

TÁI CẤU HÌNH LƯỚI ĐIỆN PHÂN PHỐI 22 KV VỚI HÀM MỤC TIÊU GIẢM TỔN THẤT NĂNG LƯỢNG

RECONFIGURATION DISTRIBUTION NETWORK 22 KV
WITH THE FUNCTION ENVIRONMENTAL REDUCTION

Trương Việt Anh¹, Trần Thành Hiếu², Doãn Thanh Bình³, Nguyễn Tùng Linh³

¹Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP Hồ Chí Minh; ²Điện lực Chợ Gạo, Tiền Giang

³Trường Đại học Điện lực

Ngày nhận bài: 4/12/2018, Ngày chấp nhận đăng: 20/12/2018, Phản biện: PGS.TS. Trịnh Trọng Chương

Tóm tắt:

Trong quá trình vận hành, thực tế việc tái cấu hình lưới nhằm giảm tổn thất công suất và nâng cao độ tin cậy trong điều kiện phải thoả mãn các ràng buộc kỹ thuật với hàng trăm khoá điện trên hệ thống điện phân phối là điều vô cùng khó khăn đối với các nhân viên quản lý vận hành. Do đó luôn cần một phương pháp phân tích phù hợp với lưới điện phân phối thực tế và một giải thuật đủ mạnh để tái cấu hình lưới trong điều kiện thoả mãn các mục tiêu điều khiển của các nhân viên quản lý vận hành.

Bài báo tiếp cận bài toán tái cấu hình lưới điện phân phối với mục tiêu là giảm tổn thất điện năng của lưới điện phân phối. Để đánh giá sự hiệu quả của giải thuật, tác giả đã thực hiện tính toán tổn thất trước và sau khi tái cấu hình lưới điện phân phối, so sánh kết quả đạt được rút ra nhận xét cho giải thuật này. Từ đó nêu ra được lợi ích kinh tế đạt được khi áp dụng giải thuật tái cấu hình để giảm tổn thất điện năng vào lưới điện phân phối Điện lực Chợ Gạo.

Từ khóa:

Tái cấu hình lưới điện, giảm tổn thất điện năng, tính toán tổn thất, nâng cao độ tin cậy.

Abstract:

In the course of operation, the actual re-configuration of the mesh to reduce power losses and improve reliability in conditions that meet technical constraints with hundreds of electrical locks on the distribution system is essential. It is difficult for managers to operate. Consequently, an analytical approach suited to the actual distribution grid and a sufficiently powerful algorithm to reconfigure the grid is required in order to meet the control objectives of the operators

This paper deals with the problem of reconfiguration of distribution grid with the aim of reducing power loss of distribution grid. To evaluate the effectiveness of this algorithm, the authors performed the loss calculation before and after reconfiguration of the distribution grid, comparing the results obtained to the comment for this algorithm. From there, the economic benefits gained from the application of the reconfiguration algorithm to reduce the power loss to the power distribution network Cho Gao.

Keywords:

Grid reconfiguration, reduce power loss, loss calculation, improve reliability.

1. GIỚI THIỆU

Lưới điện phân phối tại Điện lực Chợ Gạo được thiết kế dạng mạch vòng nhưng vận hành hình tia và được phân đoạn bởi các thiết bị đóng cắt LBS, DS, REC..., đồng thời đều có thể kết vòng để chuyển tải lẫn nhau.

Lưới điện được thiết kế đảm bảo cấu trúc lưới điện và phương thức vận hành lưới điện có dự phòng theo tiêu chí mỗi tuyến dây trung thế mang tải tối đa 300 A, cũng như đảm bảo chế độ vận hành $n-1$ kết lưới mạch vòng.

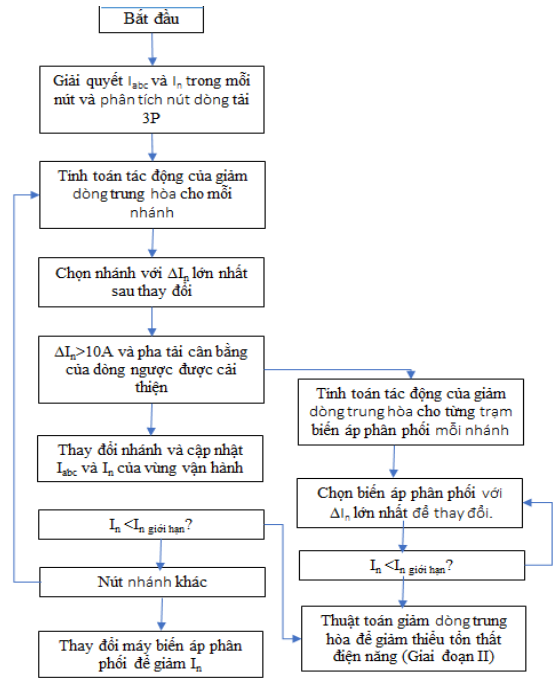
Mục tiêu nghiên cứu là tìm ra giải thuật phù hợp để tái cấu hình lưới điện phân phối hiện hữu nhằm giảm tổn thất công suất và giảm tổn thất năng lượng điện trên các tuyến đường dây đang cung cấp và tỷ lệ tổn thất của Điện lực Chợ Gạo đến năm 2020 là 4,5 %.

Vì vậy, bài toán khó được đặt ra cho Điện lực Chợ Gạo là cần sử dụng cách đơn giản nhất với kinh phí thấp nhất để làm giảm tổn thất điện năng trên lưới.

