

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 14499-3-1:2025**

**IEC/TS 62933-3-1:2018**

Xuất bản lần 1

**HỆ THỐNG LƯU TRỮ ĐIỆN NĂNG –  
PHẦN 3-1: HOẠCH ĐỊNH VÀ ĐÁNH GIÁ TÍNH NĂNG  
CỦA HỆ THỐNG LƯU TRỮ ĐIỆN NĂNG –  
QUY ĐỊNH KỸ THUẬT CHUNG**

*Electrical energy storage (EES) systems –*

*Part 3-1: Planning and performance assessment of electrical energy storage systems –*

*General specification*

HÀ NỘI – 2025

**Mục lục**

	<b>Trang</b>
<b>Lời nói đầu</b> .....	4
1 Phạm vi áp dụng .....	7
2 Tài liệu viện dẫn .....	8
3 Thuật ngữ, định nghĩa, thuật ngữ viết tắt và ký hiệu .....	8
3.1 Thuật ngữ và định nghĩa .....	8
3.2 Ký hiệu .....	9
4 Cấu trúc chung của hệ thống EES .....	9
4.1 Kiến trúc của hệ thống EES .....	9
4.2 Quy định kỹ thuật của các hệ thống con .....	11
5 Thiết kế hệ thống EES .....	12
5.1 Quy định chung .....	12
5.2 Môi trường của hệ thống EES .....	13
5.3 Xác định quy mô hệ thống EES .....	16
5.4 Các tham số điện chính của hệ thống EES .....	19
5.5 Tính năng chức năng hệ thống .....	23
5.6 Giao diện truyền thông .....	31
6 Đánh giá tính năng của hệ thống EES .....	38
6.1 Thử nghiệm chấp nhận tại nhà máy (FAT) .....	38
6.2 Lắp đặt và đưa vào vận hành .....	38
6.3 Thử nghiệm chấp nhận tại hiện trường (SAT) .....	40
6.4 Giai đoạn giám sát tính năng .....	41
Phụ lục A (tham khảo) Ví dụ về các ứng dụng của hệ thống EES .....	44
Phụ lục B (tham khảo) Các yếu tố cần xem xét liên quan đến việc lắp đặt hệ thống EES .....	57
Thư mục tài liệu tham khảo .....	58

## TCVN 14499-3-1:2025

### Lời nói đầu

TCVN 14499-3-1:2025 hoàn toàn tương đương với IEC/TS 62933-3-1:2018;

TCVN 14499-3-1:2025 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E18 *Pin và ắc quy* biên soạn, Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam đề nghị, Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Quốc gia thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 14499 (IEC 62933), *Hệ thống lưu trữ điện năng* gồm các tiêu chuẩn sau:

- TCVN 14499-1:2025 (IEC 62933-1:2024), Phần 1: Từ vựng;
- TCVN 14499-2-1:2025 (IEC 62933-2-1:2017), Phần 2-1: Thông số kỹ thuật và phương pháp thử – Quy định kỹ thuật chung;
- TCVN 14499-2-2:2025 (IEC/TS 62933-2-2:2022), Phần 2-2: Thông số kỹ thuật và phương pháp thử – Ứng dụng và thử nghiệm tính năng;
- TCVN 14499-2-200:2025 (IEC/TR 62933-2-200:2021), Phần 2-200: Thông số kỹ thuật và phương pháp thử – Nghiên cứu các trường hợp điển hình của hệ thống lưu trữ điện năng đặt trong trạm sạc EV sử dụng PV;
- TCVN 14499-3-1:2025 (IEC/TS 62933-3-1:2018), Phần 3-1: Hoạch định và đánh giá tính năng của hệ thống lưu trữ điện năng – Quy định kỹ thuật chung;
- TCVN 14499-3-2:2025 (IEC/TS 62933-3-2:2023), Phần 3-2: Hoạch định và đánh giá tính năng của hệ thống lưu trữ điện năng – Yêu cầu bổ sung đối với các ứng dụng liên quan đến nguồn công suất biến động lớn và tích hợp nguồn năng lượng tái tạo;
- TCVN 14499-3-3:2025 (IEC/TS 62933-3-3:2022), Phần 3-3: Hoạch định và đánh giá tính năng của hệ thống lưu trữ điện năng – Yêu cầu bổ sung cho các ứng dụng tiêu thụ nhiều năng lượng và nguồn điện dự phòng;
- TCVN 14499-4-1:2025 (IEC 62933-4-1:2017), Phần 4-1: Hướng dẫn các vấn đề về môi trường – Quy định kỹ thuật chung;
- TCVN 14499-4-2:2025 (IEC 62933-4-2:2025), Phần 4-2: Hướng dẫn các vấn đề về môi trường – Đánh giá tác động môi trường của hỏng hóc pin trong hệ thống lưu trữ điện hóa;
- TCVN 14499-4-3:2025, Phần 4-3: Các yêu cầu bảo vệ đối với hệ thống pin lưu trữ năng lượng theo các điều kiện môi trường;
- TCVN 14499-4-4:2025 (IEC 62933-4-4:2023), Phần 4-4: Yêu cầu về môi trường đối với hệ thống pin lưu trữ năng lượng (BESS) với pin tái sử dụng;

- TCVN 14499-5-1:2025 (IEC 62933-5-1:2024), Phần 5-1: Xem xét về an toàn đối với hệ thống EES tích hợp lưới điện – Quy định kỹ thuật chung;
- TCVN 14499-5-2:2025 (IEC 62933-5-2:2020), Phần 5-2: Yêu cầu an toàn đối với hệ thống EES tích hợp lưới điện – Hệ thống dựa trên nguyên lý điện hóa;
- TCVN 14499-5-3:2025 (IEC 62933-5-3:2017), Phần 5-3: Yêu cầu an toàn đối với hệ thống EES tích hợp lưới điện – Thực hiện sửa đổi ngoài kế hoạch hệ thống dựa trên nguyên lý điện hóa;
- TCVN 14499-5-4:2025, Phần 5-4: Phương pháp và quy trình thử nghiệm an toàn đối với hệ thống EES tích hợp lưới điện – Hệ thống dựa trên pin lithium ion.

## Hệ thống lưu trữ điện năng –

### Phần 3-1: Hoạch định và đánh giá tính năng của hệ thống lưu trữ điện năng – Quy định kỹ thuật chung

*Electrical energy storage (EES) systems –*

*Part 3-1: Planning and performance assessment of electrical energy storage systems –  
General specification*

#### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các hệ thống EES được hoạch định cho việc lắp đặt và vận hành kết nối lưới điện trong nhà hoặc ngoài trời. Tiêu chuẩn này xem xét:

- các chức năng và khả năng cần thiết của hệ thống EES;
- các hạng mục thử nghiệm và phương pháp đánh giá tính năng cho hệ thống EES;
- các yêu cầu về giám sát và thu thập các thông số vận hành của hệ thống EES;
- trao đổi thông tin hệ thống và các khả năng điều khiển cần thiết.

Các bên liên quan của tiêu chuẩn này bao gồm các cá nhân liên quan đến hệ thống EES, bao gồm:

- các nhà thiết kế hệ thống điện và hệ thống EES;
- chủ sở hữu hệ thống EES;
- các nhà vận hành hệ thống điện và hệ thống EES;
- các nhà thầu;
- các nhà cung cấp hệ thống EES và thiết bị của nó;
- các đơn vị điều phối.

Tài liệu kỹ thuật cụ thể cho từng trường hợp sử dụng, bao gồm các nhiệm vụ cụ thể về thiết kế và lắp đặt như thiết kế hệ thống, giám sát và đo lường, vận hành và bảo trì, là rất quan trọng và có thể được tìm thấy trong tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH: Tiêu chuẩn này đã được áp dụng cho các lưới điện xoay chiều (AC), tuy nhiên, cũng có thể áp dụng cho các lưới điện một chiều (DC).

## 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố thì áp dụng các phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất bao gồm cả các sửa đổi (nếu có).

TCVN 7921-1 (IEC 60721-1), *Phân loại điều kiện môi trường – Phần 1: Tham số môi trường và độ khắc nghiệt*

TCVN 11238 (ISO/IEC 27000), *Công nghệ thông tin – Các kỹ thuật an toàn – Hệ thống quản lý an toàn thông tin – Tổng quan và từ vựng.*

TCVN 14499-2-1 (IEC 62933-2-1), *Hệ thống lưu trữ điện năng – Phần 2-1: Thông số kỹ thuật và phương pháp thử – Quy định kỹ thuật chung*

TCVN 14499-5-1 (IEC/TS 62933-5-1), *Hệ thống lưu trữ điện năng – Phần 5-1: Cân nhắc an toàn đối với hệ thống EES tích hợp lưới điện – Quy định kỹ thuật chung*

IEC 62351 (tất cả các phần), *Power systems management and associated information exchange – Data and communications security (Quản lý hệ thống điện và trao đổi thông tin liên quan – Bảo mật dữ liệu và truyền thông)*

IEC 62443 (tất cả các phần), *Industrial communication networks – Network and system security (Mạng truyền thông công nghiệp – An ninh mạng và hệ thống)*

IEC 62933-1:2018<sup>1</sup>, *Electrical energy storage (EES) systems – Part 1: Vocabulary (Hệ thống lưu trữ điện năng – Phần 1: Từ vựng)*

## 3 Thuật ngữ, định nghĩa, thuật ngữ viết tắt và ký hiệu

### 3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa cho trong IEC 62933-1 và các thuật ngữ và định nghĩa dưới đây.

#### 3.1.1

##### Thời gian nghỉ (idle)

<khoảng thời gian> Hệ thống EES không thực hiện hoặc không có khả năng thực hiện bất kỳ nhiệm vụ nào liên quan đến phát công suất tác dụng tại điểm đấu nối (POC).

#### 3.1.2

##### Thời gian phục hồi (recovery time)

Thời gian cần thiết để hệ thống EES phục hồi từ một chu kỳ làm việc sao cho chu kỳ làm việc tiếp theo nằm trong các điều kiện quy định cho một chế độ vận hành nhất định và trong điều kiện vận hành liên tục.

<sup>1</sup> Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 14499-1:2025 hoàn toàn tương đương với IEC 62933-1:2024.

CHÚ THÍCH 1: Định nghĩa này dựa một phần vào IEC 60050-447:2010, 447-05-08.

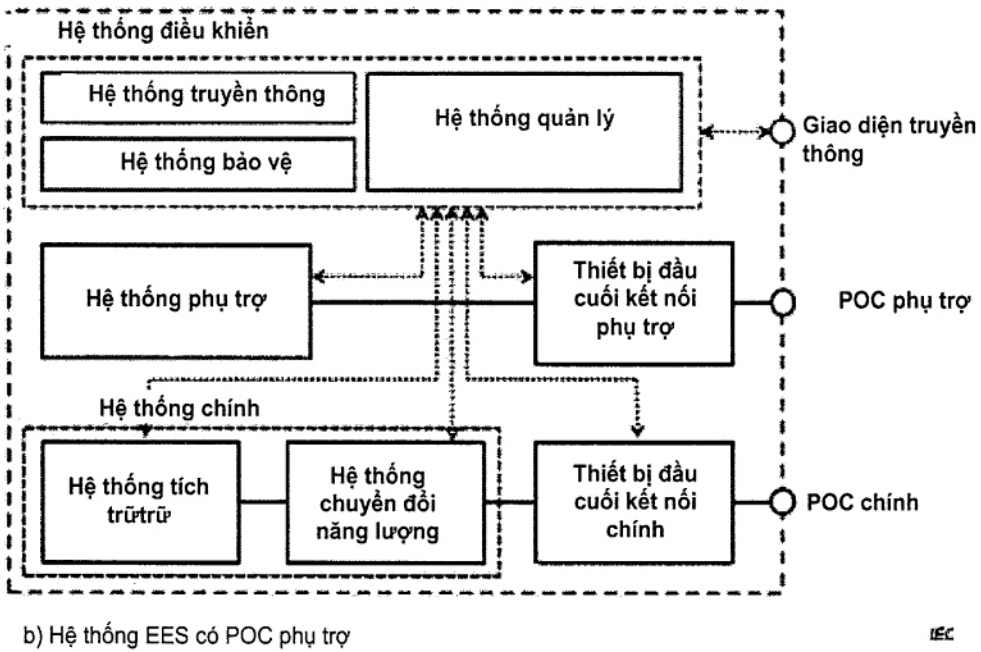
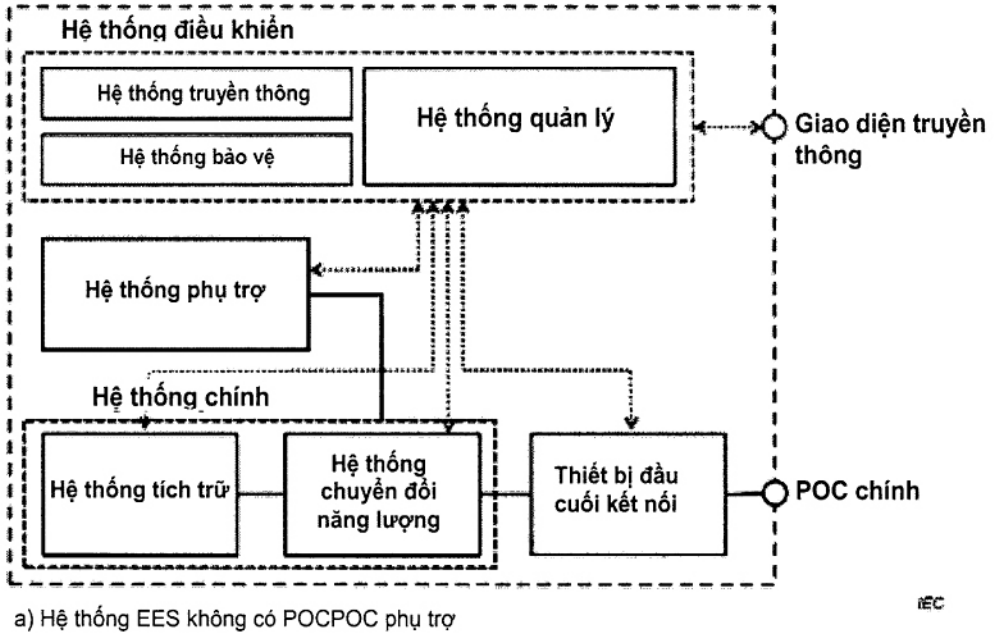
### 3.2 Ký hiệu

P	công suất tác dụng
Q	công suất phản kháng
S	công suất biểu kiến
U	điện áp
I	dòng điện
$\cos\varphi$	hệ số công suất
f	tần số

## 4 Cấu trúc chung của hệ thống EES

### 4.1 Kiến trúc của hệ thống EES

Kiến trúc điển hình của hệ thống EES, cấp nguồn cho hệ thống phụ trợ nội bộ, được cho trên Hình 1 a).



Hình 1 – Kiến trúc điển hình của hệ thống EES

Nếu hệ thống phụ trợ được cấp nguồn từ một nguồn cấp khác, kiến trúc tùy chọn của hệ thống EES được trình bày trên Hình 1 b).

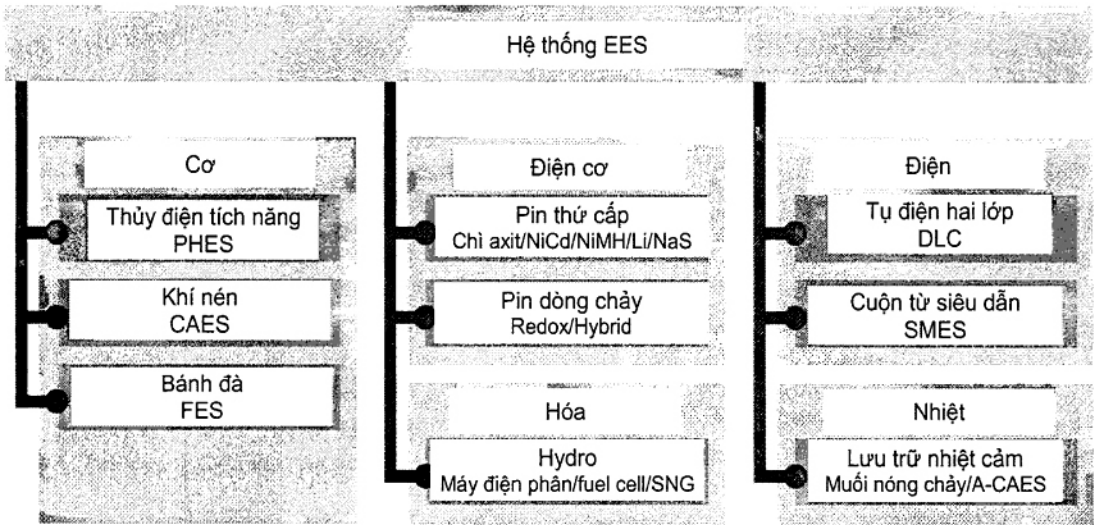
Trong 4.2, mô tả các hệ thống con của hệ thống EES. Nói chung, đối với tất cả các hệ thống con, sự đóng góp vào hiệu suất tổng thể của hệ thống, chẳng hạn như hiệu suất chu kỳ, phải được chỉ ra.

## 4.2 Quy định kỹ thuật của các hệ thống con

### 4.2.1 Hệ thống tích trữ

Dung lượng của hệ thống tích trữ trong hệ thống EES phải được đánh giá một cách phù hợp với dạng năng lượng. Dung lượng của hệ thống tích trữ ảnh hưởng trực tiếp công suất nhận vào và phát ra danh định tại POC chính, tức là nó ảnh hưởng đến các giá trị công suất đầu vào và đầu ra tác dụng tại POC chính cũng như thời gian mà công suất tác dụng đầu vào và đầu ra có thể áp dụng tại POC chính.

Một phương pháp phổ biến để phân loại các hệ thống EES là xác định theo dạng năng lượng được sử dụng trong hệ thống tích trữ. Ví dụ phân loại các hệ thống EES theo dạng năng lượng trong hệ thống tích trữ được trình bày trên Hình 2.



Hình 2 – Ví dụ phân loại các hệ thống EES theo dạng năng lượng

### 4.2.2 Hệ thống chuyển đổi năng lượng

Hệ thống chuyển đổi năng lượng biến đổi năng lượng của hệ thống tích trữ thành năng lượng điện tại POC, thường là điện năng đầu ra AC trong quá trình xả của hệ thống tích trữ, và có thể chuyển đổi năng lượng đầu vào AC của lưới điện thành năng lượng phù hợp để sạc hệ thống tích trữ. Việc chuyển đổi này có thể được thực hiện bằng các hệ thống điện và/hoặc hệ thống cơ học. Hệ thống chuyển đổi năng lượng ảnh hưởng đến đặc tính công suất biểu kiến của hệ thống EES. Hệ thống chuyển đổi năng lượng cũng có thể ảnh hưởng đến chất lượng công suất tại POC.

Thông thường, hệ thống chuyển đổi năng lượng được kết nối với hệ thống tích trữ và với thiết bị đầu cuối kết nối (chính). Đối với các vấn đề thiết kế, hệ thống chuyển đổi năng lượng cũng phải bao gồm tất cả các thiết bị truyền dẫn năng lượng giữa thiết bị đầu cuối kết nối và hệ thống tích trữ, chẳng hạn như bất kỳ loại máy biến áp, bộ lọc sóng hình sin hoặc các phần tử chuyển mạch.

### 4.2.3 Hệ thống phụ trợ

Tất cả các thiết bị cần thiết để thực hiện các chức năng phụ trợ của hệ thống EES phải được sử dụng, chẳng hạn như hệ thống sưởi, thông gió, hệ thống phòng cháy chữa cháy và hệ thống điều hòa không khí.

### 4.2.4 Hệ thống điều khiển

Cần có một hệ thống con để giám sát và điều khiển hệ thống EES. Hệ thống điều khiển có thể bao gồm hệ thống truyền thông, hệ thống bảo vệ và hệ thống quản lý. Trong giai đoạn hoạch định, các khả năng điều khiển từ xa và các chế độ vận hành mà hệ thống điều khiển sẽ hỗ trợ phải được xác định, dựa trên các yêu cầu của quy phạm lưới điện địa phương.

