

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 14499-2-200:2025

IEC/TR 62933-2-200:2021

Xuất bản lần 1

**HỆ THỐNG LƯU TRỮ ĐIỆN NĂNG –
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**

*Electrical energy storage (EES) systems –
Part 2-200: Unit parameters and testing methods –
Case study of electrical energy storage (EES) systems located
in EV charging station with PV*

HÀ NỘI – 2025

Mục lục

	Trang
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ, định nghĩa, thuật ngữ viết tắt và ký hiệu	8
3.1 Thuật ngữ và định nghĩa	8
3.2 Thuật ngữ viết tắt.....	8
4 Tổng quan về hệ thống EES kết hợp với sản xuất điện năng lượng mặt trời (PV) đặt tại trạm sạc EV	8
4.1 Quy định chung.....	8
4.2 Các kịch bản ứng dụng	9
4.3 Kiến trúc truyền thông hệ thống	10
4.4 Phân tích chu kỳ làm việc	11
5 Dự án trạm sạc thương mại PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung	11
5.1 Tổng quan dự án	11
5.2 Điều khiển và vận hành hệ thống	12
6 Dự án trạm sạc thương mại PV-EES-EV sử dụng thanh cái AC chung	18
6.1 Tổng quan dự án	18
6.2 Điều khiển và vận hành hệ thống	19
6.3 Tổng kết.....	22
7 Dự án trạm sạc doanh nghiệp PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung	23
7.1 Tổng quan dự án	23
7.2 Vận hành và điều khiển hệ thống.....	24
7.3 Tổng kết.....	28
8 Dự án trạm sạc doanh nghiệp PV-EES-EV sử dụng thanh cái AC chung	30
8.1 Tổng quan dự án	30
8.2 Điều khiển và vận hành hệ thống	31
8.3 Tổng kết.....	34
9 Đề xuất chế độ vận hành cho hệ thống EES đặt trong trạm sạc EV kết hợp với PV	35
Phụ lục A (tham khảo) Chu kỳ làm việc của hệ thống EES đặt trong trạm sạc EV kết nối với PV	38
Thư mục tài liệu tham khảo.....	50

TCVN 14499-2-200:2025

Lời nói đầu

TCVN 14499-2-200:2025 hoàn toàn tương đương với IEC/TR 62933-2-200:2021;

TCVN 14499-2-200:2025 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 (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 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

Electrical energy storage (EES) systems –

Part 2-200: Unit parameters and testing methods – Case study of electrical energy storage (EES) systems located in EV charging station with PV

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này được sử dụng cùng với các tiêu chuẩn phù hợp được đề cập trong Điều 2. Tiêu chuẩn này trình bày nghiên cứu các hệ thống lưu trữ điện năng (EES) kết hợp với sản xuất điện mặt trời (PV) được đặt tại các trạm sạc xe điện (EV) (trạm sạc PV-EES-EV) với mức điện áp từ 20 kV trở xuống. Trong tiêu chuẩn này, hệ thống EES được nhấn mạnh vì đây là một trong những lựa chọn ưu việt cho các trạm sạc (đặc biệt là trạm sạc nhanh công suất cao) với ưu điểm thân thiện với lưới điện, cải thiện việc tự tiêu thụ năng lượng sạch và tăng doanh thu cho các trạm. Trong ứng dụng này, các hệ thống EES thể hiện hiệu suất vượt trội ở các chế độ vận hành khác nhau như cất đỉnh tải, ổn định công suất, theo dõi tải, kinh doanh chênh lệch giá theo thời gian sử dụng và các dịch vụ phụ trợ. Chu kỳ làm việc thông thường được đề xuất dựa trên tổng kết các đặc trưng hoạt động của hệ thống EES.

Tiêu chuẩn này gồm các mục chính sau:

- tổng quan về các trạm sạc PV-EES-EV thông thường;
- phân tích hoạt động của các hệ thống EES trong các dự án điển hình;
- tổng kết và đề xuất các chế độ vận hành hệ thống EES.

2 Tài liệu viện dẫn

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

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

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

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa cho trong TCVN 14499-1 (IEC 62933-1).

3.2 Thuật ngữ viết tắt

AC	Alternating current	Dòng điện xoay chiều
BAMS	Battery array management system	Hệ thống quản lý mảng pin
BCMU	Battery cluster measurement unit	Bộ phận quản lý cụm pin
BMU	Battery measurement unit	Hệ thống quản lý pin
CAN	Controller area network	Mạng điều khiển vùng
DC	Direct current	Dòng điện một chiều
EES	Electrical energy storage	Lưu trữ điện năng
EMS	Energy management system	Hệ thống quản lý năng lượng
EV	Electric vehicle	Xe điện
EVSE	Electric vehicle supply equipment	Thiết bị cấp điện cho xe điện
PCS	Power conversion system	Hệ thống chuyển đổi công suất
POC	Point of connection	Điểm đấu nối
PV	Photovoltaic	Quang điện
SOC	State of charge	Trạng thái sạc
TOU	Time-of-use	Thời gian sử dụng
V2G	Vehicle-to-grid	Xe-lưới điện (Kết nối hai chiều giữa xe điện và lưới điện)

4 Tổng quan về hệ thống EES kết hợp với sản xuất điện năng lượng mặt trời (PV) đặt tại trạm sạc EV

4.1 Quy định chung

Các vấn đề biến đổi khí hậu và sự suy thoái môi trường ngày càng gia tăng trên quy mô toàn cầu là những thách thức lớn mà loài người đang phải đối mặt. Xe điện (EV) giúp giảm sự phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch, là chìa khóa để tiến tới chuyển dịch năng lượng trong lĩnh vực vận chuyển. Khi đó, tính thuận tiện của việc sạc luôn là một yếu tố quan trọng, quyết định đến việc lựa chọn phương tiện điện của người tiêu dùng. Trong những năm gần đây, cơ sở hạ tầng sạc EV, đặc biệt là các trạm sạc thương mại và các trạm sạc của doanh nghiệp, đã đạt được sự tăng trưởng nhanh chóng.

Sự tích hợp sản xuất năng lượng tái tạo vào các trạm sạc có lợi cho việc cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng sạch đồng thời giảm chi phí năng lượng của các trạm sạc. Do bị hạn chế bởi diện tích xây dựng, sản xuất điện năng lượng mặt trời PV thường là lựa chọn đầu tiên cho các trạm sạc. Các tấm PV có thể được lắp đặt trên mái của trạm hoặc tích hợp trên đỉnh của cơ sở hạ tầng sạc tùy theo điều kiện tại chỗ, điều này cho thấy nhiều lợi thế so với các tuabin gió. Tuy nhiên, cả năng lượng PV và tải sạc EV đều không có độ ổn định cao, và nhu cầu sạc của người dùng EV trong giờ cao điểm đôi khi có tác động lớn đến sự ổn định của lưới điện ngoài. Các hệ thống EES có thể làm ổn định tải sạc của người dùng EV và thúc đẩy tiêu thụ tại chỗ điện năng lượng mặt trời PV. Đối với hoạt động của trạm sạc, các hệ thống EES có thể trì hoãn việc mở rộng máy biến áp tại trạm sạc do tải tăng nhanh, đạt được lợi nhuận chênh lệch giá đỉnh-đáy theo TOU, và thậm chí hỗ trợ trạm sạc tham gia vào các dịch vụ phụ trợ của lưới điện.

Sự tích hợp các hệ thống PV và EES là xu hướng phát triển của các trạm sạc EV. Nhiều quốc gia trên thế giới, như Trung Quốc, Hoa Kỳ, Đức, Vương quốc Anh và Úc, đã triển khai các dự án trạm sạc EV tích hợp với các hệ thống PV và EES.

4.2 Các kịch bản ứng dụng

Một số trạm sạc PV-EES-EV được thiết kế để hoạt động không nối lưới, trong đó hệ thống PV cung cấp năng lượng điện ban đầu và hệ thống EES đóng vai trò là nơi lưu trữ điện và cung cấp điện kịp thời cho các EV. Toàn bộ trạm không trao đổi điện với lưới điện ngoài. Ở trạm sạc hoạt động theo chế độ này, dung lượng của hệ thống EES là thông số chính quyết định số lượng xe điện EV có thể sạc được.

So với các trạm không nối lưới ở trên, nhìn chung các chế độ vận hành trạm sạc hoạt động kết nối lưới khá phổ biến. Trong trường hợp này, nhu cầu sạc của các chủ sở hữu EV luôn được đáp ứng, ngay cả khi dung lượng của hệ thống EES và PV không đủ. Những loại cơ sở hạ tầng sạc này được triển khai rộng rãi tại các hộ gia đình, bãi đỗ xe, khu vực dịch vụ trên cao tốc và các địa điểm khác có lưu lượng giao thông cao.

Tại các trạm sạc kết nối lưới, các hệ thống EES có thể hoạt động theo nhiều chế độ khác nhau, chẳng hạn như cắt đỉnh tải, ổn định công suất, theo dõi tải, kinh doanh chênh lệch giá theo thời gian sử dụng, và các dịch vụ phụ trợ, thay vì chỉ đơn giản là cân bằng lượng điện PV sản xuất được và tải sạc như trong các trạm không kết nối lưới. Sau khi khảo sát lượng lớn các trạm sạc trên toàn thế giới, có bốn kịch bản ứng dụng phổ biến cho các trạm sạc PV-EES-EV kết nối lưới từ góc độ kết cấu điện: trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái DC chung (thanh cái một chiều), trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái AC chung (thanh cái xoay chiều), trạm sạc kinh doanh sử dụng thanh cái DC chung, và trạm sạc kinh doanh sử dụng thanh cái AC chung.

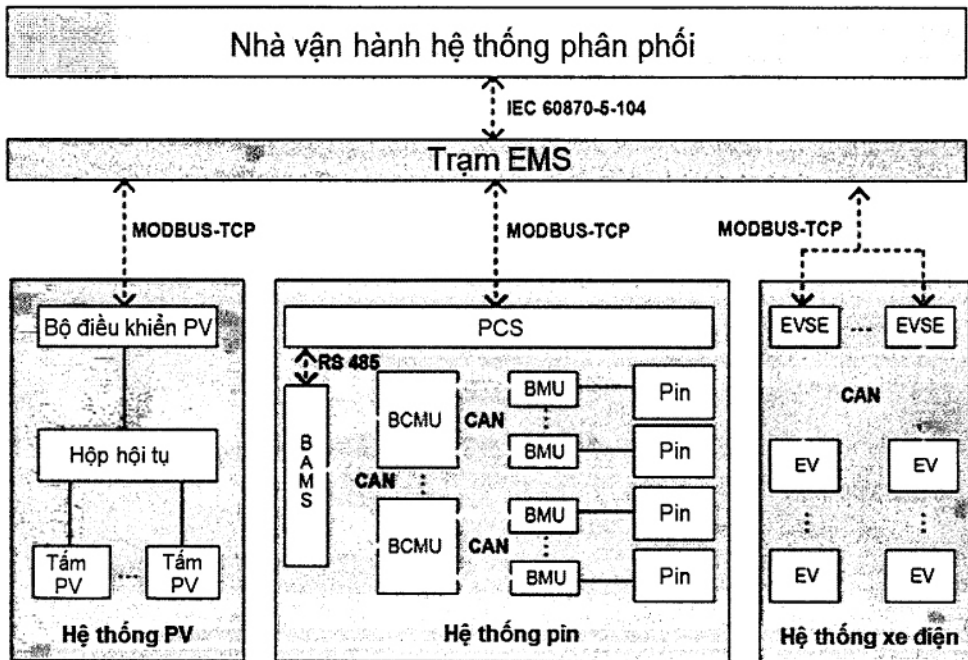
Mục đích chính của các trạm sạc thương mại là cung cấp dịch vụ sạc cho người dùng EV và thu được lợi nhuận kinh tế. Nhìn chung, trạm sạc thương mại là một đối tượng độc lập về lợi ích và có thể được xem như một tải chung từ góc độ mạng lưới điện do không cho phép hòa điện vào lưới điện bên ngoài trong hầu hết các trường hợp. Trong tiêu chuẩn này, hai trường hợp thực tế được thảo luận ở Điều 5 và Điều 6. Điều 5 giới thiệu loại trạm sạc PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung. Hệ thống EES trong

trạm này hoạt động theo chế độ theo dõi tải và chênh lệch giá TOU. Ngược lại, trạm sạc PV-EES-EV trong Điều 6 là một trạm sử dụng thanh cái AC chung, hệ thống EES của trạm này chủ yếu hoạt động trong chế độ ổn định công suất, cắt đỉnh tải và chênh lệch giá TOU.

Các trạm sạc kinh doanh thường là các trạm sạc được xây dựng bên cạnh các trung tâm thương mại, tòa nhà văn phòng, khu dân cư, và các khuôn viên, không chỉ cung cấp dịch vụ cho các phương tiện EV mà còn cung cấp năng lượng cho các tải xung quanh. Trong Điều 7, một trạm sạc PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung được phân tích, trong đó hệ thống EES đóng vai trò toàn diện trong theo dõi tải, chênh lệch giá TOU và đáp ứng nhu cầu. Toàn bộ trạm sạc cũng đảm nhận nhiệm vụ cung cấp năng lượng cho một trung tâm mua sắm gần đó trong các thời điểm giá cao. Cuối cùng, trong Điều 8, giới thiệu một dự án sạc kinh doanh sử dụng thanh cái AC chung được tài trợ bởi Bộ Năng lượng Hoa Kỳ và các chế độ hoạt động của một trong các trạm sạc được trình bày chi tiết trong dự án này.

4.3 Kiến trúc truyền thông hệ thống

Hình 1 cho thấy một kiến trúc điển hình trong hệ thống truyền thông của trạm sạc EV kết nối lưới được tích hợp với hệ thống PV và EES tại Trung Quốc. Hệ thống quản lý năng lượng pin được chia thành ba cấp độ, cụ thể là hệ thống quản lý mảng pin (BAMS), bộ phận đo lường cụm pin (BCMU) và bộ phận đo lường pin (BMU). Mạng điều khiển vùng (CAN) được sử dụng để trao đổi thông tin giữa các hệ thống quản lý/bộ phận đo lường cấp thấp và cấp cao. Chỉ có cấp cao nhất của BAMS giao tiếp với hệ thống chuyển đổi công suất (PCS) qua RS-485. Các tấm PV được liên kết với bộ điều khiển PV thông qua hộp hội tụ. Để thống nhất, tất cả các thành phần trong hệ thống sạc EV giao tiếp qua CAN. Bộ điều khiển PV, PCS pin và thiết bị sạc (EVSE) được kết nối với hệ thống quản lý năng lượng của trạm sạc (station-EMS). Hệ thống này sẽ phản hồi theo các lệnh của mạng phân phối ngoài theo IEC 60870-5-104.



Hình 1 – Ví dụ về kiến trúc hệ thống truyền thông của trạm sạc PV-EES-EV

Lưu ý rằng cấu trúc và giao thức truyền thông được đề cập trên Hình 1 chỉ nhằm mục đích minh họa điển hình cho các trường hợp được áp dụng thực tế tại Trung Quốc. Trên thực tế, một số giao thức mở và có tính tương tác khác cũng có sẵn. Ví dụ: IEC 61851 (tất cả các phần), ISO 15118 (tất cả các phần), CHAdeMO 2.0, và IEEE 2030.5 có thể được sử dụng như các giao thức thay thế giữa xe điện (EV) và thiết bị sạc (EVSE). Về mặt giao tiếp giữa trạm quản lý năng lượng (EMS), hệ thống EV, hệ thống pin và hệ thống PV, IEC 61850 (tất cả các phần) là một lựa chọn tốt để cung cấp mức bảo mật cao hơn chống lại các lệnh không được phép hoặc đánh cắp dữ liệu.

4.4 Phân tích chu kỳ làm việc

Chu kỳ làm việc là một profin sạc/xả thể hiện các yêu cầu đặt ra cho hệ thống EES bởi một ứng dụng cụ thể. Chu kỳ làm việc cho hệ thống EES trong trạm sạc EV với các tấm PV sẽ xem xét cách thức một hệ thống EES hoạt động trong một chu kỳ cụ thể để làm cho trạm sạc hoạt động hiệu quả hơn.

Bởi vì tải sạc của trạm sạc và sản lượng điện PV là ngẫu nhiên, đồng thời có các thời kỳ cao điểm và thấp điểm, nên cần cung cấp một chu kỳ làm việc 24 h cho hoạt động của hệ thống EES, để cung cấp năng lượng tốt hơn cho trạm sạc.

Các bước sau đây thường được sử dụng để cấu hình cho chu kỳ làm việc của hệ thống EES trong các trạm sạc PV-EES-EV.

Bước 1: Các trạm sạc được phân loại dựa trên dữ liệu thu thập, bao gồm dữ liệu PV, hệ thống EES, điểm đấu nối (POC) và tải.

Bước 2: Dữ liệu PV, hệ thống EES, POC và tải được xử lý riêng biệt, chủ yếu bao gồm việc lấp đầy vùng dữ liệu bị thiếu và làm cho các khoảng thời gian lấy số liệu của bốn loại dữ liệu này giống nhau.

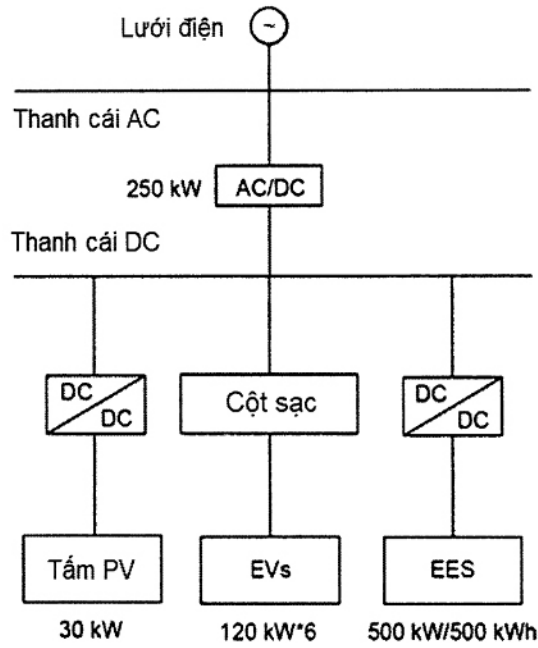
Bước 3: Các chế độ vận hành của hệ thống EES trong các trạm sạc PV-EES-EV được phân tích và đường cong vận hành tương ứng được trích xuất theo các chế độ vận hành khác nhau. Các phương pháp khác nhau được sử dụng cho các chế độ vận hành khác nhau để tính toán các đường cong vận hành của hệ thống EES tương ứng.

Bước 4: Các đường cong làm việc 24 h dưới mỗi chế độ vận hành được tổng hợp và chu kỳ làm việc điển hình của hệ thống EES được trích xuất.

5 Dự án trạm sạc thương mại PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung

5.1 Tổng quan dự án

Dòng điện được tạo ra bởi các tấm PV và yêu cầu cho xe điện (EV) đều ở dạng dòng điện một chiều (DC), và pin cũng vậy. Để giảm tổn thất năng lượng, nhiều trạm sạc được triển khai dưới dạng hệ thống DC. Một trong những đại diện điển hình là trạm sạc PV-EES-EV. Hình 2 cho thấy cấu trúc điện của một trạm sạc PV-EES-EV thương mại tại Trung Quốc.



Hình 2 – Cấu trúc hệ thống cho trạm sạc thương mại PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC

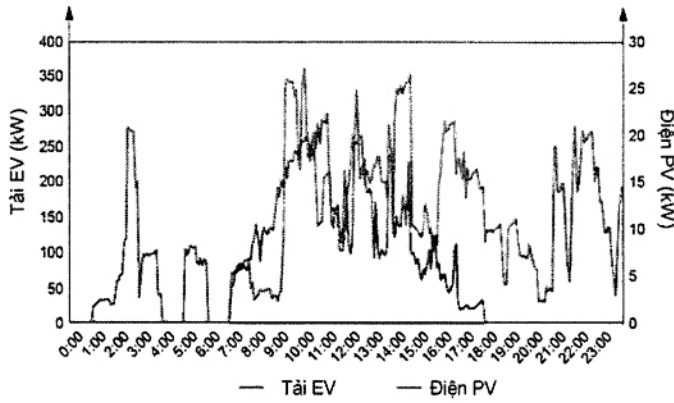
Dự án này được trang bị thanh cái DC để kết nối các thiết bị chính trong trạm, bao gồm các tấm pin PV 30 kW, hệ thống lưu trữ năng lượng (EES) 500 kW/500 kWh và 6 trụ sạc nhanh DC. Công suất tối đa của mỗi trụ có thể đạt 120 kW. Trạm sạc được kết nối sử dụng thanh cái AC chung thông qua bộ chuyển đổi AC/DC, nhờ đó mà có thể mua điện từ lưới điện ngoài. Tuy nhiên, trạm sạc không được phép truyền điện ngược trở lại lưới điện ngoài. Nói cách khác, trạm chỉ là một tải thông thường từ góc nhìn của lưới điện.