2. CÁC GIẢI PHÁP

2.1. Cân bằng pha

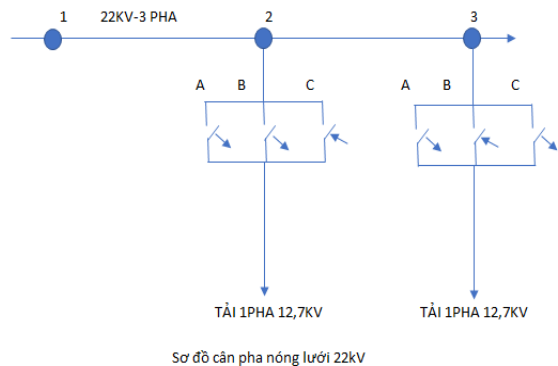
Lưu đồ thuật toán được xây dựng dựa trên các luật kinh nghiệm “heurictis” để xây dựng hệ chuyên gia nhằm cải thiện mức độ cân bằng pha trong lưới phân phối. Giải thuật giảm dòng trên dây trung tính thông qua việc thay đổi pha cấp điện cho các phụ tải 1 pha với hàm mục tiêu là giảm tổn thất năng lượng trên toàn tuyến dây như hình 1.



I_{abc} dòng pha mỗi nhánh
 I_n Dòng điện trung hòa của tuyến dây ra

ΔI_n Giảm dòng điện trung hòa bằng cách thay đổi
 I_{n-gb} Cài đặt giới hạn roler bảo vệ LCO

Hình 1. Thuật toán giảm dòng điện trung tính

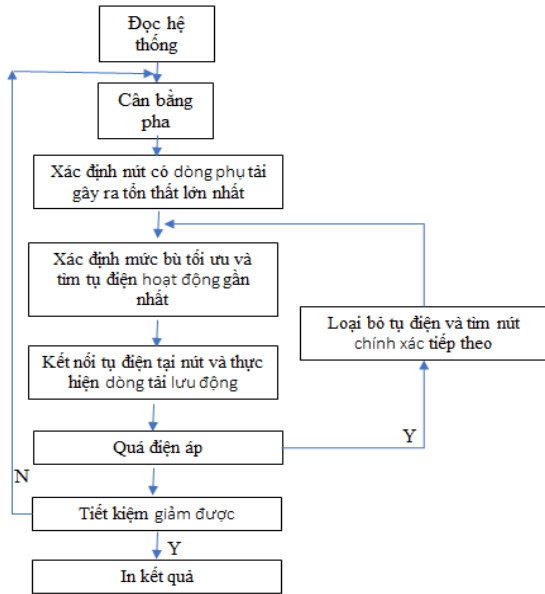


Hình 2. Cân bằng tải trên từng nhánh rẽ

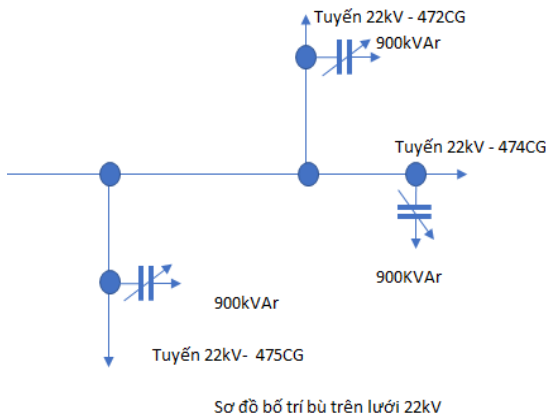
2.2. Lắp đặt tụ bù

Các vị trí đặt tụ có thể chấp nhận được sẽ do người thiết kế đề xuất để giảm thiểu không gian tìm kiếm, sau đó giải thuật heuristic sẽ tính toán độ nhạy của các nút và dựa vào độ nhạy này, các vị trí tụ bù thích hợp sẽ được đề xuất. Thuật toán này có thể áp dụng cho lưới điện phân phối

hình tia trên diện rộng. Giải thuật đề xuất được mô tả tại hình 3.



Hình 3. Thuật toán xác định vị trí và nút bù



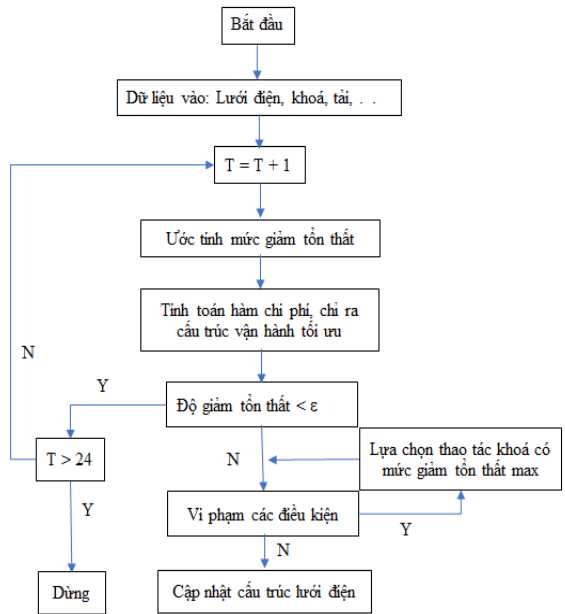
Hình 4. Vị trí bù ứng động trên lưới điện

2.3. Tái cấu hình lưới phân phối giảm tổn thất công suất

2.3.1. Cực tiểu hàm chi phí vận hành

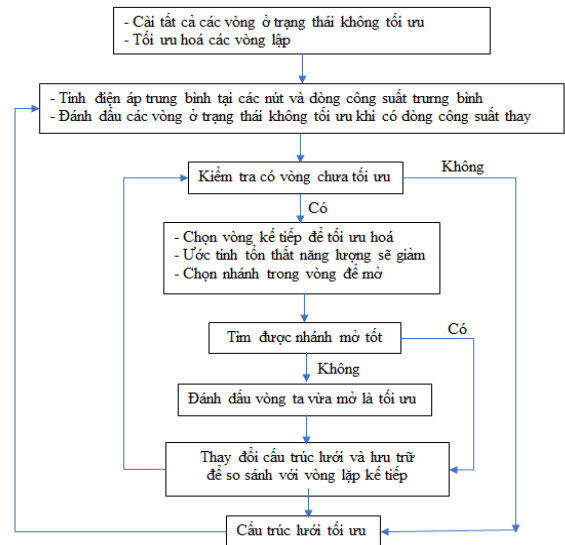
Hàm mục tiêu này rất phù hợp với lưới điện phân phối có chi phí chuyển tải thấp, linh hoạt trong vận hành, cấu hình lưới có thể thay đổi nhiều lần trong ngày. Nhóm tác giả C.S. Chen và M.Y là những người

xây dựng hàm mục tiêu với cực tiểu hàm chi phí vận hành.



