

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 14499-5-3:2025**

**IEC 62933-5-3:2023**

Xuất bản lần 1

**HỆ THỐNG LƯU TRỮ ĐIỆN NĂNG –  
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**

*Electrical energy storage (EES) systems –*

*Part 5-3: Safety requirements for grid-integrated EES systems –*

*Performing unplanned modification of electrochemical based system*

**HÀ NỘI – 2025**

**Mục lục**

	<b>Trang</b>
Lời nói đầu.....	4
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	8
4 Yêu cầu chung về việc thực hiện các sửa đổi ngoài kế hoạch.....	9
5 Thay đổi đối với hệ thống tích trữ.....	11
5.1 Quy định chung.....	11
5.2 Thay đổi trong dung lượng lưu trữ điện năng.....	12
5.3 Thay đổi thành phần hóa học, thiết kế và nhà chế tạo của hệ thống tích trữ.....	15
6 Thay đổi một thành phần hệ thống sử dụng các bộ phận không phải OEM.....	19
6.1 Quy định chung.....	19
6.2 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn thiết kế lại.....	20
6.3 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn lắp đặt và chạy thử.....	21
6.4 Yêu cầu an toàn cho vận hành và bảo trì.....	22
7 Thay đổi chế độ vận hành.....	22
7.1 Quy định chung.....	22
7.2 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn thiết kế lại.....	23
7.3 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn lắp đặt và chạy thử.....	24
7.4 Yêu cầu an toàn cho vận hành và bảo trì.....	25
8 Thay đổi địa điểm lắp đặt.....	25
8.1 Quy định chung.....	25
8.2 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn thiết kế lại.....	26
8.3 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn lắp đặt và vận hành.....	26
8.4 Yêu cầu an toàn cho hoạt động và bảo trì.....	28
9 Thay đổi trong hệ thống tích trữ do lắp đặt pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng.....	28
9.1 Quy định chung.....	28
9.2 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn thiết kế.....	29
9.3 Yêu cầu trang bị điều khiển và giám sát riêng theo đặc tính.....	35
9.3.1 Quy định chung.....	35
9.4 Yêu cầu an toàn cho vận hành và bảo trì.....	36
Phụ lục A (tham khảo) Ví dụ về phương pháp xác nhận an toàn khi thực hiện sửa đổi ngoài kế hoạch của BESS sử dụng pin lithium-ion.....	40
Thư mục tài liệu tham khảo.....	43

## **Lời nói đầu**

TCVN 14499-5-3:2025 hoàn toàn tương đương với IEC 62933-5-3:2023;

TCVN 14499-5-3:2025 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 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

*Electrical energy storage (EES) systems –*

*Part 5-3: Safety requirements for grid-integrated EES systems – Performing unplanned modification of electrochemical based system*

#### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các trường hợp mà hệ thống EES trải qua các sửa đổi ngoài kế hoạch. Các sửa đổi này có thể liên quan đến một hoặc nhiều trong số các yếu tố sau:

- thay đổi dung lượng lưu trữ điện năng;
- thay đổi hóa chất, thiết kế và nhà chế tạo của hệ thống tích trữ;
- thay đổi một thành phần của hệ thống con bằng các bộ phận không phải OEM;
- thay đổi chế độ vận hành;
- thay đổi địa điểm lắp đặt; hoặc
- thay đổi trong hệ thống tích trữ do việc lắp đặt các pin tái sử dụng hoặc pin chuyển đổi mục đích sử dụng.

Bất kỳ sửa đổi nào như vậy có thể làm giảm mức độ an toàn ban đầu của hệ thống EES.

Tiêu chuẩn này bổ sung cho IEC 62933-5-2, vốn liên quan đến các khía cạnh an toàn tổng thể của một hệ thống EES. Các yêu cầu được đề cập trong tiêu chuẩn này sẽ được áp dụng cùng với các yêu cầu trong IEC 62933-5-2 tùy thuộc vào từng tình huống cụ thể.

#### 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 ghi năm công bố thì áp dụng 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 14499-5-3:2025

TCVN 14499-2-1:2025 (IEC 62933-2-1:2017), *Hệ thống lưu trữ điện năng – Phần 2-1: Thông số kỹ thuật và phương pháp thử – Quy định kỹ thuật chung*

TCVN 14499-5-2:2025 (IEC 62933-5-2:2020), *Hệ thống lưu trữ điện năng – Phần 5-2: Yêu cầu an toàn đối với hệ thống EES tích hợp lưới điện – Hệ thống dựa trên nguyên lý điện hóa*

IEC 62619:2022, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications (Cell và pin thứ cấp chứa chất điện phân kiềm hoặc chất điện phân không axit khác – Yêu cầu an toàn đối với cell và pin lithium thứ cấp, sử dụng trong các ứng dụng công nghiệp)*

IEC 633301, *General requirements for repurposing of secondary batteries (Yêu cầu chung đối với việc chuyển đổi mục đích sử dụng của các pin thứ cấp)*

IEC 633382, *General guidance on reuse and repurposing of secondary cells and batteries (Hướng dẫn chung về việc tái sử dụng và chuyển đổi mục đích sử dụng cell và pin thứ cấp)*

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

#### 3.1

**Dải vận hành của pin** (battery operating range)

Dải các thông số vận hành để đảm bảo hệ thống tích trữ hoạt động an toàn.

CHÚ THÍCH 1: Ví dụ về các thông số vận hành bao gồm điện áp, dòng điện, nhiệt độ, SOC, SOE và các thông số khác.

#### 3.2

**Bên liên quan quan trọng** (critical stakeholder)

Bên liên quan (IEV 904-01-10) liên quan đến bộ phận hoặc thành phần mà việc sửa đổi, lắp đặt hoặc loại bỏ ảnh hưởng đến hoạt động an toàn của hệ thống EES.

#### 3.3

**Sửa đổi ngoài kế hoạch** (unplanned modification)

Sửa đổi không được dự tính hoặc lên kế hoạch trước khi bắt đầu vận hành hệ thống EES.

CHÚ THÍCH 1: TCVN 14499-5-2:2025 (IEC 62933-5-2:2020), 7.13.1, "Vận hành và bảo trì" đề cập đến sửa đổi đã có kế hoạch.

#### 3.4

**Bộ phận OEM** (OEM part)

Bộ phận cung cấp cho hoặc bởi nhà chế tạo thiết bị gốc (OEM).

CHÚ THÍCH 1: Các bộ phận OEM thường được sử dụng để sản xuất thiết bị mới và cũng có thể được mua để bảo trì và sửa chữa.

CHÚ THÍCH 2: Một bộ phận không phải là OEM được gọi là "bộ phận không phải OEM".

### 3.5

#### Tái định vị (relocation)

<của hệ thống EES> Di chuyển một hệ thống lắp đặt từ vị trí hiện tại đến một vị trí mới, bao gồm việc ngắt kết nối khỏi điểm đấu nối (POC) ban đầu và kết nối lại tại một POC khác.

### 3.6

#### Pin tái sử dụng (reused battery)

Pin được sử dụng lại trong cùng một ứng dụng như khi nó được đưa vào sử dụng lần đầu tiên.

### 3.7

#### Pin chuyển đổi mục đích sử dụng (repurposed battery)

Pin được sử dụng lại trong một ứng dụng khác so với ứng dụng khi nó được đưa vào sử dụng lần đầu tiên.

### 3.8

#### Thời gian sử dụng còn lại (residual usable period)

Khoảng thời gian thực tế hoặc ước tính còn lại của tuổi thọ sử dụng.

### 3.9

#### Biên độ an toàn (safety margin)

<của hệ thống EES> Một khoảng dự phòng được xác định trong dải vận hành của pin, có tính đến các yếu tố như ứng dụng của hệ thống, điều kiện môi trường, v.v., để đảm bảo BESS vận hành an toàn.

### 3.10

#### Dải vận hành an toàn (safe-operating range)

<của hệ thống EES> Dải vận hành của pin sau khi đã trừ đi phần biên an toàn.

## 4 Yêu cầu chung về việc thực hiện các sửa đổi ngoài kế hoạch

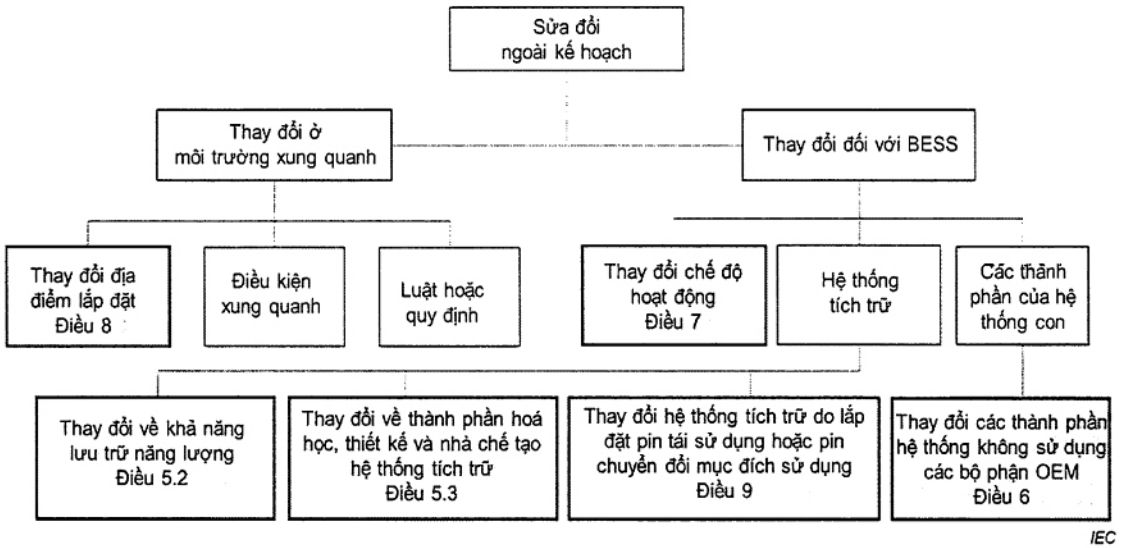
Trong quá trình vận hành, mức độ an toàn của một hệ thống BESS (bao gồm cả pin) có thể thay đổi do các nguyên nhân sau:

- 1) các thay đổi do thay đổi trong môi trường xung quanh,
- 2) các thay đổi do các sửa đổi ngoài kế hoạch của BESS,
- 3) các thay đổi do lão hóa, và
- 4) các thay đổi do các sửa đổi đã được lên kế hoạch tại thời điểm thiết kế ban đầu.

Tiêu chuẩn này mô tả các biện pháp an toàn cần được thực hiện cho BESS đối với các trường hợp 1) và 2) ở trên. Các trường hợp 3) và 4) cần được xem xét và giải quyết tại thời điểm thiết kế ban đầu của BESS, thuộc phạm vi áp dụng của IEC 62933-5-2.

CHÚ THÍCH 1: Các sửa đổi xảy ra trong BESS có thể diễn ra ở cấp độ thành phần, hệ thống con hoặc hệ thống. Mặc dù tiêu chuẩn này chủ yếu tập trung vào việc đánh giá các thay đổi về an toàn ở cấp độ toàn hệ thống, quá trình đánh giá cũng có thể đòi hỏi phải xem xét ở cấp độ thành phần hoặc hệ thống con (ví dụ tương tác giữa các hệ thống con).

Hình 1 cho thấy các sửa đổi ảnh hưởng đến an toàn, được tạo ra bằng cách phân chia các thay đổi trong 1) và 2). Tiêu chuẩn này xử lý các sửa đổi được hiển thị trong các hộp được tô màu trên Hình 1.



Hình 1 – Các sửa đổi chính và phân loại của chúng

Sửa đổi ngoài kế hoạch của BESS có thể dẫn đến tình trạng nhiều khía cạnh an toàn của BESS bị ảnh hưởng đồng thời.

Trong trường hợp đó, phải đánh giá tác động lên an toàn của từng thay đổi riêng lẻ và triển khai tất cả các biện pháp giảm thiểu rủi ro cần thiết. Các yêu cầu chi tiết về đánh giá hoặc các biện pháp, v.v., được mô tả trong Điều 5 đến Điều 9 của tiêu chuẩn này.

Quá trình sửa đổi, thay đổi có sự tham gia của nhiều bên liên quan. Ví dụ về các bên liên quan được trình bày trong Bảng 1. Các yêu cầu trong tiêu chuẩn này phải được các bên liên quan phối hợp thực hiện một cách thích hợp.

CHÚ THÍCH 2: Trách nhiệm đảm bảo an toàn cho BESS tùy thuộc vào từng trường hợp cụ thể và quy định của địa phương.