Mục đích chính của việc lắp đặt hệ thống lưu trữ năng lượng (EES) trong trạm này là để đáp ứng nhu cầu sạc nhanh và cung cấp dịch vụ chất lượng mà không làm tăng nhu cầu tải trên lưới điện ngoài của trạm sạc. Nếu không triển khai hệ thống EES, giới hạn dịch vụ của trạm sạc là 250 kW dựa trên công suất của bộ chuyển đổi lưới AC/DC khi đầu ra điện của PV bằng không. Với sự trợ giúp của hệ thống EES, trạm sạc có thể đáp ứng nhu cầu sạc lên đến 750 kW. Trong thực tế, công suất tối đa của hệ thống EES được đặt ở mức 250 kW (50 % công suất đầu ra tối đa) trong điều kiện vận hành bình thường để kéo dài tuổi thọ của pin. Trong tình huống khẩn cấp khi tải sạc vượt quá tổng công suất cung cấp của các tấm pin PV, EES, và lưới điện bên ngoài, hệ thống EES được phép hoạt động trong khoảng từ 250 kW đến 500 kW.

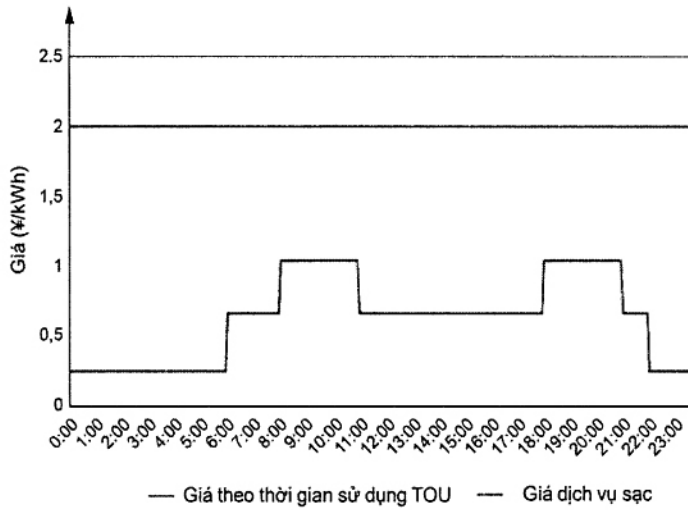
5.2 Điều khiển và vận hành hệ thống

5.2.1 Phân tích dữ liệu vận hành

Lịch sử dữ liệu của quá trình sản xuất và tiêu thụ điện trong một ngày được thể hiện trên Hình 3. Các tấm pin PV sản xuất điện chủ yếu từ 7:00 đến 18:00. Dịch vụ sạc xe điện thì luôn mở 24h/ngày. Hình 4 cho thấy giá TOU và thuế dịch vụ sạc EV trong ngày.



Hình 3 – Công suất tải xe điện và điện PV trong ngày ở trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái DC



Hình 4 – Giá dịch vụ sạc và giá theo thời gian sử dụng trong ngày ở trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái DC

5.2.2 Phân tích chế độ vận hành

5.2.2.1 Quy định chung

Hệ thống lưu trữ năng lượng (EES) có khả năng lưu trữ nguồn điện từ lưới điện ngoài trong các thời điểm giá thấp và phát điện khi giá cao. Do tải sạc xe điện (EV) là không xác định (trạm này không được trang bị hệ thống dự đoán tải sạc), năng lượng dự trữ trong hệ thống EES phải tương đối lớn để tránh tình trạng trạng thái sạc (SOC) của EES rơi xuống dưới mức cho phép khi nhiều xe đến sạc cùng một lúc. Trong dự án này, trạng thái sạc tối thiểu (SOC) của hệ thống EES được đặt ở mức 32 % để đối phó với tình huống sạc bất ngờ và đảm bảo đủ điện được lưu trữ trong pin (95 % dung lượng danh định của hệ thống EES trong dự án này) trong thời điểm giá cao.

Hệ thống EES trong trạm sạc này đóng vai trò như việc theo dõi tải sạc tương đương (equivalent charging load tracing) và kinh doanh chênh lệch giá TOU. Tải tương đương là sự chênh lệch giữa tải sạc EV và công suất của các tấm pin PV. Trong các giai đoạn giá thấp và giá trung bình, nhu cầu tải sạc của xe

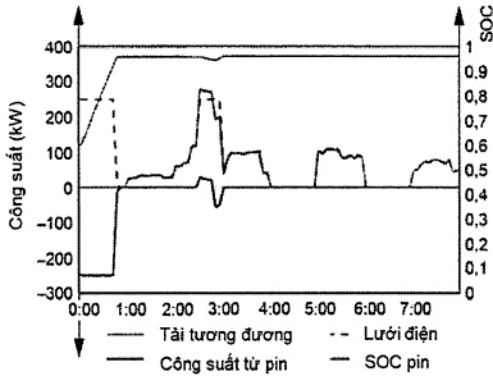
điện chủ yếu được đáp ứng bởi lưới ngoài, và hệ thống EES chỉ cung cấp điện đã lưu trữ khi nhu cầu sạc vượt quá tổng công suất của bộ chuyển đổi lưới AC/DC và công suất của PV. Trong giai đoạn giá cao, hệ thống EES cung cấp điện cho tải sạc EV tương đương. Khi công suất EES không đủ, phần tải sạc EV bị thiếu sẽ được cung cấp bổ sung bởi lưới điện ngoài.

5.2.2.2 Chế độ kinh doanh chênh lệch giá theo thời gian sử dụng TOU

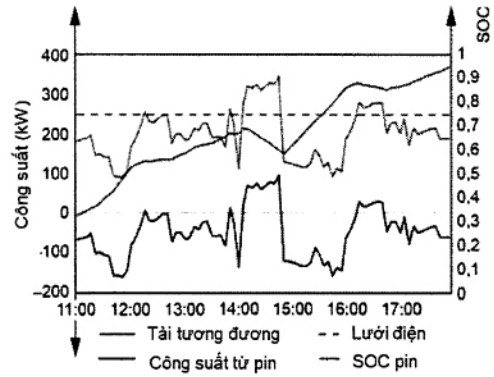
Chế độ kinh doanh chênh lệch giá theo thời gian sử dụng (TOU) chủ yếu tập trung vào các giai đoạn giá thấp và trung bình, tức là từ 0:00 đến 8:00, 11:00 đến 18:00, và 21:00 đến 24:00 (Hình 4). Tải tương đương bằng tải sạc EV trừ đi công suất đầu ra của PV. Công suất pin là dương trong chế độ xả và âm trong chế độ sạc. Công suất lưới là dương khi trạm sạc lấy điện từ lưới ngoài.

Trong các giai đoạn này, hệ thống EES cơ bản ở chế độ sạc do giá tương đối thấp, và lưới điện bên ngoài đáp ứng nhu cầu tải sạc EV tương đương. Khi tải tương đương dưới 250 kW, nó hoàn toàn được đáp ứng bởi lưới điện ngoài. Đồng thời, nếu trạng thái sạc (SOC) của hệ thống EES chưa đạt 95 %, nó sẽ ở chế độ sạc. Công suất sạc của hệ thống EES bằng 250 kW (giới hạn công suất của bộ chuyển đổi lưới AC/DC) trừ đi tải tương đương. Tuy nhiên, khi nhu cầu tải tương đương vượt quá 250 kW, ví dụ từ 2:30 đến 2:45 (Hình 5a), hoặc từ 14:05 đến 14:45 (Hình 5b), phần tải sạc EV vượt mức sẽ được cung cấp bởi hệ thống EES. Trong trường hợp này, hệ thống EES ở chế độ xả.

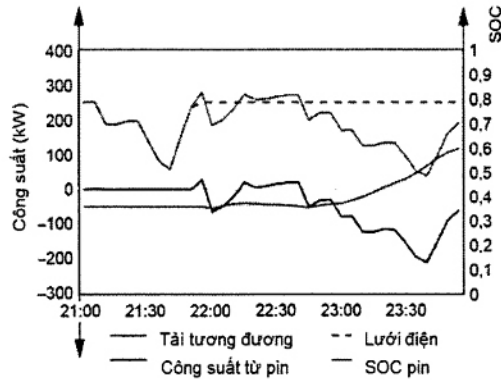
Lưu ý rằng hệ thống EES ở chế độ chờ từ 21:00 đến 22:00 (như trên Hình 5c), trong đó hệ thống EES không sạc và chỉ xả khi tải EV vượt quá giới hạn 250 kW. Lý do là để tiết kiệm chi phí nhiều hơn bằng cách trì hoãn việc sạc của hệ thống EES đến giai đoạn giá thấp hơn (từ 22:00 đến 6:00 của ngày hôm sau) hơn là sạc trong giai đoạn giá trung bình (từ 21:00 đến 22:00). Tuy nhiên, trong các giai đoạn giá trung bình khác, ví dụ từ 11:00 đến 18:00, hệ thống EES cần phải sạc để chuẩn bị cho việc xả trong giai đoạn giá cao sau đó trong ngày.



a) Công suất vận hành từ 0:00 đến 8:00



b) Công suất vận hành từ 11:00 đến 18:00

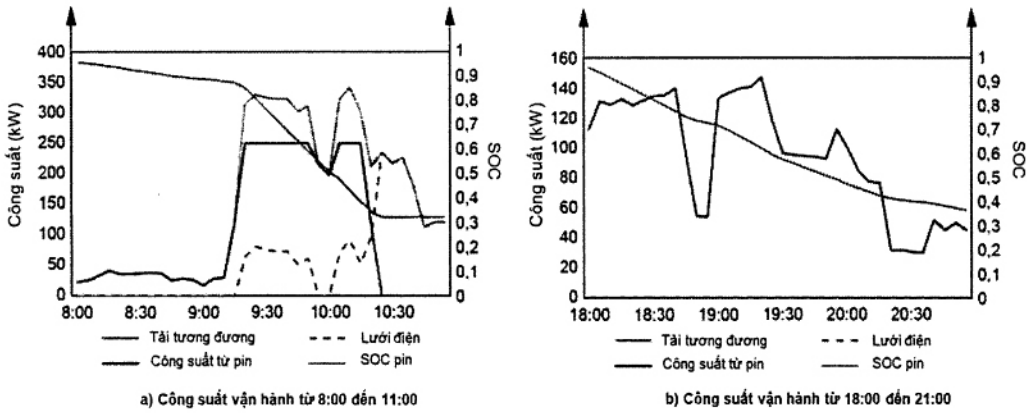


c) Công suất vận hành từ 21:00 đến 24:00

Hình 5 – Công suất hoạt động trong giai đoạn giá trung bình và giá thấp của trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái DC chung

5.2.2.3 Chế độ theo dõi tài tương đương

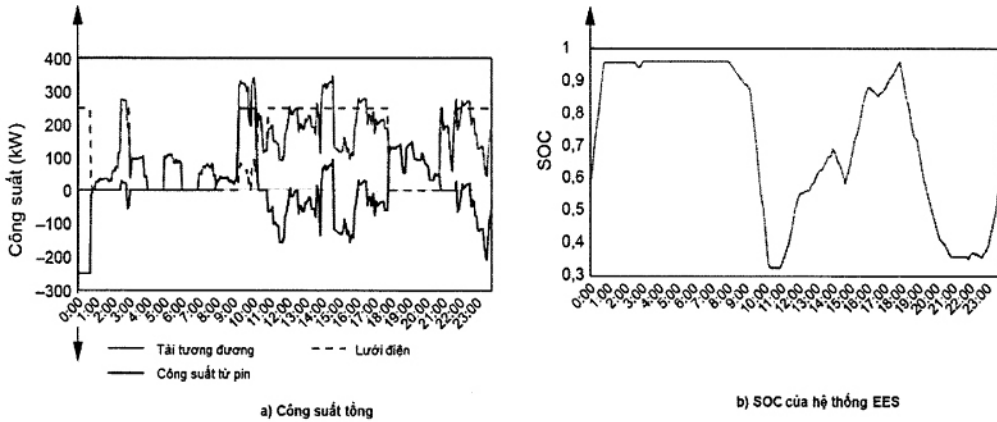
Trong các giai đoạn giá cao, hệ thống EES hoạt động ở chế độ theo dõi tài tương đương, được minh họa trên Hình 6. Hình 6a cho thấy công suất vận hành từ 8:00 đến 11:00, và Hình 6b cho thấy công suất vận hành từ 18:00 đến 21:00. Tải sạc EV được cung cấp trước bởi hệ thống EES. Để kéo dài tuổi thọ của pin, công suất xả của hệ thống EES được giới hạn ở mức 250 kW. Phần nhu cầu sạc vượt quá giá trị này sẽ được cung cấp bởi lưới điện ngoài (khoảng từ 9:20 đến 9:50, Hình 6a). Nếu tải sạc lớn và vượt quá 500 kW, hệ thống EES sẽ cung cấp phần thừa trong khoảng thời gian đó (tình huống này không xảy ra trong trường hợp này). Điều cần lưu ý là khi trạng thái sạc (SOC) của hệ thống EES đạt đến giới hạn thấp nhất là 32 %, hệ thống EES sẽ ngừng xả và tài tương đương sẽ được đáp ứng bởi lưới điện ngoài, ví dụ trong khoảng từ 10:25 đến 11:00.



Hình 6 – Công suất vận hành trong giai đoạn giá cao của trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái DC chung

5.3 Tổng kết

Chu kỳ làm việc của hệ thống EES thu được là sự tổng hợp của các đường cong cho mỗi chế độ hoạt động đã nêu trên (Hình 7). Có thể thấy rằng tải sạc cao điểm được cắt giảm do giới hạn công suất từ bộ chuyển đổi lưới điện. Hệ thống EES trong trạm đáp ứng nhu cầu sạc vượt mức. Nhìn chung, có thể thấy rằng hệ thống EES trải qua hai quá trình sạc và xả lớn trong chu kỳ làm việc của một ngày, như trên Hình 7b). Sự phân chia chu kỳ làm việc theo thời gian của hệ thống EES được liệt kê trong Bảng 1.



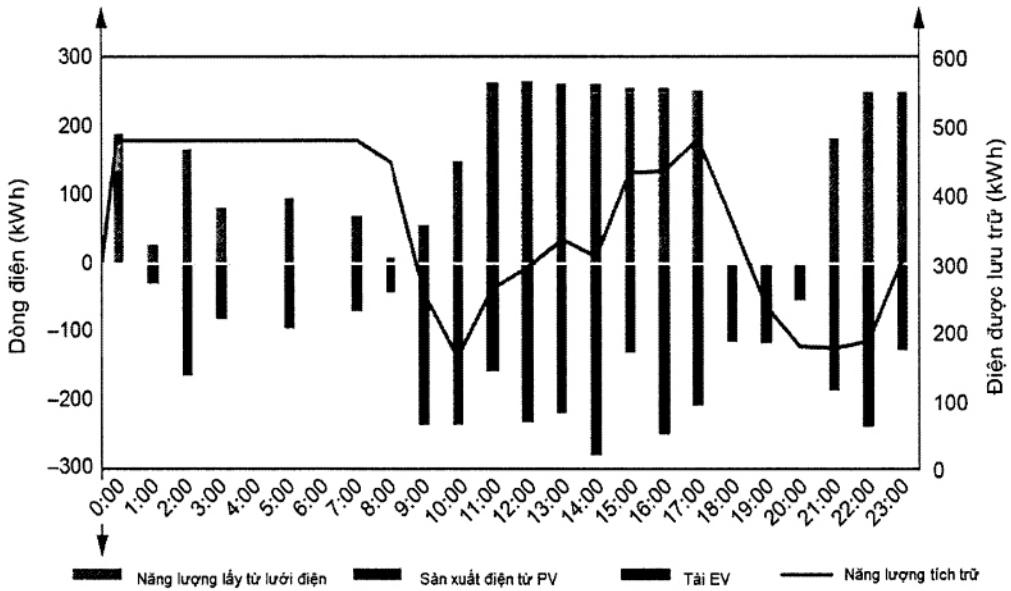
Hình 7 – Chu kỳ làm việc của hệ thống EES của trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái DC chung

Bảng 1 – Phân chia thời gian của các chế độ vận hành hệ thống EES trong trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái DC chung

Chế độ	Thời gian	Mục tiêu	Chú ý
Kinh doanh chênh lệch giá TOU	0:00~8:00	Hệ thống EES trong chế độ sạc cho đến khi SOC đạt đến giới hạn trên 95 % để chuẩn bị cho việc xả trong giai đoạn cao điểm vào buổi sáng.	<ul style="list-style-type: none"> - Khi tải tương đương vượt giới hạn vào từ lưới điện bên ngoài (250 kW), hệ thống EES xả lượng tải dư. - Khi SOC của hệ thống EES đạt 95 %, chế độ sạc bị tắt. - Công suất sạc tối đa của hệ thống EES được đặt là 250 kW.
	11:00~18:00	Hệ thống EES trong chế độ sạc cho đến khi SOC đạt đến giới hạn trên 95 % để chuẩn bị cho việc xả trong giai đoạn cao điểm vào buổi tối.	
	21:00~22:00	Hệ thống EES ở chế độ chờ để chờ cho việc sạc ở giai đoạn giá thấp.	
	22:00~24:00	Hệ thống EES ở chế độ sạc cho đến khi SOC đạt đến giới hạn trên 95 % để chuẩn bị cho việc xả trong giai đoạn cao điểm vào buổi sáng.	
Bám theo tải tương đương	8:00~11:00	Hệ thống EES ở chế độ xả để bám theo tải tương đương	<ul style="list-style-type: none"> - Công suất xả tối đa của hệ thống EES được đặt là 250 kW. Khi tải tương đương vượt 250 kW, phần tải thừa sẽ được đáp ứng bởi lưới điện ngoài. - Khi SOC của hệ thống EES đạt tới 32 %, chế độ xả bị dừng lại.
	18:00~21:00		

Trong dự án thực tế này, hệ thống EES được lập trình sạc lên đến 95 % để chuẩn bị cho việc xả trong các giai đoạn giá cao. Nếu dự đoán tải được áp dụng, mức sạc lại sẽ được tối ưu hóa. Ví dụ khi SOC của EES giảm xuống 35 % sau 21:00, nhưng vẫn cao hơn ngưỡng tối thiểu đã đặt là 32 %. Nói cách khác, nếu tải sạc cho phần còn lại của ngày được biết trước, hệ thống EES sẽ không cần phải sạc lên đến 95 % trong các giai đoạn giá trung bình.

Hình 8 cho thấy dòng điện hàng ngày của trạm sạc (giá trị tại thời điểm t có nghĩa là tổng điện từ thời điểm t đến thời điểm $t+1$). Trục bên trái cho thấy dòng điện của lưới điện, PV và tải EV theo từng giờ. Trục bên phải cho thấy điện lưu trữ trong hệ thống EES. Có thể thấy rằng tỷ lệ sử dụng của các trụ sạc (tỷ lệ giữa công suất sạc và công suất tối đa của các trụ sạc) là khá đáng kể, đạt trung bình 20 %/h. Tuy nhiên, công suất PV trang bị cho trạm sạc này là tương đối không đủ, chỉ có 30 kW. Những lợi ích kinh tế tốt hơn dự kiến sẽ đạt được nếu lắp đặt thêm nhiều tấm pin PV.