Hệ thống EES phải được thiết kế sao cho việc mất nguồn không ảnh hưởng đến an toàn và khả năng khởi động lại của hệ thống EES. Thời gian mất nguồn tối đa nên được xem xét (ví dụ cần thiết kế nguồn dự phòng cụ thể). Khái niệm về ngắt kết nối an toàn và tắt hệ thống an toàn phải được thống nhất giữa nhà cung cấp và người sử dụng hệ thống EES.

Tất cả các chức năng bảo vệ phải được mô tả với tính năng và giá trị tác động bảo vệ.

## 5 Thiết kế hệ thống EES

### 5.1 Quy định chung

Việc thiết kế một hệ thống EES phụ thuộc vào cấu trúc của lưới điện cũng như nhu cầu và công suất khả dụng tại POC. Có nhiều loại lưới điện khác nhau mà hệ thống EES được kết nối. Những sự khác biệt này ảnh hưởng đến các tiêu chuẩn của hệ thống EES bao gồm:

- Chức năng (cắt đỉnh tải – hay còn gọi là giảm phụ tải, tiết kiệm điện giờ cao điểm, hỗ trợ tần số, máy phát đồng bộ ảo, v.v.)
- Hệ thống tích trữ (dung lượng năng lượng, công suất, v.v.)
- Hệ thống chuyển đổi công suất (thời gian đáp ứng, độ dốc điều chỉnh, công suất, công suất ngắn mạch, v.v.)

Các yêu cầu của hệ thống EES cần được nêu rõ để cung cấp giải pháp tốt nhất và tối đa hóa khả năng thích ứng và lợi ích về tính năng của hệ thống. Các nhu cầu của lưới điện cũng có thể cần được xem xét. Trong giai đoạn thiết kế, ở cấp hệ thống và sau khi ứng dụng đã được xác định, các yêu cầu của hệ thống EES phải được chỉ rõ theo ứng dụng.

Các kết quả của việc xác định quy mô hệ thống EES (các ví dụ được đưa ra trong Phụ lục A) là các thông số liên quan của hệ thống EES bao gồm:

- công suất danh định nhận vào và phát ra;
- công suất ngắn hạn đầu vào và đầu ra ;

- dung lượng danh định;
- các tham số thời gian đáp ứng;
- tiêu thụ năng lượng phụ trợ;
- sự tự xả;
- hiệu suất chu kỳ nạp xả;
- hiệu suất chu kỳ nạp xả của chu kỳ làm việc;
- thời gian phục hồi;
- các giá trị kết thúc tuổi thọ vận hành.

Điều 5 giúp người thiết kế xác định các yêu cầu kỹ thuật sao cho các nhà cung cấp hệ thống EES có tất cả thông tin cần thiết để thiết kế một hệ thống.

Điều 5 cung cấp thông tin cần thiết để đánh giá tính năng của một hệ thống. Điều này đảm bảo rằng người sử dụng tiềm năng (chẳng hạn như các công ty điện lực) có thể nhận được thông tin cần thiết về hệ thống EES từ nhà cung cấp hệ thống. Đặc biệt, các yêu cầu bảo trì và các giá trị hết hạn dịch vụ phải được cung cấp và phù hợp với ứng dụng.

Nói chung, giá trị danh định của một đại lượng được sử dụng cho mục đích quy định, được xác lập cho một tập hợp các điều kiện vận hành cụ thể của một thành phần, thiết bị, máy móc hoặc hệ thống. Khi quy định các giá trị danh định cho mục đích thiết kế của một hệ thống EES, các giới hạn vận hành quan trọng của biểu đồ khả năng công suất, các giảm khả năng do tuổi thọ, điều kiện môi trường thay đổi và các yếu tố hạn chế khác phải được xem xét. Tất cả các giá trị danh định được sử dụng cho mục đích thiết kế phải là các giá trị liên quan đến hết hạn dịch vụ.

Các tham số khác như độ khả dụng sẵn có cũng phải được cung cấp và xem xét trong giai đoạn thiết kế.

Tiêu thụ năng lượng phụ trợ thay đổi trong suốt tuổi thọ vận hành của hệ thống EES và do đó cần được đánh giá cho toàn bộ tuổi thọ vận hành của thiết bị và các điều kiện môi trường dự kiến tại địa điểm lắp đặt. Ảnh hưởng của các điều kiện thời tiết cực đoan đến hiệu suất tổng thể của hệ thống EES cũng nên được xem xét (xem 5.2.3).

CHÚ THÍCH: Các định nghĩa về giá trị kết thúc tuổi thọ vận hành được đưa ra trong IEC 62933-1. Thử nghiệm tiêu thụ năng lượng phụ trợ được cho trong IEC 62933-2-1.

## 5.2 Môi trường của hệ thống EES

### 5.2.1 Quy định chung

Điều 5.2 mô tả môi trường của hệ thống EES, điều này phải được xem xét trong quá trình thiết kế cho một hệ thống EES. Điều 5.2 bao gồm ba điều sau:

## TCVN 14499-3-1:2025

- tham số và yêu cầu của lưới điện: gồm chủ yếu các tham số điện, các hạn chế, phạm vi vận hành và yêu cầu của lưới điện tại POC chính (5.2.2),
- điều kiện vận hành: gồm môi trường không điện của hệ thống EES (5.2.3),
- tiêu chuẩn và quy định địa phương: gồm các yêu cầu bổ sung theo tiêu chuẩn và quy định áp dụng (5.2.4).

Theo địa điểm lắp đặt, các yêu cầu cụ thể của địa điểm phải được xem xét trong giai đoạn thiết kế. Các ví dụ về yêu cầu cụ thể của địa điểm đối với hệ thống EES được cho trong Phụ lục B.

Ngoài ra, phân loại các điều kiện môi trường theo IEC 60721-1 cũng cần được xem xét trong giai đoạn thiết kế.

### 5.2.2 Tham số và yêu cầu của lưới điện

#### 5.2.2.1 Tham số lưới điện

Các tham số chính của lưới điện tại POC, nơi hệ thống EES sẽ được kết nối, phải được xem xét trong giai đoạn thiết kế. Các tham số này bao gồm:

- điện áp danh nghĩa;
- điện áp cao nhất cho các thành phần;
- biến động điện áp tạm thời;
- tần số danh nghĩa;
- biến động tần số bình thường liên tục;
- biến động tần số tạm thời;
- dòng ngắn mạch và thời gian;
- kết nối trung tính.

Các tham số này thường được cung cấp bởi nhà vận hành lưới điện và có thể được đưa vào các yêu cầu lưới điện cụ thể quy phạm lưới điện địa phương.

#### 5.2.2.2 Nối đất bảo vệ

Đối với nối đất bảo vệ, xem IEC 60364 (tất cả các phần) và các quy định của địa phương.

#### 5.2.2.3 Phát xạ và nhiễu của hệ thống EES tại POC

Sự đóng góp vào nhiễu điện áp và dòng điện hài hoặc các hiệu ứng không mong muốn khác tại POC của hệ thống EES phải được nhà cung cấp hệ thống công bố rõ ràng để đánh giá các vấn đề có thể với mã lưới ngay từ giai đoạn thiết kế (xem thêm IEC 62933-2-1 để kiểm tra).

#### 5.2.2.4 Khả năng miễn nhiễm của hệ thống EES

Hệ thống EES phải có khả năng miễn nhiễm với các tác động có hại từ môi trường điện. Ví dụ, trong các trường hợp nhạy với EMC, chẳng hạn như lắp đặt hệ thống EES trong một trạm biến áp, hệ thống EES nên đạt mức miễn nhiễm theo các yêu cầu nêu trong IEC 61000-6-5.

### 5.2.3 Điều kiện vận hành

#### 5.2.3.1 Quy định chung

Điều 5.2.3 bao gồm tất cả các điều kiện môi trường không điện như độ cao so với mực nước biển, độ ẩm, v.v.

Khi áp dụng, người thiết kế hệ thống EES cần tham khảo IEC 60721-3-3, IEC 60364-5-51 hoặc IEC/TS 62933-4-1 để được hướng dẫn về các điều kiện môi trường.

#### 5.2.3.2 Khả năng chống động đất và độ bền

Khi phù hợp, hệ thống EES và kết cấu đỡ của nó phải chịu được động đất. Nói chung, hệ thống EES và cấu trúc hỗ trợ của nó cần được thiết kế theo phân loại địa chấn của địa điểm và quy phạm địa phương. Hệ thống EES cần đạt được tối thiểu tính năng chống động đất tương đương với các thiết bị lưới điện còn lại.

Đối với các mức gia tốc của đất cũng như các phương pháp thử, tham khảo IEC 60068-3-3 và các quy định địa phương. Ngoài ra, cần tính đến các điều kiện tại chỗ, ví dụ như điều kiện môi trường.

Khi một tiêu chuẩn chống động đất được quy định, hệ thống EES cần tuân thủ tiêu chuẩn này. Tuy nhiên, khi dự kiến có ảnh hưởng lớn từ rung động, cần xem xét thêm các tiêu chuẩn và biện pháp bổ sung.

#### 5.2.3.3 Nhiệt độ môi trường và bức xạ mặt trời

Hệ thống EES phải được thiết kế và chế tạo để chịu được tác động do biến đổi nhiệt độ, xem xét các ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường và bức xạ mặt trời lên nhiệt độ vận hành. Trừ khi khách hàng yêu cầu khác, hệ thống làm mát/sưởi ấm phải được thiết kế phù hợp trong khi xem xét các điều kiện tác dụng và thời tiết khắc nghiệt nhất của địa điểm.

#### 5.2.3.4 Bảo vệ chống bụi và môi trường ăn mòn

Khi cần thiết, hệ thống EES phải được trang bị bảo vệ chống bụi và môi trường ăn mòn phù hợp với môi trường vận hành. Cấu trúc của hệ thống EES phải dễ dàng bảo trì.

#### 5.2.3.5 Ngập lụt

Nếu cần thiết, các biện pháp chống lũ theo quy định địa phương phải được áp dụng. Các quy định này có thể phụ thuộc vào điều kiện lắp đặt như vị trí, đặc điểm của khu vực và nguyên lý cũng như quy mô của hệ thống EES. Khi các biện pháp bảo vệ chống lũ được quy định bởi quy định địa phương, hệ thống EES nên tuân thủ quy định đó. Tuy nhiên, khi xác suất ngập lụt không thể bỏ qua, các biện pháp bảo vệ nên được áp dụng bất kể sự không có quy định nào của địa phương

### **5.2.3.6 Gió**

Nếu cần thiết, các biện pháp bảo vệ chống gió nên tuân thủ các quy định liên quan tùy thuộc vào điều kiện lắp đặt như vị trí, đặc điểm của khu vực, nguyên lý và quy mô của hệ thống EES. Trong trường hợp các biện pháp bảo vệ chống gió được quy định bởi quy định địa phương, hệ thống EES nên tuân thủ quy định đó. Tuy nhiên, trong trường hợp dự kiến có ảnh hưởng lớn từ gió, các biện pháp bảo vệ nên được áp dụng kể cả khi không có quy định.

### **5.2.4 Tiêu chuẩn và quy định địa phương**

#### **5.2.4.1 Ảnh hưởng chung đến thiết kế hệ thống EES**

Tất cả các tiêu chuẩn và quy định địa phương ảnh hưởng đến thiết kế hệ thống EES cần được xem xét trong giai đoạn thiết kế.

#### **5.2.4.2 Phát xạ của hệ thống EES**

Để giảm thiểu ảnh hưởng đến môi trường do việc lắp đặt hệ thống EES, nên xem xét hai loại phát thải. Cụ thể, một loại là các sự cố thường xuyên, chẳng hạn như tiếng ồn, khí thải và EMC; loại còn lại là các sự cố không thường xuyên, chẳng hạn như cháy nổ, sập đổ và xả thải. Để biết thêm về tác động môi trường, tham khảo IEC/TS 62933-4-1; về an toàn, tham khảo IEC 62933-5 (tất cả các phần); và về phát thải EMC, tham khảo IEC 61000-6-4.

### **5.3 Xác định quy mô hệ thống EES**

#### **5.3.1 Yêu cầu tại POC chính**

Việc xác định quy mô hệ thống EES thường liên quan đến việc xác định một hoặc chu kỳ làm việc phù hợp, mà hệ thống EES có thể phải thực hiện tại POC chính để đáp ứng yêu cầu vận hành. Ngoài ra, cần biết thời gian phục hồi (tối thiểu và tối đa) khả dụng khôi phục hệ thống EES giữa các chu kỳ làm việc. Tuổi thọ vận hành yêu cầu của hệ thống EES nên được xác định với sự xem xét đúng mức về tuổi thọ của hệ thống và các công việc bảo trì và cải tạo có thể cần thiết.

Thông số của các chu kỳ làm việc đã xác định nên bao gồm:

- thời gian của chu kỳ làm việc và tần suất dự kiến (số lần mỗi ngày/tuần/năm);
- mô hình yêu cầu của công suất tác dụng tại POC chính của hệ thống EES, có thể bao gồm các dải sai số cho phép (độ vọt lố tối đa và/hoặc mức giảm tối thiểu);
- mô hình yêu cầu của công suất phản kháng tại POC chính của hệ thống EES, có thể bao gồm các phạm vi dung sai cho phép (tăng vượt mức tối đa và/hoặc giảm mức tối thiểu).

Mô hình quy định của công suất tác dụng và phản kháng tại POC chính có thể bao gồm các khoảng thời gian mà công suất tác dụng và/hoặc phản kháng là không. Từ các mô hình này, nên có thể suy ra tốc độ thay đổi của công suất tác dụng và phản kháng.

Vì giá trị ban đầu vào đầu mỗi chu kỳ làm việc nên nằm trong một khoảng năng lượng nhất định, có thể cần một chu kỳ phục hồi để đưa hệ thống EES trở lại trạng thái có thể thực hiện các chu kỳ làm việc lần nữa. Các mức độ tự do trong chu kỳ phục hồi chủ yếu phụ thuộc vào yêu cầu của lưới điện. Với việc xác định quy mô hệ thống EES, các giá trị đặc trưng của quá trình phục hồi nên được đưa ra:

- a) thời gian tối thiểu;
- b) thời gian tối đa;
- c) phạm vi công suất đầu ra hoặc đầu vào tác dụng cho phép, bao gồm các giá trị công suất tác dụng đầu ra hoặc đầu vào tối đa và tối thiểu;
- d) các yêu cầu hoặc hạn chế có thể có liên quan đến công suất phản kháng đầu vào và đầu ra;
- e) tốc độ tăng giảm công suất tác dụng và phản kháng tối đa cho phép;
- f) phạm vi giá trị hệ số công suất cho phép tại POC chính;
- g) các yêu cầu có thể có liên quan đến hệ số công suất.

Về các tính năng tác dụng của hệ thống EES, các tính năng này nên được đại diện bởi các chu kỳ làm việc và thời gian phục hồi đã xác định. Tuy nhiên, không thể bao phủ tất cả các tình huống (xấu nhất) của lưới điện liên quan đến nhu cầu công suất và năng lượng tại POC chính. Nhưng các chu kỳ làm việc yêu cầu và thời gian phục hồi quy định nên bao hàm cả các trường hợp lưới điện có khả năng xảy ra nhất. Các phát triển trong tương lai về sản xuất điện và tiêu thụ điện trong lưới điện cũng như các thay đổi cấu trúc lưới điện cũng cần được xét đến khi xác định chu kỳ làm việc và thời gian phục hồi.

Đối với các yêu cầu vận hành khác nhau, có thể xác định các tập hợp chu kỳ làm việc với các khoảng thời gian khác nhau (ngắn hạn và dài hạn) và các giá trị công suất cực đại khác nhau. Trong trường hợp này, có thể cần chèn ghép các chu kỳ làm việc cho các đặc tính vận hành khác nhau có thể là cần thiết để mô tả đúng khả năng vận hành tổng thể của hệ thống EES.

Các đặc tính sau đây của các chu kỳ làm việc yêu cầu cần được xác định:

- thời gian đáp ứng;
- thời gian tổng thể;
- dung lượng năng lượng ban đầu;
- giá trị dung lượng năng lượng tại cuối chu kỳ làm việc;
- giá trị cực đại của công suất tác dụng đầu ra;
- giá trị cực đại của công suất tác dụng đầu vào;
- tốc độ thay đổi của các giá trị công suất tác dụng;
- tốc độ thay đổi giữa công suất tác dụng đầu vào hoặc đầu ra;

- năng lượng đầu ra từng phần cực đại, tức là năng lượng đầu ra cực đại trong một khoảng thời gian trong chu kỳ làm việc với chỉ công suất tác dụng đầu ra tại POC (chính). Giá trị năng lượng đầu ra cực đại này tại POC (chính) là tích phân toán học của công suất tác dụng đầu ra theo thời gian của khoảng thời gian chỉ có công suất tác dụng đầu ra;
- năng lượng đầu vào từng phần cực đại, tức là năng lượng đầu vào cực đại trong một khoảng thời gian trong chu kỳ làm việc với chỉ công suất tác dụng đầu vào tại POC (chính). Giá trị năng lượng đầu vào cực đại này tại POC (chính) là tích phân toán học của công suất tác dụng đầu vào theo thời gian của khoảng thời gian chỉ có công suất tác dụng đầu vào;
- giá trị cực đại của công suất phản kháng đầu ra;
- giá trị cực đại của công suất phản kháng đầu vào;
- tốc độ thay đổi của các giá trị công suất phản kháng;
- tốc độ thay đổi giữa công suất phản kháng đầu vào và đầu ra.

Ví dụ về các chu kỳ làm việc yêu cầu cho một số ứng dụng hệ thống EES được cho trong Phụ lục A.

### **5.3.2 Khuyến nghị về quy mô**

Các chu kỳ làm việc yêu cầu, thời gian phục hồi đã xác định và tuổi thọ yêu cầu có thể được sử dụng để xác định quy mô của hệ thống EES.

Với hệ thống EES đã được xác định quy mô, nhà cung cấp hệ thống EES nên có khả năng chứng minh cho người sử dụng hệ thống rằng với một chiến lược vận hành nhất định của hệ thống EES, các chu kỳ làm việc yêu cầu có thể được đáp ứng và hệ thống có thể phục hồi trong các khoảng thời gian quy định trong suốt toàn bộ tuổi thọ của nó.

Để đảm bảo khả năng của hệ thống EES theo yêu cầu trong suốt toàn bộ tuổi thọ, cần phải chọn các thông số của hệ thống EES sao cho công suất tác dụng danh định phát ra, thời gian tại công suất tác dụng danh định phát ra, công suất tác dụng danh định nhận vào và thời gian tại công suất tác dụng danh định đầu vào được lựa chọn một cách hợp lý.

Các tốc độ thay đổi công suất, có thể được suy ra từ các chu kỳ làm việc yêu cầu, nên được đáp ứng bởi các thông số thời gian đáp ứng của hệ thống EES đã xác định quy mô trong suốt tuổi thọ vận hành.

Về việc quy mô phù hợp của hệ thống EES trong toàn bộ tuổi thọ vận hành, bảo trì và công việc dịch vụ, chẳng hạn như các chu kỳ hiệu chuẩn cần thiết định kỳ, cũng nên được xem xét.

Tất cả các chu kỳ làm việc (đã chồng ghép) cần thiết để mô tả khả năng vận hành tổng thể của hệ thống EES phải được tính đến để xác định các giá trị đặc trưng của chu kỳ làm việc. Các chu kỳ phục hồi và các giá trị đặc trưng của chúng cũng có thể được chồng ghép.

## 5.4 Các tham số điện chính của hệ thống EES

### 5.4.1 Quy định chung

Đối với các hệ thống EES, các điều từ 5.4.2 đến 5.4.7 bao gồm các tham số điện chính liên quan đến tính năng hệ thống tại POC chính, có thể bao gồm cả các hiệu ứng tại POC phụ trợ. Các tham số chính đại diện cho tính năng về điện của hệ thống EES có thể bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, các giá trị được đưa ra trong 5.1.

