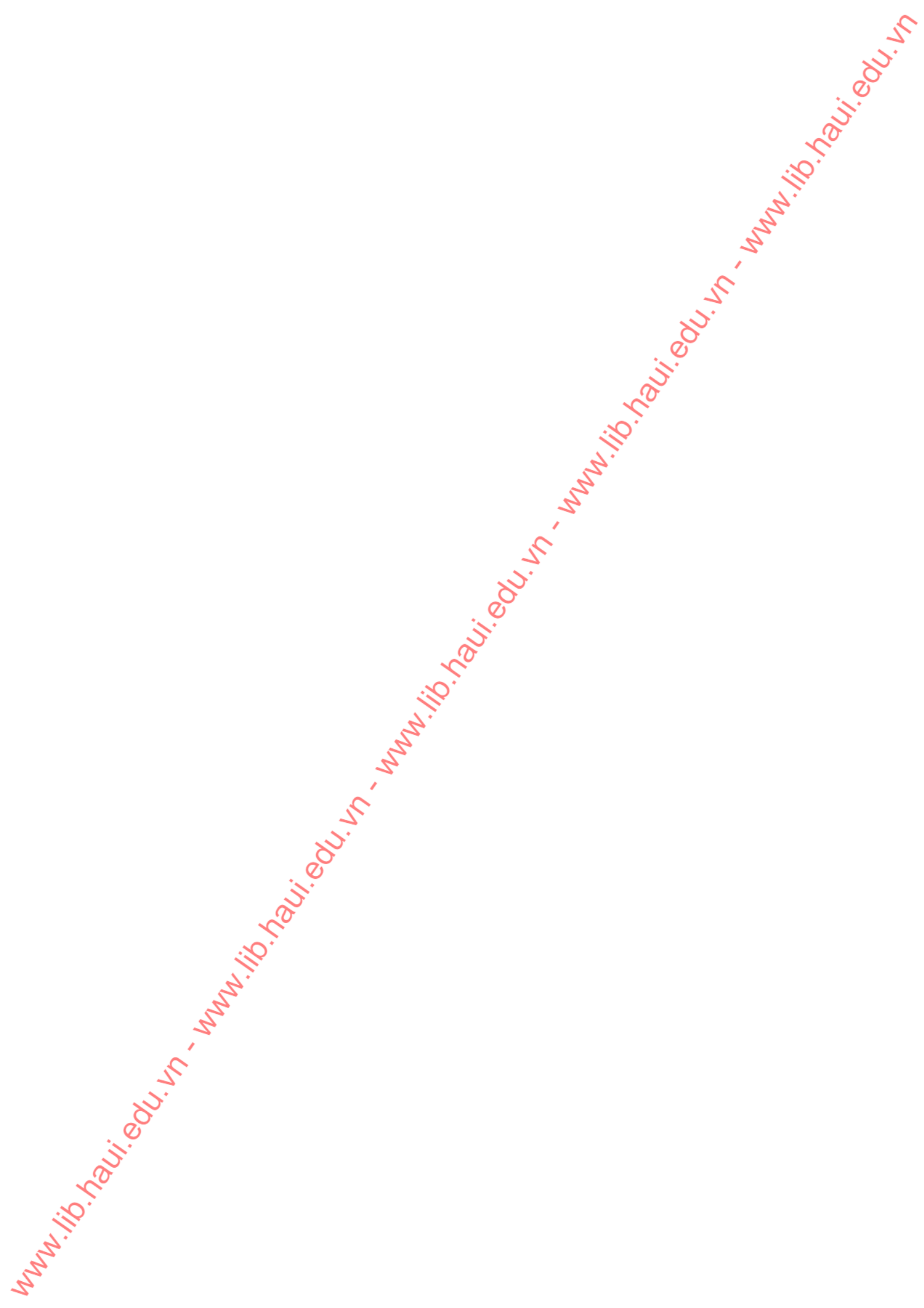


Trần Quang Khánh

VẬN HÀNH

Hệ thống điện

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2009



Chương 1

ĐẠI CƯƠNG VỀ VẬN HÀNH HỆ THỐNG ĐIỆN

1.1. Khái niệm chung

Vận hành hệ thống điện (HTĐ) là tập hợp các thao tác nhằm duy trì chế độ làm việc bình thường của hệ thống điện đáp ứng các yêu cầu chất lượng, tin cậy và kinh tế. Như đã biết, hệ thống điện bao gồm các phần tử có mối liên hệ chặt chẽ với nhau. Sự làm việc tin cậy và kinh tế của hệ thống xuất phát từ sự tin cậy và chế độ làm việc kinh tế của từng phần tử. Cùng với sự ra đời của các thiết bị công nghệ mới, những yêu cầu về vận hành các thiết bị điện nói riêng và hệ thống điện nói chung ngày càng trở nên nghiêm ngặt. Cũng như đối với tất cả các thiết bị, vấn đề vận hành hệ thống điện trước hết cần phải được thực hiện theo đúng quy trình quy phạm. Các quy trình sử dụng thiết bị do các nhà chế tạo cung cấp và hướng dẫn. Quy trình vận hành các phần tử của hệ thống được xây dựng trên cơ sở các quy trình sử dụng thiết bị có xét đến những đặc điểm công nghệ của hệ thống.

1.1.1. Các đặc điểm công nghệ của hệ thống điện

Hệ thống điện có hàng loạt đặc điểm khác biệt, mà dưới đây là một số đặc điểm nổi bật nhất có liên quan trực tiếp đến quá trình vận hành hệ thống điện:

1. Quá trình sản xuất và tiêu thụ điện năng diễn ra hầu như đồng thời.

Đặc điểm này cho thấy điện năng không thể cất giữ dưới dạng dự trữ. Điều đó dẫn đến sự cần thiết phải duy trì sao cho tổng công suất phát của tất cả các nhà máy điện phải luôn luôn phù hợp với nhu cầu tiêu thụ của tất cả các hộ dùng điện. Sự mất cân đối sẽ làm giảm chất lượng điện, mà trong một số trường hợp có thể dẫn đến sự cố và mất ổn định hệ thống. Do phụ tải luôn luôn thay đổi từ giá trị cực tiểu đến giá trị cực đại, cần phải có các biện pháp điều chỉnh chế độ làm việc hợp lý của các nhà máy điện.

