

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

NGUYỄN HỮU THUẦN

**NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN TỐI ƯU TRÀO LƯU CÔNG
SUẤT TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN VIỆT NAM CÓ TÍNH
ĐẾN GIÁ ĐIỆN CẠNH TRANH**

Chuyên ngành: MẠNG VÀ HỆ THỐNG ĐIỆN

Mã số: 60.52.50

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng - Năm 2012

Công trình được hoàn thành tại
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: **PGS.TS. LÊ KIM HÙNG**

Phản biện 1: **TS. NGUYỄN HỮU HIẾU**

Phản biện 2: **PGS.TSKH. HỒ ĐẮC LỘC**

Luận văn được bảo vệ tại Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp
thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 27 tháng 10
năm 2012.

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Trung tâm Thông tin - Học liệu, Đại học Đà Nẵng.
- Trung tâm Học liệu, Đại học Đà Nẵng.

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài:

Trong tình hình kinh tế thị trường của đất nước đang ngày càng phát triển, vấn đề kinh tế kỹ thuật trong vận hành và thiết kế hệ thống điện là vô cùng cần thiết. Hiện nay ở nước ta do các nguồn năng lượng truyền thống ngày càng cạn kiệt, nhu cầu sử dụng điện năng ngày càng tăng, biến đổi khí hậu ngày càng phức tạp không theo một quy luật nhất định làm ảnh hưởng không nhỏ đến nguồn năng lượng tự nhiên. Khiến giá thành năng lượng ngày một tăng.

Việc áp dụng bài toán OPF trong thời gian qua cũng đã được đề cập đến rất nhiều nhưng kết quả vận hành hệ thống vẫn còn nhiều bất cập chưa đạt được kết quả như nội dung của bài toán đã nêu.

Mặc dầu thị trường điện cạnh tranh tại Việt Nam đã đi vào hoạt động nhưng vẫn còn một số hạn chế nhất định, chưa thể hiện được tính hiệu quả trong quá trình sử dụng và tiết kiệm điện năng.

Nhằm tạo môi trường đầu tư tốt, sự công bằng cho bên mua và bán điện cũng như lợi ích của người sử dụng điện năng, việc xây dựng bài toán vận hành tối ưu trào lưu công suất trong hệ thống điện có tính đến giá điện cạnh tranh là vấn đề cấp bách cần được quan tâm hiện nay.

2. Mục đích nghiên cứu:

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.

3.1. Đối tượng nghiên cứu.

3.2. Phạm vi nghiên cứu.

4. Phương pháp nghiên cứu

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

6. Cấu trúc của luận văn.

- *Chương 1. Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam:*

- *Chương 2. Các vấn đề trong thị trường điện*
- *Chương 3. Bài toán phân bố Công suất tối ưu trong hệ thống điện có tính đến giá điện cạnh tranh*
- *Chương 4. Áp dụng Bài toán*

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG ĐIỆN VIỆT NAM

1.1. Tổng quan năng lượng thế giới và khu vực.

1.1.1. Tổng quan năng lượng thế giới.

1.1.2. Tổng quan về năng lượng ASEAN.

1.2. Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam.

1.2.1. Vai trò quan trọng thiết yếu của năng lượng đối với sự phát triển kinh tế, xã hội và phục vụ dân sinh .

1.2.2. Nhận định những cơ hội và thách thức, những vấn đề tồn tại trong việc cung ứng và sử dụng điện, đảm bảo an ninh năng lượng Quốc gia:

1.2.3. Đề xuất các giải pháp giúp cải thiện nguồn, cung cấp đủ điện cho phát triển kinh tế xã hội, nâng tính cạnh tranh khi hội nhập kinh tế quốc tế:

- *Phát triển nguồn năng lượng hạt nhân:*
- *Tăng cường hợp tác đầu tư nhà nước-tư nhân (PPP) trong lĩnh vực phát triển nguồn điện:*
- *Nhu cầu vốn:*
- *Các hình thức đầu tư tiềm năng trong ngành điện:*
- *Các khó khăn gặp phải:*
- *Các giải pháp*

1.3. Kết luận:

Thông qua các số liệu thống kê về hệ thống năng lượng thế giới và khu vực ASEAN nói chung và năng lượng Việt Nam hiện nay nói riêng, Theo số liệu mới nhất này, trong năm 2011 tổng nhu cầu năng lượng toàn cầu tăng chậm lại chỉ ở mức 3%, trong đó sản lượng than tiêu thụ trên toàn cầu tăng 6,6% trong năm thứ 12 liên tiếp, dầu mỏ tăng 1%, sản lượng điện giảm 4% do sản lượng điện ở các nước thuộc Tổ chức Hợp tác kinh tế và phát triển (OECD), câu lạc bộ các nước giàu nhất thế giới, giảm tới 9,2%. Sản lượng tiêu thụ khí đốt tự nhiên toàn cầu tăng 2,1% trong năm 2011, mức tăng thấp nhất so với mức tăng 7,2% năm 2010.

Nhu cầu điện hiện nay của VN khoảng 13.000 MW, nhưng EVN mới cung cấp được gần 12.000 MW, thiếu khoảng hơn 1.000 MW. EVN đã phải nhập khẩu từ Trung Quốc là hơn 400 MW chủ yếu là thủy điện nhỏ nhằm giải quyết bức xúc thiếu điện trong mùa hạn hán, để giải quyết tốt các khuyết điểm tồn đọng đối với hệ thống năng lượng hiện nay tại Việt Nam, chúng ta cần quan tâm một số giải pháp cụ thể như sau:

- Cần xây dựng một khung pháp lý phù hợp tiêu chuẩn quốc tế và điều kiện Việt Nam. Chính phủ cần thành lập một cơ quan độc lập quản lý các dự án PPP để thực hiện cơ chế một cửa, tạo điều kiện cho các nhà đầu tư cơ hội nắm bắt thông tin dự án một cách dễ dàng cũng như thuận lợi trong việc triển khai thực thi dự án.

