

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 14499-5-1:2025

IEC 62933-5-1:2024

Xuất bản lần 1

**HỆ THỐNG LƯU TRỮ ĐIỆN NĂNG –
PHẦN 5-1: XEM XÉT VỀ AN TOÀN ĐỐI VỚI
HỆ THỐNG EES TÍCH HỢP LƯỚI ĐIỆN –
QUY ĐỊNH KỸ THUẬT CHUNG**

*Electrical energy storage (EES) systems –
Part 5-1: Safety considerations for grid-integrated EES systems –
General specification*

HÀ NỘI – 2025

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu.....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	11
4 Phương pháp tiếp cận cơ bản cho các xem xét về an toàn của hệ thống EES.....	17
5 Xem xét mối nguy đối với hệ thống EES.....	17
5.1 Mối nguy về điện.....	17
5.2 Mối nguy cơ học.....	18
5.3 Mối nguy năng lượng.....	18
5.4 Mối nguy cháy.....	18
5.5 Mối nguy về nhiệt.....	18
5.6 Mối nguy hóa học.....	19
5.7 Điều kiện làm việc không phù hợp.....	19
6 Đánh giá rủi ro EESS.....	19
6.1 Cấu trúc EESS.....	19
6.2 Mô tả điều kiện lưu trữ.....	21
6.3 Phân tích rủi ro.....	23
7 Yêu cầu cần thiết để giảm rủi ro.....	26
7.1 Biện pháp chung để giảm rủi ro.....	26
7.2 Biện pháp phòng ngừa chống lại thiệt hại cho dân cư lân cận.....	28
7.3 Đánh giá thiết kế liên quan đến an toàn.....	28
7.4 Biện pháp phòng ngừa chống lại thiệt hại cho công nhân và những người có mối nguy khác..	30
7.5 Ngắt kết nối và tắt EESS.....	41
7.6 An ninh mạng.....	44
7.7 Giám sát từ xa và hoạt động không có người giám sát.....	44
8 Kiểm tra hệ thống.....	45
8.1 Quy định chung.....	45
8.2 Xác nhận và kiểm tra EESS – Mối nguy về điện.....	47
8.3 Xác nhận và kiểm tra EESS – Mối nguy cơ học.....	53
8.4 Xác nhận và kiểm tra EESS – Mối nguy từ chất lỏng (nhiệt độ cao hoặc thấp, áp suất cao, dễ cháy, ăn mòn, ăn da hoặc độc hại).....	55
8.5 Xác nhận và kiểm tra EESS – Mối nguy nổ và nồng độ dễ cháy.....	58
8.6 Xác nhận và kiểm tra EESS – Mối nguy phát sinh từ trường điện, trường từ và trường điện từ.....	59
8.7 Xác nhận và kiểm tra EESS – Mối nguy lan truyền cháy.....	59
8.8 Xác nhận và kiểm tra EESS – Mối nguy về nhiệt.....	59
8.9 Xác nhận và kiểm tra EESS – Tác động hóa học.....	60

8.10	Xác nhận và kiểm tra EESS – Mối nguy phát sinh từ môi trường	60
8.11	Xác nhận và kiểm tra EESS – Mối nguy phát sinh từ sự cố của hệ thống phụ trợ, điều khiển và truyền thông	61
9	Hướng dẫn và sổ tay vận hành	68
9.1	Quy định chung	68
9.2	Sổ tay lắp đặt	68
9.3	Sổ tay bảo trì	69
9.4	Sổ tay người vận hành	70
9.5	Sổ tay quy trình khẩn cấp	71
9.6	Sổ tay ứng phó ban đầu	71
10	Ghi nhãn và biển báo	72
10.1	Quy định chung	72
10.2	Nhãn tên	72
10.3	Ghi nhãn và biển cảnh báo	72
Phụ lục A (tham khảo) Rủi ro chính của các công nghệ lưu trữ khác nhau		73
Phụ lục B (tham khảo) Các xem xét về an toàn		78
Phụ lục C (quy định) Phương pháp thử nghiệm cho EESS cơ học sử dụng hệ thống tích trữ kiểu bánh đà		84
Phụ lục D (tham khảo) Tiêu chuẩn an toàn thành phần		86
Thư mục tài liệu tham khảo		89

Lời nói đầu

TCVN 14499-5-1:2025 hoàn toàn tương đương với IEC 62933-5-1:2024;

TCVN 14499-5-1:2025 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 hồng học 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

- 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 5-1: Xem xét về an toàn đối với hệ thống EES tích hợp lưới điện – Quy định kỹ thuật chung

Electrical energy storage (EES) systems –

Part 5-1: Safety considerations for grid-integrated EES systems – General specification

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các xem xét về an toàn (ví dụ nhận diện mối nguy, đánh giá rủi ro, giảm thiểu rủi ro) áp dụng cho các hệ thống EES được tích hợp lưới điện.

Tiêu chuẩn này cung cấp các tiêu chí cho phép ứng dụng và sử dụng an toàn các hệ thống lưu trữ điện năng có chủng loại hoặc kích cỡ bất kỳ được thiết kế cho các ứng dụng tích hợp lưới điện.

Tiêu chuẩn này có thể được áp dụng cho tất cả các công nghệ EESS, nhưng đối với các yêu cầu cụ thể cho các hệ thống EES điện hóa, cũng có thể viễn dẫn đến IEC 62933-5-2.

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 4255 (IEC 60529), *Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (Mã IP)*

TCVN 7384 (ISO 13849) (tất cả các phần), *An toàn máy – Các bộ phận liên quan đến an toàn của hệ thống điều khiển*

TCVN 7447 (IEC 60364) (tất cả các phần), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp*

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*

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*

TCVN 14499-5-1:2025

TCVN 7699-2-52 (IEC 60068-2-52), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-52: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Kb: Sương muối, chu kỳ (dung dịch natri clorua)*

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

TCVN 8092 (ISO 7010), *Ký hiệu đồ họa – Màu sắc an toàn và biển báo an toàn – Các biển báo an toàn đã đăng ký*

TCVN 9888-2 (IEC 62305-2), *Bảo vệ chống sét – Phần 2: Quản lý rủi ro*

TCVN 9900-11-10 (IEC 60695-11-10), *Thử nghiệm nguy hiểm cháy – Phần 11-10: Ngọn lửa thử nghiệm – Phương pháp thử bằng ngọn lửa 50 W nằm ngang và thẳng đứng*

TCVN 12669-1 (IEC 60204-1), *An toàn máy – Thiết bị điện của máy – Phần 1: Yêu cầu chung*

TCVN 12669-11 (IEC 60204-11), *An toàn máy – Thiết bị điện của máy – Phần 11: Yêu cầu đối với thiết bị điện dùng cho điện áp trên 100 V xoay chiều hoặc 1500 V một chiều và không quá 36k V*

TCVN 12695 (ISO 1182), *Thử nghiệm phản ứng với lửa cho các sản phẩm xây dựng – Phương pháp thử tính không cháy*

TCVN 13724-1 (IEC 61439-1), *Cụm đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 1: Quy tắc chung*

TCVN 14499-1 (IEC 62933-1), *Hệ thống lưu trữ điện năng – Phần 1: Từ vựng*

TCVN 14499-5-2 (IEC 62933-5-2), *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 60079-2:2014, *Explosive atmospheres – Part 2: Equipment protection by pressurized enclosure "p" (Khí quyển nổ – Phần 2: Bảo vệ thiết bị bằng vỏ bọc tăng áp "p")*

IEC 60364-4-41:2005 with AMD1:2017 ¹, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock (Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 4-41: Bảo vệ an toàn – Bảo vệ chống điện giật)*

IEC 60364-6:2016 ², *Low voltage electrical installations – Part 6: Verification (Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 6: Kiểm tra xác nhận)*

IEC 60664-1:2020 ³, *Insulation coordination for equipment within low-voltage supply systems – Part 1: Principles, requirements and tests (Phối hợp cách điện cho thiết bị trong hệ thống cung cấp điện hạ áp – Phần 1: Nguyên tắc, yêu cầu và thử nghiệm)*

IEC 60730-1:2020, *Automatic electrical controls – Part 1: General requirements (Thiết bị điều khiển điện tự động – Phần 1: Yêu cầu chung)*

¹ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 7447-4-41:2010 hoàn toàn tương đương với IEC 60364-4-41:2005.

² Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 7447-6:2011 hoàn toàn tương đương với IEC 60364-6:2006.

³ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 10884-1:2015 hoàn toàn tương đương với IEC 60664-1:2007.

IEC 60730-2-9, *Automatic electrical controls – Part 2-9: Particular requirements for temperature sensing controls* (Thiết bị điều khiển điện tự động – Phần 2-9: Yêu cầu cụ thể đối với thiết bị điều khiển cảm biến nhiệt độ)

IEC 60947-5-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices* (Thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 5-1: Thiết bị mạch điều khiển và phần tử đóng cắt – Thiết bị mạch điều khiển cơ điện)

IEC 61000-1-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1-2: General – Methodology for the achievement of functional safety of electrical and electronic systems including equipment with regard to electromagnetic phenomena* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 1-2: Quy định chung – Phương pháp luận để đạt được an toàn chức năng của các hệ thống điện và điện tử bao gồm cả thiết bị đối với các hiện tượng điện từ)

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 đặc trưng – Tiêu chuẩn miễn nhiễm cho môi trường công nghiệp)

IEC 61000-6-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for equipment in residential environments* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-3: Tiêu chuẩn chung – Tiêu chuẩn phát xạ cho thiết bị trong môi trường dân dụng)

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 xạ cho môi trường công nghiệp)

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 – Miễn nhiễm cho thiết bị sử dụng trong môi trường trạm điện và trạm biến áp)

IEC 61000-6-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-7: Generic standards – Immunity requirements for equipment intended to perform functions in a safety-related system (functional safety) in industrial locations* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-7: Tiêu chuẩn chung – Yêu cầu miễn nhiễm cho thiết bị dự kiến thực hiện các chức năng trong hệ thống liên quan đến an toàn (an toàn chức năng) ở các vị trí công nghiệp)

IEC/TR 61340-1, *Electrostatics – Part 1: Electrostatic phenomena – Principles and Measurements* (Tĩnh điện – Phần 1: Hiện tượng tĩnh điện – Nguyên lý và đo lường)

IEC 61508 (tất cả các phần), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems* (An toàn chức năng của các hệ thống liên quan đến an toàn điện/điện tử/điện tử lập trình được)

IEC 61511 (tất cả các phần), *Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector* (An toàn chức năng – Hệ thống được trang bị an toàn cho ngành công nghiệp chế biến)

TCVN 14499-5-1:2025

IEC 61936-1, *Power installations exceeding 1 kV AC and 1,5 kV DC – Part 1: AC (Hệ thống lắp đặt điện vượt quá 1 kV AC và 1,5 kV DC – Phần 1: AC)*

IEC/TS 61936-2, *Power installations exceeding 1 kV AC and 1,5 kV DC – Part 2: DC (Hệ thống lắp đặt điện vượt quá 1 kV AC và 1,5 kV DC – Phần 2: DC)*

IEC 62061, *Safety of machinery – Functional safety of safety-related control systems (An toàn máy – An toàn chức năng của các hệ thống điều khiển liên quan đến an toàn)*

IEC 62109-1, *Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 1: General requirements (An toàn của bộ biến đổi điện sử dụng trong hệ thống điện quang điện – Phần 1: Yêu cầu chung)*

IEC 62109-2, *Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 2: Particular requirements for inverters (An toàn của bộ biến đổi điện sử dụng trong hệ thống điện quang điện – Phần 2: Yêu cầu cụ thể đối với bộ nghịch lưu)*

IEC 62116:2014, *Utility-interconnected photovoltaic inverters – Test procedure of islanding prevention measures (Bộ nghịch lưu quang điện nối lưới – Quy trình thử nghiệm các biện pháp ngăn chặn cô lập)*

IEC 62443-3-3, *Industrial communication networks – Network and system security – Part 3-3: System security requirements and security levels (Mạng truyền thông công nghiệp – An ninh mạng và hệ thống – Phần 3-3: Yêu cầu an ninh hệ thống và các mức an ninh)*

IEC 62477-1:2022, *Safety requirements for power electronic converter systems and equipment – Part 1: General (Yêu cầu an toàn đối với hệ thống và thiết bị biến đổi điện tử công suất – Phần 1: Quy định chung)*

IEC 62477-2, *Safety requirements for power electronic converter systems and equipment – Part 2: Power electronic converters from 1 000 V AC or 1 500 V DC up to 36 kV AC or 54 kV DC (Yêu cầu an toàn đối với hệ thống và thiết bị biến đổi điện tử công suất – Phần 2: Bộ biến đổi điện tử công suất từ 1000 V AC hoặc 1 500 V DC đến 36 kV AC hoặc 54 kV DC)*

IEC 62689-2, *Current and voltage sensors or detectors, to be used for fault passage indication purposes – Part 2: System aspects (Cảm biến hoặc bộ dò dòng điện và điện áp, được sử dụng cho mục đích chỉ thị sự cố – Phần 2: Các khía cạnh hệ thống)*

IEC 62909-1, *Bi-directional grid-connected power converters – Part 1: General requirements (Bộ biến đổi điện nối lưới hai chiều – Phần 1: Yêu cầu chung)*

IEC 62909-2, *Bi-directional grid-connected power converters – Part 2: Interface of GCPC and distributed energy resources (Bộ biến đổi điện nối lưới hai chiều – Phần 2: Giao diện của GCPC và các nguồn năng lượng phân tán)*

ISO 12100:2010, *Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction (An toàn máy – Nguyên tắc chung cho thiết kế – Đánh giá rủi ro và giảm thiểu rủi ro)*

ISO 15649, *Petroleum and natural gas industries – Piping (Công nghiệp dầu khí và khí tự nhiên – Đường ống)*

ASME B31.1, *ASME B31 Code for Pressure Piping, Section 1: Power Piping (Mã ASME B31 cho Đường ống áp lực, Mục 1: Đường ống điện)*

ASME B31.3, *ASME B31 Code for Pressure Piping, Section 3: Process piping (Mã ASME B31 cho Đường ống áp lực, Mục 3: Đường ống công nghệ)*

IEEE Std 1547.1-2020, *Standard Conformance Test Procedures for Equipment Interconnecting Distributed Energy Resources with Electric Power Systems and Associated Interfaces (Quy trình thử nghiệm sự phù hợp tiêu chuẩn cho thiết bị kết nối các nguồn năng lượng phân tán với hệ thống điện và các giao diện liên quan)*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa được cho trong TCVN 14499x-1 (IEC 62933-1) và các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1

Tiếp cận EESS (access to EESS)

3.1.1

Khu vực hạn chế tiếp cận (restricted access area)

Khu vực mà chỉ những người có kỹ năng và có thẩm quyền phù hợp mới được tiếp cận.

[NGUỒN: IEC 60050-195:2021, 195-04-04, đã sửa đổi - các từ "về điện" và "và những người được hướng dẫn về điện" đã được loại bỏ.]

3.1.2

Khu vực không hạn chế tiếp cận (unrestricted access area)

Khu vực không phải là khu vực hạn chế tiếp cận.

3.2

Trạng thái hoạt động (operation status)

3.2.1

Vận hành thử (commissioning)

Các hoạt động được thực hiện để chạy thử một hệ thống hoặc sản phẩm trước khi chứng minh rằng nó đáp ứng các yêu cầu quy định của nó.

[NGUỒN: IEC 60050-821:2017, 821-12-09]

3.2.2

Ngừng hoạt động (decommissioning)

TCVN 14499-5-1:2025

Các biện pháp hành chính và kỹ thuật được thực hiện nhằm cho phép loại bỏ một phần hoặc toàn bộ các biện pháp kiểm soát theo quy định đối với EESS tại một cơ sở.

CHÚ THÍCH 1: Các biện pháp này có thể bao gồm các quá trình xả và tháo dỡ.

[NGUỒN: IEC 60050-395: 2014, 395-08-28, đã sửa đổi - thuật ngữ "kiểm soát theo quy định" được thay thế bằng "kiểm soát theo quy định đối với EESS" và thuật ngữ "khử nhiễm" được thay bằng "xả"]

3.3

EESS

3.3.1

EESS hybrid (hybrid EESS)

EESS kết hợp nhiều công nghệ lưu trữ vào một hệ thống.

VÍ DỤ: EESS hybrid kết hợp pin và tụ điện lớp kép trong một EESS.

3.3.2

EESS nhiều phần (multi-part EESS)

Hệ thống lưu trữ điện năng bao gồm các cụm hoặc thiết bị được kết nối với nhau tại hiện trường để tạo thành một hệ thống hoàn chỉnh.

3.4

Hệ thống lắp đặt điện (electrical installation)

Tập hợp các thiết bị điện được sử dụng để phát, truyền tải, chuyển đổi, phân phối và/hoặc sử dụng điện năng.

CHÚ THÍCH 1: Hệ thống lắp đặt điện bao gồm các nguồn năng lượng như pin, tụ điện và tất cả các nguồn điện năng được lưu trữ khác.

[NGUỒN: IEC 60050-651:2014, 651-26-01]

3.5

Mang điện, tính từ (live/energized, adj)

Ở một điện thế khác với điện thế đất tại nơi làm việc và gây ra mối nguy về điện.

CHÚ THÍCH 1: Một bộ phận được coi là mang điện khi nó được kết nối điện với một nguồn điện năng. Nó cũng có thể mang điện khi được tích điện và/hoặc chịu tác động của một điện trường hoặc từ trường.

[NGUỒN: IEC 60050-651:2014, 651-21-08]

3.5.1

Bộ phận mang điện nguy hiểm (hazardous live part)

Bộ phận mang điện mà trong những điều kiện nhất định, có thể gây ra điện giật có hại.

CHÚ THÍCH 1: Một điện áp nguy hiểm có thể có mặt trên bề mặt tiếp cận được của lớp cách điện rắn. Trong trường hợp như vậy, bề mặt này được coi là một bộ phận mang điện nguy hiểm.

[NGUỒN: IEC 60050-195:2021, 195-06-05]

3.6

Tổn hại (harm)

Thương tích thân thể hoặc thiệt hại cho người, tài sản và gia súc.

[NGUỒN: IEC 60050-903:2013, 903-01-01]

3.7

Mối nguy (hazard)

Nguồn có khả năng gây ra tổn hại.

[NGUỒN: IEC 60050-903:2013, 903-01-02]

3.8

Sự cố nghiêm trọng (major incident)

Sự kiện hoặc tình huống phát sinh ngoài tầm kiểm soát trong quá trình vận hành EESS, dẫn đến tổn hại nghiêm trọng tức thời hoặc lâu dài cho sức khỏe con người hoặc môi trường, dù ở bên trong hoặc bên ngoài cơ sở, đòi hỏi phải có các biện pháp ứng phó đặc biệt được thực hiện bởi một hoặc nhiều cơ quan ứng phó khẩn cấp.

3.9

Các biện pháp bảo vệ và phòng ngừa (protective measures and safeguards)

3.9.1

Thiết bị bảo hộ cá nhân PPE (personal protective equipment)

Thiết bị hoặc dụng cụ được thiết kế để một cá nhân đeo hoặc mang theo nhằm bảo vệ khỏi một hoặc nhiều mối nguy sức khỏe và an toàn trong khi thực hiện công việc mang điện.

[NGUỒN: IEC 60050-651:2014, 651-23-01, đã sửa đổi - "hoặc giữ" đã được thêm vào định nghĩa.]

3.9.2

Biện pháp bảo vệ (protective measure)

Biện pháp nhằm đạt được việc giảm thiểu rủi ro một cách thỏa đáng, được thực hiện bởi nhà thiết kế (thiết kế nội tại, các biện pháp bảo vệ và bổ sung, thông tin sử dụng) và bởi người sử dụng (tổ chức: quy trình làm việc an toàn, giám sát, đào tạo; hệ thống giấy phép lao động; cung cấp và sử dụng các biện pháp bảo vệ bổ sung; sử dụng thiết bị bảo hộ cá nhân).

[NGUỒN: IEC 60050-903:2013, 903-01-17]

3.10

Rủi ro (risk)

Sự kết hợp giữa xác suất xảy ra tổn hại và mức độ nghiêm trọng của tổn hại đó.

[NGUỒN: IEC 60050-903:2013, 903-01-07]

3.10.1

Rủi ro chấp nhận được (tolerable risk)

Rủi ro được chấp nhận trong một bối cảnh nhất định dựa trên các giá trị hiện tại của xã hội.

[NGUỒN: IEC 60050-903:2013, 903-01-12]

3.11

Phân tích rủi ro và môi nguy (risk and hazard analysis)

3.11.1

Phương thức hỏng (failure mode)

Cách thức mà hỏng hóc xảy ra.

CHÚ THÍCH 1: Một phương thức hỏng có thể được xác định bởi chức năng bị mất hoặc sự chuyển đổi trạng thái khác đã xảy ra.

[NGUỒN: IEC 60050-192:2015, 192-03-17]

3.11.2

Phân tích cây lỗi và phương thức hỏng (failure modes and fault tree analysis)

FMEA

Phương pháp phân tích định tính bao gồm việc nghiên cứu các phương thức hỏng và lỗi có thể xảy ra trong các mục con, và tác động của chúng ở các cấp độ hệ thống và hệ thống con khác nhau.

[NGUỒN: IEC 60050-192:2015, 192-11-05, đã sửa đổi - thuật ngữ "thứ bậc" đã được thay thế bằng "hệ thống và hệ thống con" và chú thích đã được loại bỏ.]

3.11.3

Phân tích phương thức hỏng, tác động và tính nghiêm trọng (failure modes, effects and criticality analysis)

FMECA

Phương pháp phân tích định lượng hoặc định tính bao gồm phân tích phương thức hỏng và tác động cùng với việc xem xét xác suất xảy ra phương thức hỏng và mức độ nghiêm trọng của các tác động.

[NGUỒN: IEC 60050-192:2015, 192-11-06, đã sửa đổi – chú thích đã được loại bỏ.]

3.11.4**Phân tích cây lỗi** (fault tree analysis)**FTA**

Phân tích suy diễn sử dụng cây lỗi.

[NGUỒN: IEC 60050-192:2015, 192-11-08]

3.11.5**Nghiên cứu mối nguy và khả năng vận hành** (hazard and operability studies)**Nghiên cứu HAZOP** (HAZOP studies)

Kỹ thuật có cấu trúc và hệ thống để kiểm tra một hệ thống xác định với mục tiêu xác định các mối nguy tiềm ẩn trong hệ thống và xác định các vấn đề về khả năng vận hành tiềm ẩn với hệ thống và, đặc biệt, xác định nguyên nhân của các nhiễu loạn vận hành và sai lệch sản xuất có khả năng dẫn đến các sản phẩm không phù hợp.

CHÚ THÍCH 1: Các mối nguy liên quan có thể bao gồm cả những mối nguy về cơ bản chỉ liên quan đến khu vực trực tiếp của hệ thống và những mối nguy có phạm vi tác động rộng hơn nhiều, ví dụ một số mối nguy môi trường.

3.11.6**Phân tích rủi ro** (risk analysis)

Việc sử dụng có hệ thống các thông tin sẵn có để xác định các mối nguy và ước tính rủi ro.

[NGUỒN: IEC 60050-903:2013, 903-01-08]

3.11.7**Đánh giá rủi ro** (risk assessment)

Quy trình tổng thể bao gồm phân tích rủi ro và đánh giá rủi ro.

[NGUỒN: IEC 60050-903:2013, 903-01-10]

3.11.8**Xác định rủi ro** (risk evaluation)

Quy trình dựa trên phân tích rủi ro để xác định xem rủi ro chấp nhận được đã đạt được hay chưa.

[NGUỒN: IEC 60050-903:2013, 903-01-09]

3.12**Sử dụng sai mục đích có thể dự đoán một cách hợp lý** (reasonably foreseeable misuse)

Việc sử dụng một sản phẩm, quy trình hoặc dịch vụ theo cách không được nhà cung cấp dự định, nhưng có thể là kết quả của hành vi con người có thể dự đoán một cách dễ dàng.

[NGUỒN: IEC 60050-903:2013, 903-01-14]

3.13

Hệ thống liên quan đến an toàn (safety-related system)

Hệ thống điều khiển được chỉ định thực hiện các chức năng an toàn cần thiết để đạt được hoặc duy trì trạng thái an toàn cho EESS; và nhằm mục đích đạt được, một mình hoặc cùng với các biện pháp giảm thiểu rủi ro khác, việc giảm thiểu rủi ro cần thiết để đáp ứng rủi ro chấp nhận được yêu cầu.

[NGUỒN: IEC 61508-4:2010, 3.4.1, đã sửa đổi - sửa "EUC" thành "EESS", xóa "các hệ thống liên quan đến an toàn E/E/PE khác và", sửa "tính toàn vẹn an toàn cần thiết cho các chức năng an toàn yêu cầu" thành "việc giảm thiểu rủi ro cần thiết để đáp ứng rủi ro chấp nhận được yêu cầu".]

3.14

Tắt máy (shutdown)

Trạng thái chuyển tiếp của một EESS từ trạng thái vận hành (sạc từ lưới hoặc cấp điện cho lưới) sang trạng thái dừng hoặc không tải.

[NGUỒN: IEC 60050-415:1999, 415-01-09, đã sửa đổi - sửa "một tuabin gió giữa sản xuất điện và" thành "một EESS từ trạng thái vận hành (sạc từ lưới hoặc cấp điện cho lưới) sang".]

3.14.1

Tắt máy khẩn cấp (emergency shutdown)

Việc tắt máy nhanh chóng EESS được kích hoạt bởi một hệ thống bảo vệ hoặc bởi sự can thiệp thủ công để tránh hư hỏng thiết bị, hoặc các mối nguy cho nhân sự hoặc cả hai.

[NGUỒN: IEC 60050-415:1999, 415-01-11, đã sửa đổi - sửa "tuabin gió" thành "EESS", và thêm "can thiệp để tránh hư hỏng thiết bị, hoặc các mối nguy cho nhân sự hoặc cả hai".]

3.14.2

Tắt máy bình thường (normal shutdown)

Việc tắt máy EESS trong đó tắt cả các giai đoạn của việc tắt máy đều nằm dưới sự kiểm soát của hệ thống điều khiển.

[NGUỒN: IEC 60050-415:1999, 415-01-10, đã sửa đổi - thêm "của EESS"]

3.15

Người có kỹ năng (skilled person)

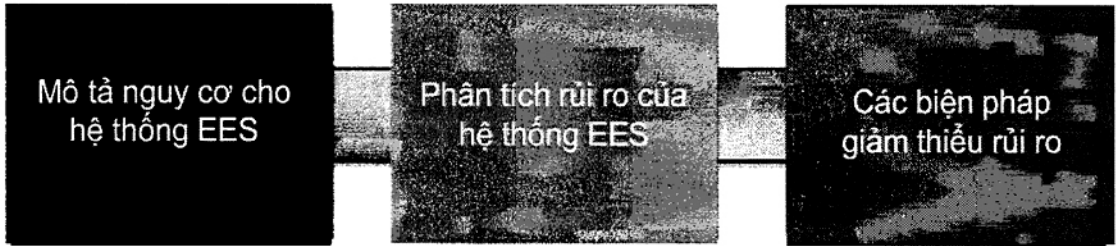
Người có trình độ (qualified person)

Người có trình độ học vấn, đào tạo, kiến thức và kinh nghiệm liên quan để có thể nhận thức được các rủi ro và tránh được nguy hiểm mà điện có thể tạo ra.

[NGUỒN: IEC 60050-651:2014, 651-26-11]

4 Phương pháp tiếp cận cơ bản cho các xem xét về an toàn của hệ thống EES

Phương pháp được áp dụng trong tiêu chuẩn này được trình bày trong Hình 1. Khía cạnh đầu tiên được đề cập trong Điều 5 là việc xác định các mối nguy khác nhau liên quan đến EESS dựa trên loại hệ thống, vị trí, kích thước của nó và cách nó có thể tác động hoặc bị tác động bởi môi trường xung quanh. Khía cạnh thứ hai, được đề cập trong Điều 6 là việc tiến hành đánh giá rủi ro được xác định dựa trên các xem xét được xác định trong Điều 5, theo mục đích sử dụng vận hành. Khía cạnh thứ ba được đề cập trong Điều 7 liên quan đến các biện pháp cần thực hiện để giảm thiểu rủi ro dựa trên đánh giá được tiến hành trong Điều 6.



Hình 1 – Mô tả chung về phương pháp tiếp cận để giải quyết các mối nguy trong hệ thống EES

5 Xem xét môi nguy đối với hệ thống EES

5.1 Mối nguy về điện

Các hệ thống EES chứa các mức điện áp nguy hiểm có thể gây ra mối nguy về điện giật cho người. Các giới hạn điện áp trên 30 V AC RMS/42,4 V AC đỉnh hoặc 60 V DC được coi là điện áp nguy hiểm.

CHÚ THÍCH 1: Trong IEC 62477-1, các mức DVC A là 30 V AC RMS/42,4 V AC đỉnh hoặc 60 V DC trong điều kiện khô. Các điện áp trên các mức này được coi là điện áp nguy hiểm.

Các ranh giới phóng điện hồ quang phải được xác định để thiết lập các mức độ thiết bị bảo hộ cá nhân phù hợp cho công nhân tham gia bảo trì và các hành động khác trên thiết bị mang điện. Ranh giới phóng điện hồ quang phải là khoảng cách mà tại đó năng lượng sự cố bằng 5 J/cm².

CHÚ THÍCH 2: NFPA 70E cung cấp hướng dẫn về an toàn điện cho người lao động bao gồm các mối nguy về điện giật và phóng điện hồ quang liên quan đến công việc trên các bộ phận mang điện. Ranh giới phóng điện hồ quang 5 J/cm² được ghi nhận trong tiêu chuẩn này.

EESS cũng phải được đánh giá về các mối nguy tiềm ẩn do tĩnh điện, có thể dẫn đến các điều kiện nguy hiểm đặc biệt là trong các khu vực có nồng độ khí hoặc bụi dễ cháy hoặc dễ nổ.

Các mối nguy về điện cũng có thể phát sinh từ các quy trình chữa cháy điện không phù hợp. Hướng dẫn ứng phó khẩn cấp cho EESS phải giải quyết các quy trình chữa cháy phù hợp áp dụng cho công nghệ EESS đó.

5.2 Mỗi nguy cơ học

Các bộ phận chuyển động có năng lượng động học tiềm ẩn nguy hiểm phải được bao bọc hoặc ngăn chặn để tránh tiếp xúc với các bộ phận chuyển động trong quá trình vận hành hoặc do lỗi trong hệ thống, chẳng hạn như ổ trục bị mòn, mất chân không, điều kiện quá tốc độ và rôto bị hỏng hoặc bị kẹt.

Các bộ phận chứa áp suất nguy hiểm phải có đủ độ bền để chịu được các áp suất đó một cách an toàn. Các quy định địa phương về thiết kế các bộ phận chứa áp suất nguy hiểm có thể được áp dụng. Phải cung cấp các thiết bị giảm áp để ngăn ngừa tình trạng quá áp.

5.3 Mỗi nguy năng lượng

5.3.1 Mỗi nguy nổ

Các vụ nổ gây nguy hiểm đến tính mạng và sức khỏe của những người tiếp xúc do tác động không kiểm soát được của ngọn lửa và áp suất, sự hình thành các sản phẩm phản ứng độc hại, mảnh vỡ văng ra và sự tiêu thụ oxy trong không khí xung quanh. Cần đánh giá rủi ro để xác định xem có tiềm ẩn mỗi nguy nổ từ EESS trong điều kiện hoạt động bình thường và bất thường hay không.

5.3.2 Mỗi nguy phát sinh từ trường điện, trường từ và trường điện từ

Phải ngăn chặn việc nhân viên làm việc xung quanh EESS tiếp xúc với năng lượng tần số vô tuyến (từ 3 kHz đến 300 GHz) ở cường độ có thể gây hại.

Các rủi ro do các chất phóng xạ gây ra (phóng xạ và nuốt phải) nằm ngoài phạm vi của tiêu chuẩn này.

5.4 Mỗi nguy cháy

Phải xác định xem các vật liệu dễ cháy có tồn tại hoặc có thể tồn tại trong EESS hay không, và với số lượng và sự phân bố như thế nào.

Khi đánh giá mỗi nguy cháy, phải xác định sự tồn tại và số lượng các chất hỗ trợ cháy, ví dụ như các chất tạo oxy, và khả năng xảy ra của chúng.