Hình 5. Lưu đồ giải thuật của Chen và Cho [1]

2.3.2. Cực tiểu hàm tổn thất năng lượng



Hình 6. Phương pháp Rubins Taleski - Dragoslav

Rubin Taleski [6] đề nghị một giải thuật cũng dựa vào giải thuật giảm tổn thất

công suất thuần heuristic của Civanlar [5] nhưng thay hàm tổn thất công suất bằng hàm tổn thất năng lượng được xây dựng bằng cách cộng đồ thị phụ tải và điện áp trung bình tính trong 24 giờ theo lưu đồ hình.

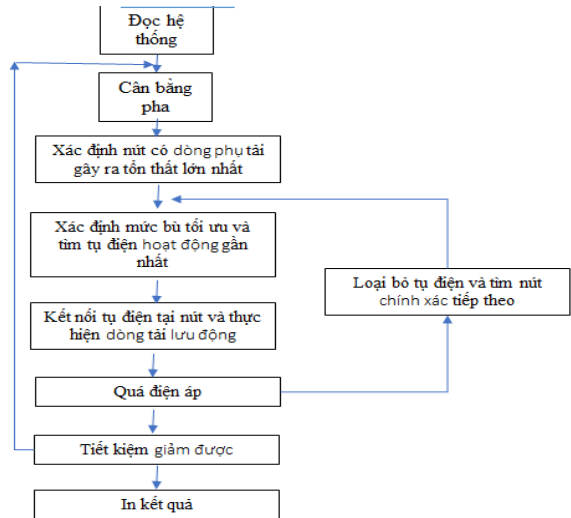
2.3.3. Tái cấu hình lưới giảm ΔP

Giải thuật vòng kín - giải thuật của Merlin và Back khá đơn giản: “Đóng tất cả các khoá điện lại tạo thành một lưới kín, sau đó giải bài toán phân bố công suất và tiến hành mở lần lượt các khoá có dòng chạy qua bé nhất cho đến khi lưới điện dạng hình tia”. Hình 7 thể hiện giải thuật của Merlin và Back [4], đã được Shirmohammadi [3] bổ sung. Giải thuật này chỉ khác so với giải thuật nguyên thủy của Merlin và Back ở chỗ có xét đến điện thế ở các trạm trung gian và yếu tố liên quan đến dòng điện.

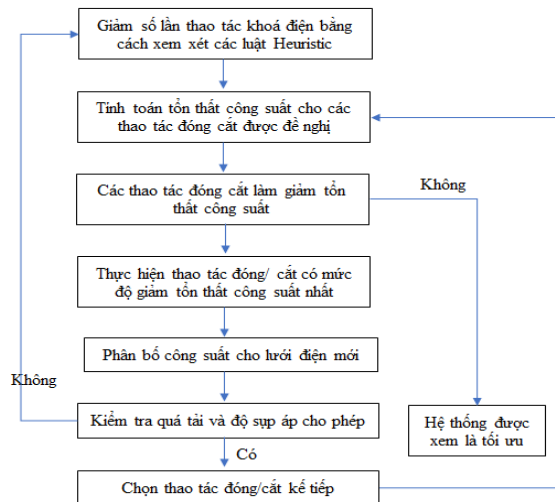
Shirmohammadi sử dụng kỹ thuật bơm vào và rút ra một lượng công suất không đổi để mô phỏng thao tác chuyển tải của lưới điện phân phối hoạt động hở về mặt vật lý nhưng về mặt toán học là một mạch vòng. Dòng công suất bơm vào và rút ra là một đại lượng liên tục.

Mặc dù đã áp dụng các luật heuristics, giải thuật này vẫn cần quá nhiều thời gian để tìm ra được cấu hình giảm tổn thất công suất.

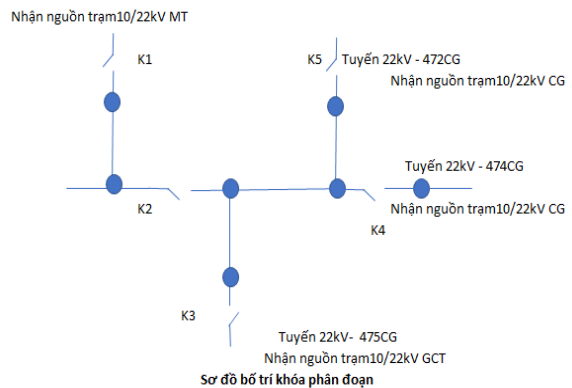
- Tính chất không cân bằng và nhiều pha chưa được mô phỏng đầy đủ.
- Tổn thất của thiết bị trên đường dây chưa được xét đến trong giải thuật.



