

Nghiên cứu phương pháp sa thải phụ tải trong hệ thống điện

Kim Anh Tuấn*

*Trường Đại học Trà Vinh

Received: 9/3/2024; Accepted: 15/3/2024; Published: 25/3/2024

Abstract: Frequency is an important technical parameter in evaluating the power quality of the power system and must be maintained within prescribed limits to ensure stable operation of the power system. Therefore, maintaining a stable frequency within the prescribed limits is always the goal of power system designers and operators, based on the analysis of the effects of frequency on the power system, previous domestic and foreign research works, as well as the reality of load shedding being applied in Vietnam today. Research is carried on load shedding methods to restore power system frequency stability on the basis of identifying whether or not load shedding combined with knowledge technology algorithms such as AHP and neural networks. The proposed load shedding method allows to quickly make decisions on choosing a reasonable and effective load shedding strategy to keep the power system frequency stable when a short circuit occurs on the busbars or on the lines of the electrical system. Besides, the proposed load shedding method has less load shedding capacity and faster frequency recovery time than traditional load shedding methods

Keywords: Load shedding method in power system

1. Đặt vấn đề

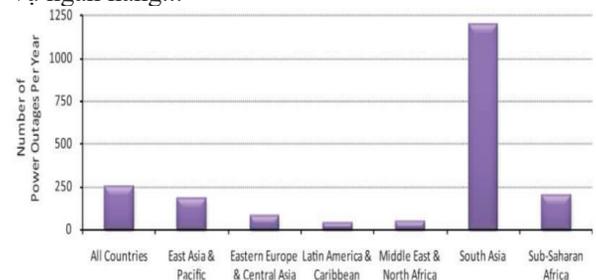
Nghiên cứu phương pháp sa thải (PPST) phụ tải trên cơ sở áp dụng thuật toán Fuzzy-AHP để tính toán hệ số tầm quan trọng của phụ tải và thực hiện ưu tiên sa thải (ST) phụ tải có hệ số tầm quan trọng nhỏ trước. PPST phụ tải đề xuất giúp khôi phục tần số về giá trị cho phép và giảm thiểu thiệt hại gây ra khi cắt điện và đề xuất việc tính toán lượng công suất ST phụ tải có xét đến các yếu tố điều khiển sơ cấp, điều khiển thứ cấp tổ máy phát điện giúp tối thiểu lượng công suất tải phải ST và tần số hệ thống vẫn khôi phục về giá trị trong phạm vi cho phép. Việc xác định vị trí tải cần ST dựa trên các khái niệm PED, VED giữa máy phát bị sự cố và các nút tải giúp khoanh vùng sự cố nghiêm trọng và ST phụ tải xung quanh vùng sự cố sẽ làm giảm ảnh hưởng của sự cố tới hệ thống và phương án ST tải sẽ hiệu quả hơn

Nghiên cứu và đề xuất phương pháp phân bổ lượng công suất ST phụ tải tại các nút có xét đến các tiêu chí kinh tế như hệ số tầm quan trọng của phụ tải, và các tiêu chí kỹ thuật như PED, VED. Qua đó, việc ST phụ tải thỏa mãn các yêu cầu phối hợp nhiều phương pháp kinh tế-kỹ thuật. Các PPST phụ tải đề xuất có thể được sử dụng trong công tác huấn luyện các điều độ viên hệ thống điện xử lý các tình huống ST phụ tải dựa trên các kịch bản sự cố trên hệ thống điện.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Tổng quan về ST phụ tải trong hệ thống điện

Trong những thập niên vừa qua, trên thế giới đã có nhiều sự cố hệ thống điện nghiêm trọng xảy ra làm mất điện và ảnh hưởng đến hàng triệu người dân, gây thiệt hại lớn về kinh tế và tác động đến các tầng lớp xã hội. Tác động xã hội của mất điện, đặc biệt là ở các vùng đô thị là rất nghiêm trọng, chẳng hạn như các dịch vụ chăm sóc sức khỏe trong các bệnh viện, các vấn đề về điều khiển giao thông, làm gián đoạn mạng internet và các hệ thống thông tin liên lạc, dịch vụ ngân hàng...



