

PHAN ĐĂNG KHẢI

**CƠ SỞ LÝ THUYẾT
TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ
HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN**



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

PHAN ĐĂNG KHẢI

CƠ SỞ LÝ THUYẾT

TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG ĐẠI HỌC – CAO ĐẲNG KHỐI KỸ THUẬT

(Tái bản lần thứ nhất)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

Công ty Cổ phần sách Đại học Dạy nghề – Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam giữ quyền công bố tác phẩm.

04 – 2009/CXB/222 – 2117/GD

Mã số : 7B676y9 – DAI

LỜI NÓI ĐẦU

Điện năng được sử dụng rộng rãi trong tất cả các lĩnh vực và các ngành nghề của nền kinh tế quốc dân.

Việc cung cấp điện cho các nhà máy, xí nghiệp trong các lĩnh vực của nền kinh tế quốc dân, cho đô thị cũng như cho sinh hoạt dân dụng đòi hỏi một đội ngũ đông đảo các kỹ sư, cán bộ kỹ thuật và công nhân lành nghề hiểu biết về lĩnh vực này.

Cuốn *Cơ sở lý thuyết tính toán và thiết kế hệ thống cung cấp điện* biên soạn dựa trên các nội dung chính của cuốn *Giáo trình Cung cấp Điện cho xí nghiệp công nghiệp* do nhóm tác giả thuộc bộ môn Hệ thống điện trường Đại học Bách khoa Hà Nội mà tác giả làm chủ biên, xuất bản năm 1978. Cuốn giáo trình này đã được dùng làm tài liệu giảng dạy, học tập tại trường Đại học Bách khoa Hà Nội từ đó đến nay.

Tác giả đã đưa nhiều kiến thức bổ sung, mở rộng và chỉnh sửa cho phù hợp với mục đích đào tạo, giảng dạy và học tập theo yêu cầu phát triển của ngành Giáo dục và Đào tạo trong giai đoạn mới hiện nay.

Nội dung sách được phân ra các chương như sau:

Chương 1. Khái niệm chung về hệ thống cung cấp điện

Chương 2. Phụ tải điện

Chương 3. Vạch và lựa chọn phương án cung cấp điện

Chương 4. Sơ đồ nối điện của hệ thống cung cấp điện

Chương 5. Tính toán về điện trong lưới cung cấp điện

Chương 6. Lựa chọn tiết diện dây dẫn và dung lượng máy biến áp

Chương 7. Tính toán dòng điện ngắn mạch

Chương 8. Lựa chọn các thiết bị điện

Chương 9. Tiết kiệm điện năng bù công suất phản kháng nâng cao hệ số công suất

Chương 10. Bảo vệ rơle trong hệ thống cung cấp điện

Cuốn sách này được dùng làm tài liệu học tập, giảng dạy và làm tài liệu tham khảo cho học sinh, sinh viên công nhân kỹ thuật trong các trường Trung cấp kỹ

thuật, các trường Cao đẳng và các trường Đại học có các chuyên ngành có liên quan tới hệ thống cung cấp điện như: Hệ thống điện, Tự động hoá, Thiết bị điện, Tự động điều khiển, Kinh tế năng lượng...

Cuốn sách cung cấp các kiến thức cơ bản về cơ sở lý thuyết tính toán, thiết kế cũng như các kiến thức cụ thể về lắp đặt hệ thống cung cấp điện phục vụ cho học sinh, sinh viên khi làm đồ án môn học cũng như khi thiết kế tốt nghiệp về lĩnh vực này.

Trong quá trình biên soạn cuốn sách chắc vẫn còn những khiếm khuyết. Tác giả mong nhận được sự phê bình, đóng góp, nhận xét của các bạn đọc để lần xuất bản sau cuốn sách được hoàn thiện hơn.

Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về: Công ty Cổ phần Sách Đại học – Dạy nghề (HEVOBCO), 25 Hàn Thuyên – Hà Nội.

TÁC GIẢ

KHÁI NIỆM CHUNG VỀ HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

1.1. CÁC KHÁI NIỆM CHUNG

1.1.1. Khái niệm về hệ thống năng lượng

1.1.1.1. Hệ thống năng lượng và nhiên liệu

Hệ thống năng lượng và nhiên liệu ở đây được hiểu là hệ thống năng lượng sơ cấp.

Hệ thống năng lượng và nhiên liệu sơ cấp đặc trưng cho tiềm năng của đất nước. Hệ thống năng lượng sơ cấp này bao gồm:

- Các mỏ than, dầu, khí, quặng uranium...
- Các hệ thống thuỷ năng như sông, hồ, thác, suối, biển.
- Các hệ thống năng lượng tự nhiên như năng lượng gió, năng lượng mặt trời, năng lượng địa nhiệt...

1.1.1.2. Hệ thống năng lượng điện và nhiệt

Hệ thống năng lượng điện và nhiệt là hệ thống năng lượng thứ cấp. Hệ thống này sử dụng năng lượng và nhiên liệu sơ cấp để chuyển hoá thành năng lượng điện và nhiệt thông qua các thiết bị chuyển hoá như lò hơi, tua bin, máy phát điện.

Nguồn dự trữ năng lượng chủ yếu cho các nhà máy điện là những mỏ than, dầu hoặc khí đốt và các hồ chứa nước.

Nhà máy điện là nơi chuyển hoá năng lượng của các nguồn dự trữ thành điện năng, một dạng năng lượng dễ vận chuyển nhất.

Nếu nhà máy điện sản xuất đồng thời cả điện năng và nhiệt năng thì được gọi là trung tâm nhiệt – điện.

Toàn bộ thiết bị để truyền tải và phân phối năng lượng được gọi là mạng lưới năng lượng, nếu dạng năng lượng được truyền tải và phân phối là điện năng thì được gọi là mạng lưới điện và nếu dạng năng lượng được truyền tải và phân phối là nhiệt năng thì được gọi là mạng lưới nhiệt.

Trong tương lai không xa, các nhà máy điện hiện đại ngoài việc sản xuất ra điện năng, nhiệt năng ra còn sản xuất thêm cả khí đốt nên sẽ hình thành thêm mạng lưới khí đốt.

1.1.1.3. Hệ thống điện (HTĐ)

Hệ thống điện là hệ thống năng lượng điện, hiểu theo nghĩa hẹp, bao gồm phần điện của các nhà máy điện, các trạm biến áp tăng áp, các đường dây truyền tải, phân phối điện và các trạm biến áp giảm áp.

Trong hệ thống điện, các phần tử có thể phân thành các loại:

- Các phần tử chuyển hoá có nhiệm vụ chuyển hoá năng lượng nhiên liệu sơ cấp thành năng lượng điện. Các phần tử này bao gồm các nồi hơi, tua bin hơi, tua bin nước, máy phát điện.

- Các phần tử chuyển đổi làm nhiệm vụ chuyển đổi năng lượng điện ở cấp điện áp này sang năng lượng điện ở cấp điện áp khác. Các phần tử này bao gồm các máy biến áp tăng áp và các máy biến áp giảm áp.

- Các phần tử truyền tải và phân phối làm nhiệm vụ mang năng lượng qua các khoảng cách không gian. Trong các phần tử truyền tải và phân phối phải kể thêm các phần tử điều khiển và đóng cắt. Các phần tử truyền tải và phân phối bao gồm các đường dây trên không, các đường dây cáp, máy cắt điện, dao cách ly...

Như vậy, trong hệ thống điện xảy ra liên tục sự chuyển hoá và chuyển đổi năng lượng trong một số phần tử và truyền tải, phân phối nó trong các phần tử khác.

1.1.1.4. Hệ thống cung cấp điện

Hệ thống cung cấp điện có thể được hiểu là hệ thống điện thu nhỏ. Các nhà máy điện trong hệ thống cung cấp điện mang ý nghĩa là các nhà máy điện tự dùng trong các xí nghiệp công nghiệp hoặc đô thị. Ngoài phần cung cấp năng lượng điện, các nhà máy điện trong xí nghiệp hoặc khu vực đô thị còn làm cả nhiệm vụ cung cấp năng lượng nhiệt, hơi, nước nóng phục vụ cho các quá trình công nghệ của xí nghiệp cũng như phục vụ cho sinh hoạt đô thị.

Mạng lưới điện trong hệ thống cung cấp điện chủ yếu làm nhiệm vụ phân phối năng lượng điện.

Ngoài các phần tử của hệ thống điện đã nêu trên, trong hệ thống cung cấp điện còn có thêm các phần tử chuyển hoá năng lượng.

Các phần tử này thu nhận năng lượng điện từ mạng lưới điện để chuyển hoá thành các dạng năng lượng khác như nhiệt năng, hoá năng, cơ năng, quang năng và các tín hiệu nghe nhìn... gọi chung là *phụ tải điện*. Ví dụ, máy biến áp hàn, máy biến áp chỉnh lưu, máy biến áp cho các lò hồ quang điện, lò tôi, lò nấu luyện cao trung tần, các động cơ điện, các máy công cụ, đèn thấp sáng, các dụng cụ sinh hoạt dân dụng, các thiết bị biến đổi dòng xoay chiều thành dòng một chiều và ngược lại, các máy biến tần số...

Như vậy, trong hệ thống điện nói chung và hệ thống cung cấp điện nói riêng xảy ra liên tục sự chuyển đổi và chuyển hoá năng lượng trong một số phần tử cũng như truyền tải và phân phối nó trong các phần tử khác.

1.1.2. Đặc điểm công nghệ của hệ thống năng lượng

Quá trình sản xuất năng lượng nói chung, điện năng nói riêng có một số đặc điểm khác hẳn với các ngành công nghiệp khác.

1.1.2.1. Đặc điểm công nghệ của hệ thống điện năng

- Đặc điểm thứ nhất và quan trọng nhất của hệ thống điện năng là nó được sản xuất, phân phối và biến đổi thành các dạng năng lượng khác thực chất là cùng diễn ra

trong một khoảng khắc thời gian. Nghĩa là, điện năng không thể tích trữ và giữ được ở bất cứ một chỗ nào. Chính vì vậy mà toàn bộ hệ thống điện năng phức tạp bao gồm nhiều phần tử có khi ở xa cách nhau hàng trăm kilômet hợp nhất thành một cơ cấu duy nhất có cấu trúc phức tạp. Năng lượng được sản xuất ra trong hệ thống phải luôn cân bằng với lượng năng lượng dùng ngay trong hệ thống đó. Sự cân bằng ấy phải đảm bảo ngay cả đối với bất kỳ khoảng thời gian ngắn nào, nghĩa là, lúc nào trong hệ thống cũng phải có sự cân bằng chính xác về công suất tác dụng và công suất phản kháng.

Trong bất kỳ ngành công nghiệp nào khác cũng đều có khả năng dự trữ sản phẩm tại kho. Nhà máy làm việc theo phương pháp dây chuyền có thể có một số lượng dự trữ nhất định đối với một số loại chi tiết. Nhờ vậy, giảm bớt được sự phụ thuộc của các phân xưởng với nhau. Trong hệ thống năng lượng điện thì hoàn toàn khác, ở đây không thể có một dạng dự trữ nào, hoặc không có phương tiện nào để tích lũy năng lượng. Vì vậy, sự phụ thuộc lẫn nhau trong quá trình sản xuất là rất cao, cụ thể là sự thay đổi trạng thái của các phần tử mạng lưới điện truyền tải và phân phối sẽ đồng thời ảnh hưởng tới trạng thái chuyển hoá, chuyển đổi năng lượng trong các máy phát điện, máy biến áp, động cơ điện và trong các thiết bị dùng điện khác của các hộ tiêu thụ và ngược lại.

Đặc điểm này có thể thay đổi được khi chế tạo được các ắc quy và các thiết bị tích năng có dung lượng lớn và rẻ tiền.

– Đặc điểm thứ hai của hệ thống điện năng là các quá trình quá độ xảy ra và diễn biến khá nhanh. Các quá trình sóng được hoàn thành trong phần nghìn hoặc thậm chí phần triệu giây, các quá trình do ngắn mạch, đóng mở gây nên mất ổn định được hoàn thành trong phần mười hoặc cùng lắm là một hai giây.

– Đặc điểm thứ ba của hệ thống điện năng là nó gắn liền với tất cả các ngành công nghiệp, sinh hoạt hằng ngày, thông tin liên lạc, giao thông vận tải bằng các thiết bị dùng điện của các ngành ấy. Đặc điểm này dẫn đến sự cần thiết phải đảm bảo một mức độ tin cậy cần thiết cho sự làm việc và hoạt động của chúng, việc cung cấp điện phải đảm bảo liên tục và đòi hỏi phải tạo nên một mức độ dự trữ công suất kinh tế trong tất cả các phần tử của nó.

1.1.2.2. Đặc điểm công nghệ của hệ thống nhiệt năng

Trong các thiết bị nhiệt vẫn có khả năng tích lũy năng lượng, dù là không lớn. Do đó, các quá trình trong từng phần tử của hệ thống nhiệt năng (nồi hơi, hệ thống ống dẫn nhiệt, các hộ tiêu thụ nhiệt năng) không gắn bó với nhau chặt chẽ như trong hệ thống điện năng. Ví dụ, nếu ngừng cung cấp hơi vào nồi sấy nước của các nhà máy nhiệt điện thì trạng thái làm việc của các lò sưởi trong mạng lưới nhiệt chưa bị thay đổi ngay tức thời. Tuy nhiên khả năng tích trữ năng lượng của các phần tử trong hệ thống nhiệt năng không lớn, vì thế sự liên quan giữa các phần tử riêng biệt với nhau ở chừng mực nào đó cũng có vai trò đáng kể.

Phần lớn các quá trình quá độ trong hệ thống nhiệt xảy ra chậm hơn nhiều so với hệ thống điện, mặc dù các quá trình quá độ về mặt thủy lực vẫn có thể diễn biến rất nhanh.

Mặt khác, hệ thống nhiệt năng có quan hệ ít hơn tới các lĩnh vực khác nhau của nền kinh tế quốc dân so với hệ thống điện.

Trong các hệ thống năng lượng hiện đại, việc sản xuất nhiệt năng thường được kết hợp với việc sản xuất điện năng. Các hệ thống nhiệt năng thuần túy có các đặc điểm riêng của chúng, ở đây không đề cập đến. Cho nên tất cả các đặc điểm của hệ thống điện năng nêu trên sẽ đúng với bất kỳ hệ thống năng lượng nào.

– *Đặc điểm thứ nhất.* Tính đồng thời của quá trình sản xuất, phân phối và sử dụng điện năng đã thực hiện việc gắn liền sản xuất với sử dụng điện năng. Không thể sản xuất năng lượng điện nếu không có đủ khả năng tiêu thụ nó. Trong quá trình sản xuất, truyền tải, phân phối và tiêu thụ điện phải xét tới tổn hao trong các phần tử.

Từ những đặc điểm của hệ thống điện thấy rằng:

a) Sự giảm thấp số năng lượng phát ra do các nhà máy điện so với trị số cần thiết sửa chữa thiết bị, sự cố hoặc vì các lý do khác sẽ làm giảm số lượng cung cấp cho các hộ tiêu thụ, nếu không có các nguồn khác để bù lại sự giảm hụt đó (tức là dự trữ công suất phát).

b) Sự giảm thấp tạm thời số năng lượng sử dụng do các thiết bị tiêu thụ phải sửa chữa, do sự cố hoặc do các lý do khác sẽ làm giảm số năng lượng cần cung cấp cho các hộ tiêu thụ, nếu hệ thống tiêu thụ không có các thiết bị điều chỉnh sẽ không cho phép tận dụng được toàn bộ công suất thiết bị của các nhà máy điện tại các thời điểm đó.

c) Không thể có sự không cân bằng giữa tổng công suất phát ra của các nhà máy điện và tổng công suất tiêu thụ trong hệ thống. Khi giảm công suất phát của các nhà máy điện thì công suất của các hộ tiêu thụ cũng cần phải được tự động cắt giảm theo và ngược lại. Khi đó chất lượng điện năng có thể bị thay đổi.

Trong công tác quy hoạch, thiết kế hệ thống điện, vai trò dự báo nhu cầu năng lượng là rất quan trọng.

– *Đặc điểm thứ hai.* Các quá trình quá độ trong hệ thống điện diễn biến rất nhanh, buộc phải dùng các thiết bị tự động đặc biệt. Những thiết bị này phải tác động rất nhanh để đảm bảo sao cho các quá trình quá độ diễn biến trong phạm vi cho phép.

– *Đặc điểm thứ 3.* Các hệ thống năng lượng có liên quan chặt chẽ với các lĩnh vực khác của nền kinh tế quốc dân nên muốn phát triển nền kinh tế quốc dân phải phát triển kịp thời các hệ thống năng lượng. Sự phát triển của các hệ thống năng lượng phải đi trước nhu cầu tiêu thụ vì chỉ như vậy mới tạo được mức dự trữ cần thiết trong hệ thống năng lượng. Nếu không đảm bảo được điều kiện này thì ngành năng lượng sẽ kìm hãm sự phát triển của các ngành khác trong nền kinh tế quốc dân và không nâng cao được mức sống của nhân dân.

Sự phát triển của các hệ thống năng lượng phải nhịp nhàng, nghĩa là tất cả các phần tử của hệ thống phải phát triển cân đối. Sự phát triển của các mạng lưới điện phải đi trước sự phát triển của các nhà máy điện.