Các nguồn môi lửa, ví dụ như dây nóng, phóng điện hồ quang, ma sát giữa các bộ phận chuyển động (xem Phụ lục B để biết thêm thông tin về các nguồn môi lửa), tồn tại trong EESS hoặc ở gần EESS hoặc có thể xảy ra trong một số trường hợp nhất định phải được xác định.

5.5 Mỗi nguy về nhiệt

EESS phải được thiết kế để ngăn chặn việc người vô ý tiếp xúc với các bộ phận hoặc chất lỏng nóng hoặc lạnh có thể gây thương tích. Hướng dẫn ứng phó khẩn cấp phải cung cấp hướng dẫn để tránh khả năng tiếp xúc với nhiệt độ quá cao hoặc khói nóng.

5.6 Mối nguy hóa học

EESS có thể chứa các hóa chất gây nguy hiểm nếu có sự tiếp xúc. Phải xác định các mối nguy hóa học liên quan đến EESS.

5.7 Điều kiện làm việc không phù hợp

Tất cả các hệ thống EES phải được bố trí để tạo điều kiện thuận lợi cho việc ra vào khu vực lắp đặt hoặc bao bọc hệ thống nhằm ngăn chặn người bị kẹt. Không gian và điều kiện làm việc phải được điều chỉnh để ngăn ngừa mối nguy chấn thương cơ xương khớp (MSD) (xem Phụ lục B), phụ thuộc vào vị trí và tư thế làm việc, tần suất thực hiện công việc, mức độ nỗ lực yêu cầu và thời gian kéo dài của công việc. Khi đánh giá không gian làm việc cho công việc lắp đặt và bảo trì điện, phải có đủ không gian để làm việc an toàn trên hệ thống mà không có mối nguy về điện cho nhân viên thực hiện lắp đặt hoặc bảo trì. Các quy định địa phương có thể được áp dụng.

CHÚ THÍCH 1: Điều 110 của NFPA 70:2023 có các tiêu chí cụ thể về không gian làm việc điện an toàn phụ thuộc vào điện áp.

Tiếng ồn từ EESS phải nằm trong giới hạn an toàn quy định bằng các biện pháp bảo vệ bao gồm ghi nhãn cảnh báo, và phải thực hiện việc đeo thiết bị bảo vệ thính giác khi cần thiết dựa trên giới hạn của việc lắp đặt. Các quy định địa phương có thể được áp dụng.

CHÚ THÍCH 2: Ví dụ về các giới hạn được áp dụng tại nơi làm việc là: giới hạn mức âm thanh NIOSH cho phơi nhiễm 8 h là 85 dB; giới hạn mức âm thanh của EU cho phơi nhiễm 8 h là 87 dB; giới hạn mức âm thanh OSHA cho phơi nhiễm 8 h là 90 dB.

EESS không được có các cạnh sắc có thể gây thương tích vật lý cho nhân viên.

6 Đánh giá rủi ro EESS

6.1 Cấu trúc EESS

6.1.1 Đặc tính chung

Một đánh giá rủi ro bao gồm các biện pháp giảm thiểu rủi ro phải được tiến hành trên EESS. Các nguyên tắc và phương pháp luận của ISO 12100 có thể được sử dụng để đánh giá rủi ro. IEC/ISO 31010 ghi lại nhiều kỹ thuật khác nhau có thể được sử dụng để đánh giá rủi ro và cung cấp hướng dẫn về khả năng áp dụng của chúng cũng như các tài liệu tham khảo áp dụng cho từng kỹ thuật.

CHÚ THÍCH 1: Tiêu chuẩn này bao gồm các hệ thống lưu trữ năng lượng trọng lực, có thể được coi là một máy móc. Đối với các EESS khác, ISO 12100 cũng có thể được sử dụng làm tiêu chuẩn tham khảo để đánh giá rủi ro.

CHÚ THÍCH 2: Một số phương pháp được đề cập trong IEC/ISO 31010 bao gồm phân tích mối nguy chính, kỹ thuật "nếu...thì sao" có cấu trúc (SWIFT), Phân tích cây lỗi và phương thức hỏng (FMEA), phân tích phương thức

TCVN 14499-5-1:2025

hồng, tác động và tính nghiêm trọng (FMECA), nghiên cứu mối nguy và khả năng vận hành (HAZOP) và phân tích cây lỗi (FTA).

CHÚ THÍCH 3: Trong nhiều trường hợp, ví dụ đối với EESS loại V-L được kết nối với lưới điện LV với công suất và năng lượng hạn chế, một đánh giá rủi ro dựa trên phân tích rủi ro giới hạn ở các điều kiện lỗi đơn lẻ sẽ đủ. Trong các trường hợp khác, ví dụ đối với EESS loại V-H được kết nối với lưới điện HV với công suất và năng lượng cao, để cung cấp một đánh giá toàn diện về các khía cạnh cụ thể và tổng thể của EESS và môi trường xung quanh, nếu một đánh giá rủi ro dựa trên phân tích rủi ro giới hạn ở điều kiện lỗi đơn lẻ là không đủ, có thể thực hiện phân tích lỗi kép.

Để tiến hành đánh giá rủi ro, cần có mô tả về EESS. Các đặc tính chung sau đây phải được lưu ý:

- loại, công suất, năng lượng, tuổi thọ danh định theo lịch hoặc lão hóa chu kỳ (tuổi thọ đảm bảo, số chu kỳ),
- loại ứng dụng,
- vật liệu nguy hiểm chứa bên trong (công thức, trạng thái vật lý, số lượng, phiếu dữ liệu an toàn),
- các chức năng chung, chức năng an toàn và bảo mật, chức năng lập trình,
- chức năng tự kiểm tra, điều khiển từ xa, sự có mặt của nhân viên,
- các thiết bị phụ trợ đi kèm trong hệ thống,
- các biện pháp được thực hiện để đảm bảo an toàn thiết kế và độ tin cậy của hệ thống,
- các biện pháp có sẵn để giảm thiểu rủi ro,
- các thông số vận hành,
- các mối nguy đã biết liên quan đến bất kỳ thành phần nào của EESS,
- hướng dẫn sử dụng và bảo trì.

6.1.2 Đặc tính cụ thể

Bảng 1 liệt kê các đặc tính cụ thể phải được xem xét trong quá trình đánh giá rủi ro.

Bảng 1 – Đặc tính EESS để xem xét đánh giá rủi ro

Loại EESS ^a	Loại kết nối lưới	Ứng dụng	Vị trí	Điện áp tại điểm kết nối
cơ học – thủy điện tích năng (PHS) – khí nén (CAES) – bánh đà (FES) – trọng lực (GES)	– lưới truyền tải – lưới phân phối – lưới thương mại – lưới công nghiệp – lưới dân dụng – lưới cô lập	– giảm tải đỉnh (ứng dụng thời gian dài) – san bằng biểu đồ phụ tải (ứng dụng thời gian dài) – điều chỉnh tần số (ứng dụng thời gian ngắn) – ổn định năng lượng tái tạo (ứng dụng thời gian ngắn) – nguồn dự phòng – ứng dụng kết hợp (ứng dụng đa mục đích)	– khu dân cư bao gồm nhóm hộ gia đình – tòa nhà thương mại và công cộng – công nghiệp – tiện ích – ngoài trời có vỏ bọc hoặc không có vỏ bọc, hoặc cả hai – trong nhà có vỏ bọc hoặc không có vỏ bọc, hoặc cả hai – dưới lòng đất	V-L: ≤1 000 V AC hoặc ≤1 500 V DC V-H: >1 000 V AC hoặc >1 500 V DC
điện hóa – pin thứ cấp – pin dòng chảy – siêu tụ điện (thường kết hợp với pin trong một EES lai)				
nhật – lưu trữ nhiệt ẩn – lưu trữ nhiệt hiện – lưu trữ nhiệt hóa (hấp phụ và hấp thụ)				
hóa học – hydro				

^a Phụ lục A cung cấp một mô tả ngắn gọn về các rủi ro chính của các công nghệ lưu trữ cơ học, điện hóa và hóa học khác nhau. Một số EESS có thể là sự kết hợp của các loại công nghệ khác nhau trong một hệ thống như một loại hệ thống lai.

6.2 Mô tả điều kiện lưu trữ

6.2.1 Các loại lưới điện, ứng dụng và địa điểm

Xem Bảng 1 về các loại lưới điện, ứng dụng và địa điểm EESS sẽ tác động đến việc đánh giá rủi ro.

6.2.2 Các yếu tố dễ bị tổn thương

Để đánh giá mức độ nghiêm trọng của một tai nạn hoặc sự cố tiềm ẩn, điều cần thiết là phải xác định rõ ràng các yếu tố của môi trường có thể bị tác động. Nói chung, các yếu tố sau đây phải được xem xét:

- con người (ví dụ: nhân viên tại chỗ có liên quan, dân cư hoặc những người làm việc xung quanh địa điểm, bao gồm số lượng, thời gian có mặt, khoảng cách từ nhà máy và loại người cũng như những hạn chế của họ);
- các cơ sở và thiết bị không trực tiếp trong phạm vi nghiên cứu;
- thiết bị an toàn thiết yếu;
- các thiết bị phụ thuộc vào EESS;
- tài sản và công trình;

- môi trường tự nhiên (ví dụ: nước ngầm, sông ngòi, đất đai, khí quyển, hướng gió, mức độ địa chấn, mức độ sét và độ cao).

6.2.3 Các điều khoản đặc biệt đối với hệ thống EES ở các vị trí tiếp cận chung

Thiết kế của EESS phải đảm bảo rằng những người không có thẩm quyền (ví dụ công chúng) không thể tiếp cận bất kỳ bộ phận nguy hiểm hoặc bộ điều khiển hệ thống nào.

EESS được kết nối với lưới điện dân dụng hoặc trong các ứng dụng có thể có xe cộ qua lại phải được cung cấp biện pháp bảo vệ để tránh hư hỏng do va chạm vô ý từ xe cộ, chẳng hạn như đặt trong nhà để xe hoặc gần đường bộ. Nếu EESS được đặt trong nhà ở, các tiêu chí quy hoạch và xây dựng địa phương có thể áp dụng cho hệ thống EES.

Việc sử dụng một số công nghệ EES có thể bị hạn chế trong lưới điện dân dụng nếu các mối nguy không thể được giảm thiểu đầy đủ.

6.2.4 Nguồn gây hại từ bên ngoài

Một số nguồn gây hại phải được xác định:

- nguồn tại chỗ: các cơ sở và thiết bị nguy hiểm khác, xe cộ và các vật thể di chuyển khác, công việc, tổn thất tiện ích, hành vi phá hoại;
- nguồn tự nhiên: điều kiện thời tiết khắc nghiệt (sương giá, gió, tuyết, sương mù, v.v.), lở đất và động đất, sét, lũ lụt với nước ngọt hoặc nước mặn, và thiệt hại do động vật gây hại.

6.2.5 Hoạt động không có người giám sát

Một EESS được thiết kế để hoạt động không có người giám sát có thể tiếp xúc với nhiều tác nhân gây hại từ bên ngoài và sự cố bên trong trong quá trình sử dụng. Trong các điều kiện vận hành như vậy, có khả năng các dấu hiệu cảnh báo tiềm ẩn về tình trạng lỗi như rung động, âm thanh hoặc mùi bất thường phát ra từ EESS, không thể được phát hiện tại chỗ do thiếu nhân viên vận hành hoặc người dân ở gần. Một hệ thống giám sát từ xa có thể gửi tín hiệu lỗi đến trạm điều khiển của người vận hành. Người vận hành thực hiện các hành động cần thiết từ xa, và các tín hiệu vận hành được gửi đến hệ thống. Cả hai rủi ro liên quan đến tín hiệu sai lệch qua lại và rủi ro liên quan đến lỗi của con người đều phải được xem xét.

6.2.6 Cô lập không chủ đích

Cô lập không chủ đích là một tình trạng không mong muốn của một phần hệ thống điện, đối với tình trạng này, các quy tắc kết nối lưới thường quy định các biện pháp bảo vệ. Xem Phụ lục B để biết thêm thông tin về cô lập không chủ đích.

Trừ khi được thiết kế cho việc cô lập có chủ đích, các biện pháp phải được thực hiện để ngăn chặn hoạt động cô lập bằng cách phát hiện trực tiếp hoặc gián tiếp bằng role bảo vệ hoặc các phương pháp khác và nhanh chóng ngắt kết nối EESS khỏi mạng lưới phân phối.

6.3 Phân tích rủi ro

6.3.1 Quy định chung

Trong quá trình đánh giá rủi ro, tác động của các mối nguy phải được xem xét cho tất cả các giai đoạn của vòng đời (thiết kế và lập kế hoạch, vận chuyển, lắp đặt, vận hành thử, vận hành, bảo trì và sửa chữa, và kết thúc tuổi thọ sử dụng và ngừng hoạt động). Hơn nữa, tổng năng lượng được lưu trữ trong EESS và dân số có khả năng bị phơi nhiễm trong khu vực phải được xem xét.

6.3.2 Thành phần

Tất cả các thành phần của EESS như hệ thống chuyển đổi năng lượng, máy phát điện, tua bin thủy lực và máy bơm, thiết bị lưu trữ năng lượng (pin, bánh đà, v.v.), máy biến áp, bộ điều khiển hệ thống, cầu dao, cầu chì, dây dẫn, bộ lọc, bể chứa, đường ống, quạt gió, nguồn điện điều khiển, v.v., phải được thiết kế, sản xuất và thử nghiệm dựa trên các tiêu chuẩn liên quan về tuân thủ an toàn và được sử dụng trong phạm vi thông số kỹ thuật của chúng. Xem Phụ lục D để biết danh sách các tiêu chuẩn an toàn thành phần EESS tiềm năng. Các kết nối giữa các thành phần, chẳng hạn như kết nối mạch chính, dây tín hiệu điều khiển, dây tín hiệu truyền thông, đường ống, đường dây điện điều khiển, các bộ phận gắn vào tòa nhà, rãnh cáp, v.v., phải phù hợp để sử dụng trong EESS và được cố định chắc chắn để tránh bị lỏng hoặc ngắt kết nối và các mối nguy tiềm ẩn do lỏng hoặc ngắt kết nối trong suốt vòng đời của EESS.

Không được mặc nhiên coi sự kết hợp của các thành phần EESS là an toàn khi được lắp đặt trong hệ thống, và do đó, cần phải đánh giá rủi ro do việc tích hợp các thành phần khác nhau. Đặc biệt, rủi ro không tương thích của một số thành phần do việc tích hợp phải được đánh giá bằng các phương pháp đánh giá rủi ro phù hợp.

Việc lai ghép EES kết hợp một số hệ thống lưu trữ năng lượng phải được xem xét đặc biệt về vận hành an toàn của chúng. Tất cả các hệ thống lưu trữ năng lượng phải được phân tích trong mọi điều kiện vận hành (ví dụ: trạng thái 'chờ' của một hệ thống con của EES như vậy không được loại trừ bất kỳ xem xét nào về trạng thái an toàn và giám sát tập trung vào an toàn của hệ thống chờ này.)

6.3.3 Xem xét rủi ro

6.3.3.1 Quy định chung

Việc đánh giá rủi ro của EESS phải bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các xem xét rủi ro trong 6.3.3.2 đến 6.3.3.9. Các điều nhằm giảm thiểu những rủi ro này được đưa ra trong Điều 7.

Hồng hóc nghiêm trọng của một số hệ thống EES có thể dẫn đến cháy, nổ hoặc giải phóng hóa chất nguy hiểm. Ngoài ra, các mảnh vỡ có thể bị bắn ra trong một vụ nổ. Những mối nguy như vậy có thể gây thương tích nghiêm trọng hoặc tử vong. Việc xem xét những rủi ro nguy hiểm nghiêm trọng này là cần thiết cho việc thiết kế EESS phù hợp. Đánh giá rủi ro EESS phải xem xét những mối nguy này.

6.3.3.2 Chính sách an toàn không đủ

Các chính sách an toàn phải được áp dụng để giảm thiểu các mối nguy do lỗi con người có thể lường trước, thiết kế hoặc lắp đặt không đúng cách, kiểm tra hoặc bảo trì không đầy đủ, và đào tạo và biển báo không đầy đủ. Đánh giá rủi ro EESS phải xem xét những mối nguy này.

6.3.3.3 Cảnh báo, cơ chế bảo vệ và quy trình ứng phó sự cố không hiệu quả

Cảnh báo, cơ chế bảo vệ và quy trình chữa cháy không hiệu quả, kế hoạch sơ tán, lộ trình và quy trình không hiệu quả có thể làm tăng các mối nguy và rủi ro cháy, nổ và hóa chất. Đánh giá rủi ro EESS phải xem xét những mối nguy này.

6.3.3.4 Kiểm soát tiếp cận không hiệu quả

Kiểm soát tiếp cận không hiệu quả hoặc thiếu kiểm soát tiếp cận hoặc các quy định tiếp cận không an toàn (ví dụ: thiếu không gian cho các hoạt động bảo trì), thiết kế không đầy đủ, kích thước lối thoát hiểm hoặc các thiếu sót khác của việc bảo vệ có thể gây ra các nguyên nhân đặc biệt của mối nguy. Đánh giá rủi ro EESS phải xem xét những mối nguy này.

6.3.3.5 Phối hợp bảo vệ không hiệu quả

Phối hợp bảo vệ không hiệu quả có thể gây ra cháy hoặc mối nguy về điện. Ví dụ, khi thiết bị bảo vệ không thể ngắt dòng điện cao trong trường hợp ngắn mạch ngẫu nhiên, một số bộ phận của hệ thống có thể bị quá nhiệt và có thể gây cháy. Đánh giá rủi ro EESS phải xem xét những mối nguy này.

6.3.3.6 Phát hiện sự cố không hiệu quả

Việc không có hoặc hoạt động không hiệu quả của việc phát hiện sự cố có thể làm phát sinh các mối nguy về điện, cơ khí, nổ, cháy, v.v. Ví dụ, khi một lỗi điện gây ra rò rỉ hoặc dòng điện sự cố chạm đất và không được phát hiện, có thể xảy ra mối nguy về điện giật. Khi sự cố không được phát hiện, EESS có thể hoạt động vượt quá giới hạn an toàn. Có thể xảy ra nổ hoặc cháy. Đánh giá rủi ro EESS phải xem xét những mối nguy này, ở cấp độ hệ thống chính của chúng và hoạt động tổng thể.

6.3.3.7 Sự cố điều khiển hệ thống

Sự cố điều khiển hệ thống và hoạt động vượt quá giới hạn an toàn của EESS có thể gây ra các mối nguy về điện, cơ khí, nổ, cháy, v.v. Sự cố điều khiển hệ thống và hoạt động vượt quá giới hạn an toàn của EESS có thể do mất liên lạc bên ngoài, mất liên lạc giữa các thiết bị, ngắn mạch hoặc hở mạch đường dây tín hiệu điều khiển, lỗi tín hiệu điều khiển, sự cố thiết bị, mất nguồn điều khiển, v.v. Khi một lượng lớn năng lượng, vật liệu hoặc hóa chất được lưu trữ trong EESS bị giải phóng, có thể xảy ra nổ, cháy, phân tán hóa chất, ngập lụt hoặc các thiệt hại nghiêm trọng khác. Đánh giá rủi ro EESS phải xem xét những mối nguy này.

6.3.3.8 Sự cố hệ thống phụ trợ

Sự cố hệ thống phụ trợ có thể gây ra các mối nguy khác nhau như mối nguy về nhiệt độ, mối nguy hóa học, mối nguy nổ và mối nguy cháy. Ví dụ, sự cố điều hòa không khí có thể khiến nhiệt độ hoạt động của một số bộ phận vượt quá giới hạn. Sự cố thông gió có thể gây ngộ độc hóa chất hoặc tạo nồng độ dễ cháy. Đánh giá rủi ro EESS phải xem xét những mối nguy này.

6.3.3.9 Môi trường làm việc, điều kiện và thiết bị không phù hợp

Môi trường làm việc, điều kiện và thiết bị không phù hợp có thể gây ra nhiều mối nguy. EESS phải được thiết kế và chế tạo để đảm bảo phù hợp với môi trường mà nó sẽ được sử dụng. Các yếu tố như độ ẩm, nhiệt độ, độ cao và ngập lụt cùng nhiều yếu tố khác phải được giải quyết trong các tiêu chí thiết kế. Đánh giá rủi ro EESS phải xem xét những mối nguy này.

6.3.4 Phân tích rủi ro cấp hệ thống

6.3.4.1 Quy định chung

Một hành động quan trọng để giữ an toàn cho EESS là sử dụng các kỹ thuật phân tích độ tin cậy của hệ thống như các quy trình được nêu trong IEC/ISO 31010.

Kết quả phân tích rủi ro phải được lập thành tài liệu và nghiên cứu phải được lưu giữ sẵn cho các tổ chức chịu trách nhiệm vận hành, giám sát và trông coi EESS. Phân tích rủi ro phải xác định các thành phần và bộ phận của hệ thống cung cấp chức năng an toàn. Trường hợp phụ thuộc vào các bộ điều khiển điện, điện tử và phần mềm cho các chức năng an toàn quan trọng, các bộ điều khiển này phải được phân tích về an toàn chức năng. Một trong các tiêu chuẩn sau đây, tùy theo áp dụng cho hệ thống, phải được sử dụng cho phân tích này:

- Bộ IEC 61508,
- Bộ IEC 61511,
- Bộ ISO 13849,
- IEC 60730-1: 2020, Phụ lục H,
- IEC 62061, hoặc
- Một tiêu chuẩn an toàn chức năng phù hợp khác cho ứng dụng phải được sử dụng.

6.3.4.2 An ninh mạng

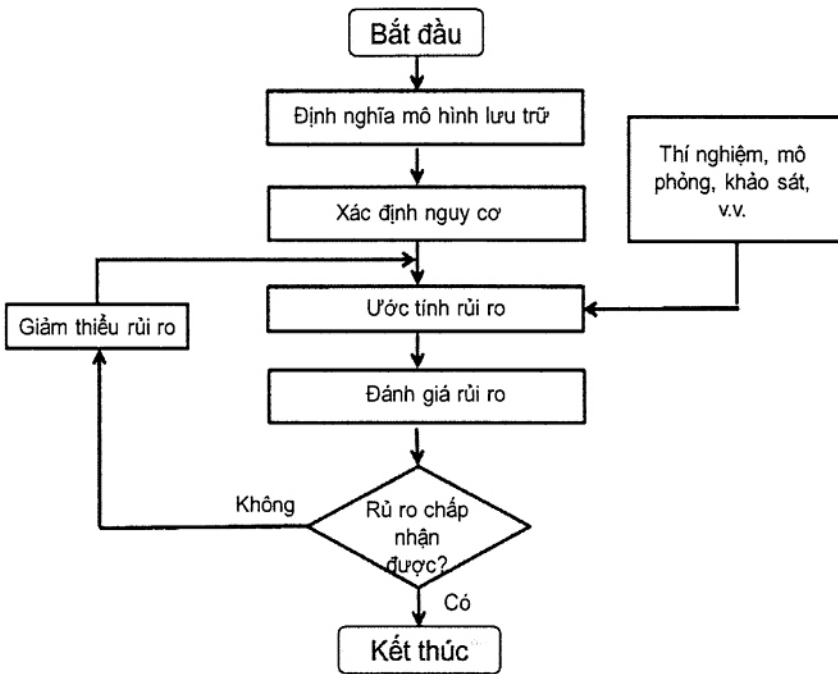
Trong khuôn khổ phân tích rủi ro, an ninh mạng phải là một điểm trọng tâm, bao gồm cả các rủi ro liên quan đến các đường truyền thông.

7 Yêu cầu cần thiết để giảm rủi ro

7.1 Biện pháp chung để giảm rủi ro

Kết quả của phân tích rủi ro cấp hệ thống, các biện pháp phòng ngừa và bảo vệ cần thiết phải được thực hiện để ngăn chặn tai nạn và hạn chế hậu quả của chúng. Đối với bất kỳ kịch bản nào được xác định là có rủi ro không thể chấp nhận dựa trên xác suất hoặc mức độ nghiêm trọng, hoặc cả hai, cần phải đề xuất và áp dụng các biện pháp giảm rủi ro. Quy trình này phải tuân theo sơ đồ ở Hình 2 và các phương pháp được mô tả trong Điều 6.

Nhà chế tạo phải xác định các phương pháp luận rủi ro cụ thể cho loại phân tích được sử dụng và cách chúng đáp ứng các tiêu chí. Những người tham gia vào việc tiến hành phân tích rủi ro phải có đủ năng lực cần thiết để tiến hành phân tích.



Hình 2 – Chuỗi kiểm tra lặp lại trong các quy trình đánh giá rủi ro chung

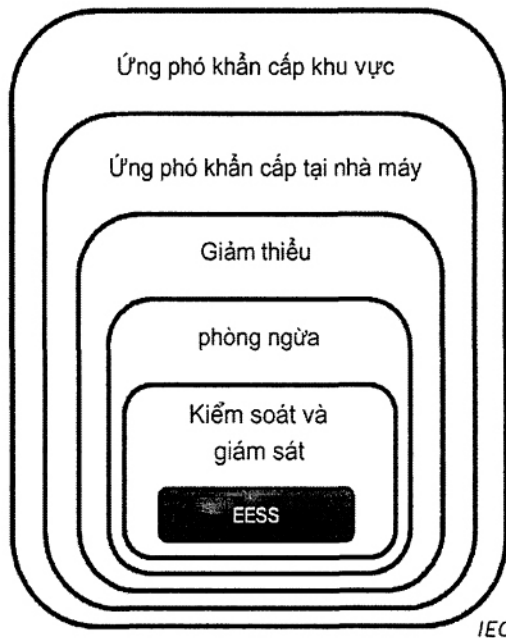
Các kịch bản được xem xét trong phân tích rủi ro phải bao gồm các tác động thảm khốc từ bên ngoài lên hệ thống do cả thiên tai nghiêm trọng và tác động tiêu cực từ xã hội hoặc con người. Thiên tai bao gồm tất cả các loại thiên tai, một số trong đó mang tính thời vụ và một số khác đến mà ít có cảnh báo trước như động đất, lũ lụt và sóng thần. Tác động tiêu cực từ xã hội hoặc con người bao gồm lỗi của con người, hành vi phá hoại của (các) cá nhân, bất ổn xã hội, khủng bố và tấn công mạng.

Các biện pháp phòng ngừa được sử dụng phụ thuộc vào vị trí của hệ thống, nhưng các biện pháp phải được xác định ngay cả đối với các sự kiện bên ngoài hiếm gặp có thể có tác động đáng kể đến EESS. Các biện pháp phòng ngừa được xác định ở đây là các biện pháp để tránh tác động, giảm thiểu thiệt hại hệ thống và giảm thiểu thiệt hại thảm khốc cho hệ thống.

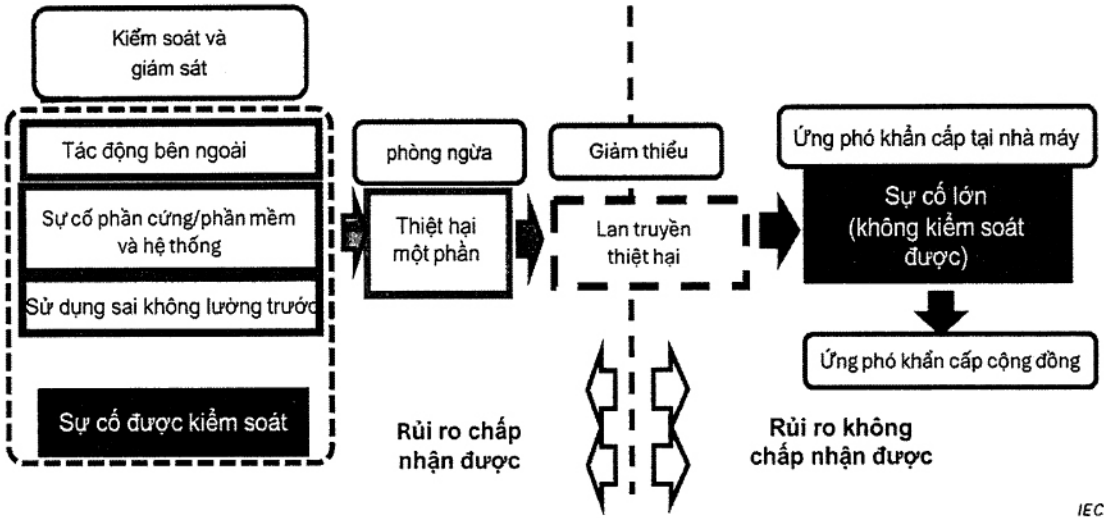
Mặc dù đã có các biện pháp phòng ngừa, thiệt hại một phần vẫn có thể xảy ra, và các biện pháp để ngăn chặn sự lan truyền của thiệt hại phải được thực hiện ngay lập tức. Các phương tiện chữa cháy đã được chứng minh, các phương tiện giảm thiểu lan truyền nội bộ, bình chữa cháy khẩn cấp và tắt máy khẩn cấp cũng là một phần của việc phòng ngừa này. Việc triệu tập thêm những người ứng phó sự cố khẩn cấp được bao gồm tùy thuộc vào mức độ thiệt hại.

Hình 3 chỉ ra các biện pháp giảm rủi ro chung cho một EESS. Khi một sự cố nguy hiểm xảy ra, các biện pháp để kiểm soát sự lan truyền của thiệt hại phải được xem xét trong các lớp phòng ngừa và giảm thiểu. Ngoài ra, các quy trình ứng phó khẩn cấp của nhà máy và các quy trình ứng phó khẩn cấp của khu vực phải được lập kế hoạch và chuẩn bị trước để giảm thiểu mức độ nguy hiểm.

Hình 4 chỉ ra sự lan truyền thiệt hại từ một sự cố đến các mối nguy, và các biện pháp theo lớp để giảm thiểu thiệt hại. Một sự cố nhỏ như tác động bên ngoài, sự cố phần cứng hoặc phần mềm và hệ thống, và việc sử dụng sai mục đích có thể dự đoán một cách hợp lý, có thể gây ra thiệt hại một phần cho hệ thống. Nếu thiệt hại một phần lan rộng ra một khu vực rộng hơn của hệ thống, một tai nạn nghiêm trọng hơn có thể xảy ra. Sự cần thiết của các biện pháp theo lớp để kiểm soát sự lan truyền thiệt hại phải được xem xét ngoài việc kiểm soát và giám sát thông thường.



Hình 3 – Các biện pháp giảm rủi ro chung để giảm thiểu mối nguy



Hình 4 – Sự lan truyền thiệt hại từ một sự cố được kiểm soát đến một sự cố lớn, và các biện pháp theo lớp để giảm thiểu thiệt hại

7.2 Biện pháp phòng ngừa chống lại thiệt hại cho dân cư lân cận

Phải chú ý đến các hiện tượng tai nạn gây ra một sự cố nghiêm trọng có khả năng tác động đến dân cư và môi trường lân cận. Các sự kiện đáng tin cậy chi tiết phải được xác định, ghi lại tài liệu và các phương pháp giảm thiểu phải được cung cấp trong kế hoạch ứng phó khẩn cấp. Ví dụ về sự cố nghiêm trọng có thể là phát thải các chất nguy hiểm (ví dụ: hóa chất, khí, nhiệt), cháy, nổ, lũ lụt, v.v., ở quy mô vượt quá khả năng hoạt động bình thường của nhân viên an toàn cơ sở.

Người vận hành, người lắp đặt, kỹ thuật viên bảo trì và những người khác chịu trách nhiệm về EESS phải có một kế hoạch phù hợp dựa trên phân tích rủi ro của Điều 6 để thực hiện tất cả các biện pháp cần thiết nhằm ngăn chặn các sự cố nghiêm trọng, giảm thiểu hậu quả của chúng và thực hiện các biện pháp khắc phục. Kế hoạch phải bao gồm thông tin về các mối nguy và phương pháp giảm thiểu áp dụng cho công nghệ EESS để cung cấp thông tin cho kế hoạch ứng phó khẩn cấp tại địa điểm lắp đặt. Mọi quy định hoặc tiêu chí mã địa phương có thể được xem xét khi xây dựng kế hoạch.

Khi đánh giá rủi ro liên quan đến cháy, nổ, lũ lụt hoặc phát thải chất độc hại cho thấy khả năng xảy ra không thể chấp nhận được, EESS phải có một hệ thống liên quan đến an toàn (SRS) theo IEC 61508 (tất cả các phần) hoặc các phương pháp tiếp cận tiêu chuẩn an toàn chức năng khác theo 6.3.4.1, để giảm rủi ro nguy hiểm xuống các mức có thể chấp nhận được.

