn phụ, như được hiển thị bằng các dòng in đậm trong Hình 1. Phụ lục D bao gồm các chi tiết đối với các hệ thống có các thành phần bổ sung.

Hình 1 – Các yếu tố có thể có của hệ thống pin quang điện



Chú giải

- NLTT năng lượng tái tạo
- PCE thiết bị điều hòa công suất
- BDI bộ chuyển đổi inverter hai chiều
- GCI bộ chuyển đổi inverter đấu nối lưới điện

Các đường in đậm biểu thị hệ thống đấu nối lưới điện đơn giản không tải cục bộ, lưu trữ năng lượng hoặc các nguồn phụ trợ.

Mục đích của một hệ thống giám sát hiệu suất rất đa dạng và có thể bao gồm:

- xác định xu hướng hiệu suất trong từng hệ thống pin quang điện;
- khoanh vùng các lỗi tiềm ẩn trong hệ thống pin quang điện;
- so sánh Hiệu suất của hệ thống pin quang điện để đưa ra các kỳ vọng và đảm bảo;
- so sánh các hệ thống điện pin quang điện của các cấu hình khác nhau; và
- so sánh các hệ thống pin quang điện tại các địa điểm khác nhau.

Những mục đích khác nhau này tạo nên vô số các yêu cầu khác nhau, và các cảm biến và/hoặc phương pháp phân tích khác nhau có thể phù hợp ở mức độ nhiều hay ít tùy thuộc vào từng mục tiêu cụ thể. Ví dụ, để so sánh hiệu suất nhằm phác ra các kỳ vọng và đưa ra nội dung bảo đảm, cần tập trung vào dữ liệu cấp hệ thống và tính đồng nhất giữa các phương pháp dự đoán và kiểm thử, trong khi để phân tích xu hướng hiệu suất và khoanh vùng sự cố thì có thể cần phải xử lý nhiều hơn ở cấp độ phụ của hệ thống và nhấn mạnh vào khả năng lặp lại đo lường và các chỉ số tương quan thay vì độ chính xác tuyệt đối.

Hệ thống giám sát phải được điều chỉnh theo yêu cầu của người dùng và quy mô của hệ thống pin quang điện. Nhìn chung, các hệ thống pin quang điện có quy mô lớn hơn và tốn kém hơn nên có nhiều điểm giám sát và cảm biến có độ chính xác cao hơn so với các hệ thống pin quang điện có quy mô nhỏ hơn và chi phí thấp hơn. Tài liệu này xác định ba nhóm hệ thống giám sát với các yêu cầu khác nhau tương ứng với nhiều mục đích khác nhau.

1 Phạm vi

Nội dung Phần này của IEC 61724 là về các thiết bị, phương pháp và thuật ngữ để giám sát và phân tích hiệu suất của các hệ thống pin quang điện. Phần này đề cập đến các cảm biến, lắp đặt và độ chính xác đối với thiết bị giám sát ngoài việc thu thập dữ liệu thông số đo được và kiểm tra chất lượng, thông số tính toán và phương pháp đo lường hiệu suất. Ngoài ra, nội dung phần này còn là cơ sở cho các tiêu chuẩn khác dựa trên dữ liệu được thu thập.

2 Các tài liệu tham khảo quy phạm

Các tài liệu sau đây được tham chiếu trong văn bản theo cách mà một số hoặc toàn bộ nội dung của tài liệu trở thành điều kiện cần của tài liệu này. Đối với tài liệu có đề thời gian thì chỉ áp dụng phiên bản được trích dẫn. Đối với tài liệu tham khảo chưa được điều chỉnh thì áp dụng phiên bản mới nhất của tài liệu được tham chiếu (bao gồm mọi sửa đổi của phiên bản đó).

IEC 60050-131, *Từ vựng kỹ thuật điện Quốc tế – Phần 131: Lý thuyết mạch*

IEC 60904-2, *Thiết bị pin quang điện – Phần 2: Yêu cầu đối với thiết bị pin quang điện chuẩn*

IEC 60904-3, *Thiết bị pin quang điện – Phần 3: Nguyên lý đo đối với thiết bị pin quang điện mặt trời ứng dụng trên mặt đất với dữ liệu bức xạ phổ chuẩn*.

IEC 60904-5, *Thiết bị pin quang điện – Phần 5: Xác định nhiệt độ tương đương của pin điện mặt trời (ECT) của thiết bị pin quang điện theo phương pháp điện áp hở mạch*

IEC 60904-10, *Thiết bị pin quang điện – Phần 10: Phương pháp của phép đo độ tuyến tính*

IEC TS 61836, *Hệ thống năng lượng pin quang điện mặt trời – Thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu*

IEC 61557-12, *An toàn về điện trong hệ thống phân phối điện hạ áp đến 1000 V xoay chiều và 1500 V một chiều - Thiết bị để thử nghiệm, đo hoặc giám sát biện pháp bảo vệ - Phần 12: Thiết bị đo và giám sát hiệu suất (PMD)*

IEC 62053-21, *Thiết bị đo điện (xoay chiều) – Yêu cầu cụ thể – Phần 21: Công tơ điện kiểu tĩnh đo điện năng tác dụng (cấp chính xác 1 và 2)*

IEC 62053-22, *Thiết bị đo điện (xoay chiều) - Yêu cầu cụ thể - Phần 22: Công tơ điện kiểu tĩnh đo điện năng tác dụng (cấp chính xác 0,2 S và 0,5 S)*

IEC 62670-3, *Hệ thống pin quang điện tập trung (CPV) – Thử nghiệm hiệu suất – Phần 3: Đo hiệu suất và định mức công suất*

IEC 62817:2014, *Hệ thống Pin quang điện – Đặc tính thiết kế Hệ thống theo dõi vị trí mặt trời*

ISO/IEC Guide 98-1, *Tính bất định của phép đo – Phần 1: Giới thiệu về trình bày tính bất định trong đo lường*

ISO/IEC Guide 98-3, *Tính bất định của phép đo – Phần 3: Hướng dẫn trình bày tính bất định trong đo lường (GUM:1995)*

ISO 9060, *Năng lượng mặt trời - Yêu cầu kỹ thuật và phân loại các thiết bị đo bức xạ mặt trời bán cầu và bức xạ mặt trời trực tiếp*

ISO 9488, *Năng lượng mặt trời - Từ vựng*

ISO 9846, *Năng lượng mặt trời - Năng lượng mặt trời - Hiệu chuẩn thiết bị đo bức xạ mặt trời sử dụng thiết bị đo bức xạ trực tiếp của mặt trời*

ISO 9847, *Năng lượng mặt trời - Hiệu chuẩn thiết bị đo bức xạ mặt trời tại vị trí lắp đặt bằng cách so sánh với thiết bị đo bức xạ mặt trời chuẩn*

WMO No. 8, *Hướng dẫn về dụng cụ khí tượng và phương pháp quan trắc*

ASTM G183, *Tiêu chuẩn thực hành đối với việc sử dụng thiết bị đo bức xạ mặt trời, bức xạ trực tiếp của mặt trời và thiết bị đo bức xạ UV*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Nhằm phục vụ mục đích của tài liệu này, các thuật ngữ và định nghĩa được đưa ra trong IEC 60050-131, IEC TS 61836, ISO 9488 và các thuật ngữ và định nghĩa sau đây được áp dụng.

ISO và IEC duy trì cơ sở dữ liệu về thuật ngữ để sử dụng trong việc tiêu chuẩn hóa tại các địa chỉ sau:

- IEC Electropedia: có thể tiếp cận tại <http://www.electropedia.org/>
- Nền tảng trình duyệt trực tuyến ISO: có thể tiếp cận tại <http://www.iso.org/obp>

3.1 mẫu

dữ liệu thu thập được từ cảm biến hoặc thiết bị đo

3.2 khoảng lấy mẫu

thời gian giữa các mẫu

3.3 ghi chép

dữ liệu được ghi chép và lưu giữ trong nhật ký dữ liệu theo các mẫu được thu thập.

3.4 khoảng ghi chép

τ

thời gian giữa các lần ghi chép

3.5 báo cáo

tổng giá trị theo các đợt ghi chép

3.6 kỳ báo cáo

thời gian giữa các báo cáo

3.7 bức xạ

G

thông lượng tới của năng lượng bức xạ trên mỗi đơn vị diện tích

Chú ý 1: được biểu thị dưới đơn vị $W \cdot m^{-2}$.

3.8 bức xạ trên mặt phẳng

G_i hoặc *POA*

tổng của sự cố chiếu xạ trực tiếp, khuếch tán và phản chiếu mặt đất trên một bề mặt nghiêng song song với mặt phẳng của các mô-đun trong dãy pin quang điện, còn được gọi là bức xạ trên mặt phẳng (POA)

Chú ý 1: được biểu thị dưới đơn vị $W \cdot m^{-2}$

3.9 bức xạ ngang tổng thể

GHI

bức xạ trực tiếp cộng với sự cố bức xạ khuếch tán trên một bề mặt ngang

Chú ý 1: được biểu thị dưới đơn vị $W \cdot m^{-2}$

3.10 xung quanh mặt trời

trực tiếp xoay quanh đĩa mặt trời

3.11 bức xạ trực tiếp thông thường

DNI

bức xạ phát ra từ đĩa mặt trời và từ vùng trời xung quanh mặt trời trong phạm vi toàn bộ góc đối diện 5° đổ xuống mặt phẳng vuông góc với các tia mặt trời

Chú ý 1: Một số công cụ đo *DNI* có trường quan sát với toàn bộ góc đối diện đến 6° .

Chú ý 2: được biểu thị dưới đơn vị $W \cdot m^{-2}$

3.12 tỷ lệ xoay quanh mặt trời

CSR

một phần của bức xạ trực tiếp thông thường (*DNI*) đo được phát ra từ vùng trời xung quanh mặt trời, tức là trong phạm vi góc chấp nhận của cảm biến *DNI* nhưng bên ngoài đĩa mặt trời

3.13 bức xạ khuếch tán

G_d hoặc *DHI*

bức xạ ngang tổng thể trừ một phần phát ra từ đĩa mặt trời và từ vùng trời xoay quanh mặt trời có toàn bộ góc đối diện 5°

Chú ý 1: Một số dụng cụ đo độ bức xạ khuếch tán loại trừ vùng xung quanh mặt trời trong phạm vi toàn bộ góc đối diện đến 6°.

Chú ý 2: được biểu thị dưới đơn vị $W \cdot m^{-2}$.

3.14 bức xạ tia chiếu trực tiếp trên mặt phẳng

$G_{i,b}$

bức xạ trên mặt phẳng phát ra từ đĩa mặt trời và từ vùng bầu trời xung quanh mặt trời trong phạm vi toàn bộ góc đối diện 5°, không bao gồm tán xạ và phản chiếu.

Chú ý 1: Bức xạ từ tia chiếu trực tiếp trên mặt phẳng $G_{i,b} = \cos(\theta) \times DNI$, trong đó θ là góc giữa mặt trời và vuông góc với mặt phẳng. Khi mặt phẳng của dây vuông góc với mặt trời, $G_{i,b} = DNI$.

Chú ý 2: được biểu thị dưới đơn vị $W \cdot m^{-2}$.

3.15 bức xạ khuếch tán trên mặt phẳng

$G_{i,d}$

bức xạ trên mặt phẳng loại trừ bức xạ từ tia nắng chiếu thẳng

Chú ý 1: $G_{i,d} = G_i - G_{i,b}$.

Chú thích: được biểu thị dưới đơn vị $W \cdot m^{-2}$.

3.16 chiếu xạ

H

bức xạ được tích hợp trong một khoảng thời gian cụ thể

Chú ý 1: được biểu thị dưới đơn vị $kW \times h \cdot m^{-2}$.

3.17 điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn

STC

các giá trị chuẩn của bức xạ trên mặt phẳng ($1000 W \cdot m^{-2}$), nhiệt độ tiếp xúc nối pin quang điện ($25^\circ C$) và bức xạ quang phổ chuẩn được xác định trong IEC 60904-3

3.18 tỷ lệ dây bẩn

SR

tỷ lệ giữa sản lượng điện thực tế của dây pin quang điện trong các điều kiện dây bẩn trên công suất dự kiến nếu dây pin quang điện sạch và không bị bẩn.

3.19 mức độ dây bẩn

SL

tổn thất một phần công suất do bị dây bẩn, tính theo công thức 1 – SR

3.20 công suất tác dụng

P

trong các điều kiện theo định kỳ, giá trị trung bình, được lấy trong một khoảng thời gian, của tích số tức thời của dòng điện và điện áp.

Chú ý 1: Trong điều kiện hình sin, công suất tác dụng là phần thực sự của công suất phức hợp

Chú ý 2: được biểu thị dưới đơn vị W.

3.21 công suất biểu kiến

S

tích số của điện áp r.m.s. giữa các cực của phần tử hai cực hoặc mạch hai cực và dòng điện r.m.s. trong phần tử hoặc mạch.

Chú ý 1: Trong điều kiện hình sin, công suất biểu kiến là suất của công suất phức hợp.

Chú ý 2: được biểu thị dưới đơn vị VA.

3.22 hệ số công suất

λ

trong các điều kiện theo định kỳ, tỷ lệ giá trị tuyệt đối của công suất hoạt động P trên công suất biểu kiến S :

$$\lambda = \frac{|P|}{S}$$

4 Phân loại hệ thống giám sát

Độ chính xác bắt buộc và độ phức tạp của hệ thống giám sát phụ thuộc vào quy mô hệ thống pin quang điện và mục tiêu của người dùng. Tài liệu này xác định ba loại hệ thống giám sát quy định các mức độ chính xác khác nhau, như được liệt kê trong Bảng 1.

Việc phân loại hệ thống giám sát phải được trình bày trong mọi tuyên bố về sự phù hợp đối với tiêu chuẩn này. Việc phân loại hệ thống giám sát có thể được tham chiếu theo mã chữ cái (A, B, C) hoặc theo tên (độ chính xác cao, độ chính xác trung bình, độ chính xác cơ bản) như được nêu trong Bảng 1. Để thuận tiện, trong tài liệu này, sử dụng mã chữ cái.

Loại A hoặc Loại B phù hợp nhất đối với các hệ thống pin quang điện quy mô lớn, chẳng hạn như các cơ sở thương mại quy mô lớn, trong khi Loại B hoặc Loại C sẽ phù hợp nhất đối với các hệ thống nhỏ, chẳng hạn như các cơ sở thương mại và dân cư nhỏ hơn. Tuy nhiên, người dùng tiêu chuẩn có thể chỉ định bất kỳ phân loại nào phù hợp với ứng dụng của mình, bất kể quy mô hệ thống pin quang điện.

Xuyên suốt tài liệu này, mỗi loại sẽ áp dụng một số điều kiện cụ thể. Trong trường hợp không có quy định thì sẽ áp dụng tất cả các yêu cầu.

Bảng 1 – Phân loại hệ thống giám sát và các ứng dụng được đề xuất

Ứng dụng điển hình	Loại A Độ chính xác cao	Loại B Độ chính xác trung bình	Loại C Độ chính xác cơ bản
Đánh giá hiệu suất hệ thống cơ bản	X	X	X
Hồ sơ đảm bảo hiệu suất	X	X	
Phân tích tổn thất hệ thống	X	X	
Đánh giá tương tác lưới điện	X		
Khoanh vùng sự cố	X		
Đánh giá công nghệ pin quang điện	X		
Đo lường suy giảm phẩm chất hệ thống pin quang điện chính xác	X		

5 Nội dung tổng quát

5.1 Tính bất định của phép đo

Trong trường hợp các yêu cầu về Tính bất định của phép đo được trình bày trong tài liệu này tức là nói đến tính bất định liên hợp của các cảm biến đo và mọi thiết bị điện tử điều hòa tín hiệu.

Tính bất định của phép đo sẽ được áp dụng trên phạm vi giá trị điển hình của từng đại lượng đo được chỉ dẫn trong tài liệu, cũng như trên phạm vi nhiệt độ điển hình mà hệ thống sẽ vận hành. Ảnh hưởng của tính phi tuyến tính của phép đo trong phạm vi điển hình phải được phản ánh trong độ không đảm bảo đã nêu.

Tính bất định của phép đo có thể được tính toán theo cách thức được nêu trong ISO/IEC 98-1 và ISO/IEC 98-3.

5.2 Hiệu chuẩn

Các cảm biến và thiết bị điện tử điều hòa tín hiệu được sử dụng trong hệ thống giám sát phải được hiệu chuẩn trước khi bắt đầu giám sát.

Tái hiệu chuẩn các cảm biến và thiết bị điện tử điều hòa tín hiệu sẽ được thực hiện theo yêu cầu của nhà sản xuất hoặc theo các khoảng thời gian thường xuyên hơn khi có chỉ dẫn.

Nên thực hiện kiểm tra chéo định kỳ từng cảm biến đối với cảm biến kẹp đôi hoặc thiết bị tham chiếu để xác định cảm biến không hiệu chuẩn.

5.3 Các cấu kiện lặp lại

Tùy thuộc vào quy mô của hệ thống và yêu cầu của người dùng, hệ thống giám sát có thể bao gồm cảm biến dự phòng và/hoặc lặp lại các cấu kiện cảm biến cho các thành phần hoặc phần phụ khác nhau của trọn bộ hệ thống pin quang điện. Theo đó, các thông số được đo và tính toán được quy

định trong tài liệu này có thể có nhiều đối tượng, mỗi đối tượng tương ứng với một phần phụ hoặc thành phần phụ của hệ thống pin quang điện.

5.4 Mức tiêu thụ điện

Điện ký sinh được kéo thông qua theo dõi, giám sát và các hệ thống phụ trợ khác cần thiết cho hoạt động của nhà máy pin quang điện phải được coi là tổn thất điện năng của nhà máy, không phải là tải do nhà máy cung cấp.

5.5 Hồ sơ

Thông số kỹ thuật của tất cả các thành phần của hệ thống giám sát, bao gồm cảm biến và thiết bị điện tử, điều hòa tín hiệu, phải được ghi nhận vào hồ sơ.

Phần mềm hệ thống giám sát phải có kèm theo hướng dẫn sử dụng.

Toàn bộ các hoạt động bảo trì hệ thống, bao gồm làm sạch cảm biến, mô đun pin quang điện hoặc các bề mặt bị bẩn khác, phải được ghi nhận vào hồ sơ.

Cần có nhật ký ghi lại các sự kiện bất thường, thay đổi thành phần, tái hiệu chuẩn cảm biến, thay đổi hệ thống thu thập dữ liệu, thay đổi hoạt động của tổng thể hệ thống, lỗi, sự cố hoặc tai nạn.

Khi có tuyên bố về sự phù hợp, hồ sơ sẽ thể hiện sự đồng nhất với Loại A, B, hoặc C được biểu thị.

5.6 Kiểm tra

Đối với Loại A và Loại B, hệ thống giám sát phải được kiểm tra ít nhất mỗi năm một lần và tốt nhất là vào theo khoảng thời gian thường xuyên hơn, trong khi đối với loại C thì phải kiểm tra theo yêu cầu cụ thể của từng địa điểm. Mục đích kiểm tra là để tìm kiếm những hỏng hóc đối với hoặc sự dịch chuyển các cảm biến ngoại tín hiệu, bằng chứng về độ ẩm hoặc côn trùng gặm nhấm trong các vỏ hộp máy, chỗ đấu nối dây bị lỏng lẻo tại các cảm biến hoặc trong vỏ hộp máy, tách cảm biến nhiệt độ, tính hoá giòn của các phụ kiện và các vấn đề tiềm ẩn khác.

6 Thời gian thu thập dữ liệu và báo cáo

6.1 Lấy mẫu, ghi nhận và báo cáo

Mẫu được xác định là dữ liệu thu được từ cảm biến hoặc thiết bị đo và khoảng thời gian lấy mẫu là thời gian giữa các mẫu. Các mẫu không cần phải được lưu trữ vĩnh viễn.

