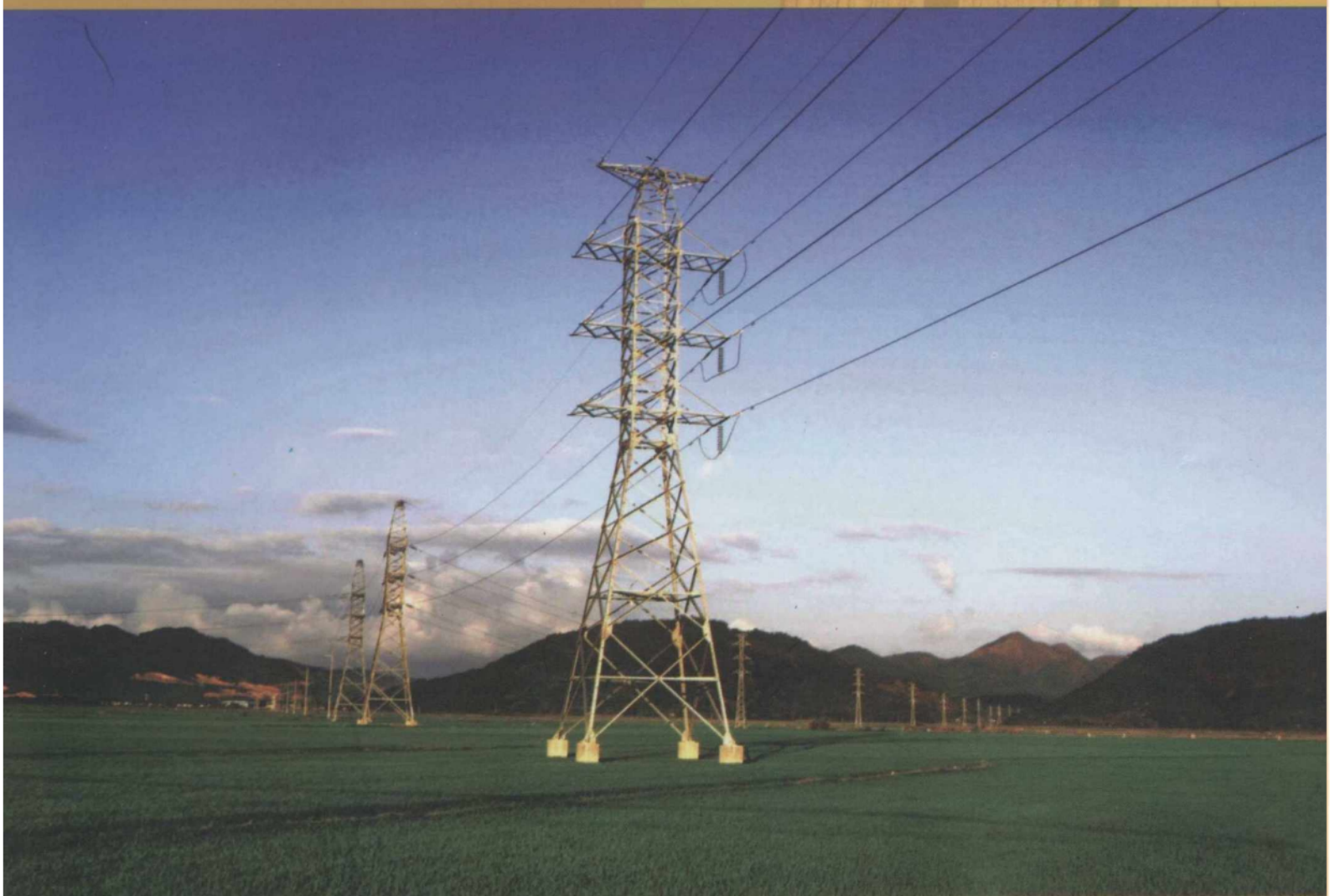


TRẦN QUANG KHÁNH

GIÁO TRÌNH CUNG CẤP ĐIỆN



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

TRẦN QUANG KHÁNH

Giáo trình CUNG CẤP ĐIỆN

Dùng cho các trường đại học kỹ thuật



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI

Trước hết tác giả xin được nói lời cảm ơn tới tất cả bạn đọc đã gửi những nhận xét, đánh giá về bộ giáo trình “*Hệ thống cung cấp điện*”, mà hiện đang được sử dụng ở rất nhiều trường đại học và cao đẳng trong cả nước. Tác giả coi đó là những món quà quý giá, xin tiếp thu, hiệu chỉnh những khiếm khuyết và sẽ cố gắng phát huy nhiều hơn nữa những ưu điểm của giáo trình.

Theo chủ trương tinh giản hóa giáo trình của Bộ Giáo dục và Đào tạo, trong lần tái bản này, tác giả rút gọn nội dung của bộ giáo trình “*Hệ thống cung cấp điện*”, chỉ trình bày những vấn đề thiết thực và cơ bản nhất trong lĩnh vực cung cấp điện. Tỷ lệ các bài toán ví dụ và bài tập được tăng thêm, nhằm nâng cao kỹ năng tính toán thiết kế và kỹ năng áp dụng lý thuyết đã học vào thực tiễn sản xuất.

Toàn bộ nội dung của giáo trình “*Cung cấp điện*” dùng cho các trường đại học kỹ thuật được thể hiện trong tám chương: Chương một trình bày những khái niệm cơ bản về hệ thống điện, các đặc điểm công nghệ, chế độ điện áp, các nguồn điện cơ bản; Chương hai trình bày những vấn đề cốt lõi của phụ tải điện như các tham số và hệ số phụ tải, các