

PHƯƠNG PHÁP XÂY DỰNG SƠ ĐỒ NỐI ĐIỆN TỐI ƯU VỚI SỰ HỖ TRỢ CỦA VI TÍNH

TRẦN QUANG KHÁNH

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sơ đồ nối điện có ảnh hưởng trực tiếp đến các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của cả mạng điện, vì vậy việc lựa chọn sơ đồ nối điện hợp lý có ý nghĩa hết sức to lớn trong việc quy hoạch và thiết kế cung cấp điện. Trong các nghiên cứu về sơ đồ nối điện tối ưu phần lớn các tác giả chỉ dựa trên cơ sở tối ưu hình học, mà chưa xét đến các đặc điểm truyền tải điện năng. Trong số các phương pháp xây dựng sơ đồ nối điện tối ưu đã biết như phương pháp tìm cây bao trùm nhỏ nhất, phương pháp graph, thuật toán tìm điểm phụ v.v. chỉ xác định được sơ đồ tối ưu dưới góc độ hình học. Ở đây người ta áp dụng phép “đệ quy”, tức là sử dụng những qui tắc xây dựng cấu trúc phức tạp bằng cấu trúc đơn giản, hay nói ngược lại thì là dùng cấu trúc đơn giản để thực hiện cấu trúc phức tạp.

Hai thuật toán được áp dụng phổ biến là thuật toán Prim và thuật toán Kruskal. Theo các thuật toán này, người ta xây dựng một cây bao trùm nhỏ nhất, ở mỗi bước tính người ta chọn và bổ sung vào cây một cạnh có trọng số nhỏ nhất có thể. Một số phương pháp khác như phương pháp cận và nhánh, phương pháp vận tải mở rộng, phương pháp quy hoạch số nguyên, phương pháp hệ số phương án v.v... đều đòi hỏi các thuật toán khá phức tạp, khối lượng tính toán nhiều và đôi khi rất khó áp dụng trong điều kiện cụ thể của mạng điện, chính vì thế mà trong thực tế tính toán khi lựa chọn các sơ đồ tối ưu các phương án so sánh thường chỉ được vạch ra một cách cảm tính, điều đó làm cho lời giải thiếu chính xác, dẫn đến những thiệt hại lớn về kinh tế và kỹ thuật cho hệ thống điện nói riêng và cho nền kinh tế nói chung. Việc nghiên cứu tìm ra các giải pháp thích hợp để khắc phục những tồn tại trên là một vấn đề hết sức thiết thực. Trong bài viết này chúng tôi sẽ giới thiệu một số kết quả nghiên cứu phương pháp xây dựng sơ đồ nối điện tối ưu dựa trên sự phân tích kinh tế – kỹ thuật, kết hợp với sự tối ưu hoá trên phương diện hình học.

2. XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP

Như đã biết, việc cung cấp điện cho một điểm tải bất kỳ đòi hỏi những chi phí cho việc xây dựng các đường dây mới, đồng thời nếu điểm đầu điện được lấy từ mạng điện có sẵn thì cần phải có thêm những chi phí nâng cấp mạng điện cũ cho phù hợp với phụ tải tính toán của toàn mạng. Việc nối điểm tải j vào điểm đầu điện i cần có chi phí truyền tải điện năng Z_1 từ i đến j , giá trị này được xác định theo biểu thức

$$Z_1 = c_j l_{ij}; \quad (1)$$

trong đó: c_j - Suất chi phí quy đổi cho truyền tải điện năng cung cấp cho điểm tải j ; l_{ij} - Khoảng cách giữa điểm i và điểm j .