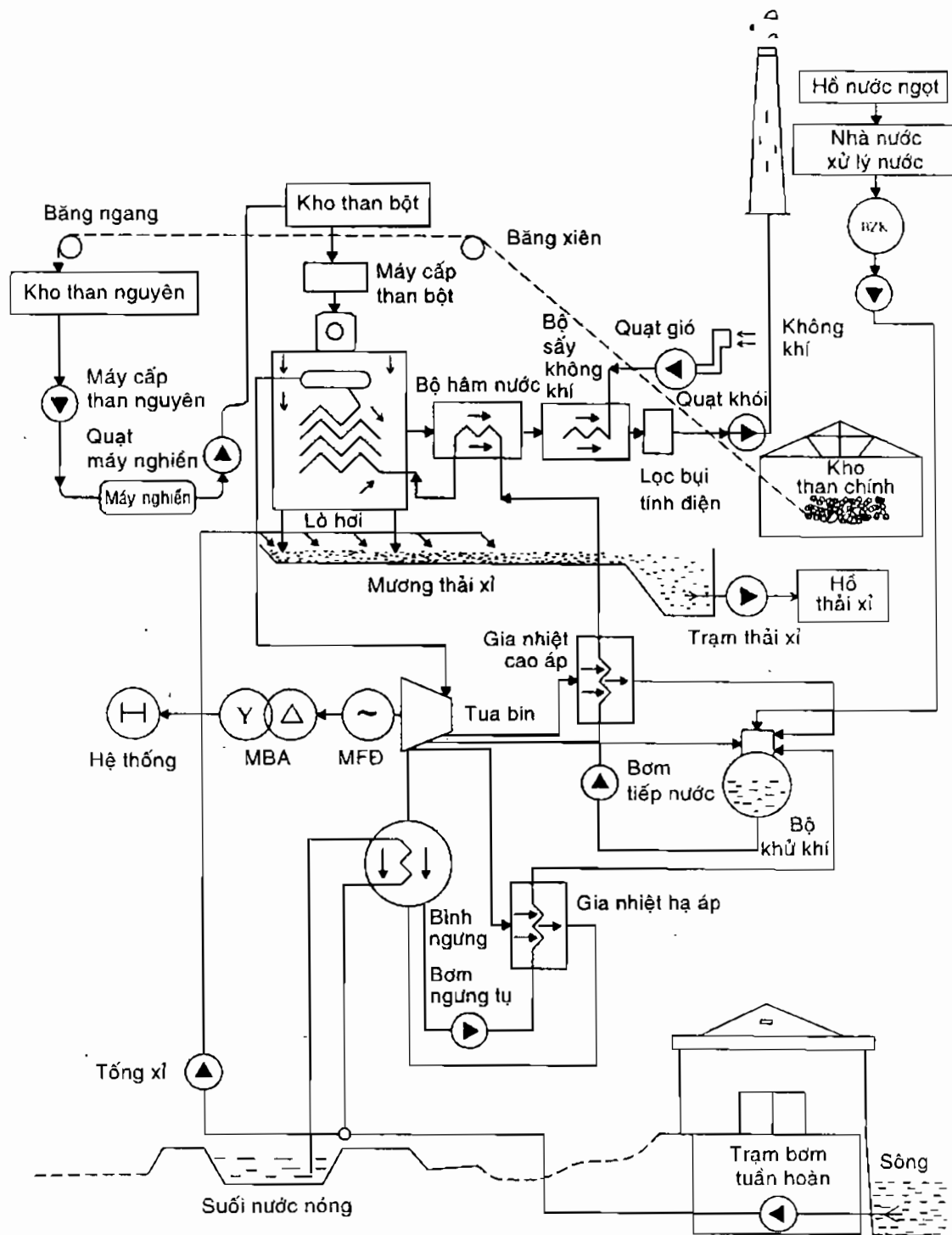
1.1.3. Một vài loại hình nhà máy điện

1.1.3.1. Nhà máy nhiệt điện

Trong nhà máy nhiệt điện, năng lượng của các nhiên liệu (than, dầu, khí đốt) được chuyển hoá thành năng lượng điện và năng lượng nhiệt.

Có hai loại hình nhà máy nhiệt điện là nhiệt điện ngưng hơi và nhiệt điện trích hơi. Mỗi loại hình nhà máy có các trang thiết bị và chế độ làm việc riêng.

a) Nhà máy nhiệt điện ngưng hơi



Hình 1.1. Sơ đồ nguyên lý sản xuất điện năng của nhà máy nhiệt điện ngưng hơi

Nhà máy nhiệt điện ngưng hơi là loại nhà máy nhiệt điện chỉ chuyên dùng để sản xuất điện năng, nghĩa là toàn bộ năng lượng nhiệt của hơi nước do lò hơi sản xuất ra được dùng để sản xuất ra điện.

Loại hình nhà máy loại này là loại hình chính và phổ biến nhất của các nhà máy nhiệt điện.

Nhiên liệu dùng cho các nhà máy nhiệt điện này là các nhiên liệu rắn (than đá, than bùn...), nhiên liệu lỏng (các loại dầu đốt), nhiên liệu khí (khí tự nhiên, khí lò cao của nhà máy luyện kim, khí của các lò luyện than cốc). Đôi khi, khí đốt còn được dùng làm nhiên liệu phụ trong các nhà máy nhiệt điện dùng nhiên liệu rắn và lỏng.

Trên sơ đồ hình 1.1 trình bày sơ đồ nguyên lý sản xuất điện năng của nhà máy nhiệt điện ngưng hơi.

Nguyên liệu than được khai thác ở các mỏ than được vận chuyển theo đường thuỷ, đường bộ và đường sắt tập trung về cảng than, bãi than, kho than chính. Sau đó được cầu trục bốc đổ xuống phễu than, các phễu rót than xuống các băng tải xiên để vận chuyển than lên cao đổ vào băng tải ngang. Qua các băng tải ngang than được phân phối cho các kho than nguyên. Máy cấp than nguyên sẽ cấp than cho các máy nghiền than. Tại máy nghiền than, than được nghiền thành than bột nhờ các viên bi làm bằng thép va đập vào các tấm lượn sóng khi thùng nghiền quay. Gió nóng cùng than mịn đã được nghiền thành bột được quạt gió tải bột đưa lên kho than bột. Nhờ các máy cấp than bột, than bột được phun vào buồng lửa của lò hơi, than bột được đốt cháy trong buồng lửa cấp nhiệt cho các ống sinh hơi, khói có nhiệt độ cao sau khi được đưa qua bộ hâm nước để lấy bớt nhiệt (hâm nước nóng), tiếp tục qua bộ sấy không khí để tận dụng nhiệt (sấy không khí), qua bộ khử bụi tĩnh điện để xử lý bụi và thoát ra ngoài ống khói nhờ quạt khói. Xỉ than được làm nguội và đập nhỏ rồi được gạt xuống mương thải xỉ và được bơm ra hồ thải xỉ bằng bơm thải xỉ.

Không khí được quạt gió thổi qua bộ sấy không khí, nhờ đó mà không khí được sấy nóng, không khí được sấy khô và làm tăng nhiệt độ cho than bột.

Nước đã qua xử lý hoá học được bơm tuần hoàn đưa qua bộ hâm nước rồi đưa vào các ống sinh hơi của lò hơi. Tại đây nước nhận nhiệt năng, chuyển hoá thành có áp suất và nhiệt độ cao được đưa tới bao hơi. Từ bao hơi, hơi nước được đưa tới tua bin, tại đây, áp suất và nhiệt độ của hơi nước giảm cùng với quá trình biến đổi nhiệt năng thành cơ năng để quay tua bin. Tua bin quay kéo máy phát điện, cơ năng được chuyển hoá thành điện năng. Điện năng được đưa qua máy biến áp tăng áp rồi đưa vào hệ thống điện. Thông qua mạng lưới điện truyền tải và phân phối điện, điện năng được cung cấp tới các hộ tiêu thụ.

Hơi nước sau khi ra khỏi tua bin có áp suất và nhiệt độ thấp được đưa vào bình ngưng, trong bình ngưng, hơi nước được ngưng đọng thành nước nhờ hệ thống làm lạnh tuần hoàn. Nước dùng làm lạnh được bơm từ sông vào nhờ bơm tuần hoàn. Từ bình ngưng, nước ngưng tụ được đưa đến bình gia nhiệt hạ áp để tăng nhiệt độ và đưa lên bộ khử khí nhờ bơm ngưng tụ. Để bù lượng nước thiếu hụt trong quá trình làm việc, lượng nước bổ sung thường xuyên được đưa vào bộ khử nhờ bơm khử khí BZK.

Để tránh ăn mòn đường ống và các thiết bị làm việc với nước ở nhiệt độ cao, nước được bơm từ hồ nước ngọt, trước khi đưa vào nhà máy phải được xử lý tại nhà xử lý nước (nhà hoá) và được khử hết khí (chủ yếu là khí O_2) tại bộ khử khí. Nước ngưng tụ và nước bổ sung sau khi khử hết khí được bơm tiếp nước đưa qua bình gia nhiệt cao áp, bộ hâm nước rồi vào ống sinh hơi.

Hơi nước có áp suất và nhiệt độ cao ($p = 130 \div 240 \text{ ata}$; $t = 540 \div 665^\circ\text{C}$). Hơi nước sau khi ra khỏi tua bin có áp suất và nhiệt độ thấp ($p = 0,03 \div 0,04 \text{ ata}$; $t = 30 \div 40^\circ\text{C}$).

Nhà máy nhiệt điện ngưng hơi có những ưu, nhược điểm sau:

- Có công suất lớn, thường được xây dựng ở gần sông và gần nguồn nhiên liệu;
- Phụ tải cung cấp tại chỗ (gần nhà máy) rất nhỏ, phần lớn điện năng phát ra được đưa qua trạm biến áp tăng áp để cung cấp cho các phụ tải ở xa;
- Có thể làm việc với phụ tải bất kỳ;
- Thời gian khởi động lâu (khoảng 3 – 10 giờ);
- Có hiệu suất thấp khoảng 30 ÷ 35%;
- Lượng điện tự dùng lớn khoảng 3 – 15%;
- Gây ô nhiễm môi trường do khói, bụi ảnh hưởng tới một vùng khá rộng;
- Vốn đầu tư nhỏ, thời gian xây dựng nhanh hơn nhà máy thủy điện.

b) Nhà máy nhiệt điện trích hơi

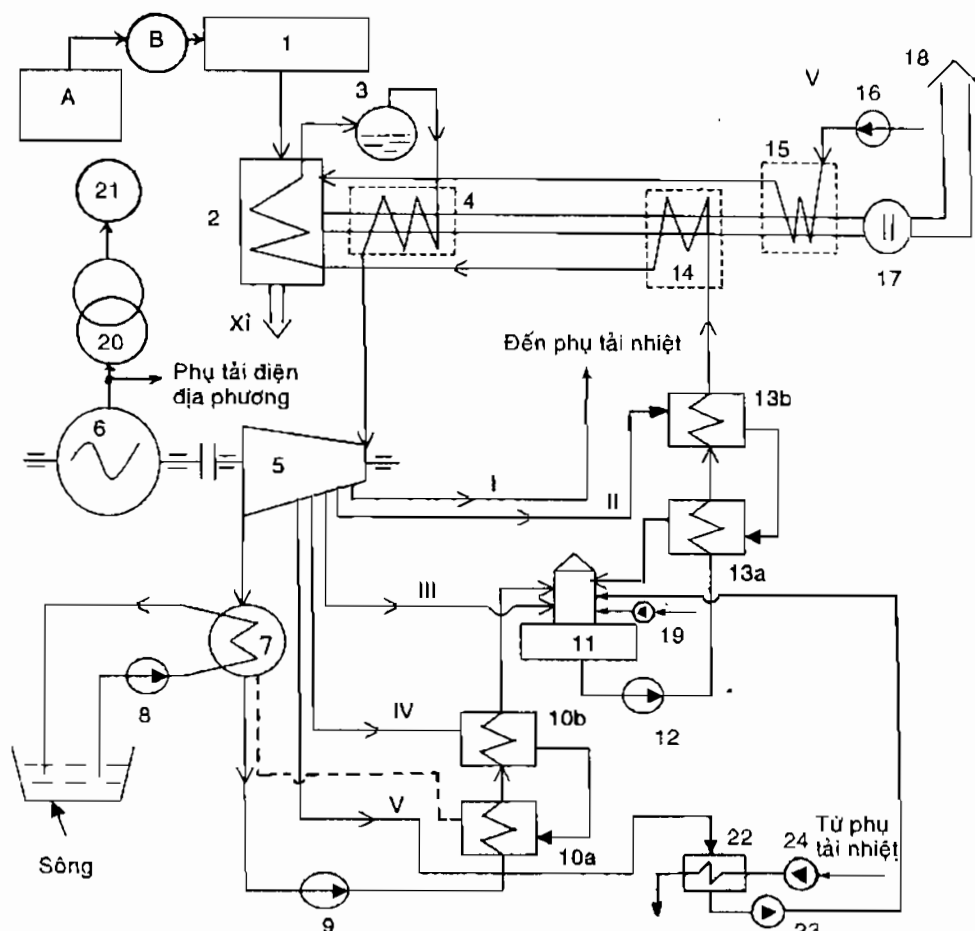
Nhà máy nhiệt điện trích hơi là loại hình nhà máy nhiệt điện vừa sản xuất điện năng vừa sản xuất nhiệt năng. Hơi nước hay nước nóng từ nhà máy điện được truyền đến các hộ tiêu thụ nhiệt công nghiệp hoặc các hộ tiêu thụ nhiệt sinh hoạt đô thị bằng hệ thống ống dẫn với bán kính trung bình 1 đến 2km đối với lưới truyền hơi nước và 5 đến 8km đối với lưới nước nóng.

Các nhà máy nhiệt điện trích hơi thường được xây dựng ngay trong các khu công nghiệp (ví dụ, nhà máy giấy, nhà máy đường...) hoặc trong các đô thị có nhu cầu phụ tải nhiệt lớn.

Sơ đồ nguyên lý và quá trình sản xuất điện và nhiệt năng được nêu trên hình 1.2. Nguyên lý làm việc về cơ bản cũng giống như nhà máy nhiệt điện ngưng hơi, nhưng có một phần hơi nước được trích ra từ tua bin để cung cấp cho các hộ tiêu thụ hơi nước qua lưới truyền hơi nước; một phần hơi nước được trích ra từ các tầng sau của tua bin được đưa đến bộ hâm nước 22 để hâm nước nóng cung cấp cho lưới nước nóng. Nước sau khi được sử dụng tại các hộ tiêu thụ nhiệt được đưa trở lại bộ hâm nước 22 qua bơm hoàn lưu 24. Hơi trích từ tua bin, sau khi qua bộ hâm nước 22 được đưa về bình khử khí 11 nhờ bơm khử khí 23.

Các nhà máy nhiệt điện trích hơi, điện năng được máy phát phát ra, một phần được cung cấp cho phụ tải địa phương ở cấp điện áp máy phát, một phần được đưa lên điện áp cao nhờ máy biến áp tăng áp 20 để cấp cho các phụ tải ở xa hoặc đưa vào hệ thống điện 21.

Nhà máy nhiệt điện trích hơi có hiệu suất cao hơn nhà máy điện ngưng hơi vì có sự phối hợp giữa phụ tải nhiệt và điện.



Hình 1.2. Sơ đồ nguyên lý quá trình sản xuất điện và nhiệt năng

1- Kho than bột; 2- Lò hơi; 3- Bao hơi; 4- Bộ quá nhiệt; 5- Tua bin; 6- Máy phát điện; 7- Bình ngưng; 8- Bơm tuần hoàn; 9- Bơm ngưng tụ; 10a- Bình gia nhiệt hạ áp 1; 10b- Bình gia nhiệt; 11- Bộ khử khí; 12- Bơm cấp nước; 13a- Bình gia nhiệt cao áp 1; 13b- Bình gia nhiệt cao áp 2; 14- Bộ hâm nước; 15- Bộ sấy không khí; 16- Quạt gió; 17- Bộ xử lý khói; 18- Ống khói; 19- Bơm nước mềm; 20- Máy biến áp tăng áp; 21- Hệ thống điện; 22- Bộ hâm nước nóng; 23- Bơm khử khí; 24- Bơm hoàn lưu nước nóng; I, II, III, IV, V - Các cửa trích hơi; A- Kho than nguyên; B- Máy nghiền.

Nhà máy nhiệt điện trích hơi có những ưu, nhược điểm sau:

- Do không thể dẫn hơi nước hay nước nóng đi xa nên các nhà máy nhiệt điện trích hơi được xây dựng ở gần các hộ tiêu thụ nhiệt;

- Nhiên liệu cấp cho nhà máy nhiệt điện trích hơi phải vận chuyển xa từ các nơi khác đến, do vậy công suất của các nhà máy thường được xác định theo yêu cầu của phụ tải nhiệt nên công suất nhà máy không lớn.

- Phần lớn năng lượng điện phát ra được sử dụng ở cấp điện áp đáp ứng yêu cầu tại chỗ của các xí nghiệp công nghiệp hoặc sinh hoạt dân dụng đô thị.