2. **Hệ thống điện là một hệ thống thống nhất**, giữa các phần tử của hệ thống điện luôn luôn có những mối liên hệ hết sức mật thiết với nhau. Sự thay đổi của phụ tải của một nhà máy điện bất kỳ, sự đóng cắt một phần tử bất kỳ của mạng điện như trạm biến áp, đường dây truyền tải v.v... đều dẫn đến sự thay đổi chế độ làm việc của các nhà máy điện khác, các đoạn dây khác, mà có thể ở cách xa nhau đến hàng trăm kilômét. Nhân viên vận hành của một nhà máy điện hoặc của một mạng điện độc lập không phải bao giờ cũng có thể biết và đánh giá được tất cả những gì diễn ra trong hệ thống điện, bởi vậy cần phải thống nhất hành động của họ khi có sự thay đổi chế độ làm việc của hệ thống điện. Sự thống nhất này cần thiết để duy trì chất lượng điện ở mức cho hợp lý.

3. Các quá trình diễn ra trong hệ thống điện rất nhanh, điều đó đòi hỏi hệ thống điện phải được trang bị các phương tiện tự động để duy trì chất lượng điện và độ tin cậy cung cấp điện.

4. Hệ thống điện có liên quan mật thiết đến tất cả các ngành và mọi lĩnh vực sản xuất sinh hoạt của nhân dân. Đặc điểm này đòi hỏi phải nâng cao những yêu cầu đối với hệ thống điện nhằm giảm đến mức tối thiểu thiệt hại đối với nền kinh tế do chất lượng điện và độ tin cậy giảm. Thêm vào đó việc phát triển hệ thống điện phải luôn luôn đi trước để đảm bảo cho sự phát triển chắc chắn của các ngành kinh tế khác.

5. Hệ thống điện phát triển liên tục trong không gian và thời gian. Để đáp ứng nhu cầu không ngừng gia tăng của các ngành kinh tế, hệ thống điện không ngừng được mở rộng và phát triển. Sự mở rộng hệ thống điện được thực hiện trên cơ sở quy hoạch phát triển của nền kinh tế quốc dân. Việc mở rộng và phát triển hệ thống điện phải được thực hiện dựa trên cơ sở phát triển của các ngành sản xuất để mang lại hiệu quả kinh tế cao nhất.