**Bảng 1 – Ví dụ về các bên liên quan có liên quan**

Loại hình bên liên quan	Ví dụ cụ thể về các bên liên quan
Sở hữu	Chủ sở hữu
	Người sử dụng
Vận hành	Nhà vận hành
	Nhà cung cấp dịch vụ
Kỹ thuật, cung ứng và xây dựng (EPC)	Quản lý dự án và quản trị viên
	Nhà tích hợp hệ thống tổng thể
	Nhà tích hợp hệ thống
	Nhà tích hợp thực hiện sửa đổi *
Thành phần	Nhà chế tạo thành phần
	Nhà cung cấp thành phần
	Nhà chế tạo thành phần bổ sung *
	Nhà cung cấp thành phần bổ sung *
Cơ quan chứng nhận	Cơ quan chứng nhận các bộ phận gốc
	Cơ quan chứng nhận các bộ phận bổ sung *
Địa phương	Chính quyền địa phương
	Cơ quan phòng cháy chữa cháy
CHÚ THÍCH: Các bên liên quan được đánh dấu "*" có thể tham gia trong các trường hợp có sửa đổi với các bộ phận bổ sung (ví dụ, Điều 5, Điều 6 và Điều 9).	

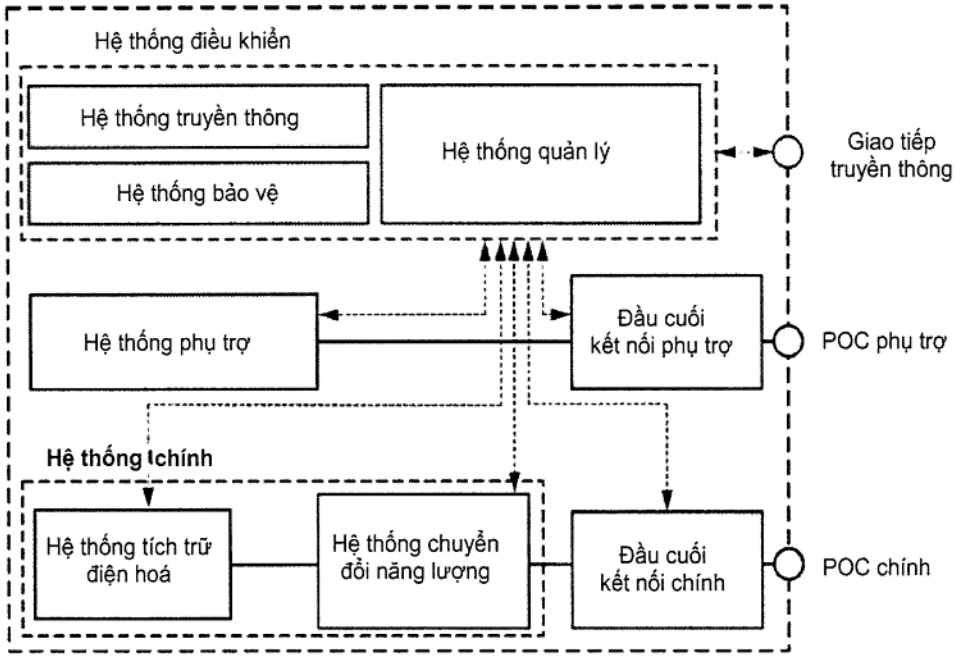
## 5 Thay đổi đối với hệ thống tích trữ

### 5.1 Quy định chung

Điều này mô tả các yêu cầu an toàn, những điểm cần cân nhắc và quy trình cần tuân thủ khi tiến hành các thay đổi đối với hệ thống tích trữ của một hệ thống BESS.

Điều 5 mô tả các yêu cầu khi một hệ thống tích trữ (xem Hình 2) trải qua các sửa đổi ngoài kế hoạch.

CHÚ THÍCH: "POC" có nghĩa là "điểm đầu nối".



Hình 2 – Ví dụ về kiến trúc BESS

Các sửa đổi ngoài kế hoạch của hệ thống tích trữ được mô tả trong Điều 5 bao gồm:

Thay đổi trong dung lượng lưu trữ điện năng;

Thay đổi về thành phần hóa học và thiết kế của hệ thống tích trữ.

## 5.2 Thay đổi trong dung lượng lưu trữ điện năng

### 5.2.1 Quy định chung

Điều này quy định các yêu cầu an toàn, những điểm cần cân nhắc và quy trình xử lý khi thay đổi dung lượng lưu trữ của hệ thống tích trữ điện hóa.

Dung lượng lưu trữ điện năng của BESS có thể được thay đổi khi các pin được loại bỏ do hỏng hóc hoặc được thêm vào để đáp ứng nhu cầu năng lượng cao hơn hoặc một chế độ vận hành được điều chỉnh.

CHÚ THÍCH: "Dung lượng lưu trữ điện năng của BESS" có nghĩa là tổng dung lượng năng lượng của các hệ thống tích trữ điện hóa.

Những thay đổi này sẽ làm thay đổi đặc tuyến điện áp trong quá trình nạp và xả. Điều này có thể đẩy các thông số vận hành (như điện áp, nhiệt độ, SOC) của pin ra ngoài các ngưỡng đã được thiết kế ban đầu, khiến cho các biện pháp an toàn hiện hữu không còn phù hợp và làm suy giảm mức độ an toàn của toàn hệ thống.

Việc thay đổi dung lượng có thể dẫn đến các hệ quả tiêu cực sau:

a) Đánh thủng điện môi và mất các mức cách điện dẫn đến xuất hiện điện áp nguy hiểm trên các bề mặt mà người vận hành có thể tiếp cận;

- b) Nguy cơ điện giật do các thay đổi làm cho thiết bị và biện pháp bảo vệ hoạt động sai;
- c) Tăng mức tải cháy nổ, đòi hỏi phải điều chỉnh lại các biện pháp và năng lực phòng cháy chữa cháy;
- d) Tăng lượng năng lượng nhiệt được giải phóng bởi hệ thống tích trữ mà hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí (HVAC) cần phải xử lý;
- e) Tăng lượng hóa chất cần được xử lý trong trường hợp khẩn cấp;
- f) Mất cân bằng điện áp và dung lượng giữa các pin cũ và mới gây ra tăng tốc độ lão hóa;
- g) Lỗi hệ thống quản lý/điều khiển khi các pin được thêm vào để tăng dung lượng có điều kiện vận hành khác nhau và được lắp đặt trong cùng một phần quản lý/điều khiển với các pin hiện có;
- h) tăng khả năng xảy ra sai sót của người vận hành và nhân viên bảo trì;;
- i) giảm không gian sẵn có để người vận hành và kỹ sư bảo trì thực hiện công việc một cách thích hợp.

Phải tiến hành đánh giá rủi ro theo tiêu chuẩn IEC 62933-5-2 ngay từ giai đoạn lập kế hoạch đầu tiên và trước khi thực hiện bất kỳ công việc nào khác. Các biện pháp khắc phục cần thiết về phần cứng và phần mềm phải được triển khai dựa trên kết quả của bản đánh giá này.

### 5.2.2 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn thiết kế lại

Để duy trì mức độ an toàn của BESS, các hành động sau đây được yêu cầu trong giai đoạn thiết kế lại:

Mức độ an toàn của BESS sau khi thay đổi dung lượng không được thấp hơn so với trước khi sửa đổi.

Nếu việc thay đổi dung lượng dẫn đến thay đổi phân loại của BESS như được xác định trong TCVN 14499-5-2:2025 (IEC 62933-5-2:2020), Bảng 1, thì các biện pháp an toàn phù hợp phải được thực hiện trong BESS đã được sửa đổi.

Các nhà cung cấp của BESS hiện có phải chấp thuận bằng văn bản việc sửa đổi dung lượng.

Các hệ thống bảo vệ an toàn chung (ví dụ, bảo vệ chống bùng cháy, hệ thống thông gió) của BESS phải được cập nhật để phản ánh việc sửa đổi dung lượng.

Trong trường hợp khó khăn khi sửa đổi hoặc khó bổ sung các biện pháp an toàn cho một BESS hiện có do hạn chế về không gian hoặc các hạn chế khác, các biện pháp tăng cường giảm thiểu rủi ro sau đây phải được thực hiện:

**Thiết kế an toàn vốn có:** Thiết lập các điều kiện và tham số đủ để đảm bảo an toàn cho hệ thống tích trữ. Ví dụ, thu hẹp phạm vi SOC hoặc dải nhiệt độ vận hành, v.v.

**Bảo vệ và phòng ngừa:** Nếu không thể đảm bảo khả năng ngăn cháy lan ở cấp độ hệ thống tích trữ, phải bổ sung các biện pháp ngăn cháy lan (ví dụ: tấm hoặc tường chống cháy) ở cấp độ tủ, tòa nhà hoặc container.

Thông tin sử dụng: Sử dụng nhân tại chỗ để phân biệt giữa hệ thống tích trữ được thêm vào và hệ thống hiện có. Thiết lập các thiết bị cảnh báo (cảnh báo âm thanh, tín hiệu hình ảnh) và cảnh báo từ xa để phân biệt giữa hệ thống được thêm vào và hệ thống hiện có, để có thể thực hiện phản ứng kịp thời và chính xác trong trường hợp có sự cố.

### **5.2.3 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn lắp đặt và chạy thử**

Việc sửa đổi dung lượng của BESS đòi hỏi nhân viên lắp đặt phải tiếp cận các thành phần có điện nguy hiểm hoặc chứa các hợp chất độc hại.

Để duy trì an toàn cho BESS và người lao động, các hành động sau đây được yêu cầu trong giai đoạn lắp đặt và chạy thử:

Các biện pháp an toàn cần thiết cho người lao động phải được xác định trước khi bắt đầu công việc.

Đối với mọi hoạt động, phải tiến hành đánh giá rủi ro trước với những phần mang điện không thể được che chắn đầy đủ, và phải tuân thủ các tiêu chuẩn về làm việc với thiết bị có điện.

Mọi quy trình phải được rà soát để đảm bảo các hoạt động được thực hiện một cách phù hợp dựa trên kết quả đánh giá rủi ro, nhất là khi làm việc với các nguồn có điện và hóa chất độc hại. Các quy định địa phương có thể được áp dụng.

Tất cả các quy trình phải được xem xét để đảm bảo rằng chỉ những nhân sự có trình độ, hoạt động dưới một hệ thống chỉ huy rõ ràng và có kênh liên lạc thông suốt với người vận hành BESS, mới được thực hiện công việc.

Nếu việc sửa đổi dung lượng được thực hiện mà không tắt nguồn BESS, thì tất cả các biện pháp an toàn được liệt kê dưới đây là bắt buộc.

Chuỗi pin cần sửa đổi hoặc thêm vào phải luôn được ngắt kết nối khỏi bất kỳ mạch có điện nào cho đến khi hoàn thành việc sửa đổi.

Chuỗi pin cần sửa đổi phải được chia nhỏ thành các đơn vị nhỏ hơn sao cho mỗi đơn vị không mang điện áp nguy hiểm.

**CHÚ THÍCH:** Định nghĩa của "điện áp nguy hiểm" phụ thuộc vào các quy định địa phương.

Các biện pháp bảo vệ thích hợp phải được cung cấp cho người lao động.

Trong quá trình lắp đặt, các biện pháp sau đây phải được thực hiện:

BESS phải được tắt nguồn và tất cả các thành phần có điện nguy hiểm phải được cách điện hoàn toàn với cấp độ IP và cấp độ cách điện thích hợp.

Khu vực thi công trong vỏ tủ BESS phải không có chất lỏng, hơi hoặc khí độc và phải được thông gió tốt trong suốt thời gian nhân viên có mặt.

Thiết bị bảo hộ cá nhân (PPE) để bảo vệ chống lại các nguy hiểm trong BESS phải được cung cấp cho nhân viên liên quan.

Trước khi tái khởi động hệ thống, phải kiểm tra lại việc kết nối và lắp đặt đúng vị trí của các thiết bị cảm biến, giám sát, cũng như các kênh làm mát và thông gió theo một danh mục kiểm tra đã định sẵn.

Phải xác minh rằng phần mềm điều khiển BESS đã được cập nhật các thông số tương ứng với dung lượng đã thay đổi.

#### 5.2.4 Yêu cầu an toàn cho vận hành và bảo trì

Việc sửa đổi dung lượng của BESS đòi hỏi sự sửa đổi các điều kiện vận hành, quy trình vận hành và hoạt động bảo trì.

Trước khi khởi động lại hoạt động và để giảm thiểu rủi ro, các hạng mục sau đây của BESS đã được sửa đổi dung lượng và các quy trình vận hành liên quan phải được kiểm tra xác nhận và lập thành văn bản:

- kế hoạch vận hành (bao gồm tuổi thọ sử dụng),
- các điều kiện vận hành,
- các mục được giám sát (bao gồm các bộ phận, hệ thống con và mức hệ thống tổng thể),
- các mục được kiểm định (bao gồm các bộ phận, hệ thống con và mức hệ thống tổng thể),
- giáo dục và đào tạo,
- đào tạo quy trình khẩn cấp, và tất cả các thay đổi phần cứng và phần mềm đã được thực hiện bao gồm nguồn gốc và thông số kỹ thuật của chúng.

Tài liệu phải được các bên liên quan quan trọng của BESS xem xét và phê duyệt chính thức.

Tài liệu hướng dẫn vận hành và bảo trì đã được sửa đổi, với nhận dạng rõ ràng về phiên bản và hiệu lực của nó, phải được phân phối cho tất cả các bên liên quan và thu hồi phiên bản đã hết hạn.

