

THÔNG TIN LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Tên đề tài: **TÍNH TOÁN XÁC ĐỊNH CẤU TRÚC VÀ VẬN HÀNH TỐI ƯU LƯỚI ĐIỆN MICROGRID SỬ DỤNG THUẬT TOÁN TÌM KIẾM THÔNG MINH**

Ngành: **KỸ THUẬT ĐIỆN** Mã số: **9520201**

Họ và tên NCS: **PHAN VĂN HỒNG THẮNG**

Cán bộ hướng dẫn: **VÕ NGỌC ĐIỀU**

Cơ sở đào tạo: **TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA – ĐHQG TP HCM**

Thông tin tóm tắt về những đóng góp mới về mặt học thuật, lý luận của luận án:

1.1 Phương pháp

Luận án áp dụng các thuật toán tìm kiếm thông minh để giải các bài toán xác định cấu trúc và vận hành tối ưu lưới điện microgrid. Luận án tập trung vào việc nghiên cứu các thuật toán từ đó cải tiến thuật toán để đạt được mục tiêu tìm kiếm được lời giải tối ưu cho các bài toán đặt ra. Do đó đóng góp đầu tiên của luận án là ở phương pháp. Luận án có 3 đóng góp chính về phương pháp

1.1.1 Cải tiến thuật toán SFS

SFSA là một thuật toán mạnh trong việc tìm kiếm lời giải tối ưu, tuy nhiên do quá trình tìm kiếm lời giải tối ưu phải thông qua nhiều giai đoạn dẫn đến tốc độ hội tụ của thuật toán trong một số trường hợp không đạt được như mong muốn. Điều này gây ảnh hưởng đến khả năng tìm kiếm lời giải tối ưu trong khoảng thời gian nhanh nhất với nguồn lực tốt nhất.

Do đó luận án đã tiến hành nghiên cứu và phân tích thuật toán từ đó đã tiến hành cải tiến thuật toán thông qua việc xây dựng một hệ số điều chỉnh trong giải thuật. Đây là hệ số được chọn nằm trong khoảng $[0,1]$. Hệ số này được đưa vào để cải thiện giai đoạn khuếch tán.

Như đã trình bày ở trên việc sử dụng công thức nào trong bước Gaussian sẽ tác động mạnh đến tốc độ hội tụ. Các bước với khoảng cách lớn sẽ khiến bỏ qua nhiều điểm cực trị, tuy nhiên các bước khoảng cách nhỏ sẽ khiến quy mô quần thể các điểm khuếch tán lớn làm gia tăng không gian và khối lượng tìm kiếm. Do đó tác giả xây dựng đoạn chương trình để lựa chọn giá trị h_{dc} , h_{dc} càng nhỏ thì độ phức tạp của các điều kiện và biến đầu vào càng thấp.

Tác giả đã áp dụng hệ số này để thực hiện tìm kiếm lời giải tối ưu cho 4 mô hình bài toán. Nhờ áp dụng hệ số này đã giúp cho được lời giải nhanh và tối ưu.

1.1.2 Cải tiến thuật toán SOS

SOSA áp dụng vào các bài toán tối ưu cho được các lời giải hiệu quả. Các quá trình thăm dò, tìm kiếm và ký sinh. Chính các quá trình này đem lại hiệu quả cho việc tìm kiếm lời giải tối ưu. Tuy nhiên không phải lúc nào quá trình thăm dò khai thác và các khả năng thăm dò khai thác của SOSA cũng đạt được sự linh hoạt. Trong một số trường hợp nhất định thuật toán vẫn gặp tình trạng trì trệ cục bộ trong quá trình tìm kiếm giá trị tối ưu địa phương. Trong khi đó đây lại là hiệu quả của một phương pháp tối ưu hóa.

Cũng giống như các thuật toán metaheuristic, SOSA có thể bị mắc kẹt trong các tối ưu cục bộ do tính chất ngẫu nhiên của chúng. Để cải thiện điều này phương pháp chiến lược nội suy bậc hai (SQI) đã được tích hợp vào nó để nâng cao chức năng tìm kiếm của SOSA.

Giải thuật SQI tạo ra các vector nghiệm mới trên một điểm của đường cong bậc hai cực tiểu đi qua ba vector nghiệm được chọn ngẫu nhiên (SQI 3 điểm). Áp dụng những đặc điểm này của SQI vào SOSA để cải thiện tốc độ hội tụ và khả năng tìm kiếm của thuật toán. Trong luận án này sẽ sử dụng SQI 3 điểm như một công cụ để xác định chiều thứ d của một cá thể mới được tạo ra sau giai đoạn ký sinh.

1.2 Bài toán nghiên cứu

1.2.1 Hệ số tương quan

Luận án nghiên cứu bài toán tối ưu chi phí phát thải và chi phí nhiên liệu. Trong quá trình nghiên cứu cứu luận án phải giải quyết mối quan hệ giữa hàm chi phí phát thải và hàm chi phí nhiên liệu. Lựa chọn như thế nào để đảm bảo mục tiêu đề ra. Luận án đã tập trung phân tích để xác định hệ số tương quan giữa các chi phí này nhằm đạt được sự phù hợp giữa các mục tiêu đề ra.