Trong giai đoạn thiết kế, hệ thống EES nên được thiết kế và xem xét dựa trên các yêu cầu tại POC và các yêu cầu của khách hàng. Trong quá trình này, người thiết kế nên tập trung vào các tham số tính năng từ quy định kỹ thuật và dữ liệu liên quan, đảm bảo sự phối hợp của từng hệ thống con và/hoặc thiết bị do từng nhà cung cấp tương ứng cung cấp (xem Bảng 1). Trong giai đoạn thiết kế, cũng nên xem xét sự suy giảm tính năng của hệ thống EES.

Các ràng buộc giữa công suất danh định, năng lượng khả dụng, điều kiện môi trường và các yếu tố nội bộ/ngoại bộ khác cần được xem xét.

Các hệ thống EES kết nối lưới phải đáp ứng các thông số kỹ thuật tính năng trong suốt tuổi thọ dịch vụ của chúng. Điều này bao gồm cả tuổi thọ dịch vụ dưới các điều kiện sử dụng như các mô hình vận hành (xem IEC 62933-1:2018, Hình 1), điều kiện môi trường, chu kỳ bảo trì, v.v.

**Bảng 1 – Các điểm cần lưu ý trong giai đoạn thiết kế**

Giá trị dung lượng năng lượng	Giá trị công suất đầu vào và đầu ra (tác dụng và phản kháng)	Hiệu suất chu kỳ	Giá trị kết thúc tuổi thọ vận hành	Tham số thời gian đáp ứng
Giá trị dung lượng năng lượng danh định để đạt được tuổi thọ dự kiến Giá trị dung lượng năng lượng cần thiết cho ứng dụng cụ thể	Công suất định danh đầu vào và đầu ra Công suất định danh cho sử dụng có/không kết nối mạng lưới điện Thông số đặc trưng công suất ngắn hạn	Hiệu suất năng lượng chu trình Hiệu suất năng lượng chu trình theo chu kỳ làm việc cho ứng dụng cụ thể. Tiêu thụ năng lượng trong hệ thống phụ trợ và hệ thống điều khiển và các tổn thất bên trong Tổn thất năng lượng do tự tiêu thụ/tự xả	Kế hoạch thiết kế và bảo trì thoả đáng để duy trì các giá trị tham số tính năng quy định	Thời gian đáp ứng yêu cầu (đối với tự hành, vận hành theo tải, vận hành theo lịch trình và điều độ từ xa) Thời gian đáp ứng yêu cầu từ trạng thái chờ đến khởi động Thời gian đáp ứng từ trạng thái công suất tác dụng đầu vào đến trạng thái nhận công suất tác dụng đầu ra

### 5.4.2 Thông số công suất đầu vào và đầu ra

Công suất tác dụng đầu vào và đầu ra danh định cần được chọn dựa trên mục đích sử dụng của hệ thống EES. Cả hai giá trị công suất danh định này đều phải được duy trì đến khi kết thúc tuổi thọ vận hành của thiết bị.

Các giá trị công suất tác dụng đầu vào và đầu ra danh định phải được xác định tại POC chính và phải tương đương với 'công suất danh định trong quá trình sạc' và 'công suất danh định trong quá trình xả' được định nghĩa trong IEC 62933-1. Các giá trị công suất ngắn hạn đầu vào và đầu ra phải tương đương với 'công suất ngắn hạn trong quá trình sạc' và 'công suất ngắn hạn trong quá trình xả' được định nghĩa trong IEC 62933-1.

Việc lựa chọn và xác định các thông số của cả hệ thống chuyển đổi công suất và hệ thống tích trữ năng lượng của EES cần được cân nhắc trong giai đoạn thiết kế.

CHÚ THÍCH: Công suất đầu vào và đầu ra danh định có thể khác nhau trong các hệ thống EES.

### **5.4.3 Dung lượng năng lượng danh định**

Để cung cấp dung lượng năng lượng danh định yêu cầu và các giá trị công suất tác dụng nhận vào và phát ra yêu cầu tại điểm đấu nối chính cho các khoảng thời gian được quy định, hệ thống tích trữ năng lượng của EES cần được thiết kế phù hợp trong giai đoạn thiết kế.

Đối với thiết kế hệ thống EES, công suất năng lượng danh định sẽ là giá trị công suất tại thời điểm kết thúc tác dụng của thiết bị, xem xét các giới hạn vận hành xấu nhất (ví dụ suy giảm do nhiệt độ vận hành cao nhất hoặc thấp nhất).

Giá trị 'thời gian tại công suất tác dụng danh định đầu ra' sẽ là khoảng thời gian tối thiểu mà hệ thống EES có thể cung cấp liên tục công suất tác dụng danh định đầu ra, bắt đầu từ trạng thái sạc đầy, cung cấp liên tục công suất tác dụng danh định đầu ra, đo tại POC chính, và cuối cùng đạt đến điều kiện kết thúc xả. Thời gian với công suất tác dụng danh định đầu ra được tính đến vào thời điểm kết thúc tác dụng của thiết bị.

Công suất đầu ra danh định sẽ được xác định bằng cách nhân công suất tác dụng danh định đầu ra với thời gian với công suất tác dụng danh định đầu ra. Do đó, 'công suất năng lượng đầu ra danh định' bằng với 'công suất năng lượng danh định' được định nghĩa trong IEC 62933-1. Như vậy, có thể đảm bảo rằng vào thời điểm kết thúc tác dụng của thiết bị, hệ thống EES có thể cung cấp giá trị công suất đầu ra danh định tại POC chính trong một khoảng thời gian nhất định.

Giá trị 'thời gian ở công suất tác dụng danh định đầu vào' sẽ là khoảng thời gian tối thiểu mà hệ thống EES có thể tiêu thụ liên tục công suất tác dụng danh định đầu vào, bắt đầu từ trạng thái sạc rỗng, cung cấp công suất tác dụng danh định đầu vào liên tục, đo tại POC chính, và cuối cùng đạt đến điều kiện kết thúc sạc. Thời gian với công suất tác dụng danh định đầu vào được tính đến vào thời điểm kết thúc tuổi thọ vận hành.

'Dung lượng năng lượng đầu vào danh định' phải được xác định bằng cách nhân công suất tác dụng danh định đầu vào với thời gian ở công suất tác dụng danh định đầu vào.

Các tham số thời gian đáp ứng sẽ được thiết kế từ thời điểm khi hệ thống EES nhận tín hiệu lệnh hoặc phát hiện thay đổi trong các tham số lưới được quy định, đến thời điểm khi hệ thống đạt được phản hồi cụ thể.

#### 5.4.4 Tiêu thụ công suất phụ trợ

Tiêu thụ công suất phụ trợ phải được xem xét trong giai đoạn thiết kế.

CHÚ THÍCH: Các giải thích về tiêu thụ công suất phụ trợ được đưa ra trong IEC 62933-2-1:2017, Điều 5.

#### 5.4.5 Tụ xả

Tham khảo IEC 62933-1 và IEC 62933-2-1.

#### 5.4.6 Hiệu suất chu kỳ

Năng lượng tiêu thụ của hệ thống phụ trợ phải được xem xét trong quá trình tính toán hiệu suất chu kỳ.

CHÚ THÍCH 1 Các giải thích về hiệu suất chu kỳ được đưa ra trong IEC 62933-2-1:2017, Điều 5, và định nghĩa về hiệu suất chu kỳ có trong IEC 62933-1.

CHÚ THÍCH 2: Các thuật ngữ chu kỳ làm việc và hiệu suất chu kỳ làm việc được định nghĩa trong IEC 62933-1. Nhà cung cấp hệ thống EES phải nêu trong giai đoạn thiết kế về thời gian nghỉ cần thiết khi vận hành hệ thống để thực hiện chu trình làm việc của người dùng.

#### 5.4.7 Hiệu suất chu kỳ của chu kỳ làm việc

Đối với chu kỳ làm việc và hiệu suất chu kỳ của chu kỳ làm việc, xem IEC 62933-1 và IEC 62933-2-1.

#### 5.4.8 Thời gian phục hồi

Thời gian cần thiết để phục hồi hệ thống EES cho chu kỳ làm việc tiếp theo phải được xem xét trong giai đoạn thiết kế.

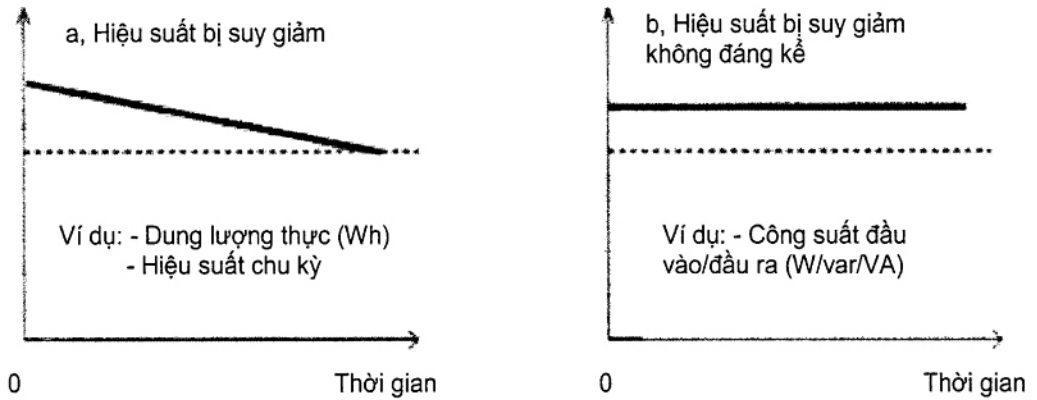
#### 5.4.9 Giá trị khi kết thúc tuổi thọ vận hành

Trong giai đoạn thiết kế, thời gian dự kiến cần thiết phải được quy định. Tại thời điểm kết thúc tuổi thọ vận hành, các hệ thống EES không còn đáp ứng các giá trị khi kết thúc tuổi thọ vận hành (xem IEC 62933-1). Các ví dụ bao gồm:

- Dung lượng năng lượng thực tế và dung lượng năng lượng nhận vào thực tế của hệ thống EES thấp hơn giá trị khi kết thúc tuổi thọ vận hành.
- Công suất trong quá trình sạc hoặc xả hệ thống thấp hơn giá trị khi kết thúc tuổi thọ vận hành.
- Hiệu suất năng lượng chu kỳ thấp hơn giá trị khi kết thúc tuổi thọ vận hành.
- Các tham số thời gian đáp ứng suy giảm so với giá trị khi kết thúc tuổi thọ vận hành.

Dưới góc độ tuổi thọ dịch vụ, các tham số tính năng thường được phân loại thành hai loại đặc tính suy giảm được thể hiện trên Hình 3:

- a) Tính năng bị suy giảm theo thời gian: ví dụ như năng lượng thực tế và hiệu suất năng lượng chu kỳ.
- b) Tính năng không bị suy giảm đáng kể theo thời gian: ví dụ như công suất đầu vào và đầu ra.

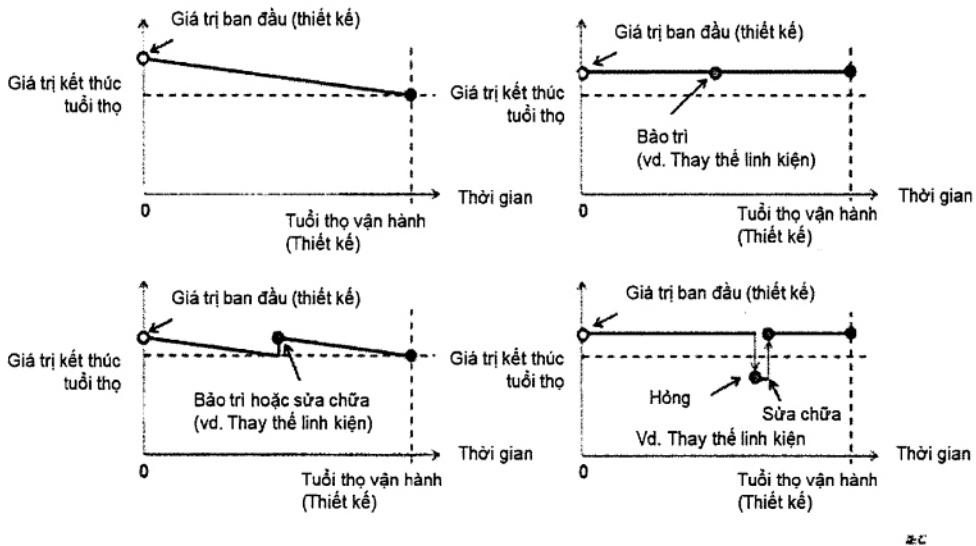


**Hình 3 – Đặc tính tính năng theo thời gian của các hệ thống EES**

Suy giảm tính năng trong hệ thống EES thường được gây ra bởi sự lão hóa hoặc chu trình sạc và xả, cũng như một số lỗi. Nếu suy giảm tính năng đã xảy ra trong hệ thống EES nhưng được phục hồi nhờ bảo trì hoặc sửa chữa, hệ thống EES vẫn được coi là đang trong tuổi thọ vận hành.

CHÚ THÍCH: Nếu việc thay thế các bộ phận của hệ thống hoặc các giai đoạn dịch vụ bảo trì không được thực hiện như mong đợi, tuổi thọ của thiết bị không còn được đảm bảo.

Các mục cần cân nhắc để thiết kế tuổi thọ của hệ thống EES được thể hiện trong Hình 4. Cả đặc tính suy giảm và kế hoạch bảo trì cần được xem xét để xác định tuổi thọ dịch vụ, và điều này cần được thỏa thuận giữa người sử dụng và nhà cung cấp hệ thống.



**Hình 4 – Các yếu tố cần cân nhắc để thiết kế tuổi thọ của hệ thống EES**

## 5.5 Tính năng chức năng hệ thống

### 5.5.1 Quy định chung

#### 5.5.1.1 Tổng quan

Điều 5.5 cung cấp các tùy chọn khác nhau để cấu hình hệ thống điều khiển của một hệ thống EES. Không phải tất cả các hệ thống EES đều có chức năng như đã mô tả, ví dụ như các hệ thống EES không cung cấp dịch vụ lưới điện.

#### 5.5.1.2 Các ứng dụng điển hình

Ứng dụng và sử dụng của một hệ thống EES thay đổi tùy thuộc vào mục đích và vị trí dự định của nó. Các hệ thống EES có thể được phân loại thành ba nhóm (xem IEC 62933-2-1:2017, 4.2). Dưới đây là năm ví dụ về các ứng dụng đại diện:

**Nhóm A:** Các ứng dụng thời gian ngắn yêu cầu hệ thống EES cung cấp công suất cần thiết trong một chu kỳ làm việc trong thời gian ngắn. Các ứng dụng có thể bao gồm:

##### 1. Điều khiển tần số

Hệ thống EES có khả năng hỗ trợ tần số lưới trong một khoảng dung sai nhất định.

CHÚ THÍCH: Định nghĩa về điều khiển tần số được nêu trong IEC 62933-2-1.

##### 2. Giảm biến động công suất

Hệ thống EES có khả năng giảm biến động công suất, ví dụ như gây ra bởi một số hệ thống năng lượng tái tạo hoặc các tải có tính động cao.

##### 3. Điều chỉnh điện áp

Hệ thống EES có khả năng ổn định điện áp của lưới điện.

**Nhóm B:** Các ứng dụng thời gian dài yêu cầu hệ thống EES cung cấp một chu kỳ làm việc trong một thời gian dài. Một ứng dụng có thể là:

##### 4. Giảm phụ tải tại giờ cao điểm

Hệ thống EES có khả năng sử dụng năng lượng lưu trữ để đáp ứng nhu cầu tải đỉnh hoặc lưu trữ năng lượng dư thừa đã được tạo ra. Ứng dụng này rất hữu ích trong các hệ thống truyền tải và phân phối, nhằm tối ưu hóa các giá trị hiện có.

**Nhóm C:** Hệ thống EES có thể được sử dụng cho mục đích cung cấp điện dự phòng trong các tình huống khẩn cấp mà không cần dựa vào nguồn điện bên ngoài. Một ứng dụng có thể là:

##### 5. Cung cấp điện dự phòng

Hệ thống EES có thể cung cấp điện AC cho các lưới điện để vận hành các hệ thống quan trọng theo các đặc điểm kỹ thuật của hệ thống được xác định giữa người dùng và nhà cung cấp hệ thống. Do đó, hệ thống EES có thể giảm nguy cơ mất điện lớn.

Sự kết hợp các ứng dụng với các thời gian vận hành khác nhau có thể cần thiết để đáp ứng các chức năng yêu cầu tại POC.

Một hệ thống EES kết nối lưới có thể ảnh hưởng đến chất lượng điện năng của lưới điện tại POC, bảo vệ lưới điện và an ninh lưới điện. Do đó, các vấn đề liên quan đến bảo mật và an toàn nên được xem xét.

Nhìn chung, độ tin cậy cấp nguồn (sự cố mất điện), chất lượng điện năng (điện áp, tần số, hệ số công suất, v.v.) và dòng ngắn mạch cần được xem xét.

#### **5.5.1.3 An toàn cung cấp điện**

Khả năng của hệ thống EES để hỗ trợ nhu cầu cao điểm và lượng năng lượng dư thừa từ các nguồn năng lượng tái tạo sẽ đảm bảo an toàn cung cấp điện cho các phần cụ thể của lưới điện sau khi hệ thống EES được lắp đặt.

#### **5.5.1.4 Ổn định lưới điện**

Các tham số sau đây phải được nhà cung cấp hệ thống EES cung cấp cho nhà điều hành hệ thống điện liên quan theo yêu cầu của nhà điều hành mạng lưới:

- Thời gian đáp ứng
- Khả năng tốc độ thay đổi
- Đóng góp dòng điện ngắn mạch
- Khả năng vượt qua sự thay đổi điện áp (vượt qua điện áp thấp/ cao (LVRT/OVRT))
- Đặc tính điều chỉnh P(f)
- Khả năng nhận/phát Q(U)

Đối với tất cả các tính năng, "đặc tính đáp ứng thực tế phải được cung cấp rõ ràng. Đối với các yêu cầu ổn định lưới, hệ thống EES phải tuân thủ quy phạm lưới điện và quy định đấu nối địa phương. Nhà cung cấp và người sử dụng hệ thống EES cần phân tích và thống nhất về ảnh hưởng của hệ thống EES đối với lưới điện.

Hệ thống tích trữ cung cấp chức năng chính của hệ thống EES, thường là khả năng lưu trữ năng lượng và trao đổi công suất đầu vào và đầu ra tại POC chính. Nếu hệ thống tích trữ không cho phép sạc hoặc xả, hệ thống EES vẫn có thể cung cấp các dịch vụ lưới mà không có công suất đầu vào hoặc đầu ra đáng kể tại POC chính.

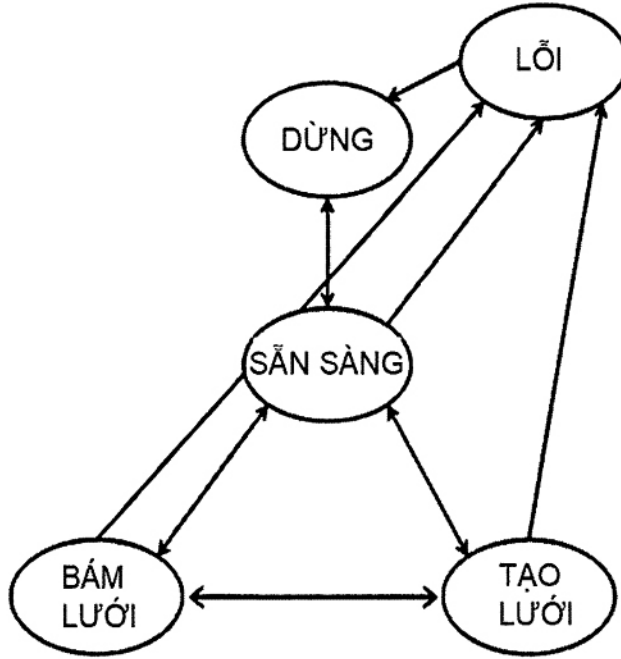
#### **5.5.1.5 Chất lượng cung cấp điện**

Vận hành bình thường của một hệ thống EES kết nối lưới không nên ảnh hưởng tiêu cực đến chất lượng điện năng của lưới (ví dụ sóng hài điện áp và độ nhấp nháy).