phương pháp xác định phụ tải, đồ thị phụ tải, dự báo nhu cầu phụ tải điện v.v.; Chương ba đề cập đến các phương pháp tính toán tối ưu trong hệ thống điện với nhiều kiến thức mới được cập nhật phù hợp với bài toán phân tích kinh tế - tài chính theo mô hình nền kinh tế thị trường; Chương bốn trình bày các nội dung cơ bản về mạng điện, các phương pháp tính toán chế độ xác lập của mạng điện; Chương năm trình bày nội dung cơ bản về trạm biến áp: cấu trúc, sơ đồ trạm biến áp, phương pháp chọn công suất và số lượng tối ưu máy biến áp; Ở chương sáu trình bày các phương pháp chọn và kiểm tra thiết bị điện theo các yêu cầu và tiêu chuẩn quốc tế; Chương bảy trình bày những vấn đề cơ bản bảo vệ hệ thống điện gồm bảo vệ rơle và bảo vệ chống quá điện áp; Chương tám trình bày các nội dung về nâng cao chất lượng điện và hiệu quả sử dụng mạng điện. Cuối mỗi chương đều có phần tóm tắt nội dung chính và các câu hỏi để bạn đọc có thể tự kiểm tra lại kiến thức của mình. Các bài tập tự làm đều có đáp án. Tất cả các

bài toán đều được giải với sự trợ giúp của chương trình MATLAB, vì vậy nếu bạn đọc giải bằng tay, thì có thể có sai số nhất định, bạn không phải băn khoăn về điều đó. Một số chương trình giải các bài toán cung cấp điện được trình bày trong bộ giáo trình “MATLAB ứng dụng” do tác giả biên soạn.

Phần phụ lục là các bảng biểu cần thiết để bạn đọc sử dụng trong quá trình giải các bài tập.