Hệ số tương quan là hệ số kết nối giữa hai giá trị chi phí phát thải và chi phí nhiên liệu. Đối với một máy phát đơn thì xu hướng chi phí nhiên liệu cao thì chi phí phát thải sẽ cao và tỷ lệ thuận với công suất phát của thiết bị. Do đó chi phí phát thải nhiên liệu cho 1 máy phát do đó sẽ cao. Tuy nhiên đối với hệ thống lưới điện microgrid là tổng hòa của nhiều dạng nguồn năng lượng. Tất cả các máy phát được điều phối các mức công suất khác nhau để đáp ứng nhu cầu phụ tải. Chính vì vậy việc một máy phát này hoạt động tại điểm tối ưu chi phí phát thải kinh tế không có nghĩa là máy phát khác trong hệ thống cũng hoạt động tối ưu. Do đó

vấn đề đặt ra trong việc tìm kiếm lời giải tối ưu cho bài toán xác định cấu trúc và vận hành lưới điện microgrid là làm thế nào thỏa mãn được các điều kiện đặt ra.

Với $f_c(P)$ và $f_e(P)$ là các hàm chi phí nhiên liệu và chi phí phát thải theo công suất phát của thiết bị. Áp dụng hệ số tương quan h vào các mô hình bài toán thì h có thể có 5 biến thể để lựa chọn bao gồm $h_{\min-\min}$, $h_{\min-\max}$, $h_{\max-\min}$, $h_{\max-\max}$, h_{average} . Tùy thuộc vào điều kiện của các hàm mục tiêu và đặc điểm của máy phát mà lựa chọn biến thể phù hợp. Việc lựa chọn biến thể nào của h được thực hiện tự động thông qua lập trình. Giải thuật lựa chọn hệ số h sẽ được lồng ghép trong quá trình tìm kiếm giá trị tối ưu.

1.2.2 Giải quyết đa dạng các bài toán về tối ưu hóa lưới điện microgrid

Luận án phân tích 5 dạng toán chính của bài toán xác định cấu trúc và vận hành tối ưu lưới điện microgrid. Từ phân tích này luận án đã tiến hành nghiên cứu và tìm lời giải tối ưu cho 7 bài toán cụ thể chia thành 4 dạng toán chính. Với các thuật toán áp dụng cho thấy thuật toán được đề xuất đủ năng lực giải quyết các bài phức tạp trong hệ thống microgrid.

Với 3 thuật toán được sử dụng cho 7 bài toán chia thành 4 dạng toán với độ phức tạp của hàm mục tiêu và các ràng buộc của biến đầu vào, các yêu cầu của tải, luận án cho thấy rằng các thuật toán SFSA, SOSA, ISOSA đủ sức đáp ứng yêu cầu cho được lời giải tối ưu với tốc độ giải nhanh và hiệu quả.

Đồng thời để đảm bảo phản ánh đầy đủ các tình huống có thể xảy ra đối với một hệ microgrid thì các bài toán trong luận án đều được xây dựng theo kịch bản hoạt động liên tục từ 1 ngày cho đến 3 tuần. Hệ thống hoạt động theo cả hai chế độ tách lưới lẫn nối lưới. Với mỗi giờ/ngày hệ thống vận hành trong trường hợp tách lưới, nối lưới các thuật toán đề xuất đều cho kết quả tốt hơn so với các thuật toán khác đối chứng.

1.3 Kết quả đạt được

Thông qua việc phân tích các bài toán cùng với việc áp dụng các giải thuật luận án đã cho thấy các thuật toán mà luận án đề xuất sử dụng đều cho lời giải hiệu quả. Đồng thời với mỗi kịch bản hoạt động của hệ microgrid, lời giải của các thuật toán SFSA, SOSA, ISOS đều cho tốc độ hội tụ nhanh. Tuy là các thuật toán tìm kiếm giá trị tối ưu tương đối nhưng kết quả lời giải của thuật toán có độ ổn định cao.

Các thuật toán SFS, ISOS, SOS áp dụng đều cho kết quả tối ưu hơn so với các thuật toán khác với tỷ lệ tốt hơn vài % cho đến trên 10%. Tốc độ hội tụ của giải thuật nhanh. Trong cả 4 mô hình bài toán tốc độ hội tụ đều nằm trong ngưỡng dưới 70 vòng lặp. Đồng thời mỗi trường

hợp đều được thực hiện liên tục 30 lần để tìm kiếm giá trị trung bình và kiểm nghiệm sự ổn định của lời giải. Kết quả cho thấy lời giải có độ ổn định tốt, với độ lệch chuẩn trong khoảng 5%.

Đồng thời thuật toán là công cụ hữu hiệu để giải các bài toán phức tạp với thời gian nhanh chóng. Các hàm mục tiêu của 4 dạng toán đưa ra là hàm bậc hai kết hợp với hàm siêu việt (hàm lượng giác, hàm mũ, hàm logarit) nên độ phức tạp cao hơn so với các hàm đa thức. Đồng thời hàm mục tiêu hoạt động trong điều kiện biên phức tạp nên độ phức tạp của bài toán càng cao hơn so với các bài toán thông thường. Tuy nhiên trong tất cả các trường hợp các thuật toán đã đưa được lời giải tối ưu nhanh chóng cho các hàm mục tiêu này. Thời gian hội tụ nhanh nhất với nghiệm thu được sau khi giải đạt độ chính xác nhất. Trong các trường hợp thời gian tìm kết quả dao động từ 10.245s – 85.801s phụ thuộc vào số lượng vòng lặp lựa chọn.