Quá trình vận hành hệ thống điện được thực hiện với sự quản trị chặt chẽ các đặc điểm trên nhằm đáp ứng được những yêu cầu cơ bản của hệ thống điện.

1.1.2. Yêu cầu cơ bản của hệ thống điện

- a. Đảm bảo hiệu quả kinh tế cao.
- b. Đảm bảo chất lượng điện.
- c. Độ tin cậy cung cấp điện liên tục.
- d. Tính linh hoạt và đáp ứng đồ thị phụ tải.

Thứ tự ưu tiên của các yêu cầu trên phụ thuộc vào điều kiện cụ thể. Giữa các yêu cầu luôn luôn có mối liên hệ mà có thể mâu thuẫn nhau, sự ưu tiên của yêu cầu này đòi hỏi một sự nhượng bộ nhất định của yêu cầu kia. Việc thiết lập sự hài hoà của các mối quan hệ đó là lời giải của bài toán tối ưu đa mục tiêu. Để đảm bảo được những yêu cầu chặt chẽ đó, hệ thống điện phải luôn được giám sát, vận hành hợp lý nhất.

Độ tin cậy và sự liên tục cung cấp điện được đảm bảo trước hết bởi sự dự phòng công suất, sự phân phối hợp lý giữa các nhà máy điện, để có thể sử dụng kịp thời một cách nhanh nhất khi có yêu cầu. Các biện pháp bảo dưỡng, sửa chữa tiên tiến cũng cần được áp dụng triệt để. Việc lựa chọn sơ đồ hợp lý, các thao tác chuyển đổi sơ đồ là những biện pháp hữu hiệu để nâng cao độ tin cậy của hệ thống.

Yêu cầu về chất lượng điện được đảm bảo trước hết bởi sự cân bằng công suất tác dụng và công suất phản kháng trong hệ thống. Đó là điều kiện tối cần thiết để điều chỉnh tần số và điện áp trong giới hạn cho phép. Để điều chỉnh điện áp hợp lý điều độ hệ thống cần phải có biện pháp phân bố và sử dụng tối ưu các nguồn công suất phản kháng, đảm bảo sao cho dòng công suất phản kháng trên các đoạn dây có giá trị thấp nhất đến mức có thể.

Tính kinh tế của hệ thống điện được đảm bảo bởi sự phân bố tối ưu công suất giữa các nhà máy điện với điều kiện thoả mãn đầy đủ nhu cầu phụ tải của hệ thống. Một trong những giải pháp quan trọng để nâng cao hiệu quả kinh tế của hệ thống điện là áp dụng các biện pháp giảm tổn thất trong các phần tử hệ thống điện và tận dụng tối đa các nguồn năng lượng rẻ có hiệu quả cao.

1.2. Các chế độ của hệ thống điện và tính kinh tế của nó

1.2.1. Các chế độ của hệ thống điện

Chế độ của hệ thống điện là trạng thái nhất định nào đó mà được thiết lập bởi các tham số như điện áp, tần số, dòng điện, công suất v.v... Các tham số này gọi là tham số chế độ. Khi các tham số chế độ không thay đổi hoặc thay đổi với tốc độ rất chậm thì chế độ được gọi là xác lập, còn nếu các tham số chế độ thay đổi rất nhanh theo thời gian thì chế độ được là quá độ. Có thể phân biệt một số chế độ đặc trưng như sau:

a. **Chế độ xác lập bình thường:** là chế độ làm việc bình thường, các tham số biến thiên rất nhỏ quanh giá trị trung bình. Thực ra khó có thể có chế độ bình thường vì trong thực tế phụ tải luôn luôn biến đổi, bởi vậy chế độ bình thường chỉ là tương đối.

b. **Chế độ quá độ bình thường:** xảy ra thường xuyên khi hệ thống chuyển từ chế độ xác lập này sang chế độ xác lập khác. Trong trường hợp thao tác sai thì chế độ quá độ bình thường sẽ chuyển sang chế độ sự cố.

c. **Chế độ quá độ sự cố:** xảy ra khi sự cố trong hệ thống điện, tham số thay đổi do sự cố. Hậu quả của chế độ quá độ sự cố phụ thuộc vào tính chất xảy ra sự cố.