Hình 7. Phương pháp Shirmohammadi



Hình 8. Phương pháp Civanlar và các cộng sự



Hình 9. Sơ đồ cấu hình lưới điện phân phối

Bảng 1. Kết quả cấu hình lưới

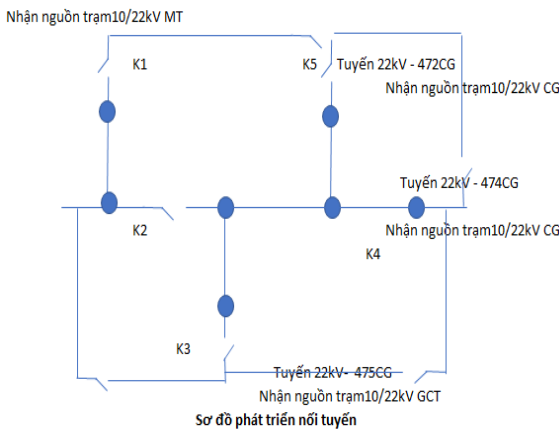
Tổn thất toàn lưới khu vực Chợ Gạo năm 2017: 6,5%

Phát tuyến	Tên khóa		Tình trạng sau		Kết quả ΔA (%)
471-CG	C471-1	C471-2	Đóng	Cắt	5,52
472-CG	C472-1	C472-2	Cắt	Đóng	6,01
473-CG	C473-1	C473-2	Đóng	Đóng	5,89
474-CG	C474-1	C474-2	Đóng	Đóng	5,31
475-CG	C475-1	C475-2	Cắt	Đóng	5,46
476-CG	C476-1	C476-2	Đóng	Cắt	5,63
477-CG	C477-1	C477-2	Đóng	Cắt	5,77
478-CG	C478-1	C478-2	Đóng	Đóng	5,85
479-CG	C479-1	C479-2	Cắt	Đóng	5,71

Bảng tính toán cấu hình các khóa
Kết quả sau khi cấu hình các khóa - TTĐN **5,68**

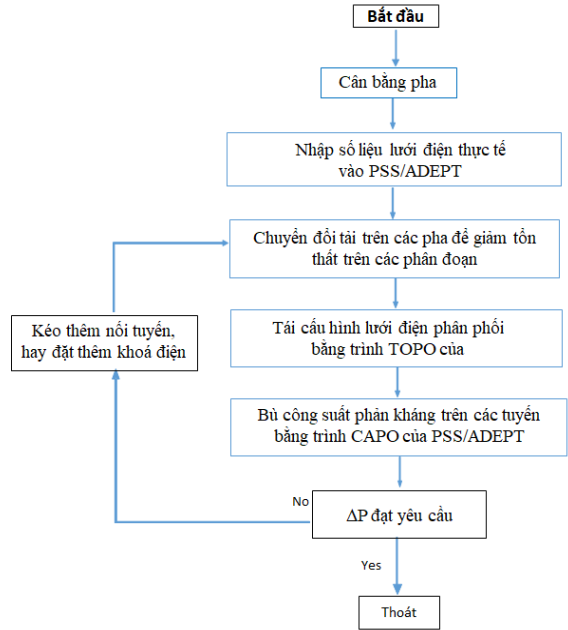
2.3.4. Mở rộng thêm nối tuyến

Bằng cách mở rộng thêm các tuyến được kết nối vào sơ đồ thực tế bằng cách nối kéo thêm các tuyến dây, như hình 10.



Hình 10. Bố trí lại các khóa với tuyến mạch vòng

2.4. Phương pháp giảm tổn hao công suất và giảm tổn hao năng lượng



Hình 11. Lưu đồ thuật toán đề xuất

2.5. Cơ sở lý thuyết

$$\Delta A = \sum \Delta P_i t_i \Rightarrow \text{giảm } \Delta P_i \quad (1)$$

$$\Delta P = I_a^2 R_a + I_b^2 R_b + I_c^2 R_c + I_n^2 R_n \quad (2)$$

$$\Delta P = (P^2 + Q^2) r_o L / U_{dm}^2 \quad (3)$$

Trong đó:

ΔP (kW): tổn thất công suất;

U_{dm} (kV): điện áp vận hành;

r_o (Ω): Điện trở trên 1 km của dây dẫn;

L (km): chiều dài dây dẫn;

P_n, Q_n : công suất tác dụng và phản kháng truyền trên nhánh 3 pha.

Công thức 1 cho thấy đây là tổn thất được tính trên lưới điện 3 pha cân bằng. Nếu xuất hiện sự mất cân bằng giữa các pha, sẽ xuất hiện dòng điện trên dây trung tính ngay cả khi lưới điện đang vận hành hình tia. Điều này sẽ làm tăng tổn thất công suất.

Với $|I_A| + |I_B| + |I_C| = \text{const}$

Và $I_A + I_B + I_C = I_N$

Nên

$$\Delta P = I_A^2 r_0 L + I_B^2 r_0 L + I_C^2 r_0 L + I_N^2 r_{0N} L \rightarrow \text{Min}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} |I_A| = |I_B| = |I_C| \\ \cos \varphi_A = \cos \varphi_B = \cos \varphi_C \end{cases}$$

Việc duy trì $\cos\varphi$ giữa các pha có thể dễ dàng thực hiện bằng cách bù trên lưới hạ thế để đảm bảo hệ số công suất $\cos\varphi$ tiến tới 0,95. Tuy nhiên việc duy trì biên độ dòng điện giữa các pha bằng nhau là điều khó khăn ngay cả gần bằng nhau. Vì vậy, việc cân bằng pha cần được xem xét trước tiên, đặc biệt là lưới điện của huyện Chợ Gạo khi có sự phát triển bùng nổ của lưới một pha dẫn đến việc mất cân bằng khá lớn trên các pha trên hai phát tuyến.

3. GIẢI PHÁP GIẢM TỒN THẤT TRÊN LƯỚI 22 KV CHỢ GẠO

3.1. Xây dựng lưới điện phân phối Điện lực Chợ Gạo trên phần mềm PSS/ADEPT

Bước 1: Dựa vào sơ đồ đơn tuyến lưới điện Chợ Gạo thực tế, ta đưa sơ đồ vào

phần mềm để xây dựng chính xác so với thực tế.