### 5.5.2 Các trạng thái vận hành của hệ thống điều khiển

Có nhiều loại trạng thái hoạt động khác nhau có thể được áp dụng để điều khiển hệ thống EES, và được trình bày trong Hình 5 như một ví dụ. Không phải tất cả các trạng thái hoạt động này đều cần thiết phải được triển khai trên hệ thống điều khiển của một hệ thống EES, và trách nhiệm của các bên liên quan là phải xác định các chế độ tác dụng cần thiết cho ứng dụng cụ thể.

Hình 5 thể hiện một ví dụ về các trạng thái vận hành có thể có của hệ thống EES.



Điều khiển sụt tần số

Điện áp và tần số

Điều khiển cô lập

Điều khiển chính

Điều khiển công suất tác dụng thủ công

Điều khiển công suất tác dụng theo mẫu

Điều khiển bám tải tự động

Giới hạn công suất tác dụng

Điều khiển hệ số công suất

Điều khiển công suất phản kháng

**Hình 5 – Ví dụ các trạng thái hoạt động của hệ thống EES**

### 5.5.3 Hỗ trợ tần số lưới

Khi kết nối với lưới điện, hệ thống EES có thể vận hành với các loại điều khiển khác nhau.

Trong chế độ này, hệ thống sẽ hỗ trợ tần số lưới, sử dụng một phần hoặc toàn bộ dung lượng công suất tác dụng của nó. Với việc kích hoạt chế độ điều khiển tần số lưới, hệ thống EES phải có khả năng kích hoạt đáp ứng công suất tác dụng khi có sai lệch tần số, ở chế độ tự động, nhằm hỗ trợ ổn định lưới điện.

Chiến lược hỗ trợ tần số được quy định sẽ là một phần của chương trình điều khiển hệ thống, thực hiện các yêu cầu của quy phạm lưới điện liên quan. Người dùng sẽ thường thiết lập các tham số sau trong bộ điều khiển hệ thống:

- 1) Tỷ lệ phần trăm công suất tác dụng danh định được dự trữ để hỗ trợ tần số,
- 2) Chiến lược hỗ trợ tần số mà hệ thống sẽ thực hiện.

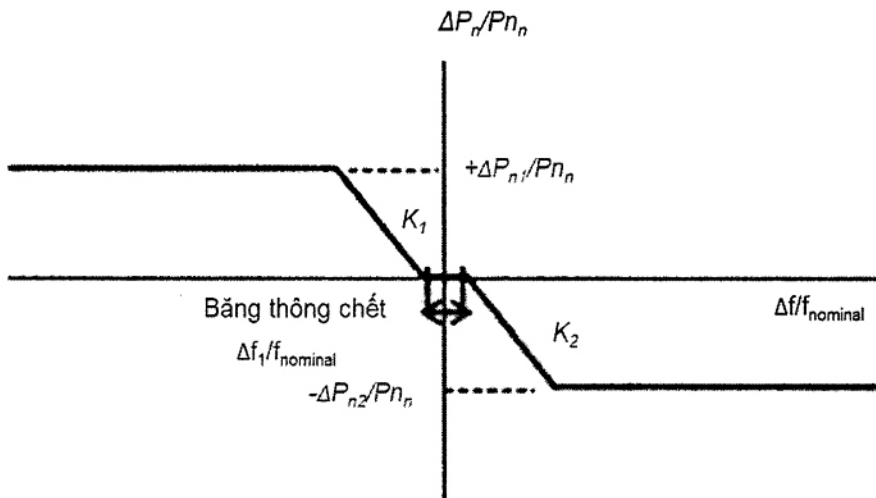
Các chế độ tác dụng còn lại có thể chạy đồng thời miễn là các giới hạn của hệ thống về công suất và năng lượng được đảm bảo.

Khi kích hoạt chế độ điều khiển tần số lưới, hệ thống EES phải có khả năng kích hoạt phản ứng công suất tác dụng với một độ dốc có thể lập trình và cho một tần số cao hơn (hoặc thấp hơn) một ngưỡng tần số có thể lập trình.

Hình 6 cung cấp ví dụ về chiến lược hỗ trợ lưới tự động chống lại biến động tần số tại POC chính (POC).

**Chiến lược P(f)**

$P_n > 0$  khi công suất phát vào lưới điện



IEC

Hình 6 – Ví dụ đối với chiến lược P (f)

CHÚ THÍCH: Độ rộng băng thông chết có thể điều chỉnh xuống 0 mHz.

Để tránh việc ngắt kết nối do bảo vệ quá tần số trong khi xả hoặc bảo vệ dưới tần số trong khi sạc, hệ thống EES cần triển khai một chế độ điều khiển để giảm/tăng công suất đầu ra tùy thuộc vào biến động

tần số. Việc kích hoạt chế độ điều khiển này không được gây ra các bước nhảy hoặc dao động trong công suất đầu ra.

#### 5.5.4 Điều khiển cô lập và khả năng khởi động đen

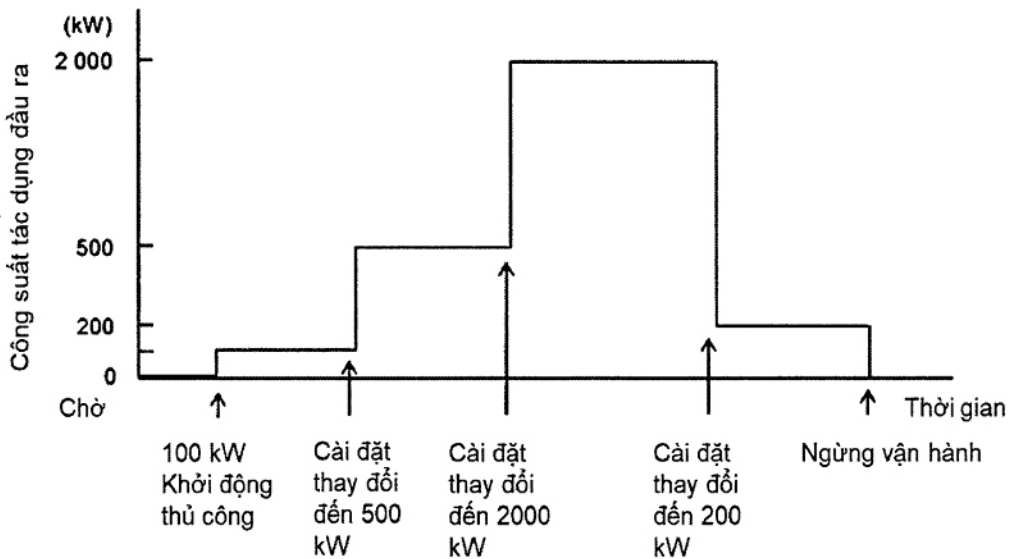
Điều khiển cô lập đề cập đến các chế độ điều khiển hình thành lưới; khi kích hoạt chế độ điều khiển này, hệ thống EES phải có khả năng hỗ trợ điện áp và tần số của một mạng lưới cục bộ với tải và các máy phát khác. Chế độ điều khiển cô lập có thể liên quan đến quy trình phục hồi sau khi tắt mạng (khởi động đen) hoặc đến việc ngắt kết nối có chủ ý của một mạng lưới cục bộ khỏi hệ thống điện chính. Đối với các tham số tính năng khởi động đen, tham khảo IEC 62933-2-1.

#### 5.5.5 Giới hạn công suất tác dụng

Khi kích hoạt chế độ giới hạn công suất tác dụng, hệ thống EES có khả năng giảm công suất tác dụng của mình xuống mức giá trị đặt bởi người vận hành hệ thống. Mức điểm này cần có thể điều chỉnh trong toàn bộ phạm vi tác dụng của hệ thống EES. Hệ thống EES cần có khả năng thực hiện việc giới hạn này nhanh nhất có thể về mặt kỹ thuật.

#### 5.5.6 Điều khiển công suất tác dụng thủ công

Bộ điều khiển hệ thống sẽ thiết lập giá trị công suất tác dụng đầu vào – đầu ra của công suất điện của điện tại POC chính và vận hành hệ thống với giá trị đó. Với giá trị quy định, việc vận hành sẽ tiếp tục cho đến khi nhận được tín hiệu dừng hoặc khi tác dụng kết thúc. Một ví dụ về cách thiết lập công suất tác dụng đầu ra thủ công có thể thấy trong Hình 7.



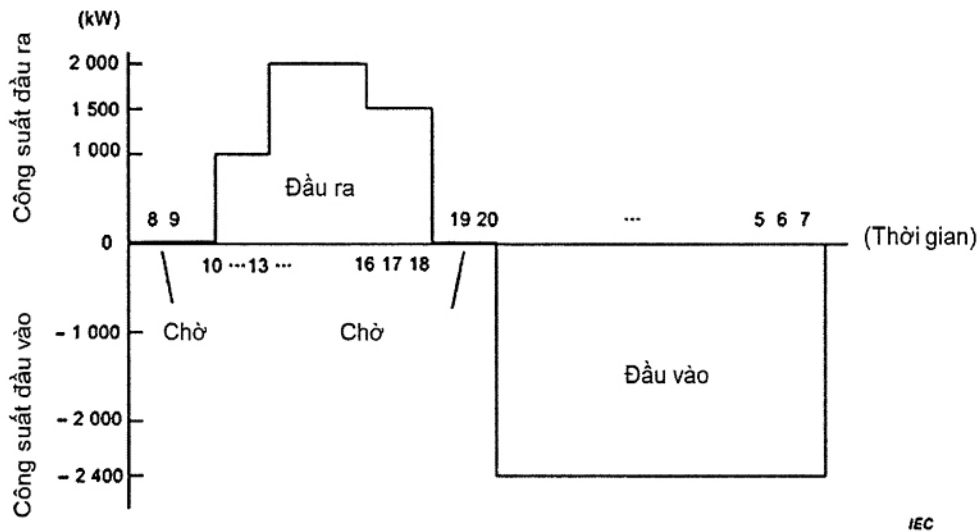
Hình 7 – Ví dụ về thiết lập cài đặt điều khiển công suất tác dụng đầu ra tại POC chính

5.5.7 Điều khiển công suất tác dụng theo mẫu

Hệ thống tự động vận hành theo mẫu tác dụng đã được thiết lập trước trong chế độ vận hành này. Ví dụ về việc thiết lập trước các giá trị công suất đầu vào và đầu ra tác dụng cùng thời gian bắt đầu có thể thấy trong Bảng 2 và Hình 8.

Bảng 2 – Ví dụ về mẫu hoạt động trong ngày

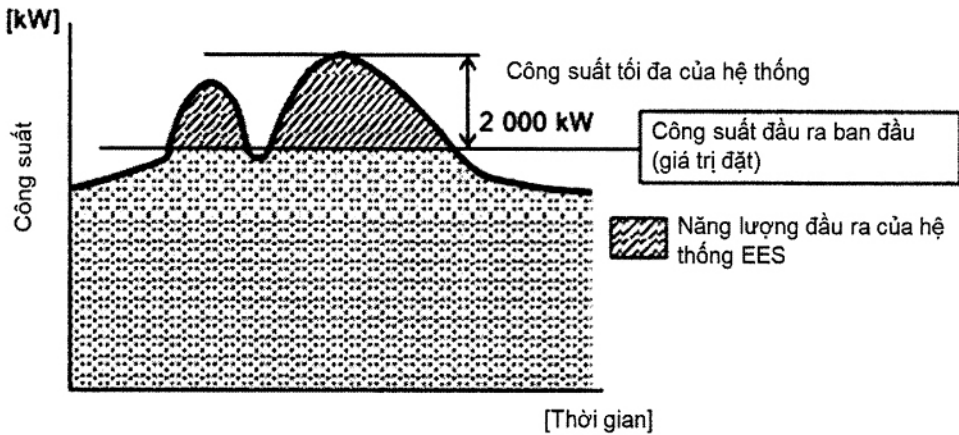
Số thứ tự	Thời gian bắt đầu	Công suất		Số thứ tự	Thời gian bắt đầu	Công suất	
1	9:00	Chờ	0 kW	6	20:00	Đầu vào	2 400 kW
2	10:00	Đầu ra	1 000 kW	7	7:00	Chờ	0 kW
3	13:00	Đầu ra	2 000 kW	8			
4	16:00	Đầu ra	1 500 kW	9			
5	18:00	Chờ	0 kW	10			



Hình 8 – Ví dụ về tác dụng vận hành tại điểm POC chính

5.5.8 Điều chỉnh tự động theo tải

Trong chế độ vận hành này, công suất phát điện tự động thay đổi theo sự thay đổi của tải, ví dụ như để cất đỉnh tải. Ví dụ về ứng dụng cất đỉnh tải với hệ thống EES cung cấp công suất đầu ra tối đa 2 000 kW được trình bày trong Hình 9.



CHÚ THÍCH: Khi tải vượt quá giá trị đặt, hệ thống EES sẽ cung cấp công suất tương ứng với giá trị vượt quá đó.

Hình 9 – Ví dụ về ứng dụng cắt đỉnh

### 5.5.9 Các chế độ điều khiển công suất hỗ trợ điện áp lưới

#### 5.5.9.1 Quy định chung

Khi kết nối với lưới, hệ thống EES phải có khả năng tác dụng trong, ví dụ, một trong các chế độ điều khiển sau đây. Các chế độ điều khiển công suất phản kháng khác nhau để hỗ trợ điện áp lưới là duy nhất; chỉ một chế độ có thể tác dụng tại một thời điểm. Các chế độ điều khiển có thể có, được mô tả trong 5.5.9.2 đến 5.5.9.5, bao gồm:

- Các chế độ điều khiển giá trị không đổi
- Các chế độ điều khiển liên quan đến điện áp
- Các chế độ điều khiển liên quan đến công suất tác dụng
- Giảm công suất tác dụng liên quan đến điện áp

#### 5.5.9.2 Các chế độ điều khiển giá trị không đổi

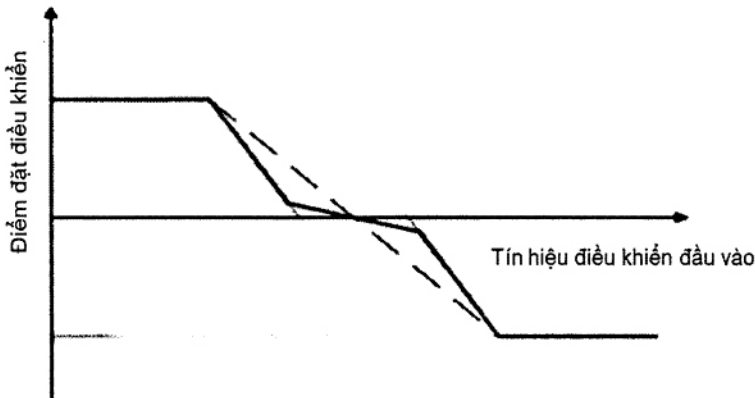
Hệ thống EES phải có khả năng kích hoạt chế độ điều chỉnh giá trị không đổi khác nhau: chế độ không đổi  $Q$  và chế độ không đổi  $\cos\varphi$ . Khi kích hoạt một trong hai chế độ điều khiển này, hệ thống EES phải có khả năng điều chỉnh công suất phản kháng phát ra hoặc  $\cos\varphi$  phát ra theo giá trị đặt thiết lập trong điều khiển của hệ thống EES hoặc qua tín hiệu điều khiển từ xa.

#### 5.5.9.3 Các chế độ điều khiển liên quan đến điện áp

Hệ thống EES phải có khả năng kích hoạt hai chế độ điều khiển liên quan đến điện áp khác nhau:  $Q(U)$  và  $\cos\varphi(U)$ . Khi kích hoạt một trong hai chế độ điều khiển này, hệ thống EES phải có khả năng điều chỉnh công suất phản kháng đầu ra hoặc  $\cos\varphi$  của đầu ra, tương ứng, theo điện áp.

Đối với mỗi chế độ điều khiển liên quan đến điện áp, hành vi với giá trị tối thiểu và tối đa và đặc tính điều chỉnh theo Hình 10 phải có thể cấu hình được. Ngoài đặc tính đã đề cập ở trên, các tính năng và thông số liên quan khác phải được tích hợp vào hệ thống điều khiển EES như sau:

- Đặc tính động điều chỉnh phải có thể cấu hình được.
- Để giới hạn công suất phản kháng ở mức công suất tác dụng thấp, hai phương pháp phải có thể cấu hình được (những phương pháp này là độc quyền; chỉ một phương pháp có thể tác dụng tại một thời điểm):
  - Đối với chế độ điều khiển  $\cos\varphi(U)$ , một giới hạn trên và giới hạn dưới cho  $\cos\varphi$  cần phải có thể cấu hình được (ví dụ, trong phạm vi từ 0 đến 0,95);
  - Đối với chế độ điều khiển  $Q(U)$ , việc kích hoạt và hủy kích hoạt cần phải có thể cấu hình được trong phạm vi công suất tác dụng của hệ thống EES.



CHÚ THÍCH 1: Nguồn cho Hình 10: CLC/TS 50549-1 và CLC/TS 50549-2.

CHÚ THÍCH 2: Các đường cong màu đỏ, xám và xanh dương đại diện cho ba đặc tính điều khiển có thể có.

**Hình 10 – Ví dụ về đặc tính điều khiển tổng quát**

#### 5.5.9.4 Các chế độ điều khiển liên quan đến công suất tác dụng

Hệ thống EES phải có khả năng kích hoạt hai chế độ điều khiển liên quan đến công suất tác dụng khác nhau:  $Q(P)$  và  $\cos\varphi(P)$ . Khi kích hoạt một trong hai chế độ điều khiển này, hệ thống EES phải có khả năng điều khiển công suất phản kháng đầu ra hoặc  $\cos\varphi$  của đầu ra theo theo hàm số của công suất tác dụng phát ra. Đối với mỗi chế độ điều khiển liên quan đến công suất tác dụng này, một đặc tính với giá trị tối thiểu và tối đa cùng với ba đường nối theo Hình 10 phải có thể cấu hình được. Sự thay đổi trong công suất tác dụng sẽ dẫn đến một điểm đặt  $Q$  hoặc  $\cos\varphi$  mới, được xác định theo đặc tính. Đáp ứng phù hợp với một  $Q$  hoặc  $\cos\varphi$  mới, giá trị đặt phải nhanh nhất có thể để đảm bảo rằng sự thay đổi công suất phản kháng phù hợp với sự thay đổi công suất tác dụng có thể xảy ra.

#### 5.5.9.5 Giảm công suất tác dụng liên quan đến điện áp

Để tránh ngắt kết nối do bảo vệ quá điện áp trong quá trình phát công suất tác dụng hoặc bảo vệ dưới điện áp trong quá trình nhận công suất tác dụng, hệ thống EES phải triển khai một chế độ điều khiển để giảm/tăng công suất đầu ra theo biến động điện áp (khả năng duy trì vận hành khi quá/kém điện áp). Việc kích hoạt chế độ điều khiển này không được gây ra các bước nhảy hoặc dao động trong công suất đầu ra.