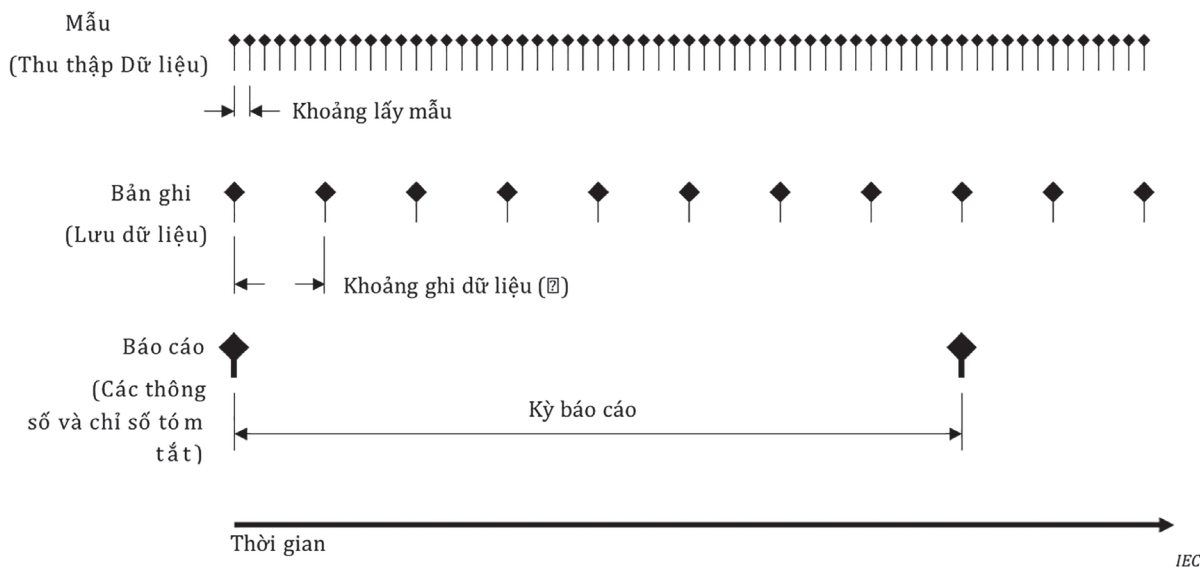
Bản ghi là dữ liệu được nhập vào nhật ký dữ liệu để lưu trữ dữ, dựa trên các mẫu thu được và khoảng thời gian ghi, ký hiệu là ... trong tài liệu này, là thời gian giữa các bản ghi. Khoảng thời gian ghi phải là bội số nguyên của khoảng thời gian lấy mẫu và số nguyên khoảng thời gian ghi sẽ vừa khớp trong vòng 1h.

Giá trị thông số được ghi cho mỗi bản ghi là giá trị trung bình, tối đa, tối thiểu, tổng hoặc đặc trưng khác của các mẫu thu được trong khoảng thời gian ghi, phù hợp với đại lượng đo được. Bản ghi cũng có thể bao gồm dữ liệu bổ sung, chẳng hạn như số liệu thống kê bổ sung của các mẫu, số điểm dữ liệu bị thiếu, mã lỗi, các chế độ không ổn định và/hoặc dữ liệu khác phục vụ mục đích đặc biệt (Đối với bản ghi dữ liệu gió, xem phần trình bày tại mục 7.3.3.)

Báo cáo là giá trị tổng bao gồm nhiều khoảng thời gian ghi và kỳ báo cáo là thời gian giữa các báo cáo. Thông thường, kỳ báo cáo sẽ được chọn là ngày, tuần, tháng hoặc năm.

Hình 2 minh họa mối quan hệ giữa các mẫu, các bản ghi và các báo cáo. Bảng 2 liệt kê các giá trị tối đa cho các khoảng mẫu và khoảng thời gian ghi. Xem thêm chi tiết về khoảng lấy mẫu được đề cập trong Phụ lục A.

Hình 2 – Lấy mẫu, ghi nhận và báo cáo



Bảng 2 – Yêu cầu về khoảng lấy mẫu và ghi nhận

	Loại A Độ chính xác cao	Loại B Độ chính xác trung bình	Loại C Độ chính xác cơ bản
Khoảng lấy mẫu tối đa			
Đối với sự bức xạ, gió*, và sản lượng điện	3 giây	1 phút **	1 phút **
Đối với dây dẫn, mưa, tuyết, và độ ẩm	1 phút	1 phút **	1 phút **
Khoảng ghi tối đa	1 phút	15 phút	60 phút
<p>* Xem trong phần trình bày tại mục 7.3.3 về các số ghi trong các bản ghi dữ liệu gió.</p> <p>** Các yêu cầu về khoảng thời gian lấy mẫu được chỉ định đối với Loại B và Loại C áp dụng cho các phép đo trên mặt đất, nhưng không áp dụng khi sử dụng ước tính các thông số bức xạ hoặc khí tượng dựa trên vệ tinh. Dụng cụ đo trên mặt đất sẽ yêu cầu các mẫu được lấy thường xuyên để thiết lập mức trung bình phù hợp trong khoảng thời gian ghi, (chẳng hạn: trong tình trạng có mây một phần), trong khi ước tính dựa trên vệ tinh có thể lấy được mức trung bình tương tự so với một hình ảnh trong kỳ báo cáo.</p>			

6.2 Tem thời gian

Mỗi bản ghi và mỗi báo cáo sẽ có một tem thời gian.

Dữ liệu tem thời gian sẽ bao gồm ngày và thời gian tương ứng với thời điểm bắt đầu hoặc kết thúc khoảng thời gian ghi hoặc kỳ báo cáo và sẽ có biểu thị lựa chọn.

Thời gian phải là thời gian địa phương hoặc là thời gian chuẩn (không phải thời gian theo quy ước giờ mùa hè) hoặc thời gian áp dụng chung toàn cầu, để tránh những điều chỉnh thời gian theo mùa đông/mùa hè, và phải có biểu thị lựa chọn thời gian.

Thời điểm giữa đêm được xem là bắt đầu một ngày mới và được hiển thị là 00:00.

Khi có nhiều đơn vị thu thập dữ liệu tham gia thì mỗi đơn vị sẽ độc lập sử dụng tem thời gian, đồng hồ của các đơn vị sẽ được đồng bộ hóa, tốt nhất là ưu tiên sử dụng cơ chế đồng bộ tự động như sử dụng hệ thống định vị toàn cầu (GPS) hoặc giao thức để đồng bộ đồng hồ (NTP).

Khuyến cáo rằng hồ sơ về tem thời gian tuân thủ ISO 8601, *Các yếu tố dữ liệu và định dạng trao đổi dữ liệu* - Trao đổi thông tin - Biểu thị ngày và thời gian.

7 Thông số đo

7.1 Yêu cầu chung

Bảng 3 liệt kê các tham số đo theo quy định tại tài liệu này và tóm tắt các yêu cầu đo. Mục đích của mỗi một tham số giám sát được liệt kê trong Bảng 3 là để hướng dẫn người dùng. Các điều khoản phụ được dẫn chiếu sau quy định thêm chi tiết và các yêu cầu bổ sung.

Dấu ✓ trong Bảng 3 thể hiện thông số bắt buộc phải được đo tại thực địa, được chú rõ, cụ thể nếu có.

Bảng 3 liệt kê số lượng tối thiểu các cảm biến tại chỗ, trong nhiều trường hợp bằng cách tham chiếu Bảng 4. Trong trường hợp không ghi số lượng cảm biến thì chỉ cần một cảm biến, mặc dù nên có cảm biến dự phòng. Khi cần nhiều cảm biến, các cảm biến sẽ được phân phối khắp nhà máy pin quang điện, hoặc đặt tại các điểm giám sát được hiển thị trong bảng. Nếu nhà máy có nhiều phân khu với nhiều loại công nghệ pin quang điện khác nhau hoặc địa lý địa phương khác nhau đáng kể, thì ít nhất mỗi phân khu phải đặt một cảm biến.

Ký hiệu “E” trong Bảng 3 thể hiện thông số có thể được ước tính dựa vào dữ liệu khí tượng học của địa phương hoặc dữ liệu vệ tinh thay vì phải đo tại thực địa.

Các ô trống trong Bảng 3 nghĩa là các thông số không bắt buộc có thể được chọn vì các yêu cầu hệ thống cụ thể hoặc để phục vụ các thông số kỹ thuật của dự án.

CHÚ THÍCH: Các tác động trực tiếp và quan trọng nhất đến hiệu suất pin quang điện là bức xạ trên mặt phẳng mà dây pin quang điện nhận được, nhiệt độ pin quang điện và tổn thất che nắng do pin bị dây bẩn hoặc tuyết. Việc theo dõi các thông số khí tượng được liệt kê trong Bảng 3 giúp độc lập ước tính một số yếu tố này, cung cấp khả năng so sánh với dữ liệu khí tượng lịch sử cho nhà máy và có thể hỗ trợ xác định các vấn đề về thiết kế hoặc bảo trì hệ thống. Các tham số bổ sung được liệt kê trong Bảng 3 hỗ trợ việc khoanh vùng xảy ra lỗi và đánh giá các tương tác lưới điện công trình.

Bảng 3 – Các thông số đo và điều kiện đối với mỗi loại hệ thống giám sát

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Mục đích giám sát	Bắt buộc?			Số lượng cảm biến
				Loại A Độ chính xác cao	Loại B Độ chính xác trung bình	Loại C Độ chính xác cơ bản	
Bức xạ (xem 7.3)							
Bức xạ trên mặt phẳng (POA) G_i $W \times m^{-2}$ Nguồn mặt trời				√	√ hoặc E	√ hoặc E	Bảng 4 cột 1
Bức xạ ngang tổng thể	GHI	$W \times m^{-2}$	Nguồn mặt trời, có liên quan đến dữ liệu quá khứ và dữ liệu vệ tinh	√	√ hoặc E		Bảng 4 cột 1
Bức xạ trực tiếp thông thường	DNI	$W \times m^{-2}$	Nguồn mặt trời, bộ tập trung	√ Đối với CPV	√ hoặc E Đối với CPV		Bảng 4 cột 1
Bức xạ khuếch tán	G_d	$W \times m^{-2}$		√ Đối với CPV với mức độ tập trung < 20×	√ hoặc E Đối với CPV với mức độ tập trung < 20×		Bảng 4 cột 1
Tỷ lệ xoay quanh mặt trời	CSR						
Các yếu tố môi trường (xem 7.3)							
Nhiệt độ mô đun pin quang điện	T_{mod}	°C	Xác định những tổn thất liên quan đến nhiệt độ	√	√ hoặc E		Bảng 4 cột 2
Nhiệt độ môi trường xung quanh	T_{amb}	°C	Liên quan đến dữ liệu quá khứ, cộng thêm ước tính nhiệt độ pin quang điện	√	√ hoặc E	√ hoặc E	Bảng 4 cột 1
Tốc độ gió		$m \times s^{-1}$	Ước tính nhiệt độ điện pin quang điện	√	√ hoặc E		Bảng 4 cột 1
Hướng gió		degrees		√			Bảng 4 cột 1

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Mục đích giám sát	Bắt buộc?			Số lượng cảm biến
				Loại A Độ chính xác cao	Loại B Độ chính xác trung bình	Loại C Độ chính xác cơ bản	
Tỷ lệ dây bẩn	SR		Xác định tổn thất bị dây bẩn	√ Nếu tổn thất do bị dây bẩn dự kiến >2 %			Bảng 4 cột 1
Lượng mưa		cm	Ước tính tổn thất liên quan đến bị dây bẩn	√	√ hoặc E		Bảng 4 cột 1
Tuyết			Ước tính tổn thất liên quan đến tuyết				
Độ ẩm			Ước tính mức độ biến thiên quang phổ				
Hệ thống theo dõi vị trí mặt trời (xem 7.4)							
Lỗi ở góc chính hệ thống theo dõi vị trí mặt trời trực kép	$\Delta\phi_1$	Độ	Phát hiện lỗi hệ thống theo dõi vị trí mặt trời, trực kép	√ Đối với CPV với độ tập trung >20×			Bảng 4 cột 1
Lỗi ở góc phụ hệ thống theo dõi vị trí mặt trời trực kép	$\Delta\phi_2$	Độ		√ Đối với CPV với độ tập trung >20×			Bảng 4 cột 1
Góc nghiêng hệ thống theo dõi vị trí mặt trời trực đơn	ϕ_T	Độ	Phát hiện lỗi hệ thống theo dõi vị trí mặt trời, trực đơn	√ Đối với hệ thống theo dõi vị trí mặt trời trực đơn			Bảng 4 cột 1

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Mục đích giám sát	Bắt buộc?			Số lượng cảm biến
				Loại A Độ chính xác cao	Loại B Độ chính xác trung bình	Loại C Độ chính xác cơ bản	
Đầu ra điện (xem 7.5 và 7.6)							
Điện áp dây pin (một chiều)	V_A	V	Sản lượng năng lượng, quá trình phân tích và khoanh vùng sự cố	√			Tại mỗi bộ chuyển đổi nguồn (tùy chọn tại mỗi tủ kết nối hoặc mỗi chuỗi)
Dòng điện dây pin (một chiều)	I_A	A		√			
Công suất dây pin (một chiều)	P_A	kW		√			
Điện áp đầu ra (xoay chiều)	V_{out}	V	Đầu ra năng lượng	√	√		Ở mỗi bộ chuyển đổi nguồn và ở cấp hệ thống
Dòng điện đầu ra (xoay chiều)	I_{out}	A		√	√		
Công suất đầu ra (xoay chiều)	P_{out}	kW		√	√	√	
Năng lượng đầu ra	E_{out}	kWh		√	√	√	
Hệ số công suất đầu ra	λ		Tuân thủ yêu cầu của cơ sở	√	√		Ở mỗi bộ chuyển đổi nguồn và ở cấp hệ thống
Suy giảm Nhu cầu tải điện			Xác định việc tuân thủ yêu cầu tải hoặc yêu cầu của cơ sở và ảnh hưởng đến Hiệu suất của hệ thống pin quang điện	Nếu áp dụng	Nếu áp dụng		Ở cấp hệ thống
Yêu cầu hệ số công suất đầu ra của hệ thống	λ_{req}			Nếu áp dụng	Nếu áp dụng		Ở cấp hệ thống

Bảng 4 – Mối liên quan giữa quy mô hệ thống (xoay chiều) và số lượng cảm biến cho các cảm biến cụ thể được tham chiếu trong Bảng 3

Quy mô hệ thống (xoay chiều)	Số lượng cảm biến	
	Cột 1	Cột 2
< 5 MW	1	6
≥ 5 MW đến < 40 MW	2	12
≥ 40 MW đến < 100 MW	3	18
≥ 100 MW đến < 200 MW	4	24
≥ 200 MW đến < 300 MW	5	30
≥ 300 MW đến < 500 MW	6	36
≥ 500 MW đến < 750 MW	7	42
≥ 750 MW	8	48

7.2 Bức xạ

7.2.1 Đo bức xạ thực địa

7.2.1.1 Thông tin chung

Các đại lượng bức xạ sẽ được đo trực tiếp tại khu vực lắp đặt hệ thống pin quang điện theo quy định tại Bảng 3.

7.2.1.2 Bức xạ trên mặt phẳng

Đối với hệ thống tấm phẳng, độ chiếu xạ trong mặt phẳng được đo bằng cảm biến bức xạ có khẩu độ được định hướng song song với mặt phẳng (POA), có trường nhìn tối thiểu 160° (trong bất kỳ mặt phẳng nào vuông góc với khẩu độ cảm biến), được gắn trên kết cấu đỡ mô-đun hoặc trên kết cấu khác được đặt song song với các mô-đun.

Xem 7.2.1.4, 7.2.1.5 và 7.2.1.7 về các lựa chọn và yêu cầu đối với cảm biến.

Trong trường hợp các hệ thống được theo dõi, cảm biến bức xạ phải nối liền tiếp với mặt phẳng thực tế của các mô-đun, bao gồm cả quay lui, nếu được sử dụng.

Đối với hệ thống tập trung, xem 7.2.1.8.3.

CHÚ Ý 1: Việc đo độ bức xạ trên bề mặt được theo dõi có thể trở nên sai số nếu hệ thống theo dõi vị trí mặt trời hỗ trợ cảm biến không theo dõi một cách chính xác. Một phương pháp để xác minh là sử dụng bức xạ trực tiếp thông thường đo được và bức xạ khuếch tán ngang, lần lượt viết tắt là DNI và G_{d} , và một mô hình chuyển vị để tính toán bức xạ trên mặt phẳng dự kiến và sau đó so sánh giá trị này với giá trị đo được.

CHÚ Ý 2: Bức xạ POA cũng có thể được ước tính từ GHI bằng mô hình phân rã và chuyển vị.

7.2.1.3 Bức xạ ngang tổng thể

Bức xạ ngang tổng thể (GHI) được đo bằng cảm biến bức xạ theo chiều ngang. Xem 7.2.1.4, 7.2.1.5, và 7.2.1.7 về các lựa chọn và yêu cầu đối với cảm biến.

CHÚ Ý 1: Các phép đo bức xạ ngang rất hữu ích khi so sánh với dữ liệu khí tượng lịch sử và có thể liên quan đến Hồ sơ bảo đảm hiệu suất.

CHÚ Ý 2: GHI cũng có thể được ước tính từ bức xạ POA bằng mô hình phân rã và chuyển vị.

7.2.1.4 Cảm biến bức xạ

Sau đây là các cảm biến bức xạ phù hợp:

- bức xạ kế theo công nghệ pin nhiệt – điện;
- thiết bị pin quang điện chuẩn, bao gồm các ô pin mặt trời chuẩn và các mô-đun chuẩn; và
- các cảm biến đi-ốt quang điện.

Bức xạ kế theo công nghệ pin nhiệt – điện được phân loại theo ISO 9060 hoặc WMO số 8. Bức xạ kế theo công nghệ pin nhiệt – điện phải được hiệu chuẩn theo quy định của ISO 9846 hoặc ISO 9847.

Đối với các hệ thống Loại A, cần xem xét góc tới và hiệu chỉnh nhiệt độ đối với các phép đo dùng Thiết bị đo bức xạ mặt trời; xem tiêu chuẩn ASTM G183.

Các thiết bị pin quang điện chuẩn phải tuân theo tiêu chuẩn IEC 60904-2 và được hiệu chuẩn và bảo trì theo các quy trình quy định trong tiêu chuẩn đó. Các thiết bị này phải đáp ứng các yêu cầu của IEC 60904-10 về tuyến tính ngắn mạch so với bức xạ. Cần phải tiến hành hiệu chuẩn thiết bị pin quang điện chuẩn đối với quang phổ chuẩn theo quy định tại IEC 60904-3.

Bảng 5 liệt kê các lựa chọn cảm biến và yêu cầu độ chính xác đối với việc đo bức xạ trên mặt phẳng và tổng hợp và Bảng 7 liệt kê các yêu cầu bảo trì cho các cảm biến này.

Cảm biến, thiết bị điện tử điều hòa tín hiệu và lưu trữ dữ liệu sẽ quy định phạm vi bao gồm ít nhất là $0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ đến $1500 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ và độ phân giải $\leq 1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

CHÚ THÍCH: Quá bức xạ trong phạm vi $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ đến $1500 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ trở lên có thể xảy ra do phản xạ từ các đám mây trong điều kiện trời có mây từng phần.

Bảng 5 – Các lựa chọn cảm biến và yêu cầu đối với bức xạ trên mặt phẳng và tổng xạ

Loại cảm biến	Loại A Độ chính xác cao	Loại B Độ chính xác trung bình	Loại C Độ chính xác cơ bản
Bức xạ kế theo công nghệ pin nhiệt – điện	Tiêu chuẩn phụ theo ISO 9060 hoặc Chất lượng cao theo WMO Guide Số 8 (Độ không đảm bảo $\leq 3\%$ trong tổng số theo giờ)	Loại đầu tiên theo ISO 9060 hoặc Chất lượng tốt theo WMO Guide Số 8 (Độ không đảm bảo $\leq 8\%$ trong tổng số theo giờ)	Nếu có
Thiết bị pin quang điện chuẩn	Độ không đảm bảo $\leq 3\%$ Từ $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ đến $1500 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	Độ không đảm bảo $\leq 8\%$ Từ $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ đến $1500 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	Nếu có
Cảm biến đi-ốt quang điện	Không áp dụng	Không áp dụng	Nếu có

Mỗi loại cảm biến bức xạ có lợi ích riêng:

- Bức xạ kế theo công nghệ pin nhiệt – điện không nhạy cảm với các biến thiên phổ điển hình và do đó đo được tổng bức xạ mặt trời. Tuy nhiên, điều này có thể thay đổi so với độ bức xạ pin quang điện có thể sử dụng từ 1% đến 3% (trung bình hàng tháng) trong các điều kiện điển hình. Ngoài ra, Bức xạ kế theo công nghệ pin nhiệt – điện có thời gian đáp ứng dài so với các thiết bị pin quang điện và Cảm biến đi-ốt quang điện.
- Các thiết bị điện mặt trời chuẩn phù hợp đo phần pin quang điện có thể sử dụng được của bức xạ mặt trời tương quan với đầu ra của hệ thống pin quang điện được giám sát. Tuy nhiên, điều này có thể sai lệch so với các phép đo độ bức xạ trong lịch sử hoặc khí tượng, tùy thuộc vào thiết bị được sử dụng.
- Cảm biến đi-ốt quang điện có chi phí thấp hơn đáng kể so với hai loại còn lại và phù hợp với các hệ thống nhỏ hơn hoặc chi phí thấp hơn, nhưng thường kém chính xác hơn.

