



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Tối ưu cấu trúc lưới điện trung áp Thành phố Hà Tĩnh theo thuật toán cắt vòng kín

Đặng Quang Khoa^{1,*}, Trần Trọng Tuân²

¹ Khoa điện, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh, Việt Nam

² Phòng kế hoạch vật tư, Điện lực Hà Tĩnh, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 10/01/2019

Chấp nhận 20/02/2019

Đăng online 29/04/2019

Từ khóa:

Cắt vòng kín

Điều chỉnh độ lệch điện áp

Lưới trung áp thành phố

Hà Tĩnh

TÓM TẮT

Ứng dụng thuật toán cắt vòng kín (Loop Cutting Methods) để cắt vòng kín lưới điện trung áp thành phố Hà Tĩnh, lựa chọn vị trí mở tối ưu trong các mạng lưới điện kín vận hành hở. Khắc phục hiện trạng mở mạch vòng theo các vị trí địa lý không phù hợp, đồng thời, điều chỉnh độ lệch điện áp. Nội dung chính của bài báo là trình bày hiện trạng kết vòng của các lộ 22 kV, trình bày các bước tính toán cắt vòng kín bằng phần mềm PSS/ADEPT. Qua đó, đánh giá kết quả tính toán theo thuật toán và đề xuất ứng dụng trong thực tiễn. Kết quả cho thấy việc tính toán lựa chọn điểm phân đoạn trên các mạch vòng lưới 22 kV của điện lực Thành phố Hà Tĩnh bằng phần mềm PSS/ADEPT 5.0 nhận thấy độ lệch điện áp đã được giảm xuống (có độ lệch điện áp lớn nhất là 2,5%).

© 2019 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Phương pháp cắt vòng kín (Loop Cutting Methods) hay còn gọi là phương pháp “mở lần lượt các thiết bị đóng cắt phân đoạn (Sequential switch opening method) được Shirmohammadi xây dựng và phát triển năm 1989 và bắt đầu với giả thiết là tất cả các khoá điện đều đóng. Hệ thống điện phân phối điển hình trong trường hợp này là một lưới mạch vòng kín, khi đó tổn thất trong lưới phân phối mạch vòng kín sẽ là nhỏ nhất. Tuy nhiên, do các nhược điểm của lưới mạch vòng kín nên lưới phân phối sẽ được mở mạch vòng tạo thành các lưới điện hình tia bằng cách mở các

khóa điện mà dòng công suất chạy qua đó là nhỏ nhất với giả thiết là việc mở khóa điện đó không gây mất ổn định trong lưới điện. Sau mỗi lần mở khóa, một vòng sẽ được hở ra, thuật toán này dừng lại khi lưới phân phối đã hoàn toàn hình tia (Phạm Văn Tiệp, 2015).

Dựa trên cơ sở phương pháp cắt vòng kín với giả thiết là tất cả các khóa điện đều đóng, lưới điện phân phối trong trường hợp này là một lưới bao gồm các mạch vòng kín. Sau mỗi lần lặp một khóa điện sẽ được chọn để mở, một vòng kín sẽ được hở ra. Thuật toán này sẽ dừng lại khi trong lưới không còn mạch vòng kín nào nữa (Guile, Paterson, 1993).

Tổn thất trong lưới phân phối mạch vòng kín là nhỏ nhất, nên lưới phân phối vận hành hở có phân bố trào lưu công suất gần giống với lưới vòng

*Tác giả liên hệ

E - mail: dangquangkhoaktv@gmail.com

kín sẽ có tổn thất công suất nhỏ nhất. Dựa trên cơ sở thuật toán trên trong bài báo này phát triển thêm những ứng dụng trong thiết kế và vận hành lưới điện phân phối (Trần Trọng Tuân, 2017).

Bài toán chọn điểm hợp lý mở mạch vòng có thể chia ra làm hai bài toán:

- Bài toán thiết kế, quy hoạch: chọn điểm hợp lý mở mạch vòng của lưới điện phân phối trung áp khi thiết kế, quy hoạch lưới điện.