Hình 8 – Dòng điện hàng ngày của trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái DC chung

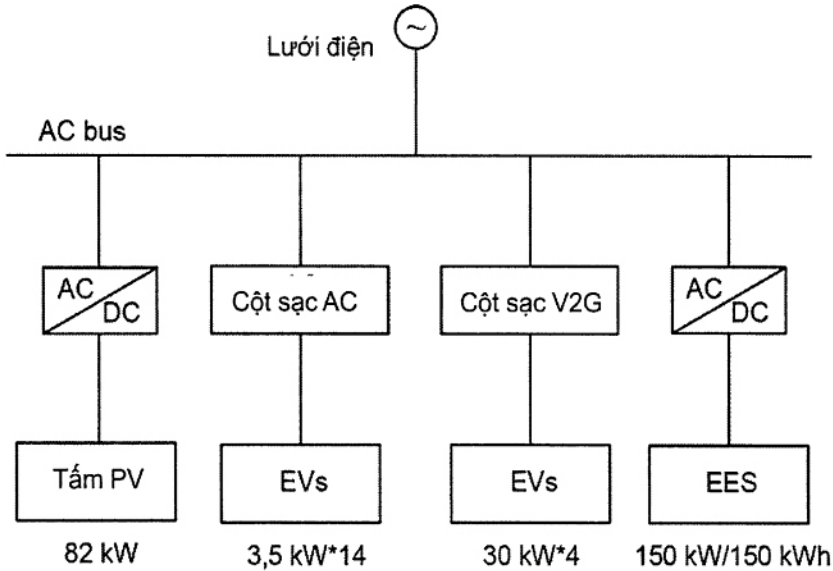
Chu kỳ làm việc của hệ thống EES trong trạm này được cung cấp trong Phụ lục A.2.

6 Dự án trạm sạc thương mại PV-EES-EV sử dụng thanh cái AC chung

6.1 Tổng quan dự án

Đặc điểm của các profin sản xuất điện từ PV và tải EV luôn dao động. Sạc nhanh với công suất cao tập trung tại trạm sạc sẽ gây ra các đỉnh tải, dẫn đến chi phí cao do các khoản đầu tư không mong muốn vào máy biến áp. Hệ thống EES có khả năng điều chỉnh các hình dạng các đường trong profin bằng cách ổn định đầu ra của tải tương đương hoặc cắt đỉnh tải.

Hình 9 cho thấy cấu trúc hệ thống cụ thể của một trạm sạc PV-EES-EV tại Thượng Hải, Trung Quốc. Toàn bộ trạm bao gồm 292 môđun PV, chiếm diện tích 530 m². Tổng công suất lắp đặt của các môđun PV là 82 kW. Công suất của hệ thống EES là 150 kW/150 kWh. Đối với tải sạc EV, có 14 trụ sạc AC, với công suất danh định của mỗi trụ là 3,5 kW, và 4 trụ sạc xe-lưới điện (V2G), với công suất danh định của mỗi trụ là 30 kW. Tất cả đều được kết nối với lưới điện thông qua thanh cái AC. Dòng điện trên thanh cái AC là hai chiều. Nếu có điện PV dư thừa, nó có thể được truyền ngược trở lại lưới điện ngoài.



Hình 9 – Cấu trúc hệ thống của trạm sạc thương mại PV-EES-EV sử dụng thanh cái AC chung

PV được sử dụng để cung cấp nguồn điện carbon thấp. Hệ thống EES được sử dụng để lưu trữ năng lượng điện trong các giờ thấp điểm và hỗ trợ tải sạc nhanh trong các giờ cao điểm, điều này giúp giảm sự khác biệt giữa đỉnh và đáy tải, giảm tác động của sạc nhanh lên lưới điện và tăng hiệu quả hoạt động của hệ thống.

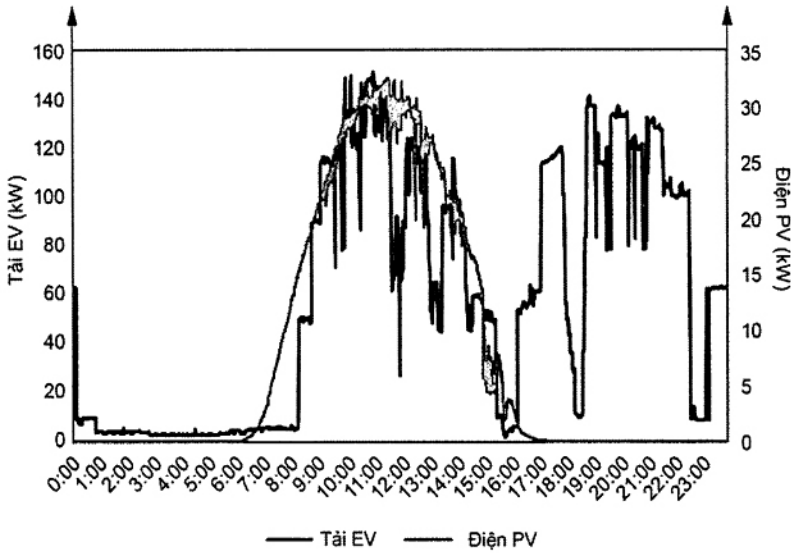
Theo ứng dụng của hệ thống EES cho trạm sạc EV với các mô đun PV, có ba yêu cầu chức năng đối với hệ thống EES như sau:

- 1) Ổn định công suất: giảm thiểu sự thay đổi đột ngột của công suất sạc nhanh cho các xe điện, giảm tác động của tải sạc lên mạng phân phối và ổn định đầu ra của PV.
- 2) Điều hòa phụ tải: xả điện trong các giai đoạn tải cao điểm và sạc điện trong các giai đoạn tải thấp điểm, giảm sự khác biệt giữa đỉnh và đáy tải; đáp ứng nhu cầu tải cao điểm vượt quá công suất của mạng phân phối, từ đó trì hoãn việc nâng cấp trạm sạc và lưới điện.
- 3) Kinh doanh chênh lệch giá theo thời gian sử dụng (TOU): hệ thống EES sạc trong giai đoạn giá thấp và xả trong giai đoạn giá cao để đạt được lợi nhuận từ chênh lệch giá.

6.2 Điều khiển và vận hành hệ thống

6.2.1 Phân tích dữ liệu vận hành

Đường cong công suất tải thu được, minh họa trên Hình 10. Khoảng thời gian mỗi lần lấy số liệu là 1 min. Có thể thấy rằng công suất tải sạc cao nhất của xe điện trong một ngày khoảng 150 kW. Thời gian sạc chủ yếu phân bố từ 9:00 đến 1:00 ngày hôm sau và có sự biến động lớn. Xét đến đặc điểm gián đoạn của tải sạc và công suất PV, chúng được tổng hợp thành một (tải tương đương) để phân tích thêm.



Hình 10 – Công suất tải EV và điện PV của trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái AC chung

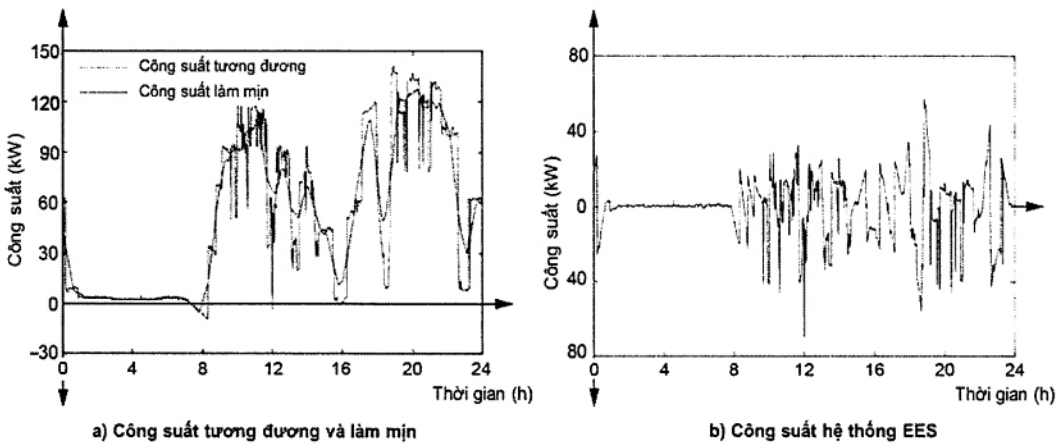
6.2.2 Phân tích chế độ vận hành

6.2.2.1 Giới thiệu chung

Do tải sạc biến động trong suốt 24 h, hệ thống EES được chia làm 3 chế độ vận hành, bao gồm chế độ ổn định công suất, chế độ cắt đỉnh tải và chế độ kinh doanh chênh lệch giá TOU.

6.2.2.2 Chế độ ổn định công suất

Chế độ ổn định công suất chủ yếu sử dụng phương pháp trung bình động để ổn định công suất của POC và mô tả đặc tính công suất sạc-xả của hệ thống EES. Các đường cong công suất thu được khi chỉ áp dụng chế độ này trong 24 h được thể hiện trên Hình 11. Hình 11a cho thấy công suất tương đương và công suất đã được ổn định, và Hình 11b cho thấy công suất của hệ thống EES.

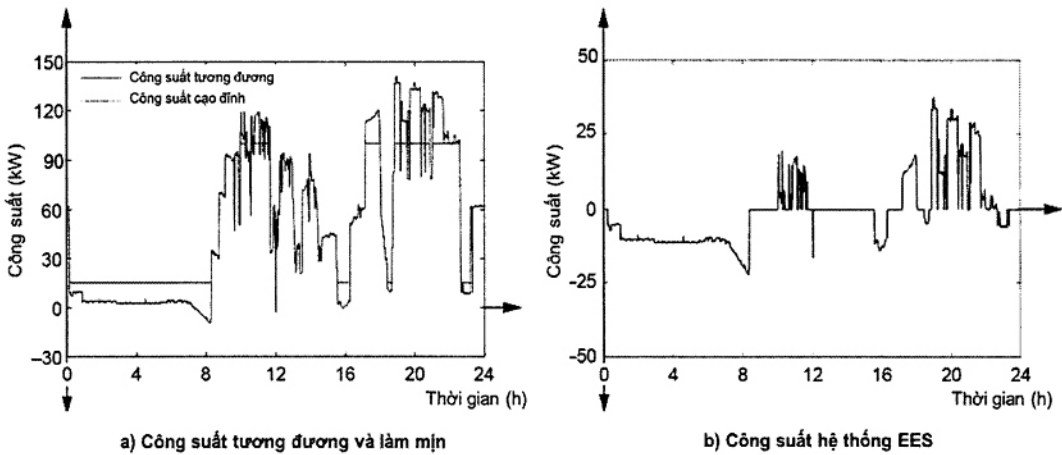


Hình 11 – Công suất hoạt động trong chế độ ổn định của trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái AC chung

Công suất của hệ thống EES là dương trong chế độ xả và âm trong chế độ sạc. Công suất sạc-xả của hệ thống EES giữa 1:00 và 8:00 không thay đổi nhiều và có xu hướng duy trì ở mức sạc duy trì. Do sự dư thừa công suất PV vào ban ngày, hệ thống EES đạt đỉnh sạc vào khoảng 12:00.

6.2.2.3 Chế độ cắt đỉnh tải

Trong chế độ cắt đỉnh tải, công suất giới hạn trên và giới hạn dưới của lưới được đặt lần lượt là 75 % và 10 % công suất của máy biến áp chung, tức là 112,5 kW và 15 kW. Chiến lược là hệ thống EES sẽ liên tục tăng công suất xả của nó hoặc giảm công suất sạc cho đến khi công suất tại POC ổn định dưới 112,5 kW, và hệ thống EES sẽ tăng công suất sạc của nó hoặc giảm công suất xả cho đến khi công suất tại POC ổn định trên 15 kW. Hình ảnh thu được khi áp dụng chế độ cắt đỉnh tải một mình trong 24 h được trình bày trên Hình 12. Hình 12a cho thấy công suất tương đương và công suất đã được ổn định, và Hình 12b cho thấy công suất của hệ thống EES.

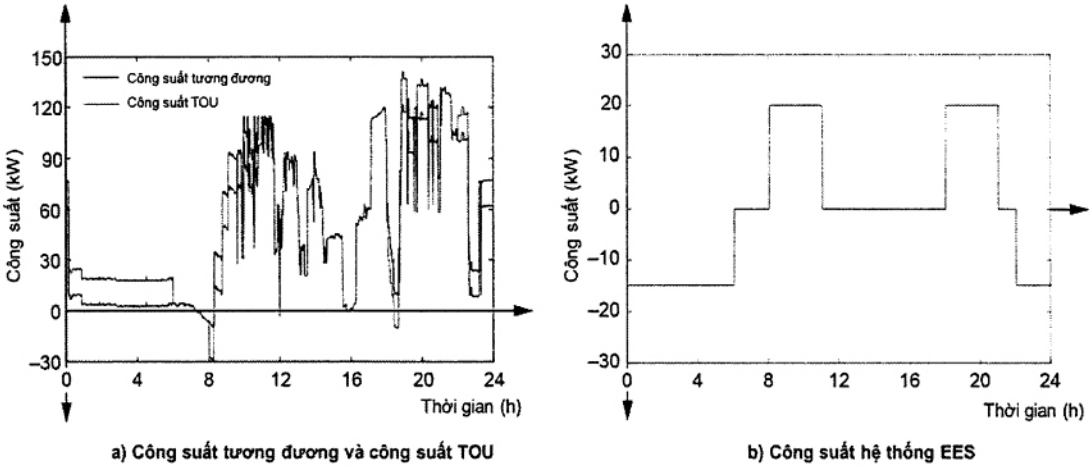


Hình 12 – Công suất vận hành trong chế độ cắt đỉnh tải của trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái AC chung

Hệ thống EES chủ yếu sạc từ 1:00 đến 8:00, xả từ 10:00 đến 12:00 và từ 17:00 đến 22:00. Trong khoảng thời gian còn lại, có các quá trình sạc và xả gián đoạn theo sự thay đổi của tải.

6.2.2.4 Chế độ kinh doanh chênh lệch giá TOU

Trong chế độ kinh doanh chênh lệch giá theo thời gian sử dụng (TOU), chiến lược “một lần sạc và hai lần xả” được áp dụng, tức là sạc trong các giai đoạn giá thấp từ 22:00 đến 6:00 và xả trong các giai đoạn giá cao từ 8:00 đến 11:00 và từ 18:00 đến 21:00 theo giá TOU của Thượng Hải. Công suất sạc và xả là không thay đổi. Dữ liệu thu được khi chỉ áp dụng chế độ kinh doanh chênh lệch giá TOU trong 24 h được thể hiện trên Hình 13. Hình 13a cho thấy công suất tương đương và công suất khi kinh doanh chênh lệch giá TOU, và Hình 13b cho thấy công suất của hệ thống EES.



Hình 13 – Công suất vận hành ở chế độ kinh doanh chênh lệch giá của trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái AC chung

Hệ thống EES có thể tăng cường tải thấp vào ban đêm, nhưng sẽ có thể làm gián đoạn tải thấp khi mức giá điện cao. Xả vào thời gian cố định sẽ làm giảm thêm tải thấp xảy ra trong giai đoạn giá cao, điều này không thuận lợi cho sự ổn định của lưới điện. Có thể thấy rằng, khi hệ thống EES thực hiện việc kinh doanh chênh lệch giá thì sự ổn định công suất mạng lưới điện giảm.

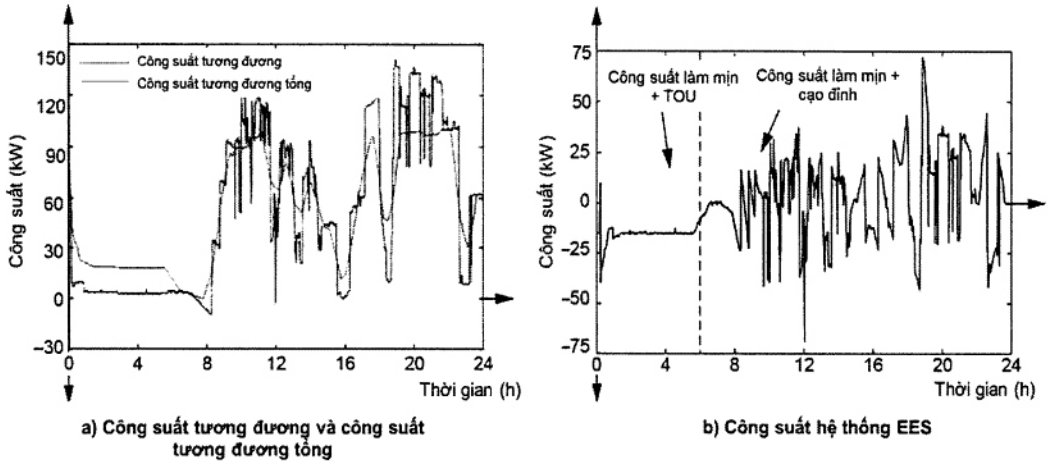
6.3 Tổng kết

Xét đến các đặc điểm của tải tương đương trong các khoảng thời gian khác nhau, việc phân chia thời gian của chu kỳ làm việc, như được trình bày trong Bảng 2, được áp dụng để phối hợp nhiều chế độ của hệ thống EES.

Bảng 2 – Phân chia thời gian của các chế độ vận hành hệ thống EES trong trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái AC chung

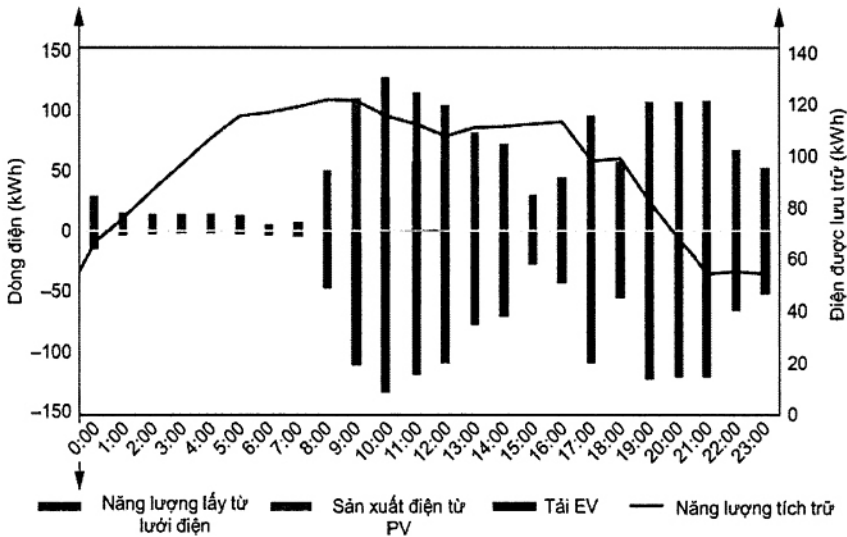
Chế độ	Thời gian	Mục tiêu
Ổn định công suất	0:00 – 24:00	Ổn định dao động công suất của tải tương đương trong suốt cả ngày.
Cắt đỉnh tải	6:00 – 24:00	Giảm sự chênh lệch giữa đỉnh và đáy tải.
Theo dõi chênh lệch giá TOU	0:00 – 6:00	Lưu trữ điện trong hệ thống EES khi giá thấp.

Theo phân chia như trên, chu kỳ làm việc thu được và thể hiện trên Hình 14. Hình 14a cho thấy công suất tương đương và công suất tương đương tổng dựa trên các chế độ ổn định công suất, cắt đỉnh tải và kinh doanh chênh lệch giá TOU của hệ thống EES. Hình 14b cho thấy công suất tổng hợp của hệ thống EES. Có thể thấy rằng ổn định công suất là chế độ chính của hệ thống EES. Sau đó, hệ thống EES sẽ kiểm tra xem công suất đã được ổn định có vượt quá giới hạn công suất hay không và sẽ thực hiện cắt giảm đỉnh nếu có công suất vượt giới hạn. Cuối cùng, hệ thống EES sẽ được sạc trong các giai đoạn giá thấp để chuẩn bị cho hoạt động trong tương lai.