- Để nâng cao hiệu suất, việc sản xuất điện năng phải phù hợp với phụ tải nhiệt.

- Hiệu suất của các nhà máy nhiệt điện khá cao (60 – 70%), nhưng đòi hỏi có sự phù hợp giữa phụ tải điện và phụ tải nhiệt thì mới đạt được.

- Thời gian khởi động và các ưu, nhược điểm khác cũng giống như nhà máy nhiệt điện ngưng hơi.

1.1.3.2. Nhà máy thủy điện

Nhà máy thủy điện là loại nhà máy làm nhiệm vụ biến đổi năng lượng của dòng nước thành điện năng.

Động cơ sơ cấp dùng để quay các máy phát trong các nhà máy thủy điện là các tua bin thủy lực. Các tua bin thủy lực làm nhiệm vụ biến đổi động năng và thế năng của dòng nước thành cơ năng để làm quay máy phát điện.

Công suất cơ trên trục tua bin phụ thuộc vào lưu lượng nước chảy qua tua bin và chiều cao cột nước hiệu dụng.

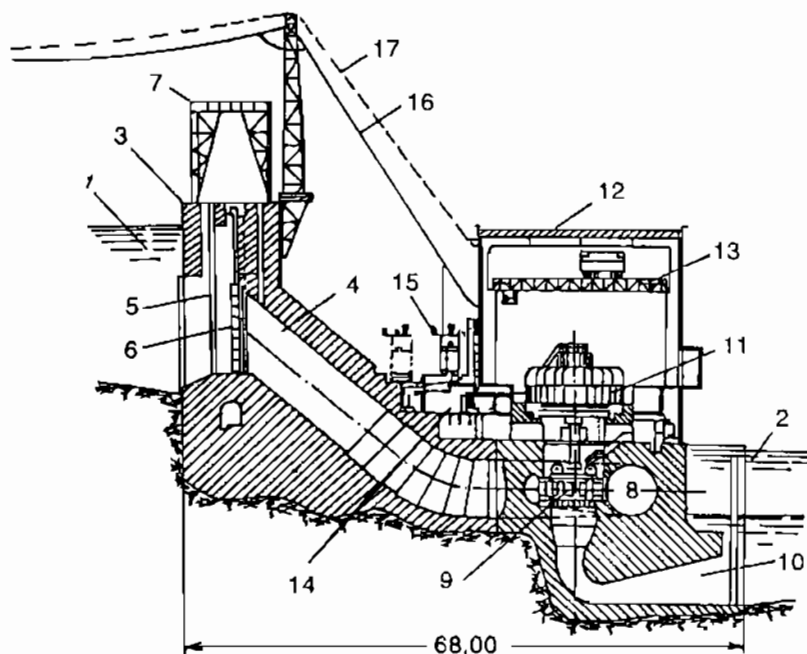
Nhà máy thủy điện được chia thành hai loại chính: nhà máy thủy điện kiểu đập và nhà máy thủy điện kiểu kênh dẫn.

a) Nhà máy thủy điện kiểu đập

Các nhà máy thủy điện kiểu đập thường được xây dựng trên các dòng sông có độ dốc không lớn. Để tạo được độ cao cột nước cần thiết cho sự hoạt động của tua bin và máy phát điện cần xây đập ngăn giữa dòng sông.

Sơ đồ mặt cắt cấu trúc gian máy của nhà máy thủy điện kiểu đập nêu trên hình 1.3.

Để tạo độ cao cột nước cần thiết cần thực hiện xây dựng đập chắn ngang giữa dòng sông 3; gian máy được xây dựng và lắp đặt sau đập. Nước được cấp vào tua bin thông qua cửa nước 6 vào ống dẫn 4 qua tuabin 9 rồi xả xuống hạ lưu qua ống thoát 10. Ngoài ra, để phục vụ cho giao thông vận tải, trên công trình đập còn xây dựng âu thuyền và các kênh dẫn để hạ thấp dần cột nước từ thượng lưu xuống hạ lưu phục vụ cho thuyền bè qua lại.



Hình 1.3. Sơ đồ mặt cắt ngang nhà máy thủy điện kiểu đập

Trên hình 1.3 vẽ mặt cắt ngang của nhà máy thủy điện kiểu đập. Gian máy 12 được xây lắp phía sau đập 3, về phía hạ lưu 2. Nước từ thượng lưu 1 qua cửa nước 6, theo ống dẫn 4 vào buồng xoắn 8 rồi được phân phối vào các cánh tua bin 9 làm quay trục tua bin. Nước từ tuốc bin chảy xuống hạ lưu qua ống thoát 10.

Buồng xoắn tua bin có tiết diện ngang thay đổi để đảm bảo phân phối đều áp lực nước vào cánh tua bin.

Tua bin và máy phát điện 11 được chế tạo theo kiểu trục đứng. Trục của tua bin và trục của máy phát điện được nối đồng trục.

Máy phát điện được đặt trong gian máy. Các tua bin thủy lực được chế tạo có tốc độ chậm nên các máy phát thủy điện được chế tạo theo kiểu cực lồi và có nhiều cực.

Khi tua bin quay sẽ làm quay rôto máy phát điện. Năng lượng điện do máy phát phát ra được đưa vào các thiết bị phân phối điện đặt trong nhà ở cấp điện áp máy phát 14 và được đưa tiếp ra các máy biến áp tăng áp 15 đặt ngoài trời. Máy biến áp tăng áp có nhiệm vụ tăng điện áp đầu cực máy phát lên cấp điện áp phù hợp với cấp điện áp của hệ thống điện. Năng lượng điện do máy phát phát ra, qua máy biến áp tăng áp, thông qua các thiết bị phân phối điện ngoài trời điện áp cao được đưa vào các đường dây trên không 16 tải đến các phụ tải ở xa hoặc cấp điện cho hệ thống điện. Để bảo vệ sét cho đường dây trên không, trên đường dây được lắp đặt dây chống sét 17.

Cửa 6 dùng để điều tiết nước vào tua bin; cửa phải ngăn nước 5 dùng để ngăn chặn nước khi lắp đặt, sửa chữa tua bin và máy phát.

Hệ thống dàn nâng 17 phục vụ cho việc lắp đặt và nâng các cửa và lưới chắn rác khi cần sửa chữa và vớt rác. Hệ thống cầu trục 13 phục vụ cho việc rút ruột rôto và sửa chữa máy phát điện.

b) Nhà máy thủy điện kiểu ống dẫn

Nhà máy thủy điện kiểu ống dẫn (hình 1.4) thường được xây dựng trên các sông có độ dốc cao ở miền núi. Cột nước hiệu dụng cần thiết được tạo ra bằng cách sử dụng độ dốc lớn tự nhiên của các con sông.

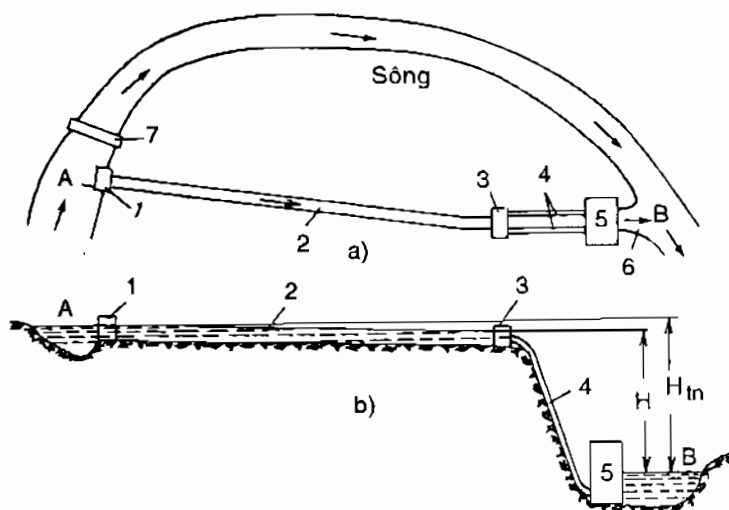
Tại đầu ống dẫn 2 là cửa nhận nước 1. Qua cửa 1 nước chảy vào ống dẫn 2 để vào bể áp lực 3. Đập chắn ngang sông 7 để tập trung nước vào ống dẫn 2. Ống dẫn 2 có độ dốc lớn hơn so với độ dốc của đoạn sông A – B. Do vậy cột nước H hiệu dụng của nhà máy nhỏ hơn một chút so với cột nước có độ nghiêng tự nhiên H_m của đoạn sông A – B.

Từ bể áp lực 3 nước theo ống dẫn áp lực 4 xả vào cánh tua bin 5. Từ tua bin thủy lực 5 nước theo kênh xả 6 để trở lại dòng sông tại B.

Như vậy, nhờ đập 7 có thể tạo ra bể chứa nhân tạo để tạo ra một dự trữ nước nhất định và nâng cao thêm mức nước nhằm tăng áp lực cho tua bin.

Để tận dụng năng lượng của dòng nước, trên các con sông có độ dốc và dòng chảy lớn có thể xây dựng nhiều cấp nhà máy thủy điện theo từng cấp hạ thấp dần mức nước.

Việc sử dụng tổng hợp năng lượng của dòng nước như vậy góp phần nâng cao được các chỉ tiêu kinh tế của các nhà máy thủy điện do được bù lại bằng các nguồn lợi khác như giao thông vận tải, tưới tiêu nước, nguồn lợi về thủy sản, du lịch và môi trường.



Hình 1.4. Sơ đồ nhà máy thủy điện kiểu ống dẫn
a) Sơ đồ mặt bằng nút thủy lực; b) Sơ đồ tạo cột nước.

c) Nhà máy thủy điện tích năng

Trong nhà máy thủy điện tích năng được xây dựng hai hồ chứa: hồ chứa thượng lưu và hồ chứa hạ lưu. Nhà máy có hai chế độ làm việc ngược nhau: Chế độ sản xuất điện năng và chế độ tiêu thụ điện năng góp phần vào việc san bằng đô thị phụ tải nâng cao hiệu quả cho toàn hệ thống và phủ kín đồ thị phụ tải.

Khi phụ tải của hệ thống nhỏ, các máy phát làm việc ở chế độ động cơ tiêu thụ công suất công suất của hệ thống để bơm nước từ hồ chứa phía hạ lưu lên hồ chứa phía thượng lưu. Chế độ làm việc như vậy được gọi là chế độ tích năng. Khi phụ tải của hệ thống lớn, các máy phát lại sử dụng nước vừa tích được ở hồ chứa phía thượng lưu để phát điện, góp phần cùng với các nhà máy điện khác phủ kín đồ thị phụ tải của hệ thống.

Nhà máy thủy điện có đặc điểm chính sau:

- Thời gian xây dựng lâu hơn xây dựng các nhà máy nhiệt điện do phải thăm dò trên một diện rộng, xây dựng hồ chứa, đập.

Mặt khác, các nhà máy thủy điện cần được xây dựng tại nơi có nguồn nước có thể năng lớn nên phần lớn nằm trên địa bàn miền núi, xa các trung tâm phụ tải cần phải xây dựng các đường dây truyền tải điện cao áp dài. Chính vì vậy, chi phí vốn đầu tư cho xây dựng lớn.

- Vì xây dựng gần nguồn thủy năng, phụ tải địa phương của nhà máy thủy điện khá nhỏ, phần lớn điện năng được đưa lên điện áp cao, cung cấp cho các phụ tải ở xa giống như nhà máy nhiệt điện ngưng hơi xây dựng gần nguồn nhiên liệu.

- Các nhà máy thủy điện có hồ chứa có thể làm việc với đồ thị phụ tải bất kỳ.

- Nhà máy thủy điện có thời gian khởi động nhỏ, khoảng 3 đến 5 phút cho nên có thể phân cho một vài nhà máy hoặc một vài tổ máy làm nhiệm vụ điều tần cho hệ thống (gánh phần phụ tải đỉnh).

Khi phụ tải thấp có thể cho một vài tổ máy nghỉ.

- Lượng điện tự dùng của nhà máy thủy điện nhỏ hơn nhà máy nhiệt điện vì không có khâu chế biến nhiên liệu.

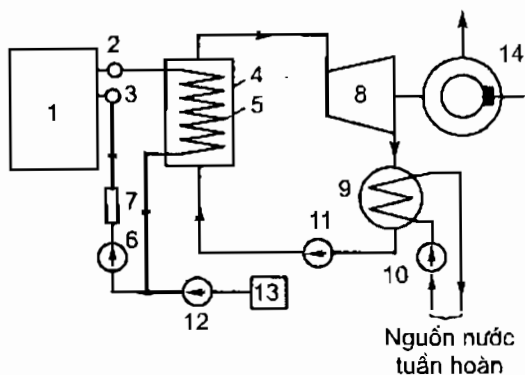
- Hiệu suất của các nhà máy thủy điện cao hơn các nhà máy nhiệt điện (85 – 86%).

- Giá thành sản xuất điện năng thấp do không tốn nhiên liệu. So với các nhà máy nhiệt điện chỉ chiếm không 10÷20%.

1.1.3.3. Nhà máy điện nguyên tử

Nhà máy điện nguyên tử cũng giống như nhà máy nhiệt điện, trong đó lò hơi nước thông thường được thay thế bằng lò phản ứng hạt nhân 1 và bình trao đổi nhiệt 4 (máy phát hơi nước) trên hình 1.5.

Nguồn phát ra năng lượng điện của nhà máy điện nguyên tử vẫn sử dụng các thiết bị điện thông thường như tua bin hơi 8 và máy phát điện tua bin hơi 14.



Hình 1.5. Sơ đồ nguyên lý nhà máy điện nguyên tử

Nguồn phát ra năng lượng nhiệt ở nhà máy điện nguyên tử là lò phản ứng hạt nhân 1, trong đó xảy ra các quá trình của phản ứng hạt nhân sinh nhiệt truyền cho nước được bơm liên tục vào lò bằng bơm 6.

Việc điều chỉnh công suất của nhà máy điện nguyên tử thực hiện dễ dàng bằng việc điều chỉnh các thanh nhiên liệu hạt nhân.

Trong nhà máy điện nguyên tử, nước được tuần hoàn theo hai chu trình kín. Chu trình đầu tiên bao gồm lò phản ứng 1, ống dẫn 5 đặt trong bình trao đổi nhiệt 4 và bơm nước 6. Nước sinh hơi trong lò 1 có áp suất và nhiệt độ cao được đưa vào bình trao đổi nhiệt 4 để truyền nhiệt cho nước của chu trình thứ hai. Từ bình trao đổi nhiệt 4 nước được đưa trở lại lò 1 nhờ bơm 6 và đưa qua bộ lọc 7. Nước bổ sung để bù lại tổn thất nước trong quá trình làm việc được chứa trong bình 13 và được đưa vào lò qua bơm 12.

Chu trình thứ hai bao gồm bình trao đổi nhiệt 4, tua bin hơi 8, bình ngưng tụ 9 và bơm nước 11.

Hơi nước được tạo ra trong bình 4 được đưa vào tua bin 8 qua ống dẫn và trở về bình ngưng 9. Tại bình ngưng 9 hơi nước được làm lạnh nhờ nước tuần hoàn do bơm tuần hoàn 10. Bơm nước 11 cấp cho bình 4 lấy từ bình ngưng 9.

Trong quá trình làm việc, lò phản ứng hạt nhân phát ra các tia phóng xạ (đặc biệt là tia gamma và tia neutron) rất nguy hiểm tới cơ thể con người.

Để giảm mức độ nguy hiểm, lò phản ứng được bao bọc bởi các lớp vỏ đặc biệt gồm lớp nước dày 1m, lớp bê tông dày 3m và lớp gang dày 0,25m.

Để giảm mức độ nguy hiểm, trong nhà máy điện nguyên tử dùng hai chu trình nước (hai mạch vòng). Nước của chu trình hay mạch vòng đầu tiên chạy qua lò phản ứng hạt nhân nên có nhiễm chất phóng xạ, do đó phải cô lập thành mạch vòng riêng biệt. Nước của mạch vòng thứ hai được cô lập riêng biệt nên hầu như không nhiễm chất phóng xạ. Số chu trình hoặc mạch vòng tuần hoàn nước càng nhiều càng đảm bảo an toàn cho người vận hành và thiết bị. Song việc này dẫn tới giá thành cao và hiệu suất của nhà máy giảm đi.

Tất cả các thiết bị của mạch vòng thuộc chu trình đầu tiên đều được đặt trong các gian đặc biệt có lớp bảo vệ riêng.

So với các nhà máy nhiệt điện, lượng tiêu hao nhiên liệu trong các nhà máy điện nguyên tử ít hơn rất nhiều, ví dụ, để sản xuất ra 120MWh điện năng chỉ cần khoảng 32g uran, còn nhà máy nhiệt điện phải tiêu tốn đến 100 – 110 tấn than nhiên liệu tiêu chuẩn.

Năng lượng của 1kg uran tương đương với 2700 tấn than tiêu chuẩn. Chính vì vậy, nhà máy điện nguyên tử phù hợp với các nước và các vùng không có nguồn năng lượng thiên nhiên như than, dầu, khí và các hệ thống thủy năng.