- Bài toán vận hành: chọn các điểm hợp lý (đã được thiết kế) để mở mạch vòng trong quá trình vận hành lưới điện phân phối trung áp.

Trong bài toán thiết kế, việc chọn điểm đặt thiết bị phân đoạn được lựa chọn dựa trên đồ thị phụ tải có sẵn của các phụ tải các ngày điển hình mùa khô và mùa mưa. Từ các ngày điển hình đó chọn ra các giờ điển hình mà nhu cầu sử dụng công suất của các loại phụ tải (phụ tải sinh hoạt, sản xuất, thương mại dịch vụ,...) có phân bố trào lưu công suất chênh lệch nhau nhiều nhất để tính toán trào lưu công suất, từ đó tính toán lựa chọn các điểm đặt các thiết bị phân đoạn để mở mạch vòng. Bài toán vận hành hở lưới phân phối kín khác với bài toán thiết kế ở chỗ là các khoá điện đã cho trước, do đó trong bài toán vận hành điểm mở

mạch vòng hợp lý là chọn trong các khoá điện cho trước để thực hiện thao tác đóng/cắt sao cho tổn thất công suất ΔP bé nhất (Trần Bách, 2008).

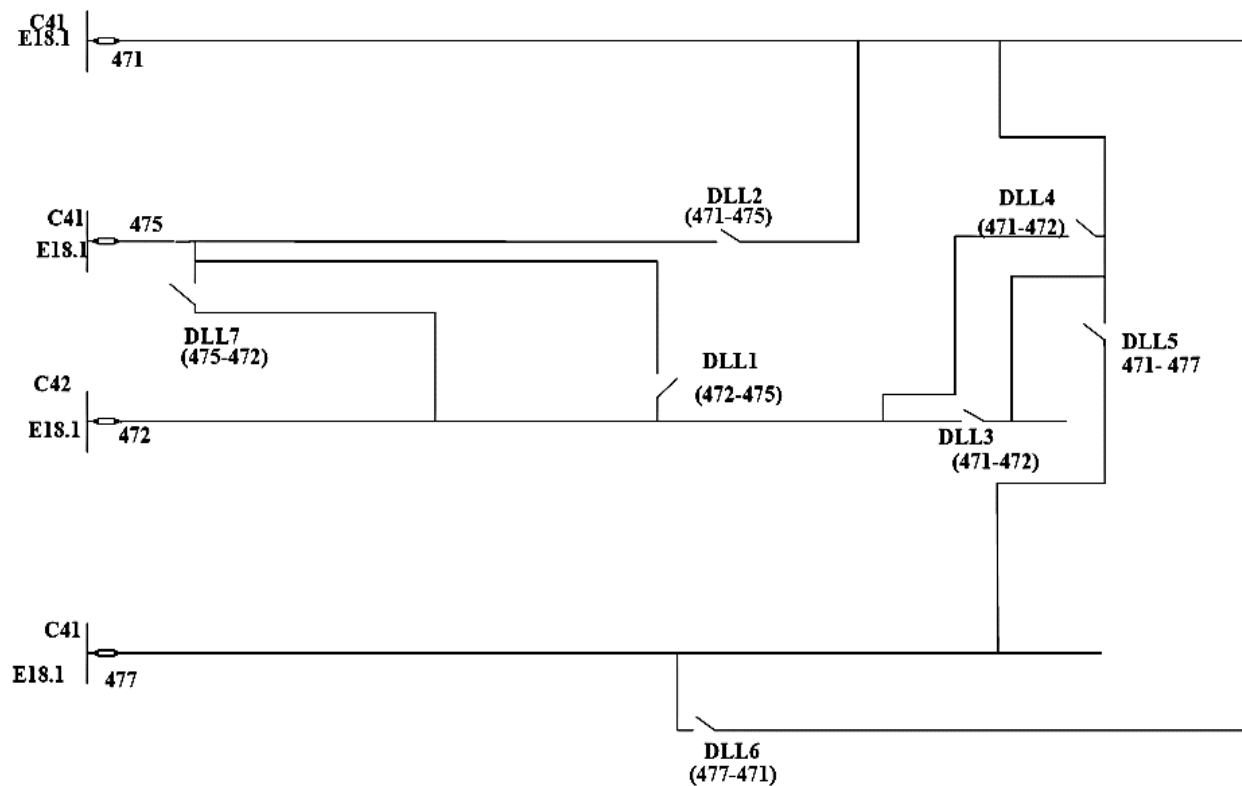
2. Lựa chọn điểm phân đoạn hợp lý trong các mạng điện mạch vòng Thành phố Hà Tĩnh