- Xây dựng một cơ chế hỗ trợ đối với các dự án, tính đến vai trò của nhà nước với tư cách là người bảo lãnh và xúc tiến tính khả thi. Tuyên truyền nâng cao nhận thức của các nhà đầu tư tư nhân khi tham gia xây dựng hạ tầng cùng Nhà nước.

- Đẩy nhanh tiến độ xây dựng thị trường điện để thu hút vốn đầu tư từ mọi thành phần kinh tế trong và ngoài nước tham gia hoạt động điện lực.

- Cần xây dựng một cơ chế giá điện minh bạch, đủ hấp dẫn nhà đầu tư. Chính vì giá điện hiện nay còn bộc lộ những yếu tố bất cập nên không thu hút nhà đầu tư. Thêm vào đó, việc bù chéo giữa giá điện sản xuất sang giá điện sinh hoạt vẫn duy trì đang làm giảm sức cạnh tranh của sản phẩm hàng hoá. Việc giá điện không phản ánh đúng chi phí cũng không khuyến khích sử dụng điện tiết kiệm.

CHƯƠNG 2 NHỮNG VẤN ĐỀ TRONG THỊ TRƯỜNG ĐIỆN CẠNH TRANH

2.1. Giới thiệu:

2.1.1. Mô hình thị trường điện tập trung (Mandatory Gross Pool):

2.1.2. Mô hình hợp đồng song phương:

2.2. Giá điện truyền tải

2.3. Giá điện khi xảy ra tắc nghẽn lưới điện truyền tải:

2.3.1 Một vài phương pháp tính chi phí tắc nghẽn:

2.3.2 Các quyền lợi truyền tải:

2.4. Quản lý sự tắc nghẽn mạch.

2.4.1 Phương pháp giải quyết:

Sau quá trình phân tích ngẫu nhiên, Trung tâm điều phối sẽ kiểm tra kế hoạch vận hành với các tắc nghẽn phân vùng và tắc nghẽn liên vùng, cố gắng giảm thiểu các chi phí tắc nghẽn bằng cách cố gắng di chuyển giá trị cân bằng trong kế hoạch của SC. Trong quá trình này, sự điều chỉnh các giá thầu (gia tăng hay suy giảm) thể hiện các thông

tin kinh tế mà Trung tâm điều phối độc lập sẽ dựa trên nó để giải quyết các tắc nghẽn. Khi sự tắc nghẽn liên kết thường xuyên hơn hơn sự tắc nghẽn nội bộ với các hiệu ứng mở rộng hệ thống, Trung tâm điều phối độc lập trước tiên sẽ phải giải quyết các tắc nghẽn ở liên vùng. Thay vì điều chỉnh kế hoạch vận hành, Trung tâm điều phối độc lập sẽ thay đổi trực tiếp trên nguồn phát và tải nối ở hai đầu của đường dây bị tắc nghẽn, và sau đó là một loạt các công tác điều chỉnh của các thiết bị hỗ trợ.

Sau khi các tắc nghẽn trên vùng nội bộ đã được giải quyết, Trung tâm điều phối độc lập sẽ tiếp tục dời đến sự tắc nghẽn vùng liên kết.

2.4.2 Hình thức bài toán tắc nghẽn trong vùng nội bộ:

2.4.3 Hình thức bài toán tắc nghẽn trong vùng liên kết:

2.5. Đấu thầu thị trường điện vào ngày tiếp theo.

2.6. Yếu tố “mềm dẻo” của nhu cầu trong giá điện:

2.6.1 Thị trường điện và giá điện:

2.6.1.1. Mục đích của thị trường điện là đưa ra giá điện hợp lý và cốt lõi vấn đề này là cân bằng giữa hai bên: phía cung cấp và phía có nhu cầu.

2.6.1.2. Việc định giá có trình tự như sau:

2.6.1.3. Giá thị trường được xác định bởi một số quan điểm thiết kế mẫu chốt có liên quan đến cả giá điện lẫn phản ứng của khách hàng.

2.6.2. Độ mềm dẻo của nhu cầu điện:

2.7. Kết luận.

Trong phần này chúng ta tìm hiểu về một số vấn đề gặp phải trong thị trường điện cạnh tranh, 2 mô hình thường được xem xét để áp dụng là mô hình PoolCo, mô hình hợp đồng song phương. Ngoài

ra chương này cũng đưa ra loại hợp đồng về giá điện truyền tải là hợp đồng theo hướng truyền công suất. Trong mạng điện thường xảy ra tắc nghẽn mạch, do đó chi phí tắc nghẽn cũng đã được tìm hiểu và ví dụ cụ thể về tính chi phí tắc nghẽn nội vùng, liên vùng. Tác giả đã tìm hiểu và đề cập đến yếu tố mềm dẻo của giá điện từ đó rút ra một vài quan điểm thiết kế của giá điện thị trường.

Hiện nay, thị trường điện cạnh tranh tại Việt Nam mặc dù đạt được mục tiêu đề ra là thu hút được đồng đảo các nhà máy phát điện tham gia cạnh tranh chào giá nhưng sau hơn một tháng vận hành, thị trường phát điện cạnh tranh đã bộc lộ một số vướng mắc cần sớm giải quyết để đảm bảo minh bạch cũng như nâng cao tính cạnh tranh.