### 5.3 Thay đổi thành phần hóa học, thiết kế và nhà chế tạo của hệ thống tích trữ

#### 5.3.1 Quy định chung

Mục này quy định các yêu cầu an toàn, những điểm cần xem xét và quy trình xử lý khi có sự thay đổi về thành phần hóa học và thiết kế của hệ thống tích trữ điện hóa trong BESS.

Trong suốt vòng đời của nó, một BESS và các pin của nó có thể được sửa đổi bằng cách thay thế hoặc bổ sung các hệ thống tích trữ có thành phần hóa học, điện hóa và thiết kế khác với các hệ thống hiện có.

Nếu không có các biện pháp phòng ngừa đầy đủ, những thay đổi này có thể làm suy giảm nghiêm trọng mức độ an toàn của hệ thống BESS đã được sửa đổi.

Việc bổ sung hoặc thay thế bằng một thành phần hóa học pin khác có thể liên quan đến thay đổi trong hạng mục "C".

Định nghĩa về "thành phần hóa học pin khác" không phải lúc nào cũng phụ thuộc vào định nghĩa trong hạng mục "C" của IEC 62933-5-2. Thường có nhiều thành phần hóa học trong một hạng mục cụ thể có thể ảnh hưởng đến BESS khi trộn lẫn trong quá trình sửa đổi, mặc dù vẫn nằm trong cùng hạng mục. Ví dụ về các sửa đổi thành phần hóa học pin khác nhau có hoặc không ảnh hưởng đến phân loại của chúng được trình bày trong Bảng 2.

**Bảng 2 – Ví dụ về các điều chỉnh thành phần hóa học pin khác nhau và phân loại của chúng**

Số trường hợp	Chi tiết	Thay đổi danh mục "C"
Trường hợp 1	Thay thế một phần của hệ thống tích trữ, được cấu tạo từ pin lithium-ion gốc Mn bằng pin lithium-ion NMC (nickel-mangan-coban)	Không thay đổi danh mục "C" (Vẫn thuộc danh mục "C-A")
Trường hợp 2	Thay thế bằng pin có số model đã thay đổi do ngừng sản xuất	Không thay đổi danh mục "C"
Trường hợp 3	Bổ sung hệ thống tích trữ thuộc danh mục "C-B" vào BESS thuộc danh mục "C-A"	Thay đổi từ danh mục "C-A" sang danh mục "C-Z"

Việc có nhiều loại công nghệ và thiết kế hệ thống tích trữ cùng tồn tại trong một hệ thống BESS sẽ làm phát sinh thêm nhiều kịch bản sự cố. Điều này đòi hỏi phải áp dụng đồng thời nhiều biện pháp an toàn khác nhau.

Việc lắp đặt một hệ thống tích trữ có thành phần hóa học hoặc thiết kế khác với loại hiện có có thể dẫn đến các hệ quả tiêu cực sau:

- a) nguy cơ điện giật phát sinh từ sự cố của các biện pháp và thiết bị bảo vệ gây ra bởi sự không tương thích giữa hệ thống tích trữ mới và hiện có;
- b) thay đổi mức tải cháy nổ đòi hỏi điều chỉnh các biện pháp chữa cháy và năng lực phòng cháy chữa cháy;
- c) thay đổi lượng năng lượng nhiệt được giải phóng bởi hệ thống tích trữ mà hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí (HVAC) cần phải xử lý;
- d) thay đổi loại và lượng hóa chất cần được xử lý trong trường hợp khẩn cấp;
- e) lỗi hệ thống quản lý/điều khiển khi các pin được thêm vào để tăng dung lượng có thông số kỹ thuật khác và được lắp đặt trong cùng một phần quản lý/điều khiển với các pin hiện có;
- f) tăng sự xuất hiện của sai sót từ nhân viên vận hành và bảo trì; và
- g) giảm không gian sẵn có cho người vận hành và kỹ sư bảo trì thực hiện công việc đúng cách.

Phải tiến hành đánh giá rủi ro theo IEC 62933-5-2 ngay từ giai đoạn lập kế hoạch đầu tiên và trước khi thực hiện bất kỳ công việc nào khác. Các biện pháp khắc phục cần thiết về phần cứng và phần mềm phải được triển khai dựa trên kết quả của bản đánh giá này.

### 5.3.2 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn thiết kế lại

Để duy trì mức độ an toàn của BESS, các hành động sau đây được yêu cầu trong giai đoạn thiết kế lại:

- Mức độ an toàn của BESS đã được sửa đổi về thành phần hóa học và thiết kế của hệ thống tích trữ không được thấp hơn so với trước khi sửa đổi.
- Nếu việc thay đổi thành phần hóa học và thiết kế của hệ thống tích trữ dẫn đến thay đổi phân loại của BESS như được định nghĩa trong TCVN 14499-5-2:2025 (IEC 62933-5-2:2020), Bảng 1, thì các biện pháp an toàn bắt buộc phù hợp phải được thực hiện trong BESS đã được sửa đổi.
- Các nhà cung cấp của BESS hiện có phải xác nhận việc sửa đổi thành phần hóa học và thiết kế của hệ thống tích trữ trong BESS và đưa ra đánh giá liệu sửa đổi có thể được thực hiện hay không. Việc sửa đổi không được thực hiện trừ khi các nhà cung cấp chấp thuận việc thực hiện sửa đổi từ góc độ an toàn.
- Khi lắp đặt các hệ thống tích trữ có hạng mục thành phần hóa học "C" khác với hệ thống hiện có, phần khu lắp đặt hệ thống tích trữ được lắp đặt phải được vận hành riêng biệt với hệ thống điều khiển và hệ thống phụ trợ của riêng nó và độc lập.
- Các hệ thống bảo vệ an toàn chung (ví dụ, bảo vệ chống bùng cháy, hệ thống thông gió) của BESS phải được cập nhật để phản ánh sự có mặt của thành phần hóa học và thiết kế mới của hệ thống tích trữ.

Trong trường hợp khó khăn khi sửa đổi hoặc thêm các biện pháp an toàn cho BESS hiện có do hạn chế về không gian lắp đặt hoặc các hạn chế khác, các biện pháp giảm thiểu rủi ro bổ sung sau đây phải được thực hiện:

Thiết kế an toàn vốn có: Thiết lập các điều kiện và tham số đủ để đảm bảo an toàn cho hệ thống tích trữ. Ví dụ, thu hẹp phạm vi SOC hoặc dải nhiệt độ vận hành, v.v.

Bảo vệ và phòng ngừa: Nếu không thể đảm bảo khả năng ngăn cháy lan ở cấp độ hệ thống tích trữ, phải bổ sung các biện pháp ngăn cháy lan (ví dụ: tấm hoặc tường chống cháy) ở cấp độ tủ, tòa nhà hoặc container.

Thông tin sử dụng: Sử dụng nhãn tại chỗ để phân biệt giữa hệ thống tích trữ được thêm vào và hệ thống hiện có. Thiết lập các thiết bị cảnh báo (cảnh báo âm thanh, tín hiệu hình ảnh) và cảnh báo từ xa để phân biệt giữa hệ thống được thêm vào và hệ thống hiện có, để có thể thực hiện phản ứng kịp thời và chính xác trong trường hợp có sự cố.

### 5.3.3 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn lắp đặt và chạy thử

Việc sửa đổi thành phần hóa học và thiết kế của hệ thống tích trữ trong BESS đòi hỏi nhân viên lắp đặt phải tiếp cận các thành phần có điện nguy hiểm hoặc chứa các hợp chất độc hại.

Để duy trì an toàn cho cả BESS và người lao động, các hành động sau đây được yêu cầu trong giai đoạn lắp đặt và chạy thử:

## TCVN 14499-5-3:2025

- Các biện pháp an toàn cần thiết cho người lao động phải được xác định trước khi bắt đầu công việc.
- Đối với mọi hoạt động, phải tiến hành đánh giá rủi ro trước với những phần mang điện không thể được che chắn đầy đủ, và phải tuân thủ các tiêu chuẩn về làm việc với thiết bị có điện.
- Mọi quy trình phải được rà soát để đảm bảo các hoạt động được thực hiện một cách phù hợp dựa trên kết quả đánh giá rủi ro, nhất là khi làm việc với các nguồn có điện và hóa chất độc hại. Các quy định địa phương có thể được áp dụng.
- Tất cả các quy trình phải được xem xét để đảm bảo rằng chỉ nhân viên có trình độ, hoạt động dưới một hệ thống chỉ huy rõ ràng và có kênh liên lạc thông suốt với người vận hành BESS, mới được thực hiện công việc.

Nếu việc sửa đổi được thực hiện mà không tắt nguồn BESS, thì tất cả các biện pháp an toàn được liệt kê dưới đây là bắt buộc:

- Chuỗi pin sẽ được sửa đổi hoặc thêm vào phải luôn được ngắt kết nối khỏi bất kỳ mạch có điện nào cho đến khi hoàn thành việc sửa đổi.
- Chuỗi pin sẽ được sửa đổi phải được chia nhỏ thành các đơn vị con để mỗi đơn vị con không có điện nguy hiểm.

CHÚ THÍCH: Định nghĩa của "điện áp nguy hiểm" phụ thuộc vào các quy định địa phương.

- Các biện pháp bảo vệ thích hợp phải được cung cấp cho người lao động.

Trong quá trình lắp đặt, các biện pháp sau đây phải được thực hiện:

- BESS phải được tắt nguồn và tất cả các thành phần có điện nguy hiểm phải được cách điện hoàn toàn đến mức độ IP và cấp cách điện thích hợp.
- Khu vực thi công trong vỏ tủ BESS phải không có chất lỏng, hơi hoặc khí độc và phải được thông gió tốt trong suốt thời gian nhân viên có mặt.
- Thiết bị bảo hộ cá nhân (PPE) để bảo vệ chống lại các nguy hiểm trong BESS phải được cung cấp cho nhân viên liên quan.
- Trước khi tái khởi động hệ thống, phải kiểm tra lại việc kết nối và lắp đặt đúng vị trí của các thiết bị cảm biến, giám sát, cũng như các kênh làm mát và thông gió theo một danh mục kiểm tra (checklist) đã định sẵn.

Phải xác minh rằng phần mềm điều khiển BESS đã được cập nhật các thông số tương ứng với công nghệ và thiết kế mới của hệ thống tích trữ.

### 5.3.4 Yêu cầu an toàn cho vận hành và bảo trì

Việc sửa đổi BESS về thành phần hóa học và thiết kế của hệ thống tích trữ đòi hỏi sự thay đổi các điều kiện vận hành, quy trình vận hành và hoạt động bảo trì.

- Trước khi khởi động lại hoạt động và để giảm thiểu rủi ro, các mục sau đây của BESS đã được sửa đổi về thành phần hóa học và thiết kế của hệ thống tích trữ và các quy trình vận hành liên quan phải được xác minh và ghi lại:
  - kế hoạch vận hành (bao gồm tuổi thọ sử dụng),
  - các điều kiện vận hành,
  - các mục được giám sát (bao gồm các bộ phận, hệ thống và mức hệ thống tổng thể),
  - các mục được kiểm định (bao gồm các bộ phận, hệ thống và mức hệ thống tổng thể),
  - giáo dục và đào tạo,
  - quy trình khẩn cấp, và
  - tất cả các thay đổi phần cứng và phần mềm đã được thực hiện bao gồm nguồn gốc và thông số kỹ thuật của chúng.
- Tài liệu phải được các bên liên quan quan trọng của BESS xem xét và phê duyệt chính thức.
- Tài liệu hướng dẫn vận hành và bảo trì đã được sửa đổi, với nhận dạng rõ ràng về phiên bản và hiệu lực của nó, phải được phân phối cho tất cả các bên liên quan và thu hồi phiên bản đã hết hạn.

## 6 Thay đổi một thành phần hệ thống sử dụng các bộ phận không phải OEM

### 6.1 Quy định chung

Điều 6 xác định các yêu cầu an toàn, xem xét và các quá trình khi các thành phần của BESS được thay thế hoặc sửa đổi bằng cách sử dụng các bộ phận không phải của nhà chế tạo thiết bị gốc.

Trong suốt vòng đời phục vụ, một BESS có thể cần sửa chữa, thay thế hoặc sửa đổi các bộ phận và thành phần.

Các thay đổi như vậy có thể xảy ra với cả các bộ phận OEM và các bộ phận không phải OEM có thông số kỹ thuật và hiệu suất khác với các gì ban đầu được chỉ định và lắp đặt trong BESS.

Việc thay thế các thành phần quan trọng về an toàn bằng các bộ phận không phải OEM có thể làm suy giảm đáng kể an toàn của BESS đã được sửa đổi nếu thực hiện mà không có đủ biện pháp phòng ngừa.

Các hậu quả tiêu cực có thể xảy ra của việc thay thế hoặc sửa đổi sử dụng các bộ phận không phải OEM bao gồm:

- a) Nguy cơ điện giật do các thay đổi làm thiết bị bảo vệ hoạt động sai;
- b) Hư hại hệ thống hoặc các bộ phận do không phù hợp về thông số kỹ thuật;
- c) Phát sinh nhiệt quá mức do không phù hợp về thông số kỹ thuật; và
- d) Tăng khả năng xảy ra sai sót từ nhân viên vận hành và bảo trì.