Bước 2: Thực hiện vẽ các nút, trạm biến áp, dây dẫn, nguồn, tụ bù, tải, khóa điện với vị trí, tỉ lệ phù hợp với sơ đồ thực tế.

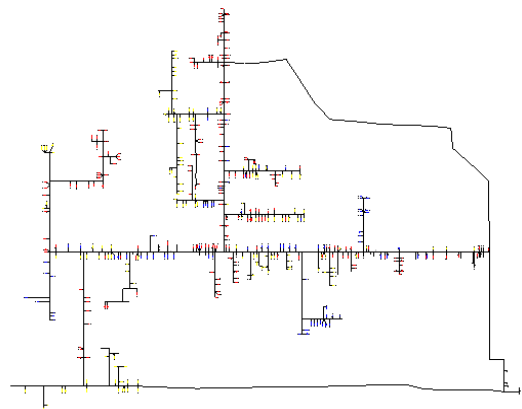
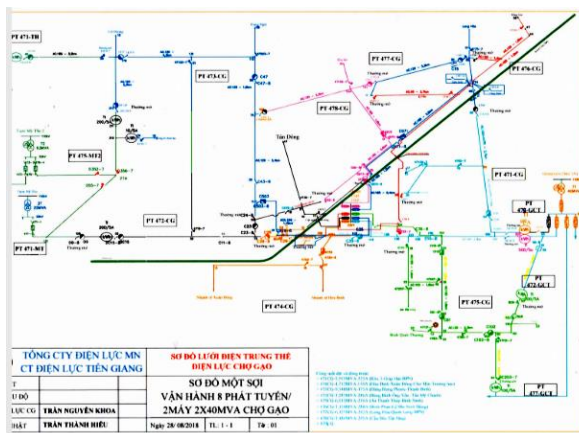
Bước 3: Nhập các thông số quan trọng:

- Đường dây: chiều dài, loại dây, tiết diện,...
- Nút: điện áp nút, tên nút,...
- Trạm biến áp: tên trạm, công suất, loại máy,...
- Nguồn: điện áp nguồn, tên nguồn,...
- Tụ bù: điện áp tụ, tên, công suất tụ, loại tụ,...
- Tải: ID trạm, công suất P và Q;
- Khóa điện: loại khóa, tên khóa.

Các thông số khác của dây dẫn, máy biến áp, các khóa được xây dựng thành thư viện pti.con và được cập nhật khi có thêm thiết bị, vật tư mới đưa vào lưới điện.

3.2. Kết quả thực hiện một đoạn dây

Dựa trên sơ đồ nối dây và phần mềm PSS/ADEPT để mô phỏng và nhập dữ liệu cho lưới điện 22 kV Chợ Gạo, như trong hình 12.



Hình 12. Sơ đồ nối dây và sơ đồ trên phần mềm PSS/ADEPT của lưới 22 kV Chợ Gạo

Bảng 2. Bảng thông số tải một tuyến dây

Name	Node	Type	Balaced	Grounded	In service	Total real power (kVar)	Total reactive power (kVar)	Phase A real power (kW)	Phase A reactive power (kVar)	Phase B real power (kW)	Phase B reactive power (kVar)	Phase C real power (kW)	Phase C reactive power (kVar)
P0861011	CTL61011	Const P, U	FALSE	TRUE	TRUE	2067,39	30,972	689,13	10,324	689,13	10,324	689,13	10,324
P0861012	CTL61012	Const P, U	FALSE	TRUE	TRUE	1897,005	39,93	632,335	13,31	632,335	13,31	632,335	13,31
P0861013	CTL61013	Const P, U	FALSE	TRUE	TRUE	1436,67	474,653	478,89	230,31	478,89	221,221	478,89	23,122
P0861014	CTL61014	Const P, U	FALSE	TRUE	TRUE	148,891	33,975	50,235	11,325	50,235	11,325	48,331	11,325
P0861015	CTL61015	Const P, U	FALSE	TRUE	TRUE	270,57	33,975	90,19	11,325	90,19	11,325	90,19	11,325
P0861016	CTL61016	Const P, U	FALSE	TRUE	TRUE	152,119	33,975	50,35	11,325	52,354	11,325	49,415	11,325
P0861017	CTL61017	Const P, U	FALSE	TRUE	TRUE	100	38,014	31,365	15,364	35,321	11,325	33,314	11,325
P0861018	CTL61018	Const P, U	FALSE	TRUE	TRUE	699	387	233	129	233	129	233	129
P0861019	CTL61019	Const P, U	FALSE	TRUE	TRUE	114,94	39,761	35,325	13,115	39,315	15,321	40,3	11,325
P0861020	CTL61020	Const P, U	FALSE	TRUE	TRUE	236,7	33,975	78,9	11,325	78,9	11,325	78,9	11,325