Khi điểm tải j đã được đầu vào mạng điện thì phụ tải trong mạng sẽ tăng hơn so với trước đó, bởi vậy để không làm ảnh hưởng đến tính kinh tế - kỹ thuật của mạng điện cần phải có thêm

một chi phí phụ để tăng cường khả năng truyền tải của mạng điện cũ, nơi điểm tải mới j được đầu vào, lượng chi phí này được xác định theo biểu thức:

$$Z_2 = (c_{i+j} - c_i) L_{0i}; \quad (2)$$

trong đó: c_{i+j} - Suất chi phí quy đổi ứng với phụ tải của các điểm $i + j$; c_i - Suất chi phí quy đổi của mạng điện đã có trước đó; L_{0i} - Là chiều dài (theo đường dây) từ nguồn điện ban đầu cho đến điểm đầu điện i.

Tổng chi phí tính toán cần thiết để nối điện từ điểm nối i đến điểm tải j sẽ là Z_{ij}

$$Z_{ij} = Z_1 + Z_2 = c_j l_{ij} + (c_{i+j} - c_i) L_{0i} \Rightarrow \min. \quad (3)$$

Như vậy, việc xác định sơ đồ nối điện được tiến hành theo từng bước tối ưu với chi phí ở mỗi bước là Z_{ij} xác định từ biểu thức (3). Thông thường giá trị suất chi phí quy đổi c_i được cho sẵn trong các sổ tay thiết kế dưới dạng các đường cong chi phí phụ thuộc vào dòng điện truyền tải và mã hiệu dây dẫn. Trong trường hợp không có sổ tay thiết kế thì có thể xây dựng các đường cong chi phí tính toán phụ thuộc vào điều kiện cụ thể ứng với các mã hiệu dây dẫn khác nhau trên cơ sở biểu thức sau

$$Z = p.V + 3I^2 R. \tau. c_{\Delta}. 10^{-3} \text{ đ/km} \quad (4)$$

V- vốn đầu tư, đ/km; p - hệ số tính đến hiệu quả sử dụng vốn đầu tư và khấu hao thiết bị, $p = a_{tc} + k_{kh}$; a_{tc} - hệ số tiêu chuẩn sử dụng hiệu quả vốn đầu tư; k_{kh} - hệ số khấu hao thiết bị; R- điện trở của 1 km dây dẫn, Ω ; τ - thời gian hao tổn công suất cực đại, h; I- dòng điện chạy trên đường dây, A; c_{Δ} - giá thành điện năng tổn thất, đ/kWh.

Hoàn độ của điểm giao nhau giữa hai đường cong kề nhau chính là giá trị dòng điện giới hạn I_{gh} . Nếu dòng phụ tải lớn hơn I_{gh} thì dùng dây dẫn có tiết diện F nhỏ sẽ kinh tế hơn so với dây dẫn có tiết diện lớn và ngược lại. Tức là khoảng kinh tế của đường dây là khoảng phụ tải mà đường cong chi phí đi thấp nhất.

Như vậy để xác định suất chi phí quy đổi của đường dây ta chỉ việc dựa vào giá trị dòng điện dòng kẻ một đường thẳng vuông góc với trục hoành, tung độ của điểm gặp nhau giữa đường thẳng này với đường cong đầu tiên sẽ chính là giá trị chi phí quy đổi cần tìm. Bài toán xây dựng sơ đồ nối điện tối ưu được thực hiện theo từng bước nối tối ưu. Các bước tính được lặp lại nhiều lần phụ thuộc vào số lượng điểm tải. Trình tự xây dựng sơ đồ như sau:

- Trước hết dựa theo toạ độ các điểm tải để xác định vị trí của trạm biến áp theo các biểu thức.

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i I_i}{\sum_{i=1}^n I_i}; \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i I_i}{\sum_{i=1}^n I_i}; \quad (5)$$

trong đó: X, Y - toạ độ của trạm biến áp; x_i, y_i - toạ độ điểm tải thứ i; I_i - dòng điện truyền tải của điểm tải thứ i.

- Xác định khoảng cách giữa các điểm tải theo biểu thức

$$l_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (6)$$

khoảng cách l_{ij} cũng có thể đo trực tiếp trên thực địa phụ thuộc vào vị trí và sơ đồ thực tế.