Trong quá trình biên soạn giáo trình, chúng tôi đã cố gắng tham khảo nhiều tài liệu, tạp chí chuyên ngành, tạp chí chào hàng v.v. với mong muốn cập nhật kịp thời các tiến bộ khoa học kỹ thuật trong lĩnh vực cung cấp điện năng. Tuy nhiên do trình độ có hạn, giáo trình không tránh khỏi những thiếu sót, chúng tôi rất mong được bạn đọc lượng thứ và đóng góp những ý kiến nhận xét để giáo trình ngày càng được hoàn thiện hơn. Các ý kiến và nhận xét xin gửi theo địa chỉ khanhtq@epu.edu.vn, hoặc “Khoa Hệ thống điện Trường Đại học Điện lực” số 235 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội, hoặc “Ban biên tập Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật” số 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

Tác giả

Chương 1

Đại cương về hệ thống điện

1.1. Những khái niệm cơ bản

1.1.1. Một số khái niệm và định nghĩa

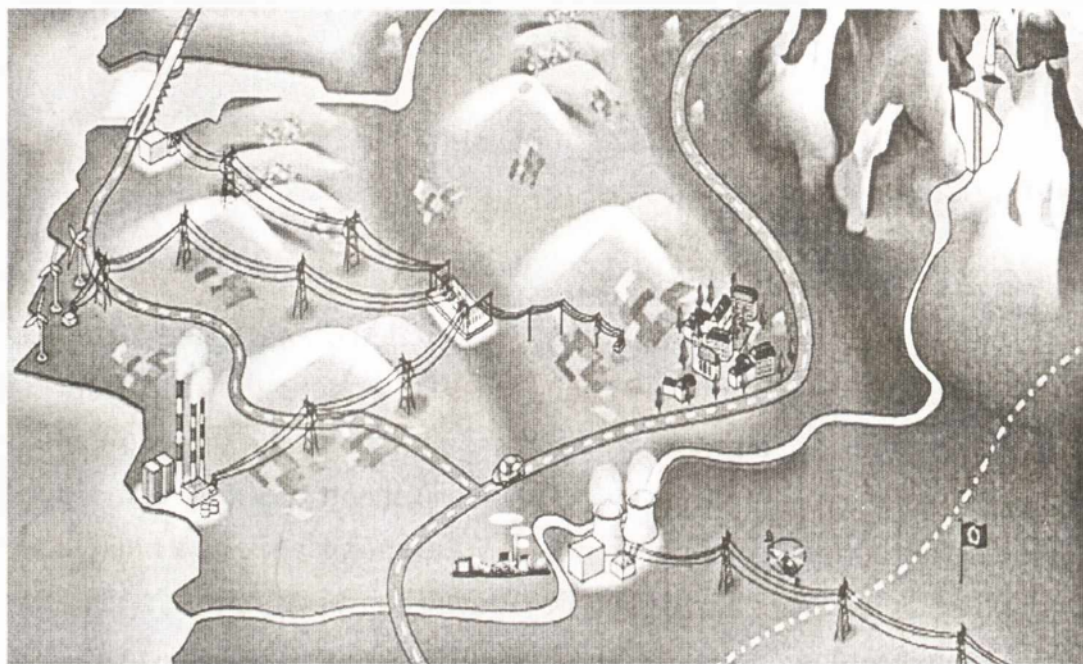
Hệ thống điện là tập hợp tất cả các thiết bị điện dùng để sản xuất, biến đổi, truyền tải, phân phối và tiêu thụ điện năng. Tức là hệ thống điện bao gồm tất cả các nhà máy, trạm biến áp, đường dây và các hộ dùng điện. Hệ thống điện là một bộ phận của hệ thống năng lượng. Mỗi bộ phận cấu thành hệ thống điện được gọi là phần tử của hệ thống. Hệ thống điện là một hệ thống phức tạp nhất, nó bao gồm rất nhiều phần tử, mỗi phần tử lại gồm nhiều thiết bị có mối liên hệ hết sức chặt chẽ với nhau. Sự phức tạp của hệ thống điện không chỉ thể hiện ở các mối liên hệ bên trong, mà cả ở các mối liên hệ với rất nhiều yếu tố từ bên ngoài như các hiện tượng thiên văn, thủy văn, khí hậu, điều kiện địa lý, điều kiện kinh tế và xã hội v.v, phụ thuộc vào sự phân bố địa lý của các trạm phát điện và các trung tâm phân phối có thể phân biệt:

- **Hệ thống điện địa phương** là hệ thống với bán kính hoạt động hạn chế trong một phạm vi hẹp.
- **Hệ thống điện Quốc gia** là hệ thống có phạm vi hoạt động rộng.