CHƯƠNG 3:

BÀI TOÁN PHÂN BỐ CÔNG SUẤT TỐI ƯU TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN CÓ TÍNH ĐẾN GIÁ ĐIỆN CẠNH TRANH

3.1. Giới thiệu:

Trước khi bắt đầu một OPF, việc xem xét những mục tiêu mà một OPF phải thực hiện là điều vô cùng cần thiết. Mục tiêu chính yếu của một giải thuật OPF là nhằm mục tiêu tối thiểu các chi phí nhằm đáp ứng nhu cầu tải của một hệ thống công suất trong khi vẫn đáp ứng điều kiện an ninh của hệ thống điện. Các chi phí liên quan đến hệ thống công suất có thể tùy thuộc vào mỗi tình huống riêng, nhưng nói chung chúng sẽ được tính vào trong chi phí của máy phát điện (MW) ở mỗi máy phát. Từ quan điểm này của một OPF, công việc đạt được an ninh của hệ thống đòi hỏi ta phải luôn luôn giữ mỗi một thiết bị trong phạm vi hoạt động mong muốn ở trạng thái ổn định. Đạt được điều này đòi hỏi công suất đầu ra tối thiểu và tối đa của các máy

phát, phân bố MVA tối đa trên dây truyền tải và máy phát cũng như là đối với điện áp thanh cái trong phạm vi hoạt động cho phép.

Trong hệ thống điện, phân bố công suất tối ưu giữa các nhà máy có nhiều phương pháp áp dụng để giải quyết các bài toán. Tuy nhiên em chỉ xin giới thiệu phương pháp thường được áp dụng là phương pháp Lagrange.

3.1.1 Bài toán Lagrange:

3.1.2. Phân bố công suất tối ưu giữa các nhà máy nhiệt điện:

Sau khi tính toán ta xác định được: $\xi_1 = \xi_2 = \dots = \xi_n$ (3.11)

3.1.3 Phân bố công suất tối ưu giữa nhiệt điện và thủy điện:

Sau khi tính toán ta xác định được :

$$\varepsilon = \lambda_1 q_1 = \dots = \lambda_n q_n \quad (3.29)$$

3.2. Cơ sở lý luận và phương thức áp dụng:

3.2.1. Giới thiệu:

3.2.2. Những kí hiệu:

x = các biến trạng thái và các điều khiển khác (nấc điều chỉnh).

$s = [s_p^T s_q^T]^T$ = vector cung cấp.

$d = [d_p^T d_q^T]^T$ = vector yêu cầu.

$\hat{s} = [\hat{s}_p^T \hat{s}_q^T]^T$ = vector cung cấp bao gồm vector zero khi không có

nguồn cung cấp tồn tại.

$\hat{d} = [\hat{d}_p^T \hat{d}_q^T]^T$ = vector yêu cầu bao gồm vector zero khi không có tải

tồn tại.

$C(s) = C(s_p, s_q) = \sum C_k(s_p, s_q)$ = chi phí của nhà cung cấp.

$B(d) = B(d_p, d_q) = \sum B_k(d_p, d_q)$ = lợi nhuận của hộ tiêu thụ.

$$h(x, s, d) = \left[\begin{array}{c} \overline{h(x) - \hat{s} + \hat{d}} \\ \overline{h(x)} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} h_p(x, s_p, d_p) \\ h_q(x, s_q, d_q) \\ \overline{h(x)} \end{array} \right] = \text{các ràng buộc cân}$$

bằng.

$h_p(x, s_p, d_p) = \overline{h(x) - \hat{s}_p + \hat{d}_p}$ = đẳng thức phân bố công suất thực.

Xem phụ lục để biết thêm chi tiết.

$h_q(x, s_q, d_q) = \overline{h(x) - \hat{s}_q + \hat{d}_q}$ = đẳng thức phân bố công suất phản

kháng. Xem phụ lục để biết thêm chi tiết.

$$g(x, s, d) = \left[\begin{array}{c} s_{\min} - s \\ s - s_{\max} \\ d_{\min} - d \\ d - d_{\max} \\ \overline{g(x)} \end{array} \right] = \text{các ràng buộc bất cân bằng.}$$

$f(d, p_q) =$ đẳng thức thêm vào dành cho phía khách hàng.

L, \bar{L}, \bar{E} = các hàm Lagrange

$\lambda = [\lambda_h^T \quad \lambda_g^T \quad \lambda_f^T]^T$ = vector nhân tử lagrange

$\lambda_h = [\lambda_{h_1}^T \quad \lambda_{h_2}^T]^T = [\lambda_{h_p}^T \quad \lambda_{h_q}^T \quad \lambda_{h_n}^T]^T$ = vector nhân tử lagrange của

các đẳng thức phân bố công suất và các ràng buộc cân bằng khác.

$\lambda_h = \left[\lambda_{gs\min}^T \quad \lambda_{gs\max}^T \quad \lambda_{gd\min}^T \quad \lambda_{gd\max}^T \quad \lambda_q^T \right]^T =$ vector nhân tử lagrange của các ràng buộc bất cân bằng.

$\lambda_{hs} = \left[\lambda_{hsp}^T \quad \lambda_{hsq}^T \right]^T =$ vector nhân tử lagrange rút gọn chỉ bao

gồm các giá trị đầu vào của đẳng thức phân bố công suất có tính công suất cung cấp thực hoặc phản kháng.

$\lambda_{hd} = \left[\lambda_{hdp}^T \quad \lambda_{hdq}^T \right]^T =$ vector nhân tử lagrange rút gọn chỉ bao

gồm các giá trị đầu vào của đẳng thức phân bố công suất có tính công suất yêu cầu thực hoặc phản kháng.

$\lambda_f = \left[\lambda_{fp}^T \quad \lambda_{fq}^T \right]^T =$ vector nhân tử lagrange của các ràng buộc thêm vào.

$p = \left[p_s^T \quad p_d^T \right]^T = \left[p_s^T \quad p_{sq}^T \quad p_{dp}^T \quad p_{dq}^T \right]^T =$ vector giá của các biến nhà cung cấp và khách hàng (bao gồm giá công suất thực và phản kháng)

$D(\bullet)$ là ngược của $\frac{\partial B(\bullet)}{\partial d}$, ở mức tối ưu, đây là hàm yêu cầu của khách hàng.

$S(\bullet)$ là ngược của $\frac{\partial C(\bullet)}{\partial s}$, ở mức tối ưu, đây là hàm cung cấp của nhà cung cấp.