7.3 Đánh giá thiết kế liên quan đến an toàn

7.3.1 Quy định chung

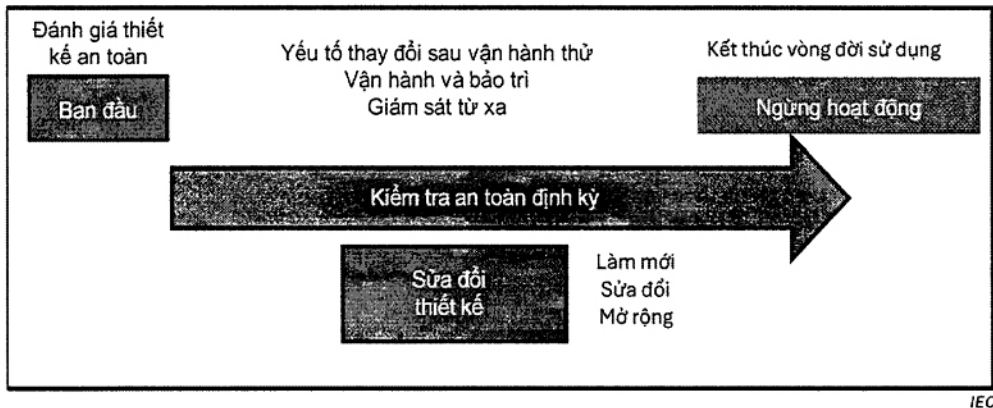
Các hệ thống EES dự kiến sẽ hoạt động trong một tuổi thọ nhất định với điều kiện chúng được bảo trì đúng cách. Trong suốt tuổi thọ này, hoạt động của EESS có khả năng bị tác động bởi nhiều yếu tố, chẳng hạn như nhưng không giới hạn ở:

- thay đổi công nghệ thành phần;
- các yếu tố môi trường địa phương;
- điều kiện thị trường;
- các quy định mới.

Tác động của các yếu tố này đối với EESS không được làm tổn hại đến hoạt động an toàn của nó. Để đạt được điều này, một đánh giá thiết kế liên quan đến an toàn phải được thực hiện khi có thay đổi. Cũng có thể cần phải xem xét lại thiết kế của EESS và do đó phân tích và đánh giá rủi ro của EESS nếu có thông tin khác, chẳng hạn như:

- kinh nghiệm vận hành;
- hỏng hóc thành phần;
- lỗi phần mềm;
- các vấn đề thiết kế cố hữu.

Hình 5 cho thấy quy trình này trong suốt vòng đời của EESS.



Hình 5 – Đánh giá thiết kế an toàn ban đầu và sửa đổi thiết kế

7.3.2 Đánh giá thiết kế an toàn ban đầu

Đánh giá thiết kế an toàn được thực hiện đầu tiên ngay từ khi bắt đầu thiết kế toàn bộ hệ thống. Đánh giá thiết kế an toàn ban đầu dựa trên đánh giá rủi ro và được kết luận khi hệ thống được xác định là đáp ứng các mức độ an toàn phù hợp. Đánh giá thiết kế an toàn phải được lặp lại định kỳ trong suốt vòng đời của EESS theo xác định của đánh giá rủi ro và các yếu tố khác như các ví dụ được ghi nhận trong 7.3.1.

7.3.3 Các sửa đổi thiết kế tiếp theo

7.3.3.1 Quy định chung

Nếu hệ thống trải qua nhiều thay đổi, thì khi cần thiết, một đánh giá thiết kế an toàn phải được tiến hành lại. Trong quá trình thiết kế lại an toàn, phân tích rủi ro (ví dụ: FMEA) phải được tiến hành lại.

7.3.3.2 Sửa đổi thiết kế cho các thay đổi nhỏ và lớn của hệ thống

Khi hệ thống trải qua các thay đổi nhỏ, một phân tích rủi ro với FMEA hạn chế có thể thực tế hơn. Khi một thay đổi lớn xảy ra, ví dụ như mở rộng tổng công suất lưu trữ (ví dụ: BESS) hoặc những thay đổi lớn trong môi trường xung quanh, không chỉ toàn bộ hệ thống mà cả khu vực ranh giới giữa hệ thống và môi trường xung quanh cũng phải được tính đến khi tiến hành phân tích rủi ro.

7.4 Biện pháp phòng ngừa chống lại thiệt hại cho công nhân và những người có mối nguy khác

7.4.1 Bảo vệ khỏi các mối nguy về điện

7.4.1.1 An toàn điện chung

Tùy thuộc vào thiết kế hệ thống, nhà chế tạo phải xác định các tiêu chuẩn điện áp dụng cho hệ thống của họ. Các tiêu chuẩn để giải quyết thiết kế an toàn điện là:

- Hệ thống EES là V-L theo Bảng 1: phương pháp tiếp cận an toàn điện phải theo các phần liên quan của bộ IEC 60364 hoặc IEC 60204-1; hoặc
- Hệ thống EES là V-H theo Bảng 1: phương pháp tiếp cận an toàn điện phải theo IEC 61936-1 hoặc IEC/TS 61936-2 hoặc IEC 60204-11.

7.4.1.2 Khả năng tiếp cận các bộ phận mang điện nguy hiểm

Tất cả các nguồn năng lượng điện trong EESS phải được kiểm soát theo cách giảm thiểu sự phơi nhiễm của con người với các mối nguy về điện và ngăn chặn sự xâm nhập của động thực vật vào EESS. Các bộ phận mang điện của hệ thống EES có các mạch điện áp nguy hiểm phải được bảo vệ chống tiếp xúc ngẫu nhiên bằng vỏ bọc hoặc các phương tiện khác như hàng rào hoặc bảo vệ, để ngăn chặn sự tiếp cận vô ý đến các bộ phận mang điện theo IPXXB hoặc IP2X của IEC 60529.

Các khóa liên động, khi được sử dụng để bảo vệ chống lại các mạch điện áp nguy hiểm, phải tuân thủ các yêu cầu đối với khóa liên động được nêu trong IEC 60204-1 và các công tắc được sử dụng cho mục đích đó phải tuân thủ IEC 60947-5-1.

EES và các thiết bị điện liên quan có khả năng yêu cầu kiểm tra, điều chỉnh, bảo dưỡng hoặc bảo trì trong khi đang mang điện phải được thiết kế để giảm thiểu mối nguy về điện giật hoặc bỏng điện. Trong các trường hợp không thực tế để ngăn chặn việc tiếp cận các bộ phận mang điện nguy hiểm, phải dán các thông báo cảnh báo để cảnh báo những người có trình độ về các mối nguy. Việc tuân thủ được kiểm tra bằng thử nghiệm của 8.2.2.

7.4.1.3 Bảo vệ khỏi tiếp xúc với độ ẩm và ô nhiễm

Các thành phần và mạch điện tác động đến an toàn (tức là trên các mức điện áp SELV/PELV và các mạch khác tác động đến an toàn) phải được bảo vệ khỏi sự xâm nhập và tiếp xúc với độ ẩm và ô nhiễm do tạp chất. Khi dây dẫn và các thành phần điện tiếp xúc với độ ẩm quá mức, chúng có thể bị hỏng do nấm mốc hoặc ăn mòn, và khoảng cách rò và khoảng cách không khí điện có thể bị giảm xuống mức không an toàn. Hư hỏng này có thể dẫn đến hỏng cách điện hoặc đầu nổi và có thể tạo ra các mối nguy về điện bổ sung. Vỏ bọc của thiết bị điện và thiết bị điện không được bao bọc phải phù hợp với phơi nhiễm dự kiến theo IEC 60529 hoặc các phương pháp đánh giá tương tự. Việc tuân thủ được kiểm tra bằng thử nghiệm của 8.2.3.

7.4.1.4 Cách điện và bảo vệ chống điện giật

Cách điện phải phù hợp với các điện áp trong mạch và phải có hai cấp độ bảo vệ giữa các mạch điện áp nguy hiểm và các bộ phận có thể tiếp cận (ví dụ: cách điện kép hoặc cách điện tăng cường theo IEC 60364-4-41). Đối với các hệ thống được ký hiệu là V-L trong Bảng 1, khoảng cách rò và khoảng cách không khí phải theo IEC 60664-1. Phương pháp bảo vệ được nêu trong IEC 60364-4-41 phải được sử dụng cho các hệ thống được ký hiệu là V-L trong Bảng 1.

Ngoại lệ: IEC 60204-1 có thể được sử dụng như một lựa chọn cho các yêu cầu về cách điện và bảo vệ chống điện giật cho EESS V-L. Đối với các hệ thống được ký hiệu là V-H trong Bảng 1, khoảng cách rò và khoảng cách không khí và các cơ chế bảo vệ điện được nêu trong IEC 61936-1 hoặc IEC/TS 61936-2 phải được sử dụng tùy theo trường hợp áp dụng. Ngoại lệ: IEC 60204-11 có thể được sử dụng như một lựa chọn cho các yêu cầu về cách điện và bảo vệ chống điện giật cho EESS V-H. Các biện pháp phòng ngừa đối với các mối nguy về điện phải xem xét những điều sau:

- phát hiện lỗi chạm đất (ví dụ: IEC 62689-2);
- phát hiện quá áp (ví dụ: IEC 60730-1, IEC 61439-1);
- bảo vệ quá áp (ví dụ: IEC 60730-1);
- phát hiện quá dòng (ví dụ: IEC 60730-1);
- phát hiện hoặc bảo vệ quá nhiệt hoặc dưới nhiệt (ví dụ: IEC 60730-2-9);
- bảo vệ chống sét (ví dụ: IEC 62305-2);
- tần tĩnh điện (ví dụ: IEC/TR 61340-1); và
- bảo vệ quá dòng (ví dụ: IEC 60364-4-43).

Để đánh giá một EESS có cách điện và bảo vệ chống điện giật phù hợp, các thử nghiệm sau đây phải được tiến hành: chịu đựng điện áp điện môi, xung điện, điện trở cách điện và kiểm tra hệ thống nối đất và liên kết.

Việc tuân thủ phải được xác định thông qua việc xem xét cấu trúc và các thử nghiệm của 8.2.4.

7.4.1.5 Bảo vệ chống lại hoạt động ngoài phạm vi bình thường

Một EESS phải được bảo vệ khỏi hoạt động ngoài phạm vi vận hành bình thường của nó, bao gồm điện áp làm việc, dòng điện và nhiệt độ của mỗi hệ thống con và toàn bộ hệ thống. Hoạt động ngoài phạm vi vận hành bình thường có thể dẫn đến điện giật, hỏa hoạn hoặc các mối nguy khác. Các biện pháp phòng ngừa phải xem xét những điều sau đây áp dụng cho EESS:

- phát hiện và bảo vệ quá áp hoặc dưới áp (ví dụ: IEC 61439-1);
- phát hiện quá dòng hoặc dưới dòng (IEC 60730-1);
- bảo vệ quá dòng (ví dụ: IEC 60364-4-43);
- phát hiện hoặc bảo vệ quá nhiệt hoặc dưới nhiệt (ví dụ: IEC 60730-2-9).

Thiết kế bảo vệ quá dòng, bao gồm vị trí, công suất và phối hợp bảo vệ, phải được xác định bằng tính toán xem xét mức dòng sự cố tiềm ẩn, khả năng mang dòng của dây dẫn trong mạch đang xem xét, dòng hoạt động của thiết bị bảo vệ và thời gian hoạt động, và vị trí của thiết bị bảo vệ trong mạch. (Các tính toán để xác nhận khả năng của mạch chịu đựng an toàn một tình trạng dòng sự cố phải được ghi lại và duy trì. Với mục đích này, IEC 60364-4-43 phải được sử dụng để xác định một thiết kế bảo vệ quá dòng phù hợp.

Việc tuân thủ phải được xác định thông qua việc xem xét cấu trúc EESS và tài liệu phân tích được sử dụng để xác định loại, định mức và vị trí của các thiết bị bảo vệ và thử nghiệm theo 8.2.5 để đánh giá sự phù hợp của tất cả các biện pháp bảo vệ.

7.4.1.6 Các thành phần điện tác động đến an toàn

Các thành phần điện tác động đến an toàn của EESS như được xác định trong phân tích rủi ro của Điều 6, phải tuân thủ tiêu chuẩn an toàn hiện hành đối với thành phần đó nếu có tiêu chuẩn, và phải phù hợp với ứng dụng và được sử dụng trong phạm vi định mức của nó. Trường hợp không có tiêu chuẩn thành phần, thành phần đó phải được đánh giá theo các yêu cầu của tiêu chuẩn này. Xem Phụ lục D để được hướng dẫn về các tiêu chuẩn an toàn thành phần tiềm năng.

7.4.1.7 Cô lập không chủ đích

EESS hoạt động song song với hệ thống hoặc lưới điện tiện ích có thể gây ra mối nguy cô lập không chủ đích. Việc bảo vệ và thử nghiệm cô lập không chủ đích được yêu cầu bởi hầu hết các quy định lưới điện quốc tế và hệ thống EESS phải tuân thủ các quy định lưới điện cho vị trí lắp đặt. Hai quy trình thử nghiệm cô lập không chủ đích thường được sử dụng được đưa ra trong 8.2.6. Việc cô lập không chủ đích có thể dẫn đến hỏng hóc hệ thống với các hậu quả tương ứng ngay cả trong trường hợp hệ thống được thiết kế để cô lập. Khi các hoạt động bảo trì được lên kế hoạch, việc phân tích cách ly điện của các bộ phận liên quan của lưới điện phải được thực hiện và ghi lại tài liệu trước bất kỳ hoạt động can thiệp nào. Việc tuân thủ được kiểm tra bằng thử nghiệm của 8.2.6.

7.4.2 Bảo vệ khỏi các mối nguy cơ học

Biện pháp bảo vệ cơ bản chống lại chấn thương do cơ học là một chức năng của EESS cụ thể. Các biện pháp bảo vệ cơ bản có thể bao gồm:

- yêu cầu về cấu trúc vỏ bọc (các cạnh và góc được bo tròn; vỏ bọc để ngăn chặn việc tiếp cận một bộ phận chuyển động);
- khóa liên động an toàn để kiểm soát việc tiếp cận một bộ phận chuyển động có mối nguy gây thương tích;
- phương tiện để dừng chuyển động của một bộ phận chuyển động;
- phương tiện để ổn định thiết bị;
- tay cầm chắc chắn;
- phương tiện lắp đặt chắc chắn;
- phương tiện để chứa các bộ phận bị văng ra trong quá trình nổ hoặc hỏng hóc cơ học.

Khi dựa vào các bộ phận che chắn và thiết bị bảo vệ để bảo vệ chống lại các mối nguy từ bộ phận chuyển động, các quy trình được nêu trong ISO 12100:2010, 6.3.2 và 6.3.3, phải được sử dụng để xác định sự phù hợp của biện pháp bảo vệ. ISO 12100 cung cấp hướng dẫn về các loại thiết bị bảo vệ cần được thực hiện (ví dụ: bộ phận che chắn, rèm chắn sáng, cảm biến, v.v.). Việc lựa chọn cũng như số lượng và vị trí của (các) biện pháp bảo vệ được thực hiện để bảo vệ chống lại các mối nguy từ bộ phận chuyển động phải được xác định như một phần của phân tích rủi ro của EESS. Các khóa liên động để ngăn chặn việc tiếp cận các bộ phận nguy hiểm phải tuân thủ các yêu cầu của ISO 12100 đối với các bộ phận chuyển động nguy hiểm và hoạt động theo đánh giá rủi ro. Các công tắc được sử dụng làm khóa liên động cho các bộ phận che chắn cơ học phải tuân thủ IEC 60947-5-1.

Nếu dựa vào vỏ bọc EESS để ngăn chặn việc tiếp cận các bộ phận nguy hiểm, khả năng tiếp cận các bộ phận chuyển động phải được kiểm tra bằng công cụ tiếp cận thích hợp theo xếp hạng IP của vỏ bọc.

Việc đánh giá các cơ chế bảo vệ chống lại việc tiếp cận các bộ phận nguy hiểm phải bao gồm việc xem xét cấu trúc và các thử nghiệm theo 8.3.

Tay cầm hoặc phương tiện lắp đặt phải có đủ độ bền để chịu được trọng lượng mà chúng hỗ trợ hoặc mang. Độ bền của tay cầm hoặc phương tiện lắp đặt phải được thử nghiệm theo 8.3.4.

7.4.3 Bảo vệ khỏi các mối nguy áp suất cao

Hệ thống áp suất phải được thiết kế để chịu được mức áp suất chứa đựng và tuân thủ các quy định hiện hành. Bình chịu áp lực và đường ống phải được thiết kế cho áp suất và chất lỏng mà chúng chứa. Hệ thống áp suất phải được cung cấp các thiết bị giảm áp ngăn ngừa tình trạng quá áp nguy hiểm.

Đường ống chứa chất lỏng áp suất cao phải tuân thủ ISO 15649 hoặc ASME B31.3 hoặc ASME B31.1.

CHÚ THÍCH: Các chất lỏng có áp suất dưới 105 kPa (15 psi) nằm ngoài phạm vi của ISO 15649, ASME B31.3 và ASME B31.1. Phạm vi của ISO 15649 và ASME B31.3 bao gồm các chất lỏng trong phạm vi nhiệt độ từ -29 °C đến 186 °C. Phạm vi của ASME B31.1 bao gồm các chất lỏng ở nhiệt độ vượt quá 250 °C.

Các bộ phận hoặc một cụm các bộ phận chịu áp lực phải được thử nghiệm theo 8.4. Các bộ phận như bình chịu áp lực đã qua đánh giá về áp suất dự kiến chứa theo các tiêu chí địa phương hoặc khu vực thì không cần phải thử nghiệm.

7.4.4 Bảo vệ khỏi các mối nguy môi trường nổ

Sự kết hợp của một môi trường dễ nổ và một nguồn môi hiệu quả như một nguồn tiềm ẩn của một vụ nổ đòi hỏi việc áp dụng các nguyên tắc cơ bản về phòng ngừa và bảo vệ nổ theo thứ tự sau:

a) Phòng ngừa:

- tránh hoặc giảm thiểu khí quyển nổ; mục tiêu này chủ yếu có thể đạt được bằng cách thay đổi nồng độ của chất dễ cháy đến một giá trị nằm ngoài phạm vi nổ hoặc nồng độ oxy đến một giá trị dưới nồng độ oxy giới hạn (LOC);
- tránh bất kỳ nguồn môi hiệu quả nào có thể có.

b) Bảo vệ:

- ngăn chặn vụ nổ hoặc hạn chế phạm vi đến một mức độ đủ thông qua các phương pháp bảo vệ, ví dụ như cách ly, thông gió, dập tắt và ngăn chặn. Ngược lại với hai biện pháp được mô tả trong a), ở đây sự xảy ra của một vụ nổ được giảm thiểu thông qua các biện pháp phù hợp để giảm rủi ro.

CHÚ THÍCH: NFPA 69 và NFPA 68 cung cấp các phương pháp phòng ngừa và bảo vệ chống lại mối nguy nổ.

NFPA 69 là một tiêu chuẩn áp dụng cho thiết kế, vận hành, bảo trì và thử nghiệm các hệ thống để ngăn ngừa nổ bằng các phương pháp phòng ngừa sau: kiểm soát nồng độ chất oxy hóa và kiểm soát nồng độ chất dễ cháy. NFPA 69 cũng bao gồm các cơ chế bảo vệ như phát hiện trước khi bùng phát và kiểm soát các nguồn môi, dập tắt nổ, cách ly chủ động, cách ly thụ động và ngăn chặn áp suất bùng phát và dập tắt nổ thụ động.

NFPA 68 áp dụng cho thiết kế, vị trí, lắp đặt, bảo trì và sử dụng các biện pháp bảo vệ nổ nhằm thông gió khí cháy và áp suất phát sinh từ một vụ bùng phát trong một không gian kín để thiệt hại về cấu trúc và cơ khí được giảm thiểu.

Việc giảm thiểu rủi ro có thể đạt được bằng cách áp dụng một hoặc nhiều nguyên tắc phòng ngừa hoặc bảo vệ nêu trên. Một sự kết hợp của các nguyên tắc này có thể được áp dụng.

Việc tránh một môi trường dễ nổ luôn phải là lựa chọn hàng đầu.

Để cho phép lựa chọn các biện pháp phù hợp, một phân tích giảm thiểu rủi ro theo Điều 6 phải được xây dựng cho từng trường hợp cụ thể. Hướng dẫn về việc xác định các khu vực/vùng nguy hiểm (phân loại) để áp dụng các phương tiện bảo vệ phù hợp có thể được tìm thấy trong IEC 60079-10-1 và IEC 60079-10-2 tùy theo trường hợp áp dụng. Thiết bị đặt trong các khu vực hoặc vùng nguy hiểm phải được xếp hạng cho khu vực hoặc vùng đó. IEC 60079-0 cung cấp hướng dẫn về các phương pháp bảo vệ cho

thiết bị đặt trong các khu vực hoặc vùng nguy hiểm. Các quy trình bảo trì phải đảm bảo rằng việc bảo vệ sau bảo trì là phù hợp.

Trong việc lập kế hoạch các biện pháp phòng ngừa và bảo vệ nổ, phải xem xét quy trình lắp đặt và vận hành thử, và hoạt động bình thường, bao gồm khởi động và tắt máy. Hơn nữa, các sự cố kỹ thuật có thể xảy ra cũng như việc sử dụng sai mục đích có thể dự đoán một cách hợp lý phải được tính đến. Việc áp dụng các biện pháp phòng ngừa và bảo vệ nổ đòi hỏi kiến thức thấu đáo về các mối nguy tiềm ẩn. Những người tiến hành phân tích này phải có kinh nghiệm liên quan trong lĩnh vực này và có trình độ chuyên môn. Các quy định địa phương có thể được áp dụng.

Nếu dựa vào thông gió cơ học để loại bỏ hoặc giảm thiểu các khu vực/vùng nguy hiểm (phân loại) trong EESS, nó phải được đánh giá về sự phù hợp theo 8.5.

7.4.5 Bảo vệ khỏi các mối nguy phát sinh từ trường điện, trường từ và trường điện từ

Các hệ thống EES phải được tích hợp với thiết bị đáp ứng các tài liệu IEC liên quan trong 8.6 áp dụng cho địa điểm lắp đặt EESS để chúng có đủ khả năng miễn nhiễm chống lại các nhiễu loạn điện, từ và điện từ để ngăn ngừa phát sinh mối nguy, và chúng có phát xạ điện, từ và điện từ thấp theo yêu cầu của ứng dụng. Phân tích rủi ro phải đặt ra các tiêu chí hiệu suất cho các hệ thống EES liên quan đến khả năng miễn nhiễm EMC. Các quy định địa phương có thể được áp dụng.

Khả năng miễn nhiễm EMC đủ của các thành phần được xác nhận trong thử nghiệm miễn nhiễm EMC của từng thành phần, nhưng phải xem xét rằng các tương tác hệ thống có thể khuếch đại các nhiễu loạn từ và điện từ và có thể gây ra sự cố của các thành phần riêng lẻ và giao tiếp giữa các thành phần đó. Để đạt được an toàn thiết yếu, các bộ điều khiển bảo vệ EESS phải được thiết kế và thử nghiệm theo các tiêu chuẩn EMC hiện hành được liệt kê trong 8.6 xem xét sự tồn tại của các nhiễu loạn EMC có thể xảy ra trong môi trường mà EESS được đặt.

Các biện pháp bảo vệ khỏi các sự cố do nhiễu loạn gây ra của EESS phải được cung cấp bằng các phương pháp phù hợp (xem IEC 60364-4-44 để được hướng dẫn).

Việc tuân thủ được kiểm tra bằng thử nghiệm của 8.6.

7.4.6 Bảo vệ khỏi các mối nguy cháy

Biện pháp bảo vệ cơ bản chống cháy do điện là nhiệt độ của vật liệu, trong cả điều kiện vận hành bình thường và điều kiện vận hành bất thường, không gây môi lửa cho vật liệu đó. Biện pháp bảo vệ bổ sung chống cháy do điện làm giảm khả năng môi lửa hoặc, trong trường hợp môi lửa, làm giảm khả năng lan truyền của đám cháy.

Thông tin bổ sung được cung cấp trong IEC 60364-4-42, trong đó đề cập đến việc bảo vệ chống lại các tác động nhiệt, bao gồm cả sự cháy và ngọn lửa do các lắp đặt điện gây ra. Các biện pháp phòng ngừa và bảo vệ sau đây phải được xem xét để bảo vệ khỏi các mối nguy cháy:

TCVN 14499-5-1:2025

Vật liệu của vỏ bọc hệ thống phải không cháy theo ISO 1182. Các quy định địa phương có thể được áp dụng.

CHÚ THÍCH: ISO 1182 là một thử nghiệm trong đó vật liệu được tiếp xúc trong khoảng thời gian từ 30 min đến 60 min trong lò 750 °C để xác định xem vật liệu đó có không cháy hay không. Chất dễ cháy được định nghĩa trong ISO 13943 là có khả năng cháy, là một phản ứng tỏa nhiệt của một chất với một chất oxy hóa.

Các vật liệu polyme hỗ trợ trực tiếp các bộ phận mang điện nguy hiểm như bảng mạch in và cách điện của các đầu nối phải có định mức môi lửa tối thiểu V-1 theo IEC 60695-11-10.

Hệ thống phải loại bỏ hoặc giảm thiểu mối nguy quá nhiệt bằng cách phân tích các sai lệch quy trình có thể dẫn đến quá nhiệt và bằng cách thử nghiệm.

Trường hợp không thể loại bỏ khả năng xảy ra cháy, các tác động của đám cháy đó, bao gồm ngọn lửa, nhiệt và khói, v.v., phải được hạn chế, ví dụ bằng cách che chắn hoặc bao bọc nơi lưu trữ để loại bỏ hoặc giảm thiểu mối nguy gây thương tích cho người, thiệt hại cho tài sản hoặc môi trường.

Trường hợp không thể loại bỏ khả năng xảy ra cháy, các tác động của đám cháy đó, bao gồm ngọn lửa, nhiệt và khói, v.v., có thể được hạn chế một cách khác bằng cách sử dụng phù hợp các hệ thống phát hiện và chữa cháy tích hợp (các thành phần an toàn), bao gồm các thiết bị cho các chức năng phát hiện, kiểm soát, báo động và dập tắt.

Trường hợp không thể hạn chế khả năng xảy ra cháy bên trong vỏ bọc của EESS, khu vực có khả năng cháy phải được bao phủ bởi hệ thống chữa cháy, và khu vực được bảo vệ phải được cách ly, ví dụ, bằng một vỏ bọc.

Cung cấp tài liệu toàn diện và dễ hiểu cho người dùng để đảm bảo rằng họ có thể giữ cho các lắp đặt và thiết bị kỹ thuật phòng cháy chữa cháy ở tình trạng tốt và sẵn sàng hoạt động và, khi cần thiết, bắt đầu các biện pháp chữa cháy cần thiết.

Mức độ phát hiện và dập tắt cháy cần thiết cho một EESS phụ thuộc vào kích thước, công nghệ và vị trí lắp đặt của hệ thống cũng như số lượng và hình dạng của các chất nguy hiểm. Việc bảo vệ có thể đơn giản như hướng dẫn về các vật liệu chữa cháy phù hợp để duy trì tại vị trí, hướng dẫn lắp đặt và các quy trình vệ sinh và an toàn cơ bản cần tuân theo, cho đến việc lắp đặt các hệ thống dập tắt cháy tại vị trí lắp đặt EESS.

Để xác định mức độ và loại hệ thống phát hiện và dập tắt cháy cần thiết, phải tiến hành đánh giá rủi ro cháy cho các lắp đặt EESS để đảm bảo rằng các yêu cầu phòng cháy và chữa cháy phù hợp để bảo vệ người, tài sản và môi trường được đáp ứng. Các mã và quy định địa phương có thể được áp dụng.

Các lắp đặt EESS yêu cầu phải được trang bị hệ thống dập tắt cháy phải được cung cấp phương tiện phát hiện và dập tắt cháy phù hợp với vị trí của hệ thống (tức là trong nhà, v.v.), công nghệ lưu trữ năng lượng và các mã và quy định lắp đặt, xây dựng và an toàn cháy hiện hành. Nếu không được cung cấp

như một phần của EESS, hướng dẫn lựa chọn và lắp đặt các hệ thống phát hiện và dập tắt cháy phù hợp phải được cung cấp trong hướng dẫn lắp đặt và bảo trì cho EESS.

Thử nghiệm mối nguy lan truyền cháy cho EESS được đưa ra trong 8.7.

7.4.7 Bảo vệ khỏi các mối nguy về nhiệt

7.4.7.1 Bảo vệ khỏi phơi nhiễm với các mối nguy về nhiệt độ

Trong một hệ thống chứa các bộ phận nóng ($>70\text{ }^{\circ}\text{C}$ đối với vật liệu kim loại và $>95\text{ }^{\circ}\text{C}$ đối với vật liệu phi kim loại), phải cung cấp cách nhiệt hoặc các phương tiện bảo vệ thích hợp để bảo vệ các bộ phận nóng.

Ngoài ra, trong một hệ thống chứa các bộ phận cực lạnh ($\leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ đối với vật liệu kim loại và $\leq -25\text{ }^{\circ}\text{C}$ đối với vật liệu phi kim loại), cũng phải cung cấp cách nhiệt hoặc các phương tiện bảo vệ thích hợp để bảo vệ các bộ phận lạnh.

Đối với một số thiết kế EESS, nếu hệ thống sai lệch so với hoạt động bình thường, các bộ phận của hệ thống có thể tăng nhiệt độ cao hơn mức bình thường đối với các bộ phận đó. Các bộ phận như vậy phải được xác định trong phân tích rủi ro của hệ thống theo Điều 6. Phải cung cấp biện pháp bảo vệ hoặc biển báo thích hợp, hoặc cả hai.

Sự tăng nhiệt độ do sai lệch so với hoạt động bình thường phải được theo dõi liên tục bằng các cảm biến nhiệt, và phải cung cấp các cảnh báo an toàn cho người lao động tùy theo mức độ nguy hiểm cho người lao động như được xác định bởi phân tích rủi ro của Điều 6. Rò rỉ chất lỏng nhiệt độ cao cũng phải được ngăn chặn thông qua việc sử dụng các biện pháp ngăn chặn rò rỉ kín, định tuyến đường ống để ngăn ngừa mối nguy và các biện pháp phát hiện rò rỉ để phát ra cảnh báo khi xảy ra rò rỉ chất lỏng nhiệt độ cao.

7.4.7.2 Bảo vệ các bộ phận nhạy cảm với nhiệt độ

Là một phần của phân tích rủi ro của Điều 6, phải xem xét tính ổn định nhiệt của các bộ phận và vật liệu EESS có thể tác động đến an toàn nếu chúng bị suy giảm do phơi nhiễm nhiệt độ. Các bộ phận và vật liệu được xác định có thể tác động đến an toàn theo đánh giá rủi ro phải có khả năng chống suy giảm do phơi nhiễm nhiệt độ trong quá trình vận hành. Việc xác định sự phù hợp của các bộ phận và vật liệu để sử dụng trong EESS phải được xác định bằng thử nghiệm trong 8.8.

Nếu được xác định theo phân tích rủi ro của Điều 6, một EESS phải được cung cấp một hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí (HVAC) hoặc tương đương để duy trì các bộ phận nhạy cảm với nhiệt độ trong giới hạn của chúng. Các lỗ thông gió không được bị chặn bởi các thành phần hoặc bộ phận khác.

7.4.8 Bảo vệ khỏi các mối nguy hóa học

Phân tích rủi ro của Điều 6 phải xem xét khả năng xảy ra các tác động hóa học nguy hiểm từ EESS có chứa các chất nguy hiểm. Các hệ thống EES không được thông hơi hoặc rò rỉ các vật liệu nguy hiểm hoặc độc hại trong các khu vực tiếp cận của EESS hoặc vào môi trường xung quanh. Các mã và quy định địa phương có thể được áp dụng.

Biện pháp bảo vệ cơ bản chống lại thương tích do các chất nguy hiểm gây ra là việc chứa đựng vật liệu đó.

Các biện pháp bảo vệ bổ sung chống lại thương tích do các chất nguy hiểm gây ra có thể bao gồm:

- một thùng chứa thứ hai hoặc một thùng chứa chống tràn có đủ dung tích để chứa chất lỏng trong EESS;
- khay chứa;
- vít chống giả mạo để ngăn chặn tiếp cận trái phép;
- các biện pháp bảo vệ mang tính hướng dẫn;
- cảm biến và báo động; và
- khả năng chống chịu của vật liệu đối với các hóa chất chứa trong đó.