Nhà máy điện là một thành phần của hệ thống điện, nó bao gồm các thiết bị máy móc dùng để biến đổi các nguồn năng lượng sơ cấp khác nhau như thủy năng, nhiệt năng, phong năng, quang năng v.v. thành điện năng.

Mạng điện là tập hợp các trạm biến áp (tăng và giảm áp), các trạm phân phối, đường dây trên không, đường dây cáp v.v., có nhiệm vụ tiếp nhận, biến đổi từ cấp điện áp này sang cấp điện áp khác cho phù hợp và phân phối điện năng cho các hộ dùng điện. Mạng điện có cấp điện áp dưới 1000 V gọi là mạng hạ áp. Mạng điện từ 35 kV trở xuống gọi là *mạng điện địa phương*, mạng điện trên 35 kV gọi là

mạng điện vùng. Mạng điện từ 500 kV trở lên gọi là *mạng điện siêu cao áp*. Các mạng điện từ 110 kV trở lên có nhiệm vụ truyền tải điện năng đi xa, gọi là mạng cung cấp, mạng điện dưới 110 kV gọi là mạng phân phối, chúng có nhiệm vụ phân phối điện năng từ các trạm biến áp trung gian đến các trạm biến áp tiêu thụ. Ngoài ra, mạng điện còn được phân loại theo cấu trúc: mạng điện hình vòng, mạng điện hình tia, v.v.



Hình 1.1.1 Sơ đồ hệ thống điện

Các thông số mạch như tổng trở, tổng dẫn, hệ số biến áp ... của các phần tử gọi là **thông số hệ thống**. Các tham số như công suất, dòng điện, điện áp, tần số, hao tổn điện áp, hao tổn công suất, v.v. gọi là **tham số chế độ**. Tập hợp các quá trình tồn tại trong hệ thống điện, xác định trạng thái làm việc của nó gọi là **chế độ của hệ thống điện**. Nói cách khác, chế độ hệ thống điện là trạng thái nào đó của hệ thống được đặc trưng bởi các tham số chế độ.

1.1.2. Đặc điểm công nghệ của hệ thống điện

1) Tính đồng thời. Quá trình sản xuất, truyền tải, phân phối và tiêu thụ điện năng diễn ra hầu như cùng một lúc. Từ đặc điểm này có thể rút ra một số hệ quả sau :

- Trong hệ thống điện luôn luôn duy trì một sự *cân bằng năng lượng*, sự giảm công suất phát mà vẫn giữ nguyên phụ tải sẽ gây ra sự thiếu hụt công suất, ngược lại nếu giảm phụ tải mà vẫn giữ nguyên công suất phát thì sẽ gây dư thừa công suất. Tuy nhiên do cần thiết lập sự cân bằng công suất, nên khi phụ tải giảm công suất phát

cũng sẽ tự động giảm và ngược lại, lúc đó huộc các tham số chế độ phai thay đổi, dẫn đến chất lượng điện sẽ bị giảm sút. Đặc điểm này cần được quán triệt ngay từ khâu thiết kế đến khâu vận hành. Nếu như trong các lĩnh vực sản xuất khác khi sản xuất một loại sản phẩm nào đó người ta có thể không cần biết đến ai sẽ sử dụng và sử dụng sản phẩm đó như thế nào thì trong ngành năng lượng lại khác hẳn: Kế hoạch sản xuất phải gắn chặt với nhu cầu phụ tải để luôn luôn đảm bảo sự cân bằng công suất trong hệ thống điện. Sự sai lầm trong việc xác định nhu cầu phụ tải có thể dẫn đến những thiệt hại lớn cho nền kinh tế quốc dân.