3.2.3. Công thức OPF tiêu chuẩn truyền thống:

3.2.4. Tối đa hóa lợi nhuận:

3.2.5 Phương pháp tiếp cận chỉnh sửa:

Trong khi tiếp cận để quyết định tối đa hóa lợi nhuận trong mục 3.2.4 có thể được thực hiện, phương pháp này đòi hỏi phải thêm vào các biến và argument của các biến điều khiển. Để đạt được điều này, ta xem xét giải quyết các chương trình phi tuyến được tham số hóa bởi p_d

$\max_{x,s,d} -C(s)$

$$h(x, s, d) = \left[\frac{h(x) - \hat{s} + \hat{d}}{h(x)} \right] = 0$$

$$g(x, s, d) = \begin{bmatrix} s_{\min} - s \\ s - s_{\max} \\ d_{\min} - d \\ d - d_{\max} \\ g(x) \end{bmatrix} \leq 0 \quad (3.36)$$

$$f(d, p_d) = d - D(p_d) = 0$$

Trong đó hàm $D(\bullet)$ là hàm ngược của $\frac{\partial B(\bullet)}{\partial d}$. Theo cách khác,

$$p_d - \frac{\partial B(D(p_d))}{\partial d} = 0, \forall p_d$$

Sử dụng định nghĩa $D(\bullet)$ là hàm ngược của $\frac{\partial B(\bullet)}{\partial d}$, $d - D(p_d) = 0$

làm rõ là $\lambda_f - \frac{\partial B(d)}{\partial d} = 0$. Do đó các điều kiện cần thiết có thể được viết như dưới đây:

$$\begin{aligned} \lambda_h^T \frac{\partial h(x, s, d)}{\partial x} + \lambda_g^T \frac{\partial g(x, s, d)}{\partial x} &= 0 \\ -\frac{\partial C(s)}{\partial s} - \lambda_{hs} - \lambda_{gs\min} + \lambda_{gs\max} &= 0 \end{aligned} \quad (3.40)$$

$$\frac{\partial B(d)}{\partial d} + \lambda_{hd} - \lambda_{gd\min} + \lambda_{gd\max} = 0$$

$$h(x, s, d) = 0$$

$$\lambda_g^T g(x, s, d) = 0; \lambda_g \geq 0$$

Đây là các điều kiện cần thiết như trong các đẳng thức (3.35) mà kết quả trong việc tối đa hóa lợi nhuận. Do đó, chương trình phi tuyến của các đẳng thức này (3.36) mang lại cùng một giải pháp là tối đa hóa lợi nhuận.

Xem xét kết hợp đẳng thức thứ 3 và thứ 5 (3.39) để tạo thành:

$$d - D(-\lambda_{hd} + \lambda_{gd\min} - \lambda_{gd\max}) = 0 \quad (3.41)$$

Bây giờ thay thế đẳng thức (3.41) lại vào đẳng thức (3.39). Điều này tạo kết quả trong các điều kiện cần thiết sau:

$$\begin{aligned} &\left(\begin{aligned} &\lambda_h^T \frac{\partial h(x, s, D(-\lambda_{hd} + \lambda_{gd\min} - \lambda_{gd\max}))}{\partial x} \\ &+ \lambda_g^T \frac{\partial g(x, s, D(-\lambda_{hd} + \lambda_{gd\min} - \lambda_{gd\max}))}{\partial x} \end{aligned} \right) = 0 \\ &-\frac{\partial C(s)}{\partial s} - \lambda_{hs} - \lambda_{gs\min} + \lambda_{gs\max} = 0 \end{aligned}$$

$$h(x, s, D(-\lambda_{hd} + \lambda_{gd\min} - \lambda_{gd\max})) \quad (3.41)$$

$$\begin{aligned} \lambda_g^T g(x, s, D(-\lambda_{hd} + \lambda_{gd\min} - \lambda_{gd\max})) &= 0 \\ \lambda_g &\geq 0 \end{aligned}$$

Bây giờ so sánh đẳng thức (3.41) và đẳng thức (3.30) là các điều kiện cần thiết để tối ưu cho công thức OPF tiêu chuẩn nhằm tối thiểu hóa các chi phí phát. Chúng cùng các đẳng thức với đẳng thức truyền thống $d - D(-\lambda_{hd} + \lambda_{gd\min} - \lambda_{gd\max}) = 0$ ép buộc cho sau điều chỉnh.

Do đó, nhằm đưa tối đa hóa lợi nhuận vào đẳng thức OPF đang tồn tại để tối thiểu hóa các chi phí máy phát, chỉ một điều duy nhất thực hiện là thêm đẳng thức $d - D(-\lambda_{hd} + \lambda_{gd\min} - \lambda_{gd\max}) = 0$ vào các điều kiện cần để cho phép yêu cầu của khách hàng thay đổi.

3.2.6 Hàm yêu cầu của khách hàng:

Yêu cầu của khách hàng trong phần phát triển của chúng ta là một hàm giá trả lại tại các nút: $d_p = D_p(P_p)$. Hàm yêu cầu này là

$$\text{hàm ngược của } \frac{\partial B(\bullet)}{\partial d_p}.$$

Bằng cách lấy hàm ngược của các hàm thì hàm yêu cầu của khách hàng sẽ được thể hiện

$$D_p(P_p) = \text{là hàm ngược của } \frac{\partial B(d_p)}{\partial d_p}$$

Hàm yêu cầu của khách hàng này là hàm phải được thay thế như là đẳng thức sau sự thật truyền thống trong OPF truyền thống để tạo ra nguồn lợi nhuận tối đa. Đối với các ví dụ thể hiện trong các ghi

chú thì hàm yêu cầu của khách hàng đối với mỗi tải sẽ được giả định là một đường thẳng. Điểm (p_{base}, d_{base}) và độ dốc m_{base} sẽ chỉ ra đường thẳng này. Do đó, hàm yêu cầu của khách hàng sẽ là:

$$D_p(P_p) = (d_{price} + M_{price} P_{pbase}) - M_{price} P_p \quad (3.42)$$

Trong đó M_{price} là một ma trận đường chéo với giá trị đầu vào là m_{price} .