Bảng 3. Bảng thông số các khóa

Name	From node	To node	Phasing	Construction type	Rating A1	Rating A2	Rating A3	Rating A4	Tie switch	Status (colsed)	TOPO status (closed)
DS_476_8	CT_C42	CT01	ABC	DS3P-600-24	600	600	600	600	FALSE	TRUE	FALSE
DS_E9N5	CT9N5LS	CT9N5DS	ABC	DS3P-600-24	600	600	600	600	FALSE	FALSE	FALSE
DS_Free	CT17AD31	CTH61012	ABC	DS3P-600-24	600	600	600	600	FALSE	TRUE	FALSE
DS_Free_	CT_21D3	CT_21D31	ABC	DS3P-600-24	600	600	600	600	FALSE	TRUE	FALSE
DS_Freec	CT_10AN5	CT_01	ABC	DS3P-600-24	600	600	600	600	FALSE	TRUE	FALSE
E11N3_8	CT_NODE1	CT10AN3	ABC	LTD-630-24	630	630	630	630	FALSE	FALSE	FALSE
F_Bella	CT_11N4	CT_11N42	ABC	FCO-200-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE
F_Lgji	CT_16N4	CT_16N41	ABC	FCO-200-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE
F_NVH	CT_16AN41	CT16AN42	ABC	FCO-200-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE
F_Tgiang	CT10AN3	CT10AN31	ABC	FCO-200-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE
LF_Count	CT_12N4	CTH61015	ABC	LBF-200-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE
LF_Mter	CT_13N4	CT13AN42	ABC	LBF-200-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE
LF_TTG	CT_13AN4	CT13AN41	ABC	LBF-200-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE
LS_E11	CT_11N3	CT_NODE1	ABC	LBS-630	630	630	630	630	FALSE	FALSE	FALSE
LS_E9N5	CT_9N5	CT9N5LS	ABC	LTD-630-24	630	630	630	630	FALSE	FALSE	FALSE
R_Free	CT_01	CTH61013	ABC	REC-630	630	630	630	630	FALSE	TRUE	FALSE
R_Freec	CT_21D31	CTH61011	ABC	REC-630	630	630	630	630	FALSE	TRUE	FALSE

Bảng 4. Bảng giá trị thông số công suất trạm

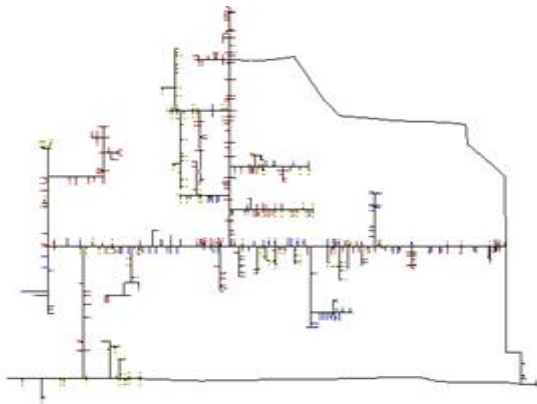
19h-472CG

System Base kVA: 1000.00
476TH (20-06-2016)

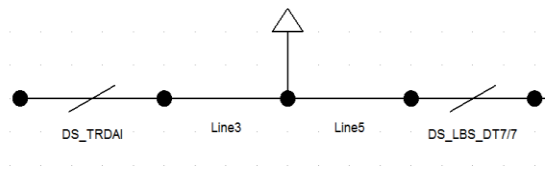
Current : Amps
Voltage : 120 ndV LN
Power : Watts, vars

Name	1 st Node	2nd Node	Phase	Library ref	I (a)	I (b)	I (c)	Va	Vb	Vc	Min V	Total branch power		Total losses		Total dist
												P	Q	P	Q	
3ETGiag	CTH61018	CTL61018	ABC	MBA3p1250kVA	1189,79	1185,72	1179,62	116,32	116,71	117,31	116	705,046	418722	6041	31719	10000
3Efree	VAH61012	CTL61012	ABC	MBA3p2x3000k	2758,22	2749,19	2735,35	119,15	119,54	120,15	119	1899813	60839	2808	20909	13290
3Efreev	VAH61011	CTL61011		MBA3p2x3000k	3006,92	2996,98	2981,70	119,10	119,49	120,11	119	2070727	55828	3337	24856	15390
3ENVHoa	ATH61020	CTL61020	ABC	MBA630+400kV	348,58	347,44	345,69	118,82	119,21	119,81	119	237329	37237	629	3262	13450
3ElgJi	CTH61019	CTL61019		MBA3p400kVA	165,17	184,53	181,95	118,55	118,82	119,55	119	115374	41160	435	1399	12900
3ETTG	CTH61017	CTL61017	ABC	MBA3p400kVA	153,14	161,96	152,84	118,51	119,00	119,62	119	100336	39085	336	1071	12350
3EBella	CTH61014	CTL61014		MBA3p630kVA	225,27	224,91	215,33	118,78	119,17	119,79	119	149277	35570	386	1595	14000
3ECVina	CTH61015	CTL61015	ABC	MBA3p1000kVA	401,38	400,03	397,98	118,68	118,07	119,68	118	272872	45208	2302	11233	13150
3EMter	CTH61016	CTL61016		MBA3p560kVA	225,84	233,66	220,00	118,74	119,12	119,74	119	152585	35625	466	1650	12900
3EFreeC	CTH61013	CTL61013	ABC	MBA3p3200kVA	2362,53	2335,53	2084,77	116,88	117,35	119,50	117	1444874	525884	8205	51230	17990

3.3. Xây dựng lưới điện tương đương



Hình 13. Phần tử 473 CG ban đầu



Hình 14. Phần tử tương đương PT 473CG

Bảng 5. Bảng thông số các khóa

Name	From node	To node	Phasing	Construction	Rating A1	Rating A2	Rating A3	Rating A4	Tie switch	Status (close)	TOPO stat
DS_473_8	CT474	CT01_TH	ABC	DS3P630-24	630	630	630	630	FALSE	TRUE	FALSE
DS_Simon	CT02D1a	CTH41014	ABC	DS3P-600-24	600	600	600	600	FALSE	TRUE	FALSE
DS_Simon	CT01D1	CTH41B50	ABC	FCO-200-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE
E169_8	CT12TBT	NODE1	ABC	LTD-600-24	600	600	600	600	FALSE	TRUE	FALSE

