

ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐƠN HÌNH QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG ĐIỆN

Lưu Hữu Vinh Quang

Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG – HCM

TÓM TẮT: Tập thông số cấu trúc của hệ thống điện được hiểu là các thông số liên quan đến các nguồn phát và đường dây truyền tải điện chủ đạo. Mức công suất máy phát và sản lượng điện năng tối ưu của các nhà máy điện phụ thuộc vào chi phí nhiên liệu và chi phí lắp đặt tổ máy, và đồng thời cũng phụ thuộc vào chi phí lắp đặt đường dây, có xét khấu hao thiết bị và tổn thất điện truyền tải hàng năm. Thông thường thì bài toán tối ưu hóa cấu trúc của hệ thống điện thuộc lớp bài toán tối ưu đa mục tiêu với hàm mục tiêu có dạng phi tuyến. Áp dụng phép tuyến tính hóa hàm mục tiêu cùng với các phương trình ràng buộc dạng tuyến tính cho phép ứng dụng thuận lợi giải thuật quy hoạch tuyến tính để tối ưu hóa cấu trúc của hệ thống điện. Một chương trình áp dụng phương pháp đơn hình cho phép tính toán cực tiểu hàm tổng chi phí quy dẫn và thỏa mãn các điều kiện ràng buộc truyền tải công suất, có xét mức dự trữ công suất của các nút và mức dự trữ nhiên liệu để phát triển mở rộng cấu trúc hệ thống điện.

1. GIỚI THIỆU

Mô hình toán quy hoạch hệ thống điện truyền tải thông thường là loại mô hình tổng hợp, được xem như là một phương tiện tính toán khởi đầu từ việc nhập các số liệu dự báo, phối hợp mở rộng tính toán theo một quy trình xác định trước nhằm đưa ra các phương án thiết kế tối ưu hoặc gần tối ưu. Mô hình toán quy hoạch có thể thực hiện các luận lý phối hợp với chuyên gia thiết kế, các phối hợp này thường có giới hạn ở mức hiệu chỉnh số liệu trong khi chương trình đang thi hành tính toán. Một số phương pháp toán tối ưu hóa được ứng dụng nhiều trong quy hoạch mở rộng hệ thống điện, ví dụ như : quy hoạch tuyến tính [1][2][3], quy hoạch động, quy hoạch phi tuyến, quy hoạch nguyên hỗn hợp, phương pháp cận và nhánh, cũng như các kỹ thuật định vị, phân lập và phối hợp ... Tùy theo quy trình quy hoạch mở rộng một hệ thống điện mà mô hình tính toán quy hoạch hệ thống có thể áp dụng phương pháp toán tối ưu chặt chẽ hoặc chỉ có thể vận dụng các quy phạm kỹ thuật để áp dụng các giải pháp tính toán ước lượng, dẫn đến kết quả chấp nhận gần tối ưu. Thực tế áp dụng một mô hình toán chặt chẽ sẽ cho ra một giải pháp quy hoạch tối ưu, nhưng chỉ là tối ưu thỏa mãn các giả thiết theo thông tin dự báo chưa đủ chính xác trong điều kiện biến động về kỹ thuật, về tài chính và về môi trường đầu tư.

Mô hình quy hoạch hệ thống điện truyền tải có thể phân biệt thành loại mô hình tĩnh hay mô hình động. Mô hình tĩnh thường được áp dụng khi quy hoạch hệ thống điện trong một giai đoạn duy nhất, không xét đầu tư vốn lắp đặt thiết bị ở nhiều thời điểm khác nhau, chỉ xác định một tình huống phương án tối ưu quy dẫn về một năm. Trong bài viết này chúng tôi đưa ra kết quả áp dụng mô hình động với phương pháp đơn hình trong việc quy hoạch phát triển mở rộng hệ thống điện, xem xét vài giai đoạn đầu tư vốn lắp đặt thiết bị trong nhiều năm, xác định phương án phát triển tối ưu của các giai đoạn khác nhau đối với một hệ thống điện cần quy hoạch.

2. THIẾT KẾ MỞ RỘNG HỆ THỐNG ĐIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐƠN HÌNH

2.1. Vấn đề quy hoạch thiết kế mở rộng hệ thống điện

Công suất điện tiêu thụ cho phát triển sản xuất hàng hóa và phục vụ nhu cầu hoạt động văn hóa xã hội ngày càng phát triển. Quy luật phát triển tương lai của phụ tải điện được cơ quan chức năng dự báo, quy hoạch thành bản đồ phát triển MW/km² của các đơn vị khu vực tiêu thụ điện tập trung. Thông thường các số liệu khởi đầu để giải quyết bài toán này là các trị số P(MW) và cosj của tải điện được phát triển theo thời gian tại các điểm nút trên lưới điện; Tập hợp các công trình