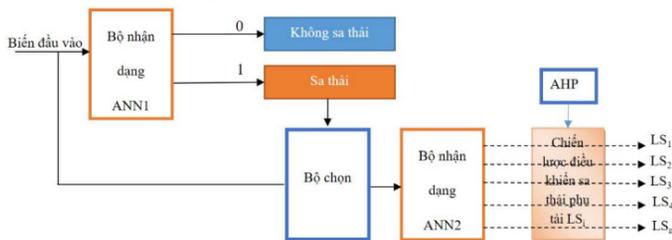
Hình 2.1: Tần suất bị mất điện ở các khu vực trên thế giới

2.2. Phương pháp điều khiển khẩn cấp ST phụ tải

Các nghiên cứu ST phụ tải trước đây tập trung chủ yếu vào mục tiêu là giải quyết việc tối ưu hóa lượng công suất ST phụ tải trong điều kiện chế độ vận hành xác lập của hệ thống điện. Tuy nhiên, do

tính phức tạp của hệ thống điện, trong các chế độ vận hành khẩn cấp

Để khắc phục những vấn đề trên, giải pháp nhận dạng có/không ST phụ tải sử dụng mạng nơ-ron có khả năng đáp ứng yêu cầu phân loại nhanh khi xuất hiện sự cố ngắn mạch trong hệ thống điện. Trong trường hợp kết quả nhận dạng là có ST phụ tải, kết quả nhận dạng này sẽ phối hợp với các giải pháp điều khiển ST phụ tải đã được thiết lập trước, giúp nhanh chóng ra quyết định điều khiển ST phụ tải ngay sau khi có sự cố xảy ra để khôi phục và duy trì ổn định tần số của hệ thống điện.



Hình 2.2. Mô hình nguyên lý điều khiển khẩn cấp ST phụ tải

2.3. Phương pháp sa thải phụ tải trên cơ sở áp dụng thuật toán FUZZY-AHP

Trong bài toán ST phụ tải, việc lựa chọn thứ hạng các phụ tải theo thứ tự ưu tiên cần là điều cần thiết để việc điều chỉnh cân bằng công suất, khôi phục tần số mang lại hiệu quả kinh tế. Do đó, cần phải xác định rõ các tải nào cần được xếp vào danh mục những phụ tải cần cắt và thứ tự ưu tiên cắt của chúng. Việc xác định danh mục các phụ tải này thỏa mãn nhiều khía cạnh đòi hỏi phải có sự phân tích chi tiết các hậu quả kinh tế khi ST phụ tải.

2.3.1. Tổng quan về thuật toán Fuzzy – AHP

Thuật toán Fuzzy-AHP do Y.C. Erensal và các tác giả đề xuất với ý tưởng là sử dụng kiến thức chuyên gia và tam giác trọng số mờ hóa để xếp hạng các đối tượng trong một hệ thống và áp dụng cho bài toán thực hiện ra các quyết định đa tiêu chuẩn. Ở đây, áp dụng thuật toán Fuzzy-AHP để xác định hệ số tầm quan trọng và xếp hạng các đơn vị phụ tải trong hệ thống điện thực hiện qua các bước.

Bước 1. Xác định các khu vực chính và các đối tượng trong khu vực chính.

Bước 2. Xây dựng mô hình phân cấp AHP dựa trên các khu vực chính và các đối tượng trong các khu vực đã xác định ở bước 1.

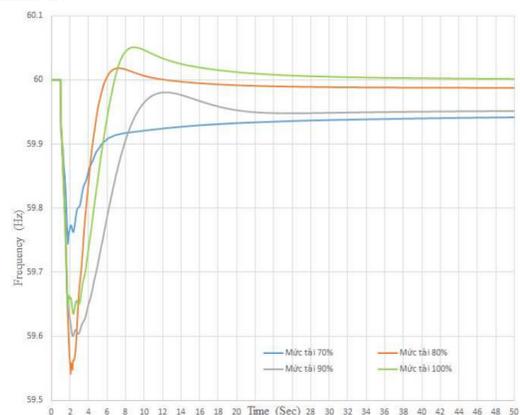
Bước 3. Xác định các trọng số tầm quan trọng giữa các khu vực chính và giữa các đối tượng trong khu vực bằng cách sử dụng ma trận phán đoán. Các