Độ nhạy góc của các cảm biến khác nhau có thể khác nhau và khác với độ nhạy góc của hệ thống pin quang điện, đặc biệt trở thành một yếu tố khi đo bức xạ ngang tổng thể (GHI) vào mùa đông hoặc tại những thời điểm khi góc tới có thể khác xa so với bình thường.

Bức xạ kế theo công nghệ pin nhiệt – điện có thể là phù hợp nhất với phép đo *GHI*, trong khi các thiết bị pin quang điện chuẩn có thể phù hợp đối với phép đo trên mặt phẳng (POA).

7.2.1.5 Vị trí của các cảm biến

Phải chọn vị trí của các cảm biến đo lường bức xạ chính nhằm tránh các tình trạng bóng râm từ bình minh đến hoàng hôn, nếu có thể. Ghi nhận vào sổ sách nếu có bóng râm trong vòng nửa giờ mặt trời mọc hoặc mặt trời lặn.

Các cảm biến bức xạ thứ cấp có thể được đặt ở các vị trí được che bóng tạm thời bởi các hàng mô-đun liền kề, ví dụ: trong quá trình quay lại hệ thống theo dõi, để giám sát hiệu ứng che bóng này, nhưng các phương pháp đo lường hiệu suất luôn sử dụng các cảm biến không bị che bóng trừ khi có ghi chú rõ ràng.

Các cảm biến đo lường bức xạ phải được đặt ở những vị trí đảm bảo thu được bức xạ mà không bị tác động từ môi trường xung quanh (bóng râm hoặc phản chiếu), bao gồm các phần dây pin quang điện gần đó, tại bất kỳ thời điểm nào trong năm, từ bình minh đến hoàng hôn. Khi được gắn gần hoặc trên một tòa nhà, cần cẩn thận xác định các lỗ thông hơi gần đó có thể xả hơi làm ngưng tụ trên các cảm biến.

Đối với phép đo trên mặt phẳng, đối với hệ thống nghiêng cố định hoặc hệ thống theo dõi vị trí mặt trời, các cảm biến bức xạ phải được đặt ở cùng một góc nghiêng với các mô-đun, trực tiếp trên giá đỡ mô-đun hoặc trên một nhánh mở rộng được giữ ở cùng một góc nghiêng với mô-đun, tránh che bóng và phản chiếu hoàn toàn.

CHÚ Ý: Độ bức xạ đo được có thể khác nhau tùy theo vị trí của cảm biến. Ví dụ: nếu cảm biến được đặt bên dưới một hàng mô-đun, cảm biến đó có thể hiển thị số ghi khác so với khi đặt phía trên hàng mô-đun, do sự đóng góp vào độ bức xạ trên mặt phẳng nghiêng bắt nguồn từ mặt đất hoặc các đặc trưng gần đó.

Suất phản chiếu cục bộ phải là đại diện của suất phản xạ mà hệ thống trải qua mà không có các tác động che bóng của mô-đun liền kề. Nếu lớp phủ mặt đất là cố định trong toàn bộ mặt bằng, thì phần phủ mặt đất bên cạnh các cảm biến bức xạ phải được ghi nhận thông tin vào hồ sơ liên quan đến những gì hiện hữu trong phần còn lại của mặt bằng.

7.2.1.6 Căn chỉnh cảm ứng

Những yêu cầu về độ chính xác căn chỉnh góc của cảm biến bức xạ được liệt kê trong Bảng 6.

Bảng 6 – Độ chính xác căn chỉnh góc cảm biến bức xạ

	Loại A Độ chính xác cao	Loại B Độ chính xác trung bình	Loại C Độ chính xác cơ bản
Góc nghiêng	1°	1,5°	2°
Góc phương vị	2°	3°	4°

Sau đây là các phương pháp có thể xem xét để sử dụng trong việc căn chỉnh cảm biến bức xạ theo các góc mong muốn.

- Góc nghiêng:** Điều chỉnh tấm gắn cảm biến vào vị trí nằm ngang, kiểm tra bằng máy đo độ nghiêng kỹ thuật số, chỉnh cảm biến ngang bằng với tấm gắn và gá chặt cảm biến vào tấm gắn đó; sau đó điều chỉnh tấm gắn theo góc nghiêng mong muốn như đã được xác định bằng máy đo độ nghiêng kỹ thuật số và khi gắn xong phải siết chặt điều chỉnh độ nghiêng của tấm gắn.
- Góc phương vị:** Sử dụng máy thu GPS, bắt đầu tại vị trí của cảm biến và sau đó đi ra khoảng 100m theo hướng phương vị mong muốn, sau đó đánh dấu điểm này bằng chỉ báo chẳng hạn như cờ; quay trở về vị trí của cảm biến, ngắm dọc theo cạnh vuông của tấm gắn cảm biến trong khi điều chỉnh góc phương vị của tấm gắn cho đến khi đường ngắm giao với điểm đánh dấu được đặt trước đó với sự trợ giúp của máy thu GPS; khi thực hiện xong, phải siết chặt điều chỉnh góc phương vị của tấm gắn.

7.2.1.7 Bảo trì cảm biến

Những yêu cầu về bảo trì cảm biến bức xạ được liệt kê trong Bảng 7.

Bảng 7 – Yêu cầu về bảo trì cảm biến bức xạ

Hạng mục	Loại A Độ chính xác cao	Loại B Độ chính xác trung bình	Loại C Độ chính xác cơ bản
Tái hiệu chuẩn	Mỗi năm một lần	Hai năm một lần	Theo yêu cầu của nhà sản xuất
Làm sạch	Ít nhất mỗi tuần một lần	Không bắt buộc	
Làm nóng để tránh bị ngưng tụ và/hoặc kết tủa đông lạnh	Được yêu cầu ở những nơi mà sự ngưng tụ hoặc kết tủa đông ảnh hưởng đến các phép đo lường trong nhiều hơn 7 ngày trong năm	Được yêu cầu ở những nơi mà sự ngưng tụ hoặc kết tủa đông ảnh hưởng đến các phép đo lường trong nhiều hơn 14 ngày trong năm	
Thông gió (đối với Bức xạ kế theo công nghệ pin nhiệt – điện)	Bắt buộc	Không bắt buộc	
Kiểm tra và thay thế chất hút ẩm (đối với Bức xạ kế theo công nghệ pin nhiệt – điện)	Theo yêu cầu của nhà sản xuất	Theo yêu cầu của nhà sản xuất	Theo yêu cầu của nhà sản xuất

Khi có hệ, cần tái hiệu chuẩn các cảm biến và thiết bị điện tử điều hòa tín hiệu tại nhà máy điện để giảm thiểu thời gian cảm biến ngoại tuyến. Nếu các cảm biến được gửi từ vị trí khác ngoài thực địa để tái hiệu chuẩn trong phòng thí nghiệm, thì nhà máy điện phải được thiết kế dự cảm biến hoặc phải sử dụng các cảm biến dự phòng khác để thay thế các cảm biến được thực hiện ngoại tuyến, để tránh gián đoạn quá trình giám sát.

Việc làm sạch các cảm biến bức xạ mà không làm sạch các mô-đun có thể làm giảm tỷ lệ Hiệu suất của hệ thống pin quang điện đo được (theo quy định tại mục 10.3.1). Trong một số trường hợp, các yêu cầu trong hợp đồng có thể quy định các cảm biến bức xạ phải được duy trì ở trạng thái sạch như các mô-đun.

Cần kiểm tra dữ liệu thu được trong thời gian ban đêm nhằm đảm bảo hiệu chuẩn về chính xác điểm 0.

CHÚ Ý Thông thường, các Thiết bị đo bức xạ mặt trời thể hiện tín hiệu âm nhỏ, $-1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ to $-3 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ vào ban đêm.

7.2.1.8 Các phép đo bổ sung

7.2.1.8.1 Bức xạ trực tiếp thông thường

Bức xạ trực tiếp thông thường (*DNI*) được đo bằng thiết bị đo bức xạ trực tiếp của mặt trời trên bề theo dõi hai trục tự động theo dõi vị trí mặt trời.

7.2.1.8.2 Bức xạ khuếch tán

Bức xạ khuếch tán G_d (hay còn gọi tắt là *DHI*) được đo bằng cảm biến bức xạ được gắn theo chiều ngang với dải bóng xoay hoặc quả bóng được theo dõi ngăn chặn các tia phát ra trực tiếp từ đĩa mặt trời.

7.2.1.8.3 Bức xạ trên mặt phẳng đối với các hệ tập trung

Đối với các hệ thống tập trung, tổng bức xạ trên mặt phẳng được thay thế bằng bức xạ do bộ tập trung thu được.

Đối với các hệ thống tập trung chỉ thu chùm tia trực tiếp:

Bức xạ trên mặt phẳng G_i được thay thế bằng bức xạ chùm tia trực tiếp trên mặt phẳng $G_{i,b}$:

$$G_i = G_{i,b} \quad (1)$$

Đối với các hệ thống tập trung thu được một số ánh sáng khuếch tán ngoài chùm tia trực tiếp:

Sự bức xạ trên mặt phẳng được thay thế bằng bức xạ hiệu suất (G_{eff}) do thu được khuếch tán cục bộ, trong đó phần ánh sáng khuếch tán được định lượng bằng tham số f_d :

$$G_i = G_{\text{eff}} = (G_{i,b} + f_d \cdot (G_i - G_{i,b})) \quad (2)$$

Xác định f_d bắt đầu bằng cách thu được đầy đủ các đặc tính dòng điện và điện áp của mô-đun CPV trong nhiều ngày với các phần năng lượng khuếch tán khác nhau; một ngày trời quang sẽ có ít năng lượng khuếch tán trong khi một ngày nhiều mây sẽ chủ yếu tạo ra năng lượng khuếch tán. Phân tích tỷ lệ khuếch tán cho mô-đun CPV có độ tập trung thấp và trung bình nhất định phải dựa trên rất nhiều đường cong I-V trong đó tổng bức xạ trên mặt phẳng (G_i trên $21 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$).

Một giả thuyết cơ bản của phương pháp này là dòng điện ngắn mạch (I_{sc}) có thể được ước tính một cách nhất quán và đáng tin cậy bằng cách thu được dấu vết đầy đủ của đường cong điện áp (*I-V*) cho thiết bị đang được thử nghiệm (DUT) và hệ số nhiệt độ đối với thông số I_{sc} của DUT đã được xác định đặc tính trước. Khi giả thuyết hợp lý, đặc tính thu ánh sáng khuếch tán của mô-đun CPV hoặc máy thu đơn giản là vấn đề xác định dòng điện ngắn mạch, $I_{sc,0}$ được chuẩn hóa theo điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn (STC) và sau đó liên hệ $I_{sc,0}$ đo được đến tham chiếu này bằng cách sử dụng “bức xạ hiệu suất” G_{eff} , chẳng hạn

như tham chiếu trong Công thức (2). Một lợi thế quan trọng của phương pháp này là việc bù đắp những ảnh hưởng của quang phổ mặt trời có thể được thực hiện bằng cách chỉ điều chỉnh tham số $I_{SC,0}$.

Bằng cách vẽ các điều kiện ở vế bên trái của Công thức (3) trên trục y của đồ thị 2D và bằng cách vẽ $G_{i,b}/G_i$ trên trục x, có thể dễ dàng xác định độ dốc và đoạn chắn từ biểu thức $y = mx + b$ sau khi thực hiện phân tích hồi quy tuyến tính của dữ liệu I_{SC} so với dữ liệu $G_{i,b}/G_i$.

$$\frac{1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}}{G_i} \times \frac{I_{SC}}{[1 + \alpha_{I_{SC}} \cdot (T_c - 25^\circ\text{C})]} = (I_{SC,0} \cdot f_d) + \left(\frac{G_{i,b}}{G_i}\right) \cdot (I_{SC,0} - f_d \cdot I_{SC,0}) \quad (3)$$

Trong đó

$\alpha_{I_{SC}}$ là hệ số nhiệt độ đối với I_{SC} ,

T_c là nhiệt độ pin theo $^\circ\text{C}$,

$I_{SC,0}$ là dòng ngắn mạch tại STC (xem khoản 3) và góc tới 0° .

Điều kiện fd khi đó sẽ là:

$$f_d = \frac{b}{m | h} \quad (4)$$

Cần chú ý đến hạn chế đối với phương pháp này là giả định riêng rằng lượng ánh sáng khuếch tán thu được sẽ không đổi trong toàn bộ phạm vi điều kiện khí hậu đang được quan sát. Điều này chắc chắn sẽ gây nhiễu các phép đo, nhưng nếu lấy mẫu đủ cao, phân tích hồi quy tuyến tính được thảo luận ở trên có thể đưa ra ước tính hợp lý cho lượng thu khuếch tán trung bình có thể được sử dụng để xác định tốt hơn nguồn năng lượng mặt trời đối với các mô đun tập trung pin quang điện như vậy.

Nếu các kết quả quan sát được thể hiện sự thay đổi hoặc phá vỡ rõ ràng trong hành vi phản ứng thu nhận khuếch tán của mô đun CPV, phân tích hồi quy có thể được chia thành nhiều phần theo từng khoảng. Đây có thể là kết quả có thể xảy ra với bản chất của ánh sáng khuếch tán khá thay đổi về lượng tương đối ánh sáng xoay quanh mặt trời so với ánh sáng khuếch tán đẳng hướng. Bằng cách xem xét phân tích hồi quy tuyến tính theo cách này, người ta có thể xác định mức độ thu khuếch tán (f_d) là một hàm của một phạm vi cụ thể của tỷ lệ $G_{i,b}/G_i$.

7.2.1.8.4 Bức xạ quang phổ đối với các hệ thống tập trung

Đối với các hệ thống tập trung khi định mức công suất theo tiêu chuẩn IEC 62670-3, hệ thống cần có thiết bị để xác định bức xạ quang phổ từ ánh sáng chiếu thẳng trực tiếp. Tham khảo tiêu chuẩn IEC 62670-3 để biết thêm chi tiết.

7.2.8.1.5 Tỷ lệ xoay quanh mặt trời đối với các hệ thống tập trung

Đối với các hệ thống tập trung, đo bức xạ xung quanh mặt trời có lẽ hữu ích. Bức xạ xung quanh mặt trời là bức xạ phát ra từ một vùng trời trực tiếp bao quanh đĩa mặt trời. Bức xạ trực tiếp thông thường (DNI) có thể có cả phần đóng góp xung quanh mặt trời do sự chấp nhận góc của cảm biến DNI . Tỷ lệ DNI đo được xung quanh mặt trời được xác định là tỷ lệ xung quanh mặt trời. Các hệ thống tập trung có thể hoặc không thể thu được một phần của bức xạ xung quanh mặt trời, tùy thuộc vào thiết kế của các hệ thống đó. Do vậy, việc đo tỷ lệ xung quanh mặt trời có thể hữu ích đối với các mục đích biểu thị đặc điểm hiệu suất; tuy nhiên, các thiết bị đo CSR vẫn chưa được tiêu chuẩn hóa.

7.2.2 Đo bức xạ bằng vệ tinh viễn thám

Theo yêu cầu tại Bảng 3, các đại lượng bức xạ có thể được ước tính từ vệ tinh viễn thám. Các bức xạ có nguồn gốc từ vệ tinh đó được sử dụng rộng rãi để giám sát hiệu suất của các hệ thống phát điện phân phối bao gồm các hệ thống loại B và loại C không có dụng cụ, nhằm tránh các yêu cầu về chi phí và bảo trì của các phép đo tại chỗ.

Vệ tinh viễn thám là một cách tiếp cận gián tiếp để ước tính một cách đáng tin cậy bức xạ sụt bề mặt cụ thể theo thời gian và địa điểm. Cách tiếp cận này là gián tiếp vì các thiết bị vệ tinh trên tàu đo độ phát xạ phát ra/phản chiếu bởi do bề mặt trái đất thông qua bộ lọc khí quyển trong một số dải quang phổ nhìn thấy và hồng ngoại được chọn; sự bức xạ xuống bề mặt được suy ra từ các phép đo vệ tinh trên tàu này thông qua các mô hình chuyển bức xạ. Bức xạ trên mặt phẳng và các thành phần bức xạ khác được mô hình hóa thêm từ đầu ra mô hình chuyển bức xạ.

Các bức xạ có nguồn gốc từ vệ tinh, bao gồm tổng xạ theo phương ngang, bức xạ trực tiếp thông thường, bức xạ khuếch tán và bức xạ trên mặt phẳng thường có sẵn trong thời gian thực từ các dịch vụ thương mại.

Sau đây là những vấn đề quan trọng cần xem xét khi lựa chọn mô hình vệ tinh:

- dữ liệu có nguồn gốc từ vệ tinh phải được lựa chọn cẩn thận sau khi đánh giá độ chính xác của chúng, ví dụ: bằng cách xem xét các xác nhận (được khoanh vùng) phù hợp với ứng dụng liên quan đến nguồn dữ liệu;
- các mô hình vệ tinh tốt có thể được đào tạo tại địa phương bằng cách sử dụng các phép đo mặt đất đặc trưng trong ngắn hạn, theo vùng/môi trường.

CHÚ Ý 1: Các bức xạ có nguồn gốc từ vệ tinh có cả ưu điểm và nhược điểm so với các bức xạ được đo tại chỗ. Ưu điểm chính của chúng là độ tin cậy và tính nhất quán về mặt hiệu chuẩn và bảo trì. Với một bộ cảm biến trên tàu được giám sát cẩn thận đồng thời trên toàn lục địa, các vệ tinh sẽ xử lý tính bất định và chi phí liên quan đến bảo trì tại chỗ, sự dây bản thiết bị đo đạc, sai lệch hiệu chuẩn và không khớp vị trí. Hạn chế chính của các bức xạ vệ tinh so với các bức xạ đo tại chỗ là độ chính xác nội tại của chúng. Không giống như các thiết bị trên mặt đất, độ chính xác của các mô hình vệ tinh không phải là hằng số về các điều kiện tương đối trên toàn bộ phạm vi của các bức xạ, nhưng có xu hướng không đổi theo các điều kiện tuyệt đối. Đối với sản phẩm chính của các mô hình phát xạ - bức xạ ngang tổng thể (GHI) - các mô hình vệ tinh được đào tạo tốt thường có độ chính xác cao hơn 2% ở mức $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, nhưng 20% ở $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ - tức là hằng số $\sim 20 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ trong phạm vi $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ đến $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Chú ý rằng tính bất định này không được xác định theo điều kiện tuyệt đối, nhưng liên quan đến - do đó ở trên và ngoài - các công cụ dựa trên mặt đất. Các mô hình vệ tinh đều được đánh giá dựa theo những công cụ này.

CHÚ Ý 2: Các mô hình vệ tinh được huấn luyện tốt nhất có thể cung cấp độ chính xác 1% ở mức $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, và 10% ở $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ - tức là, hằng số $\sim 10 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ trong phạm vi $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ đến $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ - liên quan đến thiết bị được sử dụng để huấn luyện chúng. Các đại lượng thu được từ đầu ra mô hình chuyển bức xạ chính GHI, bao gồm bức xạ trong mặt phẳng nghiêng, Bức xạ trực tiếp thông thường và bức xạ khuếch tán, có tính bất định cao hơn do áp dụng các mô hình phụ. Tính bất định đối với bức xạ trên mặt phẳng nghiêng hướng nam (bán cầu bắc) hoặc hướng bắc (bán cầu nam) thường lớn hơn 1,25 lần so với GHI, tức là 2,5% ở mức $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ đối với mô hình không được huấn luyện, và 1,25% cho một mô hình được huấn luyện, liên quan đến các thiết bị huấn luyện. Tính bất định Bức xạ trực tiếp thông thường là 4% ở toàn phạm vi ($1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$) cho một mô hình chưa được huấn luyện và 2% cho một mô hình được huấn luyện, liên quan đến dụng cụ huấn luyện.