Nếu được xác định là cần thiết bởi đánh giá rủi ro, phải cung cấp các điều kiện đối với việc phát hiện rò rỉ chất lỏng, phát hiện khí độc và phát hiện tràn.

Đường ống chứa chất lỏng nguy hiểm phải tuân thủ ISO 15649 hoặc ASME B31.3.

CHÚ THÍCH: Các chất lỏng có áp suất dưới 105 kPa (15 psi) và không dễ cháy hoặc độc hại nằm ngoài phạm vi của ISO 15649 và ASME B31.3.

Nếu có khả năng phát thải khí độc, phải thực hiện các biện pháp để ngăn chặn sự tích tụ khí độc. Các biện pháp tích tụ khí độc phải xem xét địa hình xung quanh EESS đối với các lắp đặt ngoài trời, thiết kế tòa nhà đối với các lắp đặt trong nhà cũng như các đặc tính vật lý của khí.

Việc phát hiện khí độc và báo động có thể được sử dụng như một phần của các biện pháp bảo vệ này. Xem IEC 62990-2 để được hướng dẫn về phát hiện khí độc.

Ngoài ra, phải có sẵn PPE thích hợp cho những người trong khu vực trong trường hợp phát thải khí độc. Phải cung cấp các trạm rửa mắt và các cơ sở tắm khẩn cấp cho nhân viên trong trường hợp phát thải chất độc.

Xem IEC 62933-5-2 để biết các cân nhắc của BESS liên quan đến các cân nhắc an toàn khí độc.

Một thử nghiệm tuân thủ để xác định sự phù hợp của các bộ phận chứa chất lỏng nguy hiểm được đưa ra trong 8.9.

7.4.9 Bảo vệ khỏi các mối nguy tại nơi làm việc

7.4.9.1 Điều khiển từ xa và điều khiển tự động

Các hệ thống EES có khả năng được điều khiển từ xa phải được cung cấp một phương tiện để vô hiệu hóa điều khiển từ xa nhằm thực hiện kiểm tra hoặc bảo trì. Việc sử dụng một hệ thống điều khiển từ xa không được dẫn đến tình trạng không an toàn như được xác định bởi phân tích mối nguy của hệ thống và không được có khả năng ghi đè các điều khiển an toàn cục bộ. Các yêu cầu tương tự áp dụng cho các điều khiển tự động cục bộ không có sự can thiệp của con người, để đối phó với sự xuất hiện của các điều kiện được xác định trước.

CHÚ THÍCH: Vẫn có thể cần giám sát từ xa, ngay cả khi khả năng điều khiển từ xa bị vô hiệu hóa.

7.4.9.2 Không gian làm việc

Phải cung cấp đủ không gian làm việc cho các hệ thống EES và thiết bị có khả năng yêu cầu kiểm tra, điều chỉnh, bảo dưỡng hoặc bảo trì trong khi đang mang điện. Các quy phạm và quy định địa phương có thể được áp dụng. Phải cung cấp và duy trì đủ không gian xung quanh các hệ thống EES để cho phép vận hành và bảo trì các thiết bị đó một cách sẵn sàng và an toàn.

CHÚ THÍCH: NFPA 70, National Electrical Code (NEC) là một ví dụ về mã khu vực cung cấp các tiêu chí về không gian làm việc điện tối thiểu dựa trên các mức điện áp được yêu cầu ở Hoa Kỳ. NFPA 70E cung cấp hướng dẫn về an toàn cho công việc điện trực tiếp để cung cấp các quy trình bảo vệ mối nguy về điện giật và phóng điện hồ quang cho các kỹ thuật viên thực hiện bảo trì trên thiết bị điện đang mang điện.

7.4.9.3 Lối thoát và bảo vệ khỏi các mối nguy vật lý

Các hệ thống EES được đặt trong nhà hoặc được đặt ngoài trời trong một vỏ bọc kiểu đi vào phải được cung cấp ít nhất một lối vào có kích thước đủ để cho phép tiếp cận và thoát ra khỏi không gian làm việc trong hệ thống. Các mã và quy định địa phương có thể được áp dụng.

Các cửa được cung cấp để thoát hiểm khỏi các hệ thống EES phải mở theo hướng thoát hiểm và được trang bị thanh đẩy khẩn cấp, tấm áp lực, hoặc các thiết bị khác thường được chốt nhưng mở ra dưới áp lực đơn giản từ bên trong. Các cửa phải được trang bị khóa để ngăn chặn sự tiếp cận của những người không đủ điều kiện. Các cửa ra vào và thoát hiểm của các hệ thống EES cũng phải tuân thủ IEC 60204-1.

Các lối vào hệ thống EES hoặc các khu vực lắp đặt phải được hạn chế đối với người được ủy quyền và được đánh dấu bằng các biển cảnh báo cấm những người không đủ điều kiện vào.

Các khu vực tiếp cận trong EESS kiểu đi vào phải được thiết kế để ngăn ngừa việc vấp, trượt hoặc ngã khi mọi người ra vào, hoặc khi ở trong hệ thống.

7.4.9.4 Thông gió

Các hệ thống EES được lắp đặt trong nhà, và các vỏ bọc liên quan đến các hệ thống EES độc lập mà người có thể vào hoàn toàn phải có hệ thống thông gió đầy đủ cho những người làm việc trên EESS trong nhà hoặc bên trong một EESS. Các quy định địa phương có thể được áp dụng.

7.4.9.5 Chiếu sáng tác vụ trong hệ thống EES

Phải cung cấp hệ thống chiếu sáng cho tất cả các không gian làm việc trong các hệ thống EES. Các ổ cắm chiếu sáng phải được bố trí sao cho những người thay đèn hoặc sửa chữa hệ thống chiếu sáng không bị nguy hiểm bởi các bộ phận mang điện hoặc thiết bị khác. Xem IEC 60204-1 để được hướng dẫn về chiếu sáng cho thiết bị điện.

Hệ thống chiếu sáng khẩn cấp và biển báo có thể phải tuân theo các quy định địa phương.

7.4.10 Đào tạo nhân viên

Những người lao động được đào tạo tốt sẽ tăng cường đáng kể an toàn tại nơi làm việc. Bất kỳ sai lệch nào so với quy trình mong muốn đều có thể được phát hiện, và do đó được sửa chữa nhanh hơn.

Người lao động phải được đào tạo để họ biết về các mối nguy tại nơi làm việc và các biện pháp bảo vệ cần thực hiện. Việc đào tạo này phải giải thích cách các loại mối nguy khác nhau phát sinh và chúng có mặt ở những bộ phận nào của nơi làm việc. Các biện pháp được thực hiện phải được liệt kê và hoạt động của chúng phải được giải thích. Cách làm việc đúng với thiết bị hiện có phải được giải thích. Người lao động phải được hướng dẫn về các thực hành làm việc an toàn tại hoặc gần những nơi nguy hiểm. Điều này cũng bao gồm việc giải thích ý nghĩa của bất kỳ dấu hiệu cảnh báo hoặc dấu hiệu của những nơi nguy hiểm và chỉ định thiết bị làm việc di động nào có thể được sử dụng ở đó. Người lao động cũng phải được hướng dẫn về những loại PPE họ phải mặc để làm việc trong và xung quanh EESS. Các hướng dẫn vận hành hiện có phải được đề cập trong quá trình đào tạo. Xem 9.3.1 để biết thêm thông tin về hướng dẫn vận hành. Người lao động phải được đào tạo:

- trước khi bắt đầu làm việc trên EESS lần đầu tiên;
- khi thiết bị làm việc được giới thiệu lần đầu tiên hoặc được thay đổi;
- khi công nghệ mới được giới thiệu.

Việc đào tạo người lao động phải được lặp lại theo các khoảng thời gian phù hợp. Mức độ hiểu biết của người lao động phải được kiểm tra.

Nghĩa vụ đào tạo cũng áp dụng cho nhân viên của các nhà thầu bên ngoài. Việc đào tạo phải được thực hiện bởi một người có năng lực. Hồ sơ phải được lưu giữ bằng văn bản về ngày tháng và nội dung của các hoạt động đào tạo và những người tham gia.

7.5 Ngắt kết nối và tắt EESS

7.5.1 Quy định chung

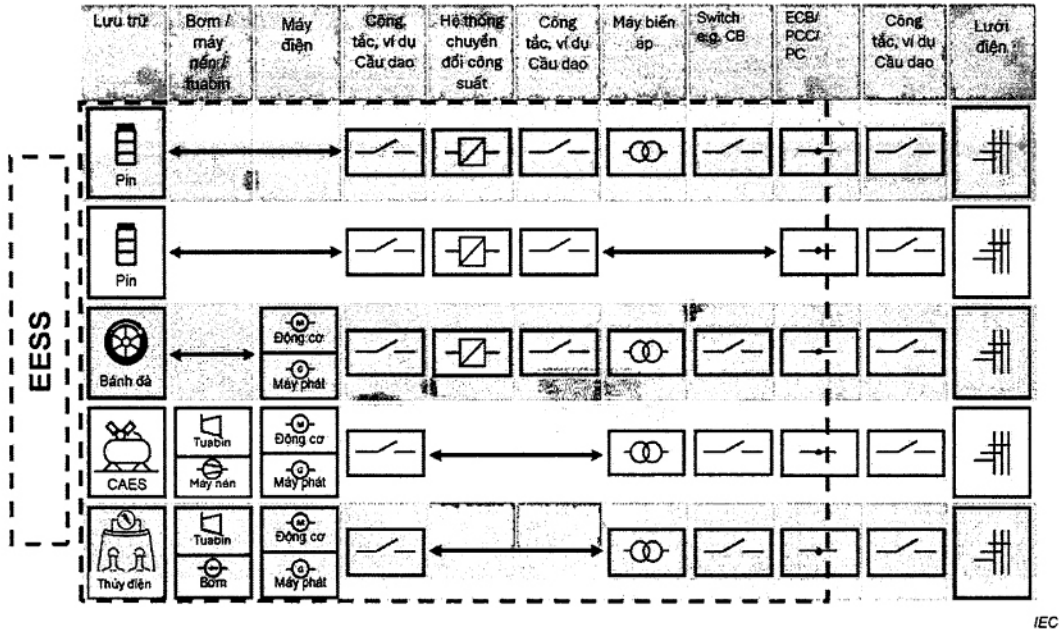
Các quy trình ngắt kết nối và tắt máy rất quan trọng để đảm bảo an toàn trong quá trình vận hành, bảo trì định kỳ hoặc sửa chữa lỗi. Chúng sẽ phụ thuộc vào thiết kế của EESS, các công nghệ được sử dụng (xem Hình 7), kích thước của nó và lý do ngắt kết nối và tắt máy. EESS phải có khả năng được ngắt kết nối một phần hoặc toàn bộ để phản ánh các hoạt động vận hành, bảo trì định kỳ và các hoạt động sửa chữa lỗi đáng tin cậy có thể xảy ra. Việc tắt máy khẩn cấp cũng phải được cung cấp và phải tuân theo 7.5.4 và 7.5.6. Các trường hợp chính có thể yêu cầu các điều kiện dẫn đến việc ngắt kết nối EESS hoặc một số thành phần của nó là:

- bảo trì thường xuyên;
- sự cố của hệ thống con hoặc thành phần, hoặc cả hai;
- các ràng buộc bên ngoài;
- nâng cấp hệ thống;
- kết thúc vòng đời sử dụng.

Việc ngắt kết nối hoặc ngắt kết nối một phần có thể được thực hiện tại các bộ phận khác nhau của EESS:

- điểm kết nối với lưới điện;
- cơ sở AC bao gồm máy biến áp;
- thiết bị đóng cắt (SW);
- hệ thống chuyển đổi năng lượng;
- máy phát điện xoay chiều;
- hệ thống lưu trữ;
- hệ thống phụ trợ;
- các bộ phận nhỏ hơn trong các hệ thống con.

Trường hợp EESS có mức năng lượng cao hoặc năng lượng lưu trữ cao, có thể cần các biện pháp phòng ngừa đặc biệt theo xác định của phân tích rủi ro của Điều 6. Quy trình ngắt kết nối hoặc tắt máy không được dẫn đến tình trạng EESS trở nên không an toàn.



Hình 6 – Ví dụ về các kiến trúc EESS khác nhau

Như được trình bày trong Hình 7, các thiết bị đóng cắt (SW) được bố trí khác nhau cho mỗi công nghệ. Một trình tự chi tiết của việc mở SW phụ thuộc vào công nghệ.

7.5.2 Trạng thái ngắt kết nối lưới

Trong trạng thái ngắt kết nối lưới, EESS sẽ được tách biệt về điện khỏi kết nối lưới cục bộ. Một EESS phải được cung cấp một phương tiện ngắt kết nối để ngắt kết nối các dây dẫn không nối đất giữa hệ thống chính EES và điểm kết nối chính với lưới. Nếu không được lắp đặt trên EESS, thông tin về việc ngắt kết nối phải được cung cấp trong hướng dẫn lắp đặt để chỉ ra:

- loại và định mức của phương tiện ngắt kết nối,
- phương tiện ngắt kết nối đó phải được đặt ở nơi dễ tiếp cận và trong tầm nhìn của EESS, và
- phương tiện ngắt kết nối đó phải được cung cấp các dấu hiệu hoặc biển báo để xác định
 - các định mức điện áp đầu ra của EESS, và
 - dòng ngắn mạch khả dụng.

7.5.3 Trạng thái dừng

Khi EESS bị ngắt kết nối và hệ thống tích trữ không được kết nối với hệ thống chuyển đổi năng lượng, EESS được coi là ở trạng thái dừng. Trong trạng thái này, hệ thống tích lũy có thể vẫn mang điện và thường không thể được khử điện mà không gây hư hỏng nghiêm trọng. Trong trạng thái dừng, một phần của hệ thống phụ trợ vẫn được cấp điện vì nó chứa các hệ thống chính cho an toàn và giám sát.

7.5.4 Tắt EESS

Tắt EESS là lệnh để chuyển EESS sang trạng thái dừng.

Theo xác định của phân tích rủi ro hệ thống theo Điều 6, một EESS phải được cung cấp một phương tiện cho cả việc tắt máy bình thường và tắt máy khẩn cấp.

Các điều kiện có thể được kiểm soát một cách an toàn hoặc không gây nguy hiểm ngay lập tức có thể được khắc phục bằng cách tắt máy bình thường của EESS.

Khi điện áp, dòng điện, nhiệt độ, áp suất, hoặc tốc độ quay, v.v., vượt quá giới hạn an toàn, một sự kiện nguy hiểm có thể xảy ra. Đó có thể là kết quả của sự cố của một thành phần hệ thống hoặc lỗi giao tiếp, ví dụ. Các điều kiện vận hành bất thường có thể gây ra một sự kiện nguy hiểm phải được xác định và xử lý để bắt đầu một cuộc tắt máy khẩn cấp. Khi được kích hoạt, EESS dự kiến sẽ trở lại tình trạng an toàn. Chức năng tắt máy EESS, bao gồm cả dừng khẩn cấp, phải được cung cấp các phương tiện để cho phép tắt máy phối hợp của tất cả các bộ phận cần thiết của hệ thống cũng như với thiết bị ở thượng nguồn hoặc hạ lưu của hệ thống, nếu việc tiếp tục vận hành có thể gây nguy hiểm.

Một EESS được ngắt kết nối bằng (các) thiết bị chuyển mạch thích hợp hoặc các biện pháp thay thế khác.

7.5.5 Ngắt kết nối một phần

Thiết kế của EESS có thể cho phép ngắt kết nối riêng biệt các bộ phận cấu thành của EESS nếu phù hợp theo xác định của đánh giá rủi ro của Điều 6. Đối với những người làm việc trên EESS, có thể chỉ ngắt kết nối các bộ phận cần thao tác để cho phép tiếp cận an toàn. Tuy nhiên, phải xem xét các rủi ro do các hệ thống riêng lẻ liên kết với những hệ thống đang được thao tác. Trong trường hợp các hệ thống tích trữ nhiều được thiết kế phù hợp, các hệ thống con riêng lẻ có thể được ngắt kết nối để làm việc an toàn trong khi EESS vẫn có thể hoạt động.

Đối với một số hệ thống EES mà việc khử năng lượng của hệ thống tích trữ là khó khăn (ví dụ: hệ thống pin lưu trữ năng lượng), phải giảm thiểu các mối nguy trong thiết kế hệ thống.

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp một hệ thống tích trữ kiểu bánh đà, nó có thể dừng lại bằng cách cung cấp năng lượng cho lưới điện hoặc các đơn vị khác trong hệ thống. Quy trình này sẽ góp phần giảm thiểu thời gian hệ thống ở trong tình trạng nguy hiểm.

7.5.6 Hướng dẫn thiết bị cho việc tắt khẩn cấp

Việc tắt khẩn cấp phải được tích hợp vào một hệ thống lưu trữ EES để tránh các tình huống nguy hiểm không thể được khắc phục bằng các biện pháp kiểm soát khác, theo xác định của một phân tích rủi ro của hệ thống. Chức năng này phải:

- chấm dứt tình trạng nguy hiểm mà không tạo ra thêm các mối nguy,
- kích hoạt hoặc cho phép kích hoạt một số hành động bảo vệ nhất định khi cần thiết,

- ghi đè các chức năng và hoạt động đó theo xác định cần thiết của phân tích rủi ro,
- được trang bị các khóa liên động khởi động lại để ngăn chặn việc khởi động lại không chủ ý,
- chỉ hoạt động bình thường sau khi các khóa liên động khởi động lại đã được đặt lại một cách có chủ ý.

Các điểm dừng khẩn cấp thủ công, nếu được yêu cầu bởi phân tích rủi ro, phải có thể nhận dạng, nhìn thấy rõ ràng và dễ tiếp cận theo ISO 13850. Quy định địa phương có thể áp dụng.

Trong trường hợp có lỗi trong logic hệ thống điều khiển hoặc hỏng hóc, hoặc hư hỏng phần cứng hệ thống điều khiển, các yêu cầu hệ thống sau đây phải được đáp ứng:

- một khi lệnh dừng khẩn cấp đã được đưa ra, EESS không được phép làm gián đoạn trình tự tắt máy của nó,
- các thiết bị bảo vệ phải duy trì hiệu quả hoàn toàn,
- EESS không được kết nối lại hoặc khởi động lại một cách bất ngờ.

Khi một thiết bị bảo vệ hoặc khóa liên động gây ra việc tắt máy an toàn EESS, tình trạng đó phải được báo hiệu cho logic của hệ thống điều khiển. Việc kích hoạt và đặt lại chức năng tắt máy không được khởi tạo bất kỳ tình trạng nguy hiểm nào theo xác định của phân tích rủi ro của hệ thống và các thử nghiệm tình trạng lỗi của Điều 8. Các hệ thống điều khiển hoặc giám sát có thể hoạt động an toàn trong tình huống nguy hiểm có thể được để lại mang điện để cung cấp thông tin hệ thống.

7.6 An ninh mạng

An ninh mạng rất quan trọng không chỉ đối với việc giám sát và điều khiển từ xa mà còn đối với hệ thống được kết nối internet. Bộ IEC 62443 cung cấp hướng dẫn và tiêu chí cho an ninh mạng.

Các EESS quy mô công nghiệp hoặc tiện ích được kết nối internet phải được cung cấp biện pháp bảo vệ chống tấn công mạng theo IEC 62443-3-3 hoặc một tiêu chuẩn tương đương. Mức độ bảo vệ chống tấn công mạng phải được xác định theo đánh giá rủi ro.

7.7 Giám sát từ xa và hoạt động không có người giám sát

Để thực hiện bảo trì phòng ngừa một cách hiệu quả, việc giám sát hệ thống thường xuyên là rất quan trọng và trong hầu hết các trường hợp, việc này được thực hiện từ xa. Việc giám sát tần suất cảnh báo của các thông số EESS như hiệu suất hệ thống hoặc nhiệt độ có thể là một chỉ báo sớm về sự cố của một hệ thống con hoặc các thành phần.

Việc triển khai hệ thống giám sát từ xa phải được xem xét để kiểm tra xem hệ thống có hoạt động an toàn hay không. Dữ liệu được cung cấp tự động bởi EESS hoặc thông qua một truy vấn EESS có thể giúp đánh giá tình trạng sức khỏe của nó và tuổi thọ còn lại của các thành phần. Việc chẩn đoán được thực hiện bằng cách giám sát sự thay đổi công suất (ví dụ: BESS) hoặc những thay đổi trong sự tiến

triển của các thông số đo được. Dữ liệu này có thể được truyền qua một mạng thông tin một cách kịp thời.

Trong trường hợp giám sát từ xa, độ tin cậy của giá trị được giám sát là rất cần thiết để giữ an toàn cho EESS. Phải xem xét việc phát hiện sự cố của hệ thống đo lường và lỗi giá trị đo được.

Đối với hoạt động không có người giám sát, EESS phải có khả năng giám sát và phát hiện các điều kiện bất thường và tự động chuyển sang trạng thái an toàn mà không cần sự tương tác của người vận hành.

Các kế hoạch bảo trì phòng ngừa để ngăn chặn các tình trạng không lường trước cũng rất quan trọng đối với các hệ thống được giám sát và điều khiển từ xa.

Thử nghiệm để xác định độ tin cậy của việc giám sát từ xa được đưa ra trong 8.11.

8 Kiểm tra hệ thống

8.1 Quy định chung

Để xác nhận thiết kế EESS và việc triển khai cũng như chức năng phù hợp của các cơ chế an toàn được xác định trong phân tích rủi ro, phản ứng của hệ thống đối với các điều kiện hỏng hóc tiềm ẩn phải được đánh giá. Việc xác minh và xác nhận các hạng mục phải được xác định dựa trên phân tích an toàn cấp hệ thống theo Điều 6.

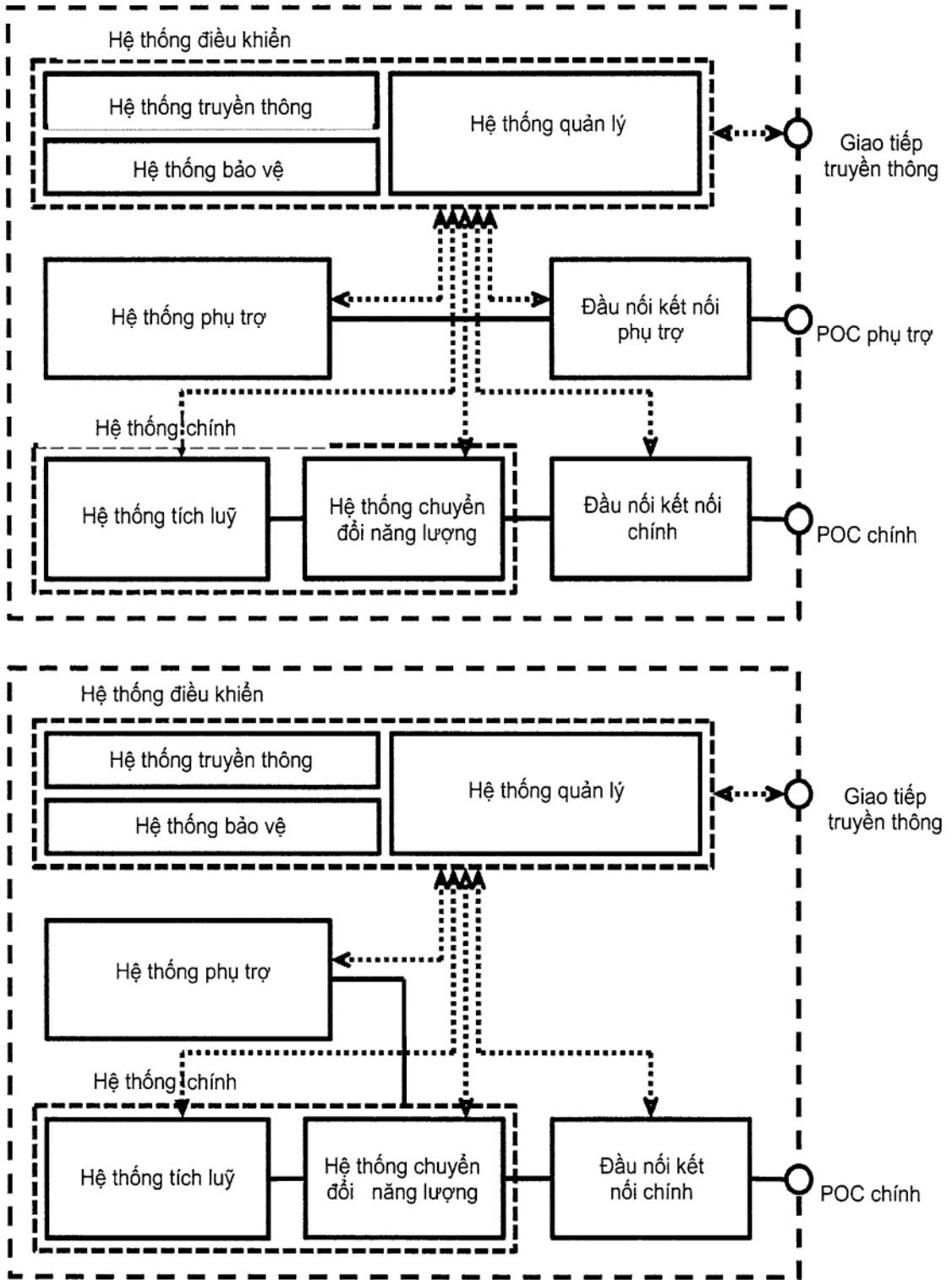
Ngoài ra, EESS phải có một hệ thống liên quan đến an toàn (SRS) được đánh giá theo một tiêu chuẩn an toàn chức năng phù hợp theo 6.3.4.1.

CHÚ THÍCH 1: Các thành phần EESS có thể được thiết kế, xác minh và xác nhận dựa trên các tiêu chuẩn IEC khác, ví dụ, một hệ thống lưu trữ năng lượng pin lithium-ion có thể đáp ứng IEC 62619, nhưng được coi là có thể phát sinh rủi ro do việc tích hợp hệ thống. Tham khảo 6.3 để biết phân tích rủi ro cấp hệ thống.

Các thành phần hệ thống được sử dụng để tích hợp và bất kỳ sự cố truyền thông nào cũng không được tác động đến an toàn ở cấp hệ thống.

CHÚ THÍCH 2: Các thành phần khác nhau trong hệ thống có thể tác động lẫn nhau. Ví dụ, nhiễu điện từ do hệ thống chuyển đổi điện gây ra có thể gây ra sự cố của bộ xử lý trung tâm quản lý lưu trữ năng lượng (CPU) và tác động đến hoạt động của thiết bị lưu trữ năng lượng. Khả năng chịu nhiễu của các thành phần EESS có thể đáp ứng IEC 61000 (tất cả các phần), nhưng có một số khả năng một trong các thành phần hệ thống có thể bị hỏng do nhiễu do hệ thống chuyển đổi năng lượng gây ra. Ngoài ra, sự cố ngẫu nhiên của các thành phần cũng có thể xảy ra.

EESS bao gồm các hệ thống chính, phụ trợ và điều khiển như được hiển thị trong Hình 7. Mỗi hệ thống con chứa các thành phần khác nhau. Ngoài ra, các đường truyền thông nội bộ giữa các thành phần đó, các đường giám sát và các đường tín hiệu điều khiển tồn tại trong EESS.



Hình 7 – Kiến trúc EESS trong hai cấu hình EESS chính

Thiết bị thử nghiệm, cơ sở vật chất hoặc môi trường thử nghiệm tại chỗ phải phù hợp với mục đích thử nghiệm, kết quả thử nghiệm có thể có, kích thước mẫu và hiệu suất.

Phải cung cấp PPE thích hợp, quy trình vận hành tiêu chuẩn và cơ sở vật chất để bảo vệ nhân viên trong quá trình thử nghiệm.

Phải cung cấp các quy trình tiêu chuẩn để lưu trữ, xử lý, vận hành, thử nghiệm và thải bỏ các mẫu thử nghiệm một cách an toàn.

Các mẫu được sử dụng để thử nghiệm phải đại diện cho các mẫu sản xuất. Thử nghiệm có thể được tiến hành trên các cụm lắp ráp phụ nếu được chứng minh là đại diện cho EESS hoàn chỉnh để đáp ứng các mục đích thử nghiệm cụ thể.

Khả năng thực hiện thử nghiệm ở quy mô đầy đủ của EESS phải được nghiên cứu. Trong trường hợp được chứng minh là không khả thi, thử nghiệm phải được tiến hành ở cấp độ cụm lắp ráp phụ, hoặc thông qua đánh giá kỹ thuật, mô phỏng hoặc tính toán.

Trừ khi có ghi chú khác trong các phương pháp thử nghiệm, thử nghiệm được tiến hành ở điều kiện nhiệt độ môi trường trong phạm vi quy định cho EESS. Các điều kiện môi trường trong quá trình thử nghiệm phải được đo lường và ghi lại cho mỗi thử nghiệm.

Các điều kiện cuối cùng được coi là đã xảy ra khi các cơ chế bảo vệ được xác định trong phân tích rủi ro hoạt động như dự định để đưa hệ thống về trạng thái an toàn hoặc các điều kiện không tuân thủ được xác định cho phương pháp thử nghiệm cụ thể xảy ra.

8.2 Xác nhận và kiểm tra EESS – Mối nguy về điện

8.2.1 Quy định chung

EESS điện hóa (BEES) phải được thử nghiệm về các mối nguy về điện theo IEC 62933-5-2. Đối với các hệ thống EES được ký hiệu là V-H, phương pháp tiếp cận an toàn điện phải được bảo vệ theo IEC 61936-1 hoặc IEC 61936-2 hoặc IEC 60204-11 đối với các mối nguy về điện. Mọi thử nghiệm được yêu cầu đối với các hệ thống EESS V-H phải được giám sát bởi người có thẩm quyền quen thuộc với thiết kế hệ thống.

8.2.2 Khả năng tiếp cận các bộ phận mang điện nguy hiểm

a) Mục đích:

EESS phải được thiết kế để ngăn chặn việc tiếp cận trực tiếp các bộ phận mang điện nguy hiểm.

CHÚ THÍCH: Các bộ phận mang điện nguy hiểm là những bộ phận có điện áp vượt quá giới hạn cho PELV hoặc SELV như được định nghĩa trong IEC 60364-4-41.

EESS điện hóa (BEES) phải được đánh giá theo IEC 62933-5-2 về khả năng tiếp cận các bộ phận mang điện.

b) Yêu cầu:

TCVN 14499-5-1:2025

Không được có khả năng tiếp cận các bộ phận mang điện nguy hiểm theo 7.4.1.2 và IEC 60529 do kết quả của phương pháp bảo vệ được áp dụng.

c) Phương pháp:

Hiệu quả của các biện pháp bảo vệ được sử dụng để ngăn người dùng tiếp cận các bộ phận mang điện phải được thử nghiệm theo các yêu cầu bảo vệ được cung cấp bởi vỏ bọc đối với IPXXB hoặc IP2X theo IEC 60529 để ngăn chặn việc tiếp cận các bộ phận mang điện nguy hiểm.

8.2.3 Bảo vệ khỏi tiếp xúc với độ ẩm và ô nhiễm

a) Mục đích:

Thử nghiệm này nhằm đánh giá sự phù hợp của các vỏ bọc được quy định để ngăn chặn sự xâm nhập của độ ẩm có thể tác động đến an toàn như được chỉ ra bởi việc lắp đặt dự kiến (ví dụ sử dụng ngoài trời).

Thử nghiệm cũng nhằm giải quyết sự xâm nhập của ô nhiễm dưới dạng bụi nếu được quy định trong việc lắp đặt EESS.

EESS điện hóa (BEES) phải được đánh giá theo IEC 62933-5-2 về sự xâm nhập.

b) Yêu cầu:

Vỏ bọc phải phù hợp với mã IP liên quan đến sự xâm nhập của ẩm đối với EESS như nêu trong 7.4.1.3. Không được có hiện tượng làm ướt các bộ phận mang điện hoặc bằng chứng về sự đánh thủng điện môi.

c) Phương pháp:

Các vỏ bọc EESS phải tuân thủ xếp hạng IP của chúng về sự xâm nhập của độ ẩm và ô nhiễm theo IEC 60529. Khi kết thúc phơi nhiễm, hệ thống phải được thử nghiệm chịu đựng điện áp điện môi của 8.2.4.2 và kiểm tra sự xâm nhập của độ ẩm hoặc ô nhiễm có thể tạo ra nguy hiểm.