Name	From node	To node	Phasing	Construction	Rating A1	Rating A2	Rating A3	Rating A4	Tie switch	Status (close)	TOPO stat
E83_8	CT47TBT	NODE3	ABC	LTD-630-24	630	630	630	630	FALSE	TRUE	FALSE
F_47101	CT90TBT	CT01NVG	ABC	FCO-200-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE
F_47113	CT59ATBT	CTNODE2	ABC	FCO-100-27	100	100	100	100	FALSE	TRUE	FALSE
F_47117	CT07MAB	CT01MK	ABC	FCO-200-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE
F_47118	CT62ATBT	CT01Ota	ABC	FCO-100-27	100	100	100	100	FALSE	TRUE	FALSE
F_47120	CT06BC	CT07BCnd	ABC	FCO-200-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE
F_47140	CT83ATBT	CTNODE12	ABC	FCO-100-27	100	100	100	100	FALSE	TRUE	FALSE
F_47142	CT54ATBT	CTNODE1	ABC	FCO-100-27	100	100	100	100	FALSE	TRUE	FALSE
F_47143	CT72ATBT	CT01Otie	ABC	FCO-100-27	100	100	100	100	FALSE	TRUE	FALSE
F_47145	CT06MA	CT01BN	ABC	FCO-100-27	100	100	100	100	FALSE	TRUE	FALSE
F_47147	CT11Mn	CT01LVD	ABC	FCO-100-27	100	100	100	100	FALSE	TRUE	FALSE
F_47153	CT79ATBT	CT01DVH	ABC	FCO-100-27	100	100	100	100	FALSE	TRUE	FALSE
F_47161	CT055Tt	CT01LVDu	ABC	FCO-100-27	100	100	100	100	FALSE	TRUE	FALSE
F_47166	CT06TBT	CT01HL30	ABC	FCO-100-27	100	100	100	100	FALSE	TRUE	FALSE
F_47178	CT63ATBT	CT01ANT1	ABC	FCO-100-27	100	100	100	100	FALSE	TRUE	FALSE
F_47179	CT08ANT1	CT01ANT2	ABC	FCO-200-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE
F_47180	CT75ATBT	CT01ANT3	ABC	FCO-100-27	100	100	100	100	FALSE	TRUE	FALSE
F_47181	CT05AMyT	CT01Tma	ABC	FCO-200-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE
F_47183	CT06AMyT	CT01MK1	ABC	FCO-200-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE
F_47185	CT11AMA	CT01MK3	ABC	FCO-200-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE
F_47186	CT01MA	CT01MA13	ABC	FCO-100-27	100	100	100	100	FALSE	TRUE	FALSE
F_4721	CT89ATBT	CTNODE30	ABC	FCO-100-27	200	200	200	200	FALSE	TRUE	FALSE

3.4. Nhận xét

Đây là giải pháp hợp lý với chi phí đầu tư ít nhưng hiệu quả cao.

Đánh giá hiệu quả tính toán tổn thất lưới sau khi tái cấu hình:

- Tỷ lệ tổn thất trung thể trước khi tái cấu hình lưới là $\Delta A_{trước} = 3,16\%$.
- Tỷ lệ tổn thất trung thể sau khi tái cấu hình lưới là $\Delta A_{sau} = 3,02\%$.
- Tỷ lệ tổn thất lưới điện giảm được $\Delta A_{giảm} = \Delta A_{trước} - \Delta A_{sau} = 3,16 - 3,02 = 0,138\%$.

Bảng 6. Bảng giá trị kết quả thực hiện

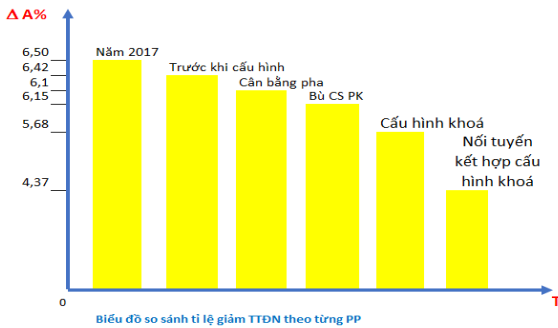
Tổn thất toàn lưới sau khi cấu hình lưới: 5,68%

Phát tuyến	Tên khóa		Bổ sung khóa	Thay đổi vị trí	Tình trạng sau chuyển đổi			Kết quả ΔA (%)
	C471-1	C471-2			Đóng	Đóng	Đóng	
471-CG	C471-1	C471-2	C471-3	C471-2	Đóng	Đóng	Đóng	4,35
472-CG	C472-1	C472-2	C472-3		Đóng	Cắt	Đóng	4,33
473-CG	C473-1	C473-2		C473-2	Cắt		Đóng	4,27
474-CG	C474-1	C474-2	C474-3	C474-2	Đóng		Cắt	4,63
475-CG	C475-1	C475-2	C475-3		Cắt	Đóng	Đóng	4,54
476-CG	C476-1	C476-2		C476-2	Đóng		Cắt	4,40
477-CG	C477-1	C477-2	C477-3		Đóng	Cắt	Đóng	4,22

Phát tuyến	Tên khóa			Bổ sung khóa	Thay đổi vị trí	Tình trạng sau chuyển đổi			Kết quả ΔA (%)
	C478-1	C478-2				C478-2	Đóng		
478-CG	C478-1	C478-2		C478-2	Đóng		Đóng	4,60	
479-CG	C479-1	C479-2	C479-3		Cắt	Đóng	Đóng	4,00	
Bảng tính toán bổ sung các khóa và thay đổi một số vị trí khóa hiện hữu									
Kết quả sau khi nối tuyến và bổ sung khóa TTDN: 4,37									

Tỷ lệ phần trăm tổn thất điện năng giảm so với tổn hao điện năng ban đầu:

$$\% \Delta A_{giảm} = \frac{\% \Delta A_{trước} - \% \Delta A_{sau}}{\% \Delta A_{trước}} \times 100 = \frac{3,16 - 3,0138}{3,16} \times 100 = 4,37 \%$$



Hình 14. Biểu đồ so sánh các bước giảm tổn thất

4. KẾT LUẬN

Nhóm tác giả bài báo đã thực hiện tìm hiểu, nghiên cứu và chọn ra giải thuật giảm tổn thất điện năng thích hợp cho lưới điện phân phối tại Điện lực Chợ Gạo đó là giải thuật “Thực hiện tái cấu hình lưới hiện hữu sao cho tổn thất điện năng

bé nhất thông qua lưới điện đơn giản”.