2.1. Hiện trạng kết cấu mạch vòng của các lộ 22 kV

Các lộ đường dây 22 kV được liên kết mạch vòng với nhau đó là:

- Lộ 471: là lộ 22 kV hiện hữu, có liên hệ mạch vòng với lộ 474 trạm 110 kV Thạch Linh.
- Lộ 472: là lộ 22 kV hiện hữu, có liên hệ mạch vòng với lộ 475 trạm 110 kV Thạch Linh.
- Lộ 475: là lộ 22 kV hiện hữu, có liên hệ mạch vòng với lộ 477 và 484 trạm 110 kV Thạch Linh.
- Lộ 477: là lộ 22 kV hiện hữu, có liên hệ mạch vòng với lộ 485, 481 và 471 trạm 110 kV Thạch Linh (Điện lực Hà Tĩnh, 2017).

Sơ đồ nối điện các lộ đường dây 22 kV được thể hiện trên Hình 1. Các mạch vòng hiện trạng lưới điện trung áp 22 kV Thành phố Hà Tĩnh được phản ánh tổng quát như thống kê trong Bảng 1.



Hình 1. Sơ đồ nối điện các lộ đường dây 22 kV.

Bảng 1. Hiện trạng kết nối mạch vòng các lộ 22 kV (Trần Trọng Tuấn, 2017).

TT	Mạch vòng	Điểm mở hiện tại
1	475E18.1 - 2 → 2 - Dao 4 → Dao 4 - 13 → 13 - DLL1 → DLL1 - 60 → 60 - 27 → 27 - 472E18.1 (mạch vòng giữa 2 lộ 22 kV 475E18.1 và lộ 472E18.1).	Dao liên lạc DLL1
2	471E18.1 - 6 → 6 - 20 → 20 - 34 → 34 - 38 → 38 - 38.4 → 38.4 - DLL2 → DLL2 - 2.2.11 → 2.2.11 - 2.2.4 → 2.2.4 - 2 → 2 - 475E18.1 (mạch vòng giữa 2 lộ 22 kV 471E18.1 và lộ 475E18.1).	Dao liên lạc DLL2
3	471E18.1 - 6 → 6 - 20 → 20 - 34 → 34 - 38 → 38 - 44 → 44 - 52 → 52 - 59 → 59 - 59.10 → 59.10 - DLL3 → DLL3 - 92 → 92 - 60 → 60 - 27 → 27 - 472E18.1 (mạch vòng giữa 2 lộ 22 kV 471E18.1 và lộ 472E18.1).	Dao liên lạc DLL3
4	471E18.1 - 6 → 6 - 20 → 20 - 34 → 34 - 38 → 38 - 44 → 44 - 52 → 52 - DLL4 → DLL4 - 92 → 92 - 60 → 60 - 27 → 27 - 472E18.1 (mạch vòng giữa 2 lộ 22 kV 471E18.1 và lộ 472E18.1).	Dao liên lạc DLL4
5	471E18.1 - 6 → 6 - 20 → 20 - 34 → 34 - 38 → 38 - 44 → 44 - 52 → 52 - 59 → 59 - 66 → 66 - DLL5 → DLL5 - 82 → 82 - 45 → 45 - 477E18.1 (mạch vòng giữa 2 lộ 22 kV 471E18.1 và lộ 477E18.1).	Dao liên lạc DLL5
6	471E18.1 - 6 → 6 - 20 → 20 - 34 → 34 - 38 → 38 - 44 → 44 - 44.8 → 44.8 - DLL6 → DLL6 - 45 → 45 - 477E18.1 (mạch vòng giữa 2 lộ 22 kV 471E18.1 và lộ 477E18.1).	Dao liên lạc DLL6
7	475E18.1 - 2 → 2 - Dao 4 → Dao 4 - 2.3 → 2.3 - DLL7 → DLL1 - 27 → 27 - 472E18.1 (mạch vòng giữa 2 lộ 22 kV 475E18.1 và lộ 472E18.1).	Dao liên lạc DLL7