Đối với các lắp đặt ngoài trời có thể tiếp xúc với độ ẩm, xếp hạng IP tối thiểu phải là IPX4.

Đối với việc lắp đặt EESS có thể tiếp xúc với ô nhiễm dưới dạng bụi, xếp hạng IP tối thiểu phải là IP5X.

Có hai ngoại lệ:

- Ngoại lệ 1: Một phương pháp khác để đánh giá sự xâm nhập của độ ẩm và ô nhiễm bụi có thể được sử dụng (ví dụ: xếp hạng loại NEMA) nếu được quy định cho vỏ bọc.
- Ngoại lệ 2: Một vỏ bọc EESS đã được thử nghiệm và xếp hạng về sự xâm nhập của độ ẩm theo thông số kỹ thuật của nhà chế tạo và lắp đặt thì không cần phải thử nghiệm.

8.2.4 Cách điện và các thử nghiệm bảo vệ chống điện giật

8.2.4.1 Quy định chung

Các thử nghiệm sau đây phải được tiến hành để xác định sự tuân thủ các tiêu chí về cách điện và bảo vệ chống điện giật theo 7.4.1.4.

EESS điện hóa (BESS) phải được đánh giá theo IEC 62933-5-2.

Các hệ thống biến đổi điện tử công suất phải được đánh giá theo:

- IEC 62477-1, IEC 62909-1 và IEC 62909-2 nếu áp dụng, hoặc IEC 62109-1 và IEC 62109-2 nếu áp dụng trong trường hợp EESS loại V-L, hoặc
- IEC 62477-2 trong trường hợp EESS loại V-H, hoặc
- được thử nghiệm theo các thử nghiệm sau của 8.2.4.2 đến 8.2.4.6 như một phần của EESS.

8.2.4.2 Chịu đựng điện áp điện môi

a) Mục đích:

Cách điện của các hệ thống EES bao gồm khoảng cách rò và khoảng cách không khí phải đủ để ngăn ngừa sự đánh thủng cách điện do một xung điện áp có thể gặp phải.

EESS điện hóa (BESS) phải được đánh giá theo IEC 62933-5-2 cho thử nghiệm chịu đựng điện áp điện môi.

b) Yêu cầu:

Không được có bằng chứng về sự đánh thủng điện môi khi chịu các điện áp thử nghiệm được áp dụng.

c) Phương pháp:

Thử nghiệm điện môi trên một EESS phải được thử nghiệm theo thử nghiệm điện môi trong IEC 60664-1:2020, 6.5.

8.2.4.3 Thử nghiệm xung điện

a) Mục đích:

EESS phải được bảo vệ chống lại các xung điện áp có thể xảy ra do sét hoặc các xung điện có thể phát sinh trong hệ thống có thể gây ra sự đánh thủng cách điện.

EESS điện hóa (BESS) phải được đánh giá theo IEC 62933-5-2 cho thử nghiệm xung điện.

b) Yêu cầu:

Hệ thống phải chịu đựng an toàn các mức xung điện được áp dụng.

c) Phương pháp:

Thử nghiệm xung điện phải được thử nghiệm theo thử nghiệm xung điện trong IEC 60664-1:2020, 6.2.2.1.

8.2.4.4 Điện trở cách điện

a) Mục đích:

Cách điện phải có đủ điện trở để bảo vệ chống lại mối nguy về điện giật.

EESS điện hóa (BESS) phải được đánh giá theo IEC 62933-5-2 cho thử nghiệm điện trở cách điện.

b) Yêu cầu:

Các phép đo điện trở cách điện phải đạt hoặc vượt quá các giới hạn được nêu trong IEC 60364-6:2016, Bảng 6.1.

c) Phương pháp:

Thử nghiệm điện trở cách điện phải được thử nghiệm theo điện trở cách điện trong IEC 60364-6:2016, 6.4.3.3 và 6.4.3.4.

8.2.4.5 Thử nghiệm hệ thống nối đất và liên kết

a) Mục đích:

Mạch nối đất của EESS phải có trở kháng đủ thấp để ngăn ngừa nguy hiểm trong trường hợp có sự cố.

EESS điện hóa (BESS) phải được đánh giá theo IEC 62933-5-2 cho hệ thống nối đất và liên kết.

b) Yêu cầu:

Trở kháng của mạch liên kết (trở kháng vòng sự cố chạm đất) tại các khu vực được đo phải đủ thấp để cung cấp sự bảo vệ như được nêu trong IEC 60364-4-41:2005 và IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017, 415.2.

c) Phương pháp:

Trở kháng của hệ thống nối đất và liên kết của một EESS phải được xác nhận theo các phương pháp được ghi chú dưới đây. Các phép đo phải được thực hiện giữa bất kỳ hai vị trí nào của hệ thống nối đất theo IEC 60364-4-41:2005 và IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017, 415.2.

8.2.4.6 Bảo vệ lỗi chạm đất

a) Mục đích:

Nếu được xác định từ đánh giá rủi ro rằng cần có hệ thống giám sát và bảo vệ lỗi chạm đất, thì việc bảo vệ lỗi chạm đất phải ngăn ngừa tình trạng nguy hiểm do lỗi chạm đất được áp dụng. EESS điện hóa (BESS) phải được đánh giá theo IEC 62933-5-2 để đánh giá hệ thống bảo vệ lỗi chạm đất.

b) Yêu cầu:

Do các lỗi được áp dụng, việc bảo vệ lỗi chạm đất của EESS phải ngăn ngừa hư hỏng cho EESS có thể dẫn đến tình trạng nguy hiểm. Các cơ chế bảo vệ phải hoạt động như thiết kế.

c) Phương pháp:

Khi lắp đặt, một EESS phải được thử nghiệm trong quá trình sạc bình thường với sự kiện lỗi được liệt kê dưới đây:

- ngắn mạch giữa một đường dây pha và đất bằng một thiết bị điện trở có điện trở 50 mΩ.

8.2.5 Bảo vệ chống các thử nghiệm vượt ngoài phạm vi bình thường

8.2.5.1 Quy định chung

a) Mục đích:

EESS phải được cung cấp các biện pháp bảo vệ ngăn hệ thống hoạt động ngoài phạm vi bình thường nếu tình trạng đó có thể dẫn đến nguy hiểm như đã nêu trong 7.4.1.5.

EESS điện hóa (BESS) phải được đánh giá theo IEC 62933-5-2 cho các thử nghiệm loại bảo vệ chống lại hoạt động ngoài phạm vi bình thường.

b) Yêu cầu:

Các cơ chế bảo vệ phải hoạt động để ngăn chặn tình trạng hoạt động ngoài phạm vi bình thường của EESS có thể dẫn đến tình trạng nguy hiểm.

Tất cả các chức năng của hệ thống tích trữ năng lượng phải hoạt động đầy đủ như thiết kế trong quá trình thử nghiệm.

c) Phương pháp:

EESS phải được đặt trong các điều kiện thông số mô phỏng ngoài phạm vi bình thường theo xác định của phân tích rủi ro để xác định xem các cơ chế bảo vệ có hoạt động như dự kiến để ngăn chặn tình trạng nguy hiểm hay không. Các điều kiện này có thể là quá nhiệt hoặc dưới nhiệt, quá tốc độ hoặc các thông số ngoài phạm vi bình thường khác áp dụng cho công nghệ EESS.

8.2.5.2 Bảo vệ quá tải và ngắn mạch

EESS phải được bảo vệ khỏi quá tải và ngắn mạch tại tất cả các đầu ra và đầu nối liên kết nơi có thể cung cấp điện ra như được liệt kê dưới đây:

- bất kỳ đầu ra AC hoặc DC nào của EESS, bao gồm cả cáp đầu ra, nếu được sử dụng;
- đầu ra của mỗi hệ thống chuyển đổi năng lượng, bao gồm cả cáp đầu ra, nếu được sử dụng;
- đầu ra của mỗi hệ thống tích trữ năng lượng bao gồm bất kỳ cáp và thanh cái nối liên kết nào cho đến thiết bị bảo vệ quá dòng trong hệ thống chuyển đổi điện;
- các đầu ra của bất kỳ mô-đun nào của hệ thống tích trữ năng lượng sẽ được kết nối tại hiện trường, có hoặc không có cáp nối liên kết.

Trước khi thử nghiệm quá tải hoặc ngắn mạch, hệ thống tích trữ năng lượng phải ở trạng thái sạc đầy và đầu vào EESS phải được kết nối như dự kiến.

8.2.5.3 Thử nghiệm quá tải

a) Mục đích:

EESS phải được cung cấp các biện pháp bảo vệ quá tải cho mỗi đầu ra nếu được xác định từ đánh giá rủi ro rằng các biện pháp bảo vệ quá tải này là cần thiết để ngăn chặn tình trạng quá tải nguy hiểm.

EESS điện hóa (BESS) phải được đánh giá theo IEC 62933-5-2 để bảo vệ chống lại các mối nguy quá tải.

Thử nghiệm này không áp dụng cho EESS mà các biện pháp bảo vệ quá tải được tích hợp vào một số thành phần (ví dụ: PCS) và đã được xác minh theo các tiêu chuẩn thành phần liên quan, và tình trạng quá tải được xác minh trong các thành phần có thể đại diện cho tình trạng quá tải trong EESS.

b) Yêu cầu:

Các biện pháp bảo vệ quá tải được cung cấp phải hoạt động để ngăn chặn một tình trạng nguy hiểm. Do kết quả của thử nghiệm quá tải, không được có cháy hoặc nổ hệ thống EESS.

c) Phương pháp:

Đối với mỗi đầu ra DC, cực/dây dẫn dương và cực/dây dẫn âm của đầu ra phải được quá tải ở mức 135 % dòng điện danh định của thiết bị bảo vệ chính cho đầu ra DC đó bằng cách sử dụng tải phù hợp cho đến khi nhiệt độ EESS ổn định, hoặc bất kỳ thiết bị bảo vệ nào ngắt đầu ra DC đang thử nghiệm và nhiệt độ EESS trở về nhiệt độ môi trường.

Đối với mỗi đầu ra AC, dây pha và dây trung tính của đầu ra phải được quá tải lần lượt ở mức 135 % dòng điện danh định của thiết bị bảo vệ chính cho đầu ra AC đó bằng cách sử dụng tải phù hợp cho đến khi nhiệt độ EESS ổn định, hoặc bất kỳ thiết bị bảo vệ nào ngắt đầu ra AC đang thử nghiệm và nhiệt độ EESS trở về nhiệt độ môi trường.

8.2.5.4 Thử nghiệm ngắn mạch

a) Mục đích:

EESS phải được cung cấp các biện pháp bảo vệ ngắn mạch cho mỗi đầu ra nếu được xác định từ đánh giá rủi ro rằng các biện pháp bảo vệ ngắn mạch này là cần thiết để ngăn chặn tình trạng ngắn mạch nguy hiểm.

EESS điện hóa (BESS) phải được đánh giá theo IEC 62933-5-2 để bảo vệ chống lại các mối nguy ngắn mạch. Thử nghiệm này không áp dụng cho EESS mà các biện pháp bảo vệ ngắn mạch được tích hợp vào một số thành phần (ví dụ: PCS) và đã được kiểm tra xác nhận theo các tiêu chuẩn thành phần liên quan, và tình trạng ngắn mạch được kiểm tra xác nhận trong các thành phần có thể đại diện cho tình trạng ngắn mạch trong EESS.

b) Yêu cầu: Việc bảo vệ ngắn mạch phải hoạt động để ngăn ngừa hư hỏng cho EESS có thể dẫn đến tình trạng nguy hiểm.

c) Phương pháp:

Đối với mỗi đầu ra DC, cực/dây dẫn dương và cực/dây dẫn âm của đầu ra phải được ngắn mạch bằng một điện trở không lớn hơn 50 mΩ cho đến khi nhiệt độ EESS trở nên ổn định hoặc bất kỳ thiết bị bảo vệ nào ngắt đầu ra DC đang thử nghiệm và nhiệt độ EESS trở về nhiệt độ môi trường.

Đối với mỗi đầu ra AC, các dây dẫn pha và trung tính của đầu ra, hai đường dây pha của đầu ra nếu có, phải được ngắn mạch lần lượt bằng một điện trở không lớn hơn 50 mΩ cho đến khi nhiệt độ EESS trở nên ổn định hoặc bất kỳ thiết bị bảo vệ nào ngắt đầu ra AC đang thử nghiệm và nhiệt độ EESS trở về nhiệt độ môi trường.

8.2.6 Chống cô lập

a) Mục đích:

Các hệ thống EES không nhằm mục đích hoạt động ở chế độ cô lập, phải được thiết kế để ngăn chặn điều kiện hoạt động này theo 7.4.1.7.

Nếu thử nghiệm này đã được thực hiện như một thử nghiệm loại trên hệ thống điều hòa công suất (PCS) thì không cần thiết phải lặp lại thử nghiệm này trên EESS.

b) Yêu cầu:

EESS phải tắt máy theo các yêu cầu của tiêu chuẩn được sử dụng để đánh giá hệ thống. Các quy định địa phương liên quan đến chống cô lập có thể được áp dụng.

c) Phương pháp:

Thử nghiệm cô lập không chủ đích phải được tiến hành theo IEC 62116:2014, Điều 6, hoặc IEEE Std 1547.1TM-2020, 5.10, hoặc một phương pháp khác. Các quy định địa phương về chống cô lập có thể được áp dụng.

8.3 Xác nhận và kiểm tra EESS – Mỗi nguy cơ học

8.3.1 Độ bền vỏ bọc chống va đập

a) Mục đích:

Vỏ bọc của một EESS được cung cấp để ngăn chặn việc tiếp cận các bộ phận nguy hiểm và bảo vệ cách điện bên trong, phải có đủ độ bền chịu va đập khi được thử nghiệm.

Thử nghiệm này áp dụng cho một EESS đặt ở khu vực không hạn chế tiếp cận.

EESS điện hóa (BESS) được đánh giá theo IEC 62933-5-2 cho thử nghiệm va đập.

b) Yêu cầu:

Do lực va đập, không được có hư hỏng nào dẫn đến việc lộ ra các bộ phận nguy hiểm theo xác định bằng việc áp dụng đầu dò khớp nối theo 8.2.2, và không có bằng chứng về sự đánh thủng điện môi.

c) Phương pháp:

Vỏ bọc của các hệ thống EES đặt ở khu vực không hạn chế tiếp cận phải được thử nghiệm theo IEC 62477-1:2022, 5.2.2.4.3. Sau khi tác dụng lực, vỏ bọc được kiểm tra các dấu hiệu hư hỏng có thể dẫn đến việc tiếp cận các bộ phận nguy hiểm hoặc làm lỏng các rào cản bảo vệ thông qua kiểm tra bằng mắt thường và nếu có các lỗ hổng được tạo ra, bằng cách sử dụng phương pháp được nêu trong 8.2.2.

Để xác định hư hỏng cách điện hoặc giảm khoảng cách rò và khoảng cách không khí, thử nghiệm chịu đựng điện áp điện môi của 8.2.4.2 được tiến hành.

8.3.2 Độ bền vỏ bọc chống lực tĩnh

a) Mục đích:

Vỏ bọc của một EESS được cung cấp để ngăn chặn việc tiếp cận các bộ phận nguy hiểm và bảo vệ cách điện bên trong, phải có đủ độ bền chống lại các lực tĩnh khi được thử nghiệm.

Thử nghiệm này áp dụng cho một EESS đặt ở khu vực không hạn chế tiếp cận.

Ngoại lệ: Thử nghiệm này có thể được miễn cho EESS có vỏ bọc đủ bền để chống lại lực tĩnh dựa trên phân tích rủi ro an toàn.

EES điện hóa (BESS) phải được thử nghiệm theo IEC 62933-5-2 cho thử nghiệm lực tĩnh.

b) Yêu cầu:

Do lực tĩnh, phải có hư hỏng dẫn đến việc lộ ra các bộ phận nguy hiểm theo xác định bằng việc áp dụng đầu dò có khớp nối theo 8.2.2 và không có bằng chứng về sự đánh thủng điện môi.

c) Phương pháp:

Vỏ bọc của các hệ thống EES đặt ở khu vực không hạn chế tiếp cận phải được thử nghiệm theo IEC 62477-1:2022, 5.2.2.4.2.3. Sau khi tác dụng lực, vỏ bọc được kiểm tra các dấu hiệu hư hỏng có thể dẫn đến việc tiếp cận các bộ phận nguy hiểm hoặc làm lỏng các rào cản bảo vệ thông qua kiểm tra bằng mắt thường và nếu có các lỗ hổng được tạo ra, bằng cách sử dụng phương pháp được nêu trong 8.2.2.

Để xác định hư hỏng cách điện hoặc giảm khoảng cách rò và khoảng cách không khí, thử nghiệm chịu đựng điện áp điện môi của 8.2.4.2 được tiến hành.

8.3.3 Ngăn chặn các bộ phận chuyển động nguy hiểm

EES chứa năng lượng động học nguy hiểm, chẳng hạn như các hệ thống lưu trữ năng lượng bằng bánh đà, phải được thử nghiệm như được nêu trong Phụ lục C.

8.3.4 Thử nghiệm độ bền của phương tiện lắp đặt và tay cầm

a) Mục đích:

Thử nghiệm này áp dụng cho EESS có tay cầm để mang hoặc có phương tiện lắp đặt như cụm giá đỡ phải chịu được trọng lượng của các bộ phận được hỗ trợ để ngăn ngừa nguy hiểm theo xác định của phân tích rủi ro.

EESS điện hóa (BEES) được thử nghiệm theo IEC 62933-5-2.

b) Yêu cầu:

Do lực tác dụng, không được có hư hỏng đối với thiết bị lắp đặt hoặc kết cấu hỗ trợ và các phương tiện cố định khi thử nghiệm khi chịu một lực đại diện cho trọng lượng được hỗ trợ với một số hệ số an toàn bổ sung. Do lực tác dụng, không được có hư hỏng đối với tay cầm hoặc phương tiện lắp đặt hoặc cố định tay cầm của thiết bị đang thử nghiệm (EUT).

c) Phương pháp:

Đối với thiết bị treo tường hoặc các kết cấu hỗ trợ khác, một lực bằng 4 lần trọng lượng của các bộ phận EESS mà phương tiện lắp đặt dự kiến hỗ trợ được tác dụng vào tâm của phương tiện lắp đặt hoặc kết cấu hỗ trợ theo hướng xuống dưới. Lực phải được giữ trong 1 min.

Đối với các bộ phận EESS có (các) tay cầm, EUT phải được hỗ trợ bởi (các) tay cầm và một lực bằng 4 lần trọng lượng của EUT được tác dụng theo hướng xuống dưới. Nếu có nhiều hơn một tay cầm, trọng lượng tăng thêm phải được phân bổ giữa các tay cầm.

8.3.5 Va đập và rung động trong quá trình vận chuyển và các sự kiện địa chấn

Va đập và rung động trong quá trình vận chuyển và các sự kiện địa chấn phải được tính đến trong chừng mực liên quan, đặc biệt khi EESS có thể được vận chuyển. EESS điện hóa (BEES) phải được thử nghiệm theo IEC 62933-5-2 đối với những mối nguy này.

8.4 Xác nhận và kiểm tra EESS – Mối nguy từ chất lỏng (nhiệt độ cao hoặc thấp, áp suất cao, dễ cháy, ăn mòn, ăn da hoặc độc hại)

8.4.1 Quy định chung

Các thử nghiệm này áp dụng cho các hệ thống chứa chất lỏng cho hoạt động của chúng ở áp suất từ 103 kPa trở lên; nhiệt độ chất lỏng trên 50 °C; nhiệt độ chất lỏng thấp hơn hoặc bằng -10 °C đối với vật liệu kim loại và -25 °C đối với vật liệu phi kim loại; và các hệ thống chứa chất lỏng dễ cháy, ăn mòn hoặc ăn da ($\text{pH} \leq 2$ hoặc $\text{pH} \geq 12,5$) hoặc độc hại.

Đối với các bộ phận đã đáp ứng các quy định địa phương hiện hành (ví dụ chỉ thị về áp suất), không cần phải thực hiện thử nghiệm này.

8.4.2 Thử nghiệm độ bền của các bộ phận chứa chất lỏng nguy hiểm

a) Mục đích:

Các bộ phận chứa chất lỏng nguy hiểm như được nêu trong Bảng 2 phải có đủ độ bền để ngăn ngừa các mối nguy. Các thông số này có thể thay đổi tùy thuộc vào các quy định hiện hành.

b) Yêu cầu: Do kết quả của thử nghiệm độ bền ngăn chặn, không được có gãy, biến dạng, vỡ hoặc hư hỏng khác đối với các bộ phận chứa chất lỏng.

c) Phương pháp: Các bộ phận của EESS chứa chất lỏng nguy hiểm (khí hoặc lỏng) phải được thử nghiệm độ bền thủy tĩnh ở mức 1,5 lần áp suất thiết kế của hệ thống trong khoảng thời gian 1 min sau khi đạt áp suất tối đa. Áp suất phải được tăng dần cho đến khi đạt áp suất tối đa trong khoảng 1 min bằng cách sử dụng chất lỏng được sử dụng trong hệ thống hoặc nước. Thử nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ môi trường phòng.

Như một phương pháp thay thế, các bộ phận chứa chất lỏng nguy hiểm của EESS có thể được thử nghiệm độ bền khí nén ở mức 1,3 lần áp suất thiết kế của hệ thống trong khoảng thời gian 1 min sau khi đạt áp suất tối đa. Áp suất phải được tăng dần cho đến khi đạt áp suất tối đa trong khoảng 1 min bằng cách sử dụng không khí hoặc khí trơ. Thử nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ môi trường phòng.

Bảng 2 – Các thông số thử nghiệm cho thử nghiệm độ bền

Mối nguy từ chất lỏng	Loại thử nghiệm	Thông số thử nghiệm ^a
Dễ cháy, ăn mòn/ăn da ^e hoặc độc hại	Thủy tĩnh	1,5 lần áp suất thiết kế
	Khí nén	1,3 lần áp suất thiết kế
Nhiệt độ cao ^b	Thủy tĩnh	1,5 lần áp suất thiết kế
	Khí nén	1,3 lần áp suất thiết kế
Nhiệt độ thấp ^c	Thủy tĩnh	1,5 lần áp suất thiết kế
	Khí nén	1,3 lần áp suất thiết kế
Áp suất cao ^d	Thủy tĩnh	1,5 lần áp suất thiết kế
	Khí nén	1,3 lần áp suất thiết kế

^aThuật ngữ "áp suất thiết kế" là áp suất tối đa mà hệ thống có thể đạt được trong mọi thông số vận hành như được xác định thông qua áp suất hoạt động của thiết bị giảm áp.
^bNhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 50°C.
^cNhiệt độ thấp hơn hoặc bằng -10°C đối với vật liệu kim loại và -25°C đối với vật liệu phi kim loại.
^dÁp suất lớn hơn hoặc bằng 105 kPa.
^eĂn mòn được định nghĩa là bất cứ thứ gì có độ pH nhỏ hơn hoặc bằng 2 hoặc độ pH lớn hơn hoặc bằng 12,5

8.4.3 Thử nghiệm rò rỉ của các bộ phận chứa chất lỏng nguy hiểm

a) Mục đích:

Các bộ phận chứa chất lỏng nguy hiểm như được nêu trong Bảng 3 phải được thiết kế để ngăn ngừa các mối nguy rò rỉ. Các thông số này có thể thay đổi tùy thuộc vào các quy định hiện hành.

b) Yêu cầu: Do kết quả của thử nghiệm rò rỉ ngăn chặn, không được có gãy, biến dạng, vỡ hoặc hư hỏng khác đối với các bộ phận chứa chất lỏng và không được có bằng chứng về rò rỉ.

Đối với việc ngăn chặn chất lỏng dễ cháy, nếu dựa vào thông gió cơ học để ngăn chặn nồng độ dễ cháy nhằm duy trì nồng độ thấp hơn hoặc bằng 25 % giới hạn dưới của tính dễ cháy (LFL), thì thử nghiệm đánh giá thông gió cơ học của 8.5.2 phải được tiến hành thêm nếu có bằng chứng về rò rỉ trong quá trình thử nghiệm này.

c) Phương pháp: Các bộ phận của EESS chứa chất lỏng nguy hiểm (khí hoặc lỏng) phải được thử nghiệm rò rỉ thủy tĩnh ở mức 1,5 lần áp suất vận hành tối đa của hệ thống trong khoảng thời gian 1 min sau khi đạt áp suất tối đa. Áp suất phải được tăng dần cho đến khi đạt áp suất tối đa trong khoảng 1 min bằng cách sử dụng chất lỏng được sử dụng trong hệ thống hoặc nước. Thử nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ môi trường phòng.

Bằng chứng về rò rỉ khi tiến hành thử nghiệm rò rỉ thủy tĩnh phải được xác định thông qua bằng chứng về chất lỏng tại các kết nối đường ống hoặc các khu vực có khả năng rò rỉ khác hoặc bằng bằng chứng về sự suy giảm áp suất trong khoảng thời gian giữ 1 min.

Như một phương pháp thay thế, các bộ phận nói trên của EESS có thể được thử nghiệm rò rỉ khí nén ở mức 1,3 lần áp suất vận hành tối đa của hệ thống trong khoảng thời gian 1 min sau khi đạt áp suất tối đa. Áp suất phải được tăng dần cho đến khi đạt áp suất tối đa trong khoảng 1 min bằng cách sử dụng không khí hoặc khí trơ. Thử nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ môi trường phòng.

Bằng chứng về sự rò rỉ khi tiến hành thử nghiệm rò rỉ bằng khí nén phải được xác định thông qua việc sử dụng dung dịch phát hiện rò rỉ tại các khu vực kết nối đường ống và các khu vực có khả năng rò rỉ khác hoặc thông qua bằng chứng về sự sụt giảm áp suất trong khoảng thời gian giữ 1 min.

Bảng 3 – Các thông số thử nghiệm cho thử nghiệm rò rỉ

Mối nguy từ chất lỏng	Loại thử nghiệm	Thông số thử nghiệm ^a
Dễ cháy, ăn mòn ^e hoặc độc hại	Thủy tĩnh	1,5 lần áp suất vận hành tối đa
	Khí nén	1,3 lần áp suất vận hành tối đa
Nhiệt độ cao ^b	Thủy tĩnh	1,5 lần áp suất vận hành tối đa
	Khí nén	1,3 lần áp suất vận hành tối đa
Nhiệt độ thấp ^c	Thủy tĩnh	1,5 lần áp suất vận hành tối đa
	Khí nén	1,3 lần áp suất vận hành tối đa
Áp suất cao ^d	Thủy tĩnh	1,5 lần áp suất vận hành tối đa
	Khí nén	1,3 lần áp suất vận hành tối đa

^a Thuật ngữ "áp suất vận hành tối đa" là áp suất tối đa mà hệ thống có thể đạt được trong mọi điều kiện vận hành bình thường.

^b Nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 50 °C.

^c Nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng -10 °C đối với vật liệu kim loại và -25 °C đối với vật liệu phi kim loại.

^d Áp suất lớn hơn hoặc bằng 105 kPa.

^e Ăn mòn được định nghĩa là bất cứ thứ gì có độ pH nhỏ hơn hoặc bằng 2 hoặc độ pH lớn hơn hoặc bằng 12,5.

8.4.4 Thử nghiệm áp suất bắt đầu xả

a) Mục đích:

Các thiết bị giảm áp phải hoạt động ở các áp suất dự kiến để ngăn ngừa nguy hiểm.

Thử nghiệm này không áp dụng cho các thiết bị giảm áp đã được đánh giá trước đó theo một tiêu chuẩn khu vực hoặc quốc tế phù hợp.

CHÚ THÍCH: Một ví dụ về tiêu chuẩn là mã ASME cho Nồi hơi và Bình chịu áp lực.

b) Yêu cầu: Áp suất bắt đầu xả được đo phải nằm trong khoảng từ 90 % đến 100 % cài đặt áp suất bắt đầu xả danh định của nó.

c) Phương pháp: Đối với một van giảm áp có thể đặt lại, ba mẫu van giảm áp có thể đặt lại phải được thử nghiệm, và mỗi mẫu phải được thử nghiệm ba lần với áp suất không khí tăng dần. Áp suất mà tại đó thiết bị bắt đầu mở phải được ghi lại bằng một đồng hồ đo áp suất đã được hiệu chuẩn có phạm vi ít nhất là 150 % áp suất vận hành tối đa dự kiến của thiết bị giảm áp. Áp suất bắt đầu xả của mỗi mẫu là giá trị trung bình của ba lần thử. Giá trị bắt đầu xả của van giảm áp có thể đặt lại là giá trị trung bình cao nhất cho ba mẫu được thử nghiệm.

Đối với một thiết bị giảm áp không thể đặt lại, ba mẫu của thiết bị giảm áp phải được thử nghiệm, và mỗi mẫu phải được thử nghiệm với áp suất không khí tăng dần. Áp suất mà tại đó thiết bị bắt đầu mở phải được ghi lại bằng một đồng hồ đo áp suất đã được hiệu chuẩn có phạm vi ít nhất là 150 % áp suất vận hành tối đa dự kiến của thiết bị giảm áp. Giá trị bắt đầu xả của thiết bị giảm áp không thể đặt lại là giá trị cao nhất cho ba mẫu được thử nghiệm.

8.5 Xác nhận và kiểm tra EESS – Môi nguy nổ và nồng độ dễ cháy

8.5.1 Phát hiện khí và phát hiện khí thoát ra

Nếu phân tích rủi ro theo kết quả của 6.3 cho thấy khí dễ cháy có thể được phát ra từ EESS, EESS phải được thử nghiệm bằng một phương pháp thử nghiệm phù hợp để xác minh hiệu quả của hệ thống phát hiện khí.

EESS điện hóa (BEES) phải được thử nghiệm theo IEC 62933-5-2 để phát hiện khí và phát hiện khí thoát ra.

8.5.2 Đánh giá thông gió cơ học

a) Mục đích:

Một EESS dựa vào thông gió cơ học để ngăn chặn nồng độ dễ cháy phải được đánh giá để đảm bảo rằng thông gió đủ để ngăn chặn nồng độ dễ cháy (tức là $\leq 25\%$ LFL).

EESS điện hóa (BEES) phải được thử nghiệm theo IEC 62933-5-2 về thông gió.

b) Yêu cầu: Trong thời gian phát thải, nồng độ của một khí thử nghiệm ở gần thiết bị có khả năng gây cháy nằm ngoài khu vực pha loãng không được vượt quá hai lần giá trị quy định trong IEC 60079-2:2014, Điều A.2, và phải được giảm xuống dưới giá trị quy định trong vòng 30 min.

c) Phương pháp: Một thử nghiệm pha loãng theo IEC 60079-2:2014, 16.5.4.2, phải được tiến hành để đánh giá hiệu quả của thông gió cơ học.

8.6 Xác nhận và kiểm tra EESS – Mối nguy phát sinh từ trường điện, trường từ và trường điện từ

EESS điện hóa (BESS) phải được thử nghiệm theo IEC 62933-5-2 đối với các mối nguy phát sinh từ trường điện, từ và điện từ.

a) Mục đích: EESS phải có đủ khả năng miễn nhiễm chống lại các nhiễu loạn điện, từ và điện từ để ngăn ngừa phát sinh mối nguy. Các chức năng liên quan đến an toàn của EESS phải được đánh giá về độ tin cậy và an toàn khi tiếp xúc với các trường điện, từ và điện từ.

b) Yêu cầu: EESS và các chức năng liên quan đến an toàn của EESS phải hoạt động theo phân tích rủi ro sau khi đánh giá phơi nhiễm EM.

Phát xạ EM của EESS không được gây nhiễu cho môi trường xung quanh. Quy định địa phương có thể áp dụng.

c) Phương pháp: EESS phải được tích hợp với thiết bị tuân thủ IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3, IEC 61000-6-4, IEC 61000-6-5 về phơi nhiễm EM và phát xạ EM tùy theo trường hợp áp dụng. Các tiêu chuẩn IEC hoặc CISPR khác có thể được sử dụng tùy thuộc vào địa điểm lắp đặt. Quy định địa phương có thể áp dụng.

Các chức năng an toàn của các hệ thống con liên quan đến an toàn của EESS phải tuân thủ IEC 61000-6-7, hoặc an toàn chức năng phải được xem xét liên quan đến các hiện tượng điện từ theo IEC 61000-1-2, nếu áp dụng.