thang đo mức độ tầm quan trọng. Các trọng số này được đề xuất bởi Kahraman và được sử dụng để giải quyết việc mờ hóa các vấn đề về thực hiện các quyết định. Trong trường hợp có nhiều ý kiến chuyên gia đánh giá thì các giá trị trọng số này là giá trị trung bình của các ý kiến chuyên gia. Sau đó, dựa vào hàm thành viên của tam giác số mờ hóa để xác định tam giác số mờ hóa của các ma trận phán đoán.

Bước 4: Tính toán các trọng số tầm quan trọng của các đối tượng đối với toàn hệ thống. Trọng số này được tính bằng cách nhân trọng số của các đối tượng trong khu vực chính với trọng số của các khu vực chính tương ứng.

2.3.2. Khảo sát thử nghiệm trên sơ đồ hệ thống điện chuẩn IEEE 37 bus 9 máy phát

Để so sánh hiệu quả của PPST phụ tải dựa trên thuật toán Fuzzy-AHP và thuật toán AHP, tiến hành thực nghiệm giải thuật đề xuất trên sơ đồ hệ thống điện điển hình IEEE 37 bus 9 máy phát trong cả 2 trường hợp có mờ hóa và không mờ hóa. Xét trường hợp mất một máy phát điện tại nút số 4, tương ứng hệ thống đang hoạt động ở các trạng thái 70%, 80%, 90% và 100% phụ tải cực đại. Khi không có ST phụ tải, tần số giảm xuống thấp hơn so với giới hạn tần số cho phép. Do đó, tương ứng với mỗi trường hợp nghiên cứu sẽ xây dựng “chiến lược điều khiển” trong việc ST phụ tải nhằm khôi phục tần số về giá trị giới hạn cho phép. Việc mô phỏng được thực hiện bằng phần mềm PowerWorld GSO 19 và quan sát kết quả nhận được khi áp dụng các chương trình ST phụ tải đề xuất. Dữ liệu các mức tải và đồ thị tần số khi xảy ra sự cố mất máy phát điện tại nút số 4 được trình bày ở hình 2.3.



Hình 2.3: Tần số hệ thống khi ST phụ tải theo phương pháp AHP với trường hợp vận hành ở các mức tải khác nhau

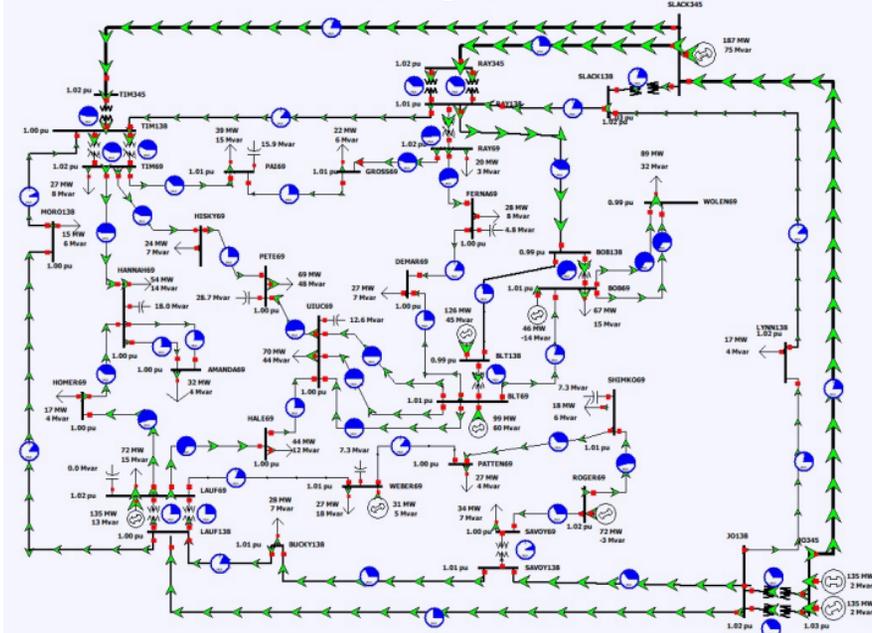
2.4. Tính toán lượng công suất ST tối thiểu sử dụng phần mềm Powerword