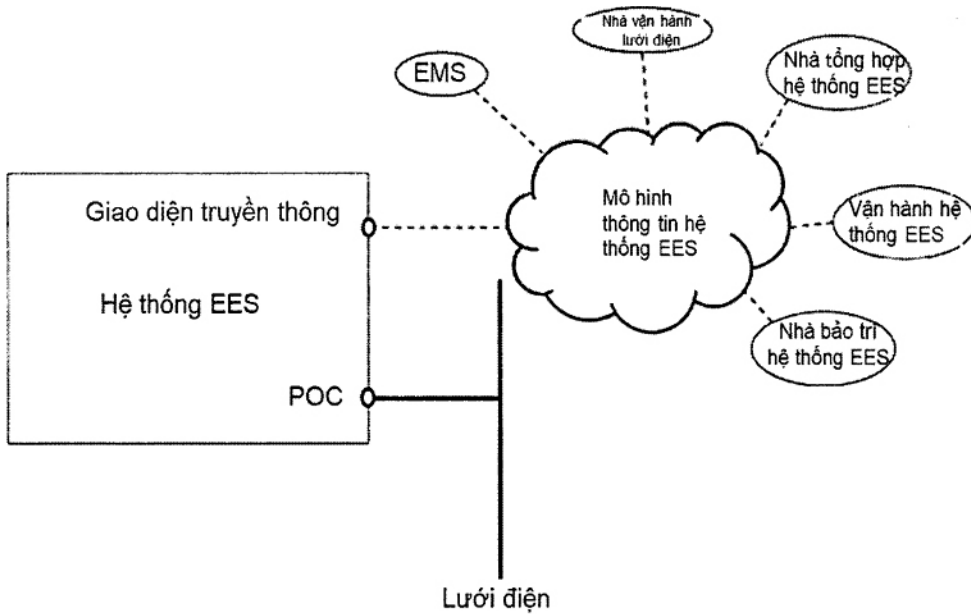
## 5.6 Giao diện truyền thông

### 5.6.1 Quy định chung

Điều 5.6 bao gồm các khuyến nghị cho giao diện truyền thông của hệ thống EES.

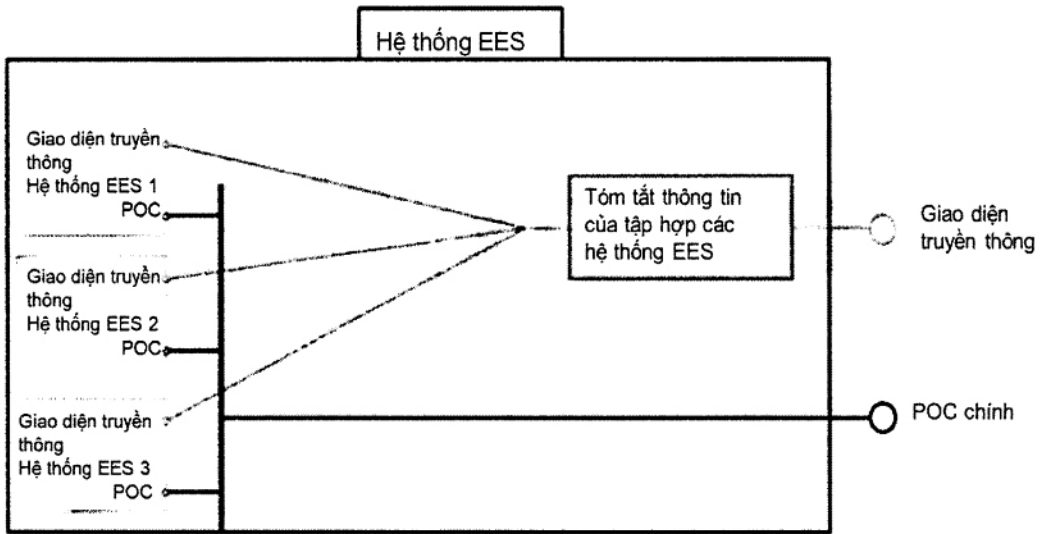
### 5.6.2 Mô hình thông tin cho hệ thống EES

Kiến trúc tham chiếu của một hệ thống EES được đưa ra trong 4.1. Một yêu cầu cơ bản để tích hợp các hệ thống EES vào hệ thống điện là định nghĩa mô hình thông tin của hệ thống EES cho giao tiếp (xem Hình 11). Một mô hình thông tin là bước cơ bản để đạt được khả năng tương tác của hệ thống EES với các thiết bị khác.



**Hình 11 – Sơ đồ tham khảo cho hệ thống con trao đổi thông tin của hệ thống EES**

Một hệ quả quan trọng khác của việc sử dụng mô hình thông tin hệ thống EES cho giao tiếp giữa hệ thống EES và các bên bên ngoài là cung cấp khả năng tổng hợp các hệ thống EES (xem Hình 12). Một hệ thống EES lớn có thể được hình thành bằng cách tổng hợp nhiều hệ thống EES kết nối điện với cùng một POC. Để đánh giá tính năng tổng thể của việc tổng hợp các hệ thống EES, mô hình thông tin của mỗi hệ thống EES phải có khả năng cung cấp thông tin về trạng thái hoạt động của các tham số và các chức năng sẵn có.



**Hình 12 – Hệ thống EES là tổng hợp của nhiều hệ thống EES tại cùng một POC chính**

Vì vậy mô hình thông tin cần cho phép hệ thống EES:

- Cung cấp cho các bên liên quan tất cả các phép đo cần thiết cho hoạt động an toàn và đáng tin cậy của hệ thống EES trong hệ thống điện,
- Kích hoạt và cung cấp cho các nhà điều hành hệ thống điện các dịch vụ phụ trợ (giới hạn công suất tác dụng, cung cấp công suất phản kháng, điều khiển điện áp, v.v.),
- Ngắt kết nối hệ thống EES khỏi lưới điện nhanh chóng khi cần thiết.

Để đạt được các mục đích trên, mô hình thông tin phải ít nhất bao gồm các loại bản tin sau đây được định nghĩa theo loại thông tin trao đổi:

- Đặc tính hệ thống EES cho biết cho dữ liệu liên quan đến các giá trị danh định của một hệ thống EES cụ thể, giúp nhận diện duy nhất EES trong hệ thống điện.
- Trạng thái hệ thống EES đại diện cho thông tin liên quan đến trạng thái hoạt động và/hoặc trạng thái vật lý của hệ thống EES; trạng thái của hệ thống EES có thể thay đổi theo các sự kiện trên mạng hoặc tại vị trí của hệ thống EES hoặc do các tín hiệu điều khiển từ xa.
- Các phép đo hệ thống EES đại diện cho dữ liệu liên quan đến các biến của hệ thống EES được đo trực tiếp hoặc được tính toán thông qua việc xử lý các biến đo lường khác như điện áp hoặc dòng điện.
- Giới hạn hoạt động của hệ thống EES đại diện cho các giá trị giới hạn để thay đổi phạm vi hoạt động của hệ thống EES hoặc các điểm đặt/tham số cho việc sử dụng khả năng điều khiển từ xa của hệ thống EES bởi các bên liên quan.

- Dự đoán hệ thống EES đại diện cho dự đoán về đặc tính công suất tác dụng và công suất phản kháng của hệ thống EES cho các mục tiêu khác nhau, với mục đích cung cấp cho các bên liên quan một số thông tin để quản lý hệ thống EES.

- Trạng thái kết nối hệ thống EES đại diện cho các tín hiệu cần trao đổi để xác định trạng thái kết nối (kết nối hoặc ngắt kết nối) của hệ thống EES.

Chẩn đoán hệ thống EES đại diện cho các tín hiệu cần trao đổi để thông báo cho các bên liên quan về tình trạng sức khỏe của hệ thống EES, sự tiếp cận các điều kiện hoạt động bất thường và/hoặc điều kiện lỗi.

Trong trường hợp mất kết nối của giao diện truyền thông với hệ thống EES hoặc một phần của hệ thống EES, các quy trình cần thiết cần được xác định trước.

### 5.6.3 Giám sát và điều khiển từ xa

#### 5.6.3.1 Các loại hệ thống EES cho phép đo và giám sát

Các yêu cầu của các hoạt động giám sát và thông tin cần trao đổi phải được phát triển theo sự liên quan của hệ thống EES đối với hoạt động của mạng lưới và các giải pháp đổi mới đang được phát triển trong khuôn khổ các sáng kiến Smart Grid. Theo các yêu cầu này, có thể xác định các mức yêu cầu giám sát và điều khiển hệ thống EES khác nhau như sau:

- Danh mục đo lường và giám sát I: Các hệ thống EES trong danh mục này không có liên quan đến hoạt động của mạng lưới. Các hệ thống EES không yêu cầu cung cấp khả năng giám sát cụ thể. Khả năng nhận tín hiệu từ đơn vị phân phối địa phương hoặc đơn vị tổng hợp có thể là tùy chọn.

- Danh mục đo lường và giám sát II: Các hệ thống EES trong danh mục này ít có khả năng ảnh hưởng đáng kể đến hoạt động của mạng lưới và thường không được đưa vào các thuật toán điều khiển của nhà điều hành hệ thống điện. Tuy nhiên, các hệ thống EES trong danh mục này phải cung cấp khả năng giám sát cho các bên liên quan khác ngoài nhà điều hành hệ thống điện. Hệ thống EES có thể được cấu hình để nhận hướng dẫn phân phối hoặc yêu cầu hoạt động từ thực thể phân phối địa phương hoặc đơn vị tổng hợp.

- Danh mục đo lường và giám sát III: Các hệ thống EES trong danh mục này phải cung cấp khả năng giám sát vì chúng có/thậm chí có thể có ảnh hưởng đáng kể đến mạng lưới mà chúng kết nối. Đối với các hệ thống EES thuộc danh mục này, đơn vị vận hành hệ thống điện có thể yêu cầu giám sát trực tuyến trạng thái EES và công suất tác dụng cũng như công suất phản kháng. Việc kết nối hệ thống EES với các hệ thống của nhà điều hành yêu cầu tích hợp với tỷ lệ quét và giao thức hiện tại đang được sử dụng bởi nhà điều hành. Một hệ thống EES trong danh mục này cũng có thể được đưa vào các thuật toán điều khiển của nhà điều hành hệ thống. Hệ thống EES có thể được lệnh điều độ hoặc yêu cầu vận hành từ nhà điều hành hệ thống điện hoặc đơn vị phân phối địa phương hoặc đơn vị tổng hợp.

Thông tin cần trao đổi giữa hệ thống EES và các bên liên quan khác nhau phụ thuộc vào ứng dụng, mức điện áp kết nối, công suất hệ thống EES và các yếu tố quan trọng của hệ thống điện địa phương. Đối

với một hệ thống EES, các bên liên quan nên đánh giá tất cả các yếu tố này để xác định hệ thống EES thuộc danh mục nào. Bảng 3 cung cấp một số hướng dẫn để xác định từng danh mục và các danh mục bản tin cần bao gồm trong việc trao đổi thông tin.

**Bảng 3 – Ví dụ về bản tin của các danh mục đo lường và giám sát với các danh mục bản tin**

Phân loại đo lường và giám sát Các loại bản tin	I	II	III
Đặc tính hệ thống EES		x	x
Trạng thái hệ thống EES	(x)	x	x
Đo lường hệ thống EES			x
Giới hạn vận hành hệ thống EES		x	x
Dự báo hệ thống EES			x
Ngắt kết nối hệ thống EES	(x)	x	x
Chuẩn đoán hệ thống EES			x

**5.6.3.2 Tính tương thích**

Tính tương thích là khả năng của các thiết bị để trao đổi thông tin và làm việc cùng nhau trong một hệ thống. Tính tương thích của hệ thống EES với các bên liên quan sẽ được đạt được bằng cách sử dụng các định nghĩa đối tượng và dữ liệu đã công bố, các lệnh tiêu chuẩn và các giao thức tiêu chuẩn (xem 5.6.3.3).

Tính tương thích thường yêu cầu sự đồng bộ về thời gian giữa các bên giao dịch. Các nhu cầu trong lĩnh vực này phụ thuộc vào ứng dụng được kích hoạt giữa các bên. Đồng bộ hóa thời gian có thể được xử lý bằng nhiều cơ chế, từ việc nhập thời gian thủ công đến cập nhật thời gian liên tục từ các nguồn hệ thống định vị toàn cầu.

Các vấn đề về bảo mật mạng cần được xem xét khi cấu hình các giao tiếp nội bộ và cấu hình đến điểm ghép nối chung.

**5.6.3.3 Giao thức**

Truyền thông chuẩn hóa nên được sử dụng cho truyền thông giữa hệ thống EES và các bên liên quan. Các tiêu chuẩn phổ biến được sử dụng cho quản lý lưới điện liên quan đến các trung tâm điều khiển bao gồm IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-104, IEC 60870-6 (tất cả các phần), IEEE Std 1815 (DNP3) hoặc IEC 61850 (tất cả các phần).

#### 5.6.3.4 Xây dựng mô hình thông tin cho hệ thống EES

Đối với mỗi danh mục bản tin, Bảng 4 cung cấp các ví dụ về các bản tin đơn lẻ điển hình có thể được trao đổi giữa các bên liên quan và hệ thống EES. Các bản tin thực tế được trao đổi giữa hệ thống EES và các bên liên quan khác nhau phụ thuộc vào ứng dụng, mức điện áp kết nối, công suất hệ thống EES và các yếu tố quan trọng của hệ thống điện địa phương. Việc công khai hồ sơ thông tin nên được xác định trong giai đoạn thiết kế để cung cấp dữ liệu cần thiết cho các bên liên quan khác nhau. Tuy nhiên, mô hình thông tin nên hỗ trợ việc tích hợp trong tương lai do sự phát triển của hệ thống EES và các yêu cầu của các bên liên quan.

**Bảng 4 – Ví dụ về các bản tin trong mô hình thông tin của hệ thống EES**

<p><b>Bản tin liên quan đến đặc tính hệ thống EES</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tên hệ thống EES</li> <li>• tên của POC chính</li> <li>• điện áp danh định tại POC chính</li> <li>• các khả năng điều chỉnh khả dụng của hệ thống EES             <ul style="list-style-type: none"> <li>– điều khiển tần số lưới điện</li> <li>– điều chỉnh chế độ cô lập</li> <li>– điều chỉnh công suất tác dụng bằng tay</li> <li>– điều khiển công suất tác dụng theo mau</li> <li>– điều khiển theo tải tự động</li> <li>– giới hạn công suất tác dụng</li> <li>– giới hạn Q không đổi</li> <li>– <math>Q(U)</math></li> <li>– <math>Q(P)</math></li> <li>– giá trị <math>\cos\varphi</math> không đổi</li> <li>– <math>\cos\varphi(U)</math></li> <li>– <math>\cos\varphi(P)</math></li> <li>– <math>P(U)</math></li> </ul> </li> <li>• biểu đồ khả năng tại POC chính</li> <li>• dung lượng năng lượng danh định của hệ thống EES</li> <li>• tần số lưới điện danh nghĩa</li> </ul>
<p><b>Bản tin liên quan đến trạng thái của hệ thống EES</b></p>	<p>Tình trạng khả dụng của của hệ thống EES cho biết cho trạng thái kết nối của hệ thống EES với lưới điện</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kết nối hoàn toàn,</li> <li>• kết nối một phần (trong trường hợp các hệ thống EES tổng hợp, khi một phần trong số đó bị ngắt kết nối),</li> <li>• ngắt kết nối nhưng có sẵn để kết nối lại,</li> <li>• ngắt kết nối nhưng không có sẵn để kết nối lại,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• không có sẵn (trong trường hợp lỗi truyền thông).</li> </ul> <p>Trạng thái vận hành của hệ thống EES thể hiện:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• năng lượng khả dụng ở công suất hiện tại</li> <li>• năng lượng khả dụng ở công suất danh định</li> <li>• khả năng điều khiển từ xa của hệ thống EES được kích hoạt hiệu quả trên hệ thống EES, ví dụ như <ul style="list-style-type: none"> <li>– điều khiển tần số lưới điện</li> <li>– điều chỉnh chế độ cô lập</li> <li>– điều chỉnh công suất tác dụng bằng tay</li> <li>– điều khiển công suất tác dụng theo mẫu</li> <li>– điều khiển theo tải tự động</li> <li>– giới hạn công suất tác dụng</li> <li>– giới hạn Q không đổi</li> <li>– <math>Q(U)</math></li> <li>– <math>Q(P)</math></li> <li>– giá trị <math>\cos\varphi</math> không đổi</li> <li>– <math>\cos\varphi (U)</math></li> <li>– <math>\cos\varphi (P)</math></li> <li>– <math>P(U)</math></li> </ul> </li> </ul> <p>Trạng thái của hệ thống EES liên quan đến các khả năng, chẳng hạn như:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– hệ như: khả năng, chẳng hạn bằng tay EES, tác d:kh tc d:kh hệtc d:kh năng, chẳng hạn bằng tay EES, tác d:kh tác d:kh nhệác d:kh năng, chẳng hạn bằng tay EES, ví dụ nhưng hợp, khác d:kh năng, chẳng hạn bằng tay EES, ví dụ nhưng hợp, khi Hệ thống EES có thể cung cấp các chức năng hoạt động khác nhau đồng thời.</li> </ul>
Bản tin liên quan đến đo lường của hệ thống EES	<p>Tất cả các phép đo đều được thiết kế để thực hiện tại POC chính và các phép đo điển hình cần được trao đổi bao gồm:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• điện áp</li> <li>• dòng điện</li> <li>• công suất tác dụng</li> <li>• công suất phản kháng</li> <li>• tần số</li> <li>• hệ số công suất</li> <li>• méo hài tổng</li> <li>• tiêu thụ phụ trợ</li> </ul>
Bản tin liên quan đến giới hạn hoạt động của hệ thống EES	<p>Thông tin này không liên quan đến việc kích hoạt/không kích hoạt các chức năng vận hành của hệ thống EES được mô tả ở trên (xem 5.5) mà liên quan đến việc thiết lập tham số cho các chức năng đó:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• điều khiển tần số</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dải chết điều khiển tần số</li> <li>- hệ số độ dốc điều khiển tần số</li> <li>- dự trữ biên tần số</li> <li>• điều khiển công suất tác dụng thủ công <ul style="list-style-type: none"> <li>- điểm đặt công suất tác dụng</li> </ul> </li> <li>• điều khiển công suất tác dụng theo mẫu <ul style="list-style-type: none"> <li>- đường cong điểm đặt công suất tác dụng</li> </ul> </li> <li>• điều khiển theo tải tự động <ul style="list-style-type: none"> <li>- giá trị tải</li> </ul> </li> <li>• giới hạn công suất tác dụng <ul style="list-style-type: none"> <li>- điểm đặt công suất tác dụng tối đa</li> <li>- điểm đặt công suất tác dụng tối thiểu</li> </ul> </li> <li>• điều khiển giá trị không đổi của Q hoặc <math>\cos\varphi</math> theo điện áp <ul style="list-style-type: none"> <li>- điểm đặt Q</li> <li>- điểm đặt <math>\cos\varphi</math></li> </ul> </li> <li>• điều khiển liên quan đến điện áp <ul style="list-style-type: none"> <li>- đường cong đặc tính Q(U)</li> <li>- đường cong đặc tính <math>\cos\varphi</math> (U)</li> </ul> </li> </ul>
<p>Bản tin liên quan đến dự báo của hệ thống EES</p>	<p>Dự đoán các đường cong khả năng của hệ thống EES cho các mục tiêu khác nhau, với mục đích cung cấp thông tin cho các bên liên quan để quản lý hệ thống EES. Các mục tiêu khác nhau của yêu cầu có thể bao gồm:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• thời gian</li> <li>• công suất tác dụng</li> <li>• tình trạng sạc cuối cùng</li> </ul>
<p>Bản tin liên quan đến trạng thái kết nối của hệ thống EES</p>	<p>Các bản tin cần được trao đổi sẽ bao gồm các khía cạnh sau:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• yêu cầu từ các bên liên quan để ngắt kết nối hệ thống EES,</li> <li>• thông báo từ hệ thống EES rằng hệ thống EES đã bị ngắt kết nối,</li> <li>• thông tin từ các bên liên quan rằng việc ngắt kết nối không còn cần thiết nữa và do đó, hệ thống EES có thể được kết nối lại với lưới điện</li> </ul>

Bản tin liên quan đến chẩn đoán của hệ thống EES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cảnh báo/cảnh báo liên quan đến các điều kiện môi trường (nhiệt độ, độ ẩm, áp suất, v.v.).</li> <li>• cảnh báo liên quan đến vận hành (dòng điện, điện áp, công suất, trạng thái sạc, ..v.v)</li> <li>• cảnh báo/cảnh báo liên quan đến an toàn (cô lập điện, phát hiện khói, khí thải, v.v.).</li> <li>• trạng thái của các hệ thống bảo vệ (hệ thống EES và/hoặc thiết bị đơn lẻ trong hệ thống EES, v.v.).</li> <li>• cảnh báo/cảnh báo liên quan đến thiết bị phụ trợ (điều hòa, cung cấp điện phụ trợ, v.v.).</li> <li>• cảnh báo/cảnh báo liên quan đến bảo mật (toàn vẹn của vỏ bọc, phát hiện chuyển động, v.v.).</li> </ul>
--------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 6 Đánh giá tính năng của hệ thống EES

### 6.1 Thử nghiệm chấp nhận tại nhà máy (FAT)

Việc lắp ráp trước tại nhà máy của các thiết bị kết hợp thành một hệ thống con của hệ thống EES có thể được thực hiện. Trong trường hợp này, FAT của hệ thống con này có thể là hữu ích.