Khi các thành phần BESS liên quan đến an toàn được thay thế bằng các bộ phận không phải OEM, việc xác nhận tính tương thích là quan trọng.

Ví dụ về các hệ thống và thành phần liên quan đến an toàn được trình bày trong Bảng 3.

**Bảng 3 – Ví dụ về hệ thống và các thành phần liên quan đến an toàn**

Hệ thống	Thành phần
Hệ thống quản lý	Bộ điều khiển hệ thống hoặc quản lý năng lượng, hoặc cả hai Lưu trữ dữ liệu dài hạn
Hệ thống liên lạc	Hệ thống truyền thông và giám sát Lưu trữ dữ liệu lưu trữ
Hệ thống bảo vệ	Hệ thống kiểm soát truy cập và cảnh báo xâm nhập
Hệ thống phụ trợ	Phát hiện cháy và khói Hệ thống dập lửa và chữa cháy
Hệ thống chuyển đổi năng lượng	Bộ chuyển đổi và logic điều khiển
Khác	Hệ thống HVAC Cầu chì Thiết bị bảo hộ cá nhân (PPE)

Trước khi triển khai, phải xác nhận sự phù hợp của linh kiện không OEM dựa trên các yếu tố sau:

- thông số kỹ thuật của BESS;
- các điều kiện vận hành; và
- đặc tính của hệ thống tích trữ.

Đánh giá rủi ro phải được thực hiện theo TCVN 14499-5-2 (IEC 62933-5-2) trong giai đoạn đầu của quá trình lập kế hoạch và trước bất kỳ công việc nào khác, và các biện pháp khắc phục cần thiết liên quan đến phần cứng và phần mềm phải được thực hiện theo kết quả đánh giá.

### **6.2 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn thiết kế lại**

Để duy trì mức độ an toàn của BESS, các yêu cầu sau phải được tuân thủ trong giai đoạn thiết kế lại:

- Mức độ an toàn của BESS được sửa đổi bằng các bộ phận không phải OEM không được thấp hơn so với trước khi sửa đổi.
- Nếu các bộ phận OEM ban đầu không có sẵn, các nhà cung cấp của BESS hiện có phải phê duyệt bằng văn bản việc sử dụng các bộ phận không phải OEM trong BESS.
- Các hệ thống bảo vệ an toàn chung (ví dụ, bảo vệ chống bùng cháy, hệ thống thông gió) của BESS phải được cập nhật để phản ánh sự có mặt của các bộ phận không phải OEM.
- Trong quá trình tìm nguồn cung ứng cho các bộ phận không phải OEM, nên ưu tiên các công ty có hệ thống kiểm soát chất lượng và chứng nhận được tài liệu hóa và khả năng truy xuất nguồn gốc các bộ phận.

### 6.3 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn lắp đặt và chạy thử

Việc sửa đổi BESS với các bộ phận không phải OEM đòi hỏi nhân viên lắp đặt phải tiếp cận các thành phần quan trọng có điện nguy hiểm.

Để duy trì an toàn cho BESS và người lao động, các hành động sau đây được yêu cầu trong giai đoạn lắp đặt và chạy thử:

- Các biện pháp an toàn cần thiết cho người lao động phải được xác định trước khi bắt đầu công việc.
- Tất cả các hoạt động phải được đánh giá trước về rủi ro do các phần có điện không thể được bảo vệ đầy đủ, và phải tuân thủ các tiêu chuẩn liên quan đến làm việc với có điện.
- Tất cả các quy trình phải được xem xét để đảm bảo rằng tất cả các hoạt động được thực hiện một cách phù hợp, xem xét kết quả đánh giá rủi ro, đặc biệt từ quan điểm làm việc với các nguồn có điện. Các quy định địa phương có thể được áp dụng.
- Tất cả các quy trình phải được xem xét để đảm bảo rằng chỉ nhân viên có trình độ, với chuỗi mệnh lệnh được thiết lập và các kênh liên lạc mở với nhà vận hành BESS, thực hiện công việc.

Khi việc sửa đổi được thực hiện mà không tắt nguồn BESS, thì tất cả các biện pháp an toàn được liệt kê dưới đây là bắt buộc:

- Thành phần sẽ được lắp đặt hoặc thay thế phải luôn được ngắt kết nối khỏi bất kỳ mạch có điện nào cho đến khi hoàn thành việc sửa đổi.
- Vị trí hoặc mạch nơi việc sửa đổi được thực hiện phải đặt trong trạng thái không có điện nguy hiểm.

CHÚ THÍCH: Định nghĩa của "điện áp nguy hiểm" phụ thuộc vào các quy định địa phương.

- Các biện pháp bảo vệ thích hợp phải được cung cấp cho người lao động.

Trong quá trình lắp đặt, các biện pháp sau đây phải được thực hiện:

- BESS phải được tắt nguồn và tất cả các thành phần có điện nguy hiểm phải được cách điện hoàn toàn đến mức độ IP và cấp cách điện thích hợp.
- Khi có mặt nhân viên, vỏ bọc của BESS, nơi công việc sửa đổi được thực hiện, phải không có bất kỳ chất lỏng, hơi hoặc khí độc hại nào và được thông gió tốt.
- Thiết bị bảo hộ cá nhân (PPE) để bảo vệ chống lại các nguy hiểm trong BESS phải được cung cấp cho nhân viên liên quan.
- Trước khi tái kích hoạt, việc kiểm định kết nối và vị trí đúng của các thiết bị cảm biến và giám sát, cũng như các kênh làm mát và thông gió của BESS, phải được thực hiện theo danh sách kiểm tra lắp đặt.
- Phần mềm điều khiển BESS phải được xác nhận rằng nó thực hiện các tham số liên quan đến việc xem xét sự có mặt của các bộ phận không phải OEM.

- Sự phù hợp của các bộ phận không phải OEM với BESS phải được xác minh bởi các bên liên quan quan trọng.

#### **6.4 Yêu cầu an toàn cho vận hành và bảo trì**

Việc chỉnh sửa BESS với các bộ phận không phải OEM liên quan đến thay đổi các điều kiện vận hành, quy trình vận hành và hoạt động bảo trì.

- Trước khi khởi động lại hoạt động và để giảm thiểu rủi ro, các mục sau đây của BESS đã được sửa đổi và các quy trình vận hành liên quan phải được xác minh và ghi lại:
  - kế hoạch vận hành (bao gồm tuổi thọ sử dụng),
  - các điều kiện vận hành,
  - các mục được giám sát (bao gồm các bộ phận, hệ thống và mức hệ thống tổng thể),
  - các mục được kiểm định (bao gồm các bộ phận, hệ thống và mức hệ thống tổng thể),
  - giáo dục và đào tạo,
  - quy trình khẩn cấp, và
  - tất cả các thay đổi phần cứng và phần mềm đã được thực hiện bao gồm nguồn gốc và thông số kỹ thuật của chúng.
- Các tiêu chuẩn này phải được các bên liên quan quan trọng của BESS xem xét và phê duyệt chính thức.
- Hướng dẫn vận hành và bảo trì đã được sửa đổi, với nhận dạng rõ ràng về phiên bản và hiệu lực, phải được phân phối cho tất cả các bên liên quan và thu hồi phiên bản đã hết hạn.

### **7 Thay đổi chế độ vận hành**

#### **7.1 Quy định chung**

Điều 7 xác định các yêu cầu an toàn, cân nhắc và quy trình khi chế độ vận hành của BESS được thay đổi.

Việc vận hành của một BESS đã lắp đặt có thể được sửa đổi, ví dụ, bằng cách tăng mức độ và tốc độ trao đổi năng lượng hoặc mở rộng dải nhiệt độ vận hành.

Các thay đổi về chế độ vận hành như vậy có thể được thực hiện thông qua thay đổi phần mềm điều khiển của BESS.

Do tính dễ thực hiện, các rủi ro an toàn phát sinh từ những thay đổi này thường dễ bị bỏ qua.

Nếu BESS được sử dụng cho một ứng dụng không dự kiến trong thiết kế ban đầu, các biện pháp bảo vệ và đối phó được cung cấp trong BESS có thể không đầy đủ.

Điều này có thể có nghĩa là các biện pháp an toàn hiện có không đủ và an toàn của BESS có thể bị suy giảm.

Việc thay đổi chế độ vận hành có thể dẫn đến các hệ quả tiêu cực sau:

- a) Nguy cơ điện giật phát do các thay đổi làm thiết bị bảo vệ hoạt động sai;
- b) Tăng mức tải cháy nổ đòi hỏi phải điều chỉnh các biện pháp chữa cháy và năng lực phòng cháy chữa cháy; và
- c) Tăng khả năng xảy ra sai sót từ nhân viên vận hành và bảo trì.

Đánh giá rủi ro phải được thực hiện theo TCVN 14499-5-2 (IEC 62933-5-2) trong giai đoạn đầu của quá trình lập kế hoạch và trước bất kỳ công việc nào khác, và các biện pháp khắc phục cần thiết liên quan đến phần cứng và phần mềm phải được thực hiện theo kết quả đánh giá.

CHÚ THÍCH: Điều 7 chỉ áp dụng cho các trường hợp mà các thay đổi về chế độ vận hành chưa được lên kế hoạch hoặc chưa được tích hợp trong kế hoạch vận hành và phần mềm của BESS.

## 7.2 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn thiết kế lại

Để duy trì mức độ an toàn của BESS, các hành động sau đây được yêu cầu trong giai đoạn thiết kế lại:

- Mức độ an toàn của BESS với chế độ vận hành được sửa đổi không được suy giảm so với trước khi sửa đổi.
- Các giới hạn vận hành dự định trong tương lai phải được phân tích về tác động của chúng đối với an toàn, dựa trên thiết kế và các biện pháp kiểm soát hiện có cũng như quy trình bảo trì.
- Các bản cập nhật phần mềm và thuật toán phải được xác minh thông qua mô phỏng.
- Các nhà cung cấp của BESS hiện có phải phê duyệt bằng văn bản chế độ vận hành được sửa đổi của BESS.
- Các hệ thống bảo vệ an toàn chung (ví dụ, bảo vệ chống bùng cháy, hệ thống thông gió) của BESS phải được cập nhật để phản ánh chế độ vận hành được sửa đổi. Khi có các thay đổi, các biện pháp giảm thiểu rủi ro sau đây phải được thực hiện:

Thiết kế an toàn vốn có: Xem xét lại dải nhiệt độ vận hành khi thay đổi phạm vi SOC hoặc tốc độ sạc/xả của hệ thống tích trữ. Khi dải nhiệt độ vận hành được thay đổi, phải tiến hành xem xét lại phạm vi SOC và tốc độ sạc/xả.

Bảo vệ và phòng ngừa: Xem xét hoạt động của hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí (HVAC), v.v., để đảm bảo rằng môi trường nhiệt độ thích hợp được duy trì khi dự kiến có sự phát sinh nhiệt từ các biến đổi/biến áp, thiết bị phụ trợ và dây dẫn/cực đấu. Đảm bảo rằng các cảm biến điện áp/dòng điện và cầu chảy dòng điện hoặc bảo vệ quá dòng được trang bị khi phạm vi SOC hoặc tốc độ sạc/xả được sửa đổi.

Thông tin sử dụng: Các thay đổi phải được thông báo cho tất cả các bên liên quan quan trọng. Lịch sử và các cân nhắc liên quan đến thay đổi phải được ghi chép bằng văn bản và theo thứ tự thời gian.

Việc khắc phục sự cố của việc cài đặt phần mềm bị gián đoạn và lỗi phải được thực hiện và kết quả phải được tài liệu hóa, lưu trữ và chia sẻ với các bên liên quan trọng.

### **7.3 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn lắp đặt và chạy thử**

Việc sửa đổi chế độ vận hành của BESS đòi hỏi nhân viên lắp đặt phải tiếp cận các thành phần quan trọng của hạ tầng CNTT.

Để duy trì an toàn cho BESS và người lao động, các hành động sau đây được yêu cầu trong giai đoạn lắp đặt và chạy thử:

- Các biện pháp an toàn cần thiết cho người lao động phải được xác định trước khi bắt đầu công việc.
- Tất cả các hoạt động phải được đánh giá trước về rủi ro do các phần có điện không thể được bảo vệ đầy đủ, và phải tuân thủ các tiêu chuẩn liên quan đến làm việc với có điện.
- Tất cả các quy trình phải được xem xét để đảm bảo rằng tất cả các hoạt động được thực hiện một cách phù hợp, xem xét kết quả đánh giá rủi ro, đặc biệt từ quan điểm làm việc với các nguồn có điện và hạ tầng CNTT cùng việc bảo trì của chúng. Các quy định địa phương có thể được áp dụng.
- Tất cả các quy trình phải được xem xét để đảm bảo rằng chỉ nhân viên có trình độ, với chuỗi mệnh lệnh được thiết lập và các kênh liên lạc mở với nhà vận hành BESS, thực hiện công việc.