CHÚ Ý 3: Nếu dữ liệu có nguồn gốc từ vệ tinh chưa được huấn luyện cho khu vực địa phương, các biến thể trong địa hình địa phương có thể gây ra lỗi đáng kể với mức khoảng 10%. Điều này đặc biệt đúng trong địa hình sa mạc có cát trắng, trong một số tình huống có thể khó phân biệt với mây trắng.

CHÚ Ý 4: Dữ liệu thu được từ vệ tinh có thể kém chính xác hơn trong thời gian ngắn nhưng chính xác hơn khi tính trung bình trong khoảng thời gian dài. Dữ liệu thu được từ vệ tinh, do đó, có lẽ phù hợp hơn, ví dụ, đối với việc đánh giá việc tạo ra năng lượng hệ thống trong một thời gian dài so với tạo ra điện tức thời.

7.3 Các yếu tố môi trường

7.3.1 Nhiệt độ mô-đun pin quang điện

Nhiệt độ mô-đun pin quang điện, T_{mod} , được đo bằng cảm biến nhiệt độ được gắn ở mặt sau của một hoặc nhiều mô-đun.

Tính bất định của phép đo của các cảm biến nhiệt độ, bao gồm cả điều hòa tín hiệu, phải là $\leq 2^\circ\text{C}$.

Cảm biến nhiệt độ phải được thay thế hoặc tái hiệu chuẩn theo Bảng 8.

Bảng 8 – Yêu cầu bảo trì cảm biến nhiệt độ mô-đun pin năng lượng mặt trời

Hạng mục	Loại A Độ chính xác cao	Loại B Độ chính xác trung bình	Loại C Độ chính xác cơ bản
Tái hiệu chuẩn	Hai năm một lần	Theo đề nghị của nhà sản xuất	Không áp dụng

Nếu cảm biến nhiệt độ được gắn vào mặt sau của mô-đun bằng chất kết dính thì chất kết dính phải thích hợp để sử dụng ở ngoài trời trong thời gian dài kéo dài ở điều kiện của khu vực lắp đặt hệ thống pin quang điện và phải được kiểm tra khả năng tương thích với chất liệu bề mặt ở phía sau mô-đun sao cho vật liệu không bị ăn mòn hoặc xuống cấp bởi chất kết dính.

Chất kết dính hoặc chất liệu nối giữa cảm biến nhiệt độ và bề mặt phía sau của mô-đun phải có tính dẫn nhiệt. Tổng độ dẫn nhiệt của lớp dính hoặc lớp nối phải từ $500\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ trở lên, để giữ chênh lệch nhiệt độ tối đa giữa bề mặt phía sau của mô-đun và cảm biến nhiệt độ khoảng 1 K. Chẳng hạn, có thể đạt được như vậy bằng cách sử dụng chất kết dính dẫn nhiệt có độ dẫn nhiệt lớn hơn $0.5\text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ trong một lớp nối có độ dày không quá 1 mm.

Xem thêm khuyến nghị về việc nối cảm biến nhiệt độ tại Phụ lục B.

Cần phải cẩn thận để đảm bảo rằng nhiệt độ của pin phía trước cảm biến không bị thay đổi đáng kể do có cảm biến hoặc các yếu tố khác.

CHÚ Ý 1: Nhiệt độ rấp nối Pin thường cao hơn nhiệt độ đo được trên bề mặt phía sau của mô-đun từ 1°C đến 3°C , tùy thuộc vào việc xây dựng mô-đun. Có thể ước tính độ chênh lệch nhiệt độ, là hàm bậc xạ, bằng cách sử dụng tính dẫn nhiệt của chất liệu mô-đun.

CHÚ Ý 2: Hình ảnh hồng ngoại ở mặt trước của mô-đun có thể giúp xác nhận rằng nhiệt độ của pin phía trước cảm biến không bị thay đổi đáng kể do có cảm biến hoặc các yếu tố khác.

Nhiệt độ mô-đun thay đổi theo từng mô-đun và trên toàn dãy và có thể quan sát được sự khác biệt đáng kể về nhiệt độ. Ví dụ, gió mạnh thổi song song với các bề mặt mô-đun có thể gây ra chênh lệch nhiệt độ $> 5^\circ\text{C}$. Tương tự, một mô-đun ở gần khung kẹp vào giá đỡ có thể mát hơn do giá đỡ có thể hoạt động như một bộ tản nhiệt. Các mô-đun của bộ tập trung có thể cho thấy mức độ dao động thậm chí lớn hơn giữa các cạnh bên ngoài của tản nhiệt và tản nhiệt gần với ánh sáng tập trung nhất.

Do vậy, cần cẩn thận khi đặt các cảm biến nhiệt độ ở các vị trí đại diện sao cho thu được thông tin mong muốn. Để giám sát hiệu suất, một số cảm biến nhiệt độ cần được phân bố trên toàn hệ thống để có thể xác định nhiệt độ trung bình.

Ngoài ra, khi dây pin có nhiều hơn một loại mô-đun hoặc bao gồm các phần có các hướng khác nhau hoặc các thuộc tính khác có thể ảnh hưởng đến nhiệt độ, thì yêu cầu phải có ít nhất một cảm biến nhiệt độ đối với từng loại mô-đun hoặc loại phần và cảm biến phụ, nếu bắt buộc theo kích thước dây pin, sẽ được phân bố dưới dạng đại diện giữa các loại mô-đun và loại phần khác nhau.

Việc đo nhiệt độ mô-đun cũng có thể được thực hiện bằng phương pháp dựa trên V_{OC} được quy định tại IEC 60904-5 như một phương pháp thay thế cho việc sử dụng cảm biến nhiệt độ tiếp xúc với bề mặt sau của mô-đun. Để áp dụng phương pháp này cần có một mô-đun chuẩn bổ sung, không được kết nối với dây pin quang điện nhằm để đo nhiệt độ.

7.3.2 Nhiệt độ không khí xung quanh

Theo yêu cầu tại Bảng 3, phải đo nhiệt độ không khí xung quanh, T_{amb} tại các vị trí đại diện cho điều kiện dây bằng các cảm biến nhiệt độ đặt trong các tấm chắn bức xạ mặt trời được thông gió để không khí xung quanh có thể tự do đi qua.

Các cảm biến nhiệt độ và thiết bị điện tử điều hòa tín hiệu phải cùng nhau có độ phân giải đo ≤ 0.1 °C và độ không đảm bảo tối đa ± 1 °C.

Cần phải đặt các cảm biến nhiệt độ cách mô-đun pin quang điện gần nhất tối thiểu 1m và ở những vị trí không bị ảnh hưởng bởi các nguồn nhiệt hoặc bồn rửa, chẳng hạn như ống xả từ bộ chuyển đổi inverter hoặc mái che thiết bị, nhựa đường hoặc vật liệu lợp, v.v.

Các cảm biến nhiệt độ phải được thay thế hoặc tái hiệu chỉnh theo quy định tại Bảng 9.

Bảng 9 – Các yêu cầu về bảo trì cảm biến nhiệt độ không khí xung quanh

Hạng mục	Loại A Độ chính xác cao	Loại B Độ chính xác trung bình	Loại C Độ chính xác cơ bản
Tái hiệu chuẩn	Hai năm một lần	Theo đề nghị của nhà sản xuất	Không áp dụng

Nếu được quy định tại Bảng 3, có thể ước tính nhiệt độ không khí xung quanh tại khu vực lắp đặt hệ thống dựa vào dữ liệu khí tượng của địa phương hoặc của vùng.

7.3.3 Hướng và tốc độ gió

Tốc độ gió và hướng gió được sử dụng để ước tính nhiệt độ của mô-đun. Tốc độ gió và hướng gió còn có thể được sử dụng để lập hồ sơ yêu cầu bảo hành liên quan đến thiệt hại do tác động của gió.

Tốc độ và hướng gió phải được đo ở độ cao và vị trí đại diện cho các điều kiện dây và/hoặc các điều kiện được giả định bởi bất kỳ mô hình có hiệu suất có thể áp dụng nào được sử dụng làm đảm bảo hiệu suất cho quá trình lắp đặt hệ thống pin quang điện.

Ngoài ra, tốc độ và hướng gió cũng có thể được đo ở độ cao và vị trí phù hợp để so sánh với dữ liệu khí tượng lịch sử hoặc đồng thời.

Trong một số trường hợp, có thể bắt buộc phải có dữ liệu về cơn giạt của gió (thường là cơn giạt kéo dài đến 3 giây) để so sánh với các yêu cầu thiết kế dự án. Khi cần thiết, thời gian lấy mẫu của hệ thống giám sát phải đủ nhỏ (ví dụ: ≤ 3 giây) và bản ghi dữ liệu không chỉ chứa giá trị trung bình mà còn cả giá trị tối đa. (Xem 6.1.)

Thiết bị đo gió không được che hệ thống pin quang điện vào bất kỳ thời điểm nào trong ngày hoặc năm và phải được đặt tại một điểm đủ xa các vật cản.

Tính bất định của phép đo cảm biến tốc độ gió sẽ là $\leq 0.5 \text{ m}\times\text{s}^{-1}$ đối với tốc độ gió $\leq 5 \text{ m}\times\text{s}^{-1}$, và $\leq 10\%$ số ghi đối với tốc độ gió lớn hơn $5 \text{ m}\times\text{s}^{-1}$.

Hướng gió được định nghĩa là hướng mà từ đó gió thổi, và được đo theo chiều kim đồng hồ từ phía bắc về mặt địa lý. Hướng gió sẽ được đo với độ chính xác 5° .

Cảm biến gió phải được tái hiệu chuẩn theo quy định tại Bảng 10.

Bảng 10 – Yêu cầu bảo trì cảm biến gió

Hạng mục	Loại A Độ chính xác cao	Loại B Độ chính xác trung bình	Loại C Độ chính xác cơ bản
Tái hiệu chuẩn	Theo khuyến nghị của nhà sản xuất	Theo khuyến nghị của nhà sản xuất	Theo khuyến nghị của nhà sản xuất

7.3.4 Tỷ lệ dây bẩn

7.3.4.1 Định nghĩa

Tỷ lệ dây bẩn là tỷ lệ sản lượng điện thực tế của dây pin quang điện trong các điều kiện dây bẩn cụ thể trên công suất dự kiến khi dây pin quang điện sạch và không bị bẩn.

7.3.4.2 Thiết bị

Đo tỷ lệ dây bẩn cần có:

- Một thiết bị pin quang điện chuẩn, được ghi rõ là thiết bị “bị bẩn”, được phép tích trữ chất bẩn với tỷ lệ tương tự như dây pin quang điện. Thiết bị bị bẩn có thể là một pin quang điện chuẩn hoặc mô đun pin quang điện, nhưng tốt nhất nên là mô đun pin quang điện giống hệt hoặc đại diện của các thiết bị được sử dụng trong dây pin quang điện được giám sát để mô đun đó sẽ được làm bẩn cùng tỷ lệ. Mô đun đó sẽ được gắn trong cùng mặt phẳng với dây pin quang điện và ở độ cao trung bình của dây pin quang điện, tốt nhất là theo các cơ chế lắp gắn giống hệt nhau.
- Một thiết bị pin quang điện chuẩn, được ghi rõ là thiết bị “sạch”, thường được làm sạch để không bị bẩn. Thiết bị sạch có thể là pin quang điện chuẩn hoặc mô đun pin quang điện, nhưng phải có phản ứng quang phổ và phản ứng góc tương tự với thiết bị bị bẩn. Ảnh hưởng của mọi chênh lệch khi phản ứng phải được đưa vào Tính bất định của phép đo. Thiết bị sạch sẽ được gắn gần thiết bị bị bẩn và đồng phẳng với thiết bị trong vòng 0.5° . Có thể vệ sinh thiết bị bằng thủ công hoặc bằng hệ thống tự động và phải được thực hiện hàng ngày hoặc ít nhất hai lần mỗi tuần, đối với Loại A hoặc trong các khoảng thời gian ít hơn nếu muốn đối với Loại B và Loại C. Thiết bị sạch phải được làm nóng để loại bỏ lượng mưa ngưng tụ nếu được lắp đặt tại các khu vực thường nhận hơn 7 ngày lượng mưa ngưng tụ mỗi năm.
- Hệ thống đo lường để đo công suất tối đa (phương pháp 1 trong mục 7.3.4.4) và/hoặc dòng ngắn mạch (phương pháp 2 trong mục 7.3.4.5) của thiết bị bị bẩn. Công suất tối đa có thể được đo bằng cách sử dụng vạch tuyến đường cong I-V hoặc thiết bị điện tử theo dõi điểm công suất tối đa.
- Hệ thống đo lường để đo dòng điện ngắn mạch của thiết bị sạch.
- Hệ thống đo lường để đo nhiệt độ của cả thiết bị bẩn và sạch bằng các cảm biến nhiệt độ được gắn vào bề mặt phía sau của thiết bị.

Đối với các mục c) và d), giữa các lần đo, hệ thống đo không được giữ mô-đun ở trạng thái có điện có thể gây ra giảm phẩm chất hoặc dịch chuyển trạng thái cân bằng. Do đó, các mô-đun silicon tinh thể điển hình phải được giữ ở mạch hở (hoặc công suất tối đa) ở giữa các phép đo, để tránh tạo điểm nóng, trong khi các mô-đun màng mỏng điển hình nên được giữ ở mức ngắn mạch (hoặc công suất tối đa) ở giữa các phép đo. Quan sát hướng dẫn của nhà sản xuất mô-đun nếu cần để chọn trạng thái giữ thích hợp.

Đối với các hệ thống theo dõi, các thiết bị bị bẩn và thiết bị sạch được gắn trong mặt phẳng mô-đun của thiết bị theo dõi.

7.3.4.3 Hiệu chuẩn

- a) Chọn điều kiện chuẩn của bức xạ và nhiệt độ thiết bị pin quang điện, ví dụ: STC.
- b) Xác định giá trị hiệu chuẩn đối với dòng điện ngắn mạch của thiết bị sạch ở điều kiện chuẩn được chỉ định. Sử dụng các giá trị bảng dữ liệu của nhà sản xuất là đủ.
- c) Sử dụng thiết bị sạch để đo độ bức xạ, xác định giá trị hiệu chuẩn đối với công suất tối đa (phương pháp 1 trong mục 7.3.4.4) và/hoặc dòng ngắn mạch (phương pháp 2 trong mục 7.3.4.5) của thiết bị bị bẩn ở điều kiện chuẩn như sau:
 - 1) Làm sạch hoàn toàn thiết bị bị bẩn.
 - 2) Đồng thời đo công suất tối đa của thiết bị bị bẩn và/hoặc dòng điện ngắn mạch và nhiệt độ cũng như dòng điện ngắn mạch và nhiệt độ của thiết bị sạch.
 - 3) Sử dụng dòng điện ngắn mạch và nhiệt độ đo được của thiết bị sạch, với dữ liệu hiệu chuẩn được xác định ở bước b), tính toán bức xạ hiệu suất.
 - 4) Sử dụng bức xạ được tính toán này và các phép đối với thiết bị bị bẩn, tính toán công suất tối đa và/hoặc dòng ngắn mạch của thiết bị bị bẩn được điều chỉnh theo điều kiện chuẩn của bức xạ và nhiệt độ.

7.3.4.4 Phương pháp đo 1 - suy giảm công suất tối đa do dây bẩn

Thực hiện như sau

- a) Đo dòng điện ngắn mạch và nhiệt độ của thiết bị sạch.
- b) Đo công suất tối đa và nhiệt độ của thiết bị bẩn.
- c) Tính toán bức xạ hiệu suất từ các giá trị đo được thực hiện ở bước a), sử dụng các giá trị hiệu chuẩn được xác định tại 7.3.4.3 b).
- d) Tính công suất tối đa dự kiến của thiết bị bị bẩn ở mức bức xạ được xác định ở bước c) và nhiệt độ đo được ở bước b), sử dụng các giá trị hiệu chuẩn được xác định tại 7.3.4.3 c).
- e) Tính tỷ lệ làm dây bẩn - SR bằng cách chia công suất tối đa của thiết bị đo được tính tại bước b) cho công suất tối đa dự kiến của nó được tính tại bước d).

7.3.4.5 Phương pháp đo 2 – suy giảm dòng ngắn mạch do bị dây bẩn

Thực hiện đo như sau:

- a) Đo dòng điện ngắn mạch và nhiệt độ của thiết bị sạch.
- b) Đo dòng điện ngắn mạch và nhiệt độ của thiết bị bị bẩn.
- c) Tính toán bức xạ hiệu suất từ các giá trị được đo ở bước a), sử dụng các giá trị hiệu chuẩn được xác định tại mục 7.3.4.3 b).

- d) Tính toán dòng điện ngắn mạch dự kiến của thiết bị bị bắn ở mức bức xạ được xác định ở bước c) và nhiệt độ đo được tại bước b), sử dụng các giá trị hiệu chuẩn được xác định tại mục 7.3.4.3 c).
- e) Tính tỷ lệ bị dây bắn - SR bằng cách chia dòng ngắn mạch của thiết bị bị bắn đo được ở bước b) cho dòng ngắn mạch dự kiến của nó tính được ở bước d)

7.3.4.6 Phương pháp ưu tiên

Phương pháp 1 (7.3.4.4) thường được ưu tiên áp dụng hơn vì phương pháp này thể hiện tốt nhất lượng tổn thất điện thực tế do bị dây bắn, và đặc biệt phương pháp này cho ra kết quả chính xác hơn khi việc bị dây bắn có thể không đồng đều trên các mô-đun, đặc biệt đối với các mô-đun silicon tinh thể điển hình. Phương pháp 2 (7.3.4.5) có thể được sử dụng khi việc bị dây bắn đồng đều trên các mô-đun hoặc khi những tác động sự không đồng đều lên tỷ lệ công suất tối đa so với dòng điện ngắn mạch là nhỏ do việc xây dựng hoặc đặc điểm vật lý của thiết bị của mô-đun, chẳng hạn như đối với các mô-đun màng mỏng điển hình. Cả hai phương pháp đều có thể được sử dụng đồng thời và giá trị phù hợp nhất hoặc có thể lấy bình quân trọng số của hai phương pháp.

7.3.4.7 Giá trị bình quân theo ngày

Tỷ lệ dây bắn được đo bằng phương pháp trên là giá trị tức thời. Do tỷ lệ dây bắn được đo tức thời sẽ thể hiện sự phụ thuộc thời gian trong ngày do sai lệch góc dư của hai thiết bị chuẩn cũng như sự phân tán ánh sáng phụ thuộc góc từ các hạt làm bắn, để hiểu chính xác các giá trị tỷ lệ dây bắn đo được để tính giá trị trung bình theo ngày.

Tích hợp bằng cách tính trung bình trọng số bức xạ của các giá trị tỷ lệ dây bắn đo được trong một ngày nhất định. Có thể lọc dữ liệu để loại trừ các giá trị ngoại lệ và/hoặc để hạn chế các giá trị đo được trong một cửa sổ thời gian cụ thể nhằm giảm thiểu các tác động của sai lệch góc.

CHÚ Ý Ví dụ: khi các thiết bị sạch và bắn được cố định ở vị trí (không theo dõi vị trí mặt trời) thì chỉ tích hợp các giá trị trong thời gian mặt trời chiếu sáng trong vòng 2 giờ trưa. Khi các thiết bị sạch và bắn được cài đặt trên hệ thống theo dõi thì chỉ phân tích các giá trị thu được trong các lần khi góc tới của mặt trời đạt $< \sim 35^\circ$.

7.3.4.8 Tái hiệu chuẩn

Bước hiệu chuẩn ở mục 7.3.4.3 phải được lặp lại tối thiểu mỗi năm một lần.

Ngay sau khi hiệu chuẩn hoặc sau khi có bất kỳ lượng mưa đáng kể nào, tỷ lệ dây bắn đo được phải gần với giá trị đồng nhất. Độ lệch đáng kể so với giá trị đồng nhất này cho thấy có vấn đề trong quá trình lắp đặt. Đây có thể được coi là một bước kiểm tra hiệu chuẩn, để xem xét hiệu chuẩn thêm nếu cần thiết.