Các phương pháp FAT, các hạng mục FAT và tiêu chí chấp nhận FAT nên được thảo luận giữa nhà cung cấp hệ thống EES và chủ sở hữu hệ thống EES dựa trên IEC 62933-2-1. Một giao thức FAT sẽ được nhà cung cấp hệ thống chuẩn bị để được người sử dụng phê duyệt trước.

Kết quả FAT nên được gửi trước khi vận chuyển hệ thống EES đến địa điểm lắp đặt.

Kết quả FAT phải được cung cấp cho chủ sở hữu hệ thống EES và được xem xét cùng với thử nghiệm chấp nhận tại hiện trường (SAT).

### 6.2 Lắp đặt và đưa vào vận hành

#### 6.2.1 Quy định chung

Trong quá trình lắp đặt và đưa vào vận hành, cần phải xác nhận các yêu cầu của:

- môi trường hệ thống EES (xem 5.2)
- các tham số hệ thống điện chính (xem 5.4)
- tính năng chức năng của hệ thống (xem 5.5)
- giao diện truyền thông (xem 5.6)

#### 6.2.2 Giai đoạn lắp đặt

Giai đoạn lắp đặt của hệ thống EES có thể được chia thành hai giai đoạn: vận chuyển và lắp ráp tại địa điểm. Các ví dụ về các mục cần xem xét được trình bày trong Bảng 5.

Để có các ví dụ chi tiết về việc lắp đặt hệ thống EES, xem Phụ lục B.

**Bảng 5 – Ví dụ về các hạng mục cần xem xét trong các giai đoạn lắp đặt khác nhau**

Quy định	Vận chuyển	Lắp ráp hiện trường
Điện	Quy định về vận chuyển đường bộ, đường biển, hàng không và lưu kho	Xác nhận tiếp đất Đo điện trở cách điện
Hóa học		Xác nhận hệ thống phòng chống và chữa cháy Xác nhận các cảnh báo và chỉ thị
Cơ học		Móng Đo kích thước và kiểm tra ngoại quan

### 6.2.3 Giai đoạn đưa vào vận hành

#### 6.2.3.1 Thử nghiệm

Sau khi hoàn thành giai đoạn lắp đặt và trong giai đoạn đưa vào vận hành, nhà cung cấp hệ thống nên đảm bảo rằng hệ thống EES đáp ứng các yêu cầu về tính năng và quy định kỹ thuật của hệ thống. Sau đó, có thể thực hiện thử nghiệm chấp nhận tại hiện trường (xem 6.3).

Thông thường, cả thử nghiệm chấp nhận tại nhà máy (FAT) và thử nghiệm chấp nhận tại hiện trường (SAT) đều chứng minh rằng hệ thống phù hợp với các quy định kỹ thuật của hệ thống EES.

Trong giai đoạn đưa vào vận hành, các tham số tính năng của hệ thống EES nên được đo bằng các phương pháp và quy trình kiểm tra phù hợp nhằm xác nhận rằng các chức năng và khả năng của hệ thống đã được triển khai theo thiết kế.

Trong quá trình thiết kế và đưa vào vận hành, an ninh và an toàn hệ thống phải được cân nhắc, bao gồm cả an ninh vật lý và an ninh mạng. Các tiêu chuẩn hiện hành nên được sử dụng, chẳng hạn như IEC 62351 (tất cả các phần), IEC 62443 (tất cả các phần), IEC/TS 62933-5-1 và ISO/IEC 27000.

Các hạng mục thử nghiệm tính năng chính trong giai đoạn đưa vào vận hành được mô tả trong Bảng 6. Phương pháp đánh giá của chúng sẽ được chọn từ IEC 62933-2-1.

**Bảng 6 – Các điểm cần lưu ý trong giai đoạn đưa vào vận hành**

Giá trị dung lượng năng lượng	Giá trị công suất đầu ra và đầu vào	Hiệu suất chu kỳ	Giá trị kết thúc tuổi thọ vận hành	Tham số thời gian đáp ứng
-------------------------------	-------------------------------------	------------------	------------------------------------	---------------------------

<p>Đo dung lượng đầu vào/đầu ra (ban đầu, danh định)</p>	<p>Thử nghiệm công suất danh định đầu vào/đầu ra</p> <p>Thử nghiệm công suất đầu ra danh định cho trường hợp nối lưới và không nối lưới.</p>	<p>Đo độ tự xả/ tự tiêu thụ năng lượng</p>	<p>_____</p> <p>(Ghi lại các tham số ban đầu liên quan)</p>	<p>Đo thời gian đáp ứng (cho hoạt động tự động, hoạt động theo tải, hoạt động theo lịch trình và điều phối từ xa)</p> <p>Đo thời gian đáp ứng từ trạng thái chờ đến khởi động</p> <p>Đo thời gian đáp ứng từ trạng thái sạc đến trạng thái xả</p>
----------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	-------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Về đo, giám sát, trao đổi thông tin và điều khiển của hệ thống EES, xem 5.6.

**6.2.3.2 Tính năng cách điện**

**6.2.3.2.1 Đo điện trở cách điện**

Điện trở cách điện giữa các phần sẽ được cấp điện, chẳng hạn như các hệ thống chính của hệ thống EES và hệ thống nối đất, cần được xác định phù hợp theo điện áp vận hành lớn nhất.

**6.2.3.2.2 Độ bền điện môi**

Hệ thống cách điện của EES cần được kiểm tra bằng thử nghiệm độ bền điện để đảm bảo rằng các tiêu chuẩn tính năng được đáp ứng – cả trong FAT và SAT. Điện áp thử nghiệm phù hợp cần được đặt liên tục giữa các phần được cấp điện và hệ thống nối đất trong thử nghiệm này. Thêm vào đó, hệ thống EES làm việc ở nhiệt độ khác với nhiệt độ bình thường nên cần được thử nghiệm ở nhiệt độ làm việc.

**6.3 Thử nghiệm chấp nhận tại hiện trường (SAT)**

Tính năng của hệ thống EES đã được đưa vào vận hành, có thể là sự kết hợp của các thiết bị và/hoặc các hệ thống con chế tạo sẵn, cần được xác nhận trong SAT.

Thử nghiệm SAT nên được thực hiện theo các hướng dẫn trong IEC 62933-2-1. SAT có thể được thực hiện bằng cách chia thành nhiều giai đoạn tùy theo môi trường lắp đặt, nhưng cũng cần xác nhận tính năng của các chức năng chính của toàn bộ hệ thống EES. Các tiêu chí SAT nên được xác định trước giữa nhà cung cấp hệ thống EES và chủ sở hữu hệ thống EES.

Các hạn chế giữa công suất danh định, năng lượng khả dụng, điều kiện môi trường và các yếu tố bên trong và bên ngoài khác sẽ được quy định bởi nhà cung cấp hệ thống.

Một số hạng mục thử nghiệm có thể khó khăn hoặc thực tế không thể thực hiện tại hiện trường do quy mô của toàn bộ hệ thống hoặc các hạn chế về môi trường. Trong những trường hợp như vậy, một số hạng mục của thử nghiệm chấp nhận tại hiện trường có thể được thay thế bằng các thử nghiệm chấp

nhận tại nhà máy. Các thử nghiệm chấp nhận tại hiện trường có thể được thực hiện cho các hệ thống con, và một số thử nghiệm chấp nhận tại hiện trường có thể được kết hợp với một số thử nghiệm chấp nhận tại nhà máy và kết quả được xem xét qua phân tích. Cần giữ tài liệu đầy đủ, chuẩn bị hướng dẫn vận hành của hệ thống và các bản ghi theo dõi bao gồm các kết quả thử nghiệm (FAT, SAT) trước khi hoàn thành việc lắp đặt hệ thống.

#### **6.4 Giai đoạn giám sát tính năng**

Trong giai đoạn giám sát tính năng (xem Bảng 7), các tham số tính năng của hệ thống EES sẽ được đo lường và giám sát bằng các phương pháp và quy trình phù hợp như những phương pháp được nêu trong IEC 62933-2-1. Hoặc, các phương pháp và quy trình được thỏa thuận giữa người sử dụng và nhà cung cấp hệ thống là chấp nhận được miễn là chúng tuân theo các thực tiễn đã được quy định.

Sự suy giảm tính năng trong các chức năng của hệ thống và khả năng lão hóa cần được giám sát và đánh giá định kỳ.

Bảng 7 – Các điểm cần lưu ý trong giai đoạn giám sát tính năng

Giá trị dung lượng năng lượng	Các giá trị công suất đầu vào / đầu ra	Hiệu suất chu kỳ	Giá trị tại thời điểm kết thúc tuổi thọ vận hành	Các tham số thời gian đáp ứng
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Đo lường năng lượng thực tế</li> <li>- Đo lường dung lượng đầu vào và đầu ra thực tế (nếu có yêu cầu)</li> <li>- Đo dung lượng năng lượng dự phòng thực tế (nếu có yêu cầu)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Xác minh hiệu suất của công suất đầu vào và đầu ra (khả năng định mức và/hoặc khả năng ngắn hạn)</li> <li>- Kiểm tra công suất theo dõi tải cho quá trình sử dụng nối lưới và không nối lưới</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ghi chép lịch sử về hiệu suất hàng ngày hoặc hàng tuần</li> <li>- Ghi chép lịch sử về mức tiêu thụ năng lượng trong các hệ thống phụ trợ và điều khiển</li> <li>- Ghi chép lịch sử về tự tiêu thụ của hệ thống EES và/hoặc tự xả của hệ thống tích trữ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Đánh giá các tham số hiệu suất, xem xét liệu các giá trị quy định có được duy trì (tức là vẫn trong tuổi thọ vận hành)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Xác minh hiệu suất thời gian đáp ứng</li> <li>- Thử nghiệm khởi động và dừng (nếu có yêu cầu)</li> </ul>

Dữ liệu đo và giám sát tại chỗ được thu thập trong giai đoạn SAT (Kiểm tra chấp nhận tại chỗ) và trong giai đoạn đưa vào vận hành có thể được sử dụng để so sánh với các thử nghiệm định kỳ thực hiện trên hệ thống EES (hệ thống lưu trữ năng lượng). Các thiết bị đo năng lượng tại POC chính và phụ trợ cũng có thể được cung cấp tại chỗ để đảm bảo việc tính toán dữ liệu năng lượng được thực hiện chính xác.

Bảng 8 – Ví dụ về các phép đo tại chỗ và giám sát hệ thống EES

Hệ thống (ở đâu)	Phép đo (đo cái gì)	Thời gian lấy mẫu (bao lâu lấy 1 lần)	Thời gian lưu dữ liệu (bao lâu)
Hệ thống tích trữ	Tình trạng sạc của các khối khác nhau	≤ 1 min	≥ 1 ngày
	Các thông số điện / vật lý (nhiệt độ, áp suất, điện áp, v.v.)	≤ 1 min	≥ 1 ngày
Hệ thống chuyển đổi năng lượng	Các tham số điện: Hiệu điện thế Cường độ dòng điện Công suất tác dụng Công suất phản kháng Tần số Hệ số công suất Méo hài tổng	Liên quan đến ứng dụng của hệ thống EES	≥ 1 ngày
Hệ thống đấu nối	Điện áp Dòng điện Công suất tác dụng Công suất phản kháng Tần số Hệ số công suất Méo hài tổng Trạng thái của máy cắt/dao cách ly		≥ 1 ngày
Hệ thống phụ trợ	Công suất tác dụng Hệ số công suất Năng lượng tiêu thụ	≤ 1 min Trung bình 15 min	≥ 1 ngày ≤ 1 năm
Hệ thống điều khiển	Tham chiếu Biện pháp môi trường Biện pháp an toàn	1 min	1 tuần

## Phụ lục A

(tham khảo)

### Ví dụ về các ứng dụng của hệ thống EES

#### A.1 Hệ thống EES thiết kế cho điều khiển dự phòng

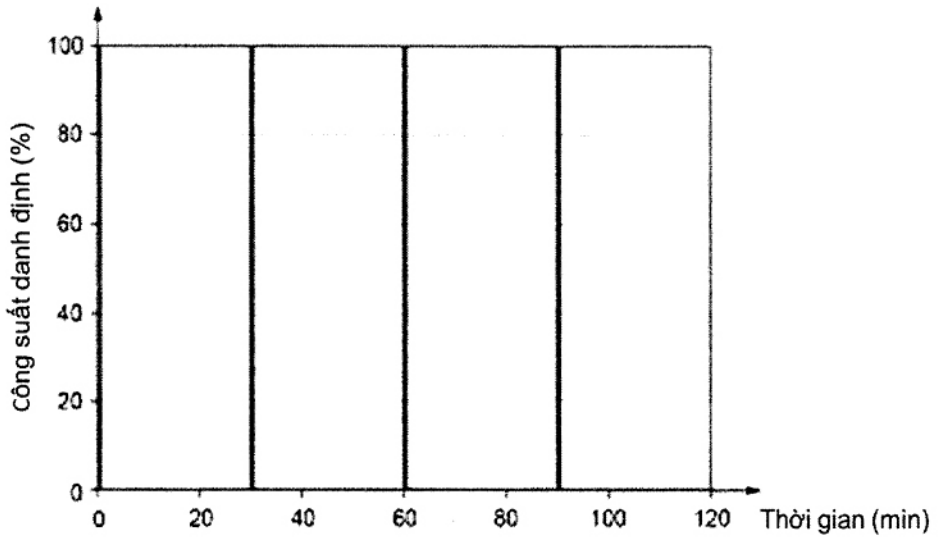
##### A.1.1 Quy định chung

Một hệ thống EES có thể được thiết kế để giảm tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch khi một máy phát điện đảm nhận vai trò dự phòng chính. Các khía cạnh khác nhau cần được xem xét (kinh tế, sinh thái, quản lý tài sản, v.v.) thuộc trách nhiệm của nhà thiết kế mạng điện địa phương. Để ước tính các yếu tố này, nhà thiết kế cần có ước tính về chi phí đầu tư (CAPEX) và chi phí vận hành (OPEX), bao gồm cả sự thay đổi tính năng qua thời gian hoạt động của hệ thống EES và các khoản tiết kiệm có thể có. Điều này có thể đạt được bằng cách tránh các khoản đầu tư và chi phí vận hành khác trong các tài sản khác (truyền tải, phân phối, phát điện).

##### A.1.2 Ví dụ về hệ thống EES cho điều khiển tần số sơ cấp

Một hệ thống EES được sử dụng trong ứng dụng điều khiển tần số nên có khả năng xử lý tình huống điều khiển tần số sơ cấp trong trường hợp mất nguồn điện đột ngột hoặc mất tải đột ngột.

Ví dụ, một hệ thống EES có thể cung cấp công suất danh định (ngắn hạn) trong 30 s, sau đó nghỉ trong 29,5 min (xem Hình A.1), và sau đó có thể lặp lại mẫu sử dụng này trong khoảng thời gian 2 h hoặc đến thời điểm hệ thống EES đạt giới hạn SOC thấp. Trong trường hợp mất nguồn điện đột ngột, các giá trị điển hình của chu kỳ làm việc yêu cầu được đưa ra trong Bảng A.1 và các giá trị điển hình của thời gian phục hồi cho điều khiển tần số sơ cấp được đưa ra trong Bảng A.2. Đối với điều khiển tần số sơ cấp, SOC ban đầu có thể được đặt ở mức SOC tối đa cho trường hợp mất nguồn điện đột ngột, và ở mức SOC tối thiểu cho trường hợp mất tải đột ngột.



NGUỒN: PNNL-22010.

**Hình A.1 – Mẫu chu kỳ làm việc cho ứng dụng điều khiển tần số sơ cấp với công suất đầu ra 30 s mỗi 30 min được hiển thị trong 2 h**

**Bảng A.1 – Giá trị mẫu của chu kỳ làm việc để điều khiển tần số sơ cấp  
trong trường hợp mất điện đột ngột**

Thời lượng	2 h
Dung lượng ban đầu	SOC = 100 %
Dung lượng còn lại tại thời điểm cuối của chu kỳ làm việc	SOC $\geq$ 0 %
Giá trị tối đa của công suất tác dụng đầu ra	100 % công suất danh định ngắn hạn
Giá trị tối đa của công suất tác dụng đầu vào	Không
Tốc độ thay đổi giá trị công suất tác dụng	4/h
Tốc độ thay đổi giữa công suất tác dụng đầu vào/ đầu ra	Không
Năng lượng đầu ra riêng phần tối đa	$\Delta$ SOC = 20 %
Năng lượng đầu vào riêng phần tối đa	Không
Giá trị tối đa của công suất phản kháng đầu ra	Không
Giá trị tối đa của công suất phản kháng đầu vào	Không
Tốc độ thay đổi giá trị công suất phản kháng	Không
Tốc độ thay đổi giữa công suất phản kháng đầu vào và đầu ra	Không

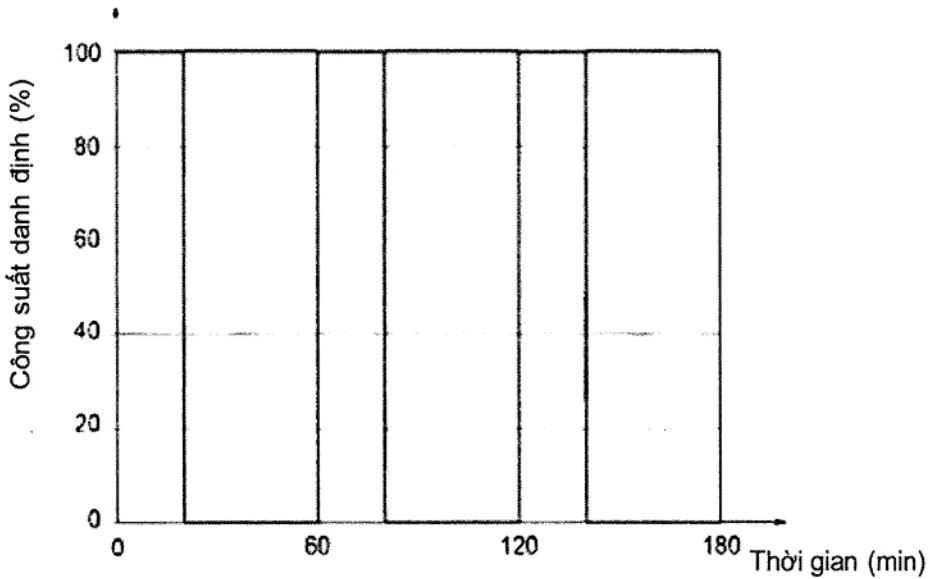
**Bảng A.2 – Giá trị mẫu của thời gian phục hồi để điều khiển tần số sơ cấp  
trong trường hợp mất điện đột ngột**

Thời gian	12 h
Khoảng công suất tác dụng đầu ra cho phép	Không
Khoảng công suất tác dụng đầu vào cho phép	100 % công suất danh định ngắn hạn
Khoảng công suất phản kháng đầu ra cho phép	Không
Khoảng công suất phản kháng đầu vào cho phép	Không
Tốc độ thay đổi công suất tác dụng/phản kháng cho phép tối đa	50 % công suất danh định / giây
Khoảng giá trị hệ số công suất cho phép tại POC chính	Không

### A.1.3 Ví dụ về hệ thống EES cho điều khiển tần số thứ cấp

Trong ví dụ về tình huống điều khiển tần số thứ cấp, một hệ thống EES có thể cung cấp công suất đầu ra liên tục trong 20 min, nghỉ ngơi trong 40 min, và lặp lại cùng một mô hình sử dụng trong một khoảng thời gian 3 h hoặc đến khi đạt đến giới hạn SOC thấp của hệ thống EES (xem Hình A.2 và Bảng A.3).