Tuy nhiên, việc xây dựng các nhà máy điện đòi hỏi phải có trình độ kỹ thuật năng lực quản lý cao mới đảm bảo được an toàn vì khả năng ô nhiễm môi trường do các chất phóng xạ gây ra lớn và việc xử lý chất thải gặp nhiều khó khăn.

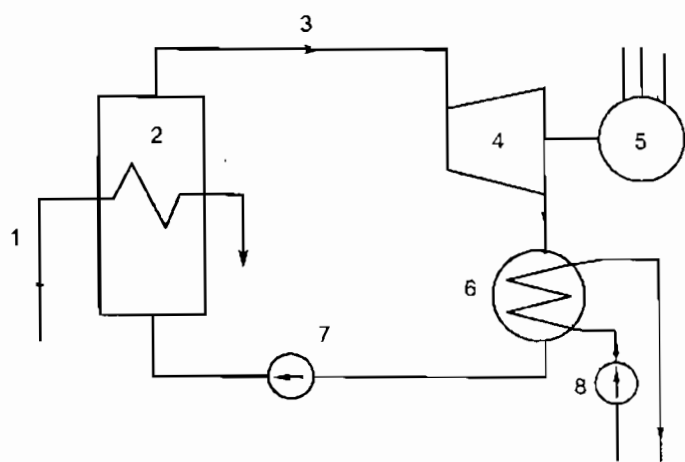
Để đề phòng hiểm họa, các nhà máy điện nguyên tử thường được xây dựng ở xa các khu vực dân cư.

Nhà máy điện nguyên tử có các đặc điểm và ưu, nhược điểm chính sau:

- Về vị trí, các nhà máy điện nguyên tử có thể xây dựng ở các địa điểm bất kỳ, miễn là xa khu vực dân cư. Cũng như nhà máy thủy điện, hầu hết năng lượng điện phát ra được đưa lên lưới hoà vào hệ thống điện để cấp cho phụ tải ở xa.
- Yêu cầu về khối lượng nhiên liệu rất nhỏ, thích hợp với việc xây dựng ở vùng rừng núi, các vùng cách xa nguồn nhiên liệu.
- Không gây ô nhiễm môi trường về mặt khói bụi, nhưng lại nguy hiểm về mặt phóng xạ nếu để lọt qua vùng bảo vệ.
- Có thể làm việc với đồ thị phụ tải bất kỳ, dễ thay đổi chế độ làm việc.
- Xây dựng và vận hành đòi hỏi có trình độ kỹ thuật cao và vốn đầu tư ban đầu lớn.

1.1.3.4. Nhà máy điện địa nhiệt

Nhà máy điện địa nhiệt cũng giống như các nhà máy nhiệt điện. Trong nhà máy điện địa nhiệt (hình 1.6), hệ thống cấp nhiên liệu được thay bằng hệ thống ống dẫn 1 để dẫn khí nóng từ trong lòng đất vào lò 2. Trong lò 2, nhiệt của khí nóng được truyền cho nước cấp từ bơm nước 7 đưa lên. Nước được bốc thành hơi được đưa vào tua bin 4 qua ống dẫn 3 làm quay máy phát điện 5. Sau đó hơi nước được đưa xuống bình ngưng 6 để được làm mát nhờ nước tuần hoàn do bơm 8 cấp lên.



Hình 1.6. Sơ đồ nguyên lý nhà máy điện địa nhiệt

Thông thường các nhà máy điện địa nhiệt được xây dựng ở những nơi có nhiều núi lửa hoạt động. Công suất của các nhà máy điện địa nhiệt có thể đạt tới 500MW. Giá thành xây dựng rẻ, chỉ bằng một nửa giá thành xây dựng nhà máy nhiệt điện.

1.1.3.5. Nhà máy điện mặt trời

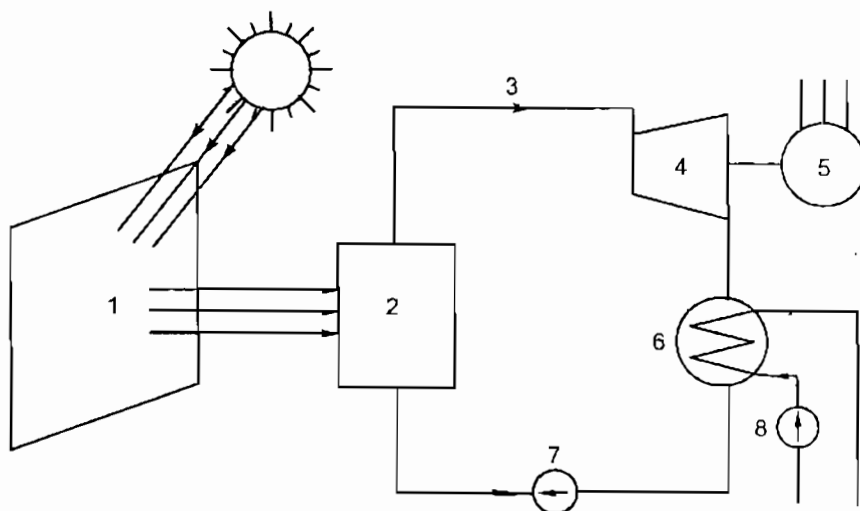
Sơ đồ nguyên lý của nhà máy điện mặt trời cũng tương tự như nhà máy điện địa nhiệt và chỉ khác ở chỗ hệ thống ống dẫn 1 dẫn khí nóng đun nước được thay bằng hệ thống kính cảm quang 1 phản xạ các tia sáng mặt trời vào lò hơi 2 để đun nước bốc thành hơi có nhiệt độ và áp suất cao cấp cho tua bin làm quay máy phát điện.

Các nhà máy điện mặt trời phụ thuộc rất nhiều vào thời tiết nên thường được xây dựng ở các nước có nhiều ngày nắng. Giá thành xây dựng đắt và hiệu suất không cao.

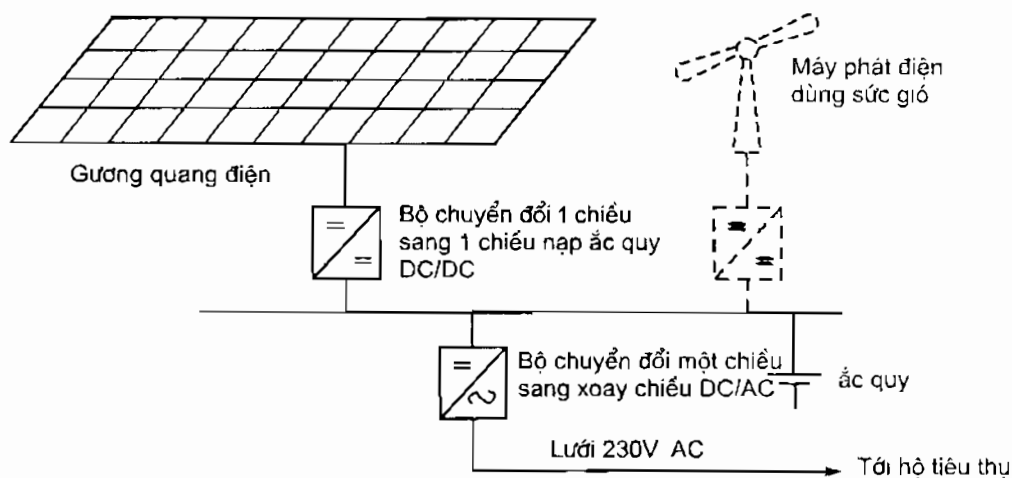
Ngoài nhà máy điện mặt trời có sơ đồ nguyên lý nêu trên hình 1.7, hiện nay còn sử dụng phổ biến các pin mặt trời để sản xuất điện năng với công suất nhỏ. Thường chỉ dùng cho các vùng ở xa không có lưới điện quốc gia; phục vụ cho các bệnh viện,

trường học, các xưởng máy và xí nghiệp nhỏ, các làng, xóm, nhà nghỉ, khách sạn, sân bay, công trường và các thiết bị thông tin liên lạc... Công suất mỗi pin mặt trời có thể đạt tới 2 – 15kVA, lượng điện năng cung cấp hàng ngày có thể đạt tới 3 – 360kWh.

Sơ đồ nguyên lý sử dụng pin mặt trời nêu trên hình 1.8.



Hình 1.7. Sơ đồ nguyên lý nhà máy điện mặt trời.



Hình 1.8. Sơ đồ nguyên lý sử dụng pin mặt trời kết hợp máy phát điện gió

Để có thể sử dụng điện năng theo ý muốn, điện năng do các pin sản xuất ra được tích trữ trong các bình ắc quy nhờ các bộ chuyển đổi DC/DC và DC/AC.

1.1.3.6. Nhà máy điện dùng sức gió

Năng lượng gió trên trái đất rất lớn, việc sử dụng toàn bộ năng lượng gió thực tế lại là điều không thể, vì năng lượng gió rất phân tán theo vị trí không gian và theo thời gian. Từ lâu, con người đã biết sử dụng năng lượng gió dưới dạng năng lượng cơ học đơn giản như cối xay gió, thuyền buồm... Ngày nay, với phương tiện kỹ thuật hiện đại cũng chỉ có thể chế tạo được các máy phát điện dùng sức gió với mức công suất giới hạn trong phạm vi vài chục kilôoát.

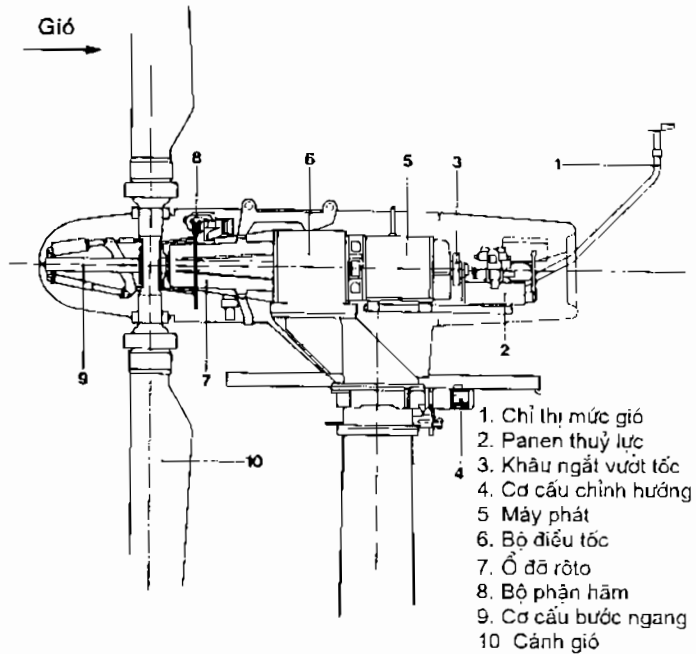
Mặt khác, năng lượng gió rất khó sử dụng rộng rãi vì sức gió luôn thay đổi theo thời gian. Công suất của các thiết bị năng lượng gió phụ thuộc rất nhiều vào tốc độ của nó. Tốc độ này thay đổi liên tục trong một phạm vi rộng. Không thể điều chỉnh khối lượng gió vào động cơ gió như điều khiển các lượng nước, lượng hơi vào tua bin của máy phát thủy điện và nhiệt điện. Ở các vùng ít gió, công suất của các nhà máy điện dùng sức gió chỉ đạt tới vài chục kilôoát, ở các vùng nhiều gió đạt tới vài trăm kilôoát.

Ngoài ra, việc điều chỉnh tần số và điện áp của các nhà máy điện dùng sức gió gặp nhiều khó khăn.

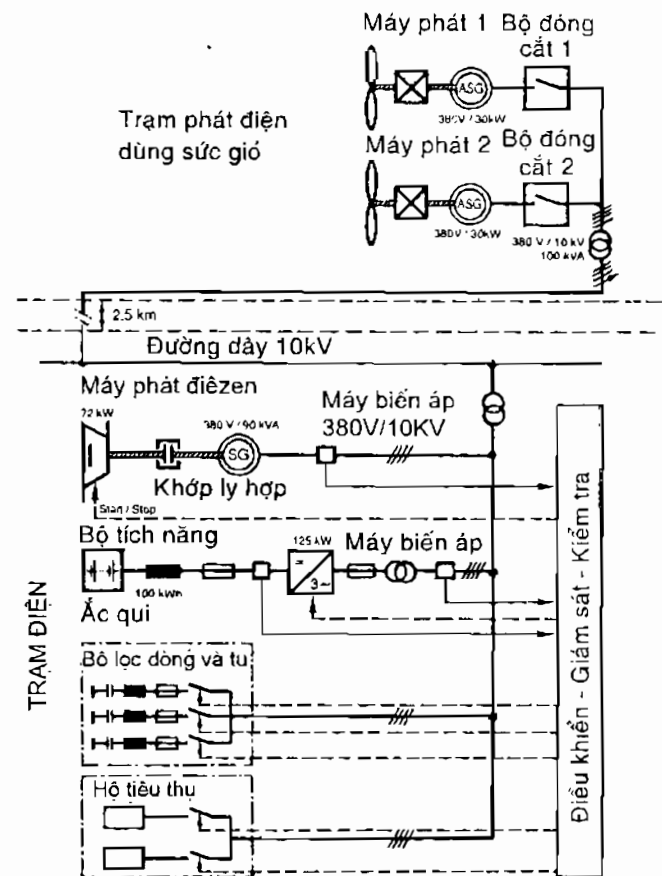
Trên hình 1.9 nêu sơ đồ nguyên lý cấu trúc của máy phát điện dùng sức gió.

Động cơ gió được dùng để quay máy phát điện, các cánh quạt của động cơ gió được đặt đối diện với hướng gió. Để điều chỉnh góc nghiêng của cánh, các cánh có thể quay quanh trục của chúng. Trục của động cơ gió có thể nối trực tiếp hoặc gián tiếp qua bộ điều tốc (hình 1.9). Gió làm quay động cơ gió dẫn tới làm quay máy phát điện để phát ra điện năng.

Điện năng phát ra có thể sử dụng trực tiếp hoặc tích trữ trong các bình ắc quy. Để đảm bảo cung cấp năng lượng liên tục cho các hộ tiêu thụ điện thường lắp đặt kết hợp các máy phát điện gió với hệ thống pin mặt trời hoặc các máy phát điện diesel trong một trạm điện chung nêu trên hình 1.10.



Hình 1.9. Sơ đồ nguyên lý cấu trúc của máy phát điện dùng sức gió



Hình 1.10. Sơ đồ nguyên lý kết nối trạm điện hỗn hợp

1.1.4. Khái niệm chung về các loại hình trạm

1.1.4.1. Trạm biến áp

Trạm biến áp được dùng rộng rãi trong hệ thống điện nói chung và lưới điện nói riêng. Trong mỗi trạm biến áp có thể đặt một vài máy biến áp.

Nhiệm vụ của máy biến áp là chuyển đổi năng lượng điện từ cấp điện áp này sang năng lượng điện ở cấp điện áp khác để truyền tải hoặc phân phối năng lượng điện. Máy biến áp có các loại: hai, ba cuộn dây hoặc tự ngẫu.

Điện áp U_1 được gọi là điện áp sơ cấp, điện áp U_2 được gọi là điện áp thứ cấp. Trạm biến áp có $U_1 < U_2$ được gọi là trạm biến áp tăng áp. Trạm biến áp có $U_1 > U_2$ được gọi là trạm biến áp giảm áp.

– *Trạm biến áp tăng áp.*

Trạm biến áp tăng áp làm nhiệm vụ truyền tải điện năng từ lưới điện có điện áp thấp (cấp điện áp của các máy phát điện) lên lưới điện có cấp điện áp cao hơn, phục vụ cho việc truyền tải điện năng đến các hộ tiêu thụ điện ở xa.

Các trạm biến áp tăng áp thường được đặt trong các nhà máy điện.

– *Trạm biến áp giảm áp.*

Trạm biến áp giảm áp làm nhiệm vụ chuyển đổi và truyền tải điện năng từ lưới điện có điện áp cao sang lưới điện có điện áp thấp hơn, phục vụ cho việc phân phối năng lượng điện cho các hộ tiêu thụ.

Các trạm biến áp giảm áp được dùng rộng rãi trong lưới điện cũng như trong các hộ tiêu thụ điện.

Tên các trạm biến áp thường được gọi theo cấp điện áp sơ cấp, thứ cấp.

1.1.4.2. Trạm phân phối

Trạm phân phối có kết cấu bao gồm các đường dây vào, các đường dây ra ở cùng một cấp điện áp, hệ thống thanh góp (thanh cái), các thiết bị đóng cắt (dao cách ly, máy cắt điện...), các thiết bị đo lường và bảo vệ.

Nhiệm vụ của trạm phân phối là nhận năng lượng điện do nguồn cấp và phân phối cho các hộ tiêu thụ thông qua các đường dây có cùng cấp điện áp. Trong các trạm biến áp, ngoài máy biến áp ra còn có các trạm phân phối về các phía cao hạ áp.

Tên các trạm phân phối được gọi theo cấp điện áp của đường dây.

1.1.4.3. Trạm biến đổi

Trạm biến đổi được lắp đặt các thiết bị chuyên dụng làm nhiệm vụ biến đổi, dùng điện ở dạng này sang dạng khác hoặc dòng điện ở tần số này sang tần số khác.