8.7 Xác nhận và kiểm tra EESS – Mối nguy lan truyền cháy

Nếu phân tích rủi ro cho thấy cần phải xác nhận và thử nghiệm EESS về mối nguy lan truyền cháy, điều này phải được xem xét. Theo hiểu biết hiện tại, BESS là EESS liên quan nhiều nhất đến vấn đề mối nguy lan truyền cháy này.

EESS điện hóa (BESS) phải được thử nghiệm theo IEC 62933-5-2 về mối nguy lan truyền cháy.

8.8 Xác nhận và kiểm tra EESS – Mối nguy về nhiệt

8.8.1 Quy định chung

EESS điện hóa (BESS) phải được thử nghiệm theo IEC 62933-5-2 về các mối nguy về nhiệt.

8.8.2 Ngăn chặn các chất lỏng có nhiệt độ nguy hiểm (thấp hoặc cao)

EESS chứa chất lỏng có nhiệt độ nguy hiểm (50 °C trở lên hoặc nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng -10 °C đối với vật liệu kim loại và -25 °C đối với vật liệu phi kim loại) phải được thử nghiệm độ bền của các bộ phận chứa chất lỏng theo 8.4.2 và thử nghiệm rò rỉ của các bộ phận chứa chất lỏng theo 8.4.3.

8.8.3 Các thử nghiệm nhiệt độ trong điều kiện hoạt động bình thường

a) Mục đích:

Thử nghiệm hoạt động bình thường nhằm đảm bảo rằng EEES hoạt động như dự kiến trong các điều kiện sạc và xả bình thường tối đa.

b) Yêu cầu:

Tất cả các chức năng trên phải hoạt động như thiết kế. Nhiệt độ của các thành phần và hệ thống tích trữ năng lượng không được vượt quá giới hạn.

c) Phương pháp:

Thử nghiệm nhiệt độ chung trong quá trình sạc và xả của hệ thống bằng cách xem xét nhiệt độ trên các thành phần nhạy cảm với nhiệt độ và kiểm tra các thông số vận hành.

EEES phải được vận hành ở điều kiện tải bình thường tối đa để sạc và xả. Trong quá trình vận hành này, nhiệt độ trên các thành phần quan trọng về nhiệt độ bao gồm các hệ thống tích trữ năng lượng phải được theo dõi để xác định xem chúng có hoạt động trong phạm vi nhiệt độ quy định của chúng hay không.

8.9 Xác nhận và kiểm tra EEES – Tác động hóa học

8.9.1 Thử nghiệm độ bền

EEES chứa chất lỏng nguy hiểm (độc hại, ăn mòn hoặc dễ cháy) phải được thử nghiệm độ bền của các bộ phận chứa chất lỏng theo 8.4.2.

8.9.2 Thử nghiệm rò rỉ

EEES chứa chất lỏng nguy hiểm (độc hại, ăn mòn hoặc dễ cháy) phải được thử nghiệm rò rỉ của các bộ phận chứa chất lỏng theo 8.4.3.

8.10 Xác nhận và kiểm tra EEES – Môi nguy phát sinh từ môi trường

8.10.1 Quy định chung

Các thử nghiệm phơi nhiễm môi trường đối với EEES điện hóa (BEES) được đề cập trong IEC 62933-5-2.

8.10.2 Sự xâm nhập của độ ẩm

EESS phải được cung cấp đủ biện pháp bảo vệ chống lại sự xâm nhập của độ ẩm cho việc lắp đặt và định mức quy định của nó để ngăn ngừa nguy hiểm. Thử nghiệm bảo vệ khỏi phơi nhiễm với độ ẩm được đề cập trong 8.2.3.

8.10.3 Tiếp xúc với môi trường biển

a) Mục đích:

Vỏ bọc EESS phải được cung cấp đủ biện pháp bảo vệ chống lại phơi nhiễm sương muối có thể dẫn đến tình trạng nguy hiểm nếu nó được quy định để lắp đặt trong môi trường biển.

CHÚ THÍCH 1: Việc lắp đặt trong môi trường biển sẽ được coi là lắp đặt tại bờ của một vùng nước mặn (ví dụ: bến cảng hoặc cầu tàu) hoặc trên một con tàu.

Nếu có các lỗ hở trong vỏ bọc, việc đánh giá cũng phải xem xét phơi nhiễm của các thành phần bên trong. Một vỏ bọc có mã IP67 (chống xâm nhập bụi và ngâm nước) hoặc tương đương hoặc cao hơn thì không yêu cầu thử nghiệm sương muối để đánh giá phơi nhiễm của các thành phần bên trong.

CHÚ THÍCH 2: NEMA Loại 4X và 6P được coi là phù hợp cho các lắp đặt ngoài trời có thể có phơi nhiễm sương muối.

Các lớp phủ theo bộ ISO 12944 (bảo vệ chống ăn mòn kết cấu thép) có mã C5M được coi là có khả năng chống phơi nhiễm trong môi trường biển và không yêu cầu thử nghiệm thêm về khả năng chống chịu của vật liệu vỏ bọc.

b) Yêu cầu: Vỏ bọc EESS phải đủ để ngăn ngừa sự suy giảm có thể dẫn đến tình trạng nguy hiểm do phơi nhiễm với sương muối.

c) Phương pháp: EESS phải được thử nghiệm phơi nhiễm sương muối đánh giá theo IEC 60068-2-52 bằng cách sử dụng các quy trình thử nghiệm cho phương pháp thử nghiệm 1 (mức độ nghiêm trọng 1) đối với các lắp đặt trên tàu hoặc phương pháp thử nghiệm 2 (mức độ nghiêm trọng 2) đối với các lắp đặt tại bờ của một vùng nước mặn.

Đối với thử nghiệm này, có thể sử dụng các cụm lắp ráp phụ đại diện.

Khi kết thúc điều hòa, EESS được kiểm tra các dấu hiệu hư hỏng có thể dẫn đến tình trạng nguy hiểm tiềm ẩn.

8.11 Xác nhận và kiểm tra EESS – Mối nguy phát sinh từ sự cố của hệ thống phụ trợ, điều khiển và truyền thông

8.11.1 Quy định chung

EESS bao gồm các hệ thống chính, phụ trợ và điều khiển như được hiển thị trong Hình 7. Một lỗi phát sinh trong bất kỳ hệ thống con nào trong số này đều có thể tác động đến toàn bộ hệ thống và dẫn đến nguy hiểm cho hệ thống đó.

8.11.2 Sự cố của hệ thống phụ trợ

8.11.2.1 Quy định chung

a) Mục đích:

Khi mất nguồn điều khiển, các cơ chế bảo vệ của hệ thống có thể không hoạt động đúng cách. Các biến động điện áp thấp hoặc cao của nguồn điều khiển vượt quá các mức quy định có thể tác động đến các thiết bị và thành phần đảm bảo an toàn cho EESS.

b) Yêu cầu:

Không có sự cố tiềm ẩn nào của hệ thống phụ trợ được phép gây ra cháy, nổ hoặc trạng thái không an toàn của EESS. Đối với tất cả các điều kiện được thử nghiệm, chức năng an toàn của EESS không được bị tác động và phải phản ứng theo kết quả dự kiến của phân tích rủi ro.

c) Phương pháp:

Việc xác minh các điều kiện lỗi của hệ thống phụ trợ liên quan đến an toàn được xác định bởi phân tích rủi ro, chẳng hạn như các mục sau đây, phải bao gồm thử nghiệm áp dụng cho hệ thống phụ trợ:

- 1) mất hoàn toàn nguồn điều khiển;
- 2) mất một phần nguồn điều khiển;
- 3) mất tạm thời nguồn điều khiển;
- 4) điện áp nguồn điều khiển vượt quá mức điện áp chấp nhận được;
- 5) điện áp nguồn điều khiển giảm xuống dưới mức điện áp chấp nhận được;
- 6) sự cố hệ thống làm mát;
- 7) mất tạm thời đầu vào điều khiển;
- 8) sự cố hệ thống phụ trợ khác.

8.11.2.2 Mất hoàn toàn nguồn điều khiển cho hệ thống phụ trợ

Với EESS ở trạng thái sạc (SOC) khoảng 50 %, nó phải được xả ở công suất tối đa. Sau 10 min hoạt động, 100 % nguồn điều khiển (ví dụ: nguồn cấp cho bộ điều khiển logic khả trình (PLC)) bị tắt trong khi hệ thống vẫn đang xả. Sau đó, hệ thống phải được quan sát cho đến khi có kết quả cuối cùng sau khi áp dụng điều kiện lỗi.

CHÚ THÍCH 1: Trạng thái sạc không thể tới hạn, vì vậy SOC có thể ở một mức SOC trung bình nào đó.

CHÚ THÍCH 2: 100 % nguồn điều khiển là nguồn cấp danh định của PLC.

CHÚ THÍCH 3: Đối với các hệ thống không thể duy trì hoạt động 10 min ở SOC 50 %, chẳng hạn như một số hệ thống bánh đà, SOC của EESS có thể được điều chỉnh lên một giá trị cao hơn và thời gian hoạt động trước khi đưa vào điều kiện lỗi có thể được giảm xuống khoảng một nửa tổng thời gian hoạt động có khả năng ở SOC đó.

Lặp lại thử nghiệm với EESS được sạc ở công suất tối đa.

8.11.2.3 Mất một phần nguồn điều khiển cho hệ thống phụ trợ

EESS phải được thử nghiệm dựa trên các điều kiện của nguồn cấp cho PLC cho thử nghiệm này.

- Nếu nguồn cấp cho PLC thông qua một thiết bị duy nhất, thử nghiệm này không áp dụng.
- Nếu PLC được cấp nguồn bởi hai nguồn (ví dụ: hai bộ nguồn):

Với EESS ở trạng thái sạc khoảng 50 %, nó phải được xả ở công suất tối đa. Sau 10 min hoạt động, 50 % nguồn điều khiển (ví dụ: nguồn cấp cho bộ điều khiển logic khả trình) bị tắt bằng cách tắt một trong hai bộ nguồn cấp cho PLC trong khi hệ thống vẫn đang xả. EESS phải được quan sát cho đến khi có kết quả cuối cùng sau khi áp dụng điều kiện lỗi.

CHÚ THÍCH 1: Trạng thái sạc không thể tới hạn, vì vậy SOC có thể ở một mức SOC trung bình nào đó.

CHÚ THÍCH 2: Đối với các hệ thống không thể duy trì hoạt động 10 min ở SOC 50 %, chẳng hạn như một số hệ thống bánh đà, SOC của EESS có thể được điều chỉnh lên một giá trị cao hơn và thời gian hoạt động trước khi đưa vào điều kiện lỗi có thể được giảm xuống khoảng một nửa tổng thời gian hoạt động có khả năng ở SOC đó.

CHÚ THÍCH 3: Nếu công suất từ các bộ nguồn khác nhau không bằng nhau, mỗi bộ nguồn cung cấp một công suất khác nhau sẽ bị tắt trong quá trình thử nghiệm, lần lượt từng bộ một.

- Nếu PLC được cấp nguồn bởi ba nguồn (ví dụ: ba bộ nguồn):

Với EESS ở trạng thái sạc khoảng 50 %, nó phải được xả ở công suất tối đa. Sau 10 min hoạt động, 33 % nguồn điều khiển (ví dụ: nguồn cấp cho bộ điều khiển logic khả trình) bị loại bỏ bằng cách tắt một trong ba bộ nguồn và sau đó 66 % nguồn điều khiển bị loại bỏ bằng cách tắt hai trong ba bộ nguồn trong khi hệ thống vẫn đang xả. EESS phải được quan sát cho đến khi có kết quả cuối cùng sau khi áp dụng điều kiện lỗi.

CHÚ THÍCH 4: Ví dụ này đề cập đến trường hợp có một bộ nguồn cho một PLC một dòng. Thông thường có các đơn vị cấp nguồn khác nhau trong EESS. Tổng số đơn vị cấp nguồn trên các dòng khác nhau của các PLC khác nhau (ví dụ: một bộ nguồn cho dòng PLC 1 và một bộ nguồn cho dòng PLC 2) sẽ được xem xét. Đối với trường hợp này, thử nghiệm sẽ được tiến hành bằng cách tắt một trong hai bộ nguồn cho 50 % nguồn điều khiển bị tắt.

CHÚ THÍCH 5: Trạng thái sạc không thể tới hạn, vì vậy SOC có thể ở một mức SOC trung bình nào đó.

CHÚ THÍCH 6: Đối với các hệ thống không thể duy trì hoạt động 10 min ở SOC 50 %, chẳng hạn như một số hệ thống bánh đà, SOC của EESS có thể được điều chỉnh lên một giá trị cao hơn và thời gian hoạt động trước khi đưa vào điều kiện lỗi có thể được giảm xuống khoảng một nửa tổng thời gian hoạt động có khả năng ở SOC đó.

Lặp lại thử nghiệm với EESS được sạc ở công suất tối đa.

8.11.2.4 Mất tạm thời nguồn điều khiển cho hệ thống điện phụ trợ

Với EESS ở trạng thái sạc khoảng 50 %, nó phải được xả ở công suất tối đa. Sau 10 min, 100 % nguồn điều khiển (ví dụ: nguồn cấp cho bộ điều khiển logic khả trình) phải được tắt trong 5 min trong khi hệ thống vẫn đang xả. Sau 5 min mất điện, 100 % nguồn cho điều khiển được phục hồi và hệ thống được

quan sát cho đến khi có kết quả cuối cùng trong khi EESS vẫn đang hoạt động. Lặp lại thử nghiệm với EESS được sạc ở công suất tối đa.

CHÚ THÍCH 1: Trạng thái sạc không thể tới hạn, vì vậy SOC có thể ở một mức SOC trung bình nào đó.

CHÚ THÍCH 2: Đối với các hệ thống không thể duy trì hoạt động 10 min ở SOC 50 %, chẳng hạn như một số hệ thống bánh đà, SOC của EESS có thể được điều chỉnh lên một giá trị cao hơn và thời gian hoạt động trước khi đưa vào điều kiện lỗi có thể được giảm xuống khoảng một nửa tổng thời gian hoạt động có khả năng ở SOC đó.

8.11.2.5 Mất tạm thời đầu vào điều khiển

Với EESS ở trạng thái sạc khoảng 50 %, nó phải được xả ở công suất tối đa trong 10 min. Sau 10 min, ngắt đầu vào điều khiển của EESS trong 30 s và sau đó kết nối lại trong khi hệ thống vẫn đang xả. Hệ thống phải được quan sát cho đến khi có kết quả cuối cùng sau khi áp dụng điều kiện lỗi.

Lặp lại thử nghiệm với EESS được sạc ở công suất tối đa.

CHÚ THÍCH 1: Trạng thái sạc không thể tới hạn, vì vậy SOC có thể ở một mức SOC trung bình nào đó.

CHÚ THÍCH 2: Đối với các hệ thống không thể duy trì hoạt động 10 min ở SOC 50 %, chẳng hạn như một số hệ thống bánh đà, SOC của EESS có thể được điều chỉnh lên một giá trị cao hơn và thời gian hoạt động trước khi đưa vào điều kiện lỗi có thể được giảm xuống khoảng một nửa tổng thời gian hoạt động có khả năng ở SOC đó.

8.11.2.6 Điện áp nguồn điều khiển vượt quá mức điện áp chấp nhận được

Với EESS ở trạng thái sạc khoảng 50 %, nó phải được xả ở công suất tối đa. Sau 10 min, điện áp nguồn điều khiển (ví dụ: điện áp nguồn cấp của PLC) được tăng lên 20 % so với điện áp chấp nhận được tối đa của điện áp nguồn cấp PLC trong khi hệ thống vẫn đang xả. Hệ thống phải được quan sát cho đến khi có kết quả cuối cùng sau khi áp dụng điều kiện lỗi.

CHÚ THÍCH 1: Thông thường phạm vi điện áp nguồn cấp PLC là từ 19 V DC đến 30 V DC (điện áp trong phạm vi này được coi là mức điện áp chấp nhận được).

CHÚ THÍCH 2: Trạng thái sạc không thể tới hạn, vì vậy SOC có thể ở một mức SOC trung bình nào đó.

CHÚ THÍCH 3: Đối với các hệ thống không thể duy trì hoạt động 10 min ở SOC 50 %, chẳng hạn như một số hệ thống bánh đà, SOC của EESS có thể được điều chỉnh lên một giá trị cao hơn và thời gian hoạt động trước khi đưa vào điều kiện lỗi có thể được giảm xuống khoảng một nửa tổng thời gian hoạt động có khả năng ở SOC đó.

Lặp lại thử nghiệm với EESS được sạc ở công suất tối đa.

8.11.2.7 Điện áp nguồn điều khiển giảm xuống dưới mức điện áp chấp nhận được

Với EESS ở trạng thái sạc khoảng 50 %, nó phải được xả ở công suất tối đa. Sau 10 min, điện áp nguồn điều khiển (điện áp nguồn cấp của PLC) phải được giảm xuống 20 % dưới mức điện áp chấp nhận được tối thiểu trong khi hệ thống vẫn đang xả. Hệ thống phải được quan sát cho đến khi có kết quả cuối cùng sau khi áp dụng điều kiện lỗi.

CHÚ THÍCH 1: Thông thường phạm vi điện áp nguồn cấp PLC là từ 19 V DC đến 30 V DC (điện áp trong phạm vi này được coi là mức điện áp chấp nhận được).

CHÚ THÍCH 2: Trạng thái sạc không thể tới hạn, vì vậy SOC có thể ở một mức SOC trung bình nào đó.

CHÚ THÍCH 3: Đối với các hệ thống không thể duy trì hoạt động 10 min ở SOC 50 %, chẳng hạn như một số hệ thống bánh đà, SOC của EESS có thể được điều chỉnh lên một giá trị cao hơn và thời gian hoạt động trước khi đưa vào điều kiện lỗi có thể được giảm xuống khoảng một nửa tổng thời gian hoạt động có khả năng ở SOC đó.

Lặp lại thử nghiệm với EESS được sạc ở công suất tối đa.

8.11.2.8 Sự cố hệ thống làm mát

Với EESS ở trạng thái sạc tối đa theo thông số kỹ thuật của nhà chế tạo, cho EESS xả ở công suất tối đa cho đến khi nhiệt độ môi trường bên trong hệ thống của EESS gần đạt đến nhiệt độ cao nhất, với hệ thống làm mát của nó đang hoạt động. Sau đó, hệ thống làm mát bị tắt để mô phỏng một lỗi của hệ thống làm mát trong khi EESS đang hoạt động. Hệ thống phải được quan sát cho đến khi có kết quả cuối cùng sau khi áp dụng điều kiện lỗi.

Lặp lại thử nghiệm với EESS được sạc ở công suất tối đa từ trạng thái sạc ban đầu khoảng 10 %.

8.11.2.9 Sự cố hệ thống phụ trợ khác

Chế độ thử nghiệm cho các sự cố hệ thống phụ trợ khác phụ thuộc vào loại hệ thống phụ trợ. Các sự cố hệ thống phụ trợ khác cần thử nghiệm phải được xác định là kết quả của phân tích rủi ro. Một số ví dụ là:

- sự cố hệ thống phòng cháy chữa cháy;
- sự cố UPS.

8.11.3 Sự cố của hệ thống điều khiển EES

a) Mục đích:

Khi hệ thống điều khiển EESS cung cấp thông tin điều khiển không chính xác cho bộ xử lý của hệ thống chuyển đổi năng lượng, EESS có thể bị hỏng và rơi vào tình trạng không an toàn. Các điều kiện lỗi liên quan đến an toàn được xác định trong phân tích rủi ro, chẳng hạn như lỗi điều khiển quản lý EESS, phải được thử nghiệm.

b) Yêu cầu:

Đối với các điều kiện được thử nghiệm, chức năng an toàn của EESS không được bị tác động, và các chức năng an toàn phải hoạt động theo kết quả dự kiến của phân tích rủi ro.

c) Phương pháp:

EESS phải ở trạng thái sạc mà có đủ năng lượng để thử nghiệm nhưng không được sạc đầy. EESS phải được xả ở công suất tối đa trong 10 min.

Sau 10 min xả, áp dụng điều khiển không chính xác của EESS (ví dụ: đặt điểm đặt công suất tác dụng vượt quá giới hạn khả năng của PLC của EESS). Hệ thống phải được quan sát cho đến khi có các điều kiện cuối cùng sau khi áp dụng điều kiện lỗi.

Lặp lại thử nghiệm với EESS được sạc ở công suất tối đa.

8.11.4 Sự cố truyền thông nội bộ EESS

a) Mục đích:

Khi đường truyền thông nội bộ bị ngắn mạch hoặc hở mạch, hoặc khi tín hiệu điều khiển nội bộ bị nhiễu, có khả năng EESS sẽ không hoạt động đúng cách.

CHÚ THÍCH: Tất cả các đường truyền thông bên trong EESS (bao gồm cả các đường truyền thông giữa các hệ thống con) được coi là các đường truyền thông nội bộ. Các đường truyền thông được kết nối bên ngoài tại giao diện truyền thông của EESS được coi là các đường truyền thông bên ngoài.

b) Yêu cầu: Đối với tất cả các điều kiện được thử nghiệm, chức năng an toàn của EESS không được bị tác động, và các chức năng an toàn phải hoạt động theo kết quả dự kiến của phân tích rủi ro.

c) Phương pháp: Các điều kiện lỗi truyền thông nội bộ liên quan đến an toàn được xác định bởi phân tích rủi ro, chẳng hạn như các mục được nêu dưới đây, phải được thử nghiệm:

1) Đường truyền thông nội bộ bị hở mạch

Trạng thái bắt đầu của EESS với trạng thái sạc có đủ năng lượng để thử nghiệm nhưng không được sạc đầy, được xả ở công suất tối đa trong 10 min. Sau 10 min, mở đường truyền thông nội bộ của EESS. Hệ thống phải được quan sát cho đến khi có các điều kiện cuối cùng sau khi áp dụng điều kiện lỗi. Lặp lại thử nghiệm với sạc ở công suất tối đa.

2) Đường truyền thông nội bộ bị ngắn mạch

Trạng thái bắt đầu của EESS với trạng thái sạc có đủ năng lượng để thử nghiệm nhưng không được sạc đầy, được xả ở công suất tối đa trong 10 min. Sau 10 min, ngắn mạch đường truyền thông nội bộ của EESS. Hệ thống phải được quan sát cho đến khi có các điều kiện cuối cùng sau khi áp dụng điều kiện lỗi. Lặp lại thử nghiệm với sạc ở công suất tối đa.

3) Đường truyền thông nội bộ bị nhiễu (nhiều được áp dụng trên đường truyền thông)

Trạng thái bắt đầu của EESS với trạng thái sạc có đủ năng lượng để thử nghiệm nhưng không được sạc đầy, được xả ở công suất tối đa trong 10 min. Sau 10 min, áp dụng nhiễu vào đường truyền thông nội bộ của EESS. Hệ thống phải được quan sát cho đến khi có các điều kiện cuối cùng sau khi áp dụng điều kiện lỗi. Lặp lại thử nghiệm với sạc ở công suất tối đa.

CHÚ THÍCH 1: Việc mở đường dây (nội bộ và bên ngoài) có thể được thực hiện bằng cách rút phích cắm ra khỏi cáp truyền thông (ví dụ CAN BUS).

CHÚ THÍCH 2: Việc ngắn mạch đường dây (nội bộ và bên ngoài) có thể được thực hiện bằng một ngắn mạch trên ít nhất hai đường dây của đầu cuối cáp truyền thông (ví dụ CAN BUS) theo phân tích rủi ro.

CHÚ THÍCH 3: Nhiễu của đường dây (nội bộ và bên ngoài) sẽ được chọn tham chiếu đến môi trường của địa điểm lắp đặt (tức là dân dụng, công nghiệp hoặc trạm biến áp). Sau đây là các tiêu chuẩn tham chiếu để chọn nhiễu áp dụng trên EESS: IEC 61000-1-2, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-5, và IEC 61000-6-7.

8.11.5 Sự cố truyền thông bên ngoài EESS

a) Mục đích: Có một số yếu tố có thể tác động đến hoạt động an toàn của EESS, được trình bày dưới đây. Các yếu tố này phải được xem xét trong quá trình thiết kế; phân tích rủi ro cấp hệ thống (ví dụ: FMEA), và thử nghiệm phải được thực hiện để đảm bảo rằng EESS chuyển sang trạng thái an toàn trong mỗi trường hợp:

- 1) đường truyền thông bên ngoài bị hở;
- 2) đường truyền thông bên ngoài bị ngắn mạch;
- 3) đường truyền thông bên ngoài bị nhiễu.

b) Yêu cầu: Đối với tất cả các điều kiện được thử nghiệm, chức năng an toàn của EESS không được bị tác động, và các chức năng an toàn phải hoạt động theo kết quả dự kiến của phân tích rủi ro.

c) Phương pháp:

- 1) Đường truyền thông bên ngoài bị hở, chế độ thử nghiệm

Điều kiện bắt đầu cho EESS là trạng thái sạc khoảng 50 % và công suất tối đa khi xả trong 10 min. Sau 10 min, mở đường truyền thông bên ngoài của EESS. Hệ thống phải được quan sát sau khi áp dụng điều kiện lỗi hở mạch cho đến khi có kết quả cuối cùng. Lặp lại thử nghiệm với công suất tối đa khi sạc.

- 2) Đường truyền thông bên ngoài bị ngắn mạch, chế độ thử nghiệm

Điều kiện bắt đầu cho EESS là trạng thái sạc khoảng 50 % và công suất tối đa khi xả trong 10 min. Sau 10 min, ngắn mạch đường truyền thông bên ngoài của EESS. Hệ thống phải được quan sát sau khi áp dụng điều kiện lỗi ngắn mạch cho đến khi có kết quả cuối cùng. Lặp lại thử nghiệm với công suất tối đa khi sạc.

- 3) Đường truyền thông bên ngoài bị nhiễu, chế độ thử nghiệm

Điều kiện bắt đầu cho EESS là trạng thái sạc khoảng 50 % và công suất tối đa khi xả trong 10 min. Sau 10 min, mở đường truyền thông bên ngoài của EESS và áp dụng nhiễu trên đường truyền thông nội bộ của EESS. Hệ thống phải được quan sát sau khi áp dụng điều kiện lỗi nhiễu cho đến khi có kết quả cuối cùng. Lặp lại thử nghiệm với công suất tối đa khi sạc.

CHÚ THÍCH 1: Việc mở đường dây (nội bộ và bên ngoài) có thể được thực hiện bằng cách rút phích cắm ra khỏi cáp truyền thông (ví dụ CAN BUS).

CHÚ THÍCH 2: Việc ngắn mạch đường dây (nội bộ và bên ngoài) có thể được thực hiện bằng một ngắn mạch trên ít nhất hai đường dây của đầu cuối cáp truyền thông (ví dụ CAN BUS) theo phân tích rủi ro.

CHÚ THÍCH 3: Nhiều của đường dây (nội bộ và bên ngoài) sẽ được chọn tham chiếu đến môi trường của địa điểm lắp đặt (tức là dân dụng, công nghiệp hoặc trạm biến áp). Sau đây là các tiêu chuẩn tham chiếu để chọn nhiều áp dụng trên EESS: IEC 61000-1-2, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-5, và IEC 61000-6-7.

9 Hướng dẫn và sổ tay vận hành

9.1 Quy định chung

Các sổ tay phải bao gồm các thông số kỹ thuật của EESS bao gồm các định mức điện đầu vào và đầu ra, định mức môi trường, kích thước tổng thể của hệ thống, trọng lượng và mô tả tổng thể về EESS và hoạt động của nó. Tất cả các ghi nhãn và biển báo cho hệ thống phải được bao gồm trong các sổ tay. Ngôn ngữ cho các sổ tay phải là tiếng Anh hoặc một ngôn ngữ khác. Các quy định địa phương có thể được áp dụng.

Các sổ tay cho EESS nhiều phần phải bao gồm mô tả tất cả các bộ phận của hệ thống, và cách bố trí các bộ phận khi được lắp đặt thành một hệ thống, với một sơ đồ điện một đường dây của EESS xác định tất cả các kết nối và công.

Sơ đồ điện và sơ đồ đường ống và thiết bị đo của các hệ thống nếu có phải được bao gồm trong các sổ tay của hệ thống.

Các sổ tay phải cung cấp thông tin liên hệ để hỗ trợ việc lắp đặt, vận hành và bảo trì cho EESS. Cũng phải có thông tin liên hệ khẩn cấp trong trường hợp xảy ra sự cố an toàn liên quan đến EESS.

Các sổ tay có thể có sẵn ở dạng bản cứng hoặc định dạng kỹ thuật số (trực tuyến) có thể in được. Các sổ tay phải ở định dạng có thể tiếp cận được khi cần thiết trong suốt vòng đời của hệ thống.

Nếu thông tin trong các sổ tay không rõ ràng hoặc không đầy đủ ở một số khía cạnh trong trường hợp có rủi ro còn lại đối với một số hệ thống phức tạp, nhà chế tạo sẽ phải cung cấp thông tin bổ sung hoặc đào tạo bổ sung để giải quyết thông tin bị thiếu hoặc không rõ ràng trong các sổ tay.

9.2 Sổ tay lắp đặt

Một sổ tay lắp đặt phải được cung cấp. Sổ tay lắp đặt phải chứa ít nhất các phần liên quan sau:

- một mô tả chung về các đặc tính của cơ sở và hệ thống;
- các quy tắc an toàn cho việc lắp đặt bao gồm thông tin về PPE thích hợp cần thiết để thực hiện các nhiệm vụ khác nhau của việc lắp đặt;
- các hướng dẫn lắp đặt;
- các hướng dẫn vận hành thử;
- các hướng dẫn kiểm soát giao diện;
- các hướng dẫn khắc phục sự cố trong quá trình lắp đặt;
- hướng dẫn về bất kỳ thiết bị nào được lắp đặt tại chỗ là một phần của hệ thống như HVAC;
- hướng dẫn về các cơ chế bảo vệ phải được lắp đặt tại chỗ như hệ thống phát hiện và dập tắt cháy;

- các hướng dẫn liên quan đến cách ngừng hoạt động EESS.

Thông tin lắp đặt phải bao gồm hướng dẫn thực hiện tất cả các kết nối cần thiết cho điện, truyền thông, đường ống cho nhiên liệu và các chất lỏng khác, v.v. cũng như các kết nối với các thiết bị khác là một phần của hệ thống. EESS nhiều phần phải có tất cả các bộ phận được xác định trong hướng dẫn lắp đặt với hướng dẫn lắp đặt và kết nối các bộ phận đó.

Các hướng dẫn phải bao gồm thông tin về các bộ ngắt điện, van ngắt và các thiết bị khác cần được lắp đặt cùng với hệ thống. Hướng dẫn lắp đặt phải bao gồm các thông số cần thiết cho các kết nối điện và các thiết bị được lắp đặt trong các mạch điện (giao thức truyền thông, mạch và thiết bị) cũng như các thông số cho các kết nối nhiên liệu và chất lỏng khác và các thiết bị điều khiển cần thiết cho hoạt động của EESS.

Các giới hạn môi trường của việc lắp đặt hệ thống phải được bao gồm trong hướng dẫn lắp đặt. Chúng sẽ bao gồm liệu hệ thống có chỉ dành cho lắp đặt ngoài trời hay không, các hạn chế liên quan đến việc lắp đặt trong môi trường địa chấn hoặc biển. Những EESS yêu cầu tiếp cận hạn chế phải bao gồm hướng dẫn lắp đặt trong các khu vực hạn chế tiếp cận.

9.3 Sổ tay bảo trì

9.3.1 Quy định chung

EESS phải được cung cấp hướng dẫn bảo trì cho nhân viên dịch vụ cũng như một bộ hướng dẫn riêng cho bất kỳ quy trình bảo trì cơ bản nào sẽ được xử lý bởi người vận hành hệ thống. Hướng dẫn bảo trì phải bao gồm hướng dẫn cho các sửa chữa nhỏ có thể được coi là một phần của bảo trì cơ bản như thay thế cầu chì và hướng dẫn cho biết khi nào nhân viên dịch vụ được yêu cầu xử lý việc sửa chữa.