Khi việc sửa đổi chế độ vận hành được thực hiện mà không tắt nguồn BESS, thì tất cả các biện pháp an toàn được liệt kê dưới đây là bắt buộc:

- Các chuỗi pin phải được ngắt kết nối khỏi nhau cho đến khi hoàn thành việc sửa đổi.
- Đơn vị phụ nơi thực hiện việc sửa đổi phải được tắt và ngắt kết nối điện với các đơn vị và thiết bị khác. Không ai ngoài người thực hiện công việc được tiếp cận đơn vị phụ cho đến khi hoàn thành cả quá trình sửa đổi và quá trình xác minh.
- Các biện pháp bảo vệ thích hợp phải được cung cấp cho người lao động.

Trong quá trình lắp đặt, cần chú ý đặc biệt như sau:

- BESS phải được tắt nguồn và tất cả các thành phần có điện nguy hiểm phải được cách điện hoàn toàn đến mức độ IP và cấp cách điện thích hợp.
- Thiết bị bảo hộ cá nhân (PPE) để bảo vệ chống lại các nguy hiểm trong BESS phải được cung cấp cho nhân viên liên quan.
- Việc kiểm định tải lên chính xác các giá trị của chế độ vận hành mới của BESS phải được thực hiện trước khi tái kích hoạt.
- Việc sửa đổi đúng và đầy đủ các thiết bị phụ trợ bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi chế độ vận hành phải được xác minh theo danh sách kiểm tra trước khi tái kích hoạt BESS.
- Các điều kiện vận hành (ví dụ: điện, năng lượng nhiệt tỏa ra) nên được xác nhận thông qua mô phỏng.

## 7.4 Yêu cầu an toàn cho vận hành và bảo trì

Việc sửa đổi các chế độ vận hành của BESS dẫn đến sự thay đổi các điều kiện vận hành, quy trình vận hành và hoạt động bảo trì.

- Trước khi khởi động lại hoạt động và để giảm thiểu rủi ro, các mục sau đây của BESS đã được sửa đổi và các quy trình vận hành liên quan phải được xác minh và ghi lại:
  - kế hoạch vận hành (bao gồm tuổi thọ sử dụng),
  - các điều kiện vận hành,
  - các mục được giám sát (bao gồm các bộ phận, hệ thống và mức hệ thống tổng thể),
  - các mục được kiểm định (bao gồm các bộ phận, hệ thống và mức hệ thống tổng thể),
  - giáo dục và đào tạo,
  - quy trình khẩn cấp, và
  - tất cả các thay đổi phần cứng và phần mềm đã được thực hiện, bao gồm nguồn gốc và thông số kỹ thuật của chúng.
- Các tiêu chuẩn này phải được các bên liên quan quan trọng của BESS xem xét và phê duyệt chính thức.
- Hướng dẫn vận hành và bảo trì đã được sửa đổi, với nhận dạng rõ ràng về phiên bản và hiệu lực, phải được phân phối cho tất cả các bên liên quan và thu hồi phiên bản đã hết hạn.

## 8 Thay đổi địa điểm lắp đặt

### 8.1 Quy định chung

Điều này xác định các yêu cầu an toàn, cân nhắc và quy trình khi BESS được di dời và lắp đặt tại một địa điểm mới.

Một BESS có thể được di dời và lắp đặt tại một địa điểm mới theo các thay đổi trong mô hình sử dụng.

Việc di dời này bao gồm các hoạt động vận chuyển phức tạp, sắp xếp lại toàn bộ phần cứng và đối mặt với các điều kiện môi trường mới như nhiệt độ, độ ẩm, áp suất không khí, nồng độ muối, và các yếu tố địa chất, động đất.

BESS cũng có thể được chuyển từ vị trí ngoài trời vào trong nhà hoặc ngược lại, dẫn đến các thay đổi liên quan đến ảnh hưởng tới cộng đồng xung quanh.

Điều này có thể có nghĩa là các biện pháp an toàn hiện có không đủ và an toàn của BESS có thể bị suy giảm.

Các hậu quả tiêu cực có thể xảy ra của việc thay đổi địa điểm lắp đặt bao gồm:

- a) nguy cơ điện giật do kết nối sai trong quá trình tái định vị;

## TCVN 14499-5-3:2025

- b) tăng lượng năng lượng nhiệt cần được xử lý bởi hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí (HVAC) do thay đổi nhiệt độ môi trường;
- c) sự chậm trễ trong việc tiếp cận của đội ngũ dịch vụ và chữa cháy cùng thiết bị của họ do không cung cấp thông tin về việc tiếp cận địa điểm mới của BESS;
- d) tăng khả năng xảy ra sai sót từ nhân viên vận hành và bảo trì.

Đánh giá rủi ro phải được thực hiện theo TCVN 14499-5-2 (IEC 62933-5-2) trong giai đoạn lập kế hoạch đầu tiên và trước bất kỳ công việc nào khác, và các biện pháp khắc phục cần thiết liên quan đến phần cứng và phần mềm phải được thực hiện theo kết quả đánh giá.

Các quy định phù hợp về vận chuyển hàng hóa nguy hiểm cần được xem xét (ví dụ, Khuyến nghị của Liên Hợp Quốc về Vận chuyển Hàng hóa Nguy hiểm - Quy định Mẫu, và Sổ tay Thử nghiệm và Tiêu chí).

### 8.2 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn thiết kế lại

Để duy trì mức độ an toàn của BESS, các hành động sau đây được yêu cầu trong giai đoạn thiết kế lại:

- Mức độ an toàn của BESS được di dời và tái lắp đặt không được thấp hơn so với trước khi thay đổi địa điểm.
- Các vấn đề sau đây phải được xem xét khi chuẩn bị cho hoạt động tái định vị và tái lắp đặt:
  - Điều kiện vật lý và môi trường của địa điểm tái lắp đặt;
  - Quá trình hậu cần vận chuyển đến địa điểm lắp đặt mới theo các hạn chế về điện, hóa chất, môi trường và con người;
  - Quy trình tháo dỡ BESS hiện có;
  - Tái sử dụng các thành phần BESS hiện có;
  - Quy trình lắp ráp lại BESS tại địa điểm mới;
  - Các biện pháp bảo vệ bổ sung hoặc sự sửa đổi của chúng theo yêu cầu của môi trường tại địa điểm mới;
  - Việc xin giấy phép vận hành từ các cơ quan chức năng địa phương theo yêu cầu;
  - Đào tạo nhân viên tại địa điểm mới.

### 8.3 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn lắp đặt và vận hành

Việc tái định vị và tái lắp đặt hệ thống pin lưu trữ năng lượng (BESS) có thể dẫn đến việc nhân viên lắp đặt tiếp cận các bộ phận và thành phần quan trọng có điện nguy hiểm hoặc chứa hợp chất độc hại.

Để đảm bảo an toàn cho BESS và người lao động, các hành động sau đây cần được thực hiện trong giai đoạn lắp đặt và vận hành:

- Các biện pháp an toàn cần thiết cho người lao động phải được xác định trước khi bắt đầu bất kỳ công việc nào.
- Tất cả hoạt động phải được đánh giá rủi ro trước do các phần điện có điện không thể bảo vệ đầy đủ, và phải tuân thủ các tiêu chuẩn liên quan đến làm việc có điện.
- Tất cả quy trình phải được xem xét để đảm bảo rằng tất cả các hoạt động được thực hiện một cách phù hợp dựa trên kết quả đánh giá rủi ro, đặc biệt từ góc độ làm việc với nguồn điện có điện và hóa chất độc hại. Quy định địa phương có thể áp dụng.
- Tất cả quy trình phải được xem xét để đảm bảo rằng chỉ có nhân viên có trình độ chuyên môn, có chuỗi chỉ huy rõ ràng và kênh giao tiếp mở với nhà điều hành BESS mới được thực hiện công việc.
- Thành phần cần tái lắp đặt phải được ngắt kết nối khỏi mọi mạch điện có điện cho đến khi hoàn thành việc lắp đặt.
- Tất cả thành phần phải được đặt ở trạng thái không có điện nguy hiểm.

CHÚ THÍCH: Định nghĩa về "điện áp nguy hiểm" phụ thuộc vào quy định địa phương.

- Người vận hành phải đã hoàn thành đào tạo và huấn luyện cần thiết.
- Các biện pháp bảo vệ thích hợp phải được cung cấp cho người lao động.
- Thông tin về phản ứng trong trường hợp khẩn cấp và an toàn của lực lượng cứu hỏa phải được cung cấp cho cơ quan cứu hỏa địa phương.

Trong quá trình vận chuyển, cần chú ý đặc biệt như sau:

- BESS phải được bảo vệ không bị hư hỏng dựa trên các biện pháp và thông tin do nhà chế tạo BESS cung cấp.

Trong quá trình lưu trữ tạm thời, các biện pháp sau đây phải được thực hiện:

- BESS và các thành phần của nó phải được bảo vệ để không bị hư hỏng do nước, nhiệt độ, muối bay hơi, lỗi của con người và tương tự.
- Các biện pháp bảo vệ, giám sát và bảo vệ bổ sung phải được thực hiện trong quá trình lưu trữ tạm thời để ngăn ngừa phóng điện điện, tràn hóa chất hoặc phát thải khí.
- Việc mất dữ liệu lịch sử hoạt động được lưu trữ trong hệ thống quản lý pin (BMS) do mất điện cho các thiết bị lưu trữ dữ liệu phải được ngăn chặn.

Trong quá trình lắp đặt, các biện pháp sau đây phải được thực hiện:

- BESS phải được tắt nguồn và tất cả các thành phần có điện nguy hiểm phải được cách điện đầy đủ đến mức độ IP và lớp cách điện phù hợp.
- Vỏ bọc của BESS, nơi thực hiện công việc lắp đặt, phải không chứa bất kỳ chất lỏng, hơi, hoặc khí độc hại, và phải được thông gió tốt trong suốt thời gian có mặt của nhân viên lắp đặt.

- Thiết bị bảo vệ cá nhân (PPE) để bảo vệ khỏi các mối nguy hiểm trong BESS phải được kiểm tra để đảm bảo rằng các cập nhật cần thiết được thực hiện phù hợp với điều kiện tại vị trí mới, và được cung cấp cho nhân viên liên quan.
- Trước khi tái kích hoạt, phải thực hiện kiểm định kết nối và vị trí chính xác của các thiết bị cảm biến và giám sát, cũng như các kênh khí làm mát và thông gió của BESS theo danh sách kiểm tra lắp đặt.
- Phần mềm điều khiển BESS phải được xác minh rằng nó thực hiện các tham số phù hợp với điều kiện tại vị trí mới.

#### **8.4 Yêu cầu an toàn cho hoạt động và bảo trì**

Việc tái lắp đặt BESS đòi hỏi thay đổi điều kiện hoạt động, quy trình hoạt động và hoạt động bảo trì.

- Trước khi tái khởi động hoạt động và để tối thiểu hóa rủi ro, các mục sau của BESS tái lắp đặt và các quy trình hoạt động liên quan phải được xác minh và ghi chép:
  - kế hoạch hoạt động (bao gồm tuổi thọ sử dụng),
  - điều kiện hoạt động,
  - các mục được giám sát (bao gồm cấp độ linh kiện, hệ thống con và hệ thống toàn diện),
  - các mục được kiểm định (bao gồm cấp độ linh kiện, hệ thống con và hệ thống toàn diện),
  - giáo dục và đào tạo,
  - quy trình khẩn cấp, và
  - tất cả các thay đổi phần cứng và phần mềm đã thực hiện, bao gồm nguồn gốc và thông số kỹ thuật.
- Các tài liệu phải được xem xét bởi các bên liên quan quan trọng của BESS và được phê duyệt chính thức.
- Tài liệu hướng dẫn hoạt động và bảo trì đã được sửa đổi, với sự xác định rõ ràng phiên bản và hiệu lực, phải được phân phối cho tất cả các bên liên quan và phiên bản hết hạn phải được thu hồi.

### **9 Thay đổi trong hệ thống tích trữ do lắp đặt pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng**

#### **9.1 Quy định chung**

Điều này xác định các yêu cầu an toàn, cân nhắc và quy trình khi pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng được lắp đặt trong hệ thống tích trữ của BESS.

Pin của BESS có thể đến từ các cài đặt hoặc hệ thống nơi chúng đã được vận hành trong các ứng dụng cụ thể trong khoảng thời gian đáng kể.

Khi pin của các cài đặt và hệ thống này đạt đến cuối tuổi thọ dịch vụ của chúng, khả năng trao đổi năng lượng và thời gian sử dụng còn lại của chúng vẫn có thể đủ để tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng, ví dụ như trong một BESS.

Việc sử dụng các loại pin này có thể làm tăng rủi ro an toàn do không rõ hoặc không chắc chắn về tình trạng sức khỏe (SOH) của chúng. Do đó, cần có các bước đi phù hợp trong việc lựa chọn, xác định đặc tính, thiết kế hệ thống, giám sát và vận hành để bù đắp cho phần biên an toàn có thể bị thiếu hụt so với việc dùng pin mới.