3.2.7. Thực hiện đưa vào hàm OPF:

Đẳng thức (3.41) sẽ được nhắc lại ở đây để tìm hiểu sâu hơn cách lựa chọn của các hàm yêu cầu tuyến tính của khách hàng sẽ ảnh hưởng đến kết quả của các đẳng thức này.

$$\begin{pmatrix} \lambda_h^T \frac{\partial h(x, s, D(-\lambda_{hd} + \lambda_{gd \min} - \lambda_{gd \max}))}{\partial x} \\ + \lambda_g^T \frac{\partial g(x, s, D(-\lambda_{hd} + \lambda_{gd \min} - \lambda_{gd \max}))}{\partial x} \end{pmatrix} = 0$$

$$-\frac{\partial C(s)}{\partial s} - \lambda_{hs} - \lambda_{gs \min} + \lambda_{gs \max} = 0$$

$$h(x, s, D(-\lambda_{hd} + \lambda_{gd \min} - \lambda_{gd \max})) \quad (3.44)$$

$$\lambda_g^T g(x, s, D(-\lambda_{hd} + \lambda_{gd \min} - \lambda_{gd \max})) = 0$$

$$\lambda_g \geq 0$$

Chú ý đầu tiên là sau khi thực hiện đạo hàm của h và g với trọng số là x, ta không thấy sự phụ thuộc trên s hoặc d (cũng như s và d không phải là các hàm số của x, mà đã được giả định thông thường). Do đó, sự chọn lựa của hàm yêu cầu khách hàng sẽ không có ảnh

hưởng đến đẳng thức đầu tiên. Sự ảnh hưởng duy nhất là các đẳng thức thứ 3 và thứ 4. Hàm yêu cầu của khách hàng sẽ chỉ thay đổi hàm yêu cầu từ một hằng số thành một biến phụ thuộc trên các nhân tử Lagrange $\lambda_{hd}, \lambda_{gd \min}, \lambda_{gd \max}$. Việc này sẽ không cản trở giải thuật OPF vì nó sẽ chỉ yêu cầu một đánh giá hàm đơn giản mà thôi.

Trong khi sử dụng phương pháp Newton để giải quyết các đẳng thức phi tuyến này, đạo hàm của các đẳng thức phải được quyết định để tính toán một ma trận Hessian[5]. Để đánh giá hàm yêu cầu của khách hàng sẽ ảnh hưởng thế nào đến các đẳng thức này bằng cách lấy đạo hàm của đẳng thức thứ 3 và thứ 4 với trọng số là $\lambda_{hd}, \lambda_{gd \min}$ và $\lambda_{gd \max}$.

3.3. Bài toán minh họa:

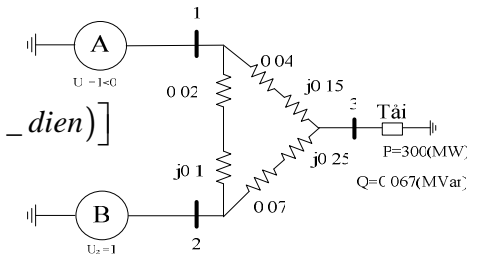
Xét mạng điện gồm 3 nút trong đó có 2 nút nguồn và 1 nút tải được bố trí như hình 3.1. Cho hàm chi phí máy phát tại 2 nguồn A, B và ma trận tổng dẫn có dạng như sau:

$$C_A = 0.002 P_A^2 + 2.2 P_A + 22$$

$$C_B = 0.0035 P_B^2 + 2 P_B + 20$$

$$PT \text{ giá: } P_{tai} = 300 [1 + 2(2,75 - gia_dien)]$$

$$gia_dien = \frac{\sum \text{chiphimayphat}}{P_{tai}}$$



Hình 3.1: Mạch điện 3 nút

Bảng 3.1: Thông số đường dây

Từ	Đến	R	X
1	2	0.02	0.1
1	3	0.04	0.15
2	3	0.07	0.25

Kết quả:

Phân bố công suất tối ưu truyền thống, ta đạt được kết quả như sau:

$$P_1 = 169,59 \text{ MW}; \quad P_2 = 140,72 \text{ MW}$$

$$G_{ia_dien} = 2.746\$/\text{MWh}$$

Khi đưa tải phụ thuộc giá vào phân bố công suất tối ưu truyền thống:

$$P_1 = 194,07 \text{ MW}; \quad P_2 = 155,44 \text{ MW}$$

Công suất tải tổng là: $P_{tt} = 336,853 \text{ MW}$

$$G_{ia_dien} = 2.688\$/\text{MWh}$$

Kết quả bài toán cho thấy có sự liên quan chặt chẽ hơn giữa giá điện và công suất phát, tức có sự tương quan giữa điện lực và khách hàng.

3.4. Kết luận.

Bài toán thể hiện mối quan hệ phụ thuộc lẫn nhau của điện lực và khách hàng trong một thị trường điện động. Bài toán này cơ bản giải quyết được vấn đề về giá trong thời gian thực. Bài toán phân bố tối ưu trào lưu công suất trong hệ thống điện khi xét đến giá điện cạnh tranh thì giá trị công suất tại các nhà máy điện sẽ khác nhau đối với giá trị công suất khi không xét đến yếu tố giá điện cạnh tranh, đồng thời vấn đề tối ưu được thể hiện thông qua giá cạnh tranh trong hai trường hợp nêu trên. Qua ví dụ đối với hệ thống gồm 3 nút gồm 2

nguồn phát và một phụ tải tiêu thụ ta thấy rằng khi giá biên giảm từ 2.746\$/MWh xuống 2.688\$/MWh thì nhu cầu phụ tải sẽ tăng từ 300MW lên 336,853MW vì vậy hệ thống phải huy động thêm công suất dự trữ từ các nguồn, lúc này nguồn phát được huy động với công suất cao hơn để đáp ứng được yêu cầu của phụ tải. Bài toán thể hiện được hàm yêu cầu khách hàng là hàm ngược của hàm chi phí nhiên liệu của nguồn phát, đồng thời xác định được giá trị tối ưu trào lưu công suất trong hệ thống điện khi xét đến giá điện cạnh tranh chính là điểm giao nhau giữa hàm suất tiêu hao nhiên liệu với hàm yêu cầu của khách hàng. Điều này thể hiện được yêu cầu thực tế của khách hàng cũng như mong muốn của nhà cung cấp khi được huy động nguồn phát.