Cả hai kịch bản – đầu ra công suất (khi mất điện đột ngột) và đầu vào công suất (khi mất tải đột ngột) – đều có thể được xem xét. SOC ban đầu có thể được đặt ở mức SOC tối đa cho tình huống mất điện đột ngột, và ở mức SOC tối thiểu cho tình huống mất tải đột ngột.



NGUỒN: PNNL-22010.

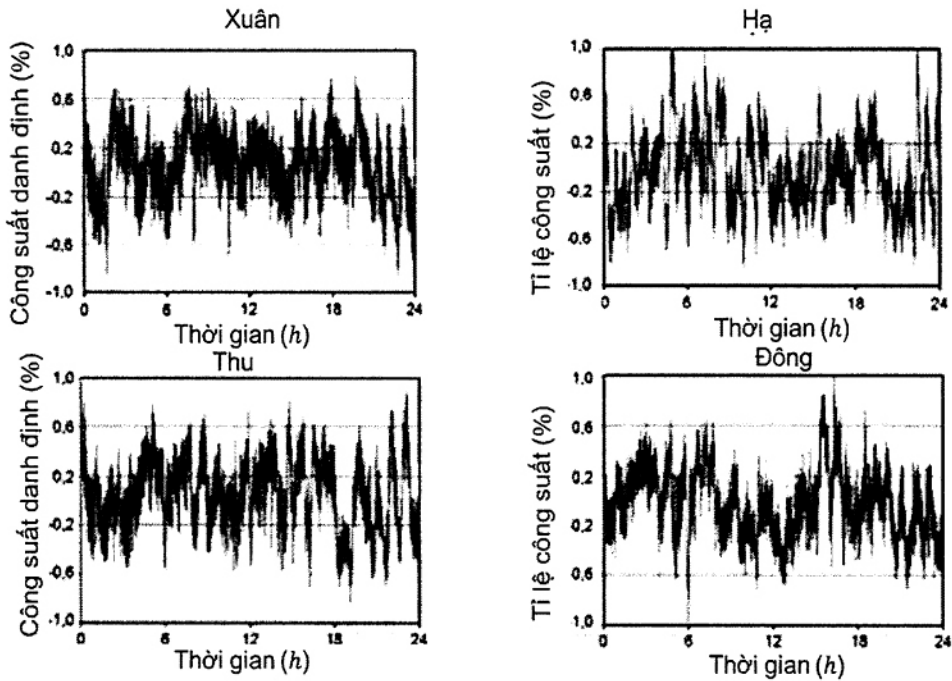
**Hình A.2 – Mẫu công suất đầu ra cho ứng dụng điều khiển tần số thứ cấp với công suất đầu ra 20 min trong 3 h**

**Bảng A.3 – Giá trị mẫu của chu kỳ làm việc để điều khiển tần số thứ cấp trong trường hợp mất điện đột ngột**

Thời lượng	3 h
Dung lượng ban đầu	SOC = 100 %
Dung lượng còn lại tại thời điểm cuối của chu kỳ làm việc	SOC ≥ 0 %
Giá trị tối đa của công suất tác dụng đầu ra	100 % công suất danh định
Giá trị tối đa của công suất tác dụng đầu vào	Không áp dụng
Tốc độ thay đổi giá trị công suất tác dụng	2/h
Tốc độ thay đổi giữa công suất tác dụng đầu vào/đầu ra	Không áp dụng
Năng lượng đầu ra riêng phần tối đa	$\Delta$ SOC = 33 %
Năng lượng đầu vào riêng phần tối đa	Không áp dụng
Giá trị tối đa của công suất phản kháng đầu ra	Không áp dụng
Giá trị tối đa của công suất phản kháng đầu vào	Không áp dụng
Tốc độ thay đổi giá trị công suất phản kháng	Không áp dụng
Tốc độ thay đổi giữa công suất phản kháng đầu vào/đầu ra	Không áp dụng

**A.1.4 Ví dụ về hệ thống EES cho điều khiển tần số động**

Trong ví dụ về các ứng dụng điều khiển tần số động, dữ liệu tần số lưới có thể được thu thập từ một nhà cung cấp dịch vụ điện trong suốt bốn mùa. Với chiến lược tương tự như Hình 6, công suất đầu vào và đầu ra của hệ thống EES có thể được xác định (xem Hình A.3). Trong ví dụ này, công suất được chuẩn hóa. Vì chu kỳ làm việc tương ứng với cả sạc và xả, SOC ban đầu nên được thiết lập sao cho không quá gần giới hạn tối đa hoặc tối thiểu để các giới hạn này không bị vượt qua trong quá trình vận hành. Giả sử rằng SOC ban đầu được thiết lập ở mức 50% cho hỗ trợ tần số động. Bảng A.4 chứa các giá trị mẫu của chu kỳ làm việc cho điều khiển tần số động cơ bản.



NGUỒN: PNNL-22010.

**Hình A.3 – Mẫu công suất đầu ra của hệ thống EESS cho ứng dụng điều khiển tần số động trong mùa xuân, hạ, thu và đông**

Bảng A.4 – Giá trị mẫu của chu kỳ làm việc để điều khiển tần số sơ cấp động

Thời lượng	24 h
Dung lượng ban đầu	SOC = 50 %
Dung lượng còn lại tại thời điểm cuối của chu kỳ làm việc	SOC lưu %
Giá trị tối đa của công suất tác dụng đầu ra	100 % c trị tối danh định
Giá trị tối đa của công suất tác dụng đầu vào	100 % c trị tối danh định
Tốc độ thay đổi giá trị công suất tác dụng	Thay đổi liên tục
Tốc độ thay đổi giữa công suất tác dụng đầu vào/đầu ra	Đến gi độ thay đổi giữa công suất tác dụng đ
Năng lượng đầu ra riêng phần tối đa	$\Delta$ SOC = 30 %
Năng lượng đầu vào riêng phần tối đa	$\Delta$ SOC = 30 %
Giá trị tối đa của công suất phản kháng đầu ra	Không áp dụng
Giá trị tối đa của công suất phản kháng đầu vào	Không áp dụng
Tốc độ thay đổi giá trị công suất phản kháng	Không áp dụng
Tốc độ thay đổi giữa công suất phản kháng đầu vào/đầu ra	Không áp dụng

## A.2 Hệ thống EES kết hợp với sản xuất năng lượng tái tạo

### A.2.1 Quy định chung

Hệ thống EES có thể được sử dụng để quản lý sự không đồng nhất của sản xuất năng lượng tái tạo. Các hệ thống EES có thể làm mượt sự không đồng nhất và hỗ trợ ổn định lưới điện, cũng như lưu trữ lượng sản xuất dư thừa để giúp cắt tải đỉnh.

Đối với ứng dụng đầu tiên, hệ thống EES nên có khả năng lưu trữ một lượng năng lượng tương đối nhỏ, và thời gian đáp ứng cần phải ngắn. Đối với ứng dụng thứ hai, hệ thống EES nên có khả năng lưu trữ một lượng lớn năng lượng sản xuất dư thừa, nhưng thời gian đáp ứng yêu cầu có thể thay đổi, phụ thuộc vào các mục tiêu cắt tải đỉnh ở các thời điểm khác nhau (ví dụ cắt tải đỉnh ngắn hạn, trung hạn hoặc dài hạn).

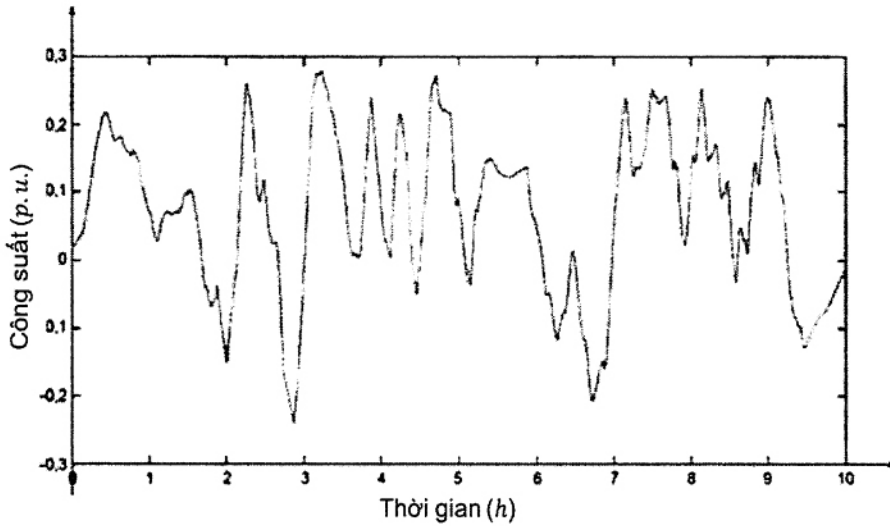
Trong cả hai trường hợp, công suất đầu vào/đầu ra và khả năng lưu trữ năng lượng của hệ thống EES nên được thiết kế dựa trên các mục đích ứng dụng khác nhau và loại thiết bị lưu trữ năng lượng. Trong khi đó, tất cả các đặc tính chính của hệ thống EES cần phải được xem xét.

### A.2.2 Ví dụ về hệ thống EES để đảm bảo năng lượng tái tạo

Hệ thống EES có thể được sử dụng trong các ứng dụng đảm bảo năng lượng tái tạo. Đảm bảo năng lượng tái tạo là việc sử dụng hệ thống EES để cân bằng sản xuất năng lượng tái tạo trong một khoảng thời gian nhất định, ví dụ như trong một giờ. Cụ thể, lượng năng lượng được sản xuất bởi nguồn năng lượng tái tạo trong mỗi giờ (hoặc công suất trung bình trong một giờ) có thể được đảm bảo là một lượng cố định (trong một khoảng đã được xác định trước).

Trong trường hợp sản xuất năng lượng vượt quá trong giờ đó, hệ thống EES sẽ nhận năng lượng dư thừa bằng cách sạc qua đầu vào công suất. Trong các khoảng thời gian sản xuất thiếu hụt, hệ thống EES cung cấp năng lượng thiếu hụt bằng cách xả qua đầu ra công suất.

Hình A.4 cho thấy một mẫu đồ thị công suất của hệ thống EES để đảm bảo sản xuất năng lượng mặt trời. Sự khác biệt giữa trung bình động và giá trị năng lượng mục tiêu trong giờ xác định đầu vào hoặc đầu ra công suất của hệ thống EES. Các giá trị công suất được chuẩn hóa theo công suất danh định của hệ thống EES, trong đó dấu dương đại diện cho đầu vào công suất của hệ thống EES và dấu âm đại diện cho đầu ra công suất từ hệ thống EES theo hàm số thời gian theo giờ. Các giá trị mẫu của chu kỳ hoạt động cho ứng dụng đảm bảo năng lượng tái tạo được đưa ra trong Bảng A.4.



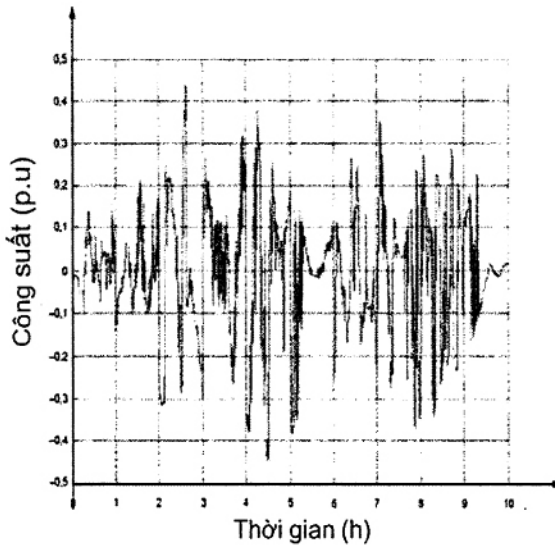
**Hình A.4 – Mẫu công suất đầu ra của hệ thống EES trong ứng dụng củng cố năng lượng tái tạo (năng lượng mặt trời)**

**Bảng A.4 – Giá trị mẫu của chu kỳ làm việc để điều khiển tần số sơ cấp động**

Thời lượng	12 h
Dung lượng ban đầu	SOC = 70 %
Dung lượng còn lại tại thời điểm cuối của chu kỳ làm việc	SOC = 40 %
Giá trị tối đa của công suất tác dụng đầu ra	100 % công suất danh định
Giá trị tối đa của công suất tác dụng đầu vào	100 % công suất danh định
Tốc độ thay đổi giá trị công suất tác dụng	Thay đổi liên tục
Tốc độ thay đổi giữa công suất tác dụng đầu vào/đầu ra	$\leq 3/h$
Năng lượng đầu ra riêng phần tối đa	$\Delta SOC = 40 \%$
Năng lượng đầu vào riêng phần tối đa	$\Delta SOC = 45 \%$
Giá trị tối đa của công suất phản kháng đầu ra	Không áp dụng
Giá trị tối đa của công suất phản kháng đầu vào	Không áp dụng
Tốc độ thay đổi giá trị công suất phản kháng	Không áp dụng
Tốc độ thay đổi giữa công suất phản kháng đầu vào/đầu ra	Không áp dụng

### A.2.3 Ví dụ hệ thống EES ổn định (công suất) năng lượng tái tạo

Ổn định (công suất) năng lượng tái tạo là việc sử dụng hệ thống EES để giảm thiểu các biến động nhanh trong sản lượng điện thay đổi của các nguồn năng lượng tái tạo. Ví dụ, hệ thống EES được sử dụng để nhận hoặc cung cấp điện vào những thời điểm thích hợp theo quyết định của hệ thống điều khiển, tạo ra tín hiệu điện tổng hợp ít biến động hơn ở mức lưới phân phối và/hoặc lưới truyền tải. Hình A.5 minh họa một đường cong công suất mẫu của hệ thống EES để ổn định sản lượng điện từ nguồn quang điện. Sự khác biệt giữa giá trị trung bình động và giá trị công suất mục tiêu xác định công suất đầu vào hoặc đầu ra của hệ thống EES. Các giá trị công suất được chuẩn hóa so với công suất danh định của hệ thống EES, trong đó dấu dương đại diện cho đầu vào công suất của hệ thống EES và dấu âm đại diện cho đầu ra công suất của hệ thống EES theo hàm của thời gian tính bằng giờ.



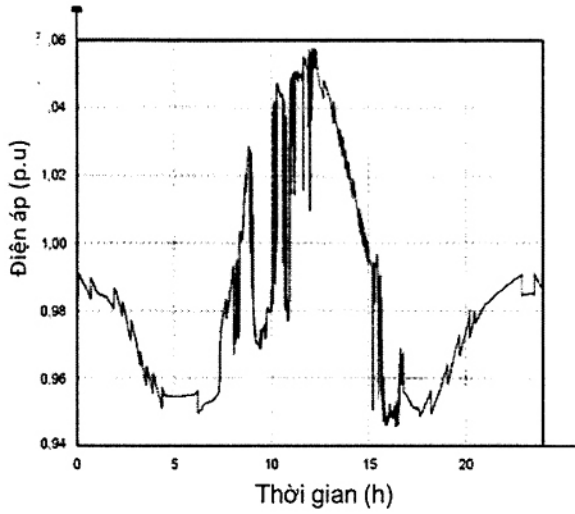
**Hình A.5 – Mẫu công suất đầu ra của hệ thống EES  
cho ứng dụng ổn định công suất năng lượng tái tạo (năng lượng mặt trời)**

### A.3 Hệ thống EES cho các ứng dụng hỗ trợ lưới điện

#### A.3.1 Ví dụ về hệ thống EES cho hỗ trợ điện áp lưới (chế độ điều khiển Q(U))

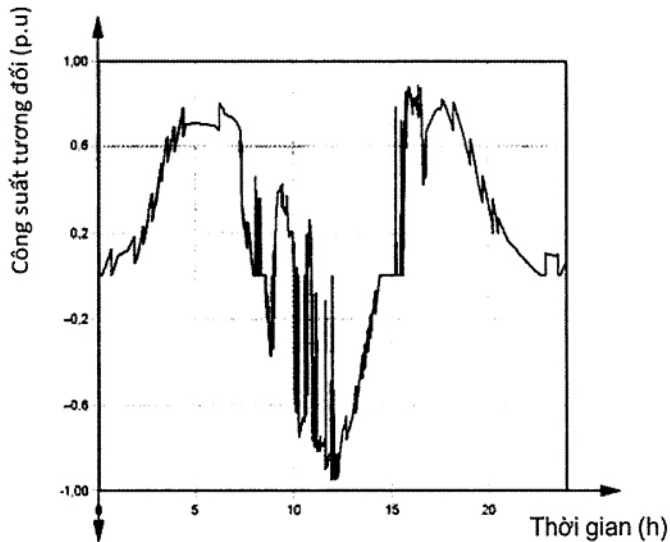
Như mô tả trong 5.5.9.3, hệ thống EES có thể hỗ trợ điện áp lưới bằng cách cung cấp hoặc nhận công suất phản kháng tại POC. Trong giai đoạn thiết kế, cần lưu ý rằng hệ thống EES có thể không cung cấp được công suất phản kháng định danh ở mức điện áp thấp tại POC. Vì không rõ liệu điều này có áp dụng cho tất cả các hệ thống chuyển đổi điện năng hay không, giá trị công suất có thể được chuẩn hóa dựa trên giá trị thấp nhất của công suất phản kháng tối đa có sẵn trong khoảng điện áp được xem xét. Ví dụ, điện áp thấp nhất và cao nhất cho chế độ điều khiển Q(U) được đặt lần lượt là 0,94 và 1,06 lần điện áp danh nghĩa tại POC. Hỗ trợ điện áp lưới bằng chế độ điều khiển Q(U) liên quan đến việc cung cấp hoặc nhận công suất phản kháng dựa trên điều kiện điện áp. Giả sử hệ thống EES chỉ thực hiện hỗ trợ điện áp bằng chế độ điều khiển Q(U), công suất danh định đầy đủ của hệ thống EES có thể được sử dụng cho ứng dụng này.

Đặc tính điều khiển chung của chế độ điều khiển liên quan đến điện áp Q(U) được minh họa trên Hình 10. Trong ví dụ ở A.3.1, công suất phản kháng Q của hệ thống EES thay đổi tuyến tính từ 0 p.u. đến 1 p.u. khi điện áp lưới U tại POC nằm trong khoảng từ 0,99 p.u. đến 0,94 p.u. và từ 1,01 đến 1,06 p.u. Công suất phản kháng của hệ thống EES được đặt là 0 p.u. khi điện áp lưới U nằm trong khoảng từ 0,99 p.u. đến 1,01 p.u. Áp dụng đặc tính này cho điện áp lưới mẫu tại POC (hiển thị trên Hình A.6), hệ thống EES cung cấp hoặc nhận công suất phản kháng như mô tả trên Hình A.7. Có thể thấy rằng điện áp tối đa gần bằng 1,06 p.u. và điện áp tối thiểu gần bằng 0,94 p.u.



NGUỒN: PNNL-22010.

Hình A.6 – Ví dụ về điện áp lưới tại POC của nhà máy điện mặt trời



NGUỒN: PNNL-22010.