Các hậu quả tiêu cực có thể của việc lắp đặt pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng vào hệ thống tích trữ của BESS là:

- a) Rủi ro sốc điện do các tính năng và thiết bị bảo vệ không phù hợp gây ra bởi không tính đến sự lão hóa của hệ thống tích trữ bao gồm vỏ bọc và các biện pháp bảo vệ liên quan;
- b) Rủi ro cháy và mức tải yêu cầu điều chỉnh các tính năng chữa cháy và khả năng của chúng, xem xét sự lão hóa của pin;
- c) Rủi ro cháy và nổ do thải ra khí dễ cháy gây ra bởi sự phân hủy của chất điện phân;
- d) Lượng năng lượng nhiệt cần được xử lý bởi hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí (HVAC) phải được giải quyết khác so với khi sử dụng pin mới, do lão hóa;
- e) Khả năng rò rỉ hóa chất do sự suy giảm của bao bì hoặc bất kỳ vỏ bọc nào khác.

Việc đánh giá rủi ro phải được thực hiện theo TCVN 14499-5-2 (IEC 62933-5-2) trong giai đoạn đầu của việc lập kế hoạch và trước bất kỳ công việc nào khác, và các biện pháp điều chỉnh cần thiết liên quan đến phần cứng và phần mềm phải được thực hiện phù hợp với kết quả đánh giá.

## 9.2 Yêu cầu an toàn trong giai đoạn thiết kế

### 9.2.1 Quy định chung

Để duy trì mức độ an toàn của BESS, các hoạt động phòng ngừa cụ thể cho từng trường hợp phải được thực hiện khi pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng được lắp đặt vào hệ thống tích trữ trong BESS.

Hoạt động này có thể liên quan đến một BESS hiện có mà pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng được thêm vào hoặc một BESS mới được lên kế hoạch.

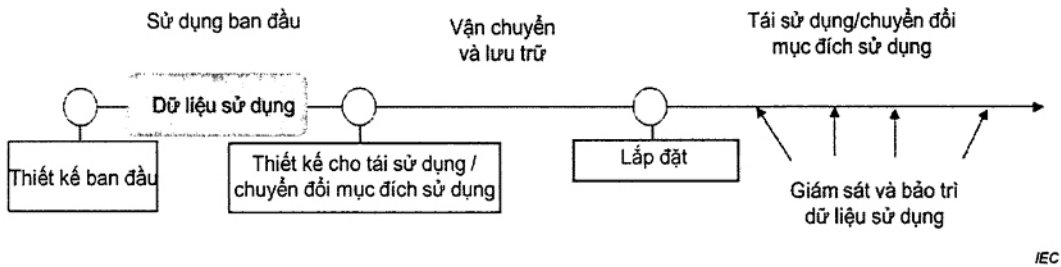
Mục đích của 9.2 là mô tả các yêu cầu cho các hoạt động trong giai đoạn thiết kế của BESS sử dụng pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng.

### 9.2.2 Xác thực dữ liệu lịch sử

Chìa khóa để đạt được một BESS an toàn với pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng là việc thu thập và phân tích toàn diện dữ liệu thiết kế và sử dụng pin từ giai đoạn sử dụng ban đầu của nó.

Khi pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng được lắp đặt trong BESS, dữ liệu thiết kế và sử dụng ban đầu của pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng phải được giữ lại cho đến cuối vòng đời hệ thống, như được thể hiện trong Hình 3.

Dữ liệu phải được giữ lại và chuyển giao từ các bên liên quan sử dụng ban đầu để sử dụng cho việc thiết kế BESS, nhằm ước tính thời gian sử dụng còn lại của pin, hoặc quyết định bất kỳ vấn đề an toàn nào khác.



Hình 3 – Vòng đời của pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng

Hệ thống tích trữ bao gồm dữ liệu sử dụng của nó phải được thiết kế và xác thực theo các yêu cầu của IEC 63330 và IEC 63338.

Các mục sau của hệ thống tích trữ sử dụng pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng phải có sẵn để đánh giá an toàn của chúng trong giai đoạn lập kế hoạch của BESS mới. Lịch sử phải bao gồm toàn bộ thời gian từ việc sản xuất thiết bị đến giai đoạn lập kế hoạch và thiết kế này:

- Thông tin công ty OEM,
- Điều kiện sản xuất được sử dụng (liên quan đến an toàn BESS),
- Khả năng truy xuất nguồn gốc của vật liệu pin (liên quan đến an toàn BESS),
- Thành phần hóa học pin,
- Cấu hình chính (theo IEC 63330),
- Thiết kế an toàn theo mục đích sử dụng ban đầu – thiết kế an toàn vốn có, bộ phận che chắn và thiết bị bảo vệ, và thông tin (liên quan đến an toàn BESS),
- Dải vận hành của pin, các thông số và yêu cầu sử dụng (theo IEC 63330),
- Điều kiện hoạt động được khuyến nghị bởi công ty OEM,
- bảng dữ liệu hiệu suất, hướng dẫn vận hành và các bảng dữ liệu an toàn vật liệu (MSDS) liên quan,
- nhật ký bảo trì,
- lịch sử hỏng hóc bao gồm cả các sự cố nhỏ (ví dụ: quá sạc, xả quá mức, quá dòng, quá nhiệt, hỏng cách điện, tai nạn), và
- dữ liệu lịch sử được thu thập từ BMS (hệ thống quản lý pin) trong suốt thời gian hoạt động của pin (liên quan đến an toàn BESS, theo dữ liệu truy xuất nguồn gốc tuổi thọ pin IEC 63338).

- Quyết định tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng các pin như vậy sẽ phụ thuộc vào việc xác định đáng tin cậy về tình trạng, dữ liệu của chúng và thời gian sử dụng còn lại của chúng trong BESS được lập kế hoạch.

Dưới đây là bản dịch nội dung của tiêu chuẩn IEC 62933-5-3:

### 9.2.3 Ước lượng thời gian sử dụng còn lại và tính năng

Thời gian sử dụng còn lại và tính năng của hệ thống pin lưu trữ năng lượng (BESS) phải được ước lượng và tính toán dựa trên thời gian sử dụng còn lại hiện tại và hiệu suất của pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng, cũng như ứng dụng tương lai của BESS. Ngoài ra, cần phải xác nhận rằng mức độ an toàn đủ được đảm bảo cho đến khi kết thúc thời gian sử dụng. Việc ước lượng, tính toán và xác nhận phải được thực hiện bằng một hoặc nhiều phương pháp sau đây:

#### 1) Ước lượng sử dụng thiết kế ban đầu

Cần xác nhận các khác biệt giữa hoàn cảnh sử dụng ban đầu và sau khi tái sử dụng. Cần xem xét sự cần thiết của việc thiết kế lại dựa trên kết quả của việc xác nhận. Pin tái sử dụng có thể giữ lại thiết kế tuổi thọ ban đầu nếu kết quả cho thấy chỉ có rủi ro chấp nhận được.

#### 2) Ước lượng dựa trên dữ liệu sử dụng ban đầu

Việc ước lượng sẽ được thực hiện bằng cách sử dụng dữ liệu thực tế hoặc dữ liệu xu hướng được đo tại các điểm đại diện trong một khoảng thời gian.

#### 3) Ước lượng bằng phương pháp kiểm định không phá hủy

Việc ước lượng sẽ được thực hiện bằng một số phương pháp kiểm định không phá hủy. Phụ lục A mô tả các ví dụ về phương pháp ước lượng cho BESS sử dụng pin lithium-ion.

### 9.2.4 Yêu cầu an toàn trong thiết kế an toàn

Để duy trì mức độ an toàn của BESS, các hành động sau đây được yêu cầu trong giai đoạn thiết kế lại:

#### 1) Thiết kế an toàn theo mục đích sử dụng ban đầu

Thiết kế an toàn của hệ thống tích trữ theo mục đích sử dụng ban đầu phải được xem xét lại, bao gồm thiết kế an toàn vốn có, các bộ phận che chắn và thiết bị bảo vệ, và thông tin. Chúng rất hữu ích cho BESS có hệ thống tích trữ sử dụng pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng.

BMS (hệ thống quản lý pin) ban đầu nếu cũng được tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng, phải được xem xét lại về tính phù hợp của thuật toán điều khiển tích hợp và khả năng tương thích với BESS tương lai và cấu trúc quản lý vận hành của nó.

#### 2) Lịch sử hỏng hóc

Lịch sử hỏng hóc trong quá trình sử dụng ban đầu, bao gồm lịch sử hỏng hóc về điện, cơ và thành phần hóa học, phải được xem xét lại để tránh việc sử dụng ngẫu nhiên các đơn vị có khuyết tật tiềm ẩn và dễ xảy ra hỏng hóc sớm. Lịch sử này không chỉ giới hạn ở lịch sử của pin, mà còn bao

gồm cả lịch sử của hệ thống hoặc ứng dụng ban đầu sử dụng pin đó (ví dụ: một vụ va chạm của xe điện).

Nếu lịch sử có bất kỳ sự cố nào, pin phải được xử lý cẩn thận vì sự cố pin, môi lửa hoặc phản ứng nhiệt thất thường, v.v., có thể xảy ra theo chu kỳ sau một sự cố.

3) Tình trạng an toàn hiện tại của pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng

Tình trạng an toàn hiện tại có thể được ước tính như sau:

- a) Thiết kế an toàn và dữ liệu sử dụng theo mục đích sử dụng ban đầu
- b) Kiểm định phá hủy bằng lấy mẫu

Nếu có pin có cùng lịch sử với các pin sẽ được sử dụng, tình trạng an toàn có thể được ước tính bằng kiểm định phá hủy sử dụng một mẫu của các pin.

Các biện pháp sau đây liên quan đến lấy mẫu phải được thực hiện:

- Mẫu phải được chọn từ các pin được ước tính có mức độ xuống cấp lớn nhất dựa trên dữ liệu.
- Nếu các loại pin khác nhau được trộn lẫn, việc kiểm định phải được thực hiện cho từng loại.
- Các dữ liệu sau đây phải được xem xét trong giai đoạn lấy mẫu và kiểm định:
  - i) tuổi thọ sử dụng,
  - ii) số năm sử dụng,
  - iii) số chu kỳ sử dụng, và
  - iv) nhiệt độ môi trường vận hành.
- Số lượng mẫu phải là hai hoặc nhiều hơn và các mục tiêu lấy mẫu phải được chọn xem xét các dữ liệu trên.

CHÚ THÍCH 1: Thông thường, các pin xuống cấp nhất được chọn để lấy mẫu dựa trên dữ liệu như phương pháp lấy mẫu.

c) Kiểm định không phá hủy

Việc ước tính có thể được thực hiện với một số phương pháp kiểm định không phá hủy. Phụ lục A mô tả các ví dụ về phương pháp ước tính.

4) Xem xét dải vận hành an toàn trong thiết kế an toàn vốn có

Vì pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng đã xuống cấp sau khi sử dụng ban đầu, cài đặt biên độ hoạt động phải được xem xét nghiêm ngặt hơn so với sử dụng ban đầu, để vận hành BESS an toàn.

- a) Dải vận hành an toàn của trạng thái sạc (SOC) của BESS

Phạm vi SOC của BESS phải được thu hẹp so với sử dụng ban đầu theo danh mục của IEC 62933-2-1:2017, 4.2, mà ứng dụng của BESS với pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng thuộc về, như được ghi chú dưới đây.

i) Loại A: Ứng dụng tập trung vào công suất

Giới hạn điện áp trên và dưới phải được thu hẹp, với mức độ giảm giới hạn nhỏ hơn so với Loại B vì phạm vi sử dụng ở giới hạn trên và dưới của SOC cho Loại A thường nhỏ hơn so với Loại B.

CHÚ THÍCH 2: Loại A là ứng dụng ngắn hạn yêu cầu hệ thống EES đầu vào/đầu ra công suất yêu cầu trong một chu kỳ làm việc trong thời gian ngắn (ví dụ, hệ thống EES được sạc và xả trong thời gian ít hơn 1 giờ).

ii) Loại B: Ứng dụng tập trung vào năng lượng

Giới hạn điện áp trên và dưới phải được thu hẹp với mức độ giảm giới hạn lớn hơn so với Loại A, vì phạm vi sử dụng ở giới hạn trên và dưới của SOC cho Loại B thường lớn hơn so với Loại A.

CHÚ THÍCH 3: Loại B là ứng dụng dài hạn yêu cầu hệ thống EES đầu vào/đầu ra công suất yêu cầu trong một chu kỳ làm việc trong thời gian dài (ví dụ, hệ thống EES được sạc và xả trong thời gian hơn 1 giờ).

iii) Loại C: Ứng dụng nguồn điện dự phòng

Giảm giới hạn điện áp trên

CHÚ THÍCH 4: Loại C là hệ thống EES được sử dụng để cung cấp điện AC cho lưới điện trong trường hợp khẩn cấp, mà không phụ thuộc vào nguồn điện bên ngoài.