Tính toán lượng công suất ST phụ tải dựa trên phương trình chuyển động quay của rotor hay được thực hiện tại các phát tuyến đường dây trung thế đã được cài đặt sẵn và khi tần số giảm xuống đến ngưỡng quy định thì các relay ST phụ tải phát tuyến sẽ ra lệnh cắt toàn bộ phát tuyến. Điều này có thể làm cho lượng công suất ST phụ tải không chính xác trong việc khôi phục tần số về giá trị cho phép.

Mục đích của việc tính toán lượng công suất ST phụ tải tối thiểu Việc tính toán lượng công suất ST phụ tải tối thiểu PLS min nhằm đảm bảo ST lượng công suất ít nhất mà vẫn phục hồi tần số hệ thống điện về giá trị cho phép đồng thời giảm thiệt hại ít nhất cho khách hàng tiêu thụ điện. Việc tính toán có xem xét đến các yếu tố điều khiển sơ cấp và điều khiển thứ cấp tổ máy phát điện phù hợp với thực tế vận hành.

Xây dựng công thức tính toán lượng công suất ST phụ tải tối thiểu.

Tính toán kiểm tra trên sơ đồ hệ thống điện chuẩn.



Hình 2.4. Sơ đồ hệ thống điện chuẩn IEEE 37 bus 9 máy phát

3. Kết luận

Phân tích và đánh giá các công trình nghiên cứu ST phụ tải qua đó thấy được các vấn đề tồn tại nhằm đề ra các phương pháp cải tiến ST phụ tải trong hệ thống điện. Nhằm vào việc đề xuất PPST phụ tải trong các tình huống khẩn cấp như: sự cố ngắn mạch

trên các thanh góp và đường dây liên kết hệ thống điện trên cơ sở xây dựng hệ thống nhận dạng nhanh có/không ST phụ tải và phân lớp chiến lược ST phụ tải trên cơ sở áp dụng mạng nơron và thuật toán AHP. Các kết quả khảo sát và mô phỏng trên hệ thống điện chuẩn IEEE 39 bus 10 máy phát cho thấy việc thực hiện chiến lược ST phụ tải đề xuất giúp hệ thống điện giữ được ổn định tần số sau sự cố và các nút tải được xếp hạng dựa trên hệ số tầm quan trọng được tính toán theo thuật toán AHP. So sánh với PPST phụ tải truyền thống sử dụng relay ST phụ tải dưới tần số, phương pháp này có lượng công suất ST phụ tải ít hơn, tần số của hệ thống điện phục hồi về giá trị cho phép và giữ được trạng thái ổn định và thời gian phục hồi tần số nhanh hơn.

Tài liệu tham khảo

[1] P. Kundur, J. Paserba, V. Ajjarapu, G. Andersson, A. Bose, C. Canizares, N. Hatziargyriou, D. Hill, A. Stankovic, C. Taylor, T. Van Cutsem, V. Vittal. Definition and Classification of Power System Stability. IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 19, Issue 3, pp.1387-1401, August 2004.

[2] J.A. Laghari; H. Mokhlis; A.H.A. Bakar; Hasmaini Mohamad. Application of computational intelligence techniques for load shedding in power systems: A review. Energy Conversion and Management, Vol.75, pp.130-140, November 2013.

[3] India Blackout. Internet: https://en.wikipedia.org/wiki/2012_India_blackouts, 05/04/2020.

[4] Sự cố mất điện miền Nam Việt Nam 2013 - Wikipedia,” Wikimedia Foundation. Internet: https://vi.wikipedia.org/wiki/Sự_cố_mất_điện_miền_Nam_Việt_Nam_2013, 23/05/2019.

[5] TP.HCM mất điện trên diện rộng. Internet <https://baodatviet.vn/kinh-te/doanh>

[6] Bộ công thương Việt Nam - Cục Điều Tiết Điện Lực (2015), Quy trình lập kế hoạch, huy động dịch vụ điều tần và dự phòng quay. Hà Nội.