Hình 14 – Chu kỳ làm việc EES cho trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái AC chung

Hình 15 thể hiện dòng điện hàng ngày của trạm sạc. Tỷ lệ sử dụng của các trụ sạc đạt trung bình 35 %/h. Tuy nhiên, phần lớn điện sạc cho các xe điện thực sự đến từ lưới điện. Chức năng chính của hệ thống EES trong trường hợp này là ổn định công suất và cắt đỉnh tải.



Hình 15 – Dòng điện hàng ngày của trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái AC chung

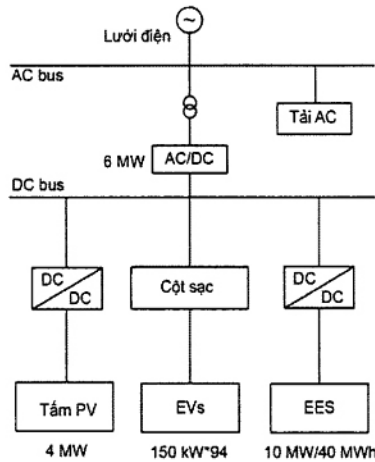
Dữ liệu về chu kỳ làm việc của hệ thống EES trong trạm này được cung cấp trong Bảng A.2.

7 Dự án trạm sạc doanh nghiệp PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung

7.1 Tổng quan dự án

Dự án điển hình dựa trên hệ thống DC của trạm sạc EV được tích hợp với hệ thống PV và EES ở Bắc Kinh, Trung Quốc. Chi tiết cấu trúc hệ thống được hiển thị trên Hình 16. Điểm khác so với 2 dự án ở trên đó là có thêm một tải khu vực AC và công suất lắp đặt PV tương đối lớn. Tải AC này đại diện cho tiêu thụ điện của một trung tâm mua sắm gần trạm sạc. Trạm sạc trong trường hợp này được phép cung cấp

điện để đáp ứng nhu cầu của các tải khu vực. Nói cách khác, trạm sạc trở thành nơi cung cấp điện thay vì chỉ đơn thuần là một tải.



Hình 16 – Cấu trúc hệ thống cho trạm sạc doanh nghiệp PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung

Dự án này được trang bị một hệ thống thanh cái DC để kết nối các thiết bị chính trong trạm, bao gồm PV 4 MW, pin lithium-ion 10 MW/40 MWh và 47 bộ trụ sạc nhanh DC. Mỗi trụ là một thiết bị tích hợp với hai cổng sạc, có công suất tối đa đạt 150 kW. Trạm sạc được kết nối với hệ thống thanh cái AC thông qua bộ chuyển đổi AC/DC, qua đó có thể mua điện từ lưới điện bên ngoài hoặc cung cấp điện cho trung tâm mua sắm gần đó.

Có bốn đối tượng cần thảo luận trong dự án này: trạm sạc PV-EES-EV, lưới điện thượng nguồn, trung tâm mua sắm và người dùng EV.

Là khách hàng của lưới điện, trạm sạc này trả tiền điện cho lưới điện dựa trên giá điện TOU trong mỗi chu kỳ thanh toán. Điện năng sản xuất từ hệ thống PV được tiêu thụ hoàn toàn tại chỗ trên cả hệ thống thanh cái AC và DC, và không được phép phát ngược lên lưới điện thượng nguồn. Mặt khác, trạm sạc cũng là một nhà cung cấp dịch vụ thương mại độc lập với lưới điện và người dùng cuối. Đặc biệt, với sự hỗ trợ của hệ thống EES, trạm sạc có thể mua điện với giá thấp và bán lại cho người dùng với giá cao để kiếm lợi nhuận từ kinh doanh chênh lệch giá. Có thể thấy, hoạt động của hệ thống EES là yếu tố then chốt để tối đa hóa lợi ích của trạm sạc. Dựa trên các điều kiện làm việc khác nhau, hệ thống EES có ba chế độ hoạt động sau:

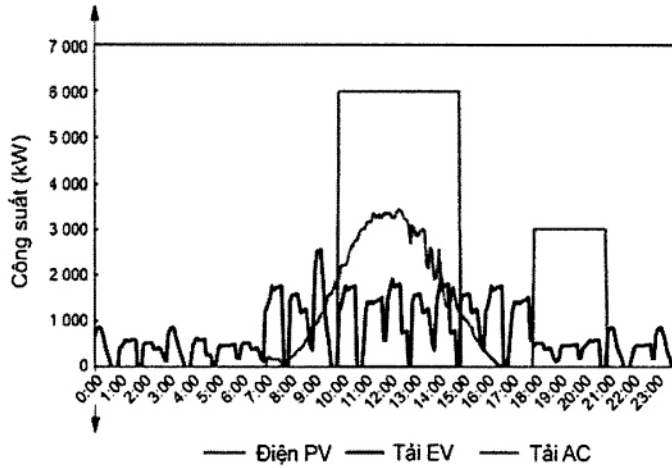
- Bám theo tải tương đương
- Kinh doanh chênh lệch giá TOU
- Đáp ứng nhu cầu

7.2 Vận hành và điều khiển hệ thống

7.2.1 Phân tích dữ liệu vận hành

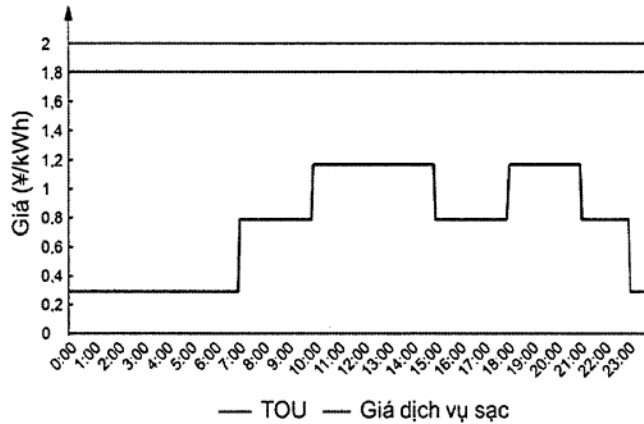
Lịch sử dữ liệu về sản xuất và tiêu thụ điện trong một ngày được thể hiện trên Hình 17. Các tấm pin PV sản xuất điện từ 7:00 đến 17:00. Dịch vụ sạc EV có sẵn 24 h mỗi ngày. Chủ trung tâm mua sắm (tải AC)

mua điện từ trạm sạc trong thời gian tải cao. Hình 18 hiển thị giá điện TOU và biểu giá dịch vụ sạc EV cho ngày đó.



Hình 17 – Công suất điện PV, tải EV, và điện ra của trạm sạc doanh nghiệp PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung

Hệ thống EES khá linh hoạt và có thể kiểm soát được với đặc tính kép là cung cấp điện và tiêu thụ điện (tải), là chìa khóa để tối đa hóa lợi ích của các trạm điện. Chu kỳ vận hành hợp lý của hệ thống EES giúp giảm thiểu ảnh hưởng của việc cung cấp điện PV không ổn định và việc sạc trên lưới, đồng thời giảm sự chênh lệch giữa đỉnh và đáy tải.



Hình 18 – Giá dịch vụ sạc và giá theo thời gian sử dụng TOU của trạm sạc doanh nghiệp PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung

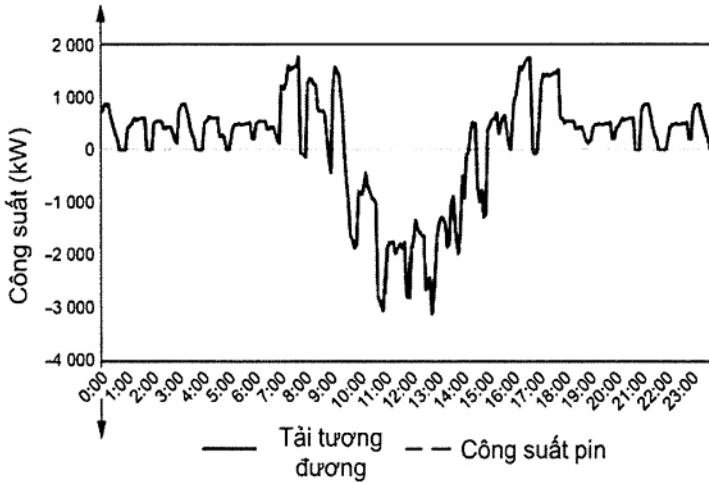
7.2.2 Phân tích chế độ vận hành

7.2.2.1 Quy định chung

Các chế độ vận hành điển hình của hệ thống EES trong trạm sạc PV-EES-EV bao gồm theo dõi tải tương đương, kinh doanh chênh lệch giá TOU và đáp ứng nhu cầu. Hệ thống EES trong Điều 5 vận hành theo các chế độ khác nhau vào các thời điểm khác nhau trong ngày. Tuy nhiên, trong 7.2.2, chế độ mới được

thử nghiệm, trong đó mỗi chế độ hoạt động của hệ thống EES kéo dài trong một ngày, và chu kỳ làm việc cuối cùng là sự cộng hợp của các đường cong công suất tối ưu cho ba chế độ hoạt động của nó.

7.2.2.2 Chế độ theo dõi tải tương đương

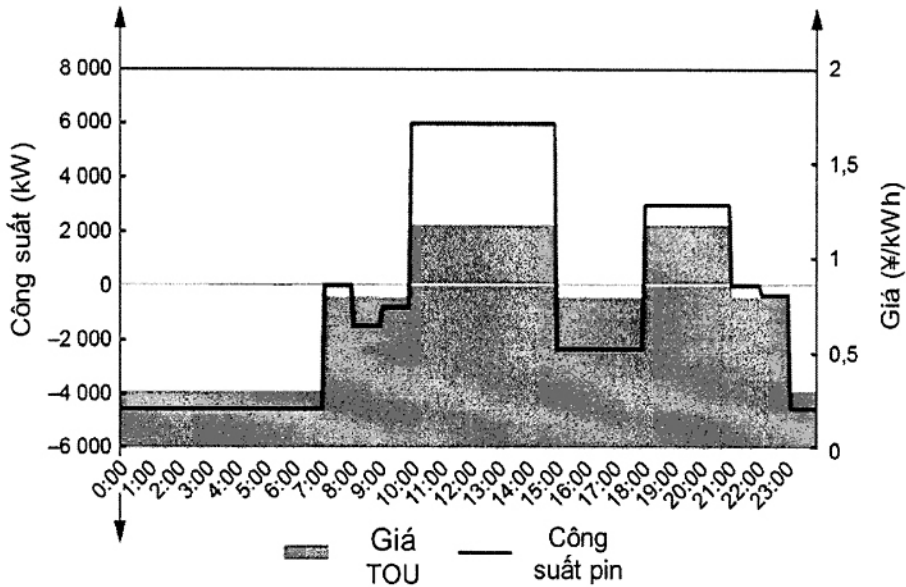


Hình 19 – Công suất vận hành trong chế độ theo dõi tải tương đương của trạm sạc doanh nghiệp PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung

Quá trình sản xuất điện từ PV luôn không ổn định. Quá trình sạc của các EV cũng rất ngẫu nhiên và có thể xảy ra bất cứ lúc nào trong ngày. Vì công suất danh định của hệ thống EES trên thanh cái DC đủ lớn (10 MW), bằng cách sử dụng chế độ theo dõi tải tương đương, hệ thống EES hoàn toàn dung hòa được việc sản xuất điện PV và nhu cầu sạc EV, như được minh họa trên Hình 19, giúp loại bỏ các biến động công suất và giảm ảnh hưởng của công suất lớn lên lưới điện. Khi nhu cầu sạc EV lớn hơn sản xuất điện từ PV, hệ thống EES hoạt động ở chế độ xả. Ngược lại, nếu công suất PV vượt quá nhu cầu sạc EV, điện dư thừa sẽ được lưu trữ trong hệ thống EES.

7.2.2.3 Chế độ kinh doanh chênh lệch giá TOU

Chế độ kinh doanh chênh lệch giá TOU tạo ra những điều kiện thuận lợi để tăng doanh thu của các trạm sạc với hệ thống lưu trữ năng lượng (EES). Hình 20 cho thấy hoạt động kinh doanh chênh lệch của pin với bối cảnh giá điện thay đổi theo thời gian sử dụng (TOU). Trong các giai đoạn giá thấp và trung bình, hệ thống EES lưu trữ năng lượng từ lưới ngoài với giá rẻ hơn. Khi giá điện đạt đỉnh, hệ thống EES có thể xả điện cho trung tâm mua sắm gần đó để thu được lợi nhuận cao hơn. Công suất sạc và xả của hệ thống EES bị giới hạn bởi công suất của bộ chuyển đổi AC/DC (6 MW). Khi trạng thái sạc (SOC) của hệ thống EES đạt giới hạn trên (SOC bằng 90 %) hoặc giới hạn dưới (SOC bằng 10 %), quá trình sạc hoặc xả sẽ dừng lại. Trong dự án này, do có một số tải sạc EV từ 7:00 đến 10:00, trạng thái SOC của hệ thống EES giảm từ 90 %, kích hoạt quá trình sạc trong thời gian này. Lượng năng lượng xả ra trong các giai đoạn giá điện đỉnh dựa trên phân tích lịch sử dữ liệu tải trung tâm mua sắm và công suất của hệ thống EES. Thông thường, trạm sẽ bán khoảng 39 MWh điện cho trung tâm mua sắm mỗi ngày.

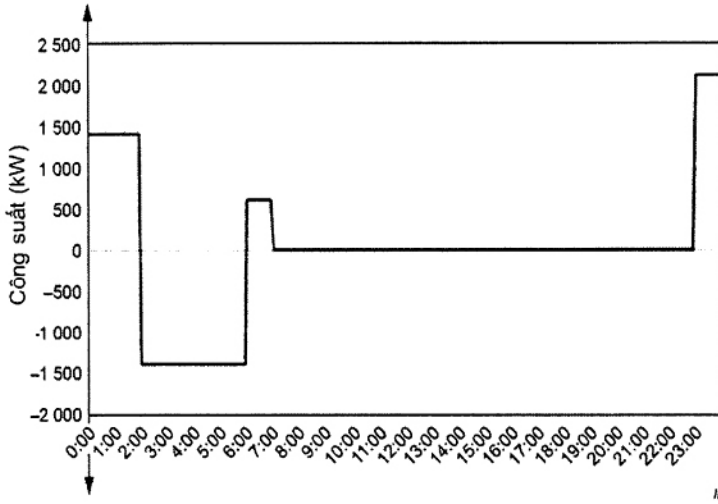


Hình 20 – Công suất vận hành trong chế độ kinh doanh chênh lệch giá TOU của trạm sạc doanh nghiệp PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung

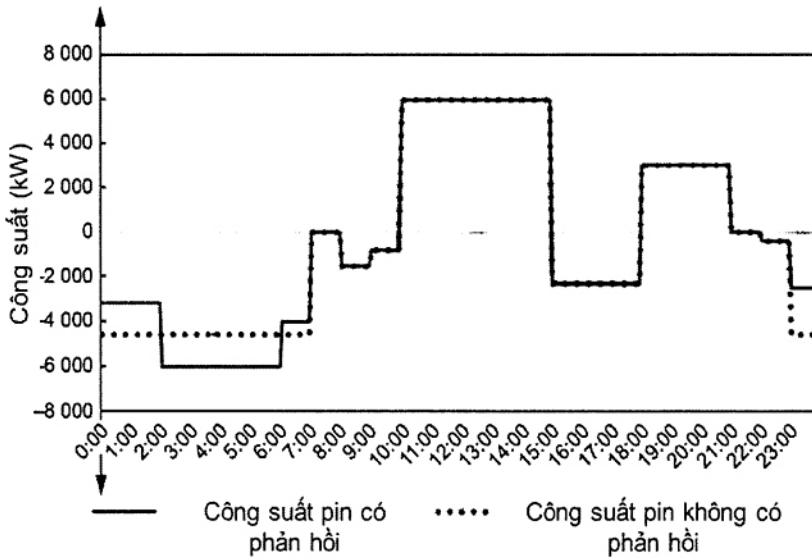
Một vai trò khác của vận hành theo chế độ kinh doanh chênh lệch giá theo thời gian sử dụng (TOU) là duy trì sự cân bằng năng lượng lưu trữ trong pin. Pin sẽ xả lượng điện sạc trong ngày, như vậy có thể sẽ đáp ứng một phần nhu cầu sạc của xe điện và phần nào ổn định sản xuất điện mặt trời PV. Lượng năng lượng dư thừa sẽ được sử dụng trong chế độ kinh doanh chênh lệch giá, khi xem xét lợi nhuận trong các khoảng thời gian khác nhau do chênh lệch giá TOU. Nói cách khác, lượng năng lượng còn lại trong pin vào cuối ngày sẽ trở về mức ban đầu.

7.2.2.4 Chế độ đáp ứng nhu cầu

Với sự hỗ trợ của hệ thống EES có thể điều khiển vận hành đa dạng chế độ, trạm sạc có thể phản hồi nhu cầu của các nhà vận hành lưới điện và linh hoạt điều chỉnh lịch trình cung cấp điện. Trong trường hợp dự án này, những người tiêu thụ điện năng từ 2:00 đến 6:00 sẽ được lưới điện cung cấp các khoản trợ cấp hấp dẫn (tương đương với hóa đơn điện trong khoảng thời gian đó sẽ được thanh toán theo mức thấp hơn so với giá TOU). Kết quả là, trạm sạc thực hiện một kế hoạch sạc bổ sung giữa 2:00 và 6:00, như được trình bày trên Hình 21. Để duy trì sự cân bằng giữa sạc và xả, lịch trình hoạt động của pin cho các khoảng thời gian khác cũng cần được điều chỉnh. Công suất kết hợp của các pin tham gia cả chế độ kinh doanh chênh lệch giá TOU và đáp ứng nhu cầu được thể hiện trên Hình 22.



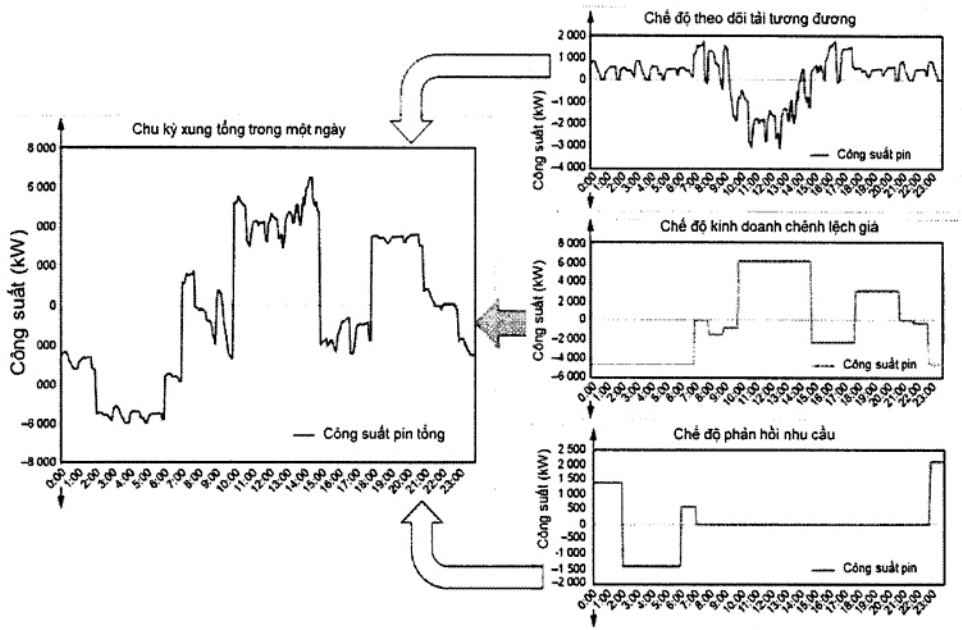
Hình 21 – Công suất vận hành trong chế độ phản hồi nhu cầu của trạm sạc doanh nghiệp PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung



Hình 22 – Công suất vận hành trong chế độ kết hợp phản hồi nhu cầu và kinh doanh chênh lệch giá của trạm sạc doanh nghiệp PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung

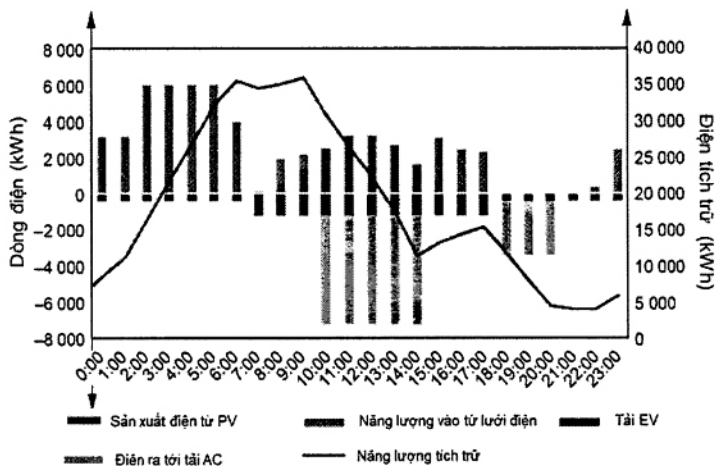
7.3 Tổng kết

Vận hành ở chế độ độc lập thì không thể đạt được lợi nhuận tối đa của trạm sạc EV tích hợp với PV và hệ thống EES. Các điều kiện hoạt động thực tế của hệ thống EES là kết hợp của ba chế độ vận hành trên (Hình 23).