7.3.5 Lượng mưa

Có thể sử dụng các lần đo lượng mưa để ước tính độ sạch của các mô-đun. Tuy nhiên, nếu đo tỷ lệ dây bắn thì độ sạch của mô-đun sẽ trực tiếp hiển thị.

7.3.6 Tuyết

Các phép đo lượng tuyết có thể được sử dụng để ước tính tổn thất do tuyết che bóng. Tuy nhiên, phép đo tỷ lệ dây bắn cũng có tính đến những tổn thất này. Do đó, nếu đo tỷ lệ dây bắn, có thể không cần thiết phải đo lượng tuyết, trừ khi các thiết bị được sử dụng để đo độ bắn không phải là đại diện cho dây pin hoặc được gắn khác nhau hoặc ở độ cao khác nhau.

7.3.7 Độ ẩm

Các phép đo độ ẩm tương đối có thể được sử dụng để ước tính các thay đổi quang phổ sự cố có thể ảnh hưởng đến đầu ra công suất mô-đun pin quang điện cũng như chỉ số cảm biến bức xạ. Dữ liệu về độ ẩm cùng với dữ liệu về nhiệt độ cũng có thể được sử dụng để tính toán thời gian bị ẩm do ngưng tụ.

7.4 Hệ thống theo dõi vị trí mặt trời

7.4.1 Hệ thống theo dõi vị trí mặt trời đơn trục

Góc nghiêng của hệ thống theo dõi vị trí mặt trời theo thời gian thực T phải được đo trên các hệ thống theo dõi vị trí mặt trời đại diện. Phép đo có thể được thực hiện với bộ đếm động cơ hoặc vị trí hoặc các cảm biến khác được tích hợp vào cơ chế hoạt động của hệ thống theo dõi vị trí mặt trời, nếu muốn, và không cần phải sử dụng thiết bị đo riêng.

7.4.2 Hệ thống theo dõi vị trí mặt trời trục kép đối với các hệ thống > 20x

7.4.2.1 Giám sát

Đối với các hệ thống có độ tập trung cao (> 20x), các lỗi hướng hệ thống theo dõi vị trí mặt trời theo thời gian thực ($\Delta\phi_1$ và $\Delta\phi_2$) phải được đo trên các hệ thống theo dõi vị trí mặt trời đại diện bằng các cảm biến được xác định và hiệu chuẩn theo 7.3 - IEC 62817: 2014. Các hệ thống theo dõi vị trí mặt trời được chọn phải trùng với vị trí đo cho công suất đầu ra một chiều (xem 7.5). Báo cáo dữ liệu lỗi hướng hệ thống theo dõi vị trí mặt trời phải theo 7.4.6 - IEC 62817: 2014.

7.4.2.2 Căn chỉnh cảm ứng lỗi chỉ hướng

Cảm biến sai số chỉ hướng hệ thống theo dõi vị trí mặt trời thường được gắn trên hệ thống theo dõi vị trí mặt trời sao cho vectơ chỉ hướng của cảm biến vuông góc với mặt phẳng của hệ thống pin quang điện. Phải xác nhận việc căn chỉnh ban đầu của cảm biến sai số chỉ hướng bằng cách chủ động quét căn chỉnh tối ưu trong khi đo sai số chỉ hướng. Điều này có thể được thực hiện bằng cách điều khiển hệ thống theo dõi vị trí mặt trời qua góc mong muốn trên mỗi trục liên quan hoặc bằng cách di chuyển hệ thống theo dõi vị trí mặt trời, dùng hệ thống theo dõi vị trí mặt trời và chờ mặt trời di chuyển vào và ra khỏi vị trí tối ưu. Sai số chỉ hướng đo được được vẽ dựa theo công suất cực đại của hệ thống chuẩn chia cho mức chiếu xạ trực tiếp bình thường (DNI). Dữ liệu phải được đo trong điều kiện trời quang với tốc độ gió trong khoảng từ $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ to $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ và phải được ghi lại trong khoảng thời gian 1h. Những yêu cầu này nhằm để giảm thiểu tiếng ồn liên quan đến biến động sản lượng điện do các yếu tố khác gây ra ngoài vấn đề căn chỉnh.

Đạt được căn chỉnh lý tưởng nếu sai số chỉ hướng bằng 0 khi đường cong công suất chuẩn hóa bức xạ đạt giá trị tối đa. Không có dung sai được nêu ở đây đối với độ lệch so với căn chỉnh lý tưởng vì dung sai có thể chấp nhận được phụ thuộc vào hệ thống đã có. Độ rộng của quá trình quét sẽ phụ thuộc vào phản ứng của hệ thống, nhưng tối đa phải là $\pm 0.75^\circ$ để quá trình quét tương thích với cảm biến *DNI*.

Thường thực hiện kiểm thử đối với hệ thống theo dõi vị trí mặt trời riêng lẻ với phép đo phát điện chỉ liên quan đến hệ thống theo dõi vị trí mặt trời riêng lẻ đó, nhưng có thể vẽ sơ đồ phát điện của nhiều hệ thống theo dõi vị trí mặt trời với điều kiện toàn bộ các hệ thống theo dõi vị trí mặt trời cùng di chuyển.

Báo cáo thử nghiệm phải thể hiện các đường đồ thị và các đường đồ thị này sẽ là dấu hiệu cho thấy dung sai căn chỉnh là đủ.

7.5 Đo điện

Tất cả các phép đo điện sẽ có phạm vi gia tăng lên đến ít nhất 120% sản lượng điện dự kiến khi các dãy pin quang điện đang hoạt động tại điều kiện STC hoặc gia tăng đến mức định mức tối đa của bộ chuyển đổi inverter, tùy mức nào thấp hơn.

CHÚ Ý: Sản lượng điện có thể vượt quá giá trị STC dự kiến do quá bức xạ (trên $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$) và nhiệt độ mô-đun thấp (dưới 25°C).

Các phép đo điện phải có độ không đảm bảo đáp ứng các yêu cầu được liệt kê trong Bảng 11 và Bảng 12 đối với các phép đo tương ứng với ³ 20% sản lượng điện dự kiến khi dãy pin hoạt động tại điều kiện STC.

Bảng 11 liệt kê các yêu cầu đối với các phép đo điện cấp bộ chuyển đổi inverter, bao gồm các phép đo một chiều trên dãy pin quang điện trước khi chuyển đổi nguồn và đo AC sau khi chuyển đổi nguồn. Các phép đo một chiều có thể được thực hiện tại mỗi tủ kết nối hoặc từng chuỗi ngoài vị trí các bộ chuyển đổi inverter hoặc thay vì tại vị trí các bộ chuyển đổi inverter.

Bảng 11 – Yêu cầu đo điện cấp bộ chuyển đổi inverter

Thông số	Tính bất định của phép đo		
	Loại A Độ chính xác cao	Loại B Độ chính xác trung bình	Loại C Độ chính xác cơ bản
Điện áp đầu vào (một chiều)	$\pm 2,0 \%$	n/a	n/a
Dòng điện đầu vào (một chiều)	$\pm 2,0 \%$	n/a	n/a
Công suất đầu vào (một chiều)	$\pm 2,0 \%$	n/a	n/a
Điện áp đầu ra (xoay chiều)	$\pm 2,0 \%$	$\pm 3,0 \%$	n/a
Dòng điện đầu ra (xoay chiều)	$\pm 2,0 \%$	$\pm 3,0 \%$	n/a
Công suất đầu ra (xoay chiều)	$\pm 2,0 \%$	$\pm 3,0 \%$	n/a

Bảng 12 liệt kê các yêu cầu đối với các phép đo điện tại đầu ra của nhà máy điện, tức là tổng đầu ra do tất cả các bộ chuyển đổi inverter trong hệ thống tạo ra.

Đối với các hệ thống nhiều pha, phải đo từng pha hoặc đo 2 trong 3 pha (phương pháp hai wattmeter).

Bảng 12 – Yêu cầu đối với phép đo đầu ra điện xoay chiều cấp độ nhà máy

Thông số	Loại A Độ chính xác cao	Loại B Độ chính xác trung bình	Loại C Độ chính xác cơ bản
Công suất và năng lượng hoạt động	Loại 0,2 S theo IEC 62053-22	Loại 0,5 S theo IEC 62053-22	Loại 2 theo IEC 62053-21
Hệ số công suất	Loại 1 theo IEC 61557-12	Loại 1 theo IEC 61557-12	n/a

7.6 Các yêu cầu hệ thống bên ngoài

Hệ thống giám sát phải ghi lại các giai đoạn hệ thống pin quang điện không cung cấp công suất đầu ra tối đa cho lưới điện và/hoặc tải cục bộ do có đề nghị hoặc yêu cầu hệ thống bên ngoài, ví dụ, có thể bao gồm nhu cầu hệ số công suất đầu ra của hệ thống và việc cắt giảm công suất hệ thống.

8 Xử lý dữ liệu và kiểm tra chất lượng

8.1 Giờ ban ngày

Dữ liệu được xử lý đối với bức xạ và năng lượng do điện tạo ra từ pin quang điện nên bị giới hạn số giờ ban ngày của mỗi ngày (từ bình minh đến hoàng hôn, bức xạ $W 20 W/m_2$) để tránh các giá trị dữ liệu ban đêm từ bên ngoài gây ra, là những giá trị gây sai số trong các nội dung phân tích, trừ khi các sai số đó được chứng minh là không đáng kể.

8.2 Kiểm tra chất lượng

8.2.1 Xử lý những số liệu đọc lỗi

Dữ liệu đo được phải được kiểm tra và lọc, tự động hoặc thủ công, để xác định các điểm dữ liệu bị thiếu hoặc không hợp lệ và lọc chúng ra khỏi nội dung phân tích tiếp theo. Dữ liệu bị thiếu hoặc không hợp lệ đó sẽ được hệ thống giám sát ghi lại.

Kiến nghị các phương pháp xác định các điểm dữ liệu bị thiếu hoặc không hợp lệ, bao gồm:

- áp dụng giới hạn tối thiểu và tối đa hợp lý về mặt tự nhiên;
- áp dụng các giới hạn hợp lý về mặt tự nhiên đối với tỷ lệ thay đổi tối đa;
- áp dụng các thử nghiệm thống kê để xác định các giá trị bên ngoài, bao gồm so sánh các phép đo từ nhiều cảm biến;
- áp dụng dữ liệu theo hợp đồng để xác định ranh giới thông số khả thi đối với các dữ liệu hiệu suất nhất định;
- chú ý mã lỗi do các cảm biến trả về;
- xác định và xóa các mục dữ liệu dư thừa;
- xác định dữ liệu còn thiếu;
- xác định các chỉ số gắn với một giá trị trong một thời gian kéo dài;
- kiểm tra tem thời gian để xác định các khoảng trống hoặc trùng lặp trong dữ liệu;
- kiểm tra báo cáo về độ khả dụng của hệ thống.

8.2.3 Xử lý các dữ liệu bị thiếu

Các dữ liệu bị thiếu hoặc không hợp lệ có thể được xử lý theo một trong các cách sau đây:

- dữ liệu không đúng hoặc bị thiếu có thể được thay thế bằng các giá trị được ước tính từ dữ liệu hợp lệ được ghi trước và/hoặc sau dữ liệu bị thiếu hoặc không hợp lệ;
- dữ liệu không hợp lệ hoặc bị thiếu có thể được thay thế bằng giá trị trung bình trong khoảng thời gian được phân tích;

- dữ liệu có thể được xử lý theo cách thức được quy định trong hợp đồng còn hiệu lực, tài liệu đảm bảo hiệu suất hoặc thông số kỹ thuật khác bao gồm việc cài đặt;
- khoảng được phân tích có thể được coi là thiếu hoặc không hợp lệ.

Việc xử lý dữ liệu bị thiếu hoặc không hợp lệ có thể phụ thuộc vào mục tiêu của phép đo. Ví dụ, dữ liệu bị thiếu hoặc không hợp lệ liên quan đến các vấn đề về bộ chuyển đổi inverter nên bị loại bỏ nếu mục tiêu là nghiêm ngặt định lượng hiệu suất mô-đun, nhưng nên được giữ lại nếu mục tiêu là đạt được tất cả các khía cạnh của hiệu suất và tính khả dụng của nhà máy.

IEC 61724-2 và IEC 61724-3 đưa ra các khuyến nghị và yêu cầu bổ sung để xử lý dữ liệu bị thiếu hoặc không hợp lệ.

Việc xử lý cụ thể các dữ liệu bị sót hoặc không hợp lệ sẽ được đưa vào hồ sơ trong bất kỳ báo cáo nào.

9 Các thông số được tính toán

9.1 Tổng quan

Bảng 13 tóm tắt các thông số được tính toán và được xác định rõ hơn dưới đây. Tất cả đại lượng trong bảng bên dưới sẽ được báo cáo theo kỳ báo cáo (thường là một ngày, tháng hoặc năm).

Bảng 13 – Các thông số được tính toán

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị
Bức xạ (9.3)		
Bức xạ trên mặt phẳng	H_i	$\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}$
Năng lượng điện (9.4)		
Năng lượng đầu ra dây pin quang điện (một chiều)	E_A	kWh
Sản lượng năng lượng từ hệ thống pin quang điện (xoay chiều)	E_{out}	kWh
Định mức công suất của dây pin quang điện (9.5)		
Định mức công suất dây (một chiều)	P_0	kW
Định mức công suất dây (xoay chiều)	$P_{0,AC}$	kW
Năng suất và tổn thất hiệu suất (9.6 và 9.7)		
Năng suất dây pin quang điện	Y_A	$\text{kWh}\cdot\text{kW}^{-1}$
Năng suất t hệ thống Cuối cùng	Y_f	$\text{kWh}\cdot\text{kW}^{-1}$
Năng suất chuẩn	Y_r	$\text{kWh}\cdot\text{kW}^{-1}$
Tổn thất thu dây	L_C	$\text{kWh}\cdot\text{kW}^{-1}$
Tổn thất cân bằng Hệ thống	L_{BOS}	$\text{kWh}\cdot\text{kW}^{-1}$
Hiệu suất (9.8)		
Hiệu suất của dây	η_A	Không
Hiệu suất hệ thống	η_f	Không
Hiệu suất BOS (cân bằng hệ thống)	η_{BOS}	Không

9.2 Phép Tổng

Trong các công thức dưới đây liên quan đến tổng, τ_k biểu thị thời lượng của khoảng thời gian ghi thứ k trong khoảng thời gian báo cáo (xem Điều 6) và ký hiệu biểu thị phép tổng trong toàn bộ các khoảng ghi chép trong kỳ báo cáo.

$$\sum_k$$

Chú ý rằng trong các công thức liên quan đến tích số của các đại lượng công suất với khoảng thời gian ghi τ_k , công suất phải được biểu thị bằng kW và khoảng thời gian ghi biểu thị theo giờ để có được năng lượng tính bằng đơn vị kWh.

9.3 Chiếu xạ

Chiếu xạ, còn được gọi là chiếu nắng, là tích phân thời gian của bức xạ.

Mỗi đại lượng chiếu xạ H tương ứng với đại lượng bức xạ G được xác định tại Khoản 3 được tính bằng cách tính tổng chiếu xạ như sau:

$$H = \sum_k I_k \times \tau_k \quad [5]$$

Ví dụ, bức xạ trên mặt phẳng, H_i , được cho bởi:

$$H_i = \sum_k G_{i,k} \times \tau_k \quad [6]$$

9.4 Năng lượng điện

9.4.1 Tổng quát

Các đại lượng năng lượng có thể được tính từ tích phân của các thông số công suất đo được tương ứng của chúng trong kỳ báo cáo.

Ngoài ra, nếu các phép đo công suất được thực hiện bằng các cảm biến có các bộ tổng được cài sẵn thì các đại lượng năng lượng có thể được lấy trực tiếp dưới dạng số ghi các phép đo từ các cảm biến.

9.4.2 Năng lượng đầu ra một chiều

Năng lượng đầu ra một chiều của dãy pin quang điện được tính theo:

$$E_A = \sum_k P_{A,k} \times \tau_k \quad [7]$$

9.4.3 Năng lượng đầu ra xoay chiều

Năng lượng đầu ra xoay chiều được tính theo:

$$E_{\text{out}} = \sum_k P_{\text{out},k} \times \tau_k \quad [8]$$

9.5 Định mức công suất dây pin quang điện

9.5.1 Định mức công suất một chiều

Định mức công suất một chiều của dây, P_0 , là tổng công suất đầu ra một chiều của tất cả các mô-đun pin quang điện được cài đặt ở điều kiện định mức công suất chuẩn, được coi là điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn (STC) hoặc điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn tập trung (CSTC) trừ khi có quy định khác. P_0 được tính theo đơn vị kW.

P_0 được tính bằng cách sử dụng dữ liệu từ bảng dữ liệu của nhà sản xuất hoặc nhãn mô-đun, hoặc, với điều kiện là quy định rõ, sử dụng dữ liệu thay thế như dữ liệu thí nghiệm hoặc dữ liệu kiểm thử tại chỗ.

Việc xác định P_0 được sử dụng phải được quy định định rõ ràng, bất cứ khi nào các đại lượng phụ thuộc vào P_0 được báo cáo.

9.5.2 Định mức công suất xoay chiều

Định mức công suất xoay chiều dây, $P_{0, AC}$, là mức thấp hơn của Định mức công suất một chiều dây P_0 hoặc tổng định mức bộ chuyển đổi inverter trong hệ thống ở nhiệt độ vận hành theo quy định.

9.6 Năng suất

9.6.1 Tổng quát

Năng suất là Tỷ lệ của một đại lượng năng lượng so với định mức công suất dây P_0 . Năng suất thể hiện hoạt động mảng thực tế tương ứng với công suất định mức của dây.

Năng suất có đơn vị $\text{kWh} \times \text{kW}^{-1}$, trong đó đơn vị kWh trong tử số mô tả việc sản xuất năng lượng và đơn vị kW trong mẫu số mô tả định mức công suất hệ thống. Tỷ lệ các đơn vị tương đương với giờ và Tỷ lệ năng suất cho biết lượng thời gian tương đương trong đó dây bắt buộc phải hoạt động ở P_0 để cung cấp đại lượng năng lượng cụ thể được đo trong kỳ báo cáo.

9.6.2 Năng suất năng lượng dây pin quang điện

Năng suất dây pin quang điện Y_A là sản lượng năng lượng dây pin (một chiều) trên mỗi kW định mức (một chiều) của dây pin quang điện được lắp đặt:

$$Y_A = E_A / P_0 \quad (9)$$

9.6.3 Năng suất hệ thống cuối cùng

Năng suất hệ thống pin quang điện cuối cùng Y_f là sản lượng năng lượng ròng của toàn bộ hệ thống pin quang điện (xoay chiều) trên mỗi kW định mức (một chiều) của dây pin quang điện được lắp đặt:

$$Y_f = E_{\text{out}} / P_0 \quad (10)$$

9.6.4 Năng suất chuẩn

Năng suất chuẩn Y_r có thể được tính bằng cách chia tổng chiếu xạ trên mặt phẳng cho bức xạ trên mặt phẳng chuẩn của mô-đun:

$$Y_r = H_i / G_{i,\text{ref}} \quad (11)$$

Trong đó bức xạ trên mặt phẳng chuẩn $G_{i,\text{ref}}$ ($\text{kW} \times \text{m}^{-2}$) là độ bức xạ mà tại đó P_0 được xác định.

Năng suất chuẩn thể hiện số giờ trong đó chiếu xạ mặt trời sẽ cần ở mức bức xạ chuẩn để đóng góp cùng năng lượng mặt trời tối như đã được giám sát trong kỳ báo cáo trong khi có sẵn lưới điện và/hoặc tải cục bộ.

Nếu kỳ báo cáo tương đương một ngày, thì trên thực tế Y_r là số giờ mặt trời chiếu sáng tương đương ở mức bức xạ chuẩn mỗi ngày.

9.7 Tổn thất năng suất

9.7.1 Tổng quát

Tổn thất năng suất được tính bằng cách trừ năng suất. Tổn thất năng suất cũng có đơn vị là $\text{kWh} \times \text{kW}^{-1}$ (or h). Tổn thất năng suất là lượng thời gian mà dây bắt buộc phải hoạt động với công suất định mức P_0 để cung cấp cho các tổn thất tương ứng trong kỳ báo cáo.