Các yêu cầu trên có thể được miễn trong các trường hợp sau:

trong trường hợp tái sử dụng và khi tốc độ hiện tại sau khi tái sử dụng được đặt thấp hơn sử dụng ban đầu;

trong trường hợp sử dụng pin đã được thiết kế an toàn và sử dụng trên cơ sở chuyển đổi mục đích sử dụng tại thời điểm sử dụng ban đầu;

khi thực hiện 3)b) và phân tích tháo rời pin xuống cấp nhất cho thấy không có thay đổi về an toàn so với thời điểm pin mới;

khi thực hiện 3)c) và thấy rằng an toàn không thay đổi so với thời điểm pin mới.

b) Dải vận hành an toàn của nhiệt độ vận hành của BESS

Dải nhiệt độ vận hành của pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng trong BESS phải được thu hẹp so với sử dụng ban đầu và được đưa gần hơn với phạm vi có thể vận hành an toàn hơn. Yêu cầu này có thể được miễn trong các trường hợp sau:

trong trường hợp tái sử dụng và khi điều kiện môi trường vẫn giữ nguyên,

Khi dải nhiệt độ trong điều kiện môi trường nhỏ hơn so với sử dụng ban đầu, khi kiểm soát nhiệt độ của hệ thống tích trữ được tăng cường phù hợp.

c) Dải vận hành an toàn của dòng điện của BESS

Phạm vi dòng điện của pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng trong BESS phải được thu hẹp so với sử dụng ban đầu. Yêu cầu này có thể được miễn trong các trường hợp sau:

trong trường hợp tái sử dụng và khi giới hạn trên của dòng điện đầu vào/đầu ra vẫn giữ nguyên, khi cầu chảy dòng điện hoặc bảo vệ quá dòng của hệ thống tích trữ được tăng cường và kiểm soát phát nhiệt được tăng cường phù hợp.

5) Sự cần thiết của việc bổ sung các biện pháp bảo vệ và phòng ngừa

Pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng không thể được kiểm tra loại như pin mới, và trong hầu hết các trường hợp, chứng nhận an toàn dựa trên kiểm tra loại cho pin mới không còn áp dụng khi chúng trở thành pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng. Trong các trường hợp này, "bảo vệ và phòng ngừa" bằng cách sử dụng (các) thành phần bên ngoài quan trọng hơn việc dựa vào "an toàn vốn có" cho thiết kế an toàn của BESS khi sử dụng pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng so với BESS sử dụng pin mới.

Các hệ thống bảo vệ an toàn chung của BESS phải được thiết kế để phản ánh sự hiện diện của pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng.

Các biện pháp sau đây phải được thực hiện:

- Ngăn chặn cháy lan: Bố trí thích hợp của hệ thống con, các biện pháp bảo vệ và phòng ngừa phải được thực hiện để ngăn chặn cháy lan giữa các mô-đun hoặc bất kỳ vỏ bọc nào khác, vì khó thực hiện các thử nghiệm cháy lan (ví dụ: IEC 62619:2022, 7.3.3) cho pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng để xác nhận khả năng cháy lan ở cấp độ mô-đun.
- Ngăn chặn nổ: Khi sử dụng pin có cấu trúc ức chế khí thải bên trong gói pin, số lượng và vị trí của các cảm biến khí phải được quyết định cẩn thận, xem xét rằng việc giải phóng khí thải có thể bị trì hoãn do cấu trúc pin.
- Chữa cháy: Khi sử dụng pin có cấu trúc kín cao, hệ thống chữa cháy phải được thiết kế để tăng cường tác động làm mát trực tiếp của nước và các hợp chất dập lửa khác vì không thể mong đợi tác động dập lửa.

6) Sự cần thiết của việc bổ sung thông tin sử dụng

Pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng phải mang dấu hiệu hoặc nhãn phù hợp để phân biệt chúng với pin hiện có. Các thiết bị cảnh báo (cảnh báo âm thanh, tín hiệu hình ảnh) và cảnh báo từ xa phải được thiết lập để phân biệt chúng với pin hiện có để có thể phản ứng nhanh chóng và chính xác trong trường hợp có sự cố.

7) Thiết kế lại các hệ thống (AUX)

Tất cả các thiết bị và hệ thống phụ trợ của BESS phải được xem xét và thiết kế phù hợp, có xem xét đến sự hiện diện của pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng.

Hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí (HVAC) phải được thiết kế có xem xét đến tổn thất nhiệt và hướng luồng không khí.

Thiết bị hoặc biện pháp chữa cháy phải sử dụng chất dập lửa phù hợp.

Trong trường hợp pin mới và pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng được kết hợp trong một BESS, mỗi pin nên được chia thành các tập hợp hệ thống con. Ngoài ra, mỗi hệ thống con cần được trang bị điều khiển và giám sát riêng theo đặc tính của nó.

### 9.3 Yêu cầu bị điều khiển và giám sát riêng theo đặc tính

#### 9.3.1 Quy định chung

Mục đích của 9.3 là mô tả các yêu cầu cho giai đoạn lắp đặt và vận hành thử của BESS sử dụng pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng.

Pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng được dự kiến sẽ trải qua các quá trình sau đây sau khi kết thúc sử dụng ban đầu:

- tháo dỡ,
- vận chuyển,
- lưu trữ,
- lắp ráp lại, và
- tái lắp đặt.

Giả định rằng nhà chế tạo pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng, như được định nghĩa trong IEC 63330, sẽ thực hiện quá trình đến khâu lắp ráp lại pin. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, người lắp đặt BESS có thể thực hiện quá trình sau khi vận chuyển.

CHÚ THÍCH: Trong một số trường hợp, việc tháo dỡ, vận chuyển, lưu trữ, lắp ráp lại và tái lắp đặt có thể được thực hiện bởi nhiều tác nhân khác nhau.

Việc lắp đặt pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng trong BESS có thể đòi hỏi phương tiện và điều kiện vận chuyển chuyên dụng, và sự cần thiết cho nhân viên lắp đặt tiếp cận các tính năng và thành phần quan trọng có điện nguy hiểm hoặc chứa các hợp chất độc hại.

#### 9.3.2 Yêu cầu an toàn cho quá trình lắp đặt và vận hành thử

Để bảo đảm an toàn cho BESS và người lao động, các hành động sau đây được yêu cầu trong giai đoạn lắp đặt và vận hành thử:

- Tất cả các hoạt động phải được đánh giá trước về rủi ro do các phần mang điện không thể được bảo vệ đầy đủ, và phải được thực hiện tuân thủ các tiêu chuẩn liên quan đến công việc có điện.

## TCVN 14499-5-3:2025

- Tất cả các quy trình phải được xem xét để đảm bảo rằng tất cả các hoạt động được thực hiện theo cách thích hợp, có xem xét đến kết quả đánh giá rủi ro, đặc biệt là từ góc độ làm việc trên các nguồn điện có điện và hóa chất độc hại. Các quy định địa phương có thể áp dụng.
- Tất cả các quy trình phải được xem xét để đảm bảo rằng chỉ nhân viên có trình độ với chuỗi chỉ huy đã được thiết lập và các kênh liên lạc mở với người vận hành BESS thực hiện công việc.

Nếu các hoạt động và công việc được thực hiện mà không tắt nguồn BESS, thì tất cả các biện pháp an toàn được liệt kê dưới đây là bắt buộc:

- Các chuỗi pin được lắp đặt phải được ngắt kết nối khỏi bất kỳ mạch điện mang điện nào cho đến khi hoàn thành việc lắp đặt.
- Tất cả các thành phần phải được đặt ở trạng thái mà các hệ thống con không mang điện áp nguy hiểm.

CHÚ THÍCH: Định nghĩa về "điện áp nguy hiểm" phụ thuộc vào quy định địa phương.

- Các biện pháp bảo vệ thích hợp phải được cung cấp cho người lao động.

Trong quá trình lưu trữ tạm thời, cần đặc biệt chú ý như sau:

- Việc lưu trữ pin và các thành phần phụ trợ phải được thực hiện sao cho không xảy ra hư hại do nước, nhiệt độ, muối trong không khí, lỗi của con người và các yếu tố tương tự.

Trong quá trình lắp đặt, các biện pháp sau đây phải được thực hiện:

- BESS phải được tắt nguồn và tất cả các thành phần có điện nguy hiểm phải được cách điện hoàn toàn đến mức IP và cấp cách điện thích hợp.
- Vô bọc cửa BESS, nơi thực hiện công việc lắp đặt, phải không có bất kỳ chất lỏng, hơi và khí độc hại nào và được thông gió tốt trong thời gian có sự hiện diện của nhân viên lắp đặt.
- Thiết bị bảo hộ cá nhân (PPE) để bảo vệ chống lại các mối nguy hiểm trong BESS phải được cung cấp cho nhân viên liên quan.
- Việc kiểm định kết nối chính xác và vị trí của các thiết bị cảm biến và giám sát cũng như các kênh không khí làm mát và thông gió của BESS phải được thực hiện theo danh sách kiểm tra lắp đặt trước khi kích hoạt.
- Phần mềm điều khiển BESS phải được xác minh rằng nó thực hiện các tham số liên quan đến việc xem xét sự hiện diện của pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng.

### 9.4 Yêu cầu an toàn cho vận hành và bảo trì

#### 9.4.1 Quy định chung

Mục đích của 9.4 là mô tả các yêu cầu cho giai đoạn vận hành và bảo trì của BESS sử dụng pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng.

#### 9.4.2 Yêu cầu an toàn cho giám sát dữ liệu

- Tất cả các thông số được xác định là quan trọng cho điều kiện hệ thống trong phân tích rủi ro phải được đo lường và giám sát, và thông tin được ghi lại phải luôn sẵn có cho người vận hành.

Đối với BESS sử dụng pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng, dự kiến rằng giám sát dữ liệu trong quá khứ có thể không được sử dụng trong một số trường hợp. Ngoài ra, việc giám sát hệ thống tích trữ để xác định dấu hiệu hỏng hóc là quan trọng hơn khi dài vận hành an toàn cho hệ thống tích trữ hẹp hơn so với pin mới. Các mục sau đây phải được xem xét và thực hiện để xác định dấu hiệu dự đoán và phát hiện sớm các hỏng hóc.

- Giám sát điện áp
  - Chu kỳ lấy mẫu đo lường phải đủ nhanh để dự đoán hỏng hóc. Chu kỳ nên được đặt nhanh hơn 1 s.
  - Một số lượng đủ các vị trí và điểm giám sát ở cấp độ mô-đun và cell phải được trang bị, xem xét đến phạm vi phát hiện, tốc độ và độ chính xác của việc phát hiện lỗi.
  - Dữ liệu xu hướng phải được ghi lại ở khoảng thời gian đủ ngắn và được lưu giữ trong thời gian đủ dài để được sử dụng cho giám sát và bảo trì. Khoảng thời gian ghi dữ liệu nên được đặt ngắn hơn 1 min trừ khi sự kết hợp của các thuật toán phát hiện lỗi và chức năng lưu trữ dữ liệu khiến việc ghi khó khăn.

CHÚ THÍCH 1: Thời gian lưu trữ dữ liệu xu hướng có thể được đặt ngắn hơn tùy thuộc vào thông số kỹ thuật của phương tiện lưu trữ và thảo luận giữa nhà chế tạo hệ thống và người vận hành hệ thống.

- Giám sát dòng điện
  - Dữ liệu xu hướng phải được giám sát và ghi lại ở khoảng thời gian đủ ngắn và được lưu giữ trong thời gian đủ dài để được sử dụng cho giám sát và bảo trì. Khoảng thời gian ghi dữ liệu nên được đặt ngắn hơn 1 phút trừ khi sự kết hợp của các thuật toán phát hiện lỗi và chức năng lưu trữ dữ liệu khiến việc ghi khó khăn.

CHÚ THÍCH 2: Thời gian lưu trữ dữ liệu xu hướng có thể được đặt ngắn hơn tùy thuộc vào thông số kỹ thuật của phương tiện lưu trữ và thảo luận giữa nhà chế tạo hệ thống và người vận hành hệ thống.

- Trong các đợt kiểm định định kỳ hoặc đo dung lượng, dữ liệu lấy mẫu phải được giám sát và ghi lại ở khoảng thời gian đủ ngắn và được lưu giữ trong thời gian đủ dài để được sử dụng cho giám sát và bảo trì. Khoảng thời gian ghi dữ liệu nên được đặt dưới 1 phút.
- Giám sát nhiệt độ
  - Nhiệt độ môi trường và các bộ phận bên trong, các đầu cuối đầu vào/đầu ra cũng như các bộ phận hút vào/xả ra của hệ thống tích trữ phải được giám sát, ghi lại và duy trì để phát hiện lỗi và phân tích vị trí lỗi. Khoảng thời gian ghi dữ liệu nên được đặt ngắn hơn 1 phút.
- Giám sát trạng thái sạc

- SOC phải được tính toán, giám sát và ghi lại ở cấp độ cell và mô-đun để xác định mức độ xuống cấp tương đối và độ ổn định trong và giữa mỗi hệ thống tích trữ.
- Trạng thái xuống cấp của pin
  - Trong hệ thống tích trữ mà trạng thái sức khỏe (SOH) của pin có thể được tính toán bởi hệ thống quản lý pin (BMS), v.v., dữ liệu SOH được đo lường, ghi lại và duy trì như một trong các chỉ số để xác định tuổi thọ mà pin có thể được sử dụng an toàn.
  - Thông tin về cách hiểu các giá trị của dữ liệu liên quan đến SOH được tính toán bởi BMS và cách đặt giá trị ngưỡng nên được lấy từ nhà chế tạo ban đầu. Ngay cả khi thông tin không được tiết lộ, cần xem xét việc ước tính thời điểm kết thúc tuổi thọ bằng cách so sánh tương đối các giá trị số và tỷ lệ thay đổi.