d. **Chế độ xác lập sau sự cố:** là trạng thái hệ thống sau khi các phần tử bị sự cố được loại ra ngoài, đây cũng là chế độ đã được tính đến trước và sự cố là không thể tránh khỏi trong vận hành hệ thống. Nếu quá trình xảy ra ngắn mà các tham số chế độ vẫn nằm trong phạm vi cho phép thì chế độ sau sự cố coi như sự cố đã được xử lý tốt. Nếu các tham số ở một số nút không nằm trong phạm vi cho phép thì sự cố mang tính cục bộ, nếu điều đó tồn tại ở đa số nút thì sự cố mang tính hệ thống.

1.2.2. Tính kinh tế và sự điều chỉnh chế độ của hệ thống điện

Tính kinh tế của hệ thống điện được đặc trưng bởi chi phí cực tiểu để sản xuất, truyền tải và phân phối điện năng. Bởi vì chi phí này phụ thuộc vào mức độ yêu cầu điện năng nên chỉ tiêu kinh tế của chế độ hệ thống điện đặc trưng cho suất chi phí, tức là chi phí trên 1 kWh, chứ không phải là lượng chi phí tuyệt đối. Tính kinh tế của hệ thống điện cũng có thể được thể hiện ở mức thu lợi nhuận cao nhất và đáp ứng được đầy đủ nhu cầu của các hộ dùng điện. Chỉ tiêu kinh tế có thể được xem xét dưới góc độ giá thành một kWh điện năng hữu ích. Chỉ tiêu này phụ thuộc vào nhiều yếu tố: giá nhiên liệu, giá thành thiết bị, yêu cầu và đặc điểm dùng điện, các điều kiện về thiên văn, thủy văn v.v... và đặc biệt là phương thức vận hành hệ thống điện.

Tính kinh tế của hệ thống điện trước hết được đảm bảo bởi sự tăng cường tính kinh tế của từng khâu trong hệ thống như tăng hiệu suất của lò hơi, tăng độ chân không của tuabin hơi, tăng cột nước hữu ích cho các tuabin nước vv. Tính kinh tế của từng phần tử riêng biệt tương ứng với phụ tải đã định. Để đảm bảo tính kinh tế của hệ thống điện cần:

- Xác định sự phân bố công suất tối ưu giữa các phần tử của hệ thống như giữa máy phát với máy bù đồng bộ, lò hơi v.v...
- Lựa chọn tốt nhất tổ hợp các phần tử của hệ thống. Hao tổn trong các phần tử bao gồm hai thành phần là hao tổn không tải, tức là hao tổn cố định và hao tổn thay đổi phụ thuộc vào hệ số mang tải. Vì vậy khi tăng số lượng các phần tử thì thành phần hao tổn cố định sẽ tăng, nhưng thành phần hao tổn thay đổi sẽ giảm, tức là sẽ có một tổ hợp các phần tử mà tổng hao tổn sẽ nhỏ nhất. Ngoài ra phí tổn mở máy của các phần tử cũng cần được xét tới trong việc lựa chọn tổ hợp tối ưu.
- Xác định quy luật vận hành tối ưu của từng phần tử và của cả hệ thống, như quy luật điều chỉnh điện, quy luật điều chỉnh dung lượng bù công suất phản kháng v.v...

1.3. Nhiệm vụ vận hành hệ thống điện

1.3.1. Nhiệm vụ chung

Các phần tử trong hệ thống điện có làm việc được tốt và tin cậy hay không phần lớn là do quá trình vận hành quyết định, khi vận hành các phần tử cần phải hoàn thành các nhiệm vụ để đảm bảo thực hiện tốt những yêu cầu cơ bản đã nói ở trên:

- a. Đảm bảo cung cấp điện năng liên tục*, tin cậy cho các hộ tiêu thụ và đảm bảo sự làm việc liên tục của thiết bị.
- b. Giữ được chất lượng điện năng cung cấp*: tần số và điện áp của dòng điện, áp lực và nhiệt độ hơi của nước nóng phải luôn được giữ trong giới hạn cho phép.
- c. Đáp ứng được đồ thị phụ tải hàng ngày* một cách linh hoạt, cung cấp đầy đủ điện năng chất lượng cho mọi khách hàng.
- d. Đảm bảo được tính kinh tế cao* của thiết bị làm việc, đồ thị phụ tải phải được san bằng tốt nhất đến mức có thể. Đảm bảo giá thành sản xuất, truyền tải và phân phối thấp nhất đến mức có thể