9.7.2 Tổn thất do quá trình thu nhận của dây pin

Tổn thất do quá trình thu nhận của dây L_c là tổn thất do hoạt động của dây, bao gồm các tác động liên quan đến nhiệt độ dây, do dây bẩn, v.v., và được xác định là:

$$L_C = Y_r - Y_A \quad (12)$$

9.7.3 Tổn thất cân bằng của hệ thống (BOS)

Tổn thất do sự cân bằng của các hệ thống (BOS) L_{BOS} là những tổn thất trong các thành phần BOS, bao gồm bộ chuyển đổi inverter và tất cả các hộp kéo dây và đấu nối, và được xác định là:

$$L_{\text{BOS}} = Y_A - Y_f \quad (13)$$

9.8 Hiệu suất

9.8.1 Hiệu suất dây (một chiều)

Hiệu suất dây định mức được tính theo:

$$\eta_{A,0} = P_0 / (G_{i,\text{ref}} \times A_a) \quad (14)$$

Trong đó tổng diện tích dây A_a là tổng diện tích mô-đun, tương ứng với tổng diện tích các bề mặt trước của các mô-đun pin quang điện như được xác định theo các cạnh ngoài của các bề mặt.

Đối với mô-đun bộ tập trung, nếu bề mặt trước không đồng phẳng thì bề mặt trước sẽ được chiếu lên bề mặt hai chiều thích hợp để xác định diện tích.

$$\eta_A = E_A / (H_i \times A_a) \quad (15)$$

9.8.2 Hiệu suất hệ thống (xoay chiều)

Hiệu suất hệ thống trung bình trong kỳ báo cáo được xác định bởi:

$$\eta_f = E_{\text{out}} / (H_i \times A_a) \quad (16)$$

Công thức (16) còn có thể được viết lại thành:

$$\eta_f = \eta_{A,0} \times PR \quad (17)$$

Trong đó $\eta_{A,0}$ là hiệu suất dây định mức được xác định tại 9.8.1 và PR là tỷ lệ hiệu suất được xác định tại 10.3.1.

9.8.3 Hiệu suất BOS

Hiệu suất BOS trung bình trong kỳ báo cáo được xác định:

$$\eta_{\text{BOS}} = E_{\text{out}} / E_A \quad (18)$$

10 Các phương pháp đo lường hiệu suất

10.1 Tổng quan

Một số phương pháp được xác định ở đây để định lượng hiệu suất của hệ thống. Các chỉ số này được liệt kê trong Bảng 14 và được xác định rõ hơn trong các phần được trình bày tiếp theo. Chỉ số thích hợp nhất đối với một hệ thống cụ thể phụ thuộc vào thiết kế hệ thống và yêu cầu của người dùng.

Tỷ lệ hiệu suất (xem 10.3) dựa vào công suất danh định của hệ thống, trong khi chỉ số hiệu suất (xem 10.4) dựa trên mô hình hiệu suất hệ thống chi tiết hơn.

Các phương pháp về tỷ lệ hiệu suất dựa trên định mức tương đối đơn giản để tính toán nhưng có thể bỏ qua các yếu tố đã biết khiến sản lượng điện của hệ thống khác với những kỳ vọng chỉ dựa vào công suất danh định. Ví dụ, các hệ thống có tỷ lệ một chiều-xoay chiều cao hoạt động ở mức thấp hơn công suất danh định một chiều trong thời gian có độ bức xạ cao, nhưng đây là một thuộc tính dự tính khi thiết kế hệ thống. Những ảnh hưởng như vậy được xử lý tốt hơn bằng chỉ số hiệu suất dựa trên mô hình hệ thống chi tiết.

CHÚ Ý Các Tỷ lệ hiệu suất so sánh hiệu suất ngoài trời đo được và giá trị ghi trên nhãn tên mô-đun. Trong trường hợp này, việc sử dụng pin chuẩn phù hợp được hiệu chuẩn theo tiêu chuẩn IEC 60904 (phù hợp với cách thức xác định theo tiêu chuẩn IEC 60904 của định mức công suất mô-đun) để đưa ra kết quả so sánh đồng nhất.

Bảng 14 – Các phương pháp đo lường hiệu suất

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị
Dựa vào định mức (10.3)		
Tỷ lệ hiệu suất	PR	Không
Tỷ lệ hiệu suất hằng năm	$PR_{\text{hằng năm}}$	Không
Tỷ lệ hiệu suất tương đương nhiệt độ hằng năm	$PR'_{\text{tương đương hằng năm}}$	Không
Tỷ lệ hiệu suất nhiệt độ theo STC	PR'_{STC}	Không
Dựa vào mô hình (10.4)		
Chỉ số hiệu suất công suất	PPI	Không
Chỉ số hiệu suất năng lượng	EPI	Không
Chỉ số hiệu suất công suất cơ bản	$BPPI$	Không
Chỉ số hiệu suất năng lượng cơ bản	$BEPI$	Không

10.2 Phép Tổng

Xem 9.2 để xem nội dung giải thích về các phương trình được đưa ra trong 10.3 liên quan đến phép tổng.

10.3 Các Tỷ lệ hiệu suất

10.3.1 Tỷ lệ hiệu suất

Tỷ lệ hiệu suất PR là thương số của năng suất cuối cùng của hệ thống Y_f với năng suất chuẩn Y_r và cho biết tác động chung của những tổn thất lên đầu ra của hệ thống do cả nhiệt độ dây và sự thiếu hiệu suất của hoặc không có thành phần hệ thống, bao gồm cả sự cân bằng của các thành phần hệ thống. Được xác định là:

$$PR = Y_f / Y_r \quad (19)$$

$$= (E_{out} / P_0) / (H_i / G_{i,ref}) \quad (20)$$

Mở rộng công thức (20) ta có:

$$PR = \left(\sum_k \frac{P_{out,k} \times \tau_k}{P_0} \right) / \left(\sum_k \frac{G_{i,k} \times \tau_k}{G_{i,ref}} \right) \quad [21]$$

Cả tử số và mẫu số của Công thức (21) đều có đơn vị là $kWh \times kW^{-1}$ (hoặc h). Chuyển P_0 sang tổng mẫu số biểu thị cả tử số và mẫu số theo đơn vị năng lượng, ta có PR là tỷ lệ năng lượng đo được với năng lượng dự kiến (chỉ dựa trên độ bức xạ đo được và bỏ qua các yếu tố khác) trong kỳ báo cáo cụ thể:

$$PR = \left(\sum_k P_{out,k} \times \tau_k \right) / \left(\sum_k \frac{P_0 \times G_{i,k} \times \tau_k}{G_{i,ref}} \right) \quad [22]$$

Tỷ lệ hiệu suất hàng năm, PR_{annual} , là Tỷ lệ hiệu suất của Công thức (22) được đánh giá cho kỳ báo cáo là một năm.

CHÚ Ý 1: Kỳ vọng năng lượng được biểu thị bằng mẫu số của Công thức (22) bỏ qua ảnh hưởng của nhiệt độ dây pin, sử dụng giá trị cố định của định mức công suất dây, P_0 . Do đó, tỷ lệ hiệu suất thường giảm khi tăng chiều xạ trong kỳ báo cáo, mặc dù sản xuất năng lượng tăng, do nhiệt độ mô đun pin quang điện tăng thường đi kèm với mức chiều xạ cao hơn và dẫn đến hiệu suất thấp hơn. Theo đó, xảy ra thay đổi theo mùa, với giá trị PR cao hơn vào mùa đông và giá trị thấp hơn vào mùa hè. Cũng theo đó, các hệ thống được lắp đặt ở vùng khí hậu khác nhau sẽ khác nhau.

CHÚ Ý 2: Tính toán Tỷ lệ hiệu suất sử dụng GHI thay cho bức xạ trên mặt phẳng G_i là một phương án thay thế trong các tình huống có sẵn phép đo GHI nhưng không đo được G_i . Trong trường hợp này, GHI được thay thế cho G_i trong Công thức (22), dẫn đến Tỷ lệ hiệu suất GHI . Tỷ lệ hiệu suất GHI thường sẽ hiển thị các giá trị cao thậm chí có thể vượt quá giá trị đồng nhất. Không nhất thiết phải sử dụng các giá trị để so sánh hệ thống này với hệ thống khác nhưng có thể hữu ích để theo dõi hiệu suất của hệ thống theo thời gian và cũng có thể được áp dụng để so sánh hiệu suất được đo lường, dự kiến và dự đoán của hệ thống chỉ sử dụng mô hình hiệu suất chỉ dựa trên GHI .

10.3.2 Tỷ lệ hiệu suất được hiệu chỉnh theo nhiệt độ

10.3.2.1 Tổng quát

Sự thay đổi theo mùa của tỷ lệ hiệu suất PR trong Công thức (22) có thể bị giảm đáng kể bằng cách tính tỷ lệ hiệu suất được điều chỉnh theo nhiệt độ PR' .

CHÚ Ý: Mặc dù các biến động về nhiệt độ môi trường trung bình là yếu tố quan trọng nhất gây biến động theo mùa trong tỷ lệ hiệu suất đo được, các yếu tố khác, chẳng hạn như độ che bóng phụ thuộc theo mùa, hiệu ứng quang phổ và độ bất ổn cũng có thể góp phần vào sự thay đổi của PR theo mùa.

10.3.2.2 Tỷ lệ hiệu suất theo STC

Tỷ lệ hiệu suất theo STC, PR'_{STC} được tính bằng cách điều chỉnh định mức công suất ở mỗi khoảng ghi để bù chênh lệch giữa nhiệt độ mô đun pin quang điện thực tế và nhiệt độ chuẩn theo STC là 25 °C.

Giá trị của chỉ số sẽ gần với giá trị thống nhất hơn so với tỷ lệ hiệu suất được tính trong Công thức (22).

PR'_{STC} được tính bằng cách đưa hệ số điều chỉnh nhiệt độ định mức công suất C_k vào Công thức (22), như sau:

$$PR'_{STC} = \left(\sum_k P_{out,k} \times \tau_k \right) / \left(\sum_k \frac{(C_k \times P_0) \times G_{i,k} \times \tau_k}{G_{i,ref}} \right) \quad [23]$$

Trong đó C_k được tính theo

$$C_k = 1 + \gamma \times (T_{mod,k} - 25 \text{ °C}) \quad (24)$$

γ ở đây là hệ số nhiệt độ công suất tối đa tương đối (tính theo đơn vị °C⁻¹) và $T_{mod,k}$ là nhiệt độ mô-đun (tính bằng °C) trong khoảng thời gian k .

Tham chiếu đến Công thức (24), γ thường mang giá trị âm, ví dụ: đối với silic tinh thể. Nhiệt độ mô-đun đo được có thể được sử dụng đối với $T_{mod,k}$ trong Công thức (24). Tuy nhiên, nếu mục tiêu giám sát là so sánh PR'_{STC} với giá trị mục tiêu liên quan đến bảo đảm hiệu suất, thì không nên ước tính $T_{mod,k}$ từ dữ liệu khí tượng đo được với cùng mô hình truyền nhiệt được sử dụng bởi mô phỏng đạt giá trị đảm bảo hiệu suất để tránh sai số chệch.

Chú ý rằng Công thức (23) và (24) có thể được sử dụng để tính tỷ lệ hiệu suất được điều chỉnh theo nhiệt độ chuẩn khác bằng cách thay thế nhiệt độ chuẩn mong muốn trong Công thức (24) thay cho 25 °C.

10.3.2.3 Tỷ lệ hiệu suất tương đương nhiệt độ hàng năm

Tỷ lệ hiệu suất tương đương với nhiệt độ hàng năm $PR'_{annual-eq}$ được thiết lập để đạt giá trị gần với tỷ lệ hiệu suất hàng năm PR_{annual} bất kể thời gian của kỳ báo cáo. PR_{annual} tính toán tỷ lệ hiệu suất trong kỳ báo cáo với định mức công suất ở mỗi khoảng ghi được điều chỉnh để bù cho những chênh lệch giữa nhiệt độ mô đun pin quang điện thực tế và nhiệt độ mô đun pin quang điện trung bình hàng năm dự kiến. Mặc dù điều này làm giảm sự thay đổi theo mùa trong chỉ số, nhưng không loại bỏ ảnh hưởng của tổn thất nhiệt độ trung bình hàng năm và làm cho giá trị của chỉ số tương đương với giá trị của PR_{annual} .

$PR'_{annual-eq}$ được tính bằng cách đưa hệ số điều chỉnh nhiệt độ định mức công suất C_k vào Công thức (22), như sau:

$$PR'_{annual-eq} = \left(\sum_k P_{out,k} \times \tau_k \right) / \left(\sum_k \frac{(C_k \times P_0) \times G_{i,k} \times \tau_k}{G_{i,ref}} \right) \quad [25]$$

Trong đó C_k được tính như sau:

$$C_k = 1 + \gamma \times (T_{mod,k} - T_{mod,avg}) \quad (26)$$

γ ở đây là hệ số nhiệt độ công suất tối đa tương đối (tính theo đơn vị °C⁻¹), $T_{mod,k}$ là nhiệt độ mô đun pin năng lượng mặt trời trong khoảng thời gian k , và $T_{mod,avg}$ là nhiệt độ mô đun trung bình hàng năm.

CHÚ Ý: Tham chiếu đến Công thức (26), γ thường mang giá trị âm, ví dụ: đối với silic tinh thể.

Chọn $T_{mod,avg}$ dựa trên dữ liệu thời tiết lịch sử đối với khu vực lắp đặt hệ thống pin quang điện và mối quan hệ thực nghiệm với nhiệt độ mô-đun dự đoán được là một hàm của điều kiện môi trường xung quanh và cấu trúc mô-đun. Cần tính $T_{mod,avg}$ bằng cách tính trung bình trọng số của nhiệt độ mô-đun dự đoán và sau đó xác minh bằng cách sử dụng dữ liệu lịch sử đối với khu vực lắp đặt hệ thống pin quang điện bằng cách xác nhận rằng tỷ lệ hiệu suất tương đương hàng năm $PR'_{annual-eq}$ đối với dữ liệu lịch sử (sử dụng Công thức (25) và (26)) giống như tỷ lệ hiệu suất hàng năm PR_{annual} đối với dữ liệu lịch sử (sử dụng Công thức (22)).

Nhiệt độ mô-đun đo được có thể được sử dụng đối với $T_{mod,k}$ trong Công thức (26). Tuy nhiên, nếu mục tiêu giám sát là để so sánh $PR'_{annual-eq}$ với giá trị mục tiêu liên quan đến bảo đảm hiệu suất, thì nên ước tính $T_{mod,k}$ từ dữ liệu khí tượng đo được với mô hình truyền nhiệt tương tự được sử dụng bởi mô phỏng thiết lập giá trị đảm bảo hiệu suất, để tránh sai số chệch.

10.4 Các chỉ số hiệu suất

Có thể sử dụng mô hình hiệu suất chi tiết để dự đoán sản lượng điện của hệ thống pin quang điện như là một hàm của điều kiện khí tượng, các thuộc tính đã biết của các thành phần và vật liệu hệ thống và thiết kế hệ thống. Mô hình hiệu suất cố gắng nắm bắt chính xác nhất có thể tất cả các yếu tố có thể ảnh hưởng đến sản lượng điện.

Khi đánh giá hiệu suất của hệ thống, đặc biệt liên quan đến đảm bảo quả, cần so sánh sản lượng đo được với sản lượng dự đoán và kỳ vọng. Trong một kỳ báo cáo nhất định, sản lượng dự đoán là sản lượng được tính bởi mô hình hiệu suất khi sử dụng dữ liệu thời tiết lịch sử, trong khi sản lượng kỳ vọng là sản lượng được tính bởi mô hình hiệu suất khi sử dụng dữ liệu thời tiết đo được cho kỳ báo cáo.

Tỷ lệ sản lượng đo được trên sản lượng kỳ vọng trong một kỳ báo cáo nhất định xác định chỉ số hiệu suất. Chỉ số hiệu suất có thể được đánh giá dựa trên công suất, xác định chỉ số hiệu suất điện PPI hoặc trên cơ sở năng lượng, xác định chỉ số hiệu suất năng lượng, EPI .

Tỷ lệ sản lượng đo được với sản lượng dự đoán trong một kỳ báo cáo nhất định xác định chỉ số hiệu suất cơ bản. Chỉ số hiệu suất cơ bản có thể được đánh giá dựa trên cơ sở công suất, xác định chỉ số hiệu suất công suất cơ sở $BEPI$ hoặc trên cơ sở năng lượng, xác định chỉ số hiệu suất năng lượng cơ sở $BEPI$.

Đối với việc đánh giá bảo đảm hiệu suất, mô hình hiệu suất được sử dụng để tính công suất kỳ vọng hoặc năng lượng kỳ vọng sẽ giống hệt với mô hình hiệu suất được sử dụng để tính công suất dự đoán hoặc năng lượng dự đoán được sử dụng trong bảo đảm hiệu suất.

Thông tin chi tiết khác về việc áp dụng mô hình hiệu suất để đánh giá các chỉ số hiệu suất dựa trên mô hình được quy định trong IEC TS 61724-2 và IEC TS 61724-3.

11 Lọc dữ liệu

11.1 Sử dụng dữ liệu có sẵn

Trừ khi có quy định khác, việc tính toán một thông số được báo cáo sẽ sử dụng tất cả dữ liệu giám sát hợp lệ có sẵn trong kỳ báo cáo được chỉ định. Các trường hợp ngoại lệ được quy định tại 11.2 và 11.3.

11.2 Lọc dữ liệu theo điều kiện cụ thể

Các thông số được báo cáo có thể được tính bằng cách sử dụng tập dữ liệu con tương ứng với một tập hợp các điều kiện cụ thể, ví dụ: ngăn bức xạ, ngăn nhiệt độ, các phần được chọn trong ngày, các phần được chọn của nhà máy điện, v.v., để tạo điều kiện phân tích hiệu suất.

Các tính toán như vậy chỉ sử dụng một tập dữ liệu giám sát con phải được ghi chú rõ ràng cùng với phạm vi các điều kiện được sử dụng để tính toán.

11.3 Suy giảm khả dụng của inverter, lưới điện, hoặc phụ tải

Trong các báo cáo bao gồm các kỳ báo cáo đã biết về độ khả dụng bị gián đoạn của bộ chuyển đổi inverter hoặc độ khả dụng nhu cầu bị suy giảm hoặc bị gián đoạn từ lưới điện hoặc tải cục bộ, dẫn đến hệ thống pin quang điện không thể hoạt động ở công suất tối đa, nội dung phân tích phải:

- a) loại trừ các kỳ đó, và phải Chú ý rõ ràng về việc loại trừ đó; hoặc là
- b) bao gồm các kỳ mà không có thay đổi nội dung phân tích, nhưng phải Chú ý rõ ràng các kỳ hoặc là
- c) bao gồm các kỳ đó, tiến hành phân tích theo hai cách, cả bao gồm các kỳ đó (phục vụ mục đích ghi lại kết quả thực tế) và loại trừ các kỳ đó (phục vụ mục đích ghi lại bảo đảm thực hiện); hoặc là
- d) chú ý rõ ràng các kỳ đó và tuân theo các hướng dẫn phân tích được quy định trong hợp đồng áp dụng hoặc bảo đảm thực hiện.

Phụ lục A

(cung cấp thông tin)

Khoảng lấy mẫu

A.1 Chú ý chung

Khoảng thời gian lấy mẫu ảnh hưởng đến chất lượng của quá trình thu thập dữ liệu trong việc mô tả tín hiệu thực. Khi xác định khoảng thời gian lấy mẫu và/hoặc phương pháp lọc, cần xem xét các yếu tố sau:

- tốc độ thay đổi của thông số cần đo;
- tốc độ đáp ứng của bộ chuyển đổi đo lường;
- việc xử lý dữ liệu được lấy mẫu (ví dụ: liệu dữ liệu có được sử dụng trong các tính toán tiếp theo có liên quan đến các tập dữ liệu được lấy mẫu khác hay không, như trường hợp khi tính công suất từ các phép đo dòng điện và điện áp được lấy mẫu); và
- việc sử dụng cuối cùng của dữ liệu được lấy mẫu và giới hạn mong muốn về độ không đảm bảo trong việc mô tả thông số tín hiệu thực.