Hình 23 – Chu kỳ làm việc EES của trạm sạc doanh nghiệp PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung

Dòng điện hàng ngày của trạm sạc được ghi lại trên Hình 24. Từ đó, chức năng dịch chuyển năng lượng theo thời gian của hệ thống EES có thể được nhận diện rõ ràng. Điện năng của hệ thống EES vào cuối ngày trở lại mức tại đầu ngày, chuẩn bị cho chu kỳ hoạt động của ngày tiếp theo. Thêm vào đó, vì trạm sạc PV-EES-EV này mới được đưa vào hoạt động, tải sạc không quá lớn. Tỷ lệ sử dụng trung bình của các cột sạc trong 24 h khoảng 5,4 %. Hầu hết điện năng được xuất ra để cung cấp cho tải AC của trung tâm mua sắm xung quanh. Khi EV trở nên phổ biến hơn, doanh thu từ việc cung cấp dịch vụ sạc dự kiến sẽ tăng trưởng trong tương lai.



Hình 24 – Dòng điện hàng ngày của trạm sạc doanh nghiệp PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung

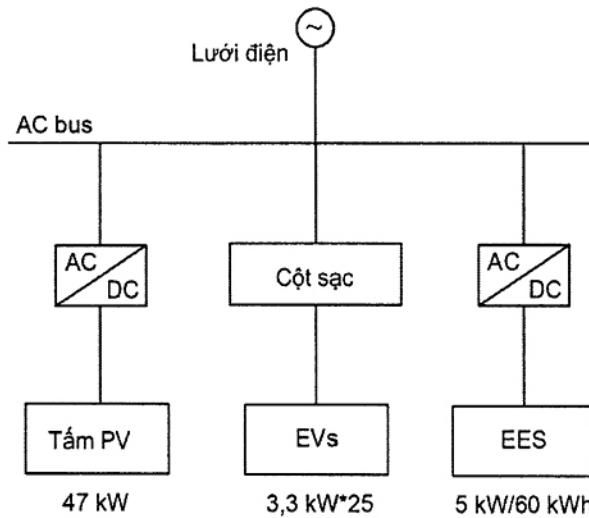
Dữ liệu chu kỳ làm việc của hệ thống EES tại trạm này được cung cấp trong Bảng A.3.

8 Dự án trạm sạc doanh nghiệp PV-EES-EV sử dụng thanh cái AC chung

8.1 Tổng quan dự án

Phòng thí nghiệm Quốc gia Oak Ridge (ORNL), nằm ở Tennessee, Hoa Kỳ, đã nhận được quỹ tài trợ vào năm 2009 từ đạo luật phục hồi và tái đầu tư Mỹ (ARRA) thông qua Bộ Năng lượng (DOE). Quỹ này được sử dụng để lắp đặt 125 trạm sạc EV mặt trời, phối hợp với các đối tác tài trợ khu vực. Mục tiêu của dự án bao gồm nghiên cứu tương tác giữa các chủ sở hữu EV và thiết bị, sử dụng năng lượng tái tạo và lưu trữ tại chỗ để giảm tải cho việc sạc EV, và hiểu rõ tác động lên lưới điện. Việc sử dụng những kinh nghiệm này không chỉ thúc đẩy việc xây dựng cơ sở hạ tầng sạc EV mà còn củng cố các bài học đã học để phổ biến việc áp dụng EV trong thị trường. Các mục tiêu của dự án bao gồm nghiên cứu sự tương tác giữa chủ sở hữu xe điện và thiết bị, sử dụng năng lượng tái tạo và lưu trữ địa phương để giảm tải cho việc sạc xe điện và hiểu tác động lên lưới điện. Sử dụng những kinh nghiệm này sẽ không chỉ thúc đẩy việc xây dựng cơ sở hạ tầng sạc xe điện mà còn tạo tiền đề để áp dụng rộng rãi EVSE trên thị trường.

125 trạm sạc mặt trời được phân thành 15 địa điểm. Mỗi địa điểm chứa một số EVSE, một mảng PV, và một hệ thống EES, tất cả đều được nối lưới độc lập. Công suất phát điện năng lượng mặt trời của mỗi EVSE khoảng 2 kW. Dữ liệu này được lấy từ trạm Oak Ridge có cấu trúc hệ thống như trên Hình 25.



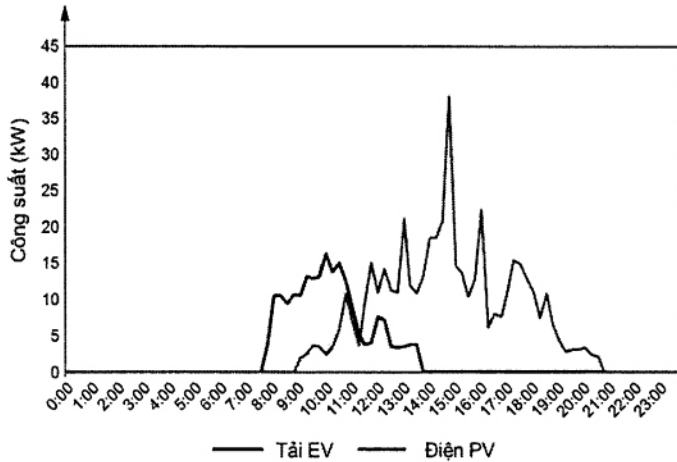
Hình 25 – Cấu trúc hệ thống của trạm sạc doanh nghiệp PV-EES-EV sử dụng thanh cái AC chung

Trạm sạc ORNL là thuộc tư nhân, chỉ nhân viên và khách của ORNL được sử dụng. Trạm sạc này có thể mua điện hoặc cung cấp điện ngược lại lưới điện ngoài. Trạm sạc ORNL có 25 EVSE, một mảng PV 47 kW và một hệ thống EES 60 kWh, có xây dựng hệ thống kết nối hai chiều giữa hệ thống EES và lưới điện qua một bộ biến tần/sạc 5 kW.

8.2 Điều khiển và vận hành hệ thống

8.2.1 Phân tích dữ liệu vận hành

Lịch sử dữ liệu về năng lượng PV và tải EV trong một ngày được thể hiện trên Hình 26. Dữ liệu phát điện năng lượng mặt trời của trạm sạc PV-EES-EV ORNL từ trang web Advanced Energy và dữ liệu tải sạc EV từ trang web Blink Network. Các tấm PV tạo ra điện chủ yếu từ 9:00 đến 20:00. Vì trạm sạc này cung cấp dịch vụ sạc cho nhân viên và khách của ORNL, việc sạc chủ yếu diễn ra từ 7:00 đến 14:00. Khoảng thời gian giữa các lần lấy dữ liệu là 15 min.



Hình 26 – Công suất tải EV và PV của trạm sạc doanh nghiệp sử dụng thanh cái AC chung

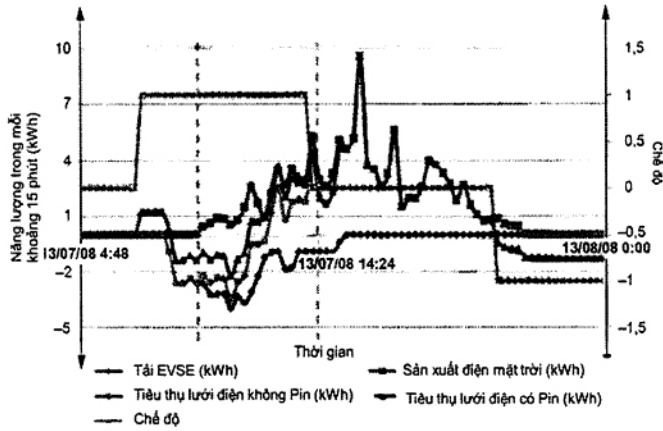
8.2.2 Phân tích chế độ vận hành

8.2.2.1 Quy định chung

Có ba chiến lược vận hành cho hệ thống EES tại trạm ORNL. Chiến lược vận hành số 1 có thời gian sạc và xả cố định bất kể khi sản xuất năng lượng PV và tải EV. Hệ thống EES hoạt động ở công suất tối đa (5 kW) trong suốt quá trình. Chế độ sạc của chiến lược vận hành số 2 giống như chiến lược đầu tiên. Tuy nhiên, mức xả được xác định dựa trên giới hạn công suất của EES và số lượng EV. Chiến lược vận hành số 3 thông minh hơn so với chiến lược 2. Theo chênh lệch giữa mức năng lượng PV sản xuất được và tải EV, hệ thống EES có thể sạc và xả với các tốc độ khác nhau. Việc sử dụng năng lượng PV dư thừa trong suốt cả ngày để sạc hệ thống EES có thể giảm hiệu quả thời gian sạc vào ban đêm.

8.2.2.2 Chiến lược vận hành số 1

Chiến lược hoạt động 1 của hệ thống EES là thiết lập thời gian và công suất hoạt động của EES trước. Cụ thể, thời gian bắt đầu sạc và kết thúc sạc được chọn là 20:00 và 6:00, do chúng là các giờ không cao điểm. Các khoảng thời gian xả được đặt từ 7:00 đến 13:00 của một ngày dựa trên thống kê lịch sử sử dụng. Hệ thống EES hoạt động ở công suất tối đa (5 kW) trong suốt quá trình, không phụ thuộc vào sạc và xả.



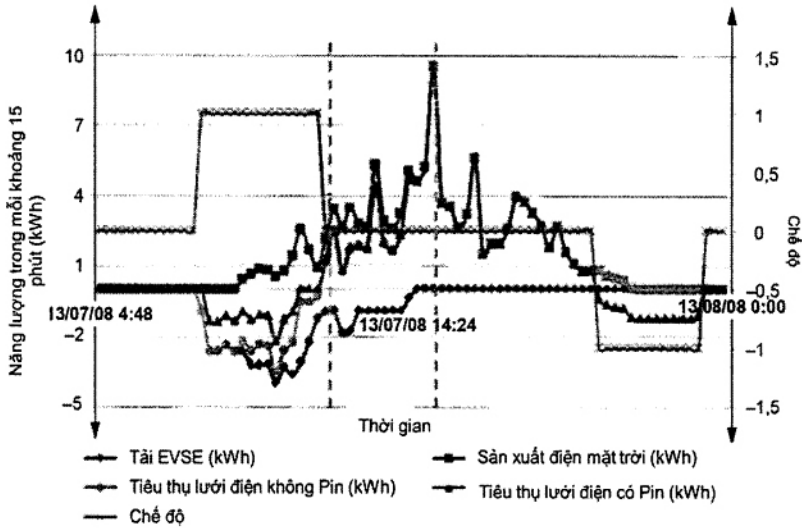
Hình 27 – Kết quả mô phỏng cho chiến lược vận hành số 1 của trạm sạc doanh nghiệp sử dụng thanh cái AC chung

Hình 27 cho thấy kết quả hoạt động theo chiến lược đầu tiên. "Chế độ" trên hình chỉ trạng thái hoạt động của pin. Chế độ = 1 có nghĩa là pin đang xả, và chế độ = -1 có nghĩa là pin đang sạc. Trong chiến lược này, hệ thống EES được sạc và xả một lần mỗi ngày và cơ bản hoạt động theo chế độ kinh doanh chênh lệch giá TOU. Sau 12:00, pin vẫn tiếp tục xả vào lưới điện mặc dù không còn cần thiết.

8.2.2.3 Chiến lược vận hành số 2

Trong chiến lược hoạt động này, năng lượng PV được sử dụng để sạc EV nếu có sẵn. Nếu cần thêm công suất, hệ thống EES sẽ cung cấp một phần công suất theo thuật toán được tích hợp, và phần công suất còn lại sẽ được cung cấp bởi lưới điện.

Hình 28 cho thấy kết quả hoạt động theo chiến lược thứ hai. Giống như chiến lược vận hành số 1, các sự kiện sạc của hệ thống EES với chiến lược vận hành số 2 vẫn tuân theo các khoảng thời gian và tốc độ sạc cố định. Tuy nhiên, trong các thời điểm khác trong ngày, hệ thống EES hoạt động thông minh hơn. Có thể thấy rằng các hành động xả của hệ thống EES được kích hoạt khi năng lượng PV thấp hơn tải sạc EV, và công suất xả của hệ thống EES được xác định dựa trên giới hạn công suất của EES và số lượng EV. Ở chiến lược này, hệ thống EES hoạt động theo chế độ kinh doanh chênh lệch giá TOU và chế độ theo dõi tải tương đương.



Hình 28 – Kết quả mô phỏng cho chiến lược vận hành số 2 của trạm sạc doanh nghiệp sử dụng thanh cái AC chung

8.2.2.4 Chiến lược vận hành số 3

So với chiến lược vận hành số 2 ở trên, chiến lược vận hành số 3 cải thiện mức tiêu thụ năng lượng PV và hạn chế nghiêm ngặt hơn công suất xả của hệ thống EES.

Đầu tiên, khi năng lượng PV vượt quá tải sạc EV, điều này thường xảy ra từ 8:00 đến 20:00, hệ thống EES được phép sạc bằng năng lượng từ phát điện PV. Thứ hai, nếu năng lượng PV không đủ để đáp ứng nhu cầu sạc, một hàm sigmoid được sử dụng để xác định công suất xả của hệ thống EES. Hàm sigmoid có phương trình như sau:

$$P_f(i_d) = \left(\frac{2}{1 + e^{-\omega i_d}} - 1 \right) \times (P_l)$$

$$i_d = \frac{P_d}{120}$$

trong đó:

P_d (tải tương đương) = tải EV – công suất PV

i_d là dòng điện của tải tương đương, được tính toán dựa trên tải tương đương và điện áp không đổi (trong dự án này là 120 V)

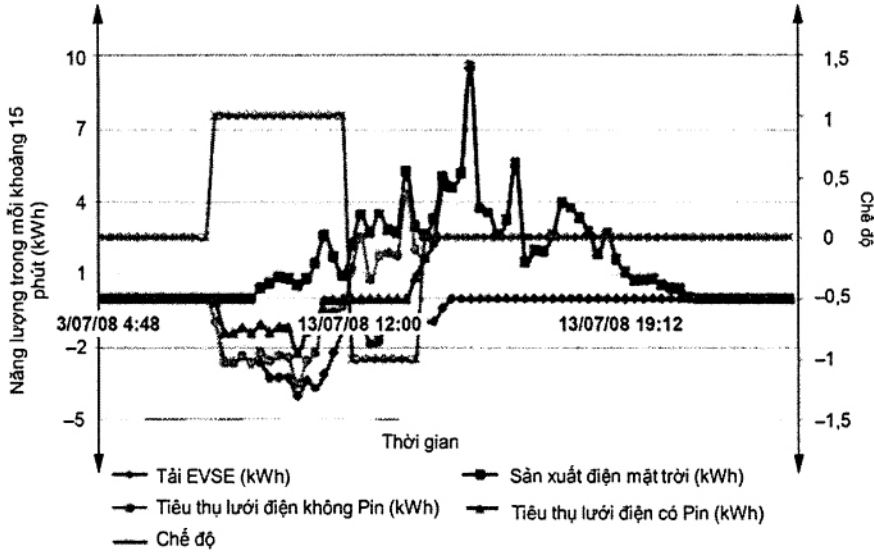
P_l : Công suất giới hạn của hệ thống EES

P_f : Công suất của hệ thống EES

ω : thông số có thể điều chỉnh, được sử dụng để điều chỉnh độ dốc của đường cong sigmoid và điều khiển tốc độ phản hồi của hệ thống EES

Hàm sigmoid giúp ngăn hệ thống EES xả quá nhanh toàn bộ năng lượng, dẫn đến không có năng lượng sau đó trong ngày.

Hình 29 cho thấy kết quả hoạt động theo chiến lược vận hành số ba. Có thể thấy rõ hệ thống EES sử dụng năng lượng được tạo ra bởi các tấm PV trong suốt thời gian ban ngày để sạc và thúc đẩy tiêu thụ năng lượng PV tại chỗ. Vì tải sạc EV hiện tại của trạm này tương đối nhỏ, hệ thống EES chỉ được sạc đầy bằng năng lượng PV dư thừa trong suốt cả ngày. Do đó, hệ thống EES trên Hình 29 không hoạt động vào ban đêm. Nếu tải sạc EV tăng lên trong tương lai, việc sạc vào ban đêm trong các khoảng thời gian giá thấp vẫn là một sự lựa chọn không thể bỏ qua trong chiến lược này.

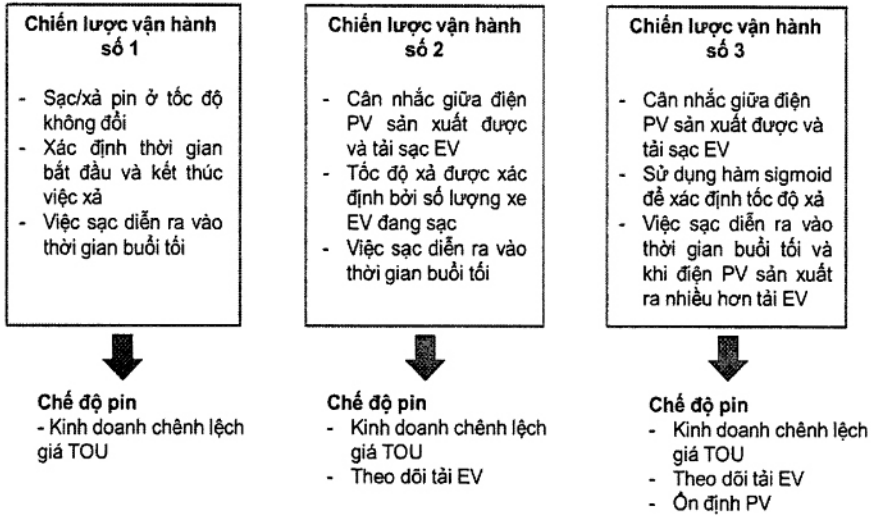


Hình 29 – Kết quả mô phỏng cho chiến lược vận hành số 3 của trạm sạc doanh nghiệp sử dụng thanh cái AC chung

8.3 Tổng kết

Hình 30 tổng kết 3 chiến lược vận hành theo chế độ vận hành cơ bản của hệ thống EES.

Có thể nhận thấy rằng chiến lược vận hành số 3 đại diện cho một chiến lược linh hoạt hơn, có nhiều lợi thế trong việc thúc đẩy tiêu thụ PV tại chỗ, giảm sự phụ thuộc của tải sạc EV vào lưới điện và kéo dài thời gian xả của hệ thống EES. Do vậy, chế độ vận hành số 3 được khuyến nghị sử dụng. Để làm rõ điều này, những chế độ vận hành cơ bản bên cạnh chế độ vận hành số 3 được thể hiện trong Bảng 3.