CHƯƠNG 4

ÁP DỤNG TÍNH TOÁN

4.1. Bài toán.

Xét bài toán hình 4.1 thể hiện một hệ thống 6 thanh cái đơn sẽ được tối ưu nhằm tối thiểu hoá các chi phí nhiên liệu với những thông số đầu vào như sau:

Bảng 4.1: Thông số thanh cái

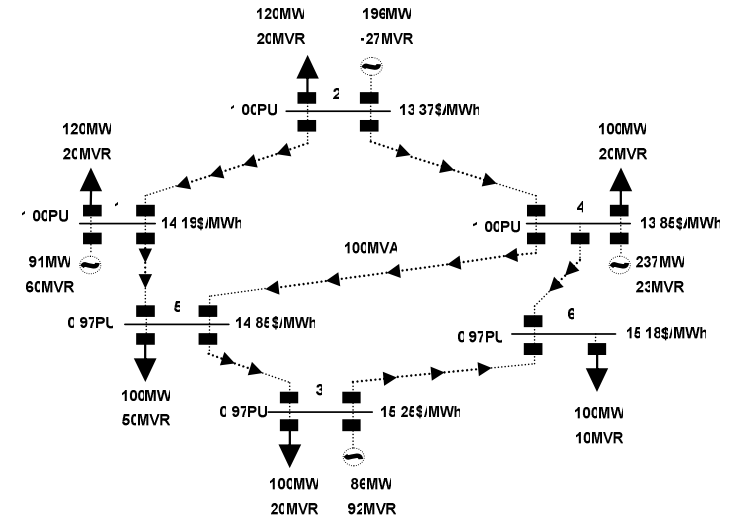
Thanh cái	Tải [MW]	Tải [MVAR]	Công suất phát tối thiểu [MW]	Công suất phát tối đa [MVAR]
1	100	20	50	250
2	100	20	50	250
3	100	20	50	250
4	100	20	50	250
5	100	50	0	0
6	100	10	0	0

Bảng 4.2: Thông số đường dây

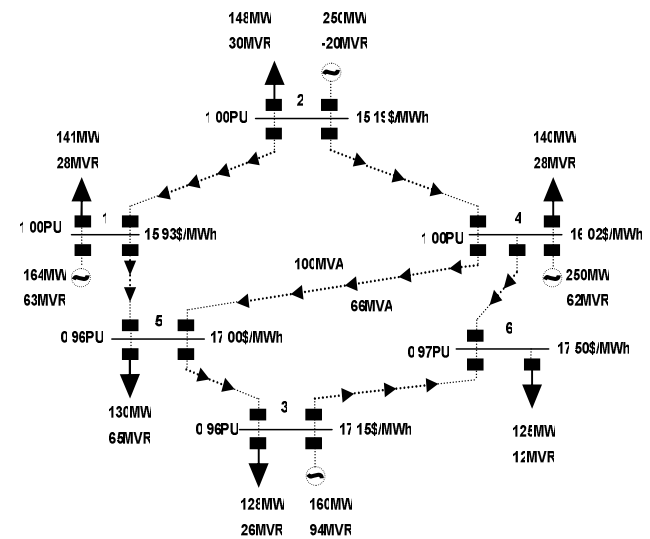
Bus	Bus	Mạch	Điện trở [p.u]	Điện kháng [p.u]	Điện dung [p.u]	Công suất giới hạn [MVA]
1	2	1	0.04	0.08	0.02	100
1	5	1	0.04	0.08	0.02	100
2	4	1	0.04	0.08	0.02	100
3	5	1	0.04	0.08	0.02	100
3	6	1	0.04	0.08	0.02 </td <td>100</td>	100
4	5	1	0.04	0.08	0.02	50
4	6	1	0.04	0.08	0.02	100

Bảng 4.3: Thông số kinh tế

Máy phát	$a \left[\frac{\$}{hr} \right]$	$b \left[\frac{\$}{MWhr} \right]$	$c \left[\frac{\$}{MW^2 hr} \right]$
1	105	12.0	0.0120
2	96	9.6	0.0096
3	105	13.0	0.0130
4	94	9.4	0.0094