điện hiện hữu và phương án quy hoạch các công trình điện mới; Các đặc tính kỹ thuật của trang thiết bị điện và các chỉ số quy phạm kinh tế – kỹ thuật, giá cả trang thiết bị và định mức chi phí vận hành. Để thiết kế mở rộng một sơ đồ hệ thống điện tương lai thì cần định hướng các phương án sơ đồ cơ sở phát triển của hệ thống mạng lưới điện; cần chọn lựa thành phần cấu trúc và thông số của các phần tử tham gia trong sơ đồ hệ thống điện theo từng giai đoạn quy hoạch phát triển hệ thống và xác định thời hạn hoạt động hiệu quả kinh tế – kỹ thuật của tổng sơ đồ quy hoạch hệ thống điện.

Bài toán tối ưu hóa cấu trúc hệ thống điện bao gồm tính toán đáp ứng cực tiểu chi phí đặt trang thiết bị và cực tiểu chi phí vận hành các phần tử lưới điện, đồng thời đảm bảo tuân thủ các định mức quy phạm kỹ thuật đối với chất lượng và độ tin cậy cung cấp điện trong các giai đoạn phát triển sơ đồ hệ thống điện. Điều kiện tối ưu được thiết lập ở dạng cực tiểu tổng các chi phí quy dẫn xét trên tất cả các phần tử lưới điện có xét đến tính chất động của sự biến đổi các chi phí này theo tiêu chuẩn kinh tế – kỹ thuật. Khi so sánh các phương án khác nhau để xây dựng sơ đồ lưới điện thì có thể giả thiết rằng thành phần chi phí cố định đối với các công trình hiện hữu là bằng nhau đối với các phương án, và có thể loại bỏ ra khỏi hàm mục tiêu. Thực hiện tối ưu hóa về tiết diện dây dẫn truyền tải điện sau khi chọn được phương án sơ đồ lưới điện. Tùy theo dòng công suất tải trên đường dây biến đổi ở vùng kinh tế – kỹ thuật nào mà chọn được số lộ tối ưu, hàm chi phí tối ưu tùy thuộc vào số mạch song song của đường dây.

Bài toán thiết kế mở rộng hệ thống điện thường xuất phát từ các số liệu khởi điểm không đủ chính xác về số lượng cũng như chất lượng. Bởi vậy, cho nên có thể chấp nhận các phương án gần tối ưu theo các cách tiếp cận giải quyết bài toán như sau : Biến đổi bài toán tối ưu hóa hệ thống điện về dạng cho phép áp dụng được một phương pháp toán tối ưu có giải thuật chặt chẽ, cho phép dẫn đến một dạng đáp số tối ưu toàn cục; Có thể bỏ qua một số điều kiện ràng buộc, như thế cho phép giải được bài toán một cách chặt chẽ về mặt toán học, tuy nhiên có thể chỉ nhận được lời giải gần tối ưu. Giải quyết bài toán quy hoạch phát triển mở rộng hệ thống điện theo tình huống động của các giai đoạn phát triển kinh tế, xét theo một quy trình nhiều giai đoạn tính toán liên tiếp lặp lại để tiến đến một giải pháp tốt nhất. Điều kiện cho phép phát triển hệ thống theo từng giai đoạn phải được thỏa mãn trên mỗi giai đoạn phát triển hệ thống điện, phải đảm bảo đủ các quy phạm kỹ thuật và phải cho phép phát triển chuyển biến từ một trạng thái sơ đồ này sang một trạng thái sơ đồ khác. Trong trường hợp đầu tư vốn thực hiện cho phương án sơ đồ phát triển trên các thời hạn khác nhau thì chi phí biến đổi theo thời gian, khi so sánh các phương án khác nhau cần phải thực hiện một tiêu chuẩn tối ưu mà các chi phí ở mỗi thời điểm khác nhau phải được quy dẫn về cùng một thời điểm.

2.2. Phương pháp quy hoạch tuyến tính.

Bài toán quy hoạch tuyến tính tổng quát [4][5][6][7] được phát biểu như sau, yêu cầu tìm cực tiểu hàm mục tiêu :

$$F(x) = \sum_{i=1}^n c_i x_i \rightarrow \min ; \quad (1)$$

thỏa mãn tập (m) điều kiện ràng buộc :

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i ; \quad \sum_{j=1}^n a'_{ij} x_j \leq b'_i ; \quad \sum_{j=1}^n a''_{ij} x_j = b''_i ; \quad i = 1, 2, \dots ; \quad (2)$$

với $x_i \geq 0$ là các biến số tối ưu hóa tham gia trong hàm mục tiêu; c_i là các hệ số liên quan đến định mức chi phí kinh tế – kỹ thuật xét theo biến x_i ; a_{ij} , a'_{ij} , a''_{ij} , b_i , b'_i , b''_i là các hệ số mô tả các điều kiện giới hạn kinh tế – kỹ thuật liên quan đến biến x_j trong mỗi liên hệ thuộc phạm vi của bài toán tối ưu hóa.