2.2. Tính toán theo thuật toán cắt vòng kín

Sử dụng phần mềm PSS/ADEPT 5.0 tính toán theo thuật toán cắt vòng kín, tác giả tính toán ở chế độ phụ tải cực đại (công suất tải ở chế độ cực tiểu tương đương 60% công suất tải ở chế độ cực đại).

Trình tự tính toán được thực hiện như sau:

Bước 1. Đóng tất cả các dao cách ly trên lưới điện

Đầu tiên đóng hết tất cả các dao cách ly trên lưới điện, lúc này mạng lưới điện vận hành theo chế độ mạng kín có nhiều nguồn cung cấp. Cho chạy trên phần mềm PSS/ADEPT, sẽ xác định được luồng công suất truyền tải trên các lộ đường dây. Từ kết quả tính toán, nhận thấy rằng tại vị trí đặt dao cách ly DLL4, liên lạc giữa 2 lộ đường dây 471÷472 có luồng công suất chạy qua nhỏ nhất, ta tiến hành mở mạch vòng tại vị trí đặt dao cách ly này. Lúc này các lộ đường dây vẫn được liên kết mạch vòng với nhau.

Bước 2. Đóng tất cả dao cách ly, trừ DLL4

Với mạch vòng của 4 lộ, tiếp tục cho chạy trên phần mềm PSS/ADEPT. Như bước 1, ta cũng nhận được kết quả phân bố công suất trên các lộ đường dây trong mạch vòng này. Từ kết quả tính toán, ta nhận thấy rằng tại vị trí đặt dao cách ly Switch242 nằm giữa 2 nút 82.15 và 82.6 trên lộ đường dây

477 E18.1 có luồng công suất chạy qua nhỏ nhất, ta tiến hành mở mạch vòng tại vị trí đặt dao cách ly này. Lúc này các lộ đường dây vẫn được liên kết mạch vòng với nhau.

Bước 3. Mở dao cách ly Switch242 và DLL4

Mở dao cách ly Switch242 và DLL4, tiếp tục cho chạy trên phần mềm PSS/ADEPT. Từ kết quả tính toán, ta nhận thấy rằng tại vị trí đặt dao cách ly Switch224 giữa 2 nút 22 và 26 trên lộ đường dây 477 E18.1 có luồng công suất chạy qua nhỏ nhất, ta tiến hành mở mạch vòng tại vị trí đặt dao cách ly này. Lúc này lộ đường dây 477 E18.1 sẽ được mở ra khỏi mạch vòng, vận hành ở chế độ mạng hình tia và mạch vòng sẽ còn lại 3 lộ đường dây: 471, 472, 475.