#### 9.4.3 Yêu cầu an toàn cho quá trình vận hành và bảo trì

Việc lắp đặt pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng trong BESS đòi hỏi phải đặc biệt chú ý đến điều kiện vận hành, quy trình vận hành và hoạt động bảo trì.

- Bảo trì định kỳ pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng phải được thực hiện một cách có hệ thống, với các hạng mục kiểm định, phương pháp và ngưỡng đo lường được xác định trước.
- Kiểm tra an toàn được thực hiện tại thời điểm lắp đặt pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng (xem 9.2.4 3) nên được thực hiện lại trong các đợt kiểm định định kỳ để xác định thời điểm kết thúc tuổi thọ của pin. Nếu kiểm tra an toàn được thực hiện theo 9.2.4 3) a), mức độ an toàn phải được xác nhận dựa trên dữ liệu sử dụng từ quá trình sử dụng ban đầu và quá trình tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng.
- Trong thời gian ngừng hoạt động dài hạn, kiểm định và sửa chữa BESS, các quy trình thực hiện hiệu quả và an toàn phải được lập kế hoạch trước để đảm bảo rằng hệ thống giám sát, bảo vệ và các thiết bị an toàn bị tắt càng ít càng tốt, và tất cả các thiết bị giám sát, bảo vệ và an toàn đã bị tắt phải được khởi động lại ngay lập tức sau khi công việc hoàn thành.
  - Trước khi bắt đầu vận hành và để giảm thiểu rủi ro, các mục sau đây của BESS, pin và quy trình vận hành liên quan phải được xác minh và ghi lại, có xem xét đến thời gian sử dụng còn lại, hiệu suất và an toàn của pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng:
  - kế hoạch vận hành (bao gồm tuổi thọ): khi kết hợp pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng và pin mới, thứ tự hoặc mẫu sử dụng nên được xác định trước để vận hành hệ thống hợp lý;
  - điều kiện vận hành: để đảm bảo an toàn và thời gian sử dụng còn lại của pin, tất cả người vận hành phải được thông báo trước về việc vận hành pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng, chẳng hạn như phạm vi SOC và dải nhiệt độ của pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng;
  - các mục giám sát: nên sử dụng nhiều mục giám sát hơn so với khi BESS chỉ sử dụng pin mới;

- các mục kiểm định: nên thực hiện kiểm định thường xuyên hơn để đảm bảo an toàn có thể được duy trì so với khi BESS chỉ sử dụng pin mới, vì pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng có rủi ro cao hơn;
  - đào tạo và huấn luyện: trong trường hợp kết hợp pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng và pin mới, không chỉ cách xử lý mà cả cách ứng phó khi có sự cố bất thường có thể khác nhau đối với mỗi loại pin. Cần tiến hành đào tạo phù hợp dựa trên đặc điểm của từng loại pin;
  - quy trình khẩn cấp: các quy trình phải tính đến sự hiện diện của pin tái sử dụng hoặc chuyển đổi mục đích sử dụng và rủi ro an toàn của chúng;
  - tất cả các thay đổi phần cứng và phần mềm đã thực hiện, bao gồm nguồn gốc và thông số kỹ thuật của chúng.
- Tài liệu phải được xem xét bởi các bên liên quan quan trọng của BESS và được phê duyệt chính thức.
  - Các tài liệu hướng dẫn vận hành và bảo trì đã được sửa đổi, với nhận dạng rõ ràng về phiên bản và hiệu lực, phải được phân phối cho tất cả các bên liên quan, và bất kỳ phiên bản khác biệt nào phải được thu hồi.

## Phụ lục A

(tham khảo)

### Ví dụ về phương pháp xác nhận an toàn khi thực hiện sửa đổi ngoài kế hoạch của BESS sử dụng pin lithium-ion

#### A.1 Quy định chung

Tình trạng an toàn của BESS thay đổi trong quá trình vận hành. Cần thiết phải xác nhận tình trạng an toàn của BESS tại thời điểm đó đối với một sửa đổi ngoài kế hoạch.

Như một phần của việc xác nhận tình trạng an toàn của BESS trong hoặc sau khi vận hành, một trong các điểm quan trọng nhất là xác nhận tình trạng an toàn của hệ thống tích trữ, vốn là thành phần chính của an toàn BESS. Pin được sử dụng trong hệ thống tích trữ có thể xuống cấp theo thời gian sử dụng hoặc tuổi thọ. Cần đặc biệt chú ý đến pin lithium-ion, thường được sử dụng trong BESS, vì trong một số trường hợp, an toàn của chúng cũng thay đổi theo thời gian sử dụng hoặc tuổi thọ.

#### A.2 Phương pháp ước tính sự xuống cấp của pin lithium-ion

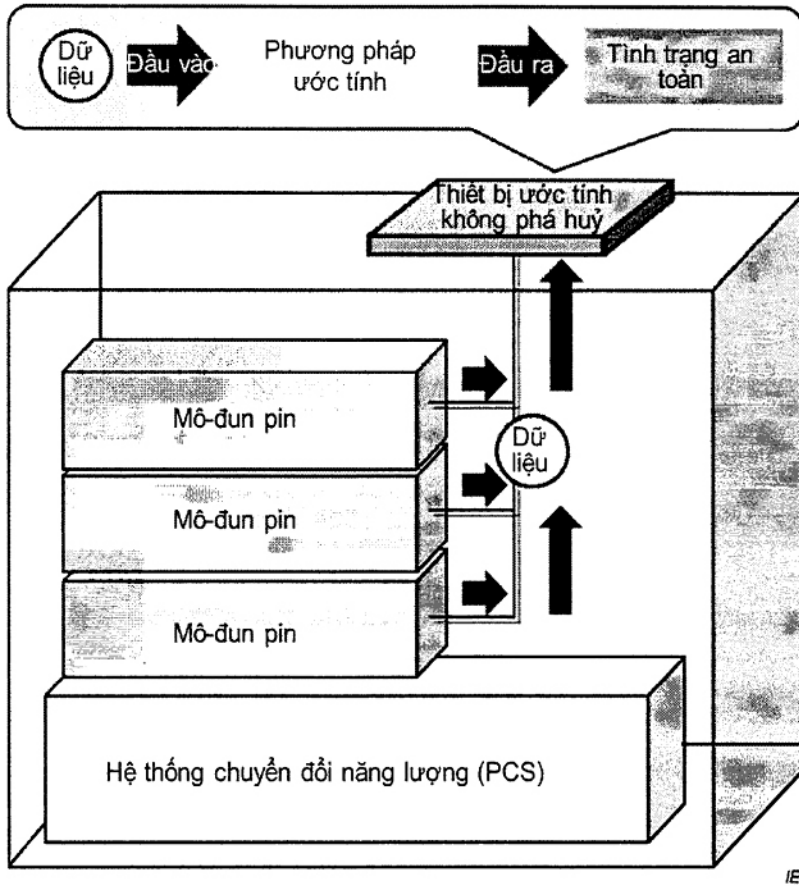
Sau đây là một số ví dụ về phương pháp chẩn đoán không phá hủy để xác định sự xuống cấp của pin lithium-ion:

- phổ trở kháng điện hóa,
- phân tích điện áp vi sai,
- phân tích đường cong sạc, và
- phân tích dữ liệu lịch sử sử dụng pin.

Mỗi phương pháp khác nhau về loại dữ liệu cần thiết, loại pin mà nó có thể áp dụng, và liệu nó có thể được áp dụng trong quá trình vận hành hay không.

#### A.3 Ước tính an toàn của BESS bằng phương pháp ước tính sự xuống cấp

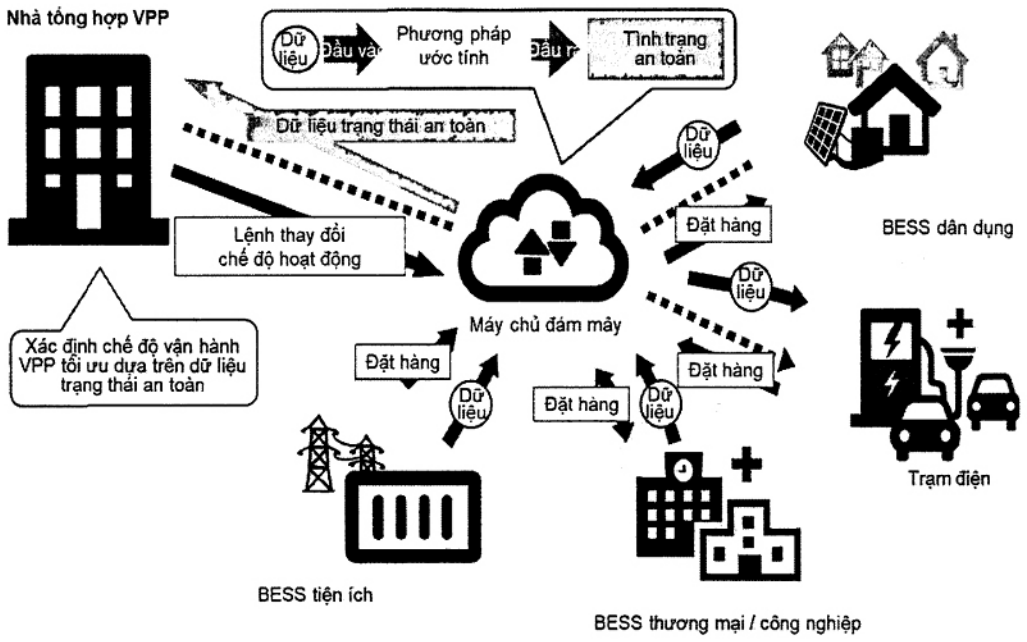
Một số phương pháp ước tính sự xuống cấp có thể được áp dụng để ước tính an toàn của BESS. Hình A.1 cho thấy một ví dụ về phương pháp ước tính an toàn cho BESS sử dụng pin lithium-ion trong quá trình vận hành. BESS được trang bị firmware ước tính trạng thái bên trong của pin dựa trên dữ liệu từ BMS (hệ thống quản lý pin). Firmware này cho phép xác nhận liên tục tình trạng xuống cấp và an toàn của hệ thống tích trữ một cách không phá hủy.



Hình A.1 – Ví dụ về BESS với chức năng ước tính an toàn

Hình này minh họa một BESS được tích hợp firmware có khả năng ước tính an toàn. Firmware này phân tích dữ liệu từ hệ thống quản lý pin (BMS) để liên tục đánh giá tình trạng xuống cấp và mức độ an toàn của hệ thống tích trữ mà không cần can thiệp phá hủy.

Ngoài việc gắn trực tiếp firmware vào BESS, còn có các phương pháp khác để xác nhận tình trạng của hệ thống tích trữ bằng cách nhập dữ liệu BMS (hệ thống quản lý pin) thu được từ BESS trực tiếp hoặc qua mạng vào một thiết bị ước tính bên ngoài thực hiện cùng một quy trình mà firmware thực hiện.



Hình A.2 – Ví dụ về mạng đánh giá an toàn sử dụng chức năng ước tính

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] IEC 62932-1:2020, Flow battery energy systems for stationary applications – Part 1: Terminology and general aspects
  - [2] TCVN 14499-1 (IEC 62932-1), *Hệ thống lưu trữ điện năng (EES) – Phần 1: Thuật ngữ và các khía cạnh chung*
  - [3] TCVN 14499-3-1 (IEC TS 62933-3-1), *Hệ thống lưu trữ điện năng (EES) – Phần 3-1: Lập kế hoạch và đánh giá hiệu suất của hệ thống lưu trữ điện năng– Thông số kỹ thuật chung*
  - [4] 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 – Thông số kỹ thuật chung*
  - [5] TCVN 14499-5-1 (IEC TS 62933-5-1), *Hệ thống lưu trữ điện năng (EES) – Phần 5-1: Các cân nhắc về an toàn cho hệ thống EES tích hợp lưới điện – Thông số kỹ thuật chung*
  - [6] IEEE P2962, *Draft Recommended Practice for Installation, Operation, Maintenance, Testing, and Replacement of Lithium-ion Batteries for Stationary Applications*
  - [7] United Nations, *Recommendations on the Transport of Dangerous Goods. Model Regulations*
  - [8] United Nations, *Recommendations on the Transport of Dangerous Goods. Manual of tests and criteria*
-