Hình 30 – Ba chiến lược vận hành và chế độ hoạt động của hệ thống EES của trạm sạc doanh nghiệp sử dụng thanh cái AC chung

Bảng 3 – Phân chia thời gian của các chế độ hoạt động của hệ thống EES của trạm sạc doanh nghiệp sử dụng thanh cái AC chung

Chế độ		Khởi động chế độ	Mục tiêu
Kinh doanh chênh lệch giá		Thời gian (20:00 – 6:00)	Tích trữ điện trong hệ thống EES ở thời điểm giá điện thấp
Theo dõi tải tương đương	Ôn định công suất PV	Tải tương đương âm	Sạc lượng điện PV dư thừa
	Theo dõi tải EV	Tải tương đương dương	Xả để giảm sự phụ thuộc vào lưới điện

9 Đề xuất chế độ vận hành cho hệ thống EES đặt trong trạm sạc EV kết hợp với PV

Chế độ vận hành của hệ thống EES tại một trạm sạc phần lớn phụ thuộc vào dung lượng pin so với tải sạc. Từ góc độ kinh tế, việc tối ưu hóa giá TOU (thời gian sử dụng) là chế độ vận hành cơ bản. Thêm vào đó, nếu dung lượng lắp đặt của hệ thống EES tương đối thấp thì sẽ phù hợp để hoạt động ở chế độ định hình đường cong công suất, chẳng hạn như ổn định công suất và giảm tải giờ cao điểm. Ngoài ra, dung lượng lắp đặt EES đủ lớn cho phép trạm sạc hoạt động ở chế độ theo dõi tải và tham gia vào một số dịch vụ phụ trợ có giá trị gia tăng, chẳng hạn như đáp ứng nhu cầu.

Với sự phổ biến của EV, dự kiến rằng cả các trạm sạc thương mại hoạt động độc lập và các trạm sạc doanh nghiệp có quan hệ với các thực thể doanh nghiệp khác sẽ đạt được sự phát triển lớn trong tương lai. Như đã phân tích trong tài liệu này, chế độ vận hành đơn lẻ của hệ thống EES không thể đạt được

tất cả các lợi ích tối đa của trạm sạc EV. Chu kỳ làm việc điển hình của hệ thống EES là sự kết hợp của nhiều chế độ vận hành. Sự kết hợp tối ưu của các chế độ vận hành EES thường thay đổi tùy thuộc vào các kịch bản ứng dụng. Bảng 4 cho thấy các đề xuất được đưa ra sau khi điều tra một số lượng lớn các dự án.

Bảng 4 – Đề xuất chế độ vận hành của hệ thống EES trong các kịch bản lắp đặt khác nhau của trạm sạc PV-EES-EV

	Kinh doanh chênh lệch giá TOU	Theo dõi tài tương đương	Cắt đỉnh tài	Ổn định công suất	Dịch vụ phụ trợ
Trạm sạc thương mại có dung lượng EES cao hơn so với tải sạc và điện PV sản xuất được	✓	✓	✓		
Trạm sạc thương mại có dung lượng EES thấp hơn so với tải sạc và điện PV sản xuất được	✓		✓	✓	
Trạm sạc doanh nghiệp có dung lượng EES cao hơn so với tải sạc và điện PV sản xuất được	✓	✓	✓		✓
Trạm sạc doanh nghiệp có dung lượng EES thấp hơn so với tải sạc và điện PV sản xuất được	✓	✓			

Các trạm sạc thương mại thường nhắm đến những người sử dụng EV thường xuyên. Đối với loại trạm sạc này, việc giảm thời gian sạc có nghĩa là họ có thể phục vụ nhiều người dùng hơn trong cùng một khoảng thời gian để thu được lợi nhuận lớn hơn và cải thiện sự thoải mái của người dùng. Do đó, tại các trạm sạc thương mại, trạm sạc nhanh là loại thiết bị chính. Việc tối ưu hóa giá TOU là chế độ vận hành cơ bản của hệ thống EES tại các trạm sạc nhanh thương mại. Các lựa chọn chế độ vận hành khác, chẳng

hạn như theo dõi tải tương đương, ổn định công suất, và giảm tải cao điểm, phụ thuộc phần lớn vào dung lượng lắp đặt của hệ thống EES.

Đối với các trạm sạc doanh nghiệp, có hai loại chính. Một loại trạm sạc doanh nghiệp được trang bị trụ sạc nhanh để đáp ứng nhu cầu sạc ngắn hạn của người dùng EV, chẳng hạn như những trạm được xây dựng dọc theo các trung tâm mua sắm (ví dụ, trường hợp ở Bắc Kinh trong tài liệu này). Trong loại trạm sạc này, hệ thống EES có sự kết hợp chế độ vận hành linh hoạt nhất. Theo dõi tải tương đương, tối ưu hóa giá TOU, giảm tải cao điểm và đáp ứng nhu cầu đều rất phù hợp với kịch bản ứng dụng này. Loại trạm sạc doanh nghiệp khác chỉ được trang bị các trụ sạc thông thường/chậm, vì khách hàng thường có nhiều thời gian để chờ xe EV của họ được sạc đầy (ví dụ, trường hợp ở ORNL trong tài liệu này). Các trạm sạc doanh nghiệp kiểu này thường nằm gần các khuôn viên, văn phòng, và cộng đồng, và hệ thống EES thường hoạt động theo chế độ tối ưu hóa giá TOU và theo dõi tải tương đương.

Lưu ý rằng các đề xuất trên chỉ là những mô tả chung về các chế độ vận hành trong mỗi kịch bản. Tình hình thực tế có thể thay đổi vì nó có thể bị ảnh hưởng bởi chính sách địa phương hoặc mức độ tải.

Phụ lục A

(tham khảo)

Chu kỳ làm việc của hệ thống EES đặt trong trạm sạc EV kết nối với PV

A.1 Quy định chung

Trong Phụ lục A, các chu kỳ làm việc được đề xuất của các hệ thống EES trong các dự án trạm sạc EV có năng lượng mặt trời được trình bày trong Bảng A.1, Bảng A.2 và Bảng A.3. Giá trị dương có nghĩa là hệ thống EES đang ở chế độ xả, giá trị âm có nghĩa là hệ thống EES đang ở chế độ sạc. Trong Bảng A.1, khoảng thời gian mỗi lần lấy mẫu công suất là 5 min và giá trị tham chiếu được lấy là 500 kW. Trong Bảng A.2, khoảng thời gian mỗi lần lấy mẫu công suất là 1 min và giá trị tham chiếu được lấy là 75 kW. Trong Bảng A.3, khoảng thời gian mỗi lần lấy mẫu công suất là 5 min và giá trị tham chiếu được lấy là 10 MW.

A.2 Dự án trạm sạc thương mại PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung

Bảng A.1 – Công suất sạc-xả trong hệ thống EES của trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái DC chung (trên giá trị đơn vị p.u.)

Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)
0:00	-0,500 0	4:50	0,000 0	9:40	0,500 0	14:30	0,141 4	19:20	0,294 9
0:05	-0,500 0	4:55	0,000 0	9:45	0,500 0	14:35	0,160 7	19:25	0,235 9
0:10	-0,500 0	5:00	0,000 0	9:50	0,500 0	14:40	0,150 5	19:30	0,192 5
0:15	-0,500 0	5:05	0,000 0	9:55	0,429 6	14:45	0,192 3	19:35	0,190 3
0:20	-0,500 0	5:10	0,000 0	10:00	0,394 6	14:50	-0,240 1	19:40	0,188 1
0:25	-0,500 0	5:15	0,000 0	10:05	0,500 0	14:55	-0,240 6	19:45	0,187 5
0:30	-0,500 0	5:20	0,000 0	10:10	0,500 0	15:00	-0,247 4	19:50	0,184 8
0:35	-0,500 0	5:25	0,000 0	10:15	0,500 0	15:05	-0,256 6	19:55	0,224 7
0:40	-0,500 0	5:30	0,000 0	10:20	0,229 6	15:10	-0,264 2	20:00	0,199 6
0:45	-0,026 3	5:35	0,000 0	10:25	0,000 0	15:15	-0,266 7	20:05	0,167 9
0:50	0,000 0	5:40	0,000 0	10:30	0,000 0	15:20	-0,246 3	20:10	0,154 3
0:55	0,000 0	5:45	0,000 0	10:35	0,000 0	15:25	-0,172 9	20:15	0,152 8
1:00	0,000 0	5:50	0,000 0	10:40	0,000 0	15:30	-0,203 9	20:20	0,062 8
1:05	0,000 0	5:55	0,000 0	10:45	0,000 0	15:35	-0,264 0	20:25	0,064 6
1:10	0,000 0	6:00	0,000 0	10:50	0,000 0	15:40	-0,242 8	20:30	0,061 0
1:15	0,000 0	6:05	0,000 0	10:55	0,000 0	15:45	-0,313 7	20:35	0,060 3
1:20	0,000 0	6:10	0,000 0	11:00	-0,132 8	15:50	-0,271 8	20:40	0,104 4
1:25	0,000 0	6:15	0,000 0	11:05	-0,124 8	15:55	-0,287 0	20:45	0,090 7
1:30	0,000 0	6:20	0,000 0	11:10	-0,120 0	16:00	-0,122 6	20:50	0,099 8
1:35	0,000 0	6:25	0,000 0	11:15	-0,100 9	16:05	-0,083 3	20:55	0,090 7
1:40	0,000 0	6:30	0,000 0	11:20	-0,204 3	16:10	-0,021 3	21:00	0,000 0

Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)
1:45	0,000 0	6:35	0,000 0	11:25	-0,197 1	16:15	0,061 6	21:05	0,004 2
1:50	0,000 0	6:40	0,000 0	11:30	-0,213 3	16:20	0,033 3	21:10	0,000 0
1:55	0,000 0	6:45	0,000 0	11:35	-0,217 1	16:25	0,042 7	21:15	0,000 0
2:00	0,000 0	6:50	0,000 0	11:40	-0,314 8	16:30	0,055 1	21:20	0,000 0
2:05	0,000 0	6:55	0,000 0	11:45	-0,312 0	16:35	0,060 2	21:25	0,000 0
2:10	0,000 0	7:00	0,000 0	11:50	-0,317 9	16:40	0,055 8	21:30	0,000 0
2:15	0,000 0	7:05	0,000 0	11:55	-0,286 7	16:45	-0,094 9	21:35	0,000 0
2:20	0,000 0	7:10	0,000 0	12:00	-0,163 3	16:50	-0,042 0	21:40	0,000 0
2:25	0,000 0	7:15	0,000 0	12:05	-0,121 0	16:55	-0,039 0	21:45	0,000 0
2:30	0,055 7	7:20	0,000 0	12:10	-0,061 7	17:00	-0,095 4	21:50	0,000 0
2:35	0,047 6	7:25	0,000 0	12:15	0,012 6	17:05	-0,017 9	21:55	0,057 0
2:40	0,044 5	7:30	0,000 0	12:20	-0,035 3	17:10	-0,153 3	22:00	-0,129 4
2:45	0,040 2	7:35	0,000 0	12:25	-0,040 4	17:15	-0,065 7	22:05	-0,095 3
2:50	-0,115 2	7:40	0,000 0	12:30	-0,020 1	17:20	-0,097 4	22:10	-0,035 9
2:55	-0,099 5	7:45	0,000 0	12:35	-0,003 6	17:25	-0,088 9	22:15	0,043 5
3:00	0,000 0	7:50	0,000 0	12:40	-0,003 0	17:30	-0,075 6	22:20	0,014 1
3:05	0,000 0	7:55	0,000 0	12:45	-0,143 6	17:35	-0,069 1	22:25	0,021 8
3:10	0,000 0	8:00	0,047 6	12:50	-0,098 6	17:40	-0,066 5	22:30	0,034 1
3:15	0,000 0	8:05	0,050 4	12:55	-0,097 6	17:45	-0,123 2	22:35	0,040 0
3:20	0,000 0	8:10	0,064 2	13:00	-0,131 7	17:50	-0,121 5	22:40	0,042 9
3:25	0,000 0	8:15	0,082 9	13:05	-0,124 4	17:55	-0,119 5	22:45	-0,099 2
3:30	0,000 0	8:20	0,072 5	13:10	-0,068 2	18:00	0,225 0	22:50	-0,060 4
3:35	0,000 0	8:25	0,071 6	13:15	-0,079 9	18:05	0,262 9	22:55	-0,059 3
3:40	0,000 0	8:30	0,075 0	13:20	-0,044 3	18:10	0,257 1	23:00	-0,158 4
3:45	0,000 0	8:35	0,076 5	13:25	-0,042 9	18:15	0,265 8	23:05	-0,154 9
3:50	0,000 0	8:40	0,075 7	13:30	-0,116 3	18:20	0,256 6	23:10	-0,244 9
3:55	0,000 0	8:45	0,050 7	13:35	-0,115 1	18:25	0,263 1	23:15	-0,244 9
4:00	0,000 0	8:50	0,057 8	13:40	-0,113 0	18:30	0,269 2	23:20	-0,229 5
4:05	0,000 0	8:55	0,053 2	13:45	-0,163 6	18:35	0,270 6	23:25	-0,230 6
4:10	0,000 0	9:00	0,034 4	13:50	0,028 2	18:40	0,279 7	23:30	-0,305 8
4:15	0,000 0	9:05	0,058 2	13:55	-0,049 7	18:45	0,187 5	23:35	-0,385 7
4:20	0,000 0	9:10	0,060 6	14:00	-0,274 1	18:50	0,108 5	23:40	-0,419 2
4:25	0,000 0	9:15	0,239 4	14:05	0,051 2	18:55	0,108 4	23:45	-0,298 2
4:30	0,000 0	9:20	0,500 0	14:10	0,142 7	19:00	0,266 2	23:50	-0,177 2
4:35	0,000 0	9:25	0,500 0	14:15	0,129 8	19:05	0,273 6	23:55	-0,118 7
4:40	0,000 0	9:30	0,500 0	14:20	0,152 4	19:10	0,279 8		
4:45	0,000 0	9:35	0,500 0	14:25	0,122 2	19:15	0,282 2		

A.3 Dự án trạm sạc thương mại PV-EES-EV sử dụng thanh cái AC chung

Bảng A.2 – Công suất sạc-xả trong hệ thống EES của trạm sạc thương mại sử dụng thanh cái AC chung (trên giá trị đơn vị p.u.)

Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)
0:00	-0,200 0	4:48	-0,196 8	9:36	0,045 5	14:24	-0,153 6	19:12	0,393 0
0:01	-0,201 3	4:49	-0,196 9	9:37	-0,548 0	14:25	-0,204 8	19:13	0,379 8
0:02	-0,198 4	4:50	-0,202 3	9:38	0,054 5	14:26	-0,206 8	19:14	0,380 0
0:03	-0,201 7	4:51	-0,202 2	9:39	0,051 5	14:27	-0,350 9	19:15	0,216 1
0:04	-0,124 6	4:52	-0,202 3	9:40	0,0780	14:28	-0,323 0	19:16	0,212 3
0:05	-0,002 9	4:53	-0,202 5	9:41	0,078 0	14:29	-0,197 3	19:17	0,207 1
0:06	0,079 0	4:54	-0,202 7	9:42	0,060 0	14:30	-0,202 7	19:18	0,208 6
0:07	0,134 6	4:55	-0,203 0	9:43	0,048 9	14:31	-0,200 6	19:19	0,207 3
0:08	-0,525 3	4:56	-0,203 2	9:44	0,048 5	14:32	-0,226 5	19:20	0,211 3
0:09	-0,488 4	4:57	-0,203 3	9:45	0,052 2	14:33	-0,261 2	19:21	0,205 9
0:10	-0,462 7	4:58	-0,203 4	9:46	0,041 2	14:34	-0,286 7	19:22	0,205 9
0:11	-0,435 4	4:59	-0,197 5	9:47	0,070 8	14:35	-0,274 8	19:23	0,207 3
0:12	-0,413 0	5:00	-0,197 5	9:48	0,081 6	14:36	-0,242 1	19:24	0,207 3
0:13	-0,404 0	5:01	-0,202 8	9:49	0,041 9	14:37	-0,209 4	19:25	0,195 3
0:14	-0,418 0	5:02	-0,202 9	9:50	0,032 1	14:38	-0,068 3	19:26	0,195 3
0:15	-0,402 0	5:03	-0,197 6	9:51	0,043 5	14:39	-0,065 2	19:27	0,208 6
0:16	-0,391 4	5:04	-0,197 7	9:52	-0,512 8	14:40	-0,049 8	19:28	0,211 3
0:17	-0,382 0	5:05	-0,197 7	9:53	-0,506 5	14:41	-0,040 2	19:29	0,207 3
0:18	-0,373 9	5:06	-0,197 8	9:54	-0,496 1	14:42	-0,030 4	19:30	0,209 9
0:19	-0,365 3	5:07	-0,203 2	9:55	-0,505 6	14:43	-0,027 1	19:31	0,209 9
0:20	-0,358 8	5:08	-0,203 4	9:56	-0,513 9	14:44	-0,022 3	19:32	-0,102 1
0:21	-0,322 3	5:09	-0,203 4	9:57	-0,525 9	14:45	-0,014 8	19:33	-0,264 7
0:22	-0,316 9	5:10	-0,203 5	9:58	0,223 1	14:46	-0,008 3	19:34	0,283 3
0:23	-0,312 0	5:11	-0,203 5	9:59	0,223 1	14:47	-0,003 1	19:35	0,288 6
0:24	-0,307 2	5:12	-0,203 6	10:00	0,400 9	14:48	0,006 0	19:36	0,289 9
0:25	-0,302 9	5:13	-0,203 7	10:01	0,214 3	14:49	0,008 8	19:37	0,285 9
0:26	-0,297 3	5:14	-0,203 9	10:02	0,208 2	14:50	0,016 3	19:38	0,285 9
0:27	-0,297 5	5:15	-0,204 0	10:03	0,207 4	14:51	0,033 7	19:39	0,282 1
0:28	-0,291 7	5:16	-0,204 4	10:04	0,239 0	14:52	0,021 5	19:40	0,283 6
0:29	-0,286 3	5:17	-0,204 7	10:05	0,217 4	14:53	0,025 5	19:41	-0,275 0
0:30	-0,268 1	5:18	-0,198 4	10:06	0,212 9	14:54	0,025 9	19:42	-0,275 0
0:31	-0,255 2	5:19	-0,198 7	10:07	0,195 8	14:55	0,025 2	19:43	0,452 9
0:32	-0,248 9	5:20	-0,205 8	10:08	0,171 3	14:56	0,024 4	19:44	0,454 3
0:33	-0,235 9	5:21	-0,202 2	10:09	0,168 1	14:57	0,032 8	19:45	0,462 3
0:34	-0,217 6	5:22	-0,197 3	10:10	0,187 2	14:58	0,029 4	19:46	0,464 9
0:35	-0,204 5	5:23	-0,193 8	10:11	0,218 7	14:59	0,012 0	19:47	0,462 3
0:36	-0,187 3	5:24	-0,194 2	10:12	0,426 2	15:00	0,011 1	19:48	0,463 6
0:37	-0,174 1	5:25	-0,194 3	10:13	0,205 9	15:01	0,015 4	19:49	0,463 6

Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)
0:38	-0,172 8	5:26	-0,202 4	10:14	0,049 6	15:02	0,017 7	19:50	0,463 6
0:39	-0,171 5	5:27	-0,202 6	10:15	0,194 9	15:03	0,022 8	19:51	0,463 6
0:40	-0,170 4	5:28	-0,203 1	10:16	0,013 2	15:04	0,028 7	19:52	0,468 2
0:41	-0,169 2	5:29	-0,203 4	10:17	0,024 0	15:05	0,061 2	19:53	0,466 9
0:42	-0,167 8	5:30	-0,203 8	10:18	0,085 7	15:06	0,076 9	19:54	0,449 5
0:43	-0,166 5	5:31	-0,200 9	10:19	0,226 7	15:07	0,074 1	19:55	0,449 5
0:44	-0,165 6	5:32	-0,198 0	10:20	0,215 5	15:08	0,082 9	19:56	0,500 2
0:45	-0,164 9	5:33	-0,195 0	10:21	0,044 6	15:09	0,105 1	19:57	0,496 2
0:46	-0,164 1	5:34	-0,191 9	10:22	0,028 3	15:10	0,104 8	19:58	0,514 9
0:47	-0,169 9	5:35	-0,188 9	10:23	0,008 1	15:11	0,110 7	19:59	0,516 2
0:48	-0,169 2	5:36	-0,185 8	10:24	-0,006 6	15:12	0,114 3	20:00	0,505 5
0:49	-0,168 5	5:37	-0,177 5	10:25	-0,026 8	15:13	0,123 3	20:01	0,501 5
0:50	-0,162 4	5:38	-0,179 9	10:26	-0,069 9	15:14	0,136 6	20:02	0,458 1
0:51	-0,169 1	5:39	-0,176 6	10:27	-0,056 5	15:15	0,146 0	20:03	0,455 8
0:52	-0,242 5	5:40	-0,173 3	10:28	0,001 6	15:16	0,165 0	20:04	0,450 5
0:53	-0,241 3	5:41	-0,1700	10:29	-0,018 4	15:17	0,174 3	20:05	0,454 5
0:54	-0,234 7	5:42	-0,162 7	10:30	-0,244 4	15:18	0,175 1	20:06	0,454 4
0:55	-0,233 4	5:43	-0,159 4	10:31	-0,339 7	15:19	0,188 7	20:07	0,454 4
0:56	-0,228 1	5:44	-0,156 1	10:32	-0,339 5	15:20	0,179 8	20:08	0,457 1
0:57	-0,226 8	5:45	-0,138 3	10:33	-0,521 1	15:21	0,190 0	20:09	0,457 1
0:58	-0,225 6	5:46	-0,133 6	10:34	-0,285 1	15:22	0,203 9	20:10	0,455 8
0:59	-0,224 4	5:47	-0,130 3	10:35	0,285 5	15:23	0,209 7	20:11	0,458 8
1:00	-0,223 1	5:48	-0,126 9	10:36	0,287 0	15:24	0,211 5	20:12	0,447 2
1:01	-0,221 7	5:49	-0,123 6	10:37	0,265 8	15:25	0,221 3	20:13	0,447 2
1:02	-0,220 4	5:50	-0,120 5	10:38	0,062 0	15:26	0,240 4	20:14	0,445 9
1:03	-0,219 1	5:51	-0,117 2	10:39	0,128 7	15:27	0,254 3	20:15	0,452 5
1:04	-0,217 9	5:52	-0,113 9	10:40	0,026 0	15:28	0,268 1	20:16	0,448 5
1:05	-0,218 0	5:53	-0,110 7	10:41	0,010 0	15:29	-0,006 4	20:17	0,452 5
1:06	-0,216 7	5:54	-0,126 2	10:42	-0,010 0	15:30	0,002 9	20:18	0,463 2
1:07	-0,224 7	5:55	-0,123 0	10:43	-0,015 3	15:31	0,016 4	20:19	0,467 2
1:08	-0,223 4	5:56	-0,113 2	10:44	-0,022 1	15:32	-0,259 6	20:20	0,111 2
1:09	-0,215 4	5:57	-0,098 2	10:45	0,136 5	15:33	-0,250 3	20:21	-0,262 1
1:10	-0,214 0	5:58	-0,095 1	10:46	0,074 5	15:34	-0,236 8	20:22	0,293 9
1:11	-0,220 7	5:59	-0,092 0	10:47	0,277 7	15:35	-0,226 9	20:23	0,300 5
1:12	-0,218 0	6:00	-0,084 9	10:48	0,256 9	15:36	-0,210 2	20:24	0,290 8
1:13	-0,216 7	6:01	-0,081 8	10:49	0,279 6	15:37	-0,204 7	20:25	0,293 0
1:14	-0,210 1	6:02	-0,078 7	10:50	0,288 1	15:38	-0,181 8	20:26	0,293 9
1:15	-0,208 8	6:03	-0,079 7	10:51	0,290 2	15:39	-0,172 1	20:27	0,292 1
1:16	-0,207 5	6:04	-0,076 7	10:52	0,294 8	15:40	-0,162 6	20:28	0,290 2
1:17	-0,202 3	6:05	-0,073 6	10:53	0,299 0	15:41	-0,153 3	20:29	0,327 0
1:18	-0,200 9	6:06	-0,070 5	10:54	0,297 1	15:42	-0,144 1	20:30	0,356 4
1:19	-0,199 7	6:07	-0,066 9	10:55	0,306 5	15:43	-0,160 3	20:31	0,351 2
1:20	-0,198 3	6:08	-0,083 6	10:56	0,306 2	15:44	-0,156 5	20:32	0,355 2

Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)
1:21	-0,197 0	6:09	-0,080 2	10:57	0,302 8	15:45	-0,151 3	20:33	0,363 2
1:22	-0,197 5	6:10	-0,076 8	10:58	0,297 8	15:46	-0,147 3	20:34	0,356 5
1:23	-0,197 4	6:11	-0,073 7	10:59	0,293 8	15:47	-0,152 7	20:35	-0,187 5
1:24	-0,197 4	6:12	-0,070 4	11:00	0,269 9	15:48	-0,150 4	20:36	0,371 2
1:25	-0,197 4	6:13	-0,067 1	11:01	0,295 1	15:49	-0,167 7	20:37	0,364 5
1:26	-0,205 3	6:14	-0,057 2	11:02	0,292 3	15:50	-0,165 5	20:38	0,316 5
1:27	-0,205 2	6:15	-0,060 3	11:03	0,270 5	15:51	-0,166 9	20:39	0,315 2
1:28	-0,198 5	6:16	-0,056 8	11:04	-0,056 7	15:52	-0,168 4	20:40	0,319 2
1:29	-0,198 4	6:17	-0,053 2	11:05	-0,068 7	15:53	-0,164 6	20:41	0,311 2
1:30	-0,206 4	6:18	-0,041 7	11:06	-0,066 8	15:54	-0,166 6	20:42	0,308 5
1:31	-0,206 4	6:19	-0,038 1	11:07	-0,067 2	15:55	-0,164 7	20:43	0,309 8
1:32	-0,206 4	6:20	-0,034 6	11:08	0,048 7	15:56	-0,162 8	20:44	0,301 8
1:33	-0,198 3	6:21	-0,031 0	11:09	0,222 1	15:57	-0,160 8	20:45	0,301 8
1:34	-0,198 3	6:22	-0,015 5	11:10	0,200 5	15:58	-0,158 9	20:46	0,303 2
1:35	-0,198 3	6:23	-0,013 1	11:11	0,213 4	15:59	-0,166 1	20:47	0,303 2
1:36	-0,198 3	6:24	-0,009 8	11:12	0,208 4	16:00	-0,173 5	20:48	0,305 8
1:37	-0,199 8	6:25	-0,006 6	11:13	0,175 5	16:01	-0,176 8	20:49	0,305 8
1:38	-0,199 8	6:26	-0,002 9	11:14	0,232 9	16:02	-0,190 3	20:50	0,320 5
1:39	-0,199 8	6:27	0,001 0	11:15	0,255 7	16:03	-0,210 2	20:51	0,323 9
1:40	-0,199 7	6:28	0,004 7	11:16	0,027 7	16:04	-0,218 0	20:52	0,329 2
1:41	-0,199 8	6:29	0,007 1	11:17	0,265 3	16:05	-0,229 9	20:53	-0,246 8
1:42	-0,198 4	6:30	0,007 4	11:18	0,308 4	16:06	-0,221 7	20:54	-0,246 8
1:43	-0,198 4	6:31	0,007 8	11:19	0,313 2	16:07	-0,233 2	20:55	-0,246 8
1:44	-0,198 3	6:32	0,013 6	11:20	0,293 2	16:08	-0,240 6	20:56	-0,246 8
1:45	-0,198 4	6:33	0,014 0	11:21	0,043 3	16:09	-0,244 3	20:57	-0,242 8
1:46	-0,198 4	6:34	0,007 8	11:22	0,078 1	16:10	-0,255 8	20:58	-0,242 8
1:47	-0,206 4	6:35	0,008 2	11:23	0,277 5	16:11	-0,263 4	20:59	-0,198 8
1:48	-0,199 7	6:36	-0,011 4	11:24	0,363 3	16:12	-0,275 1	21:00	-0,198 8
1:49	-0,206 4	6:37	-0,005 7	11:25	0,293 1	16:13	-0,280 6	21:01	0,486 6
1:50	-0,206 4	6:38	-0,005 5	11:26	0,426 8	16:14	-0,293 4	21:02	0,466 6
1:51	-0,177 1	6:39	-0,005 5	11:27	0,433 6	16:15	-0,310 2	21:03	0,466 6
1:52	-0,206 4	6:40	0,008 0	11:28	0,443 0	16:16	0,315 1	21:04	0,169 2
1:53	-0,201 1	6:41	0,004 5	11:29	0,461 6	16:17	0,301 4	21:05	0,426 6
1:54	-0,201 1	6:42	0,004 9	11:30	0,465 3	16:18	0,271 8	21:06	0,444 0
1:55	-0,201 1	6:43	0,005 3	11:31	0,452 0	16:19	0,261 8	21:07	0,434 6
1:56	-0,201 2	6:44	0,005 9	11:32	0,381 0	16:20	0,239 3	21:08	0,432 0
1:57	-0,201 3	6:45	0,006 4	11:33	0,225 8	16:21	0,234 6	21:09	0,448 0
1:58	-0,197 4	6:46	0,007 1	11:34	0,404 3	16:22	0,220 8	21:10	0,446 6
1:59	-0,197 6	6:47	0,007 7	11:35	0,215 6	16:23	0,211 8	21:11	0,440 0
2:00	-0,197 6	6:48	0,008 6	11:36	0,212 3	16:24	0,217 4	21:12	0,442 6
	-0,197 6	6:49	0,006 7	11:37	0,492 4	16:25	0,208 0	21:13	0,446 6
2:02	-0,197 6	6:50	0,012 8	11:38	0,504 3	16:26	0,194 5	21:14	0,457 3
2:03	-0,197 5	6:51	0,007 0	11:39	0,268 6	16:27	0,193 0	21:15	0,452 0

Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)
2:04	-0,197 4	6:52	0,008 0	11:40	0,270 5	16:28	0,198 2	21:16	0,462 6
2:05	-0,197 3	6:53	0,009 0	11:41	-0,488 5	16:29	0,188 8	21:17	0,462 6
2:06	-0,197 3	6:54	0,011 4	11:42	-0,490 2	16:30	0,180 8	21:18	0,453 3
2:07	-0,206 6	6:55	-0,006 4	11:43	-0,468 2	16:31	0,166 2	21:19	0,413 3
2:08	-0,198 6	6:56	-0,005 3	11:44	-0,464 2	16:32	0,135 5	21:20	0,405 3
2:09	-0,206 6	6:57	0,009 0	11:45	-0,456 6	16:33	0,125 9	21:21	0,405 3
2:10	-0,206 6	6:58	0,010 0	11:46	-0,456 9	16:34	0,112 5	21:22	0,409 3
	-0,206 6	6:59	0,010 9	11:47	-0,447 4	16:35	0,103 1	21:23	0,408 4
2:12	-0,206 6	7:00	0,0079	11:48	-0,435 2	16:36	0,068 6	21:24	0,403 5
2:13	-0,206 6	7:01	0,008 6	11:49	-0,429 0	16:37	0,058 1	21:25	0,398 6
2:14	-0,198 5	7:02	0,009 9	11:50	-0,417 0	16:38	0,064 9	21:26	0,393 8
2:15	-0,198 5	7:03	0,006 6	11:51	-0,125 8	16:39	0,035 1	21:27	0,388 9
2:16	-0,198 5	7:04	0,009 3	11:52	-0,077 2	16:40	0,018 6	21:28	0,384 1
2:17	-0,197 4	7:05	0,006 2	11:53	-0,057 9	16:41	0,000 9	21:29	0,382 7
2:18	-0,197 4	7:06	0,013 5	11:54	-0,052 4	16:42	-0,020 8	21:30	0,385 3
2:19	-0,197 4	7:07	0,010 2	11:55	-0,051 1	16:43	-0,006 4	21:31	0,366 7
2:20	-0,197 3	7:08	0,011 0	11:56	-0,347 0	16:44	0,041 3	21:32	0,361 3
	-0,196 6	7:09	0,007 6	11:57	-0,105 7	16:45	-0,028 3	21:33	0,356 0
2:22	-0,196 4	7:10	-0,010 1	11:58	-0,924 3	16:46	-0,019 2	21:34	0,361 3
2:23	-0,196 2	7:11	-0,006 6	11:59	-0,397 4	16:47	-0,036 7	21:35	0,356 0
2:24	-0,195 9	7:12	-0,007 1	12:00	-0,180 6	16:48	-0,034 4	21:36	0,360 0
2:25	-0,195 6	7:13	-0,006 2	12:01	-0,155 5	16:49	-0,088 1	21:37	0,276 1
2:26	-0,195 3	7:14	-0,009 4	12:02	-0,376 2	16:50	-0,128 6	21:38	0,089 6
2:27	-0,189 7	7:15	-0,013 8	12:03	-0,391 8	16:51	-0,159 7	21:39	0,092 3
2:28	-0,189 4	7:16	-0,017 0	12:04	-0,370 1	16:52	-0,132 1	21:40	0,005 6
2:29	-0,202 4	7:17	-0,016 1	12:05	-0,372 6	16:53	-0,139 1	21:41	0,064 3
2:30	-0,202 1	7:18	-0,017 9	12:06	-0,337 6	16:54	-0,129 8	21:42	0,079 0
	-0,201 9	7:19	-0,013 1	12:07	-0,074 8	16:55	-0,127 1	21:43	0,057 6
2:32	-0,201 7	7:20	-0,016 3	12:08	-0,068 4	16:56	-0,132 4	21:44	0,052 3
2:33	-0,201 4	7:21	-0,015 4	12:09	-0,072 0	16:57	-0,141 4	21:45	0,061 6
2:34	-0,201 2	7:22	-0,025 4	12:10	-0,0932	16:58	-0,160 9	21:46	0,065 6
2:35	-0,195 6	7:23	-0,024 5	12:11	-0,115 5	16:59	-0,170 9	21:47	0,049 6
2:36	-0,195 4	7:24	-0,025 0	12:12	0,084 7	17:00	-0,180 9	21:48	0,053 6
2:37	-0,195 2	7:25	-0,025 9	12:13	0,282 2	17:01	-0,181 5	21:49	0,061 6
2:38	-0,194 9	7:26	-0,028 0	12:14	0,284 2	17:02	-0,191 8	21:50	0,051 0
2:39	-0,194 8	7:27	-0,027 3	12:15	0,124 7	17:03	-0,209 9	21:51	0,045 6
2:40	-0,194 6	7:28	-0,023 9	12:16	0,307 9	17:04	-0,220 1	21:52	0,053 6
	-0,194 5	7:29	-0,024 5	12:17	0,300 7	17:05	-0,220 9	21:53	0,101 6
2:42	-0,194 3	7:30	-0,023 9	12:18	0,252 2	17:06	-0,231 4	21:54	0,064 3
2:43	-0,194 1	7:31	-0,032 6	12:19	-0,024 7	17:07	-0,237 9	21:55	0,059 0
2:44	-0,193 9	7:32	-0,027 9	12:20	-0,032 8	17:08	0,424 0	21:56	0,007 0
2:45	-0,193 6	7:33	-0,038 0	12:21	-0,019 3	17:09	0,417 8	21:57	0,008 3
2:46	-0,186 6	7:34	-0,037 4	12:22	0,150 0	17:10	0,411 7	21:58	0,008 3

Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)
2:47	-0,190 3	7:35	-0,040 8	12:23	0,254 3	17:11	0,413 6	21:59	0,007 0
2:48	-0,203 4	7:36	-0,044 2	12:24	0,252 1	17:12	0,403 5	22:00	0,004 3
2:49	-0,203 3	7:37	-0,039 6	12:25	0,244 8	17:13	0,400 7	22:01	0,004 3
2:50	-0,209 7	7:38	-0,048 5	12:26	0,237 9	17:14	0,391 1	22:02	0,004 3
	-0,209 4	7:39	-0,047 8	12:27	0,225 9	17:15	0,382 0	22:03	0,004 3
2:52	-0,209 2	7:40	-0,051 6	12:28	0,192 6	17:16	0,369 2	22:04	-0,001 0
2:53	-0,208 9	7:41	-0,054 0	12:29	0,158 9	17:17	0,364 3	22:05	-0,001 0
2:54	-0,208 6	7:42	-0,057 8	12:30	0,137 3	17:18	0,363 7	22:06	-0,000 8
2:55	-0,208 4	7:43	-0,059 0	12:31	0,127 2	17:19	0,354 3	22:07	0,015 0
2:56	-0,208 0	7:44	-0,058 8	12:32	0,043 4	17:20	0,341 7	22:08	0,032 1
2:57	-0,207 6	7:45	-0,054 8	12:33	0,119 0	17:21	0,331 5	22:09	0,060 7
2:58	-0,207 2	7:46	-0,058 7	12:34	0,104 9	17:22	0,322 0	22:10	0,075 8
2:59	-0,207 1	7:47	-0,058 9	12:35	0,111 7	17:23	0,312 5	22:11	0,100 4
3:00	-0,198 9	7:48	-0,074 5	12:36	0,100 1	17:24	0,307 3	22:12	0,126 2
3:01	-0,198 7	7:49	-0,086 3	12:37	0,135 7	17:25	0,298 4	22:13	0,142 7
3:02	-0,198 5	7:50	-0,098 2	12:38	0,149 7	17:26	0,293 6	22:14	0,210 1
3:03	-0,198 3	7:51	-0,106 0	12:39	0,165 1	17:27	0,284 7	22:15	0,232 3
3:04	-0,204 8	7:52	-0,117 5	12:40	0,177 5	17:28	0,277 1	22:16	0,263 7
3:05	-0,198 0	7:53	-0,124 9	12:41	0,100 7	17:29	0,272 1	22:17	0,284 3
3:06	-0,204 5	7:54	-0,135 4	12:42	0,135 4	17:30	0,263 2	22:18	0,308 8
3:07	-0,204 3	7:55	-0,144 5	12:43	0,193 7	17:31	0,259 8	22:19	0,321 4
3:08	-0,204 1	7:56	-0,148 3	12:44	0,137 5	17:32	0,263 0	22:20	0,340 6
3:09	-0,203 8	7:57	-0,163 6	12:45	-0,013 0	17:33	0,262 4	22:21	0,309 3
3:10	-0,203 5	7:58	-0,175 3	12:46	0,074 7	17:34	0,271 5	22:22	0,328 7
3:11	-0,203 3	7:59	-0,182 5	12:47	0,094 0	17:35	0,276 6	22:23	0,353 4
3:12	-0,203 0	8:00	-0,178 0	12:48	0,049 7	17:36	0,267 3	22:24	0,374 1
3:13	-0,202 7	8:01	-0,196 0	12:49	0,256 8	17:37	0,270 0	22:25	0,394 8
3:14	-0,202 6	8:02	-0,207 4	12:50	0,293 2	17:38	0,285 3	22:26	0,406 2
3:15	-0,202 3	8:03	-0,215 0	12:51	0,282 0	17:39	0,300 7	22:27	0,433 5
3:16	-0,197 9	8:04	-0,230 0	12:52	0,288 6	17:40	0,314 8	22:28	0,454 2
3:17	-0,197 5	8:05	-0,241 1	12:53	0,297 3	17:41	0,327 7	22:29	0,485 5
3:18	-0,193 4	8:06	-0,252 6	12:54	0,304 5	17:42	0,343 1	22:30	0,506 1
3:19	-0,193 3	8:07	-0,259 5	12:55	0,307 9	17:43	0,372 0	22:31	0,521 4
3:20	-0,2000	8:08	-0,270 6	12:56	0,320 4	17:44	0,389 0	22:32	0,546 0
3:21	-0,200 0	8:09	-0,278 0	12:57	0,336 9	17:45	0,407 4	22:33	0,566 6
3:22	-0,200 1	8:10	-0,289 5	12:58	0,074 6	17:46	0,421 9	22:34	0,599 3
3:23	-0,200 2	8:11	-0,296 2	12:59	0,070 5	17:47	0,444 3	22:35	0,340 0
3:24	-0,195 0	8:12	-0,306 9	13:00	0,055 3	17:48	0,460 2	22:36	-0,322 1
3:25	-0,201 7	8:13	-0,317 6	13:01	0,027 9	17:49	0,480 2	22:37	-0,301 5
3:26	-0,201 8	8:14	-0,316 3	13:02	-0,022 1	17:50	0,504 4	22:38	-0,559 5
3:27	-0,201 8	8:15	-0,301 7	13:03	-0,133 1	17:51	0,520 6	22:39	-0,538 9
3:28	-0,201 8	8:16	-0,313 7	13:04	-0,190 8	17:52	0,540 4	22:40	-0,518 2
3:29	-0,201 8	8:17	0,225 1	13:05	-0,397 8	17:53	0,558 9	22:41	-0,497 5

Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)
3:30	-0,201 7	8:18	0,207 9	13:06	-0,324 9	17:54	0,573 5	22:42	-0,484 7
3:31	-0,201 6	8:19	0,193 4	13:07	-0,300 7	17:55	0,585 4	22:43	-0,416 1
3:32	-0,201 5	8:20	0,177 6	13:08	-0,387 0	17:56	0,562 7	22:44	-0,411 4
3:33	-0,201 5	8:21	0,139 2	13:09	-0,456 4	17:57	0,522 7	22:45	-0,398 8
3:34	-0,196 1	8:22	0,122 1	13:10	-0,396 1	17:58	0,399 0	22:46	-0,456 9
3:35	-0,196 0	8:23	0,130 3	13:11	-0,231 1	17:59	0,423 2	22:47	-0,448 3
3:36	-0,196 0	8:24	0,110 2	13:12	-0,226 2	18:00	0,342 3	22:48	-0,427 8
3:37	-0,196 0	8:25	0,093 1	13:13	-0,218 6	18:01	-0,021 4	22:49	-0,419 1
3:38	-0,201 3	8:26	0,053 6	13:14	-0,233 3	18:02	-0,018 5	22:50	-0,418 4
3:39	-0,201 2	8:27	0,059 0	13:15	-0,246 6	18:03	-0,100 7	22:51	-0,409 7
3:40	-0,201 2	8:28	0,012 6	13:16	-0,215 3	18:04	-0,075 0	22:52	-0,400 9
3:41	-0,201 3	8:29	0,012 9	13:17	-0,206 3	18:05	-0,142 6	22:53	-0,392 2
3:42	-0,201 4	8:30	-0,006 6	13:18	-0,198 5	18:06	-0,122 2	22:54	-0,383 5
3:43	-0,196 2	8:31	-0,022 3	13:19	-0,189 0	18:07	-0,096 5	22:55	-0,374 9
3:44	-0,202 9	8:32	-0,046 9	13:20	-0,190 0	18:08	-0,076 3	22:56	-0,366 3
3:45	-0,202 9	8:33	-0,0562	13:21	-0,188 2	18:09	-0,145 5	22:57	-0,357 6
3:46	-0,202 8	8:34	-0,081 6	13:22	-0,363 1	18:10	-0,125 4	22:58	-0,343 9
3:47	-0,202 8	8:35	-0,096 9	13:23	-0,413 0	18:11	-0,101 8	22:59	-0,335 3
3:48	-0,202 6	8:36	-0,108 2	13:24	-0,421 7	18:12	-0,176 8	23:00	-0,326 8
3:49	-0,202 5	8:37	-0,128 9	13:25	-0,409 4	18:13	-0,170 5	23:01	-0,318 3
3:50	-0,202 5	8:38	-0,150 0	13:26	-0,410 7	18:14	-0,163 1	23:02	-0,309 8
3:51	-0,195 8	8:39	-0,172 4	13:27	-0,415 9	18:15	-0,159 2	23:03	-0,306 6
3:52	-0,195 9	8:40	-0,204 1	13:28	-0,416 6	18:16	-0,151 4	23:04	-0,298 0
3:53	-0,195 8	8:41	-0,245 1	13:29	-0,418 9	18:17	-0,239 5	23:05	-0,293 7
3:54	-0,195 7	8:42	-0,266 4	13:30	-0,423 6	18:18	-0,235 7	23:06	-0,300 9
3:55	-0,201 0	8:43	-0,289 8	13:31	-0,424 3	18:19	-0,245 2	23:07	-0,308 1
3:56	-0,201 0	8:44	-0,301 2	13:32	0,249 5	18:20	-0,245 2	23:08	-0,314 7
3:57	-0,200 9	8:45	0,216 7	13:33	0,241 9	18:21	-0,223 8	23:09	-0,331 9
3:58	-0,200 9	8:46	0,194 5	13:34	0,229 7	18:22	-0,223 8	23:10	-0,343 9
3:59	-0,201 0	8:47	0,177 2	13:35	0,214 2	18:23	-0,467 8	23:11	0,345 5
4:00	-0,201 6	8:48	0,164 4	13:36	0,200 9	18:24	-0,467 8	23:12	0,344 3
4:01	-0,201 7	8:49	0,151 4	13:37	0,199 0	18:25	-0,467 8	23:13	0,333 4
4:02	-0,195 2	8:50	0,133 1	13:38	0,190 0	18:26	-0,470 5	23:14	0,322 3
4:03	-0,203 2	8:51	0,119 7	13:39	0,175 9	18:27	-0,485 2	23:15	0,315 3
4:04	-0,203 1	8:52	0,107 0	13:40	0,164 0	18:28	-0,485 2	23:16	0,303 1
4:05	-0,203 1	8:53	0,112 2	13:41	0,171 4	18:29	-0,493 2	23:17	-0,414 4
4:06	-0,203 0	8:54	0,084 8	13:42	0,171 2	18:30	-0,489 3	23:18	0,269 5
4:07	-0,202 9	8:55	0,064 9	13:43	0,163 7	18:31	-0,497 3	23:19	0,257 5
4:08	-0,202 9	8:56	0,051 6	13:44	0,165 3	18:32	-0,513 6	23:20	0,245 4
4:09	-0,203 0	8:57	0,038 8	13:45	0,158 5	18:33	-0,519 6	23:21	0,233 2
4:10	-0,195 0	8:58	0,024 5	13:46	0,161 3	18:34	-0,529 6	23:22	0,222 4
4:11	-0,195 0	8:59	0,003 7	13:47	0,165 8	18:35	-0,545 0	23:23	0,210 3
4:12	-0,195 1	9:00	-0,013 2	13:48	0,175 9	18:36	-0,552 5	23:24	0,202 1

Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)
4:13	-0,201 7	9:01	-0,027 5	13:49	0,181 4	18:37	-0,554 5	23:25	0,190 0
4:14	-0,201 7	9:02	-0,044 5	13:50	0,014 8	18:38	-0,561 8	23:26	0,177 9
4:15	-0,201 7	9:03	-0,062 8	13:51	0,112 2	18:39	-0,574 7	23:27	0,177 7
4:16	-0,201 8	9:04	-0,074 6	13:52	-0,041 3	18:40	-0,238 4	23:28	0,160 2
4:17	-0,201 9	9:05	-0,086 4	13:53	0,099 1	18:41	-0,247 3	23:29	0,148 0
4:18	-0,202 0	9:06	0,217 6	13:54	-0,200 9	18:42	-0,261 5	23:30	0,135 8
4:19	-0,202 1	9:07	0,224 1	13:55	0,345 6	18:43	-0,266 5	23:31	0,115 6
4:20	-0,202 2	9:08	0,220 7	13:56	0,341 1	18:44	0,325 7	23:32	0,093 6
4:21	-0,195 5	9:09	0,203 0	13:57	0,332 5	18:45	0,309 9	23:33	0,066 1
4:22	-0,203 4	9:10	0,191 7	13:58	0,331 1	18:46	0,295 5	23:34	0,040 7
4:23	-0,203 3	9:11	0,190 4	13:59	0,208 5	18:47	0,280 9	23:35	0,013 2
4:24	-0,203 2	9:12	0,145 0	14:00	0,156 1	18:48	0,264 9	23:36	0,013 4
4:25	-0,203 2	9:13	0,130 5	14:01	0,181 7	18:49	0,967 4	23:37	0,013 9
4:26	-0,203 2	9:14	0,120 4	14:02	0,156 7	18:50	0,939 3	23:38	0,014 6
4:27	-0,203 2	9:15	0,115 3	14:03	0,132 0	18:51	0,923 4	23:39	-0,002 0
4:28	-0,197 9	9:16	0,118 1	14:04	0,137 1	18:52	0,915 6	23:40	-0,002 5
4:29	-0,165 9	9:17	0,106 4	14:05	0,148 6	18:53	0,942 3	23:41	0,000 9
4:30	-0,195 3	9:18	0,100 8	14:06	0,158 3	18:54	0,926 4	23:42	0,000 5
4:31	-0,195 4	9:19	0,095 1	14:07	0,163 8	18:55	0,915 8	23:43	0,005 5
4:32	-0,200 6	9:20	0,088 6	14:08	0,172 7	18:56	0,899 8	23:44	0,005 6
4:33	-0,200 6	9:21	0,074 2	14:09	0,183 6	18:57	0,867 5	23:45	0,005 7
4:34	-0,200 7	9:22	0,079 6	14:10	0,195 8	18:58	0,803 3	23:46	0,009 7
4:35	-0,200 8	9:23	0,078 7	14:11	0,100 1	18:59	0,782 9	23:47	0,004 1
4:36	-0,200 9	9:24	0,081 6	14:12	0,109 8	19:00	0,761 2	23:48	-0,003 0
4:37	-0,201 1	9:25	0,081 4	14:13	0,036 2	19:01	0,740 9	23:49	-0,003 4
4:38	-0,201 1	9:26	0,073 4	14:14	0,061 3	19:02	0,723 2	23:50	-0,003 9
4:39	-0,201 1	9:27	0,062 8	14:15	-0,008 2	19:03	0,703 6	23:51	-0,004 0
4:40	-0,201 0	9:28	0,068 4	14:16	0,177 0	19:04	0,682 8	23:52	-0,003 5
4:41	-0,195 5	9:29	0,066 7	14:17	0,113 9	19:05	0,663 8	23:53	-0,002 5
4:42	-0,202 1	9:30	0,058 3	14:18	0,118 8	19:06	0,644 7	23:54	-0,002 3
4:43	-0,202 1	9:31	0,047 1	14:19	0,138 6	19:07	0,620 5	23:55	-0,002 8
4:44	-0,202 1	9:32	0,045 2	14:20	0,039 9	19:08	0,604 4	23:56	0,000 4
4:45	-0,202 1	9:33	0,037 9	14:21	0,046 6	19:09	-0,134 4	23:57	-0,001 1
4:46	-0,196 8	9:34	0,030 7	14:22	0,050 4	19:10	-0,148 7	23:58	0,002 2
4:47	-0,196 8	9:35	0,036 7	14:23	0,053 7	19:11	0,389 0	23:59	0,000 0

A.4 Dự án trạm sạc doanh nghiệp PV-EES-EV sử dụng thanh cái DC chung

Bảng A.3 – Công suất sạc-xả trong hệ thống EES của trạm sạc doanh nghiệp sử dụng thanh cái DC chung (trên giá trị đơn vị p.u.)

Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)
0:00	-0,230 1	4:50	-0,564 5	9:40	-0,233 8	14:30	0,690 8	19:20	0,368 7
0:05	-0,217 3	4:55	-0,564 5	9:45	-0,242 7	14:35	0,567 8	19:25	0,367 0
0:10	-0,216 5	5:00	-0,546 9	9:50	-0,257 8	14:40	0,539 0	19:30	0,368 2
0:15	-0,216 0	5:05	-0,524 0	9:55	-0,252 8	14:45	0,561 5	19:35	0,369 4
0:20	-0,235 5	5:10	-0,517 1	10:00	0,559 8	14:50	0,508 0	19:40	0,369 6
0:25	-0,258 4	5:15	-0,518 2	10:05	0,554 3	14:55	0,512 5	19:45	0,371 3
0:30	-0,273 1	5:20	-0,516 6	10:10	0,566 7	15:00	-0,181 7	19:50	0,339 2
0:35	-0,281 6	5:25	-0,518 3	10:15	0,596 3	15:05	-0,172 8	19:55	0,339 2
0:40	-0,301 1	5:30	-0,517 1	10:20	0,574 4	15:10	-0,163 5	20:00	0,360 6
0:45	-0,301 1	5:35	-0,516 0	10:25	0,560 2	15:15	-0,158 5	20:05	0,364 5
0:50	-0,301 1	5:40	-0,515 7	10:30	0,549 5	15:20	-0,148 5	20:10	0,371 2
0:55	-0,301 1	5:45	-0,514 1	10:35	0,546 9	15:25	-0,186 8	20:15	0,380 1
1:00	-0,261 0	5:50	-0,544 9	10:40	0,538 6	15:30	-0,172 2	20:20	0,376 8
1:05	-0,257 3	5:55	-0,545 0	10:45	0,355 3	15:35	-0,157 1	20:25	0,377 7
1:10	-0,250 8	6:00	-0,328 6	10:50	0,339 1	15:40	-0,153 8	20:30	0,379 1
1:15	-0,242 2	6:05	-0,324 0	10:55	0,328 0	15:45	-0,181 8	20:35	0,379 7
1:20	-0,245 4	6:10	-0,323 8	11:00	0,386 2	15:50	-0,208 9	20:40	0,380 0
1:25	-0,244 6	6:15	-0,323 7	11:05	0,451 9	15:55	-0,219 3	20:45	0,318 9
1:30	-0,243 3	6:20	-0,323 2	11:10	0,462 0	16:00	-0,131 4	20:50	0,318 9
1:35	-0,242 6	6:25	-0,337 0	11:15	0,460 8	16:05	-0,116 5	20:55	0,318 9
1:40	-0,242 3	6:30	-0,337 0	11:20	0,462 3	16:10	-0,091 9	21:00	0,073 9
1:45	-0,301 1	6:35	-0,334 7	11:25	0,439 6	16:15	-0,062 0	21:05	0,087 2
1:50	-0,301 1	6:40	-0,334 8	11:30	0,450 6	16:20	-0,068 9	21:10	0,088 1
1:55	-0,301 1	6:45	-0,346 4	11:35	0,458 2	16:25	-0,061 2	21:15	0,088 6
2:00	-0,516 8	6:50	-0,358 7	11:40	0,450 1	16:30	-0,052 3	21:20	0,068 3
2:05	-0,512 1	6:55	-0,363 9	11:45	0,462 7	16:35	-0,046 0	21:25	0,044 4
2:10	-0,512 0	7:00	0,125 3	11:50	0,359 0	16:40	-0,045 4	21:30	0,029 1
2:15	-0,511 9	7:05	0,118 4	11:55	0,354 7	16:45	-0,225 8	21:35	0,020 2
2:20	-0,511 3	7:10	0,134 1	12:00	0,449 0	16:50	-0,227 9	21:40	0,000 0
2:25	-0,525 2	7:15	0,166 1	12:05	0,467 0	16:55	-0,224 3	21:45	0,000 0
2:30	-0,525 2	7:20	0,157 5	12:10	0,505 3	17:00	-0,166 8	21:50	0,000 0
2:35	-0,522 8	7:25	0,160 1	12:15	0,488 0	17:05	-0,098 0	21:55	0,000 0
2:40	-0,523 0	7:30	0,164 3	12:20	0,479 8	17:10	-0,077 5	22:00	-0,016 3
2:45	-0,534 6	7:35	0,165 2	12:25	0,473 1	17:15	-0,080 6	22:05	0,006 8
2:50	-0,546 9	7:40	0,181 9	12:30	0,475 6	17:20	-0,075 9	22:10	0,014 0
2:55	-0,552 0	7:45	-0,006 1	12:35	0,369 2	17:25	-0,080 9	22:15	0,012 9
3:00	-0,493 5	7:50	-0,009 1	12:40	0,385 0	17:30	-0,077 4	22:20	0,014 5
3:05	-0,480 7	7:55	-0,014 4	12:45	0,391 7	17:35	-0,074 1	22:25	0,012 8

Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)	Thời gian	Công suất (p.u.)
3:10	-0,479 9	8:00	-0,017 2	12:50	0,321 0	17:40	-0,073 4	22:30	0,014 0
3:15	-0,479 4	8:05	-0,006 9	12:55	0,363 3	17:45	-0,068 4	22:35	0,015 1
3:20	-0,498 9	8:10	-0,008 2	13:00	0,471 3	17:50	-0,161 0	22:40	0,015 4
3:25	-0,521 9	8:15	-0,015 2	13:05	0,497 8	17:55	-0,161 0	22:45	0,017 1
3:30	-0,536 5	8:20	-0,018 9	13:10	0,511 1	18:00	0,368 6	22:50	-0,014 4
3:35	-0,545 1	8:25	-0,062 9	13:15	0,507 8	18:05	0,373 4	22:55	-0,014 4
3:40	-0,564 5	8:30	-0,068 5	13:20	0,500 7	18:10	0,373 5	23:00	-0,164 2
3:45	-0,564 5	8:35	-0,067 0	13:25	0,450 8	18:15	0,373 7	23:05	-0,151 4
3:50	-0,564 5	8:40	-0,075 5	13:30	0,456 9	18:20	0,374 2	23:10	-0,150 6
3:55	-0,564 5	8:45	-0,117 8	13:35	0,539 8	18:25	0,359 8	23:15	-0,150 1
4:00	-0,516 1	8:50	-0,160 1	13:40	0,549 4	18:30	0,359 8	23:20	-0,169 6
4:05	-0,509 5	8:55	-0,183 8	13:45	0,466 2	18:35	0,362 3	23:25	-0,192 5
4:10	-0,500 8	9:00	0,046 7	13:50	0,438 4	18:40	0,362 1	23:30	-0,207 2
4:15	-0,506 5	9:05	0,087 3	13:55	0,480 2	18:45	0,350 0	23:35	-0,215 7
4:20	-0,505 5	9:10	0,074 8	14:00	0,589 5	18:50	0,337 2	23:40	-0,235 2
4:25	-0,504 8	9:15	0,068 2	14:05	0,548 5	18:55	0,331 8	23:45	-0,235 2
4:30	-0,504 5	9:20	0,003 7	14:10	0,630 6	19:00	0,337 2	23:50	-0,235 2
4:35	-0,539 8	9:25	-0,077 8	14:15	0,637 2	19:05	0,361 1	23:55	-0,235 2
4:40	-0,539 1	9:30	-0,130 7	14:20	0,673 0	19:10	0,368 2		
4:45	-0,538 3	9:35	-0,169 6	14:25	0,692 6	19:15	0,367 1		

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] IEC 60870-5-1 04, *Telecontrol equipment and systems – Part 5-104: Transmission protocols – Network access for IEC 60870-5-101 using standard transport profiles.*
- [2] IEC 61850 (all parts), *Communication networks and systems for power utility automation*
- [3] IEC 61851 (all parts), *Electric vehicle conductive charging system.*
- [4] IEC 62933-2-1, *Electrical energy storage (EES) systems – Part 2-1: Unit parameters and testing methods – General specification.*
- [5] IEC TS 62933-3-1, *Electrical energy storage (EES) systems – Part 3-1: Planning and performance assessment of electrical energy storage systems – General specification.*
- [6] ISO 15118 (all parts), *Road vehicles – Vehicle-to-Grid Communication Interface*
- [7] CHAdeMO 2.0, Brochure, CHAdeMO Association & Protocol, April 2019, available at https://www.chademo.com/wp2016/wpcontent/uploads/2019/06/2019%20CHAdeMO_Brochure_web_corrected%2025%20June.pdf
- [8] IEEE 1679-2010, *Recommended Practice for the Characterization and Evaluation of Emerging Energy Storage Technologies in Stationary Applications.*
- [9] IEEE 2030.2.1, *Guide for Design, Operation, and Maintenance of Battery Energy Storage Systems, both Stationary and Mobile, and Applications Integrated with Electric Power Systems.*
- [10] IEEE 2030.3, *Test Procedures for Electric Energy Storage Equipment and Systems for Electric Power Systems Applications.*
- [11] IEEE 2030.5, *IEEE Standard for Smart Energy Profile Application Protocol.*
- PNNL-22010 Rev 2/SAN 2016-3078 R (April 2016), *Protocol for Uniformly Measuring and Expressing the Performance of Energy Storage Systems.*
- [12] Melissa L. EV Project–Solar Assisted Charging Demo, 2014 U.S. DOE Hydrogen Program and Vehicle Technologies Program Annual Merit Review and Peer Evaluation Meeting, 16-20 June 2014.
- [13] Charles C. C., et al. Control Strategies for Electric Vehicle (EV) Charging Using Renewables and Local Storage. 2014 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo (ITEC), 1518 June 2014.
-