

HỆ THỐNG LƯU TRỮ ĐIỆN NĂNG TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO

● NGUYỄN ĐÌNH TUẤN PHONG - HOÀNG XUÂN NGUYỄN MỸ

TÓM TẮT:

Việt Nam là quốc gia có tốc độ tăng trưởng nguồn điện từ năng lượng tái tạo rất cao trong giai đoạn 5 năm vừa qua. Điều này đặt ra thách thức lớn với việc điều độ hệ thống các nhà máy điện và vận hành hệ thống điện. Nghiên cứu này chúng tôi sẽ đề cập tới vai trò của hệ thống tích trữ điện năng trong vận hành hệ thống điện năng lượng tái tạo. Bài viết sử dụng phương pháp nghiên cứu thống kê, nghiên cứu định tính và nghiên cứu định lượng để phân tích các lý thuyết nền tảng, cũng như tham khảo từ những tài liệu, báo cáo trên thế giới và Việt Nam.

Từ khóa: hệ thống lưu trữ điện năng, hệ thống điện năng lượng tái tạo.

1. Đặt vấn đề

Việt Nam là một trong những quốc gia có tiềm năng lớn trong việc đầu tư vào các nguồn năng lượng tái tạo như: điện mặt trời, điện gió, điện sinh khối, điện sóng biển và khí sinh học Biogas....

Những năm gần đây, Việt Nam được biết đến là nền kinh tế phát triển năng động, với tốc độ phát triển đáng chú ý so với các nước trong khu vực châu Á và trên thế giới. Ngành Năng lượng đóng vai trò then chốt trong công cuộc thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội, tuy nhiên quá trình phát triển năng lượng, trong đó có hệ thống năng lượng tái tạo đã bộc lộ nhiều bất cập cần phải hoàn thiện.

Bài nghiên cứu này phân tích về hình hình sử dụng năng lượng hiện tại của nước ta và nghiên cứu đề xuất phương pháp lưu trữ điện năng bằng hệ thống BESS (Battery Energy Storage System) trong vận hành các nhà máy điện năng lượng tái tạo.

2. Phương pháp nghiên cứu

Bài viết sử dụng phương pháp nghiên cứu thống kê, nghiên cứu định tính và nghiên cứu định lượng để phân tích các lý thuyết nền tảng, cũng

như tham khảo từ những tài liệu, báo cáo trên thế giới và Việt Nam.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Giới thiệu về phát triển năng lượng tái tạo ở Việt Nam

3.1.1. Tổng quan về năng lượng tái tạo ở Việt Nam

Việt Nam có tiềm năng lớn để phát triển nguồn năng lượng tái tạo (NLTT) từ nắng, gió nhờ có vị trí địa lý thuận lợi ở các vùng miền Trung và miền Nam với tổng số giờ nắng trong năm dao động khoảng 1.4003.000 giờ, cường độ bức xạ mặt trời trung bình khoảng 4-5 kWh/m²/ngày, số ngày nắng trung bình khoảng 300 ngày/năm.

Với đường bờ biển dài 3000 km, 39% lãnh thổ nước ta có tốc độ gió lớn hơn 6m/s, tương đương tiềm năng sản lượng điện gió 513 GW. Khoảng 10% trong số đó, được coi là có tiềm năng năng lượng điện gió rất lớn nằm tại các tỉnh miền Trung - Tây Nguyên và Nam Bộ. Có nhiều doanh nghiệp dẫn đầu trong đầu tư vào điện gió, điện mặt trời gồm các Tập đoàn: TTC, Bim Group, Điện lực Việt

Nam, Sunseap (Thái Lan); Tổng Công ty Cổ phần Thương mại và Xây dựng và các công ty: CP Đầu tư Xây dựng Trung Nam,...

Theo thống kê của Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN), chỉ trong vài ba năm trở lại đây, công suất lắp đặt điện gió, điện mặt trời đã vượt 20.000MW, chiếm đáng kể trong tổng công suất lắp đặt là hơn 80.000MW, đưa Việt Nam trở thành thị trường tăng trưởng nhanh nhất về NLTT trên thế giới.

Như biểu đồ cơ cấu nguồn phát điện Hình 1q, nhận thấy cơ cấu nguồn phát điện từ NLTT đang ngày chiếm tỉ trọng lớn: điện mặt trời đạt 8950 (MW) chiếm 10,61%, điện mặt trời mái nhà đạt 7722 (MW) chiếm 9,15%, điện gió đạt 5869 (MW) chiếm 6,96%.

Có thể nói, phát triển nguồn điện từ NLTT để loại bỏ carbon trong hệ thống năng lượng nhằm hiện thực hóa mục tiêu Net zero (giảm khí thải về 0) là xu thế của ngành Năng lượng thế giới. Tuy nhiên, việc tăng tỷ trọng nguồn điện NLTT trong cơ cấu nguồn điện đã gây ra nhiều vấn đề đối với việc vận hành ổn định hệ thống điện. Xuất phát từ thực tế này, nhiều quốc gia trên thế giới đã kết hợp quá trình tăng tỷ lệ các nguồn NLTT với việc đầu tư vào hệ thống lưu trữ năng lượng (Energy storage system - ESS). Hệ thống lưu trữ năng

lượng sẽ góp phần giảm công suất cực đại vào giờ cao điểm của hệ thống điện, giảm tình trạng lưới điện bị quá tải, hoặc giảm nhu cầu đầu tư nguồn điện và hạ tầng lưới điện để đáp ứng nhu cầu phụ tải cho một số ít giờ cao điểm, qua đó nâng cao hiệu quả kinh tế của hệ thống điện.

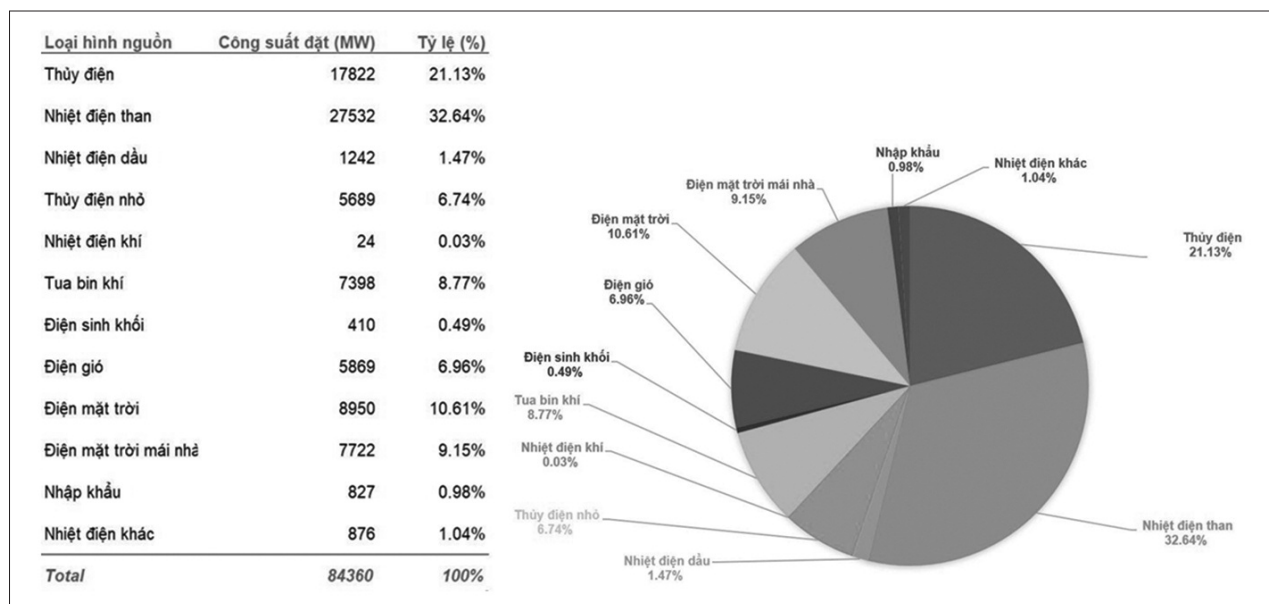
3.1.2. Tình hình tích trữ năng lượng điện

Theo các chuyên gia năng lượng quốc tế, khi mức thâm nhập NLTT vào hệ thống điện đạt tới thiểu từ 15% trở lên về quy mô sản lượng thì việc đầu tư ESS sẽ có ý nghĩa. Tại nhiều quốc gia trên thế giới, hệ thống pin lưu trữ năng lượng (BESS - Battery Energy storage system) đã và đang trở thành một công nghệ cần thiết trong quản lý nhu cầu, năng lượng tái tạo, lưới điện thông minh. Cùng với các ứng dụng công nghệ khác, công nghệ pin lưu trữ năng lượng cũng đang được phát triển để góp phần thúc đẩy sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả. Hệ thống pin lưu trữ năng lượng ngày một trở nên quan trọng hơn khi lưới điện phát triển thành hệ thống thông minh hơn, tiếp nhận điện năng sản xuất từ các nguồn NLTT.

Trên thế giới, hệ thống tích trữ năng lượng được phân loại bao gồm hệ thống tích trữ lớn, hệ thống tích trữ nhỏ và hệ thống tích trữ siêu nhỏ.

- Hệ thống tích trữ lớn gồm có các dạng như thủy

Hình 1: Cơ cấu nguồn điện Việt Nam tới năm 2024



Nguồn: Báo cáo của EVN tại Hội nghị tiết kiệm điện tháng 4 năm 2024

điện tích năng; tích trữ bằng nén không khí; tích trữ bằng khí đốt; tích trữ theo mùa và giữa các mùa.

- Hệ thống tích trữ nhỏ sử dụng công nghệ BESS với quy mô từ 1 MW đến 500 MW và thường áp dụng cho lưới truyền tải, lưới phân phối, hoặc cho các nhà máy điện NLTT.

- Hệ thống tích trữ siêu nhỏ có quy mô từ vài chục đến vài trăm kW dành cho các hộ tiêu dùng, lưới điện phân phối, thiết bị di chuyển.

** Nguyên lý vận hành của các hệ thống tích trữ điện:*

Ứng dụng công nghệ lưới điện thông minh để kết nối, vận hành ổn định các nguồn năng lượng tái tạo nhằm tạo điều kiện khai thác có hiệu quả, góp phần khuyến khích phát triển, tăng tỷ lệ nguồn điện sử dụng năng lượng tái tạo, góp phần bảo vệ môi trường, bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia. Sử dụng công nghệ lưu trữ năng lượng nhằm tích hợp các nguồn điện phân tán, các nguồn năng lượng mới, tái tạo đấu nối vào hệ thống điện bằng cấp điện áp trung áp và hạ áp; cho phép cân bằng cung - cầu điện năng ngay ở cấp độ người sử dụng điện.

Công nghệ ESS bao gồm các bộ phận chính: Hệ thống ắc quy dùng để lưu trữ năng lượng; Hệ thống Quản lý Pin (BMS - Battery Management System): thực hiện chức năng quản lý quá trình sạc và xả của

hệ thống ắc quy; Hệ thống điều hòa năng lượng (PCS - Power Conditioning System): thực hiện chức năng chuyển đổi giữa điện xoay chiều (AC) của lưới điện và điện một chiều (DC) của hệ thống ắc quy. (Hình 2)

Hệ thống quản lý năng lượng (PMS - Power Management System): thực hiện chức năng điều chỉnh dòng tích hoặc xả của hệ thống ắc quy, nhằm giảm tối thiểu tổn thất truyền tải, khắc phục tình trạng nghẽn mạch, bảo đảm cân bằng cung cầu tại mức phụ tải cao nhất và nâng cao chất lượng cung cấp điện và làm mịn biểu đồ phụ tải. (Hình 3)

** Sự phát triển của xu hướng tích trữ điện năng:*

+ Trên thế giới:

Chile đã soạn thảo “Luật linh hoạt”. Đề xuất coi lưu trữ năng lượng là một phần của chiến lược tăng tính linh hoạt của hệ thống năng lượng tái tạo. Ủy ban Kỹ thuật của Chi Lê đang phát triển các đề xuất để thay đổi quy định hiện hành đến cuối năm 2019.

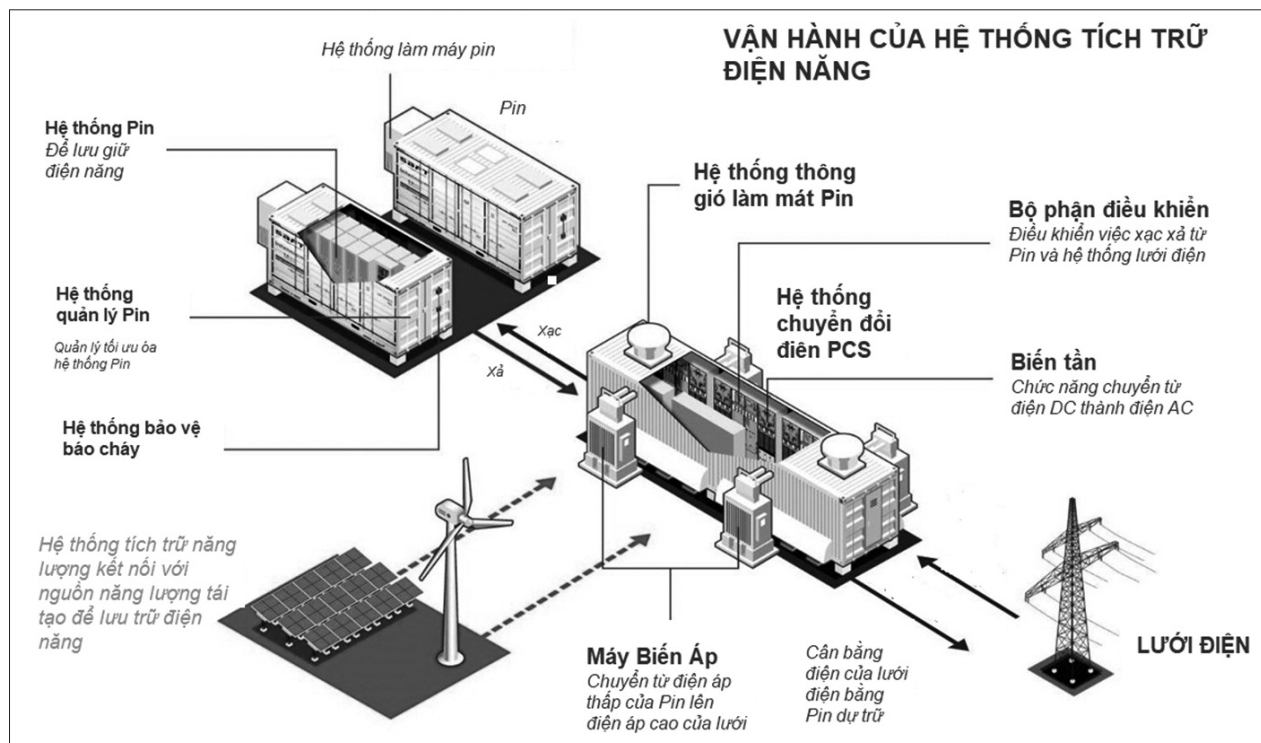
Tại Philippin, Bộ Năng lượng đã xuất bản một dự thảo thông tư bao gồm các quy định và vận hành hệ thống lưu trữ năng lượng.

Thị trường hệ thống lưu trữ năng lượng pin châu Á - Thái Bình Dương dự kiến sẽ tăng trưởng với tốc độ CAGR hơn 15% trong giai đoạn dự báo (2022-2027).

Hình 2: Hệ thống quản lý năng lượng (PMS - Power Management System)



Hình 3: Sơ đồ khối hệ thống điện tái tạo sử dụng hệ thống lưu trữ BESS



Nguồn: <https://totalenergies.com/projects/electricity/battery-based-energy-storage-our-projects-and-achievements>

Thị trường bị ảnh hưởng vừa phải bởi Covid-19 vào năm 2020. Hiện tại, thị trường đã đạt đến mức trước đại dịch.

Về lâu dài, các yếu tố như mức độ thâm nhập năng lượng tái tạo ngày càng tăng và nhu cầu cung cấp điện đáng tin cậy và liên tục trên toàn khu vực dự kiến sẽ thúc đẩy thị trường trong giai đoạn dự báo.

Mặt khác, khoản đầu tư ban đầu cao cần thiết để lắp đặt hệ thống lưu trữ năng lượng bằng pin và sự sẵn có của các hệ thống lưu trữ thay thế như thủy điện được bơm dự kiến sẽ cản trở sự phát triển của thị trường được nghiên cứu.

Tuy nhiên, việc phát triển các chất hóa học pin mới, có thể giảm chi phí hơn nữa, dự kiến sẽ mang lại cơ hội đáng kể cho thị trường trong giai đoạn dự báo.

Ấn Độ sẽ chứng kiến sự tăng trưởng đáng kể trên thị trường hệ thống lưu trữ năng lượng pin ở châu Á - Thái Bình Dương do sự gia tăng đáng kể đầu tư vào trung tâm dữ liệu và lĩnh vực năng lượng tái tạo, vốn phụ thuộc vào hệ thống lưu trữ năng lượng pin.

Các tiện ích có thể sử dụng pin để lưu trữ điện trong thời gian nhu cầu thấp và khai thác năng lượng dự trữ trong thời gian cao điểm để giảm phụ tải cao điểm. Nhu cầu về hệ thống lưu trữ năng lượng trong lĩnh vực tiện ích dự kiến sẽ tăng trong tương lai do lợi thế kỹ thuật và giá hệ thống lưu trữ năng lượng giảm.

Phân khúc thương mại gần đây đã được các nhà phát triển dự án khám phá và đây là cơ hội tăng trưởng đáng kể. Các yếu tố quan trọng như hóa đơn năng lượng tăng và biến động giá cả dự kiến sẽ thúc đẩy sự tăng trưởng của phân khúc này trong những năm tới.

Các khu vực như Châu Á - Thái Bình Dương cũng đang chứng kiến sự gia tăng dân số và đô thị hóa nhanh chóng, làm tăng nhu cầu điện. Năng lượng tái tạo ngày càng trở nên tiết kiệm chi phí và các nước đang phát triển dự kiến sẽ bổ sung năng lượng tái tạo vào lưới điện của họ. Tính đến năm 2021, sản lượng năng lượng tái tạo của khu vực Châu Á-Thái Bình Dương đạt 1690,1 TWh, tăng gấp đôi trong 5 năm qua từ mức 805,1 TWh vào năm 2017.

Ngoài ra, nhiều khu vực dự kiến sẽ áp dụng cách tiếp cận phân tán hơn để phát triển lưới điện, sử dụng nhiều hệ thống phát điện và lưới điện địa phương hơn, từ đó tạo ra tiềm năng tăng trưởng thị trường hệ thống lưu trữ năng lượng pin trong khu vực.

Được thúc đẩy bởi sự tăng trưởng mạnh mẽ ở Trung Quốc và Ấn Độ, phân khúc lưu trữ thương mại và công nghiệp dự kiến sẽ đạt 9 GW vào năm 2025. Do đó, nhu cầu về hệ thống lưu trữ năng lượng bằng pin từ các lĩnh vực thương mại và công nghiệp là rất cao.

+ Việt Nam

Theo Báo cáo Triển vọng năng lượng Việt Nam năm 2024, các giải pháp lưu trữ sẽ dần góp phần cân bằng hệ thống và hỗ trợ cho các khoản đầu tư lớn vào NLTT. Về lâu dài, hệ thống pin lưu trữ có tầm quan trọng đặc biệt trong hỗ trợ nguồn phát điện vào thời điểm ban đêm khi không có điện mặt trời. Công nghệ lưu trữ điện bao gồm các dự án thủy điện tích năng, pin. Đối với công nghệ pin, dung lượng lưu trữ và dung lượng biến tần được tối ưu hóa. Đây là kết quả từ nhu cầu lưu trữ một lượng lớn điện mặt trời vào ban ngày và thời gian xả kéo dài vào ban đêm.

Theo Báo cáo Triển vọng thị trường dự trữ năng lượng 2019 của Bloomberg gần đây cho thấy một số ví dụ về các quy định mới khuyến khích BESS (Battery Energy Storage System/hay ESS - hệ

thống lưu trữ năng lượng) ở các nước đang phát triển, trong đó có Việt Nam.

Tại Việt Nam, gần 18 GW năng lượng mặt trời được đưa vào hoạt động và công ty GE đã được trao một nghiên cứu để đánh giá việc triển khai lưu trữ để tích hợp tỷ trọng năng lượng tái tạo lớn hơn.

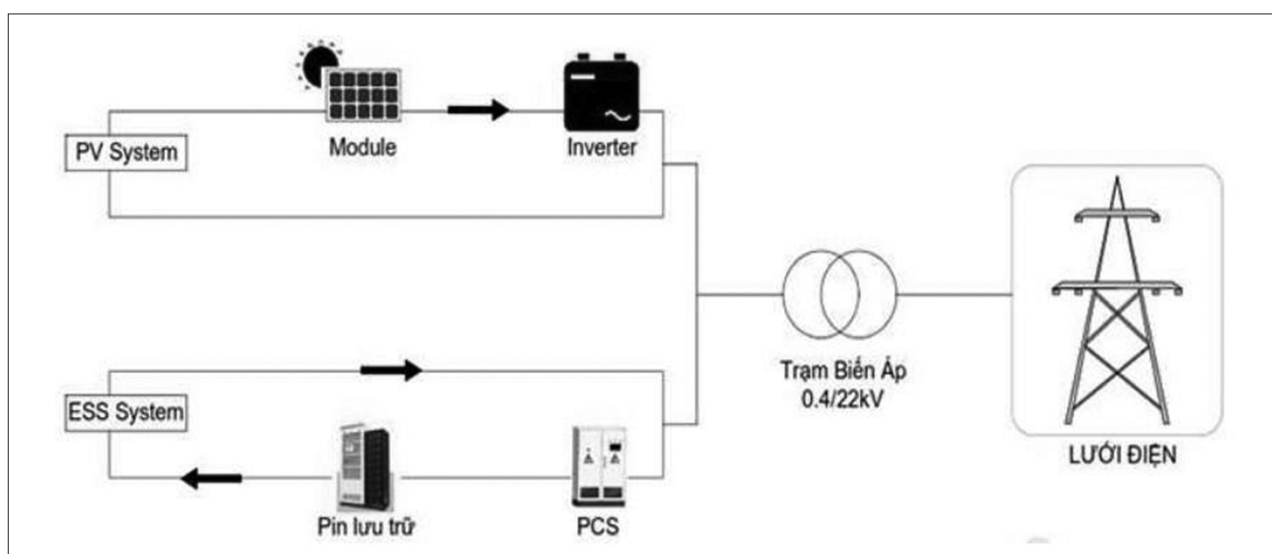
3.2. Định hướng thực hiện

Tiềm năng của ứng dụng của hệ thống BESS được mô tả qua sơ đồ khối và minh họa trong Hình 3. Hình này mô tả một hệ thống điện với sự có mặt của hệ thống quang điện Photovoltaics (PV) - Quang điện (PV): Công nghệ sử dụng bức xạ mặt trời để tạo ra dòng điện bằng cách sử dụng pin mặt trời. Nếu một phần điện năng sản xuất từ điện mặt trời được lưu trữ bởi BESS thì sẽ có hai hệ quả có lợi về mặt tiết kiệm và hiệu quả năng lượng sau đây: : thứ nhất tránh cắt giảm trong giờ cao điểm sản lượng mặt trời (khi không thể giảm tải nhiệt nữa), thứ hai là tránh mất tải (hoặc đầu tư liên quan đến việc thêm các đơn vị nhiệt bổ sung vào cung cấp năng lượng cực đại vào buổi tối).

Chênh lệch giá và dịch chuyển phụ tải vào giờ cao thấp điểm - lưu trữ điện vào những thời điểm khi nó có giá trị thấp và phát ra khi nó có giá trị kinh tế cao hơn. Điều này có thể thực hiện ở lưới điện truyền tải, lưới điện phân phối hoặc người tiêu dùng, với khung thời gian điển hình là vài giờ trở lên mỗi ngày.

Trong ứng dụng thông thường, thường có một

Hình 4: Sơ đồ khối hệ thống điện năng lượng mặt trời kết hợp lưu trữ



lần sạc và một chu kỳ xả mỗi ngày. Một trong những lợi ích chính của BESS là khả năng hệ thống xử lý những thay đổi đáng kể trọng tải mà không làm giảm hiệu suất hệ thống. Đầu ra điện áp của BESS vẫn còn nhất quán độc lập với tải mà nó đang phục vụ. Bằng cách sử dụng BESS kết hợp với năng lượng mặt trời, BESS có thể lưu trữ một phần tải được xuất ra từ thế hệ năng lượng mặt trời và sau đó cung cấp phụ tải vào những thời điểm khi có mây bao phủ và mất nguồn NLMT. Và sử dụng BESS để bù đắp cho sự mất mát ngắn ngủi trong quá trình phát điện mặt trời, hệ thống tiện ích nhận thấy tải nhất quán hơn được minh họa trong Hình 5.

Một ví dụ mô phỏng minh chứng cho việc ổn định tần số trong hệ thống điện mặt trời có sử dụng hệ thống BESS được thể hiện trong biểu đồ Hình 5.

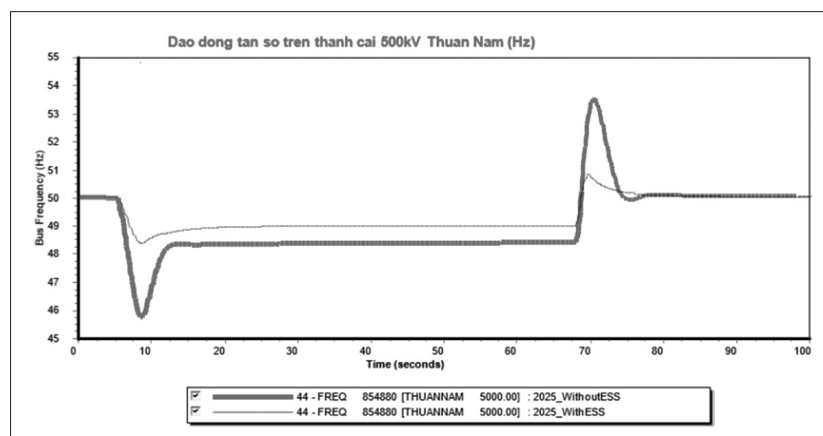
Như biểu đồ Hình 5 cho thấy khả năng của BESS là nạp và xả điện năng rất linh hoạt theo thời tiết và phụ tải nên, hệ thống BESS sẽ có khả năng điều tần rất tốt cho các tổ hợp điện NLTT lớn trong hệ thống.

Hiện nay đã có một số tổ chức như Ngân hàng Phát triển Châu Á (ADB), Tổng Lãnh sự quán Hoa Kỳ... đề xuất thực hiện dự án hệ thống pin lưu trữ năng lượng (BESS) thí điểm nhằm thăm dò việc khai thác các ứng dụng và lợi ích khác của việc tích hợp BESS vào mạng lưới truyền tải điện, đồng thời cung cấp trường hợp thí điểm để nghiên cứu, xây dựng các quy định pháp lý đối với hệ thống BESS.

Cụ thể, ngày 15/10/2021, Tổng Lãnh sự quán Hoa Kỳ tại TP. Hồ Chí Minh đã công bố tài trợ 2,96 triệu USD cho Công ty AMI AC Renewables thực hiện dự án thí điểm phát triển hệ thống pin lưu trữ năng lượng tại Việt Nam. Dự án sẽ sử dụng công nghệ, thiết bị hàng đầu của Mỹ, xây dựng và kết nối với nhà máy điện mặt trời với công suất 50 MW của AMI AC Renewables tại tỉnh Khánh Hòa, nhằm giúp giảm tổn thất năng lượng, cũng như giúp Việt Nam tích hợp nhiều năng lượng tái tạo hơn vào

Hình 5: Biểu đồ mô phỏng dao động tần số trên thanh cái trạm biến áp Thuận Nam

(Đường màu đỏ khi chưa có BESS, đường màu xanh khi có BESS)



Nguồn: <https://media.neliti.com/media/publications/453426-solution-of-solar-energy-storage-in-ninh-a9933de3.pdf>

hệ thống năng lượng quốc gia. Đây là tiền đề cho việc phát triển hệ thống BESS nhằm vận hành ổn định hệ thống lưới điện ở nước ta.

4. Kết luận

Để hướng tới mục tiêu Net Zero vào năm 2050 của Việt Nam tại Hội nghị Thượng đỉnh về biến đổi khí hậu của Liên Hợp quốc năm 2021 (COP26) thì hướng tới mục tiêu sử dụng năng lượng tái tạo là điều tất yếu.

Theo Quy hoạch điện VIII, việc phát triển hệ thống tích trữ năng lượng khi nguồn điện từ NLTT tăng cao là xu thế tất yếu, nhằm đảm bảo vận hành hệ thống điện ổn định, an toàn. Tuy nhiên vấn đề cốt lõi là cần có cơ chế đầu tư, vận hành BESS và giá mua điện từ hệ thống (trong chế độ nạp điện), cũng như giá bán điện từ BESS.

Gần đây, các công nghệ BESS thế hệ mới có hiệu quả năng lượng ngày càng cao, đồng thời góp phần cải thiện tính kinh tế, cũng như độ tin cậy của các nguồn NLTT. Ngoài ra, chi phí cho công nghệ BESS lithium-ion được dự báo sẽ tiếp tục giảm xuống trong vòng 5 - 7 năm tới.

Nếu Chính phủ đưa ra chính sách trợ giá hợp lý đồng thời đảm bảo để chủ đầu tư dự án BESS thu hồi được chi phí đầu tư, có lợi nhuận hợp lý thì chắc chắn hệ thống BESS sẽ ra đời nhanh chóng, phù hợp với việc phát triển nguồn điện từ NLTT của nước ta ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Bộ Công Thương, (2024), Báo cáo triển vọng năng lượng Việt Nam 2024.

2. Đinh Thành Việt, Lê Cao Quyền, Trần Viết Thanh, (2021). Nghiên cứu giải pháp lưu trữ năng lượng điện mặt trời khu vực tỉnh Ninh Thuận và Bình Thuận. Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng, 9, 29-30, DOI

3. TS. Nguyễn Huy Hoạch (2021). Lưu trữ điện năng - Xu thế tất yếu khi Việt Nam phát triển năng lượng tái tạo, <<https://nangluongvietnam.vn/luu-tru-dien-nang-xu-the-tat-yeu-khi-viet-nam-phat-trien-nang-luong-tai-tao-27943.html>>.

4. TotalEnergies, Saft (2020). Battery-Based Energy Storage: Our Projects and Achievements, <<https://totalenergies.com/projects/electricity/battery-based-energy-storage-our-projects-and-achievements>>.

Ngày nhận bài: 7/4/2024
Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 18/4/2024
Ngày chấp nhận đăng bài: 9/5/2024

Thông tin tác giả:
1. ThS. NGUYỄN ĐÌNH TUẤN PHONG
2. ThS. HOÀNG XUÂN NGUYỄN MỸ
Trường Đại học Điện lực

**THE ROLE OF ELECTRICITY STORAGE SYSTEMS
IN OPERATING RENEWABLE ENERGY SYSTEMS**

● Master. **NGUYEN DINH TUAN PHONG**¹
● Master. **HOANG XUAN NGUYEN MY**¹
¹Electric Power University

ABSTRACT:

Vietnam has experienced a rapid growth rate in renewable energy over the past five years. It poses a huge challenge to the dispatching of power plant systems and the operation of the power system. This study emphasized the role of electricity storage systems in operating renewable energy systems. In this study, statistical research, qualitative research, and quantitative research methods were used to analyze the fundamental theories. The study also referred to relevant documents and reports in the world and Vietnam.

Keywords: electricity storage system, renewable energy.