A.2 Hằng số thời gian

Nói chung, đối với các tín hiệu thay đổi nhanh, khoảng thời gian lấy mẫu (τ_s) nên nhỏ hơn $1/e$ (0,368) hằng số thời gian của bộ chuyển đổi đo lường, trong đó hằng số thời gian của bộ chuyển đổi là thời gian thực hiện, sau khi thực hiện thay đổi đột biến trong biến đo được, để máy đo ghi nhận 63,2% thay đổi đột biến về thông số đo được.

Ngoài ra, khi hằng số thời gian điển hình của thông số đo được dài hơn hằng số thời gian của bộ chuyển đổi đo, yêu cầu trên có thể không quá nghiêm ngặt. Trong trường hợp này, khoảng thời gian lấy mẫu chỉ cần nhỏ hơn $1/e$ của hằng số thời gian thông số đo.

A.3 Sai số lấy mẫu

Sai số lấy mẫu là lỗi liên quan đến thông tin bị mất do không lấy đủ số điểm dữ liệu được lấy mẫu. Để tránh sai số lớn, quy tắc lấy mẫu Nyquist cho thấy cần tối thiểu hai mẫu trên mỗi chu kỳ của băng thông dữ liệu để sao chép dữ liệu được lấy mẫu mà không mất thông tin.

Ví dụ, quy tắc Nyquist cho thấy rằng nếu tần số cao nhất trong tín hiệu được lấy mẫu là f_{max} , thì tần suất lấy mẫu tối thiểu sẽ là $2 \cdot f_{max}$. Tuy nhiên, tần suất lấy mẫu này vẫn không đạt được sự sao chép tín hiệu gốc chính xác (sai số trung bình giữa tín hiệu được sao chép và tín hiệu gốc là 32% tại $2 \cdot f_{max}$) và cần tăng tần suất lấy mẫu lên $200 \cdot f_{max}$ để đạt được độ chính xác 1% về tín hiệu được tái tạo.

Một lựa chọn khác là lọc tín hiệu trước khi lấy mẫu. Đây là một phương pháp rất hiệu suất để giảm tần suất tối đa của tín hiệu, nhưng việc lọc cũng dẫn đến việc mất thông tin. Đây không phải là vấn đề nếu việc sử dụng cuối cùng của dữ liệu là tính trung bình đơn giản trong một khoảng thời gian. Tuy nhiên, nếu dữ liệu được sử dụng trong tính toán liên quan đến các thông số được lấy mẫu khác (ví dụ tính toán công suất từ điện áp được lấy mẫu và đo dòng điện) thì việc lọc tương tự trước khi lấy mẫu loại bỏ các yếu tố cơ bản của biến đổi phụ thuộc thời gian của tín hiệu và có thể dẫn đến sự mất độ chính xác trong dữ liệu tính toán.

A.4 Ví dụ

Ví dụ, xem xét khoảng thời gian lấy mẫu thích hợp cho các phép đo bức xạ. Các dao động lớn nhất về tín hiệu xảy ra trong điều kiện trời nhiều mây, vì cảm biến bức xạ bị xen kẽ che bóng và không bị che bóng. Giả sử một tình huống xấu nhất trong đó bức xạ thay đổi đáng kể do các đám mây chuyển qua khoảng 30 giây một lần. Ngoài ra, giả sử rằng mục đích giám sát chính chỉ nhằm xác định mức bức xạ trung bình trong khoảng thời gian báo cáo là 1 giờ, chứ không phải để phục hồi chuỗi thời gian bức xạ chính xác. Trong trường hợp này, hằng số thời gian có tầm quan trọng hơn sai số lấy mẫu. Lấy mẫu bức xạ ít nhất một lần trong 10 giây là đủ. Trong ví dụ này, mô phỏng Monte Carlo cho thấy tính bất định liên quan đến lấy mẫu điển hình trong bức xạ trung bình được ghi nhận trong một giờ là khoảng 0,5%. Đây là kết quả không đáng kể so với tính bất định của dụng cụ điển hình.

Phụ lục B

(cung cấp thông tin)

Lựa chọn và gắn cảm biến nhiệt độ mặt sau của mô-đun

B.1 Mục tiêu

Phụ lục hướng dẫn lựa chọn và gắn cảm biến đo nhiệt độ bề mặt phía sau mô-đun pin quang điện trong các hệ thống được lắp đặt điển hình.

Loại cảm biến và phương pháp gắn có thể có tác động đáng kể đến nhiệt độ đo được, dẫn đến sai số đo đáng kể. Các sai số này chủ yếu bị ảnh hưởng bởi sự tiếp xúc giữa cảm biến và bề mặt phía sau của mô-đun, số lượng và loại cách điện được đặt trên cảm biến, lượng và loại chất kết dính được sử dụng.

Các khuyến nghị nêu trong phụ lục này được thiết kế để giảm thiểu độ lệch so với điều kiện đo lý tưởng trong khi quy định các phép đo dài hạn an toàn và đáng tin cậy.

B.2 Cảm biến và lựa chọn vật liệu

B.2.1 Các loại cảm biến tối ưu

Nên ưu tiên cho các đầu dò phẳng được thiết kế dành riêng cho các phép đo bề mặt liên tục. Các cặp nhiệt điện màng mỏng loại T hoặc E thường được chấp nhận. RTD dạng yếu tố nhỏ và các cấu kiện điện trở nhiệt có thể được sử dụng với điều kiện các khe hở không khí được giảm thiểu khi áp dụng lớp phủ bằng dính. Tuy nhiên, nên tránh các cặp nhiệt điện dạng hạt, các phần tử điện trở không đóng gói và các thiết bị được bọc trong các đầu dò hình trụ khi có thể.

B.2.2 Băng dính tối ưu

Để giảm thiểu sai sót và chống chịu mưa gió cho cảm biến nhiệt độ, nên gia cố cảm biến và nên dùng dây dẫn cảm biến. Điều này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng lớp phủ hoặc băng dính.

Lớp phủ kết dính và băng dính nên được làm từ các vật liệu chịu được tác động của nhiệt độ, độ ẩm và chiếu xạ cực tím. Tránh dùng loại băng không được sử dụng để bảo vệ cảm biến trên các bề mặt - chẳng hạn như băng dính điện, băng keo dán ống, băng vải phủ nhôm, băng keo lá hoặc băng keo đóng gói - vì chúng có thể yếu về mặt kết cấu và vì chất kết dính của chúng có xu hướng bị khô theo thời gian hoặc chảy khi gặp nhiệt độ cao. Băng polyimide (như Kapton) được biết là dễ bị ảnh hưởng khi tiếp xúc với chiếu xạ cực tím và độ ẩm khi có oxy (không khí) và nên tránh sử dụng trong thời gian dài. Polyester có lẽ là vật liệu che phủ thích hợp nhất vì nhiều bề mặt sau được làm bằng polyester nhiều lớp và vật liệu này chịu ẩm, nhiệt độ và tia cực tím. Chất kết dính silicon nhạy áp thường được áp dụng cho băng polyester và được khuyến dùng.

Khi sử dụng lớp phủ hoặc băng keo, giảm thiểu khe hở không khí càng nhiều càng tốt. Các túi khí bị kẹt sẽ làm giảm phản ứng cảm biến, do đó ảnh hưởng tiêu cực đến hiệu suất của hệ thống đo lường.

B.2.3 Chất kết dính Cyanoacrylate và tính toàn vẹn của mặt sau

Nên tránh sử dụng chất kết dính cyanoacrylate trên các lớp đệm của mô-đun, bởi vì các nhà sản xuất vật liệu cho rằng cyanoacrylate có thể phản ứng hóa học với các lớp đệm PET (polyetylen terephthalate) hoặc PTFE (polytetrafluoroetylen), có thể dẫn đến sự suy giảm chất lượng của lớp đệm. Hiệu suất gắn kết lâu dài của mô-đun pin quang điện.

B.3 Phương pháp gắn cảm biến

B.3.1 Vĩnh viễn hay tạm thời

Nội dung này đưa ra những hướng dẫn đối với cả gắn vĩnh viễn và tạm thời.

Nên gắn vĩnh viễn khi muốn theo dõi lâu dài và cảm biến sẽ không bị gỡ bỏ hoặc di dời. Ví dụ, khi bao gồm các phép đo nhiệt độ phía sau mô-đun trong hệ thống thu thập dữ liệu thực địa.

Nên gắn tạm thời khi cần phải di dời hoặc gỡ bỏ cảm biến đo lường do chỉ giám sát trong thời gian ngắn, chẳng hạn như trong quá trình vận hành hoặc bảo trì định kỳ.

B.3.2 Vị trí gắn

Chọn một vị trí cảm biến ở trung tâm của pin gần với trung tâm của mô-đun, tránh ranh giới giữa các pin.

Đối với các mô-đun silicon tinh thể, chọn trung tâm của pin ở giữa trong phạm vi mô-đun hoặc khi mô-đun được xây dựng với số lượng hàng hoặc cột của các pin chẵn, chọn một trong các pin gần trung tâm nhất.

Đối với các mô-đun màng mỏng, đặt cảm biến trong ranh giới của một pin gần trung tâm của mô-đun, tránh vạch kẻ giữa các pin liền kề nếu có thể.

B.3.3 Gắn cảm biến

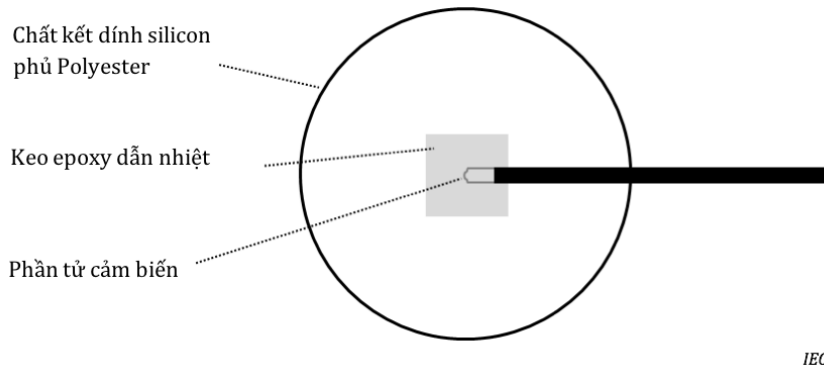
a) Làm sạch dầu và bụi ở bề mặt phía sau của mô-đun và phần tử cảm biến bằng cách sử dụng khăn lau không có xơ được làm ẩm bằng dung dịch cồn isopropyl 70% trong nước cất. Hãy để tất cả các bề mặt được làm sạch khô hoàn toàn trước khi tiến hành gắn.

b) Gắn cảm biến bằng phương pháp thích hợp:

1) Vĩnh viễn (xem Hình B.1):

- Chất kết dính phải được xác nhận là tương thích với vật liệu mặt sau để không ảnh hưởng đến tính toàn vẹn lâu dài của mô-đun.
- Trộn epoxy dẫn nhiệt theo hướng dẫn của nhà sản xuất.
- Bôi chất kết dính vào cạnh của phần tử cảm biến dự định tiếp xúc với bề mặt mô-đun. Không bôi quá nhiều chất kết dính; lớp kết dính phải mỏng nhất có thể nhưng phủ đầy đủ bề mặt của phần tử cảm biến.
- Đặt phần tử cảm biến vào vị trí đã chọn. Thao tác khéo léo để loại bỏ bọt khí và có được độ dày dính đồng đều.
- Áp dụng lớp phủ bằng keo polyester để giữ vị trí cảm biến trong khi chất kết dính sẽ bảo vệ lâu dài cho phần tử cảm biến. Hình dạng cắt tròn là lý tưởng vì việc thiếu góc của chúng làm giảm khả năng tách lớp. Nếu hình dạng tròn không có sẵn, cố gắng làm tròn các góc của băng bằng kéo.
- Thực hiện xử lý chất kết dính theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

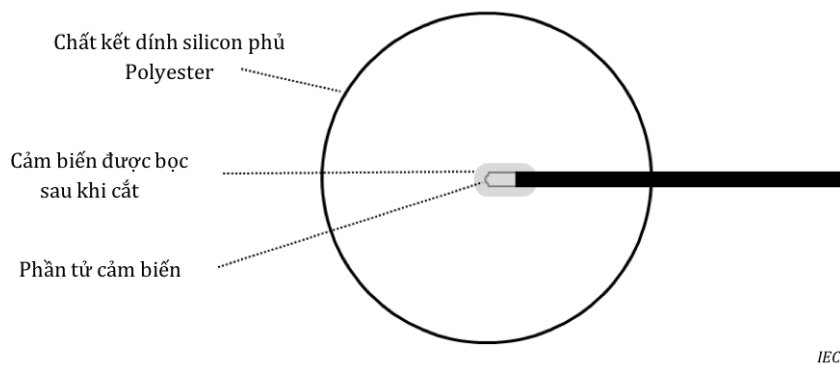
Hình B.1 – Gắn cảm biến, vĩnh viễn



2) Tạm thời (xem Hình B.2):

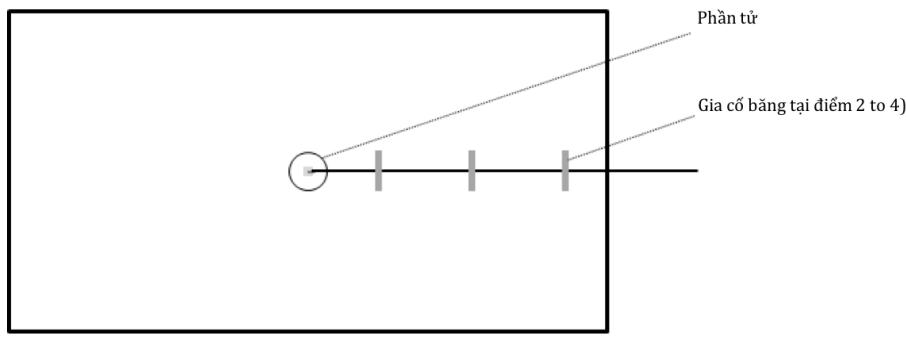
- Cắt đóng gói cảm biến màng mỏng (như băng) trong khoảng 3 mm của phần tử cảm biến. Bo tròn tất cả các góc cắt.
- Áp phần tử cảm biến vào trung tâm của chấm dính polyester tròn hoặc băng polyester tròn ở mặt dính. Nền tại băng và chấm bằng keo silicone. Nền dính các cảm biến vào băng.
- Đặt phần tử cảm biến vào vị trí đã chọn. Thao tác khéo léo để loại bỏ bọt khí.

Hình B.2 – Gắn Cảm biến, tạm thời



- c) Cố định dây cảm biến vào mặt sau của mô-đun bằng băng polyester ở 2 đến 4 điểm để giảm sức căng cho phần tử cảm biến (xem Hình B.3). Nói chung, các phần băng sẽ không cần vượt quá khoảng 2 cm chiều rộng 5 cm chiều dài. Sử dụng càng ít băng càng tốt để cố định dây dẫn.

Hình B.3 – xả sức căng dây phần tử cảm biến



- d) Đối với RTD hoặc nhiệt điện trở, mạch đo có thể yêu cầu điện trở trọn bộ. Trong trường hợp này, chọn một điện trở có hệ số nhiệt độ thấp, ví dụ: ≤ 10 phần triệu mỗi $^{\circ}\text{C}$.

Phụ lục C

(cung cấp thông tin)

Các yếu tố suy giảm

Các yếu tố suy giảm công suất định mức định lượng các nguồn tổn thất riêng lẻ liên quan đến định mức công suất danh định một chiều.

Các yếu tố suy giảm công suất định mức có thể được định nghĩa là một loạt các yếu tố đóng góp vào tỷ lệ hiệu suất, PR , theo mối quan hệ:

$$PR = Y_f / Y_r = \prod_{k=1}^N DR_k \quad [C.1]$$

trong đó DR_k là các yếu tố riêng lẻ tương ứng với các cơ chế tổn thất khác nhau và được tính theo công thức:

$$DR_k = Y_k / Y_{k-1} \quad [C.2]$$

Ở đây Y_k là năng suất hệ thống với các cơ chế tổn thất từ 1 đến k hoạt động, được tính theo công thức:

$$Y_k = Y_{k-1} - L_k \quad [C.3]$$

Trong đó L_k là tổn thất năng suất do cơ chế tổn thất k . Y_0 tương ứng với Y_r và Y_N tương ứng với Y_f .

Số lượng các yếu tố giảm công suất định mức có thể được điều chỉnh theo các mục đích khác nhau, tùy thuộc vào quy mô hệ thống và mục tiêu phân tích.

Phân loại tất cả các tổn thất như là các tổn thất thu nhận (capture) của dây hoặc tổn thất BOS, Công thức (C.1) có thể được viết như sau:

$$PR = DR_{\text{capture}} \times DR_{\text{BOS}} \quad [C.4]$$

DR_{capture} tổn thất thu nhận của dây hợp bộ theo công thức:

$$DR_{\text{capture}} = Y_A / Y_r = (Y_r - LC) / Y_r \quad [C.5]$$

và DR_{BOS} là tổn thất BOS hợp bộ theo công thức:

$$DR_{\text{BOS}} = Y_f / Y_A = (Y_A - LBOS) / Y_A \quad [C.6]$$

Để hỗ trợ ước đoán hiệu suất, DR_{capture} và DR_{BOS} mỗi công thức có thể được viết lại dưới dạng các tích các yếu tố làm suy giảm công suất định mức tương ứng với việc đóng góp riêng các cơ chế tổn thất trong phạm vi thu nhận và các nhóm BOS. Việc xác định các yếu tố làm suy giảm công suất định mức này có thể được thực hiện thông qua đo trực tiếp (ví dụ: bằng cách đo năng lượng vào và ra khỏi các thành phần cụ thể của hệ thống trong kỳ báo cáo hoặc bằng cách đo các cơ chế tổn thất cụ thể như dây bẩn) và/hoặc mô hình hóa (ví dụ, bằng cách khớp một mô hình hiệu suất với dữ liệu đo được trong kỳ báo cáo).

Phụ lục D

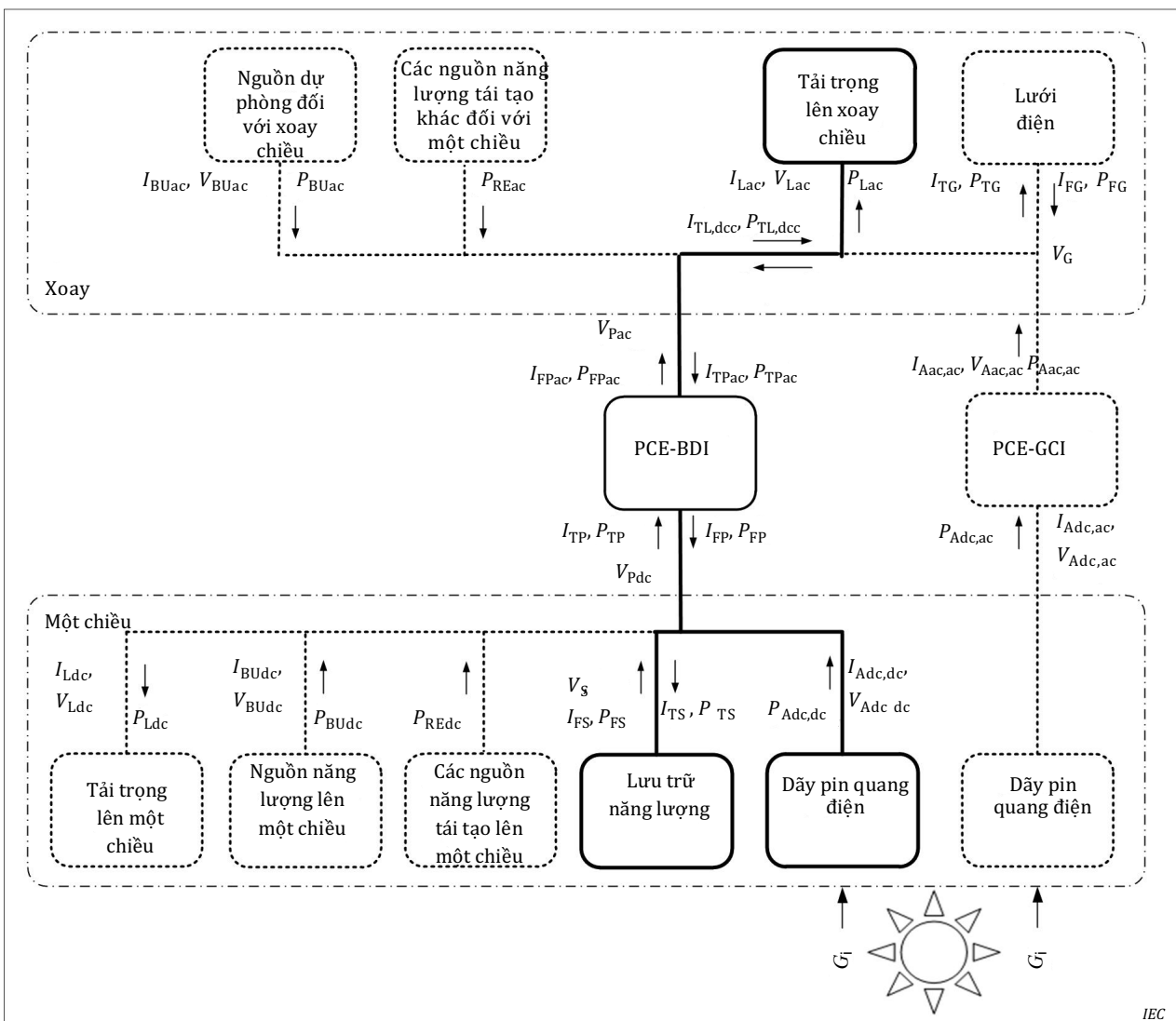
(quy chuẩn)

Hệ thống có tải cục bộ, thiết bị lưu trữ hoặc nguồn phụ trợ

D.1 Các loại hệ thống

Hình D.1 minh họa các yếu tố chính có thể bao gồm các loại hệ thống pin quang điện khác nhau và trao lưu điện năng giữa các yếu tố. Các đường in đậm làm nổi bật cấu hình hệ thống bao gồm thiết bị lưu trữ năng lượng cục bộ và tải cục bộ.