Hình A.7 – Nguồn công suất phản kháng mẫu của hệ thống EES tại POC

Các giá trị mẫu của chu kỳ hoạt động để hỗ trợ điện áp lưới bằng chế độ điều khiển  $Q(U)$  được đưa ra trong Bảng A.5. Vì giả định rằng không có sự trao đổi công suất tác dụng giữa hệ thống EES và lưới điện (chỉ có tổn thất công suất), không có ràng buộc nào đối với SOC ban đầu. Mặc dù SOC không được

kỳ vọng thay đổi nhiều, nhưng các tổn thất có thể làm giảm dung lượng của hệ thống EES, và SOC vào cuối chu kỳ hoạt động có thể thấp hơn.

**Bảng A.5 – Các giá trị mẫu của chu kỳ làm việc để hỗ trợ điện áp lưới bởi chế độ điều khiển  $Q(U)$**

<b>Thời lượng</b>	24 h
Dung lượng ban đầu	SOC = 50 %
Dung lượng còn lại tại thời điểm cuối của chu kỳ làm việc	SOC = 47 %
Giá trị tối đa của công suất tác dụng đầu ra	0 (trao đổi công suất tác dụng không đáng kể)
Giá trị tối đa của công suất tác dụng đầu vào	0 (trao đổi công suất tác dụng không đáng kể)
Tốc độ thay đổi giá trị công suất tác dụng	Không áp dụng
Tốc độ thay đổi giá trị công suất tác dụng Đầu vào/ đầu ra	Không áp dụng
Năng lượng đầu ra riêng phần tối đa	Không áp dụng
Năng lượng đầu vào riêng phần tối đa	Không áp dụng
Giá trị tối đa của công suất phản kháng đầu ra	100 % công suất danh định
Giá trị tối đa của công suất phản kháng đầu vào	100 % công suất danh định
Tốc độ thay đổi giá trị công suất phản kháng	Không áp dụng
Tốc độ thay đổi giữa công suất phản kháng đầu vào và đầu ra	Không áp dụng

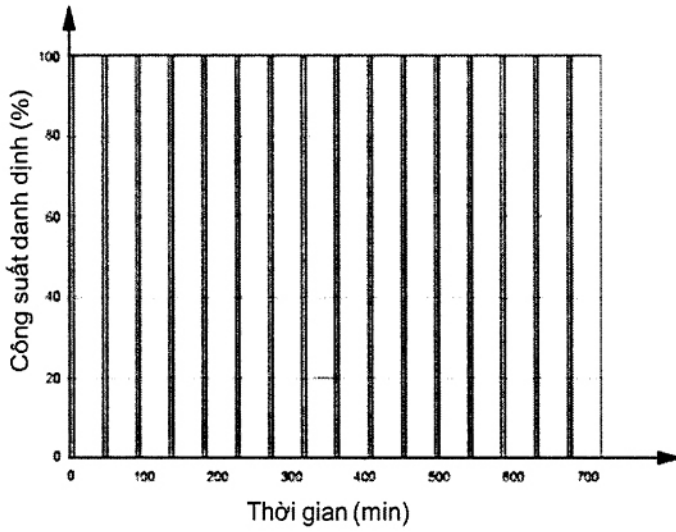
**A.3.2 Ví dụ về hệ thống EES cho hỗ trợ chất lượng điện năng bằng cách bơm công suất tác dụng liên quan đến điện áp**

Như mô tả trong 5.5.9.5, việc giảm công suất thực liên quan đến điện áp có thể phù hợp để tránh việc hệ thống EES bị ngắt kết nối khỏi lưới điện. Tương tự, các hệ thống EES có thể giảm thiểu sự sụt giảm điện áp bằng cách bơm công suất thực trong thời gian lên đến vài chục giây, vì sự sụt giảm hoặc ngắt quãng điện áp có thể gây ra các sự cố về công suất làm ảnh hưởng tiêu cực đến chất lượng điện năng. Vấn đề này có thể phổ biến hơn trong các hệ thống phân phối điện. Ứng dụng này cũng chỉ xem xét khả năng của hệ thống EES trong việc cung cấp đủ năng lượng cho khách hàng để vượt qua một sự cố mất điện không vượt quá 10 min, chẳng hạn. Trong trường hợp này, chu kỳ làm việc có thể bao gồm việc cung cấp công suất danh định liên tục, chẳng hạn như trong 1 min, 5 min và/hoặc 10 min. Trong chu kỳ làm việc này, công suất tác dụng của hệ thống EES sẽ tăng lên tới công suất được quy định và duy trì ở mức đó trong khoảng thời gian được quy định. Trong Bảng A.6 và Hình A.8, một chu kỳ làm việc mẫu của hệ thống EES được mô tả và thể hiện với việc cung cấp công suất của hệ thống EES trong 5 min/lần, mỗi 45 min, kéo dài trong suốt 12 h. Vào cuối mỗi chu kỳ làm việc, hệ thống EES cần được đưa trở lại mức SOC ban đầu.

Trong giai đoạn tính toán quy mô và thiết kế, dải SOS cho mỗi chu kỳ làm việc nên được xác định. Vì việc hỗ trợ chất lượng điện bằng cách bơm công suất tác dụng liên quan đến điện áp và liên quan đến công suất đầu ra của hệ thống EES, giá trị SOC ban đầu có thể lên tới 100 %, với giới hạn thấp nhất là 0 %. Một số hệ thống EES có thể có SOC ban đầu cao hơn để đảm bảo rằng hệ thống EES có thể cung cấp công suất cực đại ở giới hạn thấp nhất của phạm vi SOC.

**Bảng A7 – Các giá trị mẫu của chu kỳ làm việc cho chất lượng điện năng**

Thời lượng	12 h
Dung lượng ban đầu	SOC = 100 %
Dung lượng còn lại khi kết thúc chu kỳ làm việc	SOC = 0 %
Giá trị tối đa của công suất tác dụng đầu ra	100 % công suất danh định
Giá trị tối đa của công suất tác dụng đầu vào	Không áp dụng
Tốc độ thay đổi giá trị công suất tác dụng	Từ 2 đến 4
Tốc độ thay đổi giữa công suất tác dụng đầu vào và đầu ra	Không áp dụng
Năng lượng đầu ra riêng phần tối đa	$\Delta$ SOC = 100 %
Năng lượng đầu vào riêng phần tối đa	Không áp dụng
Giá trị tối đa của công suất phản kháng đầu ra	Không áp dụng
Giá trị tối đa của công suất phản kháng đầu vào	Không áp dụng
Tốc độ thay đổi giá trị công suất phản kháng	Không áp dụng
Tốc độ thay đổi giữa công suất phản kháng đầu vào và đầu ra	Không áp dụng



NGUỒN: PNNL-22010.

Hình A.8 – Chu kỳ làm việc mẫu để hỗ trợ chất lượng điện năng bằng cách bơm công suất tác dụng liên quan đến điện áp với công suất đầu ra 5 min cứ mỗi 45 min trong suốt

12 h

## Phụ lục B

(tham khảo)

### Các yếu tố cần xem xét liên quan đến việc lắp đặt hệ thống EES

#### B.1 Lắp ráp tại hiện trường

Để duy trì tính năng thiết kế của các hệ thống EES, môi trường lắp đặt cần được xem xét: ví dụ, các yếu tố cơ học của nền móng, lớp nền và tình trạng, các yếu tố điện của cơ sở kết nối lưới, và các yếu tố môi trường xung quanh như nhiệt độ, độ ẩm, áp suất không khí, sét và hư hại do ăn mòn điện hóa.

#### B.2 Bảo vệ chống thảm họa – Phòng cháy

Trong trường hợp lắp đặt hệ thống EES, các biện pháp phòng cháy như vật liệu xây dựng phù hợp, van chống cháy và thiết bị thông gió, cảm biến khí, hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí (HVAC), v.v., nên được thực hiện theo quy định địa phương và tùy thuộc vào điều kiện lắp đặt như vị trí, cấu trúc và quy mô của hệ thống EES. Đặc biệt đối với khí và bụi mịn sinh ra từ pin, cần lắp đặt thiết bị phát hiện và thông gió để giảm thiểu những nguy cơ này.

Các hệ thống chữa cháy và hệ thống báo động nên được trang bị theo quy định liên quan và tùy thuộc vào điều kiện lắp đặt như vị trí, cấu trúc và quy mô của hệ thống EES. Đặc biệt đối với các chất khó dập tắt, cần xem xét trang bị thiết bị chữa cháy chuyên dụng và các biện pháp phòng cháy chữa cháy.

#### B.3 Vận chuyển và lưu trữ tại chỗ

Giai đoạn vận chuyển của hệ thống EES có thể được chia thành ba giai đoạn: chất hàng, vận chuyển và lưu kho. Trong ba giai đoạn này, cần đảm bảo rằng tính năng thiết kế được duy trì, tránh tổn thất của hệ thống EES và giảm thiểu ảnh hưởng đến môi trường. Hư hại đối với hệ thống EES có thể do rung động, nhiệt độ và độ ẩm, áp suất không khí. Có thể xem xét các phương tiện để giám sát thời gian lưu kho (như chỉ báo nhiệt độ, cảm biến rung lắc, v.v.) để ghi lại tác động lên hệ thống EES trong giai đoạn này.

Khi vận chuyển hệ thống EES, phương pháp vận chuyển và đóng gói phải tuân theo các quy định quốc gia và các quy định liên quan khác.

### Thư mục tài liệu tham khảo

Các tài liệu sau cung cấp thông tin bổ sung về lưu trữ năng lượng điện và hệ thống lưu trữ năng lượng điện:

[1] TCVN 14499-4-1 (IEC/TS 62933-4-1), *Hệ thống lưu trữ điện năng (EES) – Phần 4-1: Hướng dẫn về các vấn đề môi trường – Quy định kỹ thuật chung*

[2] TCVN 14499-5-1 (IEC/TS 62933-5-1), *Hệ thống lưu trữ điện năng (EES) – Phần 5-1: Cân nhắc an toàn đối với hệ thống EES tích hợp lưới điện – Quy định kỹ thuật chung*

[3] PNNL-22010 Rev.1, *Protocol for Uniformly Measuring and Expressing the Performance of Energy Storage Systems (Giao thức đo lường và biểu thị đồng nhất tính năng của các hệ thống lưu trữ năng lượng)*

Các tài liệu cung cấp thông tin bổ sung về thử nghiệm và điều kiện môi trường:

[4] IEC 60068-2 (tất cả các phần), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-X: Các thử nghiệm*

[5] IEC 60068-3-3, *Environmental testing – Part 3-3: Guidance – Seismic test methods for equipments (Thử nghiệm môi trường – Phần 3-3: Hướng dẫn – Phương pháp thử nghiệm động đất cho thiết bị)*

[6] TCVN 7921-1 (IEC 60721-1), *Phân loại điều kiện môi trường – Phần 1: Tham số môi trường và độ khắc nghiệt*

[7] TCVN 7921-2-2 (IEC 60721-2-2), *Phân loại điều kiện môi trường – Phần 2-2: Điều kiện môi trường xuất hiện trong tự nhiên – Giáng thủy và gió*

[8] TCVN 7921-2-4 (IEC 60721-2-4), *Phân loại điều kiện môi trường - Phần 2-4: Điều kiện môi trường xuất hiện trong tự nhiên - Bức xạ mặt trời và nhiệt độ*

[9] TCVN 7921-3-3 (IEC 60721-3-3), *Phân loại điều kiện môi trường - Phần 3-3: Phân loại theo nhóm các tham số môi trường và độ khắc nghiệt - Sử dụng tĩnh tại ở vị trí được bảo vệ khỏi thời tiết*

Các tài liệu cung cấp thông tin bổ sung về hệ thống lắp đặt điện:

[10] TCVN 7995 (IEC 60038), *Điện áp tiêu chuẩn*

[11] IEC 60071-1, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules (Phối hợp cách điện – Phần 1: Định nghĩa, nguyên tắc và quy tắc)*

[12] IEC 60364 (tất cả các phần), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp*

[13] TCVN 7447-1 (IEC 60364-1), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 1: Nguyên tắc cơ bản, đánh giá các đặc tính chung, định nghĩa*

[14] TCVN 7447-4-41 (IEC 60364-4-41), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp. Phần 4-41: Bảo vệ an toàn. Bảo vệ chống điện giật*

- [15] TCVN 7447-4-42 (IEC 60364-4-42), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp. Phần 4-42: Bảo vệ an toàn. Bảo vệ chống các ảnh hưởng về nhiệt*
- [16] TCVN 7447-4-43 (IEC 60364-4-43), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp. Phần 4-43: Bảo vệ an toàn. Bảo vệ chống quá dòng*
- [17] TCVN 7447-4-44 (IEC 60364-4-44), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp. Phần 4-44: Bảo vệ an toàn. Bảo vệ chống nhiễu điện áp và nhiễu điện từ*
- [18] TCVN 7447-5-51 (IEC 60364-5-51), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp. Phần 5-51: Lựa chọn và lắp đặt thiết bị điện. Quy tắc chung*
- [19] TCVN 7447-5-52 (IEC 60364-5-52), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp. Phần 5-52: Lựa chọn và lắp đặt thiết bị điện. Hệ thống đi dây*
- [20] TCVN 7447-5-53 (IEC 60364-5-53), *Hệ thống lắp đặt điện của các toà nhà. Phần 5-53: Lựa chọn và lắp đặt thiết bị điện. Cách ly, đóng cắt và điều khiển*
- [21] TCVN 7447-5-54 (IEC 60364-5-54), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp. Phần 5-54: Lựa chọn và lắp đặt thiết bị điện. Bố trí nối đất và dây bảo vệ*
- [22] TCVN 7447-7-712 (IEC 60364-7-712), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 7-712: Yêu cầu đối với hệ thống lắp đặt đặc biệt hoặc khu vực đặc biệt – Hệ thống nguồn quang điện mặt trời*
- [23] CLC/TS 50549-1, *Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks – Connection to a LV distribution network above 16 A (Yêu cầu đối với các nhà máy phát điện kết nối song song với mạng lưới phân phối – Kết nối với mạng lưới phân phối điện áp thấp trên 16 A)*
- [24] CLC/TS 50549-2, *Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks – Connection to a MV distribution network (Yêu cầu đối với các nhà máy phát điện kết nối song song với mạng lưới phân phối – Kết nối với mạng lưới phân phối điện áp trung)*
- Các tài liệu cung cấp thông tin bổ sung về EMC (tương thích điện từ):
- [25] IEC 61000-2-2, *Tương thích điện từ (EMC) – Phần 2-2: Môi trường – Mức độ tương thích cho các nhiễu truyền dẫn tần số thấp và tín hiệu trong hệ thống cấp điện công cộng*
- [26] TCVN 7909-3-2 (IEC 61000-3-2), *Tương thích điện từ (EMC) – Phần 3-2: Các giới hạn – Giới hạn phát xạ dòng điện hài (dòng điện đầu vào của thiết bị  $\leq 16$  A mỗi pha)*
- [27] TCVN 7909-3-3 (IEC 61000-3-3), *Tương thích điện từ (EMC) – Phần 3-3: Các giới hạn – Giới hạn thay đổi điện áp, biến động điện áp và nhấp nháy trong hệ thống cấp điện hạ áp công cộng, đối với thiết bị có dòng điện danh định  $\leq 16$  A mỗi pha và không phụ thuộc vào kết nối có điều kiện*
- [28] IEC/TR 61000-3-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-6: Limits – Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 3-6: Các giới hạn – Đánh giá giới hạn phát thải cho việc kết nối các lắp đặt gây nhiễu với hệ thống điện MV, HV và EHV)*

[29] IEC/TR 61000-3-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 3-7: Các giới hạn – Đánh giá giới hạn phát thải cho việc kết nối các lắp đặt dao động với hệ thống điện MV, HV và EHV)

[30] TCVN 7909-3-11 (IEC 61000-3-11), *Tương thích điện từ (EMC) – Phần 3-11: Các giới hạn – Giới hạn thay đổi điện áp, biến động điện áp và nhấp nháy trong hệ thống cấp điện hạ áp công cộng – Thiết bị có dòng điện danh định  $\leq 75$  A và phụ thuộc vào kết nối có điều kiện*

[31] TCVN 7909-3-12 (IEC 61000-3-12), *Tương thích điện từ (EMC) – Phần 3-12: Các giới hạn – Giới hạn dòng điện hài được tạo ra bởi thiết bị kết nối với hệ thống điện hạ áp công cộng có dòng điện đầu vào  $> 16$  A và  $\leq 75$  A mỗi pha*

[32] IEC/TR 61000-3-13, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-13: Limits – Assessment of emission limits for the connection of unbalanced installations to MV, HV and EHV power systems* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 3-13: Giới hạn – Đánh giá giới hạn phát thải cho việc kết nối các lắp đặt không cân bằng với hệ thống điện MV, HV và EHV)

[33] IEC/TR 61000-3-14, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-14: Assessment of emission limits for harmonics, interharmonics, voltage fluctuations and unbalance for the connection of disturbing installations to LV power systems* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 3-14: Đánh giá giới hạn phát thải cho các hài, liên hài, dao động điện áp và mất cân bằng cho việc kết nối các lắp đặt gây nhiễu với hệ thống điện áp thấp)

[34] TCVN 7909-6-1 (IEC 61000-6-1), *Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-1: Tiêu chuẩn đặc trưng – Tiêu chuẩn miễn nhiễm đối với môi trường dân cư, thương mại và công nghiệp nhẹ*

[35] IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-2: Tiêu chuẩn chung – Tiêu chuẩn miễn nhiễm cho môi trường công nghiệp)

[36] IEC 61000-6-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-3: Tiêu chuẩn chung – Tiêu chuẩn phát thải cho môi trường dân cư, thương mại và công nghiệp nhẹ)

[37] IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-4: Tiêu chuẩn chung – Tiêu chuẩn phát thải cho môi trường công nghiệp)

[38] IEC 61000-6-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-5: Generic standards – Immunity for equipment used in power station and substation environment* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-5: Tiêu chuẩn chung – Khả năng miễn nhiễm cho thiết bị sử dụng trong môi trường nhà máy điện và trạm biến áp)

Các tài liệu cung cấp thông tin bổ sung về công nghệ điều khiển và bảo mật truyền thông của hệ thống EES:

- [39] IEC 60050-351, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 351: Control technology (Từ vựng điện kỹ thuật quốc tế (IEV) – Phần 351: Công nghệ điều khiển)*
- [40] IEC 60050-447, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 447: Measuring relays (Từ vựng điện kỹ thuật quốc tế (IEV) – Phần 447: Role đo lường)*
- [41] IEC 60870-5-101, *Telecontrol equipment and systems – Part 5-101: Transmission protocols – Companion standard for basic telecontrol tasks (Thiết bị và hệ thống điều khiển từ xa – Phần 5-101: Giao thức truyền – Tiêu chuẩn đồng hành cho các nhiệm vụ điều khiển từ xa cơ bản)*
- [42] IEC 60870-5-104, *Telecontrol equipment and systems – Part 5-104: Transmission protocols – Network access for IEC 60870-5-101 using standard transport profiles (Thiết bị và hệ thống điều khiển từ xa – Phần 5-104: Giao thức truyền – Truy cập mạng cho IEC 60870-5-101 sử dụng các hồ sơ vận chuyển chuẩn)*
- [43] IEC 60870-6 (tất cả các phần), *Telecontrol equipment and systems – Part 6-X: Telecontrol protocols compatible with ISO standards and ITU-T recommendations (Thiết bị và hệ thống điều khiển từ xa – Phần 6-X: Giao thức điều khiển từ xa tương thích với các tiêu chuẩn ISO và các khuyến nghị ITU-T)*
- [44] TCVN 11996 (IEC 61850) (tất cả các phần), *Mạng và hệ thống truyền thông trong tự động hóa hệ thống điện*
- [45] IEEE Std 1815-2012, *IEEE Standard for Electric Power Systems Communications – Distributed Network Protocol (DNP3) (Tiêu chuẩn IEEE về Truyền thông Hệ thống Cung cấp Điện – Giao thức Mạng Phân phối (DNP3))*
-