– *Trạm chỉnh lưu.*

Nhiệm vụ của trạm chỉnh lưu là chuyển đổi dạng dòng điện từ xoay chiều ở phía đầu nguồn sang dòng điện một chiều để truyền tải điện một chiều nhằm giảm tổn thất công suất, tổn thất điện năng cũng như tận dụng được khả năng tải của đường dây.

Khi hai hệ thống điện có tần số khác nhau có thể đặt trạm chỉnh lưu công suất lớn ở cả hai phía nguồn của hệ thống để thực hiện việc hoà chung hai hệ thống thông qua cầu dòng điện một chiều.

– *Trạm nghịch lưu.*

Trạm nghịch lưu thường đặt ở phía cuối đường dây truyền tải điện một chiều. Nhiệm vụ của trạm nghịch lưu là chuyển đổi dạng dòng điện từ một chiều sang xoay chiều để chuyển đổi và truyền tải năng lượng điện qua máy biến áp tạo điều kiện thuận lợi cho việc truyền tải và phân phối điện cho các hộ tiêu thụ điện sử dụng dòng điện xoay chiều ba pha.

– *Trạm biến tần.*

Các trạm biến tần làm việc ở hai chế độ thuận và nghịch. Các trạm biến tần công suất lớn thường dùng để nối (hoà) các hệ thống điện có tần số khác nhau, nghĩa là các trạm biến tần làm nhiệm vụ biến đổi dòng điện có tần số f_1 sang dòng điện có tần số f_2 khi cần truyền tải năng lượng điện từ hệ thống điện 1 có tần số f_1 sang hệ thống điện 2 có tần số f_2 hoặc ngược lại khi cần truyền tải năng lượng điện từ hệ thống điện 2 có tần số f_2 sang hệ thống điện 1 có tần số f_1 .

Về phía phụ tải người ta cũng sử dụng các thiết bị biến đổi có tính năng tương tự với thang công suất nhỏ hơn được gọi là các bộ biến đổi. Ví dụ, các bộ chỉnh lưu nắn điện chuyển từ dòng điện xoay chiều sang dòng điện một chiều phục vụ cho các máy hàn điện một chiều; tổ hợp Động cơ – Máy phát – Động cơ, nghĩa là động cơ điện xoay chiều ba pha nhận năng lượng điện xoay chiều ba pha làm quay máy phát điện một chiều, máy phát phát ra dòng điện một chiều cấp cho động cơ điện một chiều dùng trong truyền động điện hoặc các bộ biến tần biến đổi từ tần số công nghiệp $f = 50\text{Hz}$ sang tần số cao và trung phục vụ cho các lò nấu luyện hoặc lò tôi cao trung tần.

1.1.5. Lưới điện

Các nhà máy điện và lưới điện là hai bộ phận cấu thành Hệ thống điện. Lưới điện gồm có hai phần tử chính là các đường dây truyền tải, các đường dây phân phối và các trạm biến áp giảm áp.

Các đường dây (đường dây trên không và cáp) làm nhiệm vụ truyền tải năng lượng điện qua khoảng cách không gian từ nguồn (các nhà máy điện) tới các hộ tiêu thụ điện (các nhà máy, xí nghiệp, đô thị, nông thôn) thông qua các trạm biến áp tăng, giảm áp.

Các trạm biến áp tăng áp có thể nâng điện áp từ điện áp đầu cực các máy phát điện (6, 10kV) lên điện áp cao áp (35, 110, 220kV), siêu cao áp (300, 400, 500, 750kV) hoặc cực cao áp (1150kV) để cung cấp điện năng cho các đường dây truyền tải điện đi xa. Tuỳ theo lượng công suất và chiều dài cần truyền tải mà các đường dây truyền tải có các cấp điện áp khác nhau. Tên đường dây thường được gọi theo cấp điện áp truyền tải. Ví dụ, đường dây 110kV có khả năng truyền tải lượng công suất $25 \div 50\text{MW}$ với chiều dài truyền tải khoảng $50 \div 150\text{km}$; tương tự, đường dây 220kV – $100 \div 200\text{MW}$ – $150 \div 250\text{km}$; đường dây 500kV – $700 \div 900\text{MW}$ – $800 \div 1200\text{km}$; đường dây 750kV – $1800 \div 2200\text{MW}$ – $1200 \div 2000\text{km}$; đường dây 1150kV – $4000 \div 6000\text{MW}$ – 3000km .

Các đường dây truyền tải điện năng tới các trung tâm tiêu thụ điện lớn của từng khu vực. Tại từng khu vực đặt các trạm biến áp giảm áp để chuyển đổi điện năng từ cấp điện áp cao xuống cấp điện áp thấp hơn để truyền tải đi tiếp hoặc phân phối cho các hộ tiêu thụ điện.

Các đường dây phân phối và các đường dây cung cấp điện cao áp có các cấp điện áp 6, 10, 15, 22, 35kV. Như vậy, từ đường dây truyền tải điện năng phải qua 3 : 4 lần biến đổi qua máy biến giảm áp trung gian mới chuyển tới được các đường dây phân phối và cung cấp điện (còn được gọi là đường dây trung áp).

Từ năm 1993 Bộ Năng lượng có Quyết định số 149NL/KHKT ngày 24/03/1993 về việc chuyển đổi dần các cấp điện áp trung áp 6, 10, 15, 35kV về 22kV thống nhất trong toàn quốc.

Các đường dây trung áp có khả năng và chiều dài truyền tải hạn chế hơn nhiều so với các đường dây truyền tải điện cao áp. Ví dụ, đường dây 6kV có khả năng truyền tải công suất $4 \div 5\text{MW}$ với chiều dài truyền tải khoảng $5 \div 7\text{km}$; tương tự, đường dây 10, 15kV – $6 \div 8\text{MW} - 8 \div 15\text{km}$; đường dây 22, 35kV – $10 \div 15\text{MW} - 15 \div 30\text{km}$.

Các đường dây cung cấp điện hạ áp nhận điện năng từ trạm giảm áp cuối cùng (trạm biến áp hạ áp) biến đổi điện năng từ cấp điện áp trung áp (6, 10, 15, 22, 35kV) xuống cấp điện hạ áp 0,4/1,23kV để cung cấp trực tiếp cho các thiết bị dùng điện. Về hình thức kết cấu, lưới điện có thể phân thành các loại sau:

1.1.5.1. Lưới hệ thống

Lưới hệ thống bao gồm các đường dây tải điện trên không có điện áp từ 110 – 500kV hoặc cao hơn nối liên kết giữa các trạm biến áp tăng áp của các nhà máy điện với các trạm biến áp giảm áp trung gian có công suất lớn của từng khu vực hoặc từng miền tạo thành các mạch vòng lớn mang ý nghĩa bao lãnh thổ và các đường dây kép (2 mạch) đảm bảo liên lạc giữa các nhà máy điện, giữa các hệ thống điện của các miền hình thành hệ thống điện chung (hệ thống điện hợp nhất).

Các đường dây mạch vòng và các đường dây mạch kép đảm bảo giữ được liên lạc hệ thống ngay cả khi sự cố cũng như khi cần sửa chữa một mạch đường dây.

1.1.5.2. Lưới truyền tải

Lưới truyền tải bao gồm các đường dây trên không có điện áp từ 35 ÷ 220kV làm nhiệm vụ truyền tải điện năng từ các trạm biến áp giảm áp trung gian có công suất lớn của từng khu vực (gọi tắt là các trạm biến áp khu vực – TKV) tới các trạm biến áp giảm áp trung gian có công suất nhỏ hơn của từng địa phương (gọi tắt là các trạm biến áp trung gian – TTG).

Nhiệm vụ của các trạm biến áp giảm áp trung gian là hạ thấp dần cấp điện áp cung cấp điện năng cho các đường dây truyền tải.

Các đường dây truyền tải có thể nối theo mạch vòng hoặc mạch kép (2 lộ) xuất phát từ hai trạm khu vực khác nhau hoặc hai thanh cái (thanh góp) khác nhau của một trạm khu vực để nâng cao tính dự phòng.

1.1.5.3. Lưới phân phối

Lưới phân phối (hay còn gọi là lưới phân phối điện trung áp) bao gồm các đường dây có điện áp 6, 10, 15, 22, 35kV làm nhiệm vụ phân phối và cung cấp điện năng từ các trạm biến áp giảm áp trung gian (hoặc từ thanh cái điện áp thấp của các trạm biến áp giảm áp của các khu vực khi trạm dùng máy biến áp có 3 cuộn dây, hoặc từ thanh cái điện áp máy phát của các nhà máy điện) cho các phụ tải.

Các đường dây phân phối có thể dùng đường dây trên không hoặc đường dây cáp.

Đường dây trên không có giá thành rẻ song lại chiếm chỗ trong không gian, dễ gây mất an toàn và làm mất mỹ quan, nên thường được dùng để cung cấp điện cho khu vực nông thôn và miền núi.

Đường dây cáp có giá thành đắt, tốn đất đai nhưng đảm bảo được an toàn và mỹ quan cho quang cảnh không gian, nên ngày nay được dùng để cung cấp điện cho các khu vực đô thị, khu công nghiệp và các nhà máy, xí nghiệp.

Các đường dây của lưới điện phân phối có thể được xây dựng tiến sát tới tâm phụ tải của các hộ tiêu thụ điện và được kết nối thành các mạch vòng kín nhưng vận hành hở để tăng tính dự phòng và nâng cao độ tin cậy cung cấp điện. Nghĩa là, khi một đoạn đường dây bị sự cố, máy cắt gần nguồn nhất của đoạn đường dây đó sẽ cắt điện sau khi cô lập đoạn đường dây bị sự cố, máy cắt tại chỗ tách mạch sẽ được đóng điện tiếp tục cấp điện cho các đoạn đường dây còn lại.

1.1.5.4. Lưới cung cấp điện

Đặc thù của lưới cung cấp điện là phải cung cấp điện năng tới các thiết bị dùng điện.

Thiết bị dùng điện bao gồm các động cơ điện công suất lớn, các lò điện (lò hồ quang; lò nấu, luyện lò tôi cao trung tần...) dùng trực tiếp điện áp 6, 10kV và hầu hết là các động cơ điện công suất nhỏ và trung bình dùng sử dụng điện áp 0,38kV, phụ tải điện chiếu sáng và các thiết bị điện sinh hoạt dân dụng dùng điện áp 0,22kV.

Như vậy, lưới cung cấp điện bao gồm cả lưới điện cao áp lẫn lưới điện hạ áp. Lưới điện cao áp chủ yếu là lưới phân phối điện trung áp (6, 10, 15, 22, 35kV), lưới điện hạ áp là lưới điện phân phối có điện áp 0,38/0,22kV đưa tới từng thiết bị dùng điện hạ áp.

Các động cơ điện cao áp và các máy biến áp lò, các máy biến áp dùng cho chỉnh lưu và mạ điện có điện áp 6, 10kV được cung cấp năng lượng điện thông qua các máy biến áp trung gian để hạ thấp điện áp từ 22 hoặc 35kV xuống điện áp 6, 10kV.

Các động cơ điện hạ áp, đèn chiếu sáng và các thiết bị dùng điện trong sinh hoạt dân dụng nhận điện từ các đường dây cung cấp thuộc lưới điện hạ áp thông qua các máy biến áp giảm áp hạ thấp điện áp từ 6, 10, 15, 22, 35 xuống điện áp 0,4/0,23kV.

Các máy biến áp này có trung tính của cuộn dây hạ áp trực tiếp nối đất.

1.1.6. Các nội dung nghiên cứu trong quy hoạch và thiết kế hệ thống cung cấp điện (HTCCĐ)

Hệ thống cung cấp điện bao gồm các loại hình sau:

- Hệ thống cung cấp điện cho các xí nghiệp công nghiệp;
- Hệ thống cung cấp điện đô thị;
- Hệ thống cung cấp điện nông thôn...

Các xí nghiệp công nghiệp hiện đại có các quá trình công nghệ phức tạp áp dụng nhiều phương pháp điều khiển và điều chỉnh khống chế tự động. Do đó, chúng phụ thuộc nhiều vào độ tin cậy và chất lượng của HTCCĐ.

Chính vì vậy nên khi quy hoạch, thiết kế các HTCCĐ nói chung và HTCCĐ cho

các xí nghiệp công nghiệp nói riêng cần phải quan tâm đúng mức tới độ tin cậy, tính kinh tế và việc đảm bảo các chỉ tiêu yêu cầu về chất lượng điện năng, nghĩa là, HTCCĐ phải đảm bảo được cả các yêu cầu về mặt kinh tế lẫn mặt kỹ thuật.

Trong công tác quy hoạch, thiết kế vận hành và cải tạo hệ thống cung cấp điện cần đề cập tới các nội dung nghiên cứu sau:

1. Xác định vị trí lắp đặt các trạm biến áp một cách tối ưu trong phạm vi lãnh thổ của nhà máy, xí nghiệp hay đô thị có xét tới tốc độ phát triển của phụ tải điện theo quy hoạch.
2. Tìm và lựa chọn số lượng và dung lượng máy biến áp hợp lý cho mỗi trạm biến áp.
3. Tính toán và lựa chọn cấp điện áp tối ưu trong HTCCĐ có xét tới yếu tố phát triển và mở rộng của nhà máy hoặc đô thị trong tương lai.
4. Chọn tiết diện tối ưu cho dây dẫn và cáp...

1.2. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CỦA PHỤ TẢI ĐIỆN

1.2.1. Phụ tải điện

Phụ tải điện bao gồm tất cả các thiết bị điện thu nhận năng lượng điện từ lưới để chuyển hoá thành các dạng năng lượng khác như: cơ năng, nhiệt năng, hoá năng, quang năng và các tín hiệu nghe, nhìn. Nói một cách cụ thể, các thiết bị điện thu nhận điện năng bao gồm: các động cơ điện, các thiết bị điện xoay chiều tần số công nghiệp 50 ÷ 60Hz có điện áp dưới 1000V (gọi chung là các thiết bị điện hạ áp); các động cơ điện, các biến áp lò, biến áp chỉnh lưu nắn điện xoay chiều tần số công nghiệp có điện áp trên 1000V (gọi chung là các thiết bị điện cao áp); các thiết bị điện một pha tần số công nghiệp có điện áp dưới 100V (phần lớn là phụ tải sinh hoạt dân dụng và chiếu sáng: các động cơ điện dân dụng như bàn là, ấm điện, nồi cơm điện, máy điều hoà nhiệt độ, bình nóng lạnh, tủ lạnh, đài, tivi, video, bếp điện, đèn điện). Các động cơ, các thiết bị điện một chiều được cung cấp từ các bộ chỉnh lưu, nắn điện.

Phụ tải điện là khái niệm chỉ chung các thiết bị dùng điện hoặc tiêu thụ điện. Hộ tiêu thụ điện là khái niệm bao quát mang tính chất tập hợp, chỉ chung cho phụ tải điện của từng xí nghiệp, từng khu vực hoặc từng miền lãnh thổ. Công suất điện là khái niệm chỉ riêng cho từng thiết bị gắn liền với ý nghĩa và giá trị cụ thể. Đôi khi, công suất cũng mang ý nghĩa là khái niệm chung và khái niệm tập hợp.

1.2.2. Các đại lượng đặc trưng của phụ tải điện

1.2.2.1. Công suất tác dụng (P)

Công suất tác dụng P (còn gọi là công suất hữu công) được dùng để sinh ra công hữu ích, nghĩa là, sinh ra các công cơ học (lực hút, đẩy, lực kéo, lực quay, lực cắt gọt kim loại...), sinh ra nhiệt năng (các lò điện, các dụng cụ đốt nóng), sinh ra hoá năng (điện phân, mạ điện), quang năng (các loại đèn điện), tín hiệu nghe, nhìn (đài điện, tivi, video). Như vậy, công suất tác dụng P mang ý nghĩa cụ thể trong việc hình thành hàng hoá hay sản phẩm xã hội.

Công suất tác dụng do các nhà máy điện phát ra (P_F). Muốn phát ra được P_F , các nhà máy điện phải tiêu tốn năng lượng và nhiên liệu sơ cấp (nước, than, dầu, khí...). Muốn điều chỉnh được P_F phải tiến hành điều chỉnh lượng năng lượng và nhiên liệu sơ cấp (cửa nước, cửa hơi...).

1.2.2.2. Công suất phản kháng (Q)

Công suất phản kháng Q (còn được gọi là công suất vô công) tuy không mang ý nghĩa về mặt sinh công nhưng lại đóng vai trò quan trọng trong việc truyền tải, chuyển đổi và chuyển hoá năng lượng điện.

Nghĩa là, công suất phản kháng Q tạo ra từ thông biến thiên Φ , tạo nên từ thông móc vòng giữa các cuộn dây để truyền tải và chuyển đổi năng lượng điện giữa các cuộn dây (giữa cuộn dây sơ cấp của các máy biến áp với các cuộn dây thứ cấp, giữa cuộn dây stato của động cơ với cuộn dây rôto), biến lõi sắt của máy biến áp và động cơ thành kênh, mương dẫn từ thông Φ (từ hoá lõi sắt) và tạo mô men quay cho các động cơ điện (do ngẫu lực được tạo nên bởi các từ thông lệch nhau một góc nào đó).