- *Điện năng hầu như không thể dự trữ được* (trừ một vài trường hợp đặc biệt có sự lưu trữ không đáng kể như acquy, tụ điện), vì vậy trong thời gian thấp điểm để sử dụng lượng công suất dư thừa người ta chỉ có thể lưu giữ năng lượng dưới dạng nhiệt, lạnh bằng cách cho vận hành các thiết bị tạo nhiệt, hoặc sử dụng điện năng để bơm nước lên các hồ chứa v.v.

2) *Điện năng có thể được tạo ra từ tất cả các nguồn năng lượng khác và ngược lại* điện năng cũng có thể biến đổi thành các dạng năng lượng khác, thêm vào đó, quá trình biến đổi thuận thường diễn ra rất phức tạp còn quá trình biến đổi nghịch thì lại rất đơn giản. Điều đó cho phép sử dụng điện một cách hết sức rộng rãi trong tất cả các lĩnh vực khác nhau trong sản xuất cũng như trong đời sống sinh hoạt của con người.

3) *Điện năng rất dễ phân phối và truyền tải*: Bù vào việc điện năng không thể dự trữ được nó lại có đặc điểm hết sức quý giá là rất dễ phân phối và truyền tải. Có thể nói việc vận chuyển điện năng là dạng vận chuyển năng lượng có hiệu quả cao nhất

4) Quá trình quá độ trong hệ thống điện diễn ra rất nhanh, điều đó dẫn đến sự cần thiết phải sử dụng các thiết bị tự động hoá đặc biệt để đảm bảo quá trình diễn ra trong phạm vi cho phép.

5) *Hệ thống điện là một hệ thống rất phức tạp*, giữa các phần tử trong hệ thống điện có mối liên hệ hết sức mật thiết với nhau. Thêm vào đó, *Hệ thống điện có rất nhiều mối liên hệ* với môi trường xung quanh, các mối quan hệ tương tác này có thể biểu thị trên hình 1.1.2.

6) Hệ thống điện có liên quan chặt chẽ với tất cả các ngành của nền kinh tế quốc dân, vì vậy chế độ làm việc, chất lượng và độ tin cậy của hệ thống có ảnh hưởng trực tiếp đến các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của các ngành. Sự phát triển của hệ thống điện phải luôn đi trước một bước để tạo ra một lượng dự trữ cần thiết trong hệ thống, nếu không chú ý đến đặc điểm này thì ngành năng lượng có thể sẽ kìm hãm sự

phát triển của các ngành khác, mặt khác, sự phát triển của hệ thống điện phải nhịp nhàng và cân đối.



Hình 1.1.2. Mối quan hệ tương tác giữa hệ thống điện và môi trường xung quanh

7) Các chế độ của hệ thống điện là các quá trình động, các tham số chế độ không ngừng biến đổi theo thời gian, hơn thế nữa, bản thân hệ thống điện cũng không ngừng phát triển trong không gian và thời gian để đáp ứng sự gia tăng không ngừng của nhu cầu phụ tải điện

1.1.3. Chế độ điện áp trong hệ thống điện

Tất cả các phần tử hệ thống điện và tất cả các thiết bị điện được chế tạo ứng với từng cấp điện áp xác định, chúng có thể làm việc bình thường với độ lệch điện áp khỏi giá trị định mức trong giới hạn cho phép. Nếu độ lệch điện áp quá lớn có thể dẫn đến hư hỏng thiết bị hoặc chế độ làm việc kém hiệu quả. Chính vì vậy mà giá trị điện áp có ý nghĩa rất quan trọng đối với tất cả các thiết bị điện.

Điện áp định mức (U_n) là điện áp mà đảm bảo cho thiết bị làm việc bình thường với hiệu suất cao nhất trong suốt thời gian vận hành, mà được gọi là tuổi thọ của thiết bị, nó được ghi trong lý lịch kèm theo mỗi thiết bị điện bởi các nhà chế tạo