Hình D.1 – Trao lưu điện năng giữa các yếu tố có thể của các loại hệ thống pin quang điện khác nhau



Chú giải

- PCE thiết bị điều hòa công suất
- BDI bộ chuyển đổi inverter hai chiều
- GCI Bộ chuyển đổi inverter đấu nối lưới điện

Đối với phụ lục này, chúng tôi xem xét các loại hệ thống pin quang điện khác nhau được liệt kê trong Bảng D.1, mỗi loại bao gồm các yếu tố được chỉ định.

Bảng D.1 – Các yếu tố của các loại hệ thống pin quang điện khác nhau

Yếu tố	Loại hệ thống				
	Gắn vào lưới điện	Gắn vào lưới điện có thiết bị lưu trữ	Gắn vào lưới điện có thiết bị lưu trữ và dự phòng	Lưới điện Mini	Lưới điện siêu nhỏ
Dây pin quang điện (một chiều)				✓	✓
Dây pin quang điện (xoay chiều)	✓	✓	✓	✓	✓
Thiết bị Lưu trữ năng lượng (xoay chiều)		✓	✓	✓	✓
PCU (GCI)	✓	✓	✓	✓	✓
PCU (BDI)		✓	✓	✓	✓
Đường lưới điện	✓	✓	✓		✓
Tải (một chiều)		✓	✓	✓	✓
Tải (xoay chiều)		✓	✓	✓	✓
Nguồn dự phòng (một chiều)			✓	✓	✓
Các nguồn năng lượng tái tạo (một chiều)		✓		✓	✓
Nguồn dự phòng (xoay chiều)			✓	✓	✓
Các nguồn năng lượng tái tạo khác (xoay chiều)		✓		✓	✓

D.2 Thông số và công thức

Bảng D.2 – liệt kê các thông số và công thức để theo dõi trao lưu điện năng trong từng loại hệ thống được xác định trong phụ lục này.

Thông số	Ký hiệu hoặc phương trình	Lưới gắn	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ và dự phòng	Lưới điện mini	Lưới điện siêu nhỏ
Khí tượng						
Bức xạ trên mặt phẳng ($W \cdot m^{-2}$)	$G_{i,ref}$	✓	✓	✓	✓	✓
Bức xạ trong mặt phẳng ($kWh \cdot m^{-2}$)	H_i	✓	✓	✓	✓	✓

Thông số	Ký hiệu hoặc phương trình	Lưới gắn	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ và dự phòng	Lưới điện mini	Lưới điện siêu nhỏ
Pin quang điện						
Công suất danh nghĩa dây pin quang điện (kW) = công suất mô-đun tại STC × Số mô-đun trong dây	P_{O}	√	√	√	√	√
Công suất danh nghĩa dây pin quang điện (kW) của hệ thống ghép nối một chiều	$P_{O,dc}$				√	√
Công suất danh nghĩa dây pin quang điện (kW) của hệ thống ghép nối xoay chiều	$P_{O,ac}$		√	√	√	√
Diện tích dây pin quang điện (m^2) = diện tích mô-đun × số mô-đun trong dây	A_a	√	√	√	√	√
Diện tích dây pin quang điện (m^2) của hệ thống ghép nối một chiều	$A_{a,dc}$				√	√
Diện tích dây pin quang điện (m^2) của hệ thống ghép nối xoay chiều	$A_{a,ac}$		√	√	√	√
Điện áp đầu ra dây pin quang điện	V_A		√	√	√	√
Điện áp đầu ra dây pin quang điện của hệ thống ghép nối một chiều	$V_{Adc,dc}$				√	√
Điện áp đầu ra dây pin quang điện của hệ thống ghép nối xoay chiều	$V_{adc,ac}$		√	√	√	√
Dòng đầu ra dây pin quang điện	I_A		√	√	√	√
Dòng điện đầu ra dây pin quang điện của hệ thống ghép nối một chiều	$I_{Adc,dc}$				√	√
Dòng điện đầu ra dây pin quang điện của hệ thống ghép nối xoay chiều	$I_{Adc,ac}$		√	√	√	√

Thông số	Ký hiệu hoặc phương trình	Lưới gắn	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ và dự phòng	Lưới điện mini	Lưới điện siêu nhỏ
Công suất đầu ra dây pin quang điện	P_A		✓	✓	✓	✓
Công suất đầu ra dây pin quang điện của hệ thống ghép nối một chiều	$P_{Adc,dc}$		✓	✓	✓	✓
Công suất đầu ra dây pin quang điện của hệ thống ghép nối xoay chiều	$P_{Adc,ac}$		✓	✓	✓	✓
Thiết bị Lưu trữ năng lượng						
Điện áp hoạt động	V_S		✓	✓	✓	✓
Dòng điện đến thiết bị lưu trữ	I_{TS}		✓	✓	✓	✓
Dòng điện từ thiết bị lưu trữ	I_{FS}		✓	✓	✓	✓
Nguồn đến thiết bị lưu trữ	P_{TS}		✓	✓	✓	✓
Nguồn từ thiết bị lưu trữ	P_{FS}		✓	✓	✓	✓
Lưới điện						
Điện áp lưới điện	V_U		✓	✓		✓
Dòng điện đến lưới điện	I_{TU}		✓	✓		✓
Dòng điện đi từ lưới điện	I_{FU}		✓	✓		✓
Nguồn cấp cho lưới điện	P_{TU}		✓	✓		✓
Nguồn đi từ lưới điện	P_{FU}		✓	✓		✓
Tải trên một chiều						
Điện áp tải	V_{Ldc}		✓	✓	✓	✓
Dòng tải	I_{Ldc}		✓	✓	✓	✓
Nguồn tải	P_{Ldc}		✓	✓	✓	✓
Tải trên xoay chiều						
Điện áp tải	V_{Lac}		✓	✓	✓	✓
Dòng tải	I_{Lac}		✓	✓	✓	✓
Nguồn tải	P_{Lac}		✓	✓	✓	✓
Nguồn dự phòng trên xoay chiều						
Điện áp xoay chiều dự phòng	V_{BUac}		✓	✓	✓	✓

Thông số	Ký hiệu hoặc phương trình	Lưới gắn	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ và dự phòng	Lưới điện mini	Lưới điện siêu nhỏ
Dòng xoay chiều dự phòng	I_{BUac}			✓	✓	✓
Nguồn xoay chiều dự phòng	P_{BUac}			✓	✓	✓
Nguồn dự phòng trên một chiều						
Điện áp một chiều dự phòng	V_{BUdc}			✓	✓	✓
Dòng một chiều dự phòng	I_{BUdc}			✓	✓	✓
Nguồn một chiều dự phòng	P_{BUdc}			✓	✓	✓
Các nguồn năng lượng tái tạo khác trên xoay chiều						
Điện áp xoay chiều năng lượng tái tạo khác	V_{REac}		✓	✓	✓	✓
Dòng xoay chiều năng lượng tái tạo khác	I_{REac}		✓	✓	✓	✓
Nguồn xoay chiều năng lượng tái tạo khác	P_{REac}		✓	✓	✓	✓
Các nguồn năng lượng tái tạo khác trên một chiều						
Điện áp một chiều năng lượng tái tạo khác	V_{REdc}		✓	✓	✓	✓
Dòng một chiều năng lượng tái tạo khác	I_{REdc}		✓	✓	✓	✓
Nguồn một chiều năng lượng tái tạo khác	P_{REdc}		✓	✓	✓	✓
Năng lượng điện						
Năng lượng đầu ra tái tạo mỗi ngày (kWh)	$E_{RE} = E_{REdc} + E_{REac}$		✓	✓	✓	✓
Năng lượng (thuần) đến lưới điện (kWh)	$E_{TU} = E_{TU} - E_{FU}$		✓	✓	✓	✓
Năng lượng (thuần) từ lưới điện (kWh)	$E_{FU} = E_{FU} - E_{TU}$		✓	✓	✓	✓
Năng lượng thuần đến thiết bị lưu trữ (kWh)	$E_{TS} = (E_{TS} - E_{FS})$		✓	✓	✓	✓
Năng lượng thuần từ thiết bị lưu trữ (kWh)	$E_{FS} = (E_{FS} - E_{TS})$		✓	✓	✓	✓
Năng lượng đầu ra dây pin quang điện mỗi ngày (kWh)	$E_A = E_{Adc,dc} + E_{Adc,ac}$		✓	✓	✓	✓

Thông số	Ký hiệu hoặc phương trình	Lưới gắn	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ và dự phòng	Lưới điện mini	Lưới điện siêu nhỏ
Năng lượng từ hệ thống dự phòng (kWh)	$E_{BU} = E_{BUdc} + E_{BUac}$		√	√	√	√
Năng lượng đến tải (kWh)	$E_L = E_{Ldc} + E_{Lac}$		√	√	√	√
	$E_L = E_{Ldc} + (E_{TL,dcc} + E_{TL,ac})$		√	√	√	√
Năng lượng đến tải (kWh) từ hệ thống ghép nối một chiều	$E_{TL,acc} = (E_{Aac,ac}) - E_{TB,ac}$		√	√	√	√
Năng suất năng lượng dây pin quang điện	$Y_A = E_A / P_0$	√	√	√	√	√
Năng suất năng lượng dây pin quang điện của hệ thống ghép nối một chiều phụ	$Y_{A,dc} = E_{Adc,dc} / P_{0,dc}$		√	√	√	√
Năng suất năng lượng dây pin quang điện của hệ thống ghép nối xoay chiều phụ	$Y_{A,ac} = E_{Aac,ac} / P_{0,ac}$		√	√	√	√
Năng suất hệ thống cuối cùng	(a) $Y_f = E_{out} / P_0$ (b) $Y_f = Y_{fac}$ (c) $Y_f = Y_{fdc} + Y_{fac}$	(a)	(b)	(b)	(c)	(c)
Năng suất hệ thống cuối cùng của hệ thống ghép nối một chiều phụ	$Y_{f,dc} = Y_{fTB,dc} + Y_{fTL,dc}$				√	√
Năng suất hệ thống cuối cùng của hệ thống ghép nối một chiều phụ để sạc pin	$Y_{fTB,dc} = E_{ATB,dc} / P_{0,dc}$				√	√
Năng suất hệ thống cuối cùng của hệ thống ghép nối một chiều phụ để tải	$Y_{fTL,dc} = E_{ATL,dc} \times \eta_{BOS,dcc} / P_{0,dc}$				√	√
Năng suất hệ thống cuối cùng của hệ thống ghép nối xoay chiều phụ	$Y_{f,ac} = Y_{fTB,ac} + Y_{fTL,ac}$		√	√	√	√
Năng suất hệ thống cuối cùng của hệ thống ghép nối xoay chiều phụ để sạc pin	$Y_{fTB,ac} = (E_{ATB,ac} \times \eta_{BOS,dcc}) / P_{0,ac}$		√	√	√	√
Năng suất hệ thống cuối cùng của hệ thống ghép nối xoay chiều phụ để tải	$Y_{fTL,ac} = E_{ATL,ac} / P_{0,ac}$		√	√	√	√
Đóng góp năng lượng pin quang điện trực tiếp vào E_{use} (kWh)	$E_{use,PV} = E_A \times \eta_{BOS}$ or		√	√	√	√

Thông số	Ký hiệu hoặc phương trình	Lưới gắn	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ và dự phòng	Lưới điện mini	Lưới điện siêu nhỏ
	$E_{use,PV} = F_A \times E_{use}$		✓	✓	✓	✓
Đóng góp năng lượng pin quang điện trực tiếp vào E_{use} (kWh) của hệ thống ghép nối một chiều phụ	$E_{use,PV,dc} = F_{A,dc} \times E_{use,dc}$				✓	✓
Đóng góp năng lượng pin quang điện trực tiếp vào E_{use} (kWh) của hệ thống ghép nối xoay chiều phụ	$E_{use,PIN QUANG ĐIỆN,ac} = F_{A,ac} \times E_{use,ac}$		✓	✓	✓	✓
Một phần trong tổng năng lượng đầu vào của hệ thống do dây pin quang điện đóng góp	$F_A = E_A / E_{in}$		✓	✓	✓	✓
Một phần trong tổng năng lượng đầu vào của hệ thống do dây pin quang điện của hệ thống ghép nối một chiều phụ đóng góp	$F_{A,dc} = E_{Adc,dc} / E_{in,dcc}$				✓	✓
Một phần trong tổng năng lượng đầu vào của hệ thống do dây pin quang điện của hệ thống ghép nối xoay chiều phụ đóng góp	$F_{A,ac} = E_{Adc,ac} / E_{in,ac}$		✓	✓	✓	✓
Tổng năng lượng đầu vào của hệ thống (kWh)	$E_{in} = E_A + E_{BU} + E_{FU} + E_{FS} + E_{RE}$		✓	✓	✓	✓
Tổng năng lượng đầu vào của hệ thống của hệ thống ghép nối một chiều phụ (kWh)	(a) $E_{in,dcc} = (E_{TB,ac}) + E_{FS} + (E_{REdc} + E_{REac})$ (b) $E_{in,dcc} = (E_{TB,ac}) + (E_{BUac} + E_{BUac}) + E_{FS} + (E_{REdc} + E_{REac})$ (c) $E_{in,dcc} = (E_{Adc,dc} + E_{TB,ac}) + (E_{BUac} + E_{BUac}) + E_{FU} + E_{FS} + (E_{REdc} + E_{REac})$		(a)	(b)	(b)	(c)
Tổng năng lượng đầu vào của hệ thống của hệ thống ghép nối xoay chiều phụ (kWh)	$E_{in,ac} = E_{Adc,ac}$		✓	✓	✓	✓
Tổng năng lượng đầu ra của hệ thống (kWh)	$E_{use} = E_{Ldc} + E_{Lac} + E_{TU} + E_{TS}$		✓	✓	✓	✓

Thông số	Ký hiệu hoặc phương trình	Lưới gắn	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ và dự phòng	Lưới điện mini	Lưới điện siêu nhỏ
Tổng năng lượng đầu ra của hệ thống ghép nối một chiều phụ (kWh)	(a) $E_{use,dcc} = E_{Ldc} + (E_{TL,dcc} + E_{TL,ac}) + E_{TS}$ (b) $E_{use,dcc} = E_{Ldc} + (E_{TL,dcc} + E_{TL,ac}) + E_{TU} + E_{TS}$		(a)	(a)	(a)	(b)
Tổng năng lượng đầu ra của hệ thống ghép nối xoay chiều phụ kWh)	$E_{use,ac} = E_{TL,ac} + E_{TB,ac}$		✓	✓	✓	✓
Năng suất chuẩn ($h \cdot d^{-1}$)	$Y_R = H_i / G_{i,ref}$		✓	✓	✓	✓
Tổn thất thu nhận của dây pin ($h \cdot d^{-1}$)	$L_C = Y_R - Y_A$		✓	✓	✓	✓
Tổn thất thu nhận của dây pin của hệ thống ghép nối một chiều phụ ($h \cdot d^{-1}$)	$L_{C,dc} = Y_R - Y_{A,dc}$				✓	✓
Tổn thất thu nhận của dây pin của hệ thống ghép nối xoay chiều phụ ($h \cdot d^{-1}$)	$L_{C,ac} = Y_R - Y_{A,ac}$		✓	✓	✓	✓
Tổn thất hệ thống ($h \cdot d^{-1}$)	$L_S = Y_A - Y_f$		✓	✓	✓	✓
Tổn thất hệ thống của hệ thống ghép nối một chiều phụ ($h \cdot d^{-1}$)	$L_{S,dc} = Y_{A,dc} - Y_{f,dc}$				✓	✓
Tổn thất hệ thống của hệ thống ghép nối xoay chiều phụ ($h \cdot d^{-1}$)	$L_{S,ac} = Y_{A,ac} - Y_{f,ac}$		✓	✓	✓	✓
Tỷ lệ hiệu suất	$PR = Y_f / Y_R$	✓	✓	✓	✓	✓
Tỷ lệ hiệu suất của hệ thống ghép nối một chiều phụ	$PR_{dc} = Y_{f,dc} / Y_R$		✓	✓	✓	✓
Tổn thất hệ thống của hệ thống ghép nối xoay chiều phụ	$PR_{ac} = Y_{f,ac} / Y_R$		✓	✓	✓	✓
Hiệu suất trung bình của dây pin	$\eta_A = E_A / (H_i \times A_a)$	✓	✓	✓	✓	✓
Hiệu suất trung bình của dây pin của hệ thống ghép nối một chiều phụ	$\eta_{A,dc} = E_{A,dc} / (H_{i,dc} \times A_{a,dc})$				✓	✓
Hiệu suất trung bình của dây pin của hệ thống ghép nối xoay chiều phụ	$\eta_{A,ac} = E_{A,ac} / (H_{i,ac} \times A_{a,ac})$		✓	✓	✓	✓

Thông số	Ký hiệu hoặc phương trình	Lưới gắn	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ	Lưới gắn có thiết bị lưu trữ và dự phòng	Lưới điện mini	Lưới điện siêu nhỏ
Hiệu suất tổng của nhà máy pin quang điện	(a) $\eta_f = E_{out} / (H_i \times A_a)$ (b) $\eta_{tot} = E_{use, PIN QUANG ĐIỆN} / (H_i \times A_a)$	(a)	(b)	(b)	(b)	(b)
Hiệu suất tổng của nhà máy pin quang điện của hệ thống ghép nối một chiều phụ	$\eta_{tot, dcc} = E_{use, PIN QUANG ĐIỆN, dc} / (H_{i, dc} \times A_{a, dc})$				✓	✓
Hiệu suất tổng của nhà máy pin quang điện của hệ thống ghép nối xoay chiều phụ	$\eta_{tot, ac} = E_{use, PIN QUANG ĐIỆN, ac} / (H_{i, ac} \times A_{a, ac})$		✓	✓	✓	✓
Hiệu suất BOS	(a) $\eta_{BOS} = E_{out} / EA$ (b) $\eta_{BOS} = E_{use} / E_{in}$	(a)	(b)	(b)	(b)	(b)
Hiệu suất BOS của hệ thống ghép nối một chiều phụ	$\eta_{BOS, dcc} = E_{use, dcc} / E_{in, dcc}$				✓	✓
Hiệu suất BOS của hệ thống ghép nối xoay chiều phụ	$\eta_{BOS, ac} = E_{use, ac} / E_{in, ac}$		✓	✓	✓	✓

Danh mục tài liệu tham khảo

1. IEC TS 61724-2, *Hiệu suất của hệ thống pin quang điện – Phần 2 – Phương pháp đánh giá công suất*
2. IEC TS 61724-3, *Hiệu suất của hệ thống pin quang điện – Phần 3 – Phương pháp đánh giá điện năng*