Nguồn công suất phản kháng do các máy phát điện phát ra (Q_F). Muốn phát ra được Q_F các máy phát điện phải dựa vào từ thông một chiều do dòng điện kích từ I_{kt} (dòng một chiều) chạy qua cuộn dây rôto của máy phát sinh ra. Rôto máy phát điện quay (nhờ tua bin), từ thông một chiều do cuộn dây kích từ (cuộn dây rôto) sinh ra quét qua mặt cực cuộn dây stato tạo thành sự biến thiên từ thông (sự biến thiên này mang tính lắc cơ học do rôto quay làm thay đổi vị trí không gian của cuộn dây rôto so với mặt cực của cuộn dây stato). Từ thông này móc vòng qua cuộn dây stato tạo nên cảm ứng và sinh ra sức điện động E_F cho máy phát điện phát ra Q_F và hình thành điện áp trên đầu cực các máy phát điện U_F để truyền tải năng lượng điện.

Như vậy, muốn điều chỉnh lượng công suất phản kháng phát ra phải điều chỉnh dòng điện kích từ của máy phát điện, nghĩa là điều chỉnh điện áp máy phát.

1.2.2.3. Công suất toàn phần (S)

Công suất toàn phần (còn được gọi là công suất biểu kiến), S là đại lượng đặc trưng cho cả công suất tác dụng P và công suất phản kháng Q thông qua tam giác công suất (hình 1.11).

Công suất toàn phần không có ý nghĩa cụ thể, rõ ràng về mặt vật lý như công suất tác dụng P và công suất phản kháng Q . Công suất toàn phần S chỉ mang ý nghĩa biểu trưng và đại diện cho cả P lẫn Q .

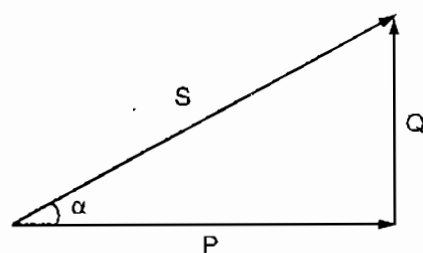
Về mặt biểu thức, mối quan hệ giữa công suất toàn phần S với công suất tác dụng P và công suất phản kháng Q được viết dưới các dạng:

– Dạng mô đun:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (1.1)$$

– Dạng phức (vectơ):

$$\dot{S} = P + jQ \quad (1.2)$$



Hình 1.11. Tam giác công suất

Khi đã làm quen với dạng phức có thể bỏ dấu “.” trên S và biểu thức $S = P + jQ$ vẫn được hiểu là dạng phức.

Sau này, khi tính toán với nhiều thiết bị có dạng khác nhau ta dùng khái niệm chung là phụ tải (phụ tải tác dụng P, phụ tải phản kháng Q, phụ tải toàn phần S) thay cho các khái niệm về công suất tương ứng.

Các đại lượng thứ nguyên của phụ tải:

- S: VA, kVA, MVA, GVA;
- P: W, kW, MW, GW;
- Q: VAr, kVAr, MVAr, GVAr.

1.2.2.4. Góc φ và $\cos \varphi$

– φ là góc lệch pha giữa S và P trong tam giác công suất (hình 1.11). Về bản chất, góc lệch pha φ do các véc tơ P và Q tạo thành:

$$\varphi = \arctg \frac{Q}{P} \quad (1.3)$$

– $\cos \varphi$ là đại lượng đặc trưng cho khả năng phát ra công suất tác dụng nhiều hay ít đối với máy phát điện và đặc trưng cho nhu cầu tiêu thụ (sử dụng) công suất tác dụng nhiều hay ít đối với phụ tải điện.

Bốn đại lượng đặc trưng (P, Q, S, φ) trên có mối liên hệ lẫn nhau theo tam giác công suất và được xác định theo các biểu thức sau:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{Q}{\sin \varphi} \quad (1.4)$$

$$P = S \cos \varphi \quad (1.5)$$

$$Q = S \sin \varphi = P \operatorname{tg} \varphi \quad (1.6)$$

Phụ tải điện còn được cho dưới dạng dòng điện phụ tải I.

Nếu tính theo dòng điện phụ tải thì:

$$S = \sqrt{3} UI \quad (1.7)$$

Vì vậy, dòng điện phụ tải được xác định theo:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} U} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} U} = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = \frac{Q}{\sqrt{3} U \sin \varphi} \quad (1.8)$$

Trong đó: U – điện áp dây trong lưới điện ba pha, kV;

I – dòng điện phụ tải, A.

1.3. PHÂN LOẠI PHỤ TẢI

1.3.1. Phân theo đại lượng vật lý

1.3.1.1. Theo dòng điện

Các thiết bị điện được phân loại theo dòng điện có các dạng sau:

- Các thiết bị điện sử dụng dòng điện xoay chiều bao gồm phần lớn các thiết bị

điện dùng trong công nghiệp (động cơ, máy biến áp...) và các thiết bị điện sinh hoạt dân dụng.

– Các thiết bị điện sử dụng dòng điện một chiều được cung cấp từ các trạm hoặc các bộ biến đổi, chỉnh lưu, nắn điện như các thiết bị vận chuyển, các thiết bị điện phân, các thiết bị nâng hạ và giao thông vận tải, các thiết bị truyền động theo hệ thống máy phát – động cơ, các bộ truyền động ion.

1.3.1.2. Theo điện áp

Theo cấp điện áp sử dụng gồm có:

– Các thiết bị điện hạ áp (điện áp dưới 1000V) bao gồm các động cơ điện công suất vừa và nhỏ dùng trong công nghiệp, các thiết bị điện, động cơ điện, thiết bị chiếu sáng dùng trong sinh hoạt dân dụng.

– Các thiết bị điện cao áp (điện áp từ 1000V trở lên) bao gồm các động cơ điện công suất lớn, các máy biến áp.

1.3.1.3. Theo số pha

Các thiết bị điện được phân chia theo số pha gồm có:

– Các thiết bị điện 3 pha gồm phần lớn các thiết bị điện dùng trong phụ tải công nghiệp.

– Các thiết bị điện 1 pha được dùng trong phụ tải sinh hoạt dân dụng và chiếu sáng.

1.3.1.4. Theo tần số

Theo tần số các thiết bị điện được phân thành:

– Các thiết bị cao tần (tần số trên 10.000Hz) bao gồm các lò cao tần dùng trong nấu, luyện kim loại.

– Các thiết bị điện tần số tăng cao và trung tần (tần số dưới 10.000Hz) bao gồm các lò tôi, lò ủ trung tần và tần số tăng cao.

– Các thiết bị điện tần số công nghiệp (tần số 50 ÷ 60Hz);

– Các thiết bị điện tần số thấp (tần số dưới 50Hz) bao gồm các động cơ có vành góp, phiếu góp dùng cho mục đích vận chuyển.

1.3.2. Phân theo chế độ làm việc

Các thiết bị điện cũng có thể được phân theo chế độ làm việc bao gồm:

1.3.2.1. Chế độ làm việc dài hạn

Trong chế độ này các thiết bị điện có thể làm việc trong một thời gian dài mà nhiệt độ phát nóng vượt quá giới hạn của nhiệt độ cho phép. Ví dụ, các động cơ máy nén khí, quạt gió, máy bơm...

1.3.2.2. Chế độ làm việc ngắn hạn

Trong chế độ này thời gian làm việc của thiết bị không đến mức để nhiệt độ phát nóng đạt tới nhiệt độ phát nóng quy định, thời gian ngừng làm việc của thiết bị đủ để nhiệt độ phát nóng giảm xuống bằng nhiệt độ của môi trường. Ví dụ, các động cơ truyền động điện trong các máy cắt gọt kim loại...

1.3.2.3. Chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại

Trong chế độ này chu kỳ làm việc của thiết bị lặp đi lặp lại theo thời gian ngắn, giữa các khoảng thời gian làm việc là khoảng thời gian ngừng. Chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại thường gặp ở các máy hàn điện, các động cơ của cầu trục, cần trục, các thiết bị nâng hạ.

Chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại được đặc trưng bởi thời gian đóng điện tương đối so với độ dài thời gian của chu trình. Trong thời gian đóng điện, nhiệt độ phát nóng của thiết bị không vượt khỏi giới hạn nhiệt độ phát nóng cho phép.

1.3.3. Phân theo lĩnh vực công nghiệp

Tuỳ theo từng lĩnh vực công nghiệp mà tên phụ tải hoặc tên thiết bị được gọi theo tên lĩnh vực công nghiệp đó. Thiết bị điện của từng lĩnh vực công nghiệp có những đặc điểm riêng của lĩnh vực công nghiệp đó.

Ví dụ, với phụ tải luyện kim các thiết bị điện phần lớn có khối lượng và kích thước lớn, công kênh, với phụ tải công nghiệp cơ khí chế tạo máy các thiết bị điện đa phần là các động cơ công suất nhỏ và trung bình; với công nghiệp khai thác mỏ các thiết bị điện phải được bảo vệ chống cháy nổ, với công nghiệp giao thông vận tải các thiết bị điện chủ yếu là động cơ điện một chiều...

Ngoài ra còn có phụ tải công nghiệp chung bao gồm các thiết bị điện dùng phổ biến trong các xí nghiệp công nghiệp như máy bơm, máy nén khí, quạt gió, các thiết bị nâng nhấc vận chuyển (cần trục, cần cầu, cầu trục...).

1.3.4. Phân theo độ tin cậy cung cấp điện

Theo quy phạm trang bị điện, phụ tải được phân thành ba loại hệ tiêu thụ.

1.3.4.1. Hệ loại I

Là những hệ tiêu thụ điện mà khi cung cấp điện bị gián đoạn có thể gây ra nguy hiểm chết người, tổn thất lớn cho nền kinh tế quốc dân, hư hỏng thiết bị, hư hỏng hàng loạt sản phẩm, rối loạn các quá trình công nghệ phức tạp và các bộ phận đặc biệt quan trọng cho sinh hoạt thành phố.

1.3.4.2. Hệ loại II

Là những hệ tiêu thụ điện mà khi cung cấp điện bị gián đoạn sẽ làm hụt mức kế hoạch hàng loạt sản phẩm, lãng phí nhân công, đình trệ máy móc và vận tải công nghiệp, rối loạn hoạt động bình thường của phần lớn nhân dân thành phố.

1.3.4.3. Hệ loại III

Là những hệ tiêu thụ điện không thuộc hai loại trên.

– Đối với hệ loại I phải được cung cấp bằng hai nguồn độc lập (2 máy phát điện, 2 máy biến áp, 2 đường dây) chỉ được phép ngừng cung cấp điện trong thời gian tự động đóng nguồn dự phòng.

Khi hệ tiêu thụ điện loại I có công suất nhỏ, nguồn cấp điện thứ hai có thể là các trạm cấp điện lưu động, bộ ắc quy, máy phát điện chạy bằng động cơ đốt trong v.v...

hoặc đường dây nối với phía hạ áp của trạm gần nhất có nguồn điện độc lập nhờ tự động đóng nguồn dự phòng.

– Đối với hộ tiêu thụ điện loại II được phép tạm ngừng cung cấp điện trong thời gian cần thiết để người trực hoặc người sửa chữa đóng nguồn dự phòng. Hộ tiêu thụ điện loại II có thể được cung cấp điện từ một hoặc 2 nguồn độc lập nhưng phải dựa trên sự phân tích đánh giá so sánh về giá trị kinh tế cụ thể của hộ tiêu thụ (xí nghiệp) đó đóng góp cho nền kinh tế quốc dân hay đóng góp cho kinh tế của khu vực.

Cho phép cung cấp điện cho hộ tiêu thụ điện loại II bằng một đường dây trên không (ĐDK) có điện áp từ 6kV trở lên. Nếu cung cấp cho hộ tiêu thụ bằng cáp thì cho phép cáp điện bằng một đường cáp nhưng ít nhất phải có hai cáp đấu qua dao cách ly riêng (theo mạch vòng dự phòng).

Khi có nguồn dự phòng tập trung, cho phép cấp điện cho hộ tiêu thụ điện loại II bằng một máy biến áp.

– Đối với hộ tiêu thụ điện loại III có thể được cung cấp điện từ một nguồn (1 máy phát điện, 1 máy biến áp, 1 đường dây) và cho phép tạm ngừng cung cấp điện không quá một ngày đêm để sửa chữa hoặc thay thế phần tử hư hỏng trong hệ thống cung cấp điện, nhưng nếu theo điều kiện cụ thể tại chỗ có thể đảm bảo được cung cấp từ nguồn thứ hai mà không tổn kém đáng kể thì cho phép chuyển đổi cung cấp điện nguồn dự phòng cả đối với hộ tiêu thụ loại này.

Ngoài các cách phân loại nêu trên, phụ tải còn được phân chia thành loại: phụ tải, cố định, phụ tải di động, phụ tải đối xứng (3 pha) phụ tải không đối xứng (2 pha, 1 pha) v.v...

1.4. ĐẶC ĐIỂM CỦA CÁC THIẾT BỊ DÙNG ĐIỆN

1.4.1. Các thiết bị điện công nghiệp chung

Nhóm phụ tải công nghiệp chung bao gồm các máy nén khí, quạt gió, máy bơm và các thiết bị nâng vận chuyển.

Các động cơ của các thiết bị này làm việc theo các chế độ (xem 1.3.2). Công suất của chúng nhỏ, lớn tùy theo cấp điện áp cung cấp từ 0,127 tới 10kV. Các động cơ công suất nhỏ dùng điện áp thấp, các động cơ công suất lớn dùng điện áp cao. Dải công suất rất rộng từ vài chục oát tới hàng nghìn kilôoát.

Các động cơ này làm việc ở tần số công nghiệp. Phụ tải mang tính bằng phẳng, đồng đều. Nếu ngừng cung cấp điện có thể dẫn đến chết người (quạt gió trong hầm lò, cần cầu, cần trục...) hoặc gây sự cố nghiêm trọng cho các trang thiết bị và gây thương tích cho con người (máy nén khí dùng trong truyền động, kẹp giữ phôi liệu trong các xí nghiệp chế tạo máy, các trạm bơm trong nhà máy luyện kim...). Các thiết bị này được xếp vào hộ tiêu thụ điện loại I.

– Đối với các trạm bơm, các trạm khí nén, các trạm quạt gió công suất lớn thường dùng động cơ đồng bộ có hệ số công suất ($\cos\varphi$) vượt trước.

– Các thiết bị nâng vận chuyển làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại và phụ tải có

đặc tính luôn dao động. Hệ số công suất cũng thay đổi, trung bình từ 0,3 đến 0,8 tùy theo chế độ tải. Các thiết bị này có thể xếp vào hệ tiêu thụ điện loại I hoặc loại II phụ thuộc vào vị trí lắp đặt và tầm quan trọng của thiết bị. Các thiết bị nâng vận chuyển làm việc ở tần số công nghiệp và phụ tải đối xứng trên cả ba pha.

1.4.2. Các thiết bị chiếu sáng

Các thiết bị chiếu sáng là phụ tải một pha có công suất từ 10 đến 1000W, sử dụng tần số công nghiệp và có thể thực hiện lắp đặt đối xứng theo các pha (mức không đối xứng lớn hơn 5 – 10%).

Đặc tính của phụ tải là đồng đều, không dao động nhưng giá trị của nó thay đổi theo thời gian ngày đêm. Hệ số công suất đèn sợi đốt bằng 1, đèn huỳnh quang khoảng 0,6 (đối với chấn lưu sắt từ) và xấp xỉ bằng 1 (đối với chấn lưu điện tử). Chỉ cho phép mất điện một vài giây khi sự cố còn mất điện từ vài phút đến vài giờ trong sản xuất công nghiệp là không cho phép. Trong các trường hợp này cần phải sử dụng nguồn cung cấp dự phòng từ nguồn thứ 2 hoặc từ nguồn ắc quy. Trong các lĩnh vực sản xuất công nghiệp khi mất nguồn chiếu sáng có thể dẫn tới nguy hiểm cho con người và phải dùng hệ thống chiếu sáng sự cố. Các thiết bị chiếu sáng trong các xí nghiệp công nghiệp dùng điện áp từ 6 đến 220V.

1.4.3. Các thiết bị biến đổi

Để biến đổi dòng điện ba pha xoay chiều thành dòng điện một chiều hoặc thành dòng điện ba pha hay một pha có các tần số thấp, trung hoặc cao, trong phạm vi xí nghiệp người ta xây dựng các trạm biến đổi.

Các thiết bị biến đổi được phân thành các loại sau:

1. Các thiết bị biến đổi dùng chỉnh lưu thủy ngân;
2. Các thiết bị biến đổi dùng chỉnh lưu bán dẫn;
3. Các thiết bị biến đổi dùng động cơ – máy phát;
4. Các thiết bị biến đổi dùng chỉnh lưu cơ khí.

Các thiết bị chỉnh lưu được dùng để:

- Cung cấp dòng điện một chiều cho các bể điện phân;
- Cung cấp dòng điện một chiều cho giao thông vận chuyển trong nội bộ nhà máy, xí nghiệp;
- Cung cấp dòng một chiều cho các bộ lọc điện;

Các trạm biến đổi dùng cho điện phân được sử dụng nhiều trong ngành luyện kim màu để điện phân nhôm, chì, đồng...