- Theo biểu đồ các đường cong chi phí tính toán xác định các giá trị c_i ;

- Theo biểu thức (3) xác định chi phí tính toán Z_{0j} , bắt đầu từ nguồn điện 0 ứng với các điểm tải.

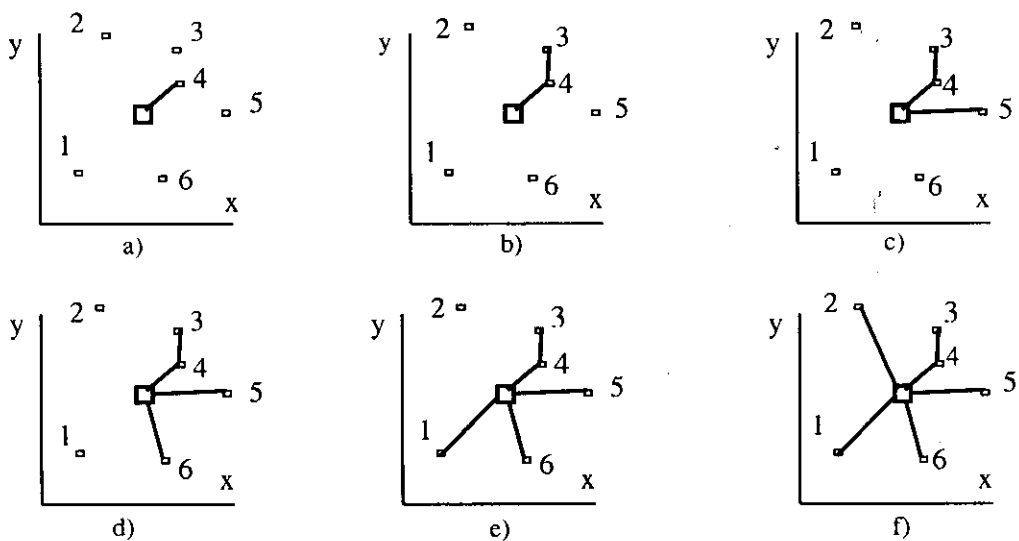
- Chọn giá trị nhỏ nhất trong số các giá trị Z_{0j} vừa xác định, giả sử $Z_{04} = \min$, ta nối điểm 4 với nguồn 0, lúc này điểm tải 4 trở thành gốc nối.

- Tiếp theo lấy điểm 4 làm gốc xác định các giá trị Z_{4j} đối với các điểm tải còn lại. Chọn giá trị nhỏ nhất trong số các giá trị Z_{4j} và Z_{0j} còn lại ở bước trước, giả sử trong số đó Z_{43} nhỏ nhất ta nối điểm 3 với gốc 4 và tiếp tục xác định các giá trị Z_{3j} . Bài toán được lặp lại như vậy cho đến khi tất cả các điểm tải đều được nối vào mạng. Các giá trị của Z_{ij} có thể biểu thị trong bảng 1.

Sau khi sơ bộ xác định được sơ đồ nối tối ưu ta áp dụng phương pháp thuật toán tìm điểm phụ để hiệu chỉnh sơ đồ sao cho có độ dài nhỏ nhất bằng cách xử lý các góc nhọn (theo hướng từ nguồn). Muốn vậy ta cần tìm tâm đường tròn nội tiếp tam giác có góc cần hiệu chỉnh và nối tâm hình tròn này với các đỉnh của tam giác. Như vậy sơ đồ tìm được vừa tối ưu dưới góc độ truyền tải điện năng vừa tối ưu dưới góc độ hình học. Phần mềm giải bài toán được xây dựng với sự trợ giúp của ngôn ngữ lập trình Visual Basic. Lưu đồ thuật giải được thể hiện trên hình 2 và giao diện của chương trình được thể hiện trên hình 3.