Bước 4. Đóng tất cả dao cách ly DLL4; Switch242; Switch224; (loại bỏ lộ 477 ra khỏi chương trình tính toán)

Với mạch vòng của 3 lộ còn lại, tiếp tục cho chạy trên phần mềm PSS/ADEPT. Từ kết quả tính toán, ta nhận thấy rằng tại vị trí dao cách ly Switch239.1 nằm giữa 2 nút 59 và 59.1 của lộ đường dây 471 có luồng công suất chạy qua nhỏ nhất, ta tiến hành mở mạch vòng tại vị trí đặt dao cách ly này. Lúc này 3 lộ đường dây còn lại vẫn đang vận hành mạch vòng: 471, 472, 475.

Bước 5. Đóng tất cả DCL lại (trừ dao cách ly DLL4; Switch242; Switch224; Switch239.1); loại bỏ lộ 477

Với mạch vòng của 3 lộ còn lại, tiếp tục cho chạy trên phần mềm PSS/ADEPT. Từ kết quả tính toán, ta nhận thấy rằng tại vị trí đặt dao cách ly Switch261 nằm giữa 2 nút số 59 và 58 của lộ đường dây 472 có luồng công suất chạy qua nhỏ nhất, ta tiến hành mở mạch vòng tại vị trí đặt dao cách ly này. Lúc này 3 lộ đường dây còn lại vẫn đang vận hành mạch vòng: 471, 472, 475.

Bước 6. Đóng tất cả DCL lại (trừ dao cách ly DLL4; Switch242; Switch224; Switch239.1; Switch261); loại bỏ lộ 477

Với mạch vòng của 3 lộ còn lại, tiếp tục cho chạy phần mềm PSS/ADEPT. Từ kết quả tính toán, ta nhận thấy rằng tại vị trí đặt dao cách ly Switch273 nằm giữa 2 nút số 38 và 1 của lộ đường dây 472 có luồng công suất chạy qua nhỏ nhất, ta tiến hành mở mạch vòng tại vị trí đặt dao cách ly này. Lúc này lộ đường dây 471 đã được tách ra khỏi mạch vòng, vận hành độc lập, 2 lộ đường dây còn lại vẫn đang vận hành mạch vòng: 472, 475.

Bước 7. Đóng tất cả DCL lại (trừ dao cách ly DLL4; Switch242; Switch224; Switch239.1; Switch261; Switch273); loại bỏ lộ 477, 471.

Với mạch vòng của 2 lộ còn lại, tiếp tục cho chạy phần mềm PSS/ADEPT. Từ kết quả tính toán, ta nhận thấy rằng tại vị trí đặt dao cách ly Switch288 nằm giữa 2 nút số 2 và 131 của lộ đường dây 475 có luồng công suất chạy qua nhỏ nhất, ta tiến hành mở mạch vòng tại vị trí đặt dao cách ly này. Lúc này tất cả các lộ đường dây đều được tách ra khỏi mạch vòng và vận hành độc lập.

2.3. Đánh giá kết quả tính toán theo thuật toán cắt vòng kín

Các chỉ tiêu kỹ thuật của mạng lưới điện sau khi tối ưu hóa vị trí đóng mở các dao cách ly được thống kê trong Bảng 2.

Tổng tổn hao công suất tác dụng trong toàn mạng.

$$\Delta P = 243.06 \text{ (kW)}$$

Kết quả tính toán tổn thất điện năng cho các chế độ phụ tải được thống kê trong Bảng 3.

$$Tonhao = 355,08 + j267,7 \text{ (KVA)}$$

Bảng 2. Các chỉ tiêu kỹ thuật của lưới điện sau khi tối ưu hóa vị trí đóng mở các dao cách ly.

TT	Tên trạm/tên lộ	Điện áp (kV)	P_{max} (kW)	Tổn thất công suất (kVA)	Độ lệch điện áp (%)
1	Lộ 471	22	20854	122,3 + j101,4	2,5
2	Lộ 472	22	9688	23,6 + j27,1	0,55
3	Lộ 475	22	12616	95,96 + j86,5	1,38
4	Lộ 477	22	1845	1,2 + j2,96	0,14

Bảng 3. Kết quả tính toán các chế độ phụ tải.