Các thiết bị biến đổi sử dụng dòng điện tần số công nghiệp có điện áp 6 – 35kV nhờ bộ máy biến áp – chỉnh lưu thủy ngân tạo thành dòng điện một chiều có điện áp cần thiết phù hợp với quá trình công nghệ (tới 825V).

Việc ngừng cung cấp điện cho các thiết bị điện phân chưa dẫn đến sự cố nặng nề phá hỏng các thiết bị chính nên có thể cho phép mất điện trong một vài phút và trong

một vài trường hợp có thể cho phép mất điện trong một vài giờ. Ở đây, việc mất điện có liên quan tới chính sản phẩm không được sản xuất ra. Song do sức điện động ngược trong các bề diện phân trong một vài trường hợp các kim loại được tách ra có thể chuyển ngược lại về dung dịch điện phân dẫn tới chi phí bổ sung năng lượng điện cho việc tách kim loại lần sau.

Các thiết bị điện phân được cung cấp điện như hộ tiêu thụ điện loại I, nhưng cho phép mất điện trong thời gian ngắn. Chế độ làm việc của các thiết bị điện phân là phụ tải đồng đều, đối xứng theo các pha và có hệ số công suất khoảng 0,85 – 0,9. Đặc điểm của các thiết bị điện phân là phải duy trì giá trị của dòng điện chỉnh lưu không đổi nên cần phải thực hiện điều chỉnh điện áp phía dòng điện xoay chiều.

Các trạm chỉnh lưu dùng trong giao thông vận chuyển trong các nhà máy, xí nghiệp (xe goòng tải quặng vào – ra, máy nâng và các dạng chuyển dịch tải trọng khác...) có công suất không lớn lắm (khoảng vài trăm đến 2000 – 3000kW) và hệ số công suất trong khoảng 0,7 – 0,8. Phụ tải về phía dòng điện xoay chiều đối xứng theo các pha nhưng có thay đổi một chút khi các động cơ kéo khởi động. Việc ngừng cung cấp điện cho các thiết bị này có thể dẫn tới hậu quả làm hư hỏng sản phẩm và trang thiết bị (đặc biệt là trong các nhà máy luyện kim). Việc ngừng vận chuyển nói chung gây ra trở ngại, rắc rối nghiêm trọng cho sự hoạt động của xí nghiệp. Vì vậy nhóm hộ tiêu thụ điện loại này được xếp vào hộ tiêu thụ điện loại I hoặc loại II cho phép mất điện ngắn hạn (tối 10 phút). Nguồn cung cấp cho các thiết bị chỉnh lưu lấy từ nguồn điện xoay chiều, tần số công nghiệp, điện áp từ 0,4 đến 35kV.

Các trạm biến đổi cung cấp cho các bộ lọc điện (chỉnh lưu cơ khí) có công suất tới 100–200kW dùng để làm sạch các loại khí và hơi. Nguồn cung cấp cho các bộ chỉnh lưu lọc điện là nguồn điện xoay chiều tần số công nghiệp lấy từ các máy biến áp chuyên dùng có điện áp phía sơ cấp 6 – 10kV, phía thứ cấp tới 110kV, hệ số công suất của các thiết bị này bằng 0,7 – 0,8. Phụ tải phía điện áp sơ cấp đối xứng và đồng đều. Cho phép gián đoạn cung cấp điện, thời gian mất điện cho phép phụ thuộc vào quá trình công nghệ của sản xuất (tương tự như nhà máy hoá chất). Các thiết bị này được xếp vào hộ tiêu thụ loại I hoặc loại II (tùy theo giá trị kinh tế và mức độ quan trọng của việc lọc).

1.4.4. Các động cơ của máy cơ khí

Các động cơ dùng trong chuyển động cơ khí thường gặp trong hầu hết các xí nghiệp công nghiệp. Để truyền động cho các máy hiện đại có thể dùng tất cả các dạng động cơ. Công suất của các loại động cơ này đặc biệt đa dạng và thay đổi từ vài phần đến vài trăm kW và thậm chí lớn hơn.

Trong các xí nghiệp công nghiệp lớn và hiện đại, chúng được hợp nhất trong dây truyền sản xuất tự động hoá. Trong các máy đòi hỏi tốc độ quay cao và thường xuyên điều chỉnh tốc độ có thể dùng các động cơ điện một chiều được cấp điện từ các bộ chỉnh lưu. Điện áp của lưới điện 660 – 380/220V, tần số 50Hz. Hệ số công suất dao động trong một dải rộng phụ thuộc vào quá trình công nghệ. Theo độ tin cậy cung cấp điện nhóm phụ tải này được xếp vào hộ tiêu thụ loại II.

Song cũng có hàng loạt máy móc không cho phép mất điện theo điều kiện kỹ thuật an toàn (gây chấn thương cho người phục vụ vận hành) và theo nguyên nhân có thể làm hỏng các chi tiết, đặc biệt là khi gia công các chi tiết lớn đắt tiền.

1.4.5. Các lò điện và thiết bị điện nhiệt luyện

Tuỳ theo phương pháp biến đổi và chuyển hoá năng lượng điện thành nhiệt năng có thể phân thành:

1. Các lò điện trở;
2. Các lò và thiết bị cảm ứng;
3. Các lò hồ quang điện;
4. Các lò đốt nóng hỗn hợp.

1.4.5.1. Lò điện trở

Tuỳ theo phương pháp đốt nóng, các lò điện trở được phân thành: lò tác động gián tiếp và lò tác động trực tiếp.

Việc nung các vật liệu trong các lò tác dụng gián tiếp được diễn ra do nhiệt lượng toả ra từ các phần tử bị đốt nóng khi có dòng điện chạy qua chúng. Các lò nung gián tiếp có điện áp tới 1000V và phần lớn được cung cấp điện từ lưới 380/220V tần số công nghiệp. Các lò được sản xuất theo dạng 1 pha hoặc 3 pha có công suất từ một tới một vài nghìn kilôát. Hệ số công suất trong đại đa số các trường hợp bằng 1.

Trong các tác động trực tiếp việc nung nóng được thực hiện bằng nhiệt lượng tạo ra trong các chi tiết bị nung nóng khi có dòng điện chạy qua chúng. Các lò được chế tạo theo dạng 1 pha hoặc 3 pha có công suất tới 3000kW; các lò được cung cấp điện từ lưới 380/220V, tần số 50Hz hoặc qua các máy biến áp hạ áp từ lưới có điện áp cao hơn. Hệ số công suất trong khoảng từ 0,7 đến 0,9. Phần lớn các lò đòi hỏi được cung cấp điện liên tục và được xếp vào hệ tiêu thụ điện loại II.

1.4.5.2. Lò và các thiết bị nung nóng bằng cảm ứng hoặc điện môi

Các loại lò và các thiết bị nung nóng loại này được phân thành các lò luyện, các thiết bị tôi và nung nóng xuyên qua điện môi.

Việc nấu chảy kim loại trong các lò cảm ứng được thực hiện bằng nhiệt lượng tạo ra trong chúng khi có dòng điện cảm ứng chạy qua.

Các lò luyện được chế tạo theo dạng có lõi thép hoặc không có lõi thép. Các lò có lõi thép được dùng để luyện kim loại màu và nấu chảy chúng. Nguồn cung cấp điện có điện áp 380/220V hoặc cao hơn phụ thuộc vào công suất và có tần số 50Hz.

Các lò được sản xuất theo dạng 1 pha, 2 pha và 3 pha có công suất tới 2000kVA. Hệ số công suất dao động từ 0,2 đến 0,8 (các lò luyện nhôm có $\cos\varphi = 0,2 \div 0,4$ Hz, các lò luyện đồng $\cos\varphi = 0,6 \div 0,8$).

Các lò không có lõi thép được dùng để luyện thép cao tần và đôi khi cũng được dùng để luyện kim loại màu. Nguồn cung cấp cho các lò không có lõi thép trong công nghiệp có điện áp 380/220V hoặc cao hơn có tần số tăng cao 500 + 10000Hz lấy từ các bộ biến đổi máy điện.

Các động cơ truyền động của các bộ biến đổi được cung cấp bởi dòng điện tần số công nghiệp.

Các lò được sản xuất có công suất tới 4.500kVA, hệ số công suất rất thấp từ 0,05 đến 0,25.

Tất cả các lò luyện được xếp vào hộ tiêu thụ điện loại II.

Các thiết bị tôi và nung nóng xuyên qua phụ thuộc vào chức năng được cung cấp điện với tần số từ 50Hz tới hàng trăm kilôhec. Nguồn cung cấp cho các thiết bị tần số tăng cao và cao tần được lấy từ các bộ biến đổi máy kiểu cảm ứng và từ các máy phát bằng đèn.

Các thiết bị này được xếp vào hộ tiêu thụ điện loại II.

Trong các thiết bị nung nóng điện môi kim loại được nung nóng được đặt trong điện trường của tụ điện và việc nung nóng được thực hiện nhờ dòng điện dịch. Nhóm phụ tải của các thiết bị này được sử dụng rộng rãi để nấu keo cao su và sấy gỗ, hồ nóng để ép các loại bột, giấy và hàn các chất dẻo, khử trùng các sản phẩm v.v...

Nguồn cung cấp được thực hiện bằng dòng điện có tần số 20 ÷ 40 MHz hoặc cao hơn. Các thiết bị này được xếp vào hộ tiêu thụ điện loại II.

1.4.5.3. Các lò hồ quang điện

Theo phương pháp nung nóng, các lò hồ quang được phân thành: các lò tác động trực tiếp và các lò tác động gián tiếp.

Trong các lò tác động trực tiếp việc nung nóng nấu chảy kim loại được thực hiện bằng nhiệt lượng sinh ra do hồ quang phóng điện giữa các điện cực và kim loại được nấu chảy. Các lò hồ quang tác động trực tiếp lại được phân thành các lò luyện thép và các lò chân không.

– *Các lò luyện thép* được cung cấp bằng dòng điện tần số công nghiệp, điện áp 6 – 110kV qua các máy biến áp giảm áp. Các lò được sản xuất theo 3 pha công suất tới 45000 kVA mỗi lò. Hệ số công suất khoảng 0,85 ÷ 0,9. Trong quá trình làm việc, các lò luyện thép hồ quang thường xuyên xảy ra ngắn mạch vận hành. Dòng ngắn mạch vận hành vượt quá dòng định mức từ 2,5 đến 3,5 lần. Ngắn mạch gây nên giảm điện áp trên thanh góp của trạm biến áp, làm cho sự làm việc của các thiết bị tiêu thụ điện năng khác bị ảnh hưởng. Vì vậy, nếu các lò hồ quang và các hộ tiêu thụ khác đồng thời làm việc và cùng nhận điện từ một trạm biến áp giảm áp chung cần xét tới các trường hợp: nếu như trạm biến áp được cung cấp điện từ hệ thống có công suất lớn thì công suất tổng của các lò không được vượt quá 40% công suất của trạm biến áp giảm áp, còn nếu trạm biến áp giảm áp được cung cấp từ hệ thống có công suất nhỏ thì công suất tổng của các lò không được vượt quá 15 – 20% công suất định mức của trạm.

Các lò hồ quang đốt nóng trực tiếp có thể được sử dụng để điều chỉnh phụ tải ngày đêm.

– *Các lò hồ quang điện chân không* được chế tạo có công suất tới 2000kW và được cung cấp bằng dòng điện một chiều có điện áp 30 – 40V. Nguồn cung cấp được lấy từ các bộ biến đổi máy điện hoặc các bộ chỉnh lưu bán dẫn. Các động cơ truyền động của các máy phát điện một chiều được mắc vào lưới điện xoay chiều tần số công nghiệp.

Việc nấu chảy kim loại trong các lò tác động gián tiếp được thực hiện bởi nhiệt độ do hồ quang điện sinh ra giữa các điện cực bằng than. Các lò hồ quang gián tiếp được dùng để luyện đồng và hợp kim đồng.

Công suất của các lò không lớn lắm (tối đa 500kVA). Nguồn cung cấp cho lò là dòng điện xoay chiều 50Hz lấy từ các máy biến áp lò chuyên dùng.

Các lò hồ quang được xếp vào hệ tiêu thụ loại I cho phép mất điện thời gian ngắn.

1.4.5.4. Các lò điện nung nóng hỗn hợp

Các lò điện nung nóng hỗn hợp được phân thành các lò nhiệt luyện quặng và các lò điện luyện lại xỉ.

Trong các *lò nhiệt luyện quặng*, kim loại được nung nóng bằng nhiệt lượng sinh ra khi có dòng điện chạy qua nguyên liệu của lò và sự cháy của hồ quang. Các lò này được dùng để điện luyện hợp kim Ferô, Corundum (bột đá mài), luyện gang, chì, thặng hoa phốt pho, luyện sten đồng và đồng – niken. Lò được cung cấp dòng điện xoay chiều 50Hz qua các máy biến áp giảm áp. Công suất của một số lò rất lớn tới 100MVA (lò để thặng hoa phốt pho vàng). Hệ số công suất $0,85 \div 0,92$.

Các lò nhiệt luyện quặng có thể được sử dụng để điều chỉnh phụ tải và được xếp vào hệ tiêu thụ điện loại II.

Trong các *lò điện luyện lại xỉ*, việc nung nóng được thực hiện nhờ nhiệt lượng sinh ra trong xỉ khi có dòng điện chạy qua nó. Việc nung chảy xỉ được thực hiện bởi nhiệt lượng của hồ quang điện. Trong chế độ xác lập hồ quang không cháy. Việc điện luyện lại xỉ được dùng để nhận được thép có chất lượng cao và các hợp kim đặc biệt. Các lò này được cung cấp bằng dòng điện xoay chiều 50Hz qua các máy biến áp thường từ lưới 6 – 10kV có điện áp thứ cấp 45 – 60V. Thông thường các lò được chế tạo theo 1 pha và cũng có thể được chế tạo theo cả 3 pha. Hệ số công suất $0,85 \div 0,95$ và các lò này được xếp vào hệ tiêu thụ điện loại I.

Khi cung cấp điện cho các phân xưởng có các lò điện chân không, tất cả các lò cần phải xét tới việc ngừng cung cấp điện cho các máy bơm chân không sẽ gây sự cố và làm phế phẩm các sản phẩm quý, đắt tiền.

Các lò này được xếp vào hệ tiêu thụ điện loại I không cho phép mất điện ngay cả thời gian ngắn.

1.4.6. Các thiết bị hàn điện

Các thiết bị hàn điện làm việc với dòng điện xoay chiều và một chiều. Theo công nghệ hàn điện chúng được phân thành thiết bị hàn điện hồ quang và các thiết bị hàn tiếp xúc. Theo phương pháp làm việc chúng được phân thành thiết bị hàn điện bằng tay và thiết bị hàn điện tự động.

1.4.6.1. Thiết bị hàn điện dòng một chiều

Thiết bị hàn điện dòng một chiều gồm có động cơ điện xoay chiều và máy phát điện một chiều. Theo hệ thống này, phụ tải hàn được phân bố đều trên cả ba pha và được cung cấp điện từ lưới điện xoay chiều.

Đồ thị phụ tải đồng đều nhưng chuyển dịch theo thời gian. Hệ số công suất của các thiết bị này khi làm việc ở chế độ định mức vào khoảng $0,7 \div 0,8$. Khi không tải hệ số công suất tới 0,4.

1.4.6.2. Thiết bị hàn điện dòng xoay chiều

Các thiết bị hàn điện dòng xoay chiều làm việc ở tần số công nghiệp 50Hz và là phụ tải một pha ở dạng máy biến áp hàn để hàn hồ quang và các thiết bị hàn tiếp xúc. Chế độ làm việc của các thiết bị hàn này là chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại và phụ tải không đồng đều giữa các pha. Hệ số công suất thấp ($0,3 \div 0,35$ đối với hàn hồ quang và $0,4 \div 0,7$ đối với hàn tiếp xúc). Các thiết bị hàn được cung cấp từ lưới điện có điện áp 380 – 220V. Các máy hàn trên các công trường xây dựng làm việc di động. Các thiết bị hàn được xếp vào hộ tiêu thụ loại II. Khi thiết kế nguồn cung cấp cần lưu ý tới tính di động của các thiết bị hàn.

2.1. ĐỒ THỊ PHỤ TẢI

2.1.1. Các khái niệm chung về đồ thị phụ tải

2.1.1.1. Đồ thị phụ tải

Phụ tải điện là đại lượng đặc trưng cho sự tiêu thụ điện năng của từng thiết bị điện riêng rẽ, của từng nhóm thiết bị trong phân xưởng, trong nhà máy xí nghiệp, trong sinh hoạt dân dụng, đô thị...

Phụ tải điện có ba đại lượng đặc trưng cơ bản: P , Q , I .

Các đại lượng này thay đổi giá trị liên tục theo thời gian và có thể quan sát được trên các đồng hồ đo (oát mét, var mét, ampe mét) hoặc trên các đường cong ghi lại được của các đồng hồ tự ghi (hình 2.1 và 2.3).

Như vậy, đồ thị phụ tải là các đường cong biểu diễn tốc độ biến thiên liên tục của các đại lượng (công suất tác dụng, công suất phản kháng và dòng điện phụ tải theo thời gian).