Các hướng dẫn bảo trì phải bao gồm các biện pháp an toàn cần tuân thủ trong quá trình bảo trì hệ thống cho dù bởi nhân viên dịch vụ hay đối với các quy trình bảo trì cơ bản do người vận hành hệ thống xử lý. Hướng dẫn bảo trì phải bao gồm tần suất bảo trì định kỳ cần thực hiện bao gồm kiểm tra hàng năm đối với bất kỳ hệ thống con nào như hệ thống tích trữ bao gồm pin, bất kỳ hệ thống ngăn chặn và bình chịu áp lực nào, hệ thống phụ trợ bao gồm bất kỳ thiết bị phát hiện khí nào, hệ thống HVAC, hệ thống dập tắt cháy, v.v., cũng như bất kỳ thử nghiệm vận hành nào cần thực hiện.

Khi các hoạt động bảo trì được lên kế hoạch, phải tiến hành phân tích hệ thống phù hợp trước khi bắt đầu để đảm bảo rằng việc bảo trì có thể được thực hiện một cách an toàn. Điều này bao gồm việc xác định sự cần thiết phải cách ly điện của bất kỳ bộ phận thiết bị nào cần được thực hiện và ghi lại tài liệu trước bất kỳ hoạt động bảo trì nào.

9.3.2 Hướng dẫn về thiết bị bảo hộ cá nhân (PPE)

Hướng dẫn bảo trì phải bao gồm thông tin về PPE thích hợp cần thiết để thực hiện các nhiệm vụ khác nhau. Các khu vực bên trong và xung quanh EESS yêu cầu các biện pháp bảo vệ đặc biệt chống lại các

nguy hiểm cố hữu (ví dụ: nguy hiểm về điện, cơ khí, hóa học, nhiệt và năng lượng lưu trữ) phải được cung cấp biển báo cảnh báo để xác định các nguy hiểm và các biện pháp phòng ngừa cần thiết.

Hướng dẫn bảo trì phải bao gồm thông tin về các thực hành làm việc an toàn. Bất cứ khi nào có thể, công việc chỉ nên bắt đầu khi các dây dẫn thường mang điện ở điện áp nguy hiểm đã được cách ly và nối đất một cách an toàn. Các khu vực bên trong và xung quanh hệ thống lưu trữ năng lượng yêu cầu các biện pháp bảo vệ đặc biệt chống lại mối nguy phóng điện hồ quang và điện giật phải được cung cấp biển báo cảnh báo để xác định các mối nguy về điện và các biện pháp phòng ngừa cần thiết. Trường hợp không thể cách ly, ví dụ như làm việc trên các cực pin, phải cung cấp hướng dẫn về PPE thích hợp cần thiết để thực hiện nhiệm vụ.

Các quy trình bảo trì phải đảm bảo rằng EESS hoạt động như dự kiến sau khi bảo trì và các chức năng bảo vệ đang hoạt động. Các quy trình bảo trì đối với thiết bị và các bộ phận trong các khu vực hoặc vùng nguy hiểm phải đảm bảo rằng việc bảo vệ khu vực hoặc vùng nguy hiểm không bị tác động.

Hướng dẫn đối với các hệ thống có thể đi vào và các khu vực được bảo đảm của EESS phải chỉ ra rằng phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa đầy đủ để đảm bảo không có ai ở bên trong cửa trước khi khóa cửa từ bên ngoài.

9.4 Sổ tay người vận hành

Sổ tay người vận hành phải chứa ít nhất các phần liên quan sau:

- mô tả chung về các đặc tính của EESS;
- các quy tắc an toàn chính bao gồm thông tin về PPE thích hợp cần thiết để thực hiện các nhiệm vụ khác nhau;
- hướng dẫn vận hành EESS và hướng dẫn kiểm soát giao diện;
- hướng dẫn liên quan đến các trạng thái hoạt động khác nhau và ý nghĩa của các chỉ báo hoạt động và cách xác định trạng thái hoạt động;
- cách khắc phục sự cố nếu có các chỉ báo trạng thái không chính xác trong quá trình hoạt động của EESS mà không cần bảo trì thêm;
- hướng dẫn về các giao thức truyền thông cho EESS;
- hướng dẫn về các quy trình trong trường hợp có các chỉ báo cảnh báo hoặc báo động từ EESS và khi nào cần bắt đầu các quy trình khẩn cấp.

Nếu hệ thống có thể được vận hành từ xa, phải có hướng dẫn về cách ngắt kết nối an toàn khỏi vận hành từ xa và chuyển sang điều khiển cục bộ của hệ thống. Khi không còn cần điều khiển cục bộ, phải bao gồm hướng dẫn kết nối lại an toàn điều khiển từ xa.

Hướng dẫn đối với các hệ thống có thể đi vào phải chỉ ra rằng phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa đầy đủ để đảm bảo không có ai ở bên trong cửa trước khi khóa cửa từ bên ngoài.

9.5 Sổ tay quy trình khẩn cấp

Sổ tay quy trình khẩn cấp phải chứa ít nhất các thông tin sau:

Các quy trình lập kế hoạch trước cho các sự kiện khẩn cấp tiềm ẩn có thể xảy ra dựa trên công nghệ, thiết kế và chế độ hoạt động của EESS (ví dụ: từ xa hoặc cục bộ). Nhà chế tạo EESS phải cung cấp thông tin về các điều kiện khẩn cấp có thể dự đoán một cách hợp lý với EESS có thể xảy ra.

CHÚ THÍCH: Chủ sở hữu hoặc người vận hành EESS chịu trách nhiệm đảm bảo rằng các kế hoạch khẩn cấp cục bộ phù hợp và hiệu quả được áp dụng.

Sổ tay quy trình khẩn cấp phải bao gồm:

- một mô tả về hành động cần được thực hiện để kiểm soát các điều kiện hoặc sự kiện và hạn chế hậu quả của chúng, bao gồm mô tả thiết bị an toàn và các nguồn lực sẵn có cho tất cả các điều kiện hoặc sự kiện có thể thấy trước có thể có ý nghĩa trong việc gây ra một sự cố nghiêm trọng;
- các sắp xếp để hạn chế rủi ro cho những người có mặt tại hiện trường bao gồm cách đưa ra cảnh báo và các hành động mà mọi người dự kiến sẽ thực hiện khi nhận được cảnh báo (hướng dẫn cho người ứng phó đầu tiên, kế hoạch sơ tán khẩn cấp);
- các sắp xếp để cung cấp cảnh báo sớm về sự cố cho cơ quan chịu trách nhiệm triển khai kế hoạch khẩn cấp bên ngoài, loại thông tin cần có trong cảnh báo ban đầu và các sắp xếp để cung cấp thông tin chi tiết hơn khi có sẵn;
- khi cần thiết, các sắp xếp để đào tạo nhân viên về các nhiệm vụ mà họ dự kiến sẽ thực hiện và, nếu phù hợp, phối hợp việc này với các dịch vụ khẩn cấp bên ngoài.

9.6 Sổ tay ứng phó ban đầu

Sổ tay ứng phó ban đầu phải mô tả các phương pháp và các bước chung cần thực hiện trong trường hợp xảy ra trường hợp khẩn cấp liên quan đến EESS (ví dụ: giảm thiểu hỏa hoạn, phòng ngừa môi nguy nổ). Các quy trình hoặc hướng dẫn cụ thể của địa điểm phải được xây dựng, và các vai trò và trách nhiệm phải được ghi chú rõ ràng để xác định các cá nhân được yêu cầu thực hiện các hành động hoặc bước được chỉ định.

Hoạt động của một hệ thống dập tắt cháy tự động phải được mô tả và các biện pháp phòng ngừa cần thực hiện khi được kích hoạt phải được đưa ra.

Sổ tay ứng phó ban đầu cũng phải mô tả các phương pháp và các bước chung cần thực hiện đối với các loại nguy hiểm không liên quan đến hỏa hoạn khác như tràn hóa chất, nguy hiểm về điện, rò rỉ khí độc, v.v.

10 Ghi nhãn và biển báo

10.1 Quy định chung

Các ghi nhãn bắt buộc bao gồm nhãn tên và các ghi nhãn cảnh báo và biển báo phải rõ ràng, bền và được đặt trên EESS ở vị trí có thể nhìn thấy khi EESS được lắp đặt.

10.2 Nhãn tên

Nhãn tên của EESS phải bao gồm tên nhà chế tạo hoặc nhãn hiệu thương mại, số model của EESS, các định mức điện đầu vào và đầu ra (điện áp, dòng điện hoặc công suất, tần số, pha), định mức năng lượng (kWh, MWh), công nghệ, các giới hạn môi trường đặc biệt (ví dụ: chỉ sử dụng trong nhà, định mức địa chấn), định mức nhiệt độ môi trường, và thông tin liên hệ khẩn cấp hoặc một liên kết kỹ thuật số đến thông tin liên hệ khẩn cấp, và ngày sản xuất.

Nhãn tên phải được đặt ở vị trí có thể nhìn thấy trên hệ thống sau khi lắp đặt.

Một liên kết kỹ thuật số (địa chỉ web, mã QR, mã vạch hoặc khác) đến các sổ tay của hệ thống phải được cung cấp nếu các sổ tay kỹ thuật số được cung cấp.

Đối với các hệ thống EES nhiều phần, một nhãn tên như đã lưu ý ở trên phải được cung cấp ít nhất trên hệ thống tích trữ, và nó phải chỉ ra rằng đó là một EESS nhiều phần và nó phải bao gồm một ghi nhãn để đọc hướng dẫn để biết thêm thông tin về EESS hoàn chỉnh. Các bộ phận khác của hệ thống EES nhiều phần phải được cung cấp nhãn tên riêng của chúng báo cáo tất cả thông tin liên quan đến các hệ thống con tương ứng theo tiêu chuẩn sản phẩm liên quan.

10.3 Ghi nhãn và biển cảnh báo

Nhu cầu về các ghi nhãn hoặc biển cảnh báo cần được cung cấp phải được xác định bởi phân tích rủi ro của hệ thống. Các ghi nhãn và biển cảnh báo phải được thiết kế theo ISO 7010.

Ví dụ về các ghi nhãn cảnh báo có thể bao gồm các biểu tượng và cảnh báo liên quan đến ghi nhãn bề mặt nóng, mối nguy về điện giật, mối nguy hóa học và mối nguy từ các bộ phận chuyển động nguy hiểm.

Các ghi nhãn và biển cảnh báo cũng phải được cung cấp tùy theo áp dụng cho công nghệ và thiết kế EESS. Các quy định địa phương có thể được áp dụng.

Phụ lục A

(tham khảo)

Rủi ro chính của các công nghệ lưu trữ khác nhau

A.1 Quy định chung

Phụ lục A cung cấp thông tin về các phương thức hoặc điều kiện hồng học tiềm ẩn và hậu quả của chúng với các công nghệ EESS khác nhau và không phải là danh sách đầy đủ tất cả các mối nguy có thể xảy ra. Nó không nhằm mục đích thay thế một đánh giá rủi ro kỹ lưỡng. Nhà chế tạo EESS chịu trách nhiệm tiến hành đánh giá rủi ro kỹ lưỡng hệ thống của họ theo tiêu chuẩn này để xác định và giảm thiểu các mối nguy tiềm ẩn của hệ thống của họ.

A.2 Lưu trữ thủy điện tích năng

Lưu trữ thủy điện tích năng là một loại hình cơ sở thủy điện đặc biệt. Các nhà máy này có hai hồ chứa nước được kết nối với nhau ở các độ cao khác nhau. Trong những giờ thấp điểm, nước được bơm lên hồ chứa phía trên để lưu trữ năng lượng. Sau đó, trong thời gian tiêu thụ điện cao điểm, nước được xả qua các tuabin nước xuống hồ chứa phía dưới để sản xuất điện.

Các kịch bản rủi ro chính đối với lưu trữ thủy điện tích năng được trình bày trong Bảng A.1.

Bảng A.1 – Các kịch bản rủi ro chính đối với lưu trữ thủy điện tích năng

Nguyên nhân	Phương thức hoặc điều kiện hồng học	Mối nguy	Hậu quả
Động đất, lở đất, thấm nước có thể làm hỏng kết cấu (đập hoặc kè)	<ul style="list-style-type: none"> Vỡ hoặc thủng kết cấu đập hoặc bể chứa Vỡ thiết bị thoát nước, đường ống, tuabin hoặc máy điện 	<ul style="list-style-type: none"> Hình thành sóng lũ Tăng mạnh dòng chảy ở hạ lưu 	<ul style="list-style-type: none"> Dòng chảy chết người cuốn trôi người Chết đuối Ngập lụt tài sản
Tuyết lở gây ra sự dâng cao đột ngột của mực nước			
Tác động từ bên ngoài lên đập hoặc bể chứa (thực vật, va chạm của xe cộ hoặc máy móc, động vật đào hang)			
Hồng học cổ hữu của đập hoặc bể chứa (ăn mòn, xói mòn đáy do nước, hư hỏng lớp lót)			
Hiệu ứng domino do vỡ đập ở thượng nguồn			
Lũ lụt đặc biệt vượt quá định mức cho phép			
Cửa lấy nước thượng nguồn có dòng chảy hạ lưu không đủ			
Việc bơm gây đầy tràn hồ chứa phía trên			
Hồng học các bộ phận cơ khí (ăn mòn, lão hóa, mất khả năng làm kín...)			

A.3 Bánh đà

Một bánh đà lưu trữ năng lượng dưới dạng động năng. Một bánh xe có khối lượng đáng kể ở vành bánh đóng vai trò là môi trường lưu trữ. Bánh xe thường được đặt trong một buồng chân không tương đối để giảm tổn thất động năng do lực ma sát. Khi cần lưu trữ năng lượng, tốc độ quay của bánh xe được tăng lên, và khi năng lượng lưu trữ cần được giải phóng, tốc độ quay của bánh xe được giảm xuống. Việc chuyển đổi năng lượng điện thành năng lượng cơ học được thực hiện bằng một máy điện có thể hoạt động như một động cơ và một máy phát điện.

Các kịch bản rủi ro chính đối với bánh đà được trình bày trong Bảng A.2.

Xem Phụ lục C để biết các thử nghiệm đánh giá khả năng chứa các bộ phận chuyển động của một hệ thống tích trữ của EESS cơ học loại bánh đà.

Bảng A.2 – Các kịch bản rủi ro chính đối với bánh đà

Nguyên nhân	Phương thức/điều kiện hồng học	Mối nguy	Hậu quả
Quá tốc độ do biến tần bị lỗi	<ul style="list-style-type: none"> Môi vật liệu do ứng suất quá mức Mất cân bằng rôto Vỡ rôto Rôto không được chứa 	<ul style="list-style-type: none"> Máy có mối nguy hồng học đột ngột (dữ dội) mà không có cảnh báo Rung động quá mức, ổ trục quá nhiệt, môi vật liệu Cháy (rôto composite), các mảnh văng tốc độ cao (tất cả các rôto), vỡ mạnh máy (tất cả các rôto) Vỡ mạnh máy, các mảnh văng, cháy 	<ul style="list-style-type: none"> Bệnh tật, thương tích hoặc tử vong Hư hỏng công trình Nhiều loạn hệ thống
Nhiều loạn cảm biến			
Nhiều loạn điều khiển lệnh			
Tản nhiệt không đủ			
Dòng nhiệt bên ngoài			
Bơm chân không hoặc đường ống chân không bị lỗi			
Không khí xâm nhập do thùng vỏ bọc (ăn mòn, vỡ)			
Hệ thống treo từ tính của ổ trục bị lỗi			
Ngắn mạch hoặc kẹt rôto trong động cơ/máy phát điện			

A.4 EESS trọng lực

Lưu trữ năng lượng bằng trọng lực là một loại lưu trữ năng lượng cơ học, nâng một vật nặng lên vị trí cao bằng điện để tăng thế năng hấp dẫn của nó nhằm hoàn thành quá trình lưu trữ năng lượng, và chuyển đổi thế năng hấp dẫn thành động năng thông qua quá trình rơi của vật nặng, sau đó thành năng lượng điện. Vật nặng có thể là vật rắn hoặc nước.

Các kịch bản rủi ro chính đối với lưu trữ EESS trọng lực được trình bày trong Bảng A.3.

Bảng A.3 – Các kịch bản rủi ro chính đối với EESS trọng lực

Nguyên nhân	Phương thức/điều kiện hỏng hóc	Mối nguy	Hậu quả
Động đất, lở đất, thấm nước có thể làm hỏng kết cấu	<ul style="list-style-type: none"> • Đứt cơ học • Kẹt khối nặng lõi • Hỏng phốt làm kín • Rò rỉ nước • Rơi khối nặng lõi 	<ul style="list-style-type: none"> • Máy có mối nguy hỏng hóc đột ngột (dữ dội) mà không có cảnh báo • Rung động quá mức, ổ trục quá nhiệt, mối vật liệu • Các mảnh văng và vật nặng rơi từ độ cao lớn • Tiếng ồn lớn 	<ul style="list-style-type: none"> • Bệnh tật, thương tích hoặc tử vong • Hư hỏng công trình • Hư hỏng cơ khí • Mất công suất
Hỏng cáp nâng vật nặng			
Hỏng hệ thống điều khiển nâng vật nặng			
Ăn mòn cáp và các bộ phận cơ khí khác			
Ăn mòn bể chứa nước			
Hỏng hoặc kẹt bơm			
Hư hỏng hệ thống ngăn chặn			

A.5 Hệ thống pin lưu trữ năng lượng

Các kịch bản rủi ro chính liên quan đến hệ thống pin lưu trữ năng lượng (BESS) được nêu trong IEC 62933-5-2.

A.6 Hydro và khí tự nhiên tổng hợp

Một hệ thống lưu trữ hydro điển hình bao gồm một máy điện phân, một bể chứa hydro và một pin nhiên liệu. Máy điện phân là một thiết bị chuyển đổi điện hóa phân tách nước bằng điện thành hydro và oxy. Đây là một quá trình thu nhiệt, tức là cần nhiệt trong quá trình phản ứng. Hydro được lưu trữ dưới áp suất trong các bình khí hoặc bể chứa, hoặc ở dạng lỏng đông lạnh. Hydro có thể được lưu trữ bằng cách hấp thụ hoặc hấp phụ trên chất rắn hoặc bằng phản ứng hóa học. Để tạo ra điện, cả hai khí đều chảy vào pin nhiên liệu, nơi xảy ra một phản ứng điện hóa ngược lại với quá trình phân tách nước: hydro và oxy phản ứng tạo ra nước, giải phóng nhiệt và tạo ra điện. Vì lý do kinh tế và thực tế, oxy không được lưu trữ mà được thải ra khí quyển trong quá trình điện phân, và oxy từ không khí được sử dụng để sản xuất điện.

Các kịch bản rủi ro chính đối với việc lưu trữ hydro được trình bày trong Bảng A.4.

Bảng A.4 – Các kích bản rủi ro chính đối với lưu trữ hydro

Nguyên nhân	Phương thức/điều kiện hồng học	Mối nguy	Hậu quả
Va đập cơ học	<ul style="list-style-type: none"> • Tăng áp suất trong bình • Mất khả năng chứa: rò rỉ hydro lỏng hoặc khí • Vỡ bể chứa • Phản ứng của hydrua với không khí hoặc nước • Phân tán các hạt hydrua khi có hydro 	<ul style="list-style-type: none"> • Có khả năng hình thành môi trường dễ nổ gần chỗ rò rỉ hoặc trong khu vực cục bộ nếu bị giới hạn • Môi lửa khi có nguồn môi lửa: lửa tia, lửa hồ • Môi lửa muộn khi có nguồn môi lửa: nổ hỗn hợp không khí-hydro (tác động nhiệt, các mảnh văng, sóng nổ) • Chuyển pha nhanh • Nổ vật lý • Môi lửa của hydrua khi tiếp xúc với nước • Nổ hỗn hợp khí và bột 	<ul style="list-style-type: none"> • Tác động nhiệt • Tác động nổ • Các mảnh văng • Mối nguy thiếu oxy trong điều kiện hạn chế • Bông lạnh
Giòn hydro / ăn mòn gây suy giảm và hồng học cơ học			
Môi và hồng học do tác động lặp đi lặp lại của sự giãn nở nhiệt			
Dòng nhiệt bên ngoài			
Suy giảm thành bình chứa			
Quá áp do hồng học các thiết bị điều khiển			
Suy giảm và lão hóa vật liệu ở nhiệt độ thấp			
Suy giảm hiệu suất của lớp cách nhiệt			
Đầy tràn bể chứa do hồng học các thiết bị điều khiển			
Kiểm soát kém các phản ứng tỏa nhiệt trong các chu kỳ hấp thụ và giải hấp thụ			

A.7 Công nghệ EESS nhiệt

Các kích bản rủi ro chính đối với EESS lưu trữ nhiệt được trình bày trong Bảng A.5.

Bảng A.5 – Các kịch bản rủi ro chính đối với EESS lưu trữ nhiệt

Nguyên nhân	Phương thức/điều kiện hỏng hóc	Mối nguy	Hậu quả
Rò rỉ chất lỏng độc hại, phản ứng mạnh hoặc dễ cháy từ các mối nối và kết nối bị hỏng	<ul style="list-style-type: none"> Tăng áp suất trong bình Hỏng cách nhiệt và tiếp xúc với các điều kiện nhiệt nguy hiểm 	<ul style="list-style-type: none"> Tiếp xúc với chất lỏng độc hại hoặc ăn mòn Tiếp xúc với các bộ phận có nhiệt độ nguy hiểm (cao hoặc thấp) Có khả năng hình thành môi trường dễ nổ gần chỗ rò rỉ hoặc trong khu vực cục bộ nếu bị giới hạn Môi lửa khi có nguồn môi lửa: lửa tia, lửa hồ Môi lửa muộn khi có nguồn môi lửa: nổ hỗn hợp không khí-hydro (tác động nhiệt, các mảnh văng, sóng nổ) Chuyển pha nhanh Nổ vật lý 	<ul style="list-style-type: none"> Tiếp xúc với chất lỏng độc hại Tiếp xúc với chất lỏng ăn mòn Tác động nhiệt Tác động nổ Các mảnh văng Mối nguy thiếu oxy trong điều kiện hạn chế Bông lạnh Lan truyền cháy sang môi trường xung quanh
Môi và hỏng hóc do tác động lặp đi lặp lại của sự giãn nở nhiệt	<ul style="list-style-type: none"> Mất khả năng chứa: rò rỉ chất lỏng hoặc khí nguy hiểm 		
Quá áp do hỏng hóc các thiết bị điều khiển	<ul style="list-style-type: none"> Vỡ bể chứa 		
Quá nhiệt do hỏng hóc các thiết bị điều khiển	<ul style="list-style-type: none"> Phản ứng của các vật liệu phản ứng với nước với không khí hoặc nước 		
Suy giảm và lão hóa vật liệu ở nhiệt độ thấp hoặc cao	<ul style="list-style-type: none"> Hỏng hóc các bộ điều khiển nhiệt dẫn đến tình trạng quá nhiệt và hỏng khả năng chứa 		
Suy giảm thành bình chứa hoặc đường ống do tác động của nhiệt độ hoặc tiếp xúc hóa chất	<ul style="list-style-type: none"> Rò rỉ các vật liệu độc hại hoặc ăn mòn khi hệ thống ngăn chặn bị yếu đi 		
Suy giảm hiệu suất của lớp cách nhiệt			
Không xả hoặc xả không đủ các bình chứa khi được yêu cầu theo thiết kế			

A.8 Các công nghệ EESS khác

Có các công nghệ EESS khác tồn tại không được liệt kê ở đây.

Phụ lục B
(tham khảo)
Các xem xét về an toàn

B.1 Quy định chung

Phụ lục này cung cấp một số thông tin về các mối quan tâm về an toàn có thể áp dụng chung cho EESS.

B.2 Mối nguy về điện

Điện di chuyển trong các mạch kín, thường thông qua dây dẫn. Nhưng đôi khi cơ thể con người, và khi ở gần, nước và thậm chí cả không khí có thể là dây dẫn điện và vô tình trở thành một phần của mạch điện. Đau hoặc thương tích do điện gây ra (điện giật) có thể xảy ra khi năng lượng điện có khả năng gây đau hoặc thương tích được truyền đến một bộ phận cơ thể.

Sự truyền năng lượng điện xảy ra khi có hai hoặc nhiều tiếp xúc điện với cơ thể:

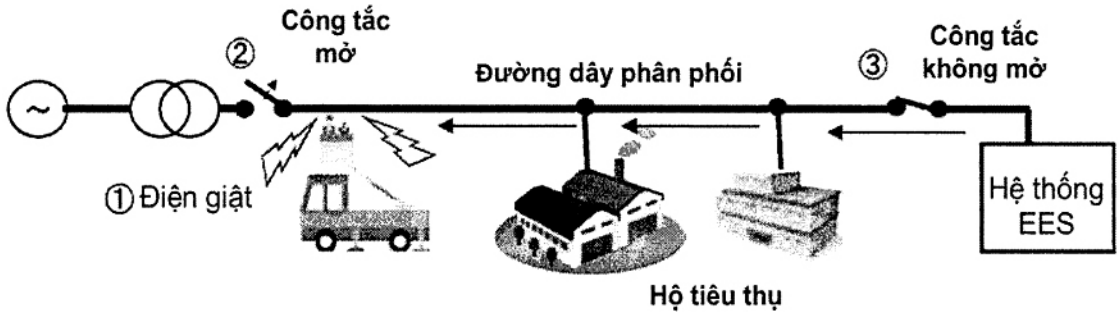
- giữa một bộ phận cơ thể và một bộ phận dẫn điện của thiết bị;
- giữa một bộ phận cơ thể khác và đất và nước hoặc một bộ phận dẫn điện khác của thiết bị.

Khi một người bị điện giật, điện sẽ chạy giữa các bộ phận của cơ thể hoặc qua cơ thể xuống đất. Tùy thuộc vào cường độ, thời gian, dạng sóng và tần số của dòng điện, tác động đến cơ thể con người thay đổi từ không thể phát hiện được đến có thể phát hiện được, đến đau đớn và gây thương tích. Bỏng là thương tích liên quan đến điện giật phổ biến nhất, nhưng điện giật cũng có thể gây rung tâm thất. Tham khảo IEC 60479-1 để biết thêm thông tin về điện giật và tác động của nó đối với con người.

Ngoài các mối nguy về điện giật và bỏng, điện còn gây ra các nguy hiểm khác. Ví dụ, các hồ quang phát sinh từ các sự cố ngắn mạch trong quá trình làm việc trên các hệ thống mang điện, được gọi là "phóng điện hồ quang", có thể gây thương tích nghiêm trọng hoặc bắt đầu một đám cháy. Bỏng nhiệt cũng có thể xảy ra khi quần áo môi lửa, điều này có thể xảy ra khi có phóng điện hồ quang. Các hồ quang năng lượng cực cao có thể làm hỏng thiết bị, khiến các mảnh kim loại bay tứ tung. Ngay cả các hồ quang năng lượng thấp cũng có thể gây ra các vụ nổ dữ dội trong môi trường chứa khí, hơi dễ cháy hoặc bụi dễ môi lửa.

Tĩnh điện cũng có thể gây ra điện giật hoặc chỉ phóng điện vào một vật thể với những hậu quả nghiêm trọng, như khi ma sát gây ra sự tích tụ tĩnh điện ở mức cao tại một điểm cụ thể trên một vật thể. Sự phóng điện của điện tích tĩnh này có thể đốt cháy một hỗn hợp dễ cháy nếu hỗn hợp đó có mặt. Một sự phóng điện tĩnh đột ngột qua một người chạm vào một vật thể có thể gây ra hiệu ứng giật mình hoặc thương tích. Điều này có thể xảy ra đơn giản thông qua việc xử lý các ống và vật liệu nhựa hoặc trong quá trình hoạt động bình thường của các bộ truyền động bằng cao su hoặc dây đai máy được tìm thấy ở nhiều nơi làm việc. Trong những trường hợp này, ví dụ, tĩnh điện có khả năng phóng điện và gây ra một vụ nổ nếu có đủ lượng chất dễ cháy hoặc dễ môi lửa ở gần đó.

Cô lập không chủ đích có thể có tác động đáng kể đến sự an toàn của con người và các cơ sở vật chất. Công chúng cũng như nhân viên kỹ thuật có thể có mối nguy bị điện giật trong quá trình điều tra sự cố hoặc trong các hoạt động tháo dỡ thiết bị. Nói chung, một đường dây phân phối không có điện áp trong thời gian mất điện hệ thống vì các cầu dao của đường dây phân phối được mở (xem Hình B.1). Tuy nhiên, các đường dây phân phối được kết nối với EESS, khu vực ban đầu không có điện áp, sẽ có điện nếu EESS tiếp tục hoạt động và không được tách ra khỏi các mạng điện. Trạng thái mà các đường dây phân phối chỉ được cấp điện bởi năng lượng điện được cung cấp từ EESS được gọi là cô lập không chủ đích.



Ngay cả khi cầu dao của đường dây phân phối mở, cầu dao của EESS không mở khi công suất của EESS và nhu cầu của các hệ tiêu thụ bằng nhau

Hình B.1 – Cô lập của EESS

B.3 Mối nguy cơ học

Thương tích do cơ học gây ra là do sự truyền động năng đến một bộ phận cơ thể khi xảy ra va chạm giữa một bộ phận cơ thể và một bộ phận của thiết bị. Động năng là một hàm của chuyển động tương đối giữa một bộ phận cơ thể và các bộ phận có thể tiếp cận của thiết bị, bao gồm cả các bộ phận bị đẩy ra khỏi thiết bị va chạm với một bộ phận cơ thể.

Ví dụ về các nguồn động năng là:

- chuyển động của cơ thể tương đối với các cạnh và góc sắc nhọn;
- chuyển động của bộ phận do các bộ phận quay hoặc các bộ phận chuyển động khác, bao gồm cả các điểm kẹp;
- chuyển động của bộ phận do các bộ phận bị lỏng, nổ hoặc imploding;
- chuyển động của thiết bị do mất ổn định;
- chuyển động của thiết bị do hồng học phương tiện lắp đặt trên tường, trần hoặc giá đỡ;
- chuyển động của thiết bị do lỗi xử lý;
- chuyển động của bộ phận do pin bị nổ;
- chuyển động của thiết bị do xe đẩy hoặc giá đỡ không ổn định hoặc bị hỏng;

- dịch chuyển do rung động cơ học;
- chuyển động của thiết bị do tương tác với các rủi ro tự nhiên (lũ lụt, động đất).

Chấn thương cơ học bao gồm ma sát, áp lực, trầy xước, rách và bầm tím gây ra các thương tích ít nhiều nghiêm trọng.

B.4 Mối nguy năng lượng

B.4.1 Mối nguy nổ

Các vụ nổ gây nguy hiểm đến tính mạng và sức khỏe của những người tiếp xúc do tác động không kiểm soát được của ngọn lửa và áp suất, sự hình thành các sản phẩm phản ứng độc hại, mảnh vỡ văng ra và sự tiêu thụ oxy trong không khí xung quanh.

Một vụ nổ là sự giãn nở nhanh chóng của khí dẫn đến một áp suất hoặc sóng xung kích di chuyển nhanh. Các vụ nổ được phân loại theo bản chất của "sự biến đổi" hệ thống, và thường phân biệt các vụ nổ có nguồn gốc vật lý và nguồn gốc hóa học.

Các vụ nổ vật lý bao gồm vụ nổ hơi giãn nở của chất lỏng sôi (BLEVE), là một sự hóa hơi nổ dữ dội dẫn đến vỡ một bể chứa chất lỏng ở nhiệt độ cao hơn đáng kể so với điểm sôi bình thường của nó ở áp suất khí quyển. Trong trường hợp này, "sự biến đổi" là một sự thay đổi năng lượng bên trong.

Nói chung, các vụ nổ chất rắn, chất lỏng hoặc khí được chia thành hai loại: bùng cháy và nổ. Trong cả hai loại, một vùng phản ứng lan truyền qua (các) chất phản ứng. Do sự khác biệt về mật độ, sự giải phóng năng lượng trên một đơn vị thể tích cao hơn nhiều đối với chất lỏng và chất rắn so với các chất phản ứng ở thể khí.

Vụ nổ hóa học có thể là kết quả của sự mất kiểm soát của phản ứng hóa học tỏa nhiệt hoặc từ sự phân hủy của các chất không ổn định. Việc đốt cháy hơi dễ cháy của hỗn hợp nhiên liệu/không khí (nổ khí) và đốt cháy các hạt nhiên liệu/không khí của một huyền phù (nổ bụi) cũng có liên quan, và sự biến đổi là một phản ứng cháy của một bầu không khí dễ nổ. Các mối nguy tiềm ẩn liên quan đến một bầu không khí dễ nổ được giải phóng khi bị đốt cháy bởi một nguồn môi lửa hiệu quả.