TT	Chế độ	Umin (kV)	ΔU (%)	ΔP (kW)	ΔA (MWh)	c. ΔA (Tỷ đồng)
1	Hiện trạng	21,137	3,92	355.08	1413026	2,332
2	Mở tối ưu	21,45	2,5	243.06	967247	1,596

Nhìn vào Bảng 3 nhận thấy ΔP ở chế độ hiện trạng là 355,08 (kW) chi phí về tổn thất điện năng với giá điện bình quân năm 2017 là 1650đ/kWh, vậy 1 năm Điện lực Thành phố Hà Tĩnh phải chi phí cho tổn thất lưới 22 kV là 2,332 tỷ đồng. Khi đã lựa chọn điểm phân đoạn lưới 22 kV, chi phí tổn thất giảm còn 1,596 tỷ đồng, tiết kiệm được 735,5 triệu đồng trên 1 năm.

Ở chế độ hiện trạng độ lệch điện áp trong mạng lưới điện 22 kV tương đối lớn (3,92%) (Điện lực Hà Tĩnh, 2017). Khi tính toán lựa chọn điểm phân đoạn trên các mạch vòng lưới 22 kV của điện lực Thành phố Hà Tĩnh nhận thấy độ lệch điện áp đã được giảm xuống (có độ lệch điện áp lớn nhất là 2,5%).

3. Kết luận

Sử dụng thuật toán cắt vòng kín để tìm điểm mở tối ưu, ứng dụng cho lưới điện trung áp Thành phố Hà Tĩnh làm giảm độ lệch điện áp, giảm tổn thất điện năng.

Đã xây dựng các bước thực hiện thuật toán cắt vòng tối ưu hóa vị trí đóng mở các dao cách ly, đánh giá hiệu quả giảm tổn thất điện áp, công suất sau khi cấu trúc lưới được mở mạch vòng hợp lý hơn so với hiện trạng của nó.

Tài liệu tham khảo

Điện lực Hà Tĩnh, 2017. *Báo cáo tổn thất định kỳ, năm 2016 - 2017*. 3 - 5.

Guile, A. E, Paterson, W., 1993. *Electrical Power Systems*. Pergamon. London.

Phạm Văn Tiệp, 2015. Nghiên cứu đề xuất ứng dụng một số giải pháp nhằm đảm bảo chỉ tiêu độ lệch điện áp cho lưới điện trung áp huyện

Hoài Đức thành phố Hà Nội. *Luận văn thạc sỹ*. Trường Đại học Mỏ địa chất.

Trần Bách, 2008. *Giáo trình Lưới điện*. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội.

Trần Trọng Tuân, 2017. Nghiên cứu tối ưu hóa cấu trúc mạng lưới điện trung áp thành phố Hà Tĩnh. *Luận văn Thạc sỹ*. Trường Đại học sư phạm kỹ thuật Vinh.

ABSTRACT

Structural optimization of Ha Tinh city medium voltage grid by loop cutting algorithm

Khoa Quang Dang ¹, Tuan Trong Tran ²

¹ *Faculty of Electricity, Vinh University of Technology Education, Vietnam*

² *Office of Supplies Planning, Ha Tinh Electric Company, Vietnam*

Apply Loop Cutting Methods to cut the closed loop in the medium voltage grid of Ha Tinh city and select the optimum opening position in the closed power grids, opened operation . Change currently loop opening at inappropriate geographic locations. Thereby, adjust the voltage deviation. The main content of the article is to present the current status of the 22 kV roads; presents the steps of calculating closed - loop cutting with PSS/ADEPT software. Thereby assessing the calculation results according to the algorithm and proposing practical applications. The results of calculating and selecting the segmentation points on the 22 kV loop grid of the Ha Tinh City power electricity using PSS/ADEPT 5.0 software found that the voltage deviation was reduced (power line with large voltage deviation at most 2.5%).