Bảng 1. Giá trị chi phí Z_{ij} qua các bước tính

i \ j	1	2	3	4	...	n
0	Z_{01}	Z_{02}	Z_{03}	$Z_{04} = \min$...	Z_{0n}
4	Z_{41}	Z_{42}	$Z_{43} = \min$	-	...	Z_{4n}
3	Z_{31}	Z_{32}	-	-	...	Z_{3n}
...	...					



Hình 1. Trình tự xây dựng sơ đồ nối điện tối ưu (từ bước a đến bước f)

Bảng 3. Dòng điện và toạ độ của các điểm tải

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I, A	46,2	15,8	18,8	33,9	28,9	21,8	26,9	17,1	45,3	21,1	32,9	23,6
x, km	4	7,6	12	13,6	7,4	10,6	15,8	17,8	18,8	22,2	23,8	27,6
y, km	13	11,2	13	9,6	6,4	4,2	3,2	5,4	11,2	13,6	7,4	9,8

u Chức năng tính toán | Tham số hệ thống | Trợ giúp

Xây dựng sơ đồ nối điện tối ưu

Các chỉ tiêu chung

Thời gian hao tổn công suất cực đại (h): | Giá thành tổn thất điện năng (đ/kWh):

Điện trở suất đường dây: | Hệ số sử dụng hiệu quả vốn đầu tư:

Cấp điện áp đường dây [kV]: | Hệ số khấu hao vốn đầu tư:

Giá thành đường dây

F	V	R ₀
25	95	1.380
35	117	0.650
50	125	0.650
70	133	0.460
95	140	0.350
120	150	0.270
150	161	0.210

Tiết diện 4/10

Toạ độ và công suất các điểm tải

Số điểm tải	X	Y	I(A)
1	4	13	42,6
2	7,6	11,2	15,8
3	12	13	18,8
4	13,6	9,6	33,9
5	7,4	6,4	28,9
6	10,6	4,2	21,8
7	15,8	3,2	26,9
8	17,8	5,4	17,1

Kết quả tính toán

Cách nối dây: 0<->4; 0<->9; 2<->1; 9<->10; 4<->13; 13<->2; 13<->3; 4<->14; 14<->5; 14<->6; 0<->15; 15<->7; 15<->8; 9<->16; 16<->12; 16<->11;

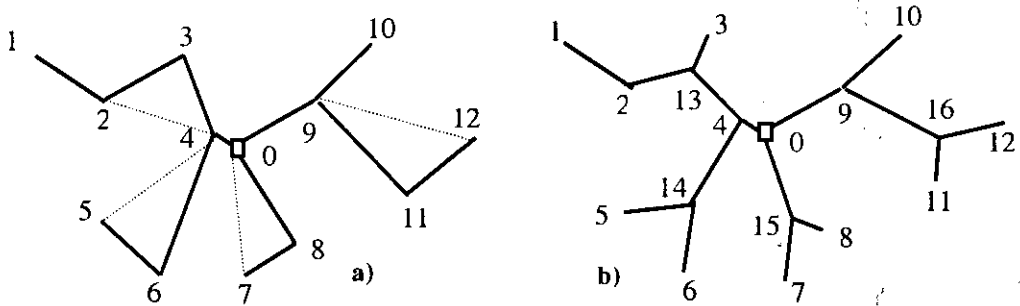
Tiết diện các đoạn dây: 0-4=240; 0-9=185; 2-1=70; 9-10=35; 4-13=120; 13-2=95; 13-3=35; 4-14=95; 14-5=50; 14-6=35; 0-15=70; 15-7=50; 15-8=25; 9-16=95; 16-12=35; 16-11=50;

Toạ độ các điểm xử lý: 13: x=11, y=11; 14: x=10, y=6

Xem sơ đồ | In sơ đồ

Ghi kết quả | In kết quả | Tính toán | Thoát

Hình 3. Giao diện chương trình xây dựng sơ đồ nối điện tối ưu



Hình 4. Sơ đồ nối điện tối ưu:

a) Sơ đồ nối sơ bộ; b) Sơ đồ nối điện sau khi được xử lý.