B.4.2 Mối nguy phát sinh từ trường điện, trường từ và trường điện từ

Năng lượng điện từ mức cao được tạo ra bởi bức xạ tần số radio (RFR) cũng có thể gây ra dòng điện hoặc điện áp có thể là nguồn gây nhiễu cho các thiết bị khác, gây ra phóng điện hồ quang có thể đốt cháy các vật liệu dễ cháy, hoặc hoạt động như một nguồn môi lửa trong các khu vực nguy hiểm có khí quyển nổ.

B.5 Mối nguy cháy

Một mối nguy cháy xảy ra nếu có đủ lượng vật liệu dễ cháy, chất oxy hóa và năng lượng môi lửa tại cùng một địa điểm và cùng một thời điểm. Mối nguy cháy phụ thuộc vào sự tương tác của ba yếu tố này. Khả

năng dễ cháy của vật liệu bị tác động bởi kích thước, hình dạng và sự lắng đọng của vật liệu. Ví dụ, các mảnh nhỏ của một vật liệu được thu thập lỏng lẻo có thể dễ mồi lửa hơn một mảnh lớn của vật liệu đó. Sự kết hợp của các vật liệu cũng có thể tác động đến khả năng mồi lửa và hành vi cháy. Cần xem xét liệu các đặc tính của vật liệu có thể thay đổi theo thời gian hoặc khi sử dụng hay không. Những thay đổi như vậy có thể bao gồm khả năng vật liệu bị phân hủy giải phóng khí và hơi dễ cháy. Điều này có thể dẫn đến mối nguy cháy tăng lên.

Một số vật liệu vốn không ổn định, hoặc có đặc tính oxy hóa đặc biệt, hoặc có khả năng tự gia nhiệt. Điều này tác động đến mối nguy cháy.

Sự thay đổi nồng độ oxy (ví dụ: làm giàu oxy) cũng có thể tác động đáng kể đến mối nguy cháy.

Mối nguy cháy có thể phát sinh từ các vật liệu được sử dụng hoặc thải ra bởi EESS, từ các vật liệu ở gần EESS, hoặc từ các vật liệu được sử dụng trong việc xây dựng EESS.

Vật liệu dễ cháy có thể ở dạng rắn, lỏng hoặc khí có bản chất hữu cơ hoặc vô cơ.

Chất oxy hóa phổ biến nhất là không khí nhưng có những chất oxy hóa khác hỗ trợ quá trình cháy, ví dụ như kali nitrat (KNO_3), kali pemanganat ($KMnO_4$), axit perchloric ($HClO_4$), hydro peroxit (H_2O_2), và oxit nitơ (N_2O).

CHÚ THÍCH: Các nguồn mồi lửa có thể phát sinh do tác động của:

- a) năng lượng nhiệt;
- b) năng lượng điện;
- c) năng lượng cơ học;
- d) năng lượng hóa học.

Cháy do điện là do sự chuyển đổi năng lượng điện thành năng lượng nhiệt, trong đó năng lượng nhiệt làm nóng vật liệu nhiên liệu, sau đó là mồi lửa và cháy. Năng lượng điện được chuyển đổi thành năng lượng nhiệt hoặc trong một điện trở hoặc trong một hồ quang và được truyền đến một vật liệu nhiên liệu.

Sự mồi lửa xảy ra khi giải phóng đủ năng lượng cho phép làm nóng một phần tử nhiên liệu bằng dẫn nhiệt, đối lưu hoặc bức xạ nhiệt đến nhiệt độ mà phản ứng cháy bắt đầu. Cần lưu ý rằng phản ứng cháy sẽ luôn xảy ra giữa oxy và nhiên liệu khí. Tùy thuộc vào bản chất của nhiên liệu (khí, lỏng hoặc rắn), quá trình mồi lửa sẽ khác nhau.

Giai đoạn lan truyền tương ứng với sự gia tăng của đám cháy liên quan đến đường đi của quá trình cháy của các vật phẩm dễ cháy. Trong giai đoạn này, vị trí của các phần tử nhiên liệu đóng một vai trò quan trọng như một tiêu chí cho phép hoặc cản trở sự phát triển của đám cháy. Mối nguy cháy có thể là kết quả ví dụ từ chính đám cháy, bức xạ nhiệt, khói lửa, hoặc các vật liệu thoát ra. Một mối nguy nổ có thể tồn tại ngoài mối nguy cháy. Các mối nguy do cháy gây ra về nhiệt và hóa học đe dọa con người và môi trường. Các đám cháy này có thể rất khác nhau về bản chất và cường độ tùy thuộc vào vật liệu đang cháy (bản chất, hình dạng, số lượng) và điều kiện cháy. Đối với khí, sự mồi lửa xảy ra trong hỗn hợp nhiên liệu-chất oxy hóa với tỷ lệ giữa giới hạn dưới của tính dễ cháy (LFL) và giới hạn trên của tính dễ

cháy (UFL). Năng lượng đầu vào để môi lửa hỗn hợp cháy thường rất thấp. Năng lượng này thường được đo theo tỷ lệ hóa học của phản ứng cháy. Do đó, nó được gọi là khả năng môi lửa năng lượng thấp (LEF). Năng lượng này thường ở mức vài mili jun. Một tia lửa có thể đủ để đốt cháy hỗn hợp.

Đối với chất lỏng, quá trình cháy xảy ra từ hơi tỏa ra, với điều kiện tốc độ tỏa hơi đủ để tạo thành hỗn hợp dễ cháy với không khí xung quanh. Ngoài ra, việc môi lửa hỗn hợp sẽ chỉ xảy ra nếu có đủ năng lượng (\geq LEF) được cung cấp khi nhiệt độ của chất lỏng cao hơn điểm môi lửa của nó. Đối với nhiên liệu rắn, hiện tượng môi lửa phức tạp hơn vì nó bị chi phối bởi sự truyền nhiệt bên trong vật liệu. Năng lượng mà nhiên liệu nhận được làm tăng nhiệt độ của chất rắn cho đến khi đạt đến nhiệt độ thăng hoa hoặc phân hủy. Quá trình này được gọi là hiện tượng nhiệt phân. Thời gian môi lửa phụ thuộc vào cường độ của dòng nhiệt, các đặc tính nhiệt, nhiệt độ môi lửa và hàm lượng nước.

B.6 Mối nguy về nhiệt

Sự truyền năng lượng nhiệt xảy ra khi một cơ thể chạm vào một bộ phận thiết bị nóng hoặc chất lỏng nóng. Mức độ thương tích phụ thuộc vào sự chênh lệch nhiệt độ, khối lượng nhiệt của vật thể, tốc độ truyền năng lượng nhiệt vào da và thời gian tiếp xúc. Cảm nhận của cơ thể con người thay đổi từ ấm áp đến nóng có thể dẫn đến đau hoặc thương tích (bỏng).

Tiếp xúc với bức xạ nhiệt có thể gây bỏng da. Các loại bức xạ đáng lo ngại nhất là bức xạ nhiệt phát ra từ ngọn lửa trần và các vụ nổ. Tiếp xúc với nhiệt độ cực lạnh cũng có thể gây thương tích cho da và các bộ phận cơ thể.

Các hoạt động bình thường cũng như các điều kiện lạm dụng đều có thể tạo ra sự tiêu tán nhiệt và do đó có mối nguy về nhiệt tiềm ẩn.

Hít phải khói nóng có thể gây bỏng. Trên thực tế, 60 % đến 80 % trường hợp tử vong do bỏng là do hít phải khói nhiều. Các tác động tức thời có thể bao gồm ngất xỉu, tắc nghẽn đường thở, cháy sém lông mặt hoặc lông mũi, hoặc cả hai, và bỏng quanh mặt và cổ. Hít phải khói cũng có thể dẫn đến tổn thương phổi.

B.7 Mối nguy hóa học

Thương tích do các chất nguy hiểm gây ra là do phản ứng hóa học với một bộ phận của cơ thể. Mức độ thương tích do một chất nhất định gây ra phụ thuộc vào cả cường độ và thời gian phơi nhiễm cũng như tính nhạy cảm của bộ phận cơ thể đó với chất đó.

Da và mắt của người lao động có thể tiếp xúc với các hóa chất nguy hiểm thông qua việc tiếp xúc trực tiếp với các bề mặt bị ô nhiễm, sự lắng đọng của các sol khí, ngậm mình hoặc bắn tóe. Các tác nhân hóa học được chia thành hai loại: chất kích thích sơ đẳng và chất gây mẫn cảm. Các chất gây kích ứng chính hoặc trực tiếp tác động trực tiếp lên da thông qua các phản ứng hóa học. Các chất gây mẫn cảm có thể không gây ra phản ứng da ngay lập tức, nhưng việc tiếp xúc lặp đi lặp lại có thể dẫn đến các phản ứng dị ứng. Tiếp xúc với axit mạnh hoặc kiềm mạnh hoặc các vật liệu ăn mòn hoặc ăn da khác có thể

ăn mòn hoặc "đốt cháy" da và các mô sâu hơn. Những điều này có thể được gây ra bởi các hóa chất khác nhau được sử dụng tại nơi làm việc. Cũng có những nguy hiểm tức thời và lâu dài do hít phải, nuốt phải hoặc hấp thụ các hóa chất độc hại qua da. Tác động hóa học có thể do cháy gây ra (ví dụ: độc tính của khí cháy) hoặc không (giải phóng nước thải trong các hoạt động bình thường) hoặc có thể do đun nóng hóa chất vượt quá nhiệt độ phân hủy trong điều kiện bình thường hoặc lạm dụng. Tác động hóa học cũng có thể bao gồm việc tạo ra một bầu không khí dễ nổ bằng cách sản xuất khí dễ cháy (ví dụ: hydro).

Việc xả khí độc đã tích tụ trước đó có thể tạo ra các mối nguy nghiêm trọng về mặt phơi nhiễm lớn cho con người trong khu vực. Ngoài ra, các vấn đề ăn mòn nghiêm trọng có thể được kích hoạt.

B.8 Điều kiện làm việc không phù hợp

Các yếu tố mối nguy có thể dẫn đến sự phát triển của các rối loạn cơ xương (MSD) bao gồm:

- gắng sức quá mức bằng cách nâng vật nặng, đẩy hoặc kéo tải nặng, đỡ vật liệu bằng tay, hoặc duy trì kiểm soát thiết bị hoặc dụng cụ;
- thực hiện các nhiệm vụ giống nhau hoặc tương tự lặp đi lặp lại. Thực hiện cùng một chuyển động hoặc một loạt các chuyển động liên tục hoặc thường xuyên trong một khoảng thời gian dài;
- làm việc ở tư thế khó xử hoặc ở cùng một tư thế trong thời gian dài;
- ấn cơ thể hoặc một bộ phận của cơ thể (chẳng hạn như bàn tay) vào các cạnh cứng hoặc sắc nhọn, hoặc sử dụng bàn tay như một cái búa.

Nhiệt độ lạnh kết hợp với bất kỳ yếu tố mối nguy nào ở trên cũng có thể làm tăng khả năng mắc MSD.

Các yếu tố mối nguy khác bao gồm:

- tiếng ồn quá mức liên tục và có thể làm hỏng thính giác theo thời gian đối với những người ở gần không sử dụng thiết bị bảo vệ thính giác;
- tiếp xúc với năng lượng tần số vô tuyến có cường độ đủ ở tần số từ 3 kHz đến 300 GHz có thể tác động xấu đến nhân viên.

Phụ lục C

(quy định)

Phương pháp thử nghiệm cho EESS cơ học sử dụng hệ thống tích trữ kiểu bánh đà

C.1 Quy định chung

Các EESS cơ học sử dụng hệ thống tích trữ kiểu bánh đà chứa các bộ phận có năng lượng động học nguy hiểm và yêu cầu một phương tiện ngăn chặn có đủ khả năng để ngăn ngừa việc tiếp xúc với các bộ phận chuyển động nguy hiểm trong điều kiện bình thường và bất thường. Sự phù hợp của hệ thống bảo vệ phải được đánh giá như được nêu trong các thử nghiệm từ Điều C.2 đến Điều C.4.

C.2 Mục đích

Các EESS cơ học sử dụng hệ thống tích trữ kiểu bánh đà phải được thiết kế để chứa các bộ phận có năng lượng động học nguy hiểm khi có một điều kiện lỗi tiềm ẩn trong hệ thống tác động tiêu cực đến các bộ phận chuyển động.

C.3 Yêu cầu

Do kết quả của việc đưa vào từng điều kiện bất thường, không được có nổ hoặc cháy.

(Các) bộ phận chuyển động không được bị lỏng hoặc ngắt kết nối theo cách có thể dẫn đến tình trạng nguy hiểm. Nếu bị lỏng hoặc ngắt kết nối hoàn toàn hoặc một phần do kết quả của thử nghiệm, phương tiện ngăn chặn phải chứa (các) bộ phận đó một cách an toàn.

C.4 Phương pháp

EESS chứa năng lượng động học nguy hiểm như các hệ thống lưu trữ năng lượng bằng bánh đà phải được thử nghiệm trong các điều kiện bất thường áp dụng được nêu dưới đây, theo xác định của đánh giá rủi ro, để đảm bảo rằng các bộ phận chuyển động nguy hiểm được ngăn chặn:

- a) sự cố đơn trong các bộ điều khiển hệ thống có thể cho phép tốc độ quá mức của các bộ phận chuyển động và EUT được vận hành ở điều kiện quá tốc độ;
- b) một ổ trục bị hỏng hoặc lỗi khi hệ thống được vận hành ở tốc độ tối đa dự kiến trong quá trình vận hành bình thường;
- c) một trục rôto hoặc các bộ phận chuyển động của hệ thống bị kẹt khi hệ thống được vận hành ở điều kiện vận hành tối đa;
- d) hỏng hóc hệ thống chân không của hệ thống ngăn chặn các bộ phận chuyển động.

Khi hệ thống hoạt động ở điều kiện tải xả tối đa, một trong các lỗi được nêu trong các mục từ a) đến d) ở trên được đưa vào, và sau đó hệ thống được vận hành cho đến khi một trong những điều sau xảy ra:

- 1) hệ thống đã hoạt động không ít hơn 30 min và nhiệt độ hệ thống đã đạt đến trạng thái ổn định;

- 2) một bộ điều khiển bảo vệ hoạt động để dừng hoạt động của DUT hoặc bộ phận chuyển động nguy hiểm; hoặc
- 3) bộ phận chuyển động nguy hiểm đã bị lỏng và bị ngắt kết nối hoàn toàn hoặc một phần khỏi các phương tiện cố định của nó và đã dừng hoàn toàn chuyển động; hoặc
- 4) phương tiện ngăn chặn đã bị hỏng.

CHÚ THÍCH: Các phương pháp chi tiết hơn để tiến hành các điều kiện lỗi này có thể được tìm thấy trong UL 9540.

Phụ lục D

(tham khảo)

Tiêu chuẩn an toàn thành phần

Danh sách các tài liệu trong Bảng D.1 cung cấp ví dụ về các tiêu chuẩn an toàn thành phần có thể được sử dụng trong EESS để đánh giá độ tin cậy của thành phần.

Bảng D.1 – Ví dụ về các tiêu chuẩn an toàn thành phần để sử dụng trong EESS

Thành phần	Số hiệu tiêu chuẩn	Tiêu đề
Thiết bị phụ trợ	IEC 60364 (các phần liên quan)	Hệ thống lắp đặt điện hạ áp
Thiết bị phụ trợ	IEC 60947-7 (các phần liên quan)	Thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 7: Thiết bị phụ trợ
Pin, pin dòng chảy	IEC 62932-2-2	Hệ thống năng lượng pin dòng chảy cho các ứng dụng đặt tĩnh – Phần 2-2: Yêu cầu an toàn
Pin, nhiệt độ cao	IEC 62984-2	Pin thứ cấp nhiệt độ cao – Phần 2: Yêu cầu an toàn và thử nghiệm
Pin, axit chì (thông hơi)	IEC 60896-11	Pin axit chì đặt tĩnh tại – Phần 11: Loại có thoát khí – Yêu cầu chung và phương pháp thử
Pin, axit chì	IEC 60896-21	Pin axit chì đặt tĩnh tại – Phần 21: Loại có van điều chỉnh – Phương pháp thử
Pin, axit chì (điều chỉnh bằng van)	IEC 60896-22	Pin axit chì đặt tĩnh tại – Phần 22: Loại có van điều chỉnh – Các yêu cầu
Pin, ion liti	IEC 62619	Pin và acquy thứ cấp chứa chất điện phân kiềm hoặc các chất điện phân không phải axit – Yêu cầu an toàn đối với pin và ắc quy liti thứ cấp, để sử dụng trong các ứng dụng công nghiệp
Pin, ion liti	IEC 63056	Pin và acquy thứ cấp chứa chất điện phân kiềm hoặc các chất điện phân không phải axit – Yêu cầu an toàn đối với pin và ắc quy liti thứ cấp để sử dụng trong các hệ thống lưu trữ điện năng
Pin, niken-kim loại hydrua kền	IEC 63115-2	Pin và acquy thứ cấp chứa chất điện phân kiềm hoặc các chất điện phân không phải axit – Pin và ắc quy niken-kim loại hydrua kền để sử dụng trong các ứng dụng công nghiệp – Phần 2: An toàn
Đầu nối	IEC 60999-1	Bộ đầu nối – Ruột dẫn điện bằng đồng – Yêu cầu an toàn đối với khối kẹp kiểu bắt ren và khối kẹp kiểu không bắt ren – Phần 1: Yêu cầu chung và yêu cầu cụ thể đối với khối kẹp dùng cho ruột dẫn có tiết diện từ 0,2mm ² đến và bằng 35 mm ²
Đầu nối	IEC 60999-2	Bộ đầu nối – Ruột dẫn điện bằng đồng – Yêu cầu an toàn đối với khối kẹp kiểu bắt ren và khối kẹp kiểu không bắt ren – Phần 2: Yêu cầu cụ thể đối với các bộ phận kẹp cho dây dẫn từ 1,2 mm ² đến và bằng 300 mm ²
Đầu nối	IEC 61984	Đầu nối – Yêu cầu an toàn và thử nghiệm

Bảng D.1 (tiếp theo)

Thành phần	Số hiệu tiêu chuẩn	Tiêu đề
Cáp điện	IEC 62440	Cáp điện có điện áp danh định đến và bằng 450/750 V – Hướng dẫn sử dụng
Thiết bị điều khiển điện	IEC 60730-1	Thiết bị điều khiển điện tự động – Phần 1: Yêu cầu chung
Hệ thống pin nhiên liệu	IEC 62282-3-100	Công nghệ pin nhiên liệu – Phần 3-100: Hệ thống điện pin nhiên liệu đặt tĩnh – An toàn
Cầu cháy	IEC 60127-1	Cầu cháy cỡ nhỏ – Phần 1: Định nghĩa cầu cháy cỡ nhỏ và yêu cầu chung đối với dây cháy cỡ nhỏ
HVAC (Hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí)	IEC 60335-2-40	Thiết bị điện gia dụng và thiết bị điện tương tự – An toàn – Phần 2-40: Yêu cầu cụ thể đối với bơm nhiệt, máy điều hòa không khí và máy hút ẩm
Hệ thống cách điện	IEC 60085	Cách điện – Đánh giá về nhiệt và ký hiệu cấp chịu nhiệt
Thiết bị công nghệ thông tin (ITE), âm thanh/video, thiết bị truyền thông	UL 62368-1	Thiết bị công nghệ âm thanh/video, thông tin và truyền thông – Phần 1: Yêu cầu an toàn
Sơn, vecni	ISO 12944 (các phần liên quan)	Sơn và vecni – Bảo vệ chống ăn mòn kết cấu thép bằng hệ thống sơn bảo vệ
Phích cắm, ổ cắm	IEC 60309 (các phần liên quan)	Phích cắm, ổ cắm cố định hoặc di động và ổ nối vào thiết bị dùng cho mục đích công nghiệp
Thiết bị chuyển đổi điện	IEC 62109-1	An toàn của bộ chuyển đổi điện dùng trong hệ thống quang điện – Phần 1: Yêu cầu chung
Thiết bị chuyển đổi điện	IEC 62109-2	An toàn của bộ chuyển đổi điện dùng trong hệ thống quang điện – Phần 2: Yêu cầu cụ thể đối với bộ nghịch lưu
Thiết bị chuyển đổi điện	IEC 62477-1	Yêu cầu an toàn đối với hệ thống và thiết bị biến đổi điện tử công suất – Phần 1: Quy định chung
Thiết bị chuyển đổi điện	IEC 62477-2	Yêu cầu an toàn đối với hệ thống và thiết bị biến đổi điện tử công suất – Phần 2: Bộ biến đổi điện tử công suất từ 1000 V AC hoặc 1 500 V DC đến 36 kV AC hoặc 54 kV DC
Thiết bị chuyển đổi điện	IEC 62909-1	Bộ biến đổi điện nối lưới hai chiều – Phần 1: Yêu cầu chung
Thiết bị chuyển đổi điện	IEC 62909-2	Bộ biến đổi điện nối lưới hai chiều – Phần 2: Giao diện của GPCP và các nguồn năng lượng phân tán
Bộ nguồn	IEC 61204-7	Bộ nguồn chế độ chuyển mạch hạ áp – Phần 7: Yêu cầu an toàn
Role	IEC 61810-1	Role cơ điện cơ bản – Phần 1: Yêu cầu chung và an toàn
Thiết bị bảo vệ dòng dư	IEC 60755	Yêu cầu an toàn chung đối với các thiết bị bảo vệ hoạt động bằng dòng dư
Van điện tử	IEC 60730-2-8	Thiết bị điều khiển điện tự động – Phần 2-8: Yêu cầu cụ thể đối với van nước hoạt động bằng điện, bao gồm các yêu cầu cơ khí

Bảng D.1 (kết thúc)

Thành phần	Số hiệu tiêu chuẩn	Tiêu đề
Dây cáp nguồn, cáp	IEC 60227-1	Cáp cách điện bằng polyvinyl clorua có điện áp danh định đến và bằng 450/750 V – Phần 1: Yêu cầu chung
Dây cáp nguồn, cáp	IEC 60245-1	Cáp cách điện bằng cao su – Điện áp danh định đến và bằng 450/750 V – Phần 1: Yêu cầu chung
Chống sét lan truyền	IEC 61643-11	Thiết bị chống sét lan truyền hạ áp – Phần 11: Thiết bị chống sét lan truyền kết nối với hệ thống điện hạ áp – Yêu cầu và phương pháp thử nghiệm
Công tắc	IEC 61058-1	Thiết bị đóng cắt dùng cho thiết bị – Phần 1: Yêu cầu chung
Thiết bị đóng cắt và điều khiển	IEC 60947-1	Thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 1: Quy tắc chung
Thiết bị đóng cắt và điều khiển cao áp	IEC 62271 (các phần liên quan)	Thiết bị đóng cắt và điều khiển cao áp
Bộ nguồn chế độ chuyển mạch	IEC 61558-2-16	An toàn của máy biến áp, cuộn kháng, bộ cấp nguồn và các kết hợp của chúng – Phần 2-16: Yêu cầu và thử nghiệm cụ thể đối với bộ cấp nguồn chế độ chuyển mạch và máy biến áp cho bộ cấp nguồn chế độ chuyển mạch dùng cho các ứng dụng chung
Liên kết nhiệt	IEC 60691	Liên kết nhiệt – Yêu cầu và hướng dẫn ứng dụng
Điện trở nhiệt	IEC 60738-1	Điện trở nhiệt – Hệ số nhiệt dương được gia nhiệt trực tiếp – Phần 1: Đặc tính kỹ thuật chung
Máy biến áp	IEC 61558-1	An toàn của máy biến áp, cuộn kháng, bộ cấp nguồn và các kết hợp của chúng – Phần 1: Yêu cầu chung và thử nghiệm
Điện trở phụ thuộc điện áp	IEC 61643-331	Các thành phần cho bảo vệ chống sét lan truyền hạ áp – Phần 331: Yêu cầu hiệu suất và phương pháp thử nghiệm đối với varistor oxit kim loại (MOV)
Dây quấn	IEC 60317 (các phần liên quan)	Thông số kỹ thuật cho các loại dây quấn cụ thể
Dây dẫn	IEC 60227-1	Cáp cách điện bằng polyvinyl clorua có điện áp danh định đến và bao gồm 450/750 V – Phần 1: Yêu cầu chung
Dây dẫn	IEC 63294	Phương pháp thử nghiệm cho cáp điện có điện áp danh định đến và bao gồm 450/750 V

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] IEC 60050-192:2015, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 192: Dependability* (available at www.electropedia.org)
- [2] IEC 60050-395:2014, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 395: Nuclear instrumentation – Physical phenomena, basic concepts, instruments, systems, equipment and detectors* (available at www.electropedia.org)
- [3] IEC 60050-415:1999, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 415: Wind turbine generator systems* (available at www.electropedia.org)
- [4] IEC 60050-448:1995, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 448: Power system protection* (available at www.electropedia.org)
- [5] IEC 60050-617:2009, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 617: Organization/Market of electricity* (available at www.electropedia.org)
- [6] IEC 60050-651:2014, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 651: Live working* (available at www.electropedia.org)
- [7] IEC 60050-821:2017, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 821: Signalling and security apparatus for railways* (available at www.electropedia.org)
- [8] IEC 60050-903:2013, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 903: Risk assessment* (available at www.electropedia.org)
- [9] IEC 60050-904:2014, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 904: Environmental standardization for electrical and electronic products and systems* (available at www.electropedia.org)
- [10] IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*
- [11] IEC 60079-10-1, *Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres*
- [12] IEC 60079-10-2, *Explosive atmospheres – Part 10-2: Classification of areas – Explosive dust atmospheres*
- [13] IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*
- [14] IEC 60127-1, *Miniature fuses – Part 1: definitions for miniature fuses and general requirements for miniature fuse-links*
- [15] IEC 60227-1, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 1: General requirement*
- [16] IEC 60245-1, *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V – Part 1: General requirements*
- [17] IEC 60309 (relevant parts), *Plugs, fixed or portable socket-outlets and appliance inlets for industrial purposes*

- [19] IEC 60317 (relevant parts), *Specifications for particular types of winding wires*
- [20] IEC 60335-2-40, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-40: Particular requirements for electrical heat pumps, air-conditioners and dehumidifiers*
- [21] IEC 60364-4-42:2014, *Low-voltage electrical installations – Part 4-42: Protection for safety – Protection against thermal effects*
- [22] IEC 60479-1, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*
- [23] IEC 60691, *Thermal-links – Requirements and application guide*
- [24] IEC 60730-1, *Automatic electrical controls – Part 1: General requirements*
- [25] IEC 60730-2-8, *Automatic Electrical Controls – Part 2-8: Particular requirements for electrically operated water valves, including mechanical requirements*
- [26] IEC 60738-1, *Thermistors – Directly heated positive temperature coefficient – Part 1: Generic specification*
- [27] IEC 60755, *General safety requirements for residual current operated protective devices*
- [28] IEC 60812:2018, *Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA)*
- [29] IEC 60896-11, *Stationary lead-acid batteries – Part 11: Vented types – General requirements and methods of tests*
- [30] IEC 60896-21, *Stationary lead-acid batteries – Part 21: Valve regulated types – Methods of tests*
- [31] IEC 60896-22, *Stationary lead-acid batteries – Part 22: Valve regulated types – Requirements*
- [32] IEC 60947-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*
- [33] IEC 60947-7 (relevant parts), *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7: Ancillary equipment*
- [34] IEC 60999-1, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm² up to 35 mm² (included)*
- [35] IEC 60999-2, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 2: Particular requirements for clamping units for conductors above 35 mm² up to 300 mm² (included)*
- [36] IEC 61000 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC)*
- [37] IEC 61025:2006, *Fault tree analysis (FTA)*
- [38] IEC 61058-1, *Switches for appliances – Part 1: General requirements*
- [39] IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*
- [40] IEC 61204-7, *Low-voltage switch mode power supplies – Part 7: Safety requirements*
- [41] IEC 61508-1, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 1: General requirements*

- [42] IEC 61508-4:2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 4: Definitions and abbreviations*
- [43] IEC 61558-1, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 1: General requirements and tests*
- [44] IEC 61558-2-16, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units for general applications*
- [45] IEC 61643-11, *Low-voltage surge protective devices – Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems – Requirements and test methods*
- [46] IEC 61643-331, *Components for low-voltage surge protection – Part 331: Performance requirements and test methods for metal oxide varistors (MOV)*
- [47] IEC 61810-1, *Electromechanical elementary relays – Part 1: General and safety requirements*
- [48] IEC 61882:2016, *Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide*
- [49] IEC 61984, *Connectors – Safety requirements and tests*
- [50] IEC 62040-1:2022, *Uninterruptible power systems (UPS) – Part 1: Safety requirements*
- [51] IEC 62271 (relevant parts), *High-voltage switchgear and controlgear*
- [52] IEC 62282-3-100, *Fuel cell technologies – Part 3-100: Stationary fuel cell power systems – Safety*
- [53] IEC 62351 (all parts), *Power systems management and associated information exchange – Data and communications security*
- [54] IEC/TS 62351-2:2008, *Power systems management and associated information exchange – Data and communications security – Part 2: Glossary of terms*
- [55] IEC 62368-1:2018, *Audio/video, information and communication technology equipment – Part 1: Safety requirements*
- [56] IEC 62440, *Electric cables with a rated voltage not exceeding 450/750 V – Guide to use*
- [57] IEC/TS 62443-1-1:2009, *Industrial communication networks – Network and system security – Part 1-1: Terminology, concepts and models*
- [58] IEC 62485-1:2015, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 1: General safety information*
- [59] IEC 62531:2012, *Property Specification Language (PSL)*
- [60] IEC 62619, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications*
- [61] IEC/TS 62686-1:2020, *Process management for avionics – Electronic components for aerospace, defence and high performance (ADHP) applications – Part 1: General requirements for high reliability integrated circuits and discrete semiconductors*

TCVN 14499-5-1:2025

- [62] IEC 62932-2-2, *Flow battery energy systems for stationary applications – Part 2-2: Safety requirements*
- [63] IEC 62984-2, *High-temperature secondary batteries – Part 2: Safety requirements and tests*
- [64] IEC 62990-2, *Work place atmospheres – Part 2: Gas detectors – Selection, installation, use and maintenance of detectors for toxic gas and vapours*
- [65] IEC 63056, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for secondary lithium cells and batteries for use in electrical energy storage systems*
- [66] IEC 63115-2, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Sealed nickel-metal hydride cells and batteries for use in industrial applications – Part 2: Safety*
- [67] IEC 63294, *Test methods for electric cables with rated voltages up to and including 450/750 V methods*
- [68] IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*
- [69] IEC White paper, *Electrical Energy Storage*
- [70] ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*
- [71] IEC/ISO 31010, *Risk management – Risk assessment techniques*
- [72] ISO/IEC 14543-2-1:2006, *Information technology – Home electronic systems (HES) architecture – Part 2-1: Introduction and device modularity*
- [73] ISO 12944 (relevant parts), *Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems*
- [74] ISO 13732-1:2006, *Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces – Part 1: Hot surfaces*
- [75] ISO 13850:2015, *Safety of machinery – Emergency stop function – Principles for design*
- [76] ISO 13857:2019, *Safety of machinery – Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs*
- [77] ISO 13943:2017, *Fire safety – Vocabulary*
- [78] ISO 19353:2019, *Safety of machinery – Fire prevention and fire protection*
- [79] IEEE 1584-2018, *IEEE Guide for Performing Arc Flash Hazard Calculations*
- [80] NFPA 68, *Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting*
- [81] NFPA 69, *Standard on Explosion Prevention Systems*
- [82] NFPA 70:2023, *National Electrical Code (NEC)*
- [83] NFPA 70E, *Standard for Electrical Safety in the Workplace*
- [84] UL 9540, *Standard for Energy Storage Systems and Equipment*

- [85] UL 9540A, *Standard for Test Method for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation in Battery Energy Storage Systems*
 - [86] UL 62368-1, *Audio/Video, Information and Communication Technology Equipment – Part 1: Safety Requirements*
 - [87] J. C. Das, "Arc-flash hazard calculations in LV and MV DC systems – Part II: Analysis" IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 50, pp. 1698-1705, May/June 2014.
 - [88] F. M. Gatta, A. Geri, M. Maccioni, S. Lauria, F. Palone "Arc-flash in large battery energy storage systems – Hazard calculation and mitigation", IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), Rome, June, 7-10, 2016
-