- Xây dựng và nhập thông số lưới điện phân phối thực tế của Chợ Gạo trên phần mềm PSS/ADEPT: Đây là một tiền đề vô cùng quan trọng mà bất cứ một bài toán hay mục đích nào khi sử dụng phần mềm PSS/ADEPT điều phải có, là dữ liệu quan trọng cho Điện lực trong quá trình lưu trữ và vận hành lưới điện hiện tại cũng như sau này.
- Thực hiện được phân bố công suất, tính toán ngắn mạch trên lưới điện vừa xây dựng, nâng cao độ tin cậy cung cấp điện.
- Tính toán tổn thất điện năng lưới điện phân phối Điện lực Chợ Gạo trên phần mềm PSS/ADEPT.
- Xây dựng được sơ đồ lưới điện phân phối tương đương của Điện lực Chợ Gạo để giải bài toán TOPO để phân tích điểm dừng tối ưu trong PSS/ADEPT.
- Tái cấu trúc và tính toán lại tổn thất lưới điện dựa vào kết quả của bài toán TOPO áp dụng trên lưới tương đương: Đây là cấu trúc được xem là tối ưu nhất để giảm tổn thất điện năng và kết quả thu được mỹ mãn với chi phí cho phép, giảm được 2,13% (còn 4,37%) là một kết quả tiệm cận tốt nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] C.S. Chen, C.Y. Chang, and S.Y. Jan, “Effect of open-wye open-delta transformers on the operation of distribution systems,” *Elect. Power Syst. Res.*, vol. 10, no. 3, pp. 167-174, 1986.
- [2] T.H. Chen and J.T. Cherng, “Optimal phase arrangement of distribution transformers connected a primary feeder for system unbalance improvement and loss reduction using a genetic algorithm,” *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 15, no. 3, pp. 994-1000, Aug. 2000.
- [3] C.C. Liu, S.J. Lee, and S. S. Venkata, “An expert system operation aid for restoration and loss reduction of distribution system,” *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 3, no. 2, pp. 619-626, May 1988.
- [4] J.S. Wu, K.L. Tomsovic, and C.S. Chen, “A heuristic search approach to feeder switching operations

- for overload, faults, unbalanced flow and maintenance," IEEE Trans. Power Del., vol. 6, no. 4, pp. 1579–1586, Oct. 1991.
- [5] C.S. Chen, C.H. Lin, H.J. Chuang, C.S. Li, M.Y. Huang, and C.W. Huang, "Optimal placement of line switches for distribution automation systems using immune algorithm," IEEE Trans. Power Syst., vol. 21, no. 3, pp. 1209-1217, Aug. 2006.
- [6] C.S. Chen, J.C. Hwang, and C.W. Huang, "Application of load survey systems to proper tariff design," IEEE Trans. Power Syst., vol. 12, no. 4, pp. 1746-1751, Nov. 1997.
- [7] M.E. Baran and F.F. Wu, "Optimal sizing of capacitors placed on a radial distribution system," IEEE Trans. Power Delivery, vol. 4, no. 1, pp. 735-743, Jan. 1989.

Giới thiệu tác giả:



Tác giả Trương Việt Anh tốt nghiệp Trường Đại học Bách Khoa TP Hồ Chí Minh chuyên ngành hệ thống điện năm 1994, nhận bằng Thạc sĩ năm 1999 và Tiến sĩ năm 2004. Tác giả được phong học hàm PGS chuyên ngành kỹ thuật điện năm 2014. Hiện nay tác giả công tác tại Khoa Kỹ thuật điện - Điện tử, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP Hồ Chí Minh.

Lĩnh vực nghiên cứu: ổn định hệ thống điện, FACTS, tái cấu trúc lưới điện, phân tích chế độ hệ thống điện, thị trường điện, tự động hóa lưới điện



Tác giả Trần Thành Hiếu tốt nghiệp đại học và nhận bằng Thạc sĩ tại Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP Hồ Chí Minh năm 2015 và 2018 chuyên ngành kỹ thuật điện. Hiện nay tác giả công tác tại Công ty Điện lực Tiền Giang.

Lĩnh vực nghiên cứu: phân tích chế độ hệ thống điện, lưới điện phân phối, độ tin cậy.



Tác giả Doãn Thanh Bình tốt nghiệp Trường Đại học Bách khoa Hà Nội ngành kỹ thuật điện tử năm 2008; nhận bằng Thạc sĩ năm 2010, bảo vệ luận án Tiến sĩ ngành kỹ thuật điện tử năm 2018 tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Lĩnh vực nghiên cứu: nghiên cứu lý thuyết nghịch đảo suy rộng (generalized inverses), GSVD nhằm mô hình hóa, đánh giá các hệ thống MIMO; nghiên cứu các hệ thống thông tin trải phổ đa sóng mang (multi-carrier) áp dụng cho các hệ thống thông tin thế hệ tiếp theo.



Tác giả Nguyễn Tùng Linh tốt nghiệp Trường Đại học Bách khoa Hà Nội ngành hệ thống điện năm 2005; nhận bằng Thạc sĩ năm 2010, bảo vệ luận án Tiến sĩ ngành kỹ thuật điều khiển tự động hóa năm 2018 tại Viện Hàn lâm Khoa học Công nghệ Việt Nam.

Lĩnh vực nghiên cứu: hệ thống điện, ứng dụng AI cho hệ thống điện, lưới điện phân phối, tự động hóa hệ thống điện, lưới điện phân phối.