Để thực hiện tốt các những nhiệm vụ trên cần phải duy trì trạng thái làm việc tốt nhất cho các thiết bị, điều đó đòi hỏi các nhân viên vận hành cần phải thực hiện các công việc chủ yếu sau:

1.3.2. Thử nghiệm

Việc thử nghiệm các thiết bị được tiến hành để kiểm tra và đánh giá trạng thái của các thiết bị. Khối lượng công việc thử nghiệm phụ thuộc vào loại thiết bị và mục đích thử nghiệm. Việc thử nghiệm có thể tiến hành ngay tại hiện trường hoặc tại các phòng thí nghiệm. Các công việc thử nghiệm được thực hiện:

- Sau mỗi lần đại tu, sau khi thay đổi cấu trúc thiết bị và cũng như việc chuyển sang sử dụng loại nhiên liệu khác.

- Khi có sự sai lệch thông số so với giá trị chuẩn một cách có hệ thống mà cần phải giải thích rõ nguyên nhân của sự sai lệch này.

- Định kỳ sau một thời gian nhất định tính từ khi thiết bị bắt đầu được đưa vào vận hành nhằm kiểm tra tình trạng và khả năng làm việc của các thiết bị.

1.3.3. Phân tích đánh giá kết quả thử nghiệm

Sau khi đã tiến hành thử nghiệm, các kết quả sẽ được phân tích chi tiết để đưa ra các kết luận và đánh giá về kết quả bảo dưỡng (dựa theo sự so sánh các chỉ tiêu trước và sau khi sửa chữa). Những phân tích này bao gồm:

- Xác định hiệu quả của việc thay đổi cấu trúc thiết bị;
- Xác định các chỉ tiêu vận hành liên quan đến công tác hiệu chỉnh, hoặc khi chuyển sang đốt loại nhiên liệu khác;
- Thiết lập các đặc tính chế độ công nghệ khác nhau. Ví dụ đối với quá trình cháy: cần điều chỉnh độ quá nhiệt của hơi, độ chất tải của các cửa trích hơi của tuabin v.v...
- Giải thích nguyên nhân của sự sai lệch thông số của thiết bị và bằng các thực nghiệm, xác định được các đặc tính phụ trợ cần thiết, từ kết quả phân tích, xác định nguyên nhân sai lệch và đưa ra các giải pháp khắc phục.

1.3.4. Sửa chữa định kỳ

Sự làm việc lâu dài, liên tục và ổn định của các thiết bị trong hệ thống điện được đảm bảo bởi chế độ sửa chữa phòng ngừa theo kế hoạch, tức là sự sửa chữa, bảo dưỡng được tiến hành sau một khoảng thời gian xác định, trước khi thiết bị có thể bị dừng làm việc do hao mòn hoặc hỏng hóc, quá trình sửa chữa định kỳ được chia ra các loại:

+ Đại tu.

+ Bảo dưỡng thường kỳ.

Có hai loại sửa chữa đặc biệt không có trong chế độ sửa chữa phòng ngừa theo kế hoạch đó là sửa chữa sự cố và sửa chữa khôi phục. Sửa chữa khôi phục được thực hiện trước khi đưa vào vận hành các thiết bị ở trạng thái ngừng hoạt động lâu dài do dự phòng hoặc do các nguyên nhân khác như thiên tai.

- Khi sửa chữa đại tu người ta tiến hành xem xét thật kỹ các tổ máy và phân tích tình trạng của máy, khắc phục những hư hỏng ở các bộ phận và chi tiết bằng cách khôi phục hoặc thay thế. Trong thời gian sửa chữa đại tu đồng thời người ta tiến hành hiện đại hoá thiết bị đã đề ra trước đó.