Hình 4.1: Hệ thống 6 thanh cái có chi phí nhiên liệu tối thiểu

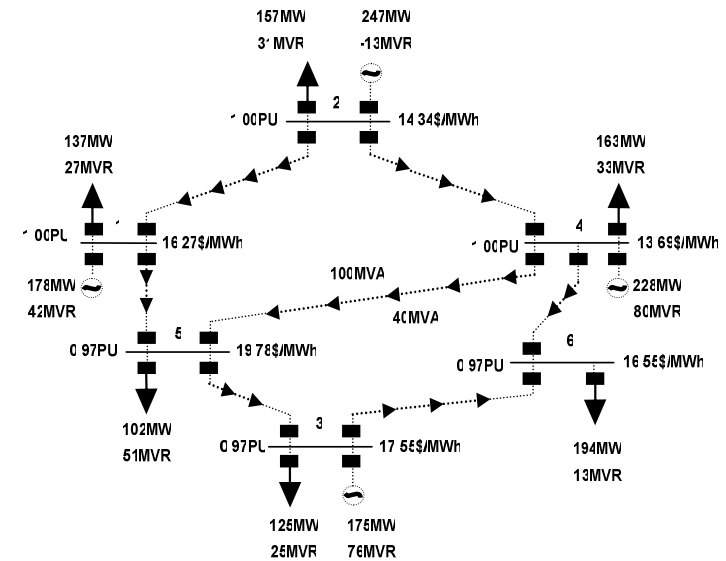


Hình 4.2: Hệ thống 6 thanh cái tối đa hoá lợi nhuận

4.2. Kết quả thu được:

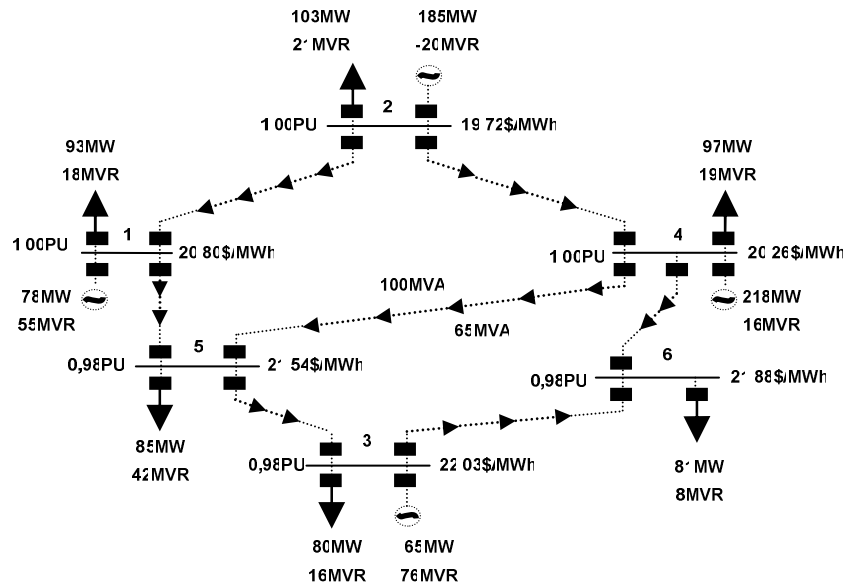
Trong hình 4.2, tất cả giá điện thực đều rút xuống dưới 20\$/MWh sẽ khiến tải hội tụ nhiều hơn đến giá trị d_{pbase} cơ bản của chúng. Và chúng ta thấy rằng trong khi ở hình 4.1, tải ở mỗi thanh cái là 100MW thì trong hình 4.2 các tải sẽ bị thay đổi với các tải nhỏ hơn ở các thanh cái với các chi phí biên lớn hơn. Đối với trường hợp này thì những sự thay đổi là tương đối nhỏ không đáng kể nhưng bây giờ chúng ta thử xét xem hệ thống sẽ chuyển biến như thế nào khi hệ thống bắt đầu dịch chuyển về phía giới hạn của đường dây truyền tải. Hiện tại công suất truyền tải 66MVA sẽ chảy trên đường dây từ thanh cái số 4 đến thanh cái số 5. Nếu giới hạn công suất này giảm xuống giá trị còn 40MVA thì lúc đó chúng ta lại mong chờ rằng chi phí biên ở thanh cái số 5 sẽ có khuynh hướng tăng lên. Lúc đó người tiêu thụ điện sẽ tự nhiên giảm nhu cầu sử dụng điện. Điều này, một cách chính xác sẽ xảy ra như trong ở hình 4.3 thể hiện. Giá điện gia tăng ở thanh cái số 5 sẽ khiến nhu cầu tiêu thụ công suất ở chính thanh cái số 5 giảm từ 130MW xuống 102MW.

Chúng ta cũng thấy rằng giá giảm ở thanh cái số 4 cũng khiến nhu cầu công suất ở thanh cái 4 sẽ gia tăng từ 140MW lên 163MW. Giá điện giảm ở thanh cái số 4 bởi vì đường dây đạt đến một giới hạn nào đó (thông thường là giới hạn công suất) mà chúng ta đã đặt trước. Điều này sẽ tạo ra ở đó một giá trị thặng dư của công suất với giá điện khá rẻ ngay chính tại thanh cái số 4 này.



Hình 4.3: Giới hạn đường dây giảm xuống 40MVA

Bây giờ chúng ta sẽ xem xét một khía cạnh khác mà ở đó chi phí nhiên liệu gia tăng trong toàn bộ hệ thống công suất, giới hạn đường dây sẽ lại gia tăng lên tới 100MW nhưng đồng thời chi phí nhiên liệu của toàn bộ hệ thống lại cũng gia tăng 50%. Điều này sẽ làm chi phí giới hạn của máy phát sẽ tăng lên do đó sẽ làm tăng các chi phí giới hạn của các máy phát sẽ tăng lên do đó sẽ làm tăng các chi phí giới hạn của toàn hệ thống. Các kết quả của sự mô phỏng này được thể hiện trong hình 4.4.



Hình 4.4: Chi phí nhiên liệu tăng đến 50%

4.3. Kết luận:

Phân bố công suất tối ưu trong hệ thống điện được thực hiện theo nhu cầu của tải tiêu thụ. Trong khi chính các tải đó lại phụ thuộc vào các hàm giá điện của chính các tải đó. Do đó khi giải bài toán này sẽ có sự liên quan chặt chẽ giữa giá điện (tải) và công suất phát. Chính giá điện đã tác động làm thay đổi các điều kiện của thị trường, giá điện tăng khi nhu cầu tăng và giá điện giảm khi nhu cầu giảm. Và cũng vì thế nó là phương tiện rất lý tưởng để khuyến khích khách hàng sử dụng điện tham gia vào thị trường điện, như bài toán 6 nút nêu ở trên, nếu giới hạn công suất từ nút 4 sang nút 5 giảm xuống giá trị còn 40MVA thì lúc đó chúng ta lại mong chờ rằng chi phí biên ở thanh cái số 5 sẽ có khuynh hướng tăng lên, lúc đó người tiêu thụ

điện sẽ tự nhiên giảm nhu cầu sử dụng điện, điều này một cách chính xác sẽ xảy ra như kết quả ở hình 4.3 thể hiện, giá điện gia tăng ở thanh cái số 5 sẽ khiến nhu cầu tiêu thụ công suất ở chính thanh cái số 5 giảm từ 130MW xuống 102MW và chúng ta cũng thấy rằng giá giảm ở thanh cái số 4 cũng khiến nhu cầu công suất ở thanh cái 4 sẽ gia tăng từ 140MW lên 163MW.

Bài toán đã thể hiện rằng, phương pháp phân bố tối ưu trào lưu công suất trong HTĐ có tính đến giá trị điện cạnh tranh là một trong các phương pháp giải quyết khá tốt hiện tượng nghẽn mạch của hệ thống điện và cả về chi phí biên của các thanh cái trong hệ thống điện.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.

Trong tình hình kinh tế thị trường của đất nước đang ngày càng phát triển, vấn đề kinh tế kỹ thuật trong vận hành và thiết kế hệ thống điện là vô cùng cần thiết, hiện nay ở nước ta do các nguồn năng lượng truyền thống ngày càng cạn kiệt, nhu cầu sử dụng điện năng ngày càng tăng, tình trạng thiếu điện kéo dài trong những năm gần đây, phần lớn là do EVN không có khả năng huy động vốn đầu tư tất cả các công trình điện theo quy hoạch, giá điện thấy không khuyến khích tiết kiệm điện và sử dụng điện hiệu quả, khó khăn trong việc đàm phán ký kết các hợp đồng mua bán điện làm cho việc đầu tư vào ngành điện kém hấp dẫn, giá điện được thiết lập trong hệ thống điện hiện nay không thông qua cơ chế cạnh tranh, chưa tách bạch được chi phí các khâu, khó thuyết phục được xã hội về tính minh bạch và tiết kiệm chi phí. Vì vậy cần phải có những giải pháp chiến lược cho đảm bảo an ninh cung cấp điện, thu hút được đầu tư vào ngành điện, đặc biệt là khâu phát điện và giá điện được thiết lập thông qua cạnh tranh

nhằm đáp ứng đủ điện cho sự phát triển kinh tế và xã hội, đảm bảo lợi ích của khách hàng và nhà đầu tư, khuyến khích các đơn vị nâng cao hiệu quả hoạt động.

Vì vậy bài toán phân bổ tối ưu trào lưu công suất trong hệ thống điện có tính đến giá điện cạnh tranh là vấn đề cần được quan tâm. Trong luận văn tác giả thể hiện cách mà chúng ta có thể thực hiện các điều chỉnh đơn giản đối với một giải thuật OPF đang tồn tại nhằm tối thiểu các chi phí máy phát để giải quyết vấn đề tối đa hoá mục tiêu lợi nhuận của OPF. Sự chỉnh sửa này đơn giản và trực giác, nó dẫn đến khả năng mô phỏng một thị trường điện thực bằng cách yêu cầu những người tham gia thị trường điện (khách hàng) có thể đệ trình các đường cong tải nhu cầu phụ thuộc giá. Từ công thức OPF truyền thống đang tồn tại của chính bài toán sẵn có, chúng ta thêm hàm yêu cầu của khách hàng vào trong giải thuật OPF này chính là tối đa hoá lợi nhuận của toàn hệ thống. Điểm nổi bật nhất của toàn bộ luận văn chính là đưa hàm nhu cầu của khách hàng dùng điện vào hàm OPF và từ đó giải quyết khá tốt vấn đề nghẽn mạch của hệ thống điện.

Tuy nhiên trong nội dung luận văn chỉ thể hiện việc tính toán cho hệ thống điện gồm 6 nút. Với những kết quả đạt được, để áp dụng cho toàn bộ hệ thống điện Việt Nam ta có thể phát triển từ bài toán này và có sự tính toán cụ thể và chi tiết hơn.

Bên cạnh đó còn có một số hạn chế như trong quá trình phát triển của luận văn, chúng ta có tính đến cả việc cung cấp và tiêu thụ công suất tác dụng và công suất phản kháng nhưng bài toán mô phỏng chỉ tập trung vào thị trường điện công suất tác dụng. Thật ra trong khi thị trường điện giá thực của công suất tác dụng đã đạt được thành tựu có thể áp dụng được để tạo ra một thị trường công suất thực sự thì tương lai của một thị trường điện công suất phản kháng lại vẫn

còn đang khá mờ mịt. Chính phần đầu tư vốn khá lớn trong giá công suất phản kháng cũng như sự tự nhiên dễ thay đổi của giá điện thực công suất phản kháng đã làm cho việc tạo ra một thị trường điện như vậy là khá khó khăn.

Do điều kiện an toàn và tối ưu vận hành lưới điện đôi khi đòi hỏi chúng ta phải đưa tất cả các ràng buộc của bài toán vào trong một hệ thống. Tuy nhiên, nếu đưa đầy đủ tất cả các điều kiện này vào sẽ gây phức tạp và giảm tốc độ hội tụ của chính hệ thống. Nhưng đây lại là vấn đề then chốt trong việc đưa ra quyết định tối ưu của thị trường điện. Do đó, việc lược bớt các điều kiện không thật cần thiết và tìm cách nâng cao tốc độ hội tụ của chương trình cũng là rất cần thiết và là một nghệ thuật trong việc mô phỏng vận hành của hệ thống điện trong thực tế.

Nếu bài toán lớn có nhiều nút dẫn đến nhiều hàm điều kiện và hệ phương trình lớn sẽ tương đối khó hội tụ vì ma trận Hessian tương đối lớn và gần bằng không (ma trận có phần bên dưới hầu như toàn số không). Để giải ra kết quả có khi mất khá nhiều thời gian và đồng thời kết quả khó chính xác với thị trường điện lý tưởng thời gian thực.