Kết quả chạy chương trình được thể hiện trong cửa sổ “kết quả tính toán” (hình 3). Sơ đồ nối dây sơ bộ được thể hiện trên hình 4a. Trên cơ sở phân tích sơ đồ sơ bộ chương trình sẽ tiến hành xử lý các tam giác có góc nhọn là: (2-3-4); (4-5-6); (0-8-7) và (9-11-12). Sau khi hiệu chỉnh, sơ đồ nối tối ưu có dạng như hình 4b.

Có thể dễ dàng nhận thấy rằng phương pháp xây dựng sơ đồ nối điện tối ưu khá đơn giản và có độ chính xác cao. Việc áp dụng phương pháp này cho phép bỏ qua nhiều phép tính trung gian vì vậy khối lượng tính toán được giảm rất nhiều so với các phương pháp khác. Hạn chế của phương pháp là chỉ có thể xây dựng mạng điện hờ, do đó chỉ áp dụng thích hợp đối với mạng điện phân phối và mạng điện hạ áp.

4. KẾT LUẬN

Sơ đồ nối điện trực tiếp liên quan đến tất cả các tham số kinh tế kỹ thuật của mạng điện, vì vậy bài toán xác định sơ đồ nối điện có ý nghĩa rất lớn không chỉ trong quá trình thiết kế, xây dựng mà ngay cả quá trình vận hành. Các phương pháp xây dựng sơ đồ nối điện tối ưu thông thường đòi hỏi nhiều thông tin và thuật toán phức tạp do đó làm tăng khối lượng tính toán và sai số của bài toán.

Phương pháp xác định sơ đồ nối điện tối ưu từng bước dựa trên cơ sở phân tích chi phí quy đổi từ gốc nối đến các điểm tải cho phép lần lượt nối các điểm tải với nguồn điện ứng với chi phí thấp nhất mà không cần qua nhiều bước tính trung gian do đó khối lượng tính toán được giảm đến mức tối đa.

Với sự hỗ trợ của ngôn ngữ lập trình Visual Basic, bài toán xây dựng sơ đồ nối điện tối ưu được giải hết sức đơn giản và có độ chính xác cao. Điều đó cho phép áp dụng một cách thuận tiện cho quá trình quy hoạch và thiết kế mạng điện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. George L. Kusic - Computer-aided Power system analysis, New Jersey 1986.
2. Gonen T. - Electrical Power Distribution Systems Engineering, McGraw-Hill Book Company, New York, 1986.
3. Glover, J. D. - Power Systems Analysis and Design, Second Edition, PWS Publishing Company, Boston, 1994.
4. Trần Quang Khánh - Quy hoạch điện nông thôn, Trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội, 2003.
5. Trần Quang Khánh - Phương pháp xây dựng sơ đồ nối điện tối ưu, Tạp chí Năng lượng 4 (1994) 16÷17.

SUMMARY

METHOD OF DESIGNING THE SCHEME OF OPTIMAL ELECTRICAL CONNECTION WITH THE COMPUTEUR AID

The method of designing the scheme of optimal electrical connection set up basing on the analyzing the componants of electrical transmitting cost that composes that the first, the cost for building the new line that connect directly from the connecting point to the loads , the second, the complementary cost to upgrades the old line that links from the power source to the connecting point. The connecting levels realized according to the minimum cost that determined based on the comparison of the competitive solutions.

The program solving the problem accurately and quickly. The program is written by using Visual Basic language. The scheme of optimal electrical connection step by step can apply during the process of planning and designing the electrical network.

Địa chỉ:

Nhận bài ngày 22 tháng 6 năm 2006

Trường Đại học Công nghiệp.