Đồ thị phụ tải phụ thuộc vào nhiều yếu tố, như đặc điểm của các quá trình công nghệ, các quá trình sử dụng, các chế độ vận hành...

Để phân biệt ta dùng các ký hiệu:

- $p(t)$, $q(t)$, $i(t)$ – đối với các thiết bị làm việc riêng rẽ (cá thể).
- $P(t)$, $Q(t)$, $I(t)$ – đối với nhóm thiết bị (đám đông).

Việc tự ghi các đồ thị nhóm $P(t)$, $Q(t)$, $I(t)$ khi có n thiết bị tiêu thụ điện làm việc (đường cong 4 trên hình 2–3) được thực hiện theo các biểu thức sau:

$$P(t) = \sum_{i=1}^n p_i(t) ; Q(t) = \sum_{i=1}^n q_i(t) ; I(t) = \frac{\sqrt{P^2(t) + Q^2(t)}}{\sqrt{3} U_{dm}} \approx \sum_{i=1}^n i_i(t) \quad (2.1)$$

trong đó, U_{dm} – điện áp định mức của lưới điện cung cấp, kV.

Dấu gần bằng trong biểu thức (2.1) chỉ thực hiện được khi các thiết bị điện làm việc riêng rẽ có các giá trị hệ số công suất xấp xỉ bằng nhau.

Các đồ thị của các thiết bị làm việc riêng lẻ cần thiết để xác định phụ tải của các thiết bị tiêu thụ điện năng lớn (các lò điện, các thiết bị biến đổi phục vụ cho các cơ cấu truyền động của máy cán...).

Đồ thị phụ tải tạo khả năng xác định nhu cầu điện năng tác dụng và phản kháng cho các hộ tiêu thụ để từ đó lựa chọn được nguồn cung cấp cũng như sơ đồ cung cấp điện hợp lý.

Điện năng của các hộ tiêu thụ được xác định theo các biểu thức sau:

– Điện năng tác dụng:

$$A_{td} = \int_0^t P(t)dt \quad (2.2a)$$

– Điện năng phản kháng:

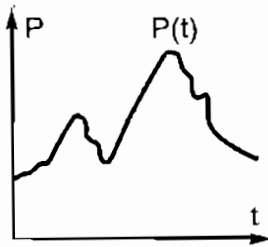
$$A_{pk} = \int_0^t Q(t)dt \quad (2.2b)$$

trong đó, t – thời gian khảo sát, nếu lấy theo cả năm thì $t = 8760$ h.

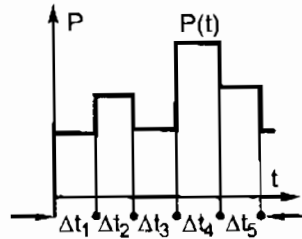
Muốn xác định được các điện năng này, cần phải biết đồ thị phụ tải. Muốn xây dựng được đồ thị phụ tải cần phải xây dựng được mối quan hệ hàm (hàm liên tục) của phụ tải tác dụng và phụ tải phản kháng thay đổi theo thời gian. Nói khác đi, đồ thị phụ tải là các đường cong biểu diễn mối quan hệ hàm (hàm liên tục) của các đại lượng $p(t)$, $P(t)$, $q(t)$, $Q(t)$ phụ thuộc thời gian.

Khái niệm về "tiêu thụ điện năng phản kháng" chỉ mang tính quy ước, trong thực tế, điện năng phản kháng không bị tiêu thụ mà nó chỉ tuần hoàn trong hệ thống điện, nghĩa là, điện năng trao đổi giữa nguồn và phụ tải.

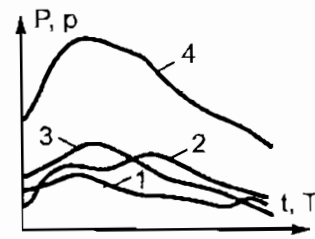
Chỉ có khái niệm tổn thất điện năng phản kháng mới có ý nghĩa cụ thể vì nó đặc trưng cho hiện tượng mất mát từ thông nghĩa là mất mát công suất phản kháng trong các phần tử lưới và trong các thiết bị điện dẫn đến làm giảm hiệu quả trong việc truyền tải, chuyển đổi và chuyển hoá năng lượng điện.



Hình 2.1. Đồ thị phụ tải theo đồng hồ tự ghi



Hình 2.2. Đồ thị phụ tải được xây dựng dưới dạng biểu đồ bậc theo số chỉ của đồng hồ đo



Hình 2.3. Đồ thị phụ tải theo đồng hồ tự ghi, 1, 2, 3 – của từng thiết bị; 4 – của nhóm thiết bị

2.1.1.2. Biểu đồ phụ tải

Đồ thị phụ tải được thực hiện bằng các đồng hồ tự ghi một cách dễ dàng. Song với con người, để vẽ được đường cong biến thiên liên tục đòi hỏi phải xây dựng được mối quan hệ hàm. Việc lập hàm gặp rất nhiều khó khăn do đặc thù của phụ tải điện (tính ngẫu nhiên, tính rời rạc của phụ tải). Để đơn giản, đồ thị phụ tải được xây dựng theo số liệu đo đạc thống kê dưới dạng biểu đồ phụ tải.

Biểu đồ phụ tải là đường cong biểu diễn nhịp độ biến thiên của các đại lượng P , Q , I theo thời gian. Trong mỗi nhịp thời gian Δt_i , giá trị phụ tải được coi là hằng (giá trị đo được sau mỗi khoảng thời gian Δt_i). Đồ thị phụ tải được xây dựng dưới dạng biểu đồ có dạng hình bậc thang nhảy cấp (hình 2.2).

Như vậy, đồ thị phụ tải dạng bậc thang phản ánh mối quan hệ hàm (hàm rời rạc) của các đại lượng biến thiên theo các nhịp thời gian.

Trong thực tế, người ta hay sử dụng đồ thị phụ tải dạng này để xây dựng các đồ thị phụ tải điển hình hằng ngày, hằng tháng và hằng năm cho các loại hộ tiêu thụ (nhà máy, xí nghiệp, đô thị...).

Khi tính toán thiết kế, căn cứ vào đồ thị phụ tải sẽ tiến hành tính toán công suất, xác định dòng điện phục vụ cho việc lựa chọn các thiết bị và các phần tử của hệ thống cung cấp điện.

Biết được đồ thị phụ tải sẽ xác định được điện năng tiêu thụ:

$$A_{td} = \sum_i P_i \Delta t_i; \quad A_{pk} = \sum_{i=1}^n Q_i \Delta t_i, \quad (2.3)$$

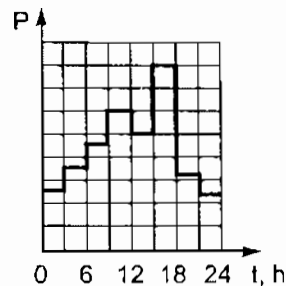
trong đó, P_i , Q_i – giá trị phụ tải tác dụng và phụ tải phản kháng xác định được tại thời đoạn Δt_i ; n – số khoảng chia thời đoạn quan sát.

Khi vận hành, biết được đồ thị phụ tải điển hình có thể định ra được phương thức vận hành, khai thác, sử dụng các thiết bị điện một cách hợp lý và kinh tế nhất.

a) Đồ thị phụ tải hằng ngày

Đồ thị phụ tải hằng ngày được xây dựng theo dạng bậc thang dựa theo số liệu ghi chép của nhân viên vận hành căn cứ vào chỉ số của đồng hồ, đo sau mỗi thời đoạn đo Δt_i nhất định trong suốt ngày đêm 24 giờ (hình 2.4).

Đồ thị phụ tải hằng ngày cho biết tình trạng làm việc của các thiết bị. Từ đó lập kế hoạch điều độ kế hoạch sản xuất trong ngày để sắp xếp thời gian làm việc của các thiết bị làm việc trong ngày sao cho đạt được hiệu quả kinh tế nhất, giảm được tổn thất điện năng, san bằng được đồ thị phụ tải cho các hộ tiêu thụ điện năng.



Hình 2.4. Đồ thị phụ tải điển hình hằng ngày

b) Đồ thị phụ tải hằng tháng

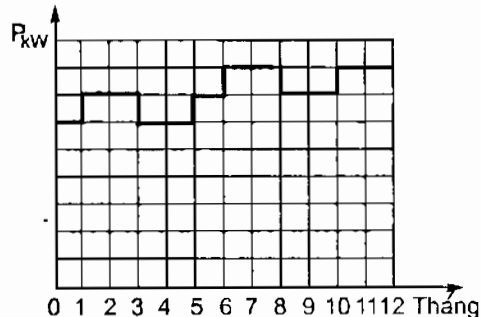
Đồ thị phụ tải hằng tháng được xây dựng theo phụ tải trung bình trong tháng. Phụ tải trung bình tháng được xác định theo:

$$P_{tbth} = \frac{A_{tdth}}{24.n} \quad \text{và} \quad Q_{tbth} = \frac{A_{pkth}}{24.n}$$

trong đó P_{tbth} , Q_{tbth} – phụ tải tác dụng và phụ tải phản kháng trung bình trong tháng; A_{tdth} , A_{pkth} – điện năng tác dụng và điện năng phản kháng mà hộ tiêu thụ trong tháng (xác định dựa theo các giá trị đo của công tơ tác dụng và công tơ phản kháng trong tháng);

n – số ngày trong tháng.

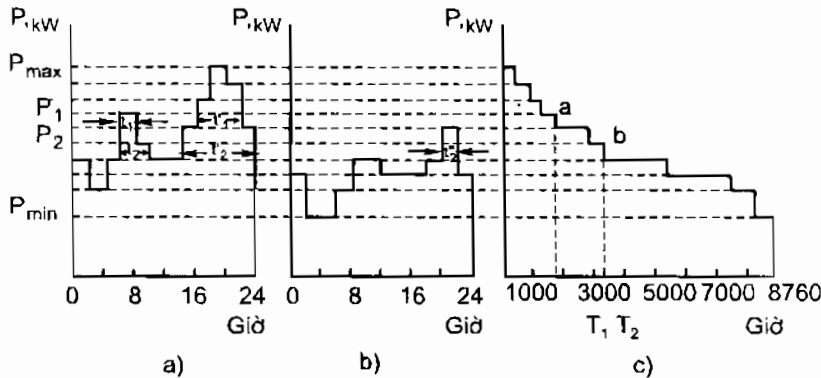
Đồ thị phụ tải hằng tháng cho biết nhịp độ làm việc của hộ tiêu thụ trong các tháng (hình 2.5) từ đó định ra lịch vận hành sửa chữa, bảo dưỡng thiết bị điện một cách hợp lý, đáp ứng được yêu cầu của sản xuất.



Hình 2.5. Đồ thị phụ tải hằng tháng

c) Đồ thị phụ tải hằng năm

Để xây dựng đồ thị phụ tải hằng năm ta căn cứ vào đồ thị phụ tải điển hình của một ngày mùa hè và một ngày mùa đông (hình 2.6).



Hình 2.6. Đồ thị phụ tải hằng năm

- a) Đồ thị phụ tải điển hình của một ngày mùa đông; b) Đồ thị phụ tải điển hình của một ngày mùa hè;
c) Đồ thị phụ tải hằng năm.

Đồ thị phụ tải hằng năm chỉ mang ý nghĩa của một giản đồ sắp xếp theo trình tự giảm dần từ giá trị lớn nhất đến giá trị bé nhất theo trục tung (các giá trị biến độ), còn hoành độ không mang ý nghĩa thời điểm mà chỉ mang ý nghĩa thời đoạn nghĩa là độ dài thời gian xuất hiện giá trị phụ tải có cùng biên độ trong năm.

Giả thiết số ngày của mùa đông là n_1 và của mùa hè là n_2 , với mức phụ tải P_2 , từ đồ thị hình 2.6a ta thấy mức P_2 tồn tại trong khoảng thời gian $t_2 + t_2'$, còn ở hình 2.6b P_2 tồn tại trong khoảng thời gian t_2'' . Vậy trong một năm mức phụ tải P_2 tồn tại trong khoảng thời gian:

$$T_2 = (t_2 + t_2'). n_1 + t_2''. n_2$$

Từ đồ thị phụ tải năm ta xác định được điện năng tiêu thụ trong năm của hộ tiêu thụ:

$$A_{td} = \sum_{i=1}^n P_i \Delta t_i$$

trong đó, P_i — mức phụ tải thứ i ; Δt_i — thời đoạn tồn tại phụ tải ở mức P_i ; n — số khoảng thời đoạn Δt_i ; và xác định được thời gian sử dụng công suất cực đại:

$$T_{max} = \frac{A_{td}}{P_{max}}$$

2.1.1.3. Bản đồ phụ tải

Bản đồ phụ tải là giá trị phụ tải được thể hiện trên mặt bằng địa lý dưới dạng diện tích hình tròn được gán thứ nguyên công suất theo một tỷ lệ xích nào đó ($\frac{kW}{mm^2}, \frac{kVA}{mm^2}$).

Vị trí bản đồ phụ tải thường được đặt ở tâm phụ tải từng khu vực, hoặc địa danh địa lý nhất định.

Như vậy, bản đồ phụ tải không gắn với trục thời gian mà chỉ liên quan tới vị trí phân bố của phụ tải trên bản đồ địa lý.

Bản đồ phụ tải được dùng làm căn cứ trực giác khi vạch các phương án thi thiết kế hệ thống cung cấp điện.

2.2. CÁC KHÁI NIỆM VỀ PHỤ TẢI

2.2.1. Công suất định mức

Công suất định mức (danh định) của các thiết bị điện là công suất được quy định bởi nhà chế tạo sản xuất và làm ra chúng. Công suất này được các nhà chế tạo ghi trên nhãn hoặc ghi trong lý lịch của thiết bị (động cơ, máy biến áp, máy biến áp chuyên dùng) hoặc ghi trên cổ thiết bị (các loại đèn chiếu sáng).

Công suất định mức là giá trị ban đầu đủ tin cậy giúp cho việc tính toán xác định phụ tải điện vì thường biết rõ nó.

Công suất định mức được hiểu là công suất cho phép thiết bị làm việc lâu dài thoả mãn điều kiện phát nóng cho phép.

Tổng công suất định mức của tất cả các thiết bị tham gia trong một nhóm cho phép ta đánh giá được giá trị cận trên của phụ tải tính toán của nhóm thiết bị đó.

Công suất định mức của các động cơ điện được cho dưới dạng công suất tác động truyền trên trục động cơ p_{dm} (kW).

Công suất định mức của các máy biến áp được cho dưới dạng công suất biểu kiến, s_{dm} (kVA, MVA).

Công suất định mức của các loại đèn chiếu sáng được cho dưới dạng công suất tác động, p_{dm} (W)...

Công suất định mức của thiết bị chỉ đạt tới giá trị định mức khi đặt thiết bị vào điện áp định mức, u_{dm} (V, kV) và có dòng điện chạy qua thiết bị đúng bằng dòng điện định mức, i_{dm} (A).

Riêng đối với động cơ điện khi tính toán cần hiểu thêm khái niệm "công suất nổi điện" hay công suất điện đầu vào động cơ và công suất này được xác định theo:

$$p'_{dm} = \frac{p_{dm}}{\eta_{dm}} \quad (2.4)$$

trong đó, η_{dm} – hiệu suất định mức của động cơ điện.

Thông thường, hiệu suất của động cơ điện khá cao (0,8 – 0,95) nên khi tính toán, nếu không biết rõ có thể coi $\eta_{dm} = 1$ và lúc này:

$$p'_{dm} = p_{dm}$$

Đối với các thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại, công suất của các thiết bị này được cho dưới dạng công suất lý lịch (p_n, s_n) khi tính toán cần phải quy định đổi về công suất định mức làm việc lâu dài, tức là cần phải quy đổi về chế độ làm việc có hệ số đóng điện tương đối: $\varepsilon\% = 100\%$ theo các công thức:

– Đối với động cơ điện:

$$p_{dm} = p_n \sqrt{\varepsilon}, \text{ kW} \quad (2.5)$$

– Đối với máy biến áp hàn:

$$s_{dm} = s_n \sqrt{\varepsilon}, \text{ kVA} \quad (2.6)$$

– Đối với các máy biến áp của các lò điện, công suất tác dụng định mức tính theo:

$$P_{dm} = S_{dm} \cdot \cos \varphi_{dm} \quad (2.7)$$

trong đó, S_{dm} – công suất định mức của máy biến áp, kVA;

$\cos \varphi_{dm}$ – hệ số công suất của máy biến áp lò khi công suất lò điện là định mức (theo lý lịch thiết bị).

– Đối với các máy biến áp của các máy hàn và các thiết bị hàn, các máy biến áp hàn tay công suất tác dụng định mức được quy định là công suất được quy đổi về $\varepsilon\% = 100\%$ theo:

$$P_{dm} = S_{H} \sqrt{\varepsilon} \cos \varphi_{dm} \quad (2.8)$$

trong đó, $\cos \varphi_{dm}$ – hệ số công suất của máy biến áp hàn tương ứng với chế độ làm việc định mức lâu dài, $\varepsilon\%$ hệ số đóng điện tương đối cho trong lý lịch máy.

Khi tính toán cho các thiết bị có truyền động đa động cơ và các thiết bị cầu ta xem chúng như một thