**THÔNG TIN VỀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

Tên luận án: Mở rộng nguồn điện phân tán và bộ dự trữ năng lượng trên lưới điện phân phối

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện Mã số: 9520201

Họ tên nghiên cứu sinh: Tôn Ngọc Triều

Người hướng dẫn khoa học:

PGS. TS. Trương Việt Anh

PGS. TS. Vũ Phan Tú

Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Sư Phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh

1. **Tóm tắt nội dung**

Ở mỗi quốc gia, điện năng ngày càng đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo ổn định và phát triển. Hiện nay, năng lượng bị thiếu do nhu cầu năng lượng có xu hướng gia tăng cũng như các yếu tố tác động đến môi trường. Lưới điện phân phối và tải có sự thay đổi trong những năm tới với những yêu cầu mới và những thách thức như là các dịch vụ, độ tin cậy, chi phí đầu tư, giá năng lượng và các yếu tố ảnh hưởng đến môi trường. Chính vì vậy, với yêu cầu mới thì lưới điện cần phải được mở rộng. Để mở rộng lưới điện có thể thực hiện nâng cấp đường dây, xây dựng tuyến dây mới, lắp đặt thêm các trạm biến áp mới, mở rộng dung lượng trạm biến áp, lắp đặt nguồn điện phân tán (DG), mở rộng công suất DG, lắp đặt bộ dự trữ năng lượng (ESS). Việc cải tạo nâng cấp đường dây, xây dựng tuyến dây mới, lắp đặt thêm trạm biến áp hay nâng cấp các hệ thống để phục vụ ở một số thời điểm mà tải tăng cao sẽ làm tăng vốn đầu tư, tăng chi phí và không hiệu quả. Hiện nay, việc mở rộng lưới điện phân phối thông qua lắp đặt DG hay ESS để hỗ trợ cho hệ thống điện là một xu thế tất yếu.

Chiến lược năng lượng tập trung vào việc khai thác các nguồn năng lượng tái tạo và khí thiên nhiên, tiết kiệm năng lượng, lưu trữ năng lượng và chính sách thu hút trong đầu tư. Năng lượng bền vững như năng lượng mặt trời, gió và lưu trữ năng lượng được cho là rất hiệu quả. Các công nghệ này đang được sử dụng phổ biến vì nó có chi phí giảm mạnh và được nhiều chính sách hỗ trợ. Do đó, cần phải lắp đặt và khai thác DG vào hệ thống nhằm đạt được các lợi ích kỹ thuật, kinh kế và môi trường. Bộ dự trữ năng lượng (ESS) là một trong các công nghệ của DG. ESS đang phát triển và sử dụng trong lưới điện phân phối ngày càng phổ biến. ESS giúp lưới điện hoạt động hiệu quả như tránh phạt hợp đồng do sự cố mất điện, giảm giá năng lượng, ứng phó với việc tăng giá điện đột biến, giảm sự phụ thuộc vào nguồn năng lượng tái tạo (RES) và trì hoãn đầu tư nâng cấp hệ thống điện hiện có. Vì vậy, cần nghiên cứu lắp đặt ESS cho lưới điện phân phối để nâng cao hiệu quả hoạt động. Trong các loại ESS thì hệ thống pin dự trữ năng lượng (BESS) được sử dụng phổ biến trong lưới điện hiện nay.

Thực trạng hiện nay, một số lưới điện phân phối đã được lắp đặt các DG tái tạo có giá thành đầu tư thấp, phần lớn là các quang điện (PV). Do vị trí lắp đặt, yếu tố môi trường, chính sách khuyến khích và khả năng của các nhà đầu tư nên các PV khó có thể được lựa chọn công suất tối ưu và vị trí tối ưu để lắp đặt. Trên thực tế, các PV được lắp đặt từng phần theo điều kiện đầu tư hiện có và tiếp tục mở rộng công suất tùy thuộc vào điều kiện thực tiễn. Vì vậy, lưới điện phân phối cần phải xác định cấu hình vận hành tối ưu để cho hệ thống hoạt động hiệu quả cao nhất. DG và ESS thu hút rất nhiều nhà nghiên cứu trong bài toán tối ưu vị trí và công suất nhằm mở rộng lưới điện phân phối và nâng cao hiệu quả vận hành hệ thống điện. Khi lưới điện phân phối mở rộng với DG và ESS thì lưới điện phân phối sẽ làm việc hiệu quả hơn, kiểm soát được giá mua điện năng đồng thời giảm các yếu tố tác động đến môi trường. Chính vì thế, bài toán cho lưới điện phân phối hiện nay là:

- Đối với lưới điện chưa có DG: Việc mở rộng lưới điện phân phối thông qua xác định vị trí và công suất DG tham gia vào hệ thống nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động của lưới điện phân phối. Trong đó, cực tiểu tổn thất công suất là yếu tố chính trong hàm mục tiêu tối ưu vì cực tiểu tổn thất công suất cho thấy được hiệu quả của DG tham gia vào hệ thống.

- Đối với lưới điện đã có DG (chủ yếu PV): Việc tiếp tục mở rộng công suất của PV ở cùng một vị trí hay vị trí mới theo khả năng đầu tư, chính sách khuyến khích, vị trí lắp đặt và yếu tố ảnh hưởng đến môi trường. Lúc này, lưới điện phân phối cần xác định lại cấu hình vận hành mới của lưới điện phân phối với hàm mục tiêu là cực tiểu tổn thất năng lượng.

- Đối với lưới điện có chi phí mua điện cao thì cần giảm chi phí mua điện, hoặc lưới điện có DG là các nguồn năng lượng tái tạo (RES) có công suất đầu ra không ổn định thì cần phải khai thác hiệu quả. Việc mở rộng công suất vận hành của ESS trong hệ thống ngoài vấn đề giảm giá điện, khai thác RES thì vấn đề giảm tổn thất năng lượng, dịch chuyển thời gian và giảm đỉnh tải cũng được xem xét. Lúc này, cần xác định vị trí và dung lượng của ESS để lưới điện hoạt động với các lợi ích lớn mang lại từ ESS.

- Đối với lưới điện cần khai thác tiềm năng của các nguồn năng lượng tại chỗ: Việc mở rộng lưới điện phân phối cần tối đa công suất tham gia của DG và giảm giá đầu tư DG. Trong vận hành hệ thống, một trong các vấn đề kỹ thuật quan trọng để giảm chi phí là cực tiểu tổn thất công suất. Lúc này, bài toán cần tối đa công suất của DG và giảm tổn thất công suất.

Từ các công trình đã nghiên cứu cũng như thực tiễn đề tài ***“Mở rộng nguồn điện phân tán và bộ dự trữ năng lượng trên lưới điện phân phối”*** với mục tiêu giải quyết bài toán mở rộng lưới điện phân phối thông qua lắp đặt DG/ESS như sau:

- Mở rộng lưới điện phân phối thông qua lắp đặt mới DG có xét đến tái cấu hình lưới điện với hàm mục tiêu là cực tiểu tổn thất công suất của hệ thống.

- Xác định cấu hình vận hành của lưới điện phân phối khi DG tiếp tục được mở rộng công suất với hàm mục tiêu là cực tiểu tổn thất năng lượng của hệ thống.

- Mở rộng lưới điện phân phối thông qua lắp đặt mới ESS với hàm mục tiêu là giảm chi phí mua điện và giảm chi phí tổn thất năng lượng của hệ thống.

- Mở rộng tối đa công suất thâm nhập của DG vào lưới điện phân phối với hàm mục tiêu là cực tiểu tổn thất công suất của hệ thống.

1. **Những đóng góp mới của đề tài**

Luận án phân tích và đề xuất bài toán mở rộng lưới điện phân phối, mở rộng công suất của nguồn phân tán (DG) và công suất vận hành của bộ dự trữ năng lượng (ESS) để nâng cao hiệu quả hoạt động của lưới điện phân phối. Luận án đề xuất ba bài toán mới và một bài toán áp dụng cho lưới điện phân phối của Việt Nam, các bài toán như sau:

**Bài toán 1:** Mở rộng lưới điện phân phối thông qua xác định vị trí và công suất tối ưu của DG có xét tái cấu hình lưới điện phân phối (DNR). Luận án đưa ra một bài toán mới để giải quyết vấn đề tối ưu vị trí và công suất của DG qua hai giai đoạn. Giai đoạn I - tối ưu lắp đặt DG trong lưới điện phân phối kín (giai đoạn thiết kế) và giai đoạn II - tối ưu khóa mở để lưới điện vận hành hở (giai đoạn vận hành). Bài toán đề nghị thực hiện tối ưu lắp đặt DG có xét đến tái cấu hình với hàm mục tiêu là cực tiểu tổn thất công suất của hệ thống. Bài toán đề nghị hai giai đoạn là một dạng bài toán tối ưu mới trong tối ưu lắp đặt DG có xét tái cấu hình bên cạnh các dạng bài toán tối ưu lắp đặt DG có xét DNR khác đã được công bố như bài toán tối ưu đồng thời vị trí, công suất và tái cấu hình (bài toán đồng thời) và bài toán tối ưu vị trí trước và sau đó tối ưu công suất và tái cấu hình (bài toán VT-CS và DNR). Bài toán đề nghị với hai giai đoạn tối ưu có ưu điểm là đưa ra lời giải tối ưu toàn cục cho bài toán lắp đặt DG có xét tái cấu hình. Bài toán hai giai đoạn cho thấy số biến giảm cho mỗi giai đoạn của thuật toán tối ưu bằng cách chia ra hai giai đoạn. Ngoài ra, bài toán đề nghị hai giai đoạn cũng cho thấy phù hợp với việc lắp đặt DG trong dài hạn (giai đoạn thiết kế) được ưu tiên trước và việc DNR là ngắn hạn (giai đoạn vận hành). Lưới điện phân phối 33 nút và 69 nút được kiểm tra và cho thấy tính hiệu quả bài toán đề nghị. Bài toán đề nghị sử dụng thuật toán Runner Root Algorithm (RRA) thực hiện và so sánh với thuật toán Coyote Algorithm (COA) và Genetic Algorithm (GA). Về thuật toán, kết quả cho thấy thuật toán RRA, COA và GA là các thuật toán hiệu quả để tối ưu lắp đặt DG cho lưới điện phân phối có xét tái cấu hình. Bài toán đề nghị cũng được so sánh với các bài toán đồng thời và bài toán VT-CS và DNR với các thuật toán khác nhau cũng cho thấy hiệu quả của bài toán tách ra hai giai đoạn. Các kết quả mô phỏng của bài toán đề nghị cho thấy tổn thất công suất toàn hệ thống tương tự với bài toán đồng thời và tốt hơn so với bài toán VT- CS và DNR.

**Bài toán 2:** Xác định cấu hình lưới điện phân phối khi mở rộng công suất của pin quang điện (PV). Luận án đề nghị thuật toán trao đổi nhánh với công suất nhánh trung bình (CSNTB) cải tiến nhằm xác định cấu hình vận hành lưới điện phân phối khi PV được mở rộng công suất với mục tiêu là cực tiểu tổn thất năng lượng. Ưu điểm của bài toán đề nghị là đơn giản, dễ thực hiện và chính xác trong việc xác định cấu hình của lưới điện phân phối khi PV được mở rộng công suất lắp đặt. lưới điện phân phối 18 nút và 33 nút được áp dụng thử nghiệm đã cho thấy phương pháp đề nghị là đơn giản, nhanh chóng xác định được cấu hình lưới và có độ chính xác cao khi so sánh với bài toán xác định cấu hình lưới điện theo phương pháp sử dụng công suất nhánh trung bình (CSNTB) và phương pháp sử dụng đồ thị phụ tải bằng các thuật toán tối ưu.

**Bài toán 3:** Áp dụng mở rộng lưới điện phân phối Chư Prông – Gia Lai của Việt Nam. Lưới điện phân phối Chư Prông được áp dụng để mở rộng thông qua lắp đặt DG nhằm tối đa công suất thâm nhập và cực tiểu tổn thất công suất của hệ thống. Bài toán đề xuất ba giai đoạn lắp đặt DG tương ứng với ba vị trí và công suất khả thi cho phép lắp đặt vào lưới điện phân phối Chư Prông. Thuật toán Runner Root Algorithm (RRA) và Coyote Algorithm (COA) được sử dụng hiệu quả cho bài toán 1 và được áp dụng để thử nghiệm cho vấn đề lắp đặt ba DG cho lưới điện phân phối Chư Prông không xét tái cấu hình. Từ kết quả ba DG đã được tối ưu, luận án đề xuất một kế hoạch lắp đặt mở rộng DG cho lưới điện phân phối Chư Prông qua ba giai đoạn nhằm phù hợp với vấn đề đầu tư và lắp đặt DG trong một thời gian nhất định.

**Bài toán 4:** Mở rộng lưới điện phân phối thông qua lắp đặt pin dự trữ năng lượng (BESS) để giảm chi phí mua năng lượng. Luận án đưa ra bài toán xác định vị trí và công suất của BESS trên lưới điện phân phối nhằm giảm chi phí mua điện cũng như giảm chi phí tổn thất năng lượng. Bài toán đề nghị với điểm mới là đưa ra hàm mục tiêu là cực tiểu chi phí mua năng lượng và thuật toán CSA được áp dụng lần đầu tiên cho bài toán tối ưu vị trí và dung lượng của BESS. Việc tối ưu lắp đặt BESS vào hệ thống không những giảm chi phí mua điện năng mà còn giảm tổn thất năng lượng và khai thác hiệu quả các nguồn năng lượng tái tạo (RES). Lưới điện phân phối 18 nút và 33 nút có PV được thử nghiệm cho bài toán tối ưu lắp đặt BESS và đã cho thấy tính hiệu quả của BESS khi tham gia vào lưới điện phân phối.

Các bài toán trong luận án đề nghị mở rộng lưới điện phân phối thông qua lắp đặt và mở rộng công suất của DG và BESS nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động của lưới điện phân phối. Đối với DG đã cho thấy giảm tổn thất công suất của hệ thống và đối với BESS cho thấy giảm chi phí mua điện năng rất lớn.

Thành phố Hồ Chí Minh, ngày 20 tháng 6 năm 2023

Nghiên cứu sinh

**Tôn Ngọc Triều**