Thông thường giải bài toán này bằng phương pháp đơn hình, còn có thể gọi tên là phương pháp lần lượt cải thiện mặt bằng. Bản chất của phương pháp đơn hình là trước hết phải bằng cách nào đó xác định một mặt bằng khởi đầu làm chuẩn của bài toán được khảo sát, mặt bằng này được

biểu thị bởi một tập $\mathbf{x}_i$, mà có số lượng bằng với số m các điều kiện ràng buộc. Các biến $\mathbf{x}_k$ không liên quan đến mặt bằng chuẩn khởi điểm được cho bằng zero. Biết rằng lời giải tối ưu của bài toán quy hoạch tuyến tính sẽ đạt được trên một trong số các mặt bằng chuẩn như thế, mà số

lượng các mặt bằng này không vượt quá mức $\frac{n!}{m!(n-m)!}$. Như vậy thì việc tìm được lời giải tối

ưu chính là lần lượt chọn lọc có định hướng các mặt bằng chuẩn, sao cho trong quá trình tìm kiếm dần dần làm giảm hàm mục tiêu $\mathbf{F}(\mathbf{x})$ bởi đưa vào mặt bằng chuẩn các biến số mới với các hệ số nhỏ nhất có trong hàm mục tiêu $\mathbf{F}(\mathbf{x})$.

Khi áp dụng để giải bài toán tối ưu hóa cấu trúc công suất nguồn phát của hệ thống điện thì các biến số $\mathbf{x}_i$ được nhận bởi các trị số công suất và điện năng phát ra từ các nguồn điện, cũng như dòng công suất và điện năng truyền tải trên các tuyến đường dây.

3. MÔ HÌNH TOÁN TỐI ƯU HÓA CẤU TRÚC HỆ THỐNG ĐIỆN

Bài toán tối ưu hóa cấu trúc hệ thống điện là loại bài toán phức tạp. Phân tích các phương pháp quy hoạch toán học (phi tuyến, tuyến tính, quy hoạch động và lý thuyết quá trình tối ưu) đã rút ra kết luận rằng có thể áp dụng phương pháp quy hoạch tuyến tính một cách hiệu quả cao đối với lớp bài toán này [2].

Hàm mục tiêu $\mathbf{F}(\mathbf{x})$ được nhận bởi tổng chi phí quy dẫn $\mathbf{C}$ để phát triển nguồn và đường dây. Điều kiện ràng buộc là các phương trình cân bằng công suất cung cấp điện của hệ thống và các ràng buộc về giới hạn các dạng nhiên liệu khác nhau. Có thể phát biểu bài toán như sau : tìm cấu trúc tối ưu của công suất nguồn phát và các đường dây truyền tải chủ đạo sao cho cực tiểu chi phí tính toán quy dẫn, có xét đến tính chất phát triển động của các nút phụ tải, có xét đến thành phần các công trình năng lượng hiện hữu và được đưa vào khai thác mới trong suốt khoảng thời hạn quy hoạch và có xét đến độ tin cậy của hệ thống điện.

Đầu tiên sẽ xét đến bài toán tối ưu hóa chỉ trong một khoảng thời gian ngắn nào đó (chưa xét đến sự phát triển động). Hàm mục tiêu cực tiểu tổng chi phí tính toán sẽ được viết như sau :

$$\mathbf{C} = \sum_{i,r,f} \mathbf{c}_i^{(r,f)} \mathbf{P}_{gi}^{(r,f)} + \sum_{i,j} \mathbf{c}_{ij} \mathbf{P}_{ij}^M \quad \text{® min} ; \quad (3)$$

với $\mathbf{P}_{gi}^{(r,f)}$ là công suất của nguồn phát (r) hoạt động với loại nhiên liệu (f) tại hệ thống thứ (i) ; $\mathbf{P}_{ij}^M$ là mức truyền tải dòng công suất của các đường dây (i-j) mới đưa vào vận hành; $\mathbf{c}_i^{(r,f)}$ và $\mathbf{c}_{ij}$ là suất chi phí quy dẫn của nguồn thuộc hệ thống (i) và của tuyến đường dây (i-j).

Tại mỗi hệ thống thuộc nút thứ (i) thành lập được điều kiện ràng buộc bất đẳng thức về công suất MW, thỏa mãn điều kiện cung cấp điện ở thời điểm tải tính toán:

$$\sum_{r,f} \mathbf{P}_{gi}^{(r,f)} + \sum_j \mathbf{P}_{ij} - \sum_j \mathbf{h}_{ij}^{(p)} \mathbf{P}_{ji} \leq \mathbf{P}_{pti} + \mathbf{P}_i^{dt} ; \quad (4)$$

với $\mathbf{P}_{pti}$ là tổng công suất phụ tải của hệ thống thuộc nút (i) ; $\mathbf{P}_i^{dt}$ là mức độ yêu cầu dự trữ công suất đối với hệ thống thứ (i) ; $\mathbf{P}_{ij}$ và $\mathbf{P}_{ji}$ là công suất trên nhánh (i-j) cũng như nhánh (j-i) ; $\mathbf{h}_{ij}^{(p)}$ hệ số xét đến mức tổn hao công suất trên đường dây (i-j).

Thực chất việc huy động công suất máy phát có thể bị giới hạn thời gian sử dụng trong năm bởi quy phạm kỹ thuật hoạt động của chúng, ví dụ một khối tổ máy nhiệt điện ngưng hơi được quy định hoạt động trong một năm không ít hơn 1500giờ và không nhiều hơn 7200giờ. Do đó, cần thành lập bất đẳng thức đối với điều kiện cung cấp điện năng tại nút thứ (i):

$$\sum_{r,f} \mathbf{P}_{gi}^{(r,f)} \mathbf{T}_{gi}^{(r,f)} + \sum_j \mathbf{A}_{ij} - \sum_j \mathbf{h}_{ji}^{(w)} \mathbf{A}_{ji} \leq \mathbf{A}_{pti} ; \quad (5)$$

với A_{ij} và A_{ji} là lượng điện năng truyền giữa 2 nút (i-j) trong một năm ; $h^{(A)}_{ji}$ là hệ số xét đến tổn hao điện năng truyền tải trên đường dây (i-j) ; A_{pti} là mức độ yêu cầu điện năng hàng năm của phụ tải ở hệ thống thuộc nút (i) ; $T^{(r,f)}_{gi}$ là số giờ hoạt động công suất của nguồn phát thuộc hệ thống (i) trong một năm ;

Viết được dạng bất phương trình về điều kiện cân bằng điện năng như ở đây là nhờ giả thiết rằng chế độ hoạt động của các nhà máy điện đã được biết, do đó mà $T^{(r,f)}_{gi}$ được xem là các hằng số. Tuy nhiên, trong thực tế chế độ hoạt động của các nhà máy điện chưa được biết, chỉ biết được sau khi tối ưu hóa xong cấu trúc công suất các nguồn phát.

Để áp dụng phương pháp quy hoạch tuyến tính thì áp dụng cách tính như sau:

Công suất phải tìm của các nguồn máy phát được biểu thị ở dạng tổng các số hạng công suất thành phần $P_{gi} = (P'_{gi} + P''_{gi} + \dots)$ và mỗi thành phần công suất này sẽ tương ứng với mỗi trị số thời gian sử dụng trong năm là $T'_{gi}, T''_{gi}, \dots$

Như vậy, điều kiện cung cấp điện năng trong năm tại hệ thống (i) được viết như sau :

$$\sum_{r,f} (P'_{gi} T'^{(r,f)}_{gi} + P''_{gi} T''^{(r,f)}_{gi} + \dots) + \sum_j A_{ij} - \sum_j h^{(w)}_{ji} A_{ji} \geq A_{pti} ; \quad (6)$$

Đồng thời phải xét đến các giới hạn ràng buộc về công suất phát và lượng điện năng sản xuất ra trong năm:

$$P_{gi}^{(r,f)} \in P_{ggh}^{(r,f)} ; \quad (7)$$

$$\text{và} \quad \sum_{r,f} P_{gi}^{(r,f)} T_{gi}^{(r,f)} \in A_{ggh}^{(r,f)} ; \quad (8)$$

Các ràng buộc về giới hạn truyền công suất và điện năng trên các đường dây hiện hữu và cải tạo mới:

$$P_{ij} + P_{ji} - P_{ij}^M \in P_{ij}^H ; \quad (9)$$

$$\text{và} \quad A_{ij} + A_{ji} - P_{ij}^M T_{ij} \in P_{ij}^H T_{ij} ; \quad (10)$$

Ràng buộc về dự trữ khai thác sử dụng nguồn nhiên liệu :

$$\sum_{i,r} P_{gi}^{(r,f)} T_{gi}^{(r,f)} S C_i^{(r,f)} \in B_r ; \quad (11)$$

Với $SC_i^{(r,f)}$ là suất chi phí nhiên liệu dạng (f) của loại nguồn điện (r) tại nút (i) trong khoảng thời gian $T_{gi}^{(r,f)}$ phát công suất $P_{gi}^{(r,f)}$; còn B_r là định mức giới hạn sử dụng tài nguyên nhiên liệu dạng (f) ;

Có thể xét đến điều kiện bị hạn chế mức vốn đầu tư xây dựng công trình điện lực dạng (r) liên quan đến tiêu thụ nguyên nhiên liệu dạng (f) thuộc hệ thống thứ (i) :

$$\sum_{i,r,f} V_i^{(r,f)} P_{gi}^{(r,f)} \in V_{gh} ; \quad (12)$$

Ngoài ra, còn có thể phát sinh các điều kiện ràng buộc khác, tùy thuộc vào nội dung cụ thể của bài toán áp dụng trong thực tế.

Cần có phương pháp thích hợp để xác định các hệ số của hàm mục tiêu.

Đối với các nguồn máy phát xây dựng mới, cần phải viết biểu thức suất chi phí quy dẫn với hệ số như sau : $c_i^{(r,f)} = C_{iV}^{(r,f)} + C_{iN}^{(f)} ;$ (13)

với $C_{iV}^{(r,f)}$ là hệ số liên quan đến chi phí đầu tư đặt và khấu hao tổ máy hàng năm; $C_{iN}^{(f)}$ là hệ số liên quan đến chi phí nhiên liệu dạng (f) của tổ máy ở nút (i);

Đối với các đường dây xây dựng mới thì hệ số đối với P_{ij}^M là $c_{ij} = aV_{ij}$; với V_{ij} là suất vốn đầu tư cho một kW khả năng truyền tải của đường dây (i-j); a là hệ số định mức khấu hao, bảo trì và sửa chữa đối với đường dây.

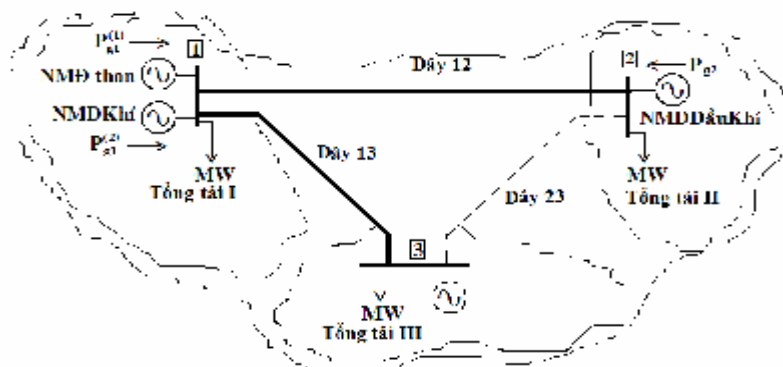
Đối với nguồn máy phát điện hiện hữu thì: $c_i^{(r,f)} = C_{iN}^{(f)}$;

Đối với các đường dây hiện hữu thì các hệ số đối với P_{ij} và P_{ji} được cho bằng zero.

4. VÍ DỤ QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN MỞ RỘNG HỆ THỐNG ĐIỆN

Xét bài toán yêu cầu quy hoạch phát triển tối ưu hóa cấu trúc của một hệ thống liên kết 3 hệ thống điện khu vực (xem sơ đồ mô phỏng đẳng trị như trên Hình 1) với bảng số liệu dự báo tổng tải điện phát triển trong một giai đoạn 12 năm. Trong hệ thống điện khu vực I (mô phỏng đẳng trị bởi nút số 1) quy hoạch phát triển 2 nguồn công suất gồm: một nhà máy nhiệt điện ngưng hơi chạy bằng than và một nhà máy nhiệt điện turbin khí. Trong hệ thống điện khu vực II (được đẳng trị bởi nút số 2) quy hoạch phát triển nhà máy nhiệt điện nhiên liệu dầu khí hỗn hợp với mức giới hạn cho phép sử dụng nhiên liệu là 2900000tấn/năm. Trong hệ thống điện khu vực III (được đẳng trị bởi nút số 3) dự kiến sẽ đặt một nhà máy điện nhiên liệu dầu khí hỗn hợp với mức giới hạn cho phép sử dụng nhiên liệu là 2570000tấn/năm.

Đường dây liên kết hiện hữu, nối hệ thống I với các hệ thống II và III, có khả năng truyền tải điện 300MW.



Hình 1 - Sơ đồ khối đầu giai đoạn quy hoạch
Hệ thống điện liên kết 3 hệ thống điện khu vực.

Dự báo yêu cầu tổng phụ tải điện của các khu vực hệ thống điện						
Năm	Hệ thống I		Hệ thống II		Hệ thống III	
	MW	MWh	MW	MWh	MW	MWh
1	1300	6463600	1700	8500000	50	250000
2	1400	6961000	1800	9000000	150	750000
3	1500	7458000	1900	9500000	250	1250000
4	1600	7955000	2000	10000000	350	1750000
5	1700	8452000	2100	10500000	450	2250000
6	1800	8950000	2200	11000000	550	2750000
7	1900	9447000	2300	11500000	650	3250000
8	2000	9944000	2400	12000000	750	3750000
9	2100	10440000	2500	12500000	850	4250000
10	2200	10936000	2600	13000000	950	4750000
11	2300	11433000	2700	13500000	1050	5250000
12	2400	11930000	2800	14000000	1150	5750000

Nhà máy điện nhiên liệu than và nhà máy điện dầu khí hỗn hợp có hai mức phát công suất tính toán tương ứng với các khoảng thời gian sử dụng xấp xỉ 6000giờ và 4000giờ. Nhà máy điện turbin khí cũng có 2 mức công suất phát với hai khoảng thời gian sử dụng xấp xỉ 1000giờ và 500giờ. Lượng công suất truyền tải trên các đường dây được biểu thị với hệ số xét tổn hao gần bằng 0,97.

Bài toán quy hoạch phát triển hệ thống điện này được thành lập với hàm mục tiêu gồm có 23 biến số và 14 điều kiện ràng buộc.

4.1.Áp dụng tính số cụ thể đối với thời điểm ngay trước khi khởi đầu giai đoạn quy hoạch:

Hàm mục tiêu:

$$F(x)=65,6x_1 +55,3x_2 +30,5x_3 +25,5x_4 +68,8x_5 +57x_6 +7x_{11} +7x_{14} +7x_{19} +68,8x_{22} +57x_{23} \rightarrow \min ;$$

Khi khởi đầu giai đoạn quy hoạch thì hàm mục tiêu phải thỏa mãn 14 điều kiện ràng buộc như sau:

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 - x_7 + 0,97x_8 - x_{12} + 0,97x_{13} &\leq 1,3 ; \\ 6x_1 + 4x_2 + x_3 + 0,5x_4 - x_9 + 0,97x_{10} - x_{15} + 0,97x_{16} &\leq 6,464 ; \\ x_5 + x_6 + 0,97x_7 - x_8 - x_{17} + 0,97x_{18} &\leq 1,7 ; \\ 6x_5 + 4x_6 + 0,97x_9 - x_{10} - x_{20} + 0,97x_{21} &\leq 8,5 ; \\ 0,97x_{12} - x_{13} + 0,97x_{17} - x_{18} + x_{22} + x_{23} &\geq 0,05 ; \\ 0,97x_{15} - x_{16} + 0,97x_{20} - x_{21} + 6x_{22} + 4x_{23} &\geq 0,25 ; \\ x_7 + x_8 - x_{11} &\leq 0,3 ; \\ x_9 + x_{10} - 8x_{11} &\leq 2,4 ; \\ x_{17} + x_{18} - x_{19} &\leq 0 ; \\ x_{20} + x_{21} - 8x_{19} &\leq 0 ; \\ x_{12} + x_{13} - x_{18} &\leq 0,3 ; \\ x_{15} + x_{16} - 8x_{218} &\leq 2,4 ; \\ 1,87x_5 + 1,3x_6 &\leq 2,9 ; \\ 1,87x_{22} + 1,3x_{23} &\leq 2,57 ; \end{aligned}$$

Áp dụng chương trình tính toán theo phương pháp đơn hình, sau 10 lần tính lặp (sai số cho phép là 0,001) nhận được kết quả tối ưu cấu trúc hệ thống là: $\min F(x)=182,38629$ (triệu \$/năm); Và nhận thấy : khi chưa đưa đường dây nối các hệ thống II và III vào vận hành thì cần phải quy hoạch như sau :

Yêu cầu công suất phát tại hệ thống khu vực I: P_{g1} (Than)=1080,61MW; P_{g1} (Khí)=570,93MW; Yêu cầu công suất phát tại hệ thống khu vực II: P_{g2} (DầuKhí)=1409MW; Chưa cần phát công suất tại hệ thống khu vực III.

4.2.Kết quả tính số cụ thể đối với 12 năm của giai đoạn quy hoạch :

Tổng tải của hệ thống điện khởi đầu là 3050MW ở năm đầu tiên đến năm thứ 12 tăng đến 6350MW. Quy hoạch mở rộng nguồn công suất của các nhà máy điện ở các khu vực và xây dựng tăng cường các tuyến đường dây liên kết các hệ thống điện sẽ dựa theo kết quả tính toán như sau:

Năm	Pg1 MW Than	Pg1 MW Khí	Pg2 MW Dầu Khí	Pg3 MW Dầu Khí	P12 MW	P13 MW	P32 MW	minF(x) 10 ⁶ \$/năm	số lập
1	1320,94	579,06	1175,23	0	300	300	241	182,275	10
2	1368,1	631,9	1372,23	0	300	300	141	200,27	10
3	1414,61	685,39	1550,8	19	300	300	60	218,278	11
4	1454,92	745,08	1550,8	222,9	300	300	163	236,417	11
5	1496,92	803,08	1550,8	425,18	300	300	266,18	254,624	11
6	1610,72	858,55	1550,8	559	369,28	300	300	273,196	11
7	1758,16	914,21	1550,8	659	472,37	300	300	291,888	11
8	1905,6	969,66	1550,8	759	575,46	300	300	310,581	15
9	2053,04	1025,51	1550,8	859	678,55	300	300	329,247	15
10	2200,12	1081,53	1550,8	959	781,65	300	300	347,952	15
11	2347,56	1137,18	1550,8	1059	884,74	300	300	366,645	15
12	2495,54	1192,29	1550,8	1159	987,83	300	300	385,360	16

4.3. Từ bảng số liệu kết quả tính toán quy hoạch hệ thống điện nhận thấy như sau :

Đưa vào vận hành đường dây nối hai hệ thống II và III ngay từ năm thứ 1 sẽ có lợi vì làm giảm được tổng chi phí tính toán từ 182,386 triệu \$/năm xuống còn 182,275 triệu \$/năm; (Hình 2).

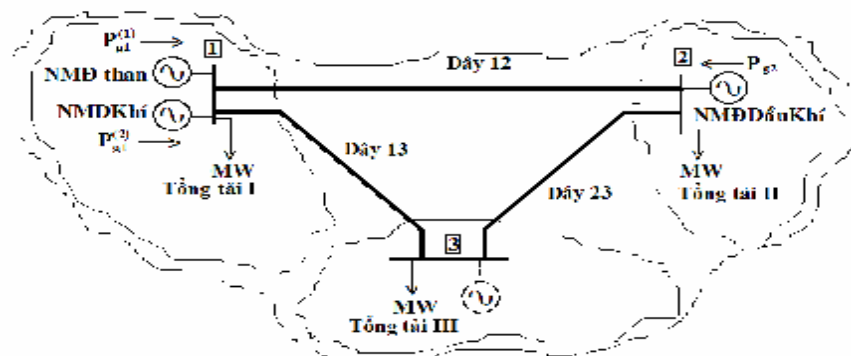
Từ bảng kết quả cho thấy : các năm thứ 1 và 2 chưa cần phát công suất tại hệ thống III, nhưng đến năm thứ 3 thì nên bắt đầu đưa nhà máy điện của hệ thống III vào vận hành phát điện thì sẽ đạt được hiệu quả kinh tế - kỹ thuật; (Hình 2 và Hình 3).

Để đảm bảo điều kiện kỹ thuật truyền tải thì cần phải đầu tư xây dựng tăng cường thêm đường dây truyền tải điện nối hệ thống I và hệ thống II, cần mở đề án thiết kế cải tạo mở rộng đường dây, xem xét công suất tăng từ năm thứ 6 cho đến năm thứ 12 của giai đoạn quy hoạch, sao cho đáp ứng tăng cường khả năng truyền tải công suất trên đường dây này; (Hình 4 và Hình 5).

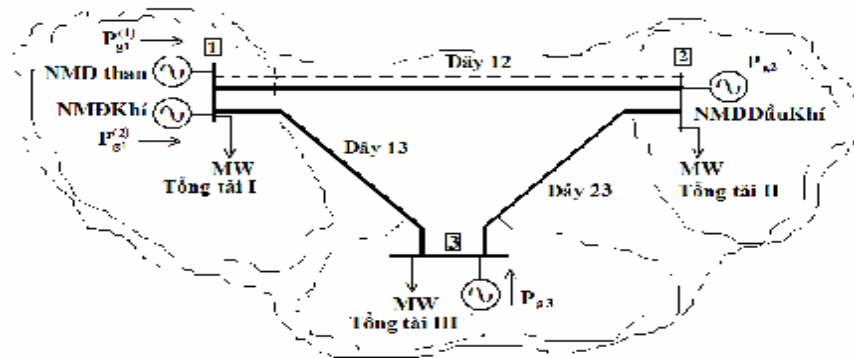
Công suất nguồn cần phát triển liên tục đảm bảo cung cấp điện liên tục theo mức tăng trưởng của tải điện, sao cho đến năm thứ 12 thì nguồn của hệ thống I phải được đặt công suất máy phát lớn hơn 3700MW (có thể đặt máy phát đến công suất 4500MW). Còn ở hệ thống II và III cần đặt công suất máy phát trên 1600MW.

Cần tiến hành phối hợp bổ sung các tính toán kỹ thuật kiểm tra ổn định hệ thống điện theo tiêu chuẩn thiết kế dự phòng sự cố bị cắt mất đường dây và bị cắt mất công suất nguồn máy phát.

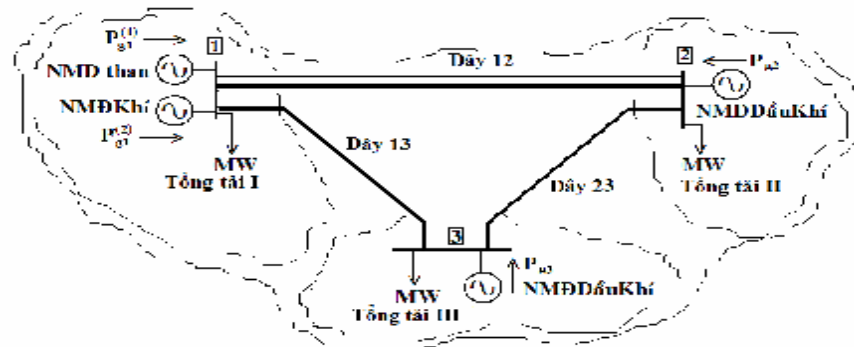
4.4. Quan sát trên sơ đồ đẳng trị tóm tắt từng giai đoạn phụ trong quá trình quy hoạch phát triển hệ thống điện:



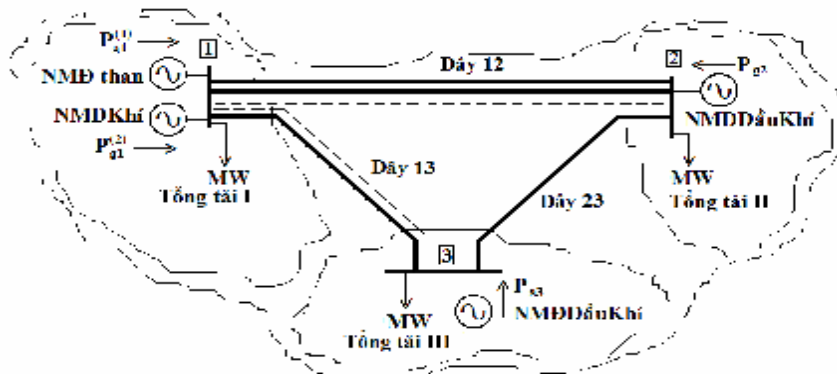
Hình 2 - Sơ đồ phát triển hệ thống giai đoạn quy hoạch từ năm thứ 1 đến năm thứ 3



Hình 3 - Sơ đồ phát triển hệ thống giai đoạn quy hoạch từ năm thứ 3 đến năm thứ 6



Hình 4 - Sơ đồ phát triển hệ thống giai đoạn quy hoạch từ năm thứ 6 đến năm thứ 9



Hình 5 - Sơ đồ phát triển hệ thống giai đoạn quy hoạch từ năm thứ 9 đến năm thứ 12 và tiếp tục.

5. KẾT LUẬN

Áp dụng phương pháp đơn hình cho phép thực hiện mô hình toán tối ưu hóa cấu trúc hệ thống liên tục trong quá trình quy hoạch phát triển động của hệ thống điện. Trong quá trình tính toán cho phép xác định được các thời điểm đầu tư vốn hợp lý để lắp đặt tăng cường tối ưu trang thiết bị theo sự phát triển tổng phụ tải của các hệ thống điện khu vực. Bài toán quy hoạch thiết kế tối ưu hóa cấu trúc của hệ thống điện lực bao gồm quy hoạch tối ưu công suất nguồn máy phát và

thiết kế tối ưu đường dây truyền tải điện, có xét đến điều phối kinh tế công suất P của các nguồn điện, có xét các điều kiện ràng buộc kỹ thuật hoạt động của hệ thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. J.K.Delson& S.M.Shahidehpour, *Linear programming applications to power system economics planning and operations*, IEEE Transactions on Power System, Vol.7. No.3, August, (1992).
- [2]. O.V.Sherbatchev, *Ứng dụng máy tính số trong kỹ thuật điện lực*. Energie –Leningrad, (1980).
- [3]. H.M.Khodr, J.F.Gomez, L.Barnique, J.H.Vivas, P.Paiva, J.M.Yusta, A.J.Urdaneta, *A Linear Programming Methodology for the Optimization of Electric Power-Generation Schemes*. IEEE
- [4]. *Transactions on Power Systems*, Vol.17, No.3, August, (2002).
- [5]. Stephen G.Nash, Ariela Sofer, *Linear and nonlinear programming*, Mc-GrawHill, (1996).
- [6]. Bùi Thế Tâm, Trần Vũ Thiệu, *Các phương pháp tối ưu hóa*, NXB Giao thông vận tải, (1998).
- [7]. Đặng Hấn, *Quy hoạch tuyến tính*, Đại học Kinh tế Tp.HCM, (1995).
- [8]. Nguyễn Cảnh, *Quy hoạch tuyến tính*, ĐHQG – HCM, (2004).