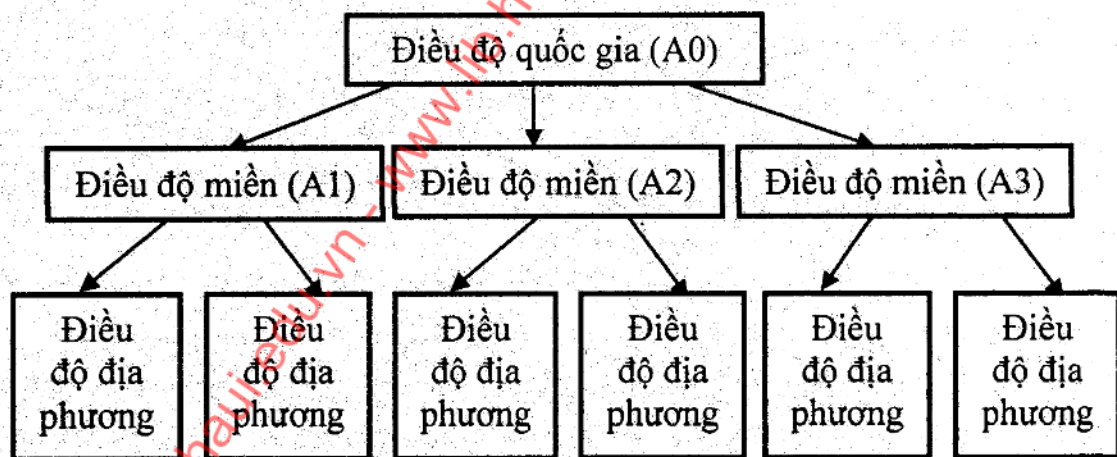
- Trong quá trình bảo dưỡng thường kỳ người ta làm các công việc cần thiết để đảm bảo tổ máy tiếp tục làm việc với năng suất và hiệu quả kinh tế cao, ví dụ: làm sạch bề mặt

gia nhiệt, bề mặt đốt của lò hơi, thay dầu trong các bộ phận khác nhau, khôi phục lớp cách nhiệt, thay thế các chi tiết bị mài mòn như bi của máy nghiền, cánh của quạt khói và quạt gió v.v...

1.4. Điều độ và sơ đồ tổ chức hoạt động vận hành hệ thống điện

1.4.1. Khái quát chung

Phụ thuộc vào quy mô của hệ thống điện có thể có những sơ đồ tổ chức điều độ khác nhau. Sơ đồ tổ chức đơn giản nhất là sơ đồ tập trung, trong đó điều độ hệ thống trực tiếp điều hành hoạt động của các kỹ sư trực ban ở các nhà máy điện và các trạm biến áp. Sơ đồ đơn giản này cho phép điều hành các hoạt động trong hệ thống một cách mạch lạc và cơ động, tuy nhiên nó chỉ có thể áp dụng đối với các hệ thống điện nhỏ. Đối với các hệ thống lớn sơ đồ điều độ tập trung đơn giản sẽ làm cho điều độ hệ thống bị quá tải bởi lượng thông tin qua lại từ rất nhiều điểm. Bởi vậy ở các hệ thống phức tạp sơ đồ phân tán từng phần sẽ có hiệu quả hơn nhiều. Hệ thống điều độ được phân thành nhiều cấp: điều độ quốc gia (hay điều độ hệ thống), điều độ miền (điều độ vùng) và điều độ địa phương. Mỗi cấp thực hiện những nhiệm vụ riêng của mình, tuy nhiên sự phân cấp chỉ là tương đối, giữa các cấp luôn luôn có sự liên kết chặt chẽ, hỗ trợ nhau trong quá trình vận hành hệ thống chung. Ứng với từng nhóm công việc có thể tạm phân thành hai hệ thống thực hiện: nhóm thứ nhất được thực hiện bởi hệ thống điều độ, nhóm thứ hai – bởi hệ thống quản lý. Sơ đồ tổ chức các cấp điều độ HTĐ được thể hiện trên hình 1.1.



Hình 1.1. Sơ đồ tổ chức hoạt động của hệ thống điều độ.

Các chức danh của các người làm công việc điều hành hệ thống điện: Người chỉ huy trực tiếp điều độ hệ thống điện quốc gia là kỹ sư điều hành hệ thống điện quốc gia trực ban.

Cấp dưới trực tiếp chịu sự điều hành của kỹ sư điều hành hệ thống điện quốc gia là các nhân viên vận hành trực ban bao gồm:

- Kỹ sư điều hành hệ thống điện miền.
- Trưởng ca nhà máy điện.
- Trưởng kíp trạm biến áp 500kV.

Người trực tiếp chỉ huy điều độ hệ thống miền là kỹ sư điều hành hệ thống miền trực ban. Nhân viên vận hành cấp dưới trực tiếp chịu sự điều hành của kỹ sư điều hành hệ thống điện miền là:

- Điều độ viên lưới điện phân phối miền.
- Trưởng ca nhà máy điện miền.
- Trưởng kíp trạm biến áp 500kV, 220kV, 110kV, 66kV trong miền.

Người trực tiếp chỉ huy điều độ lưới điện phân phối là điều độ viên lưới điện phân phối trực ban. Nhân viên vận hành cấp dưới trực tiếp của điều độ viên lưới điện phân phối (đối với các thiết bị thuộc quyền điều khiển) bao gồm:

- Trưởng kíp trạm biến áp phân phối, trạm trung gian, trạm bù, trạm diesel và thủy điện nhỏ trong lưới điện phân phối.
- Trực ban các đơn vị trực thuộc.
- Trưởng kíp trạm biến áp 220kV, 110kV, 66kV (đối với các trạm biến áp có cấp điện cho khu vực địa phương ở cấp điện áp $\leq 35\text{kV}$).

Trưởng ca các nhà máy điện (đối với các nhà máy điện có cấp điện áp $\leq 35\text{kV}$).

1.4.2. Điều độ quốc gia

Điều độ quốc gia có nhiệm vụ:

- Thỏa mãn nhu cầu của phụ tải về điện năng và công suất đỉnh.
- Đảm bảo hoạt động an toàn và tin cậy của toàn hệ thống điện cũng như từng phần tử của nó.
- Đảm bảo chất lượng điện năng: tần số và điện áp ở các nút của hệ thống.
- Đảm bảo hiệu quả kinh tế cao bằng cách sử dụng hợp lý các nguồn năng lượng sơ cấp.
- Nhanh chóng loại trừ sự cố trong hệ thống điện.

Điều độ quốc gia chia làm hai bộ phận: chỉ huy và thường trực.

Bộ phận chỉ huy theo dõi các hoạt động và chỉ huy cấp dưới thực hiện nhiệm vụ được giao.

Bộ phận thường trực thực hiện các công việc cụ thể sau:

- Lập kế hoạch bảo dưỡng tối ưu các tổ máy, đường dây và trạm biến áp, sao cho đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện cao nhất;
- Cân bằng năng lượng năm, quý, tháng;
- Xác định đồ thị phụ tải ngày đêm;
- Lập phương thức vận hành ngày gồm:
 - + Dự báo đồ thị phụ tải HTĐ Quốc gia;
 - + Lập phương thức kết dây HTĐ Quốc gia trong ngày;
 - + Phân bổ biểu đồ phát công suất và sản lượng cho các NMD đáp ứng đồ thị phụ tải HTĐ Quốc gia;
 - + Giải quyết các đăng ký, lập phiếu thao tác đưa ra sửa chữa, kiểm tra, bảo dưỡng, thí nghiệm định kỳ và đưa vào vận hành các tổ máy, đường dây, thiết bị thuộc quyền điều khiển;
 - + Xem xét và thông qua việc giải quyết các đăng ký của cấp điều độ HTĐ miền đối với việc đưa ra sửa chữa, kiểm tra, bảo dưỡng, thí nghiệm định kỳ và đưa vào vận hành các tổ máy, đường dây, thiết bị thuộc quyền kiểm tra.
- Tính phân bố tối ưu công suất tác dụng và phản kháng, tính mức điện áp các nút chính;
- Tính ổn định, chọn và chỉnh định cấu trúc hệ thống bảo vệ rơle và tự động chống sự cố;
- Tính toán chế độ vận hành HTĐ Quốc gia ứng với những phương thức cơ bản của từng thời kỳ và khi đưa các công trình mới vào vận hành;
 - + Lập trình tự động điều chỉnh tần số và điện áp;
 - + Tính toán sa thải phụ tải theo tần số của toàn bộ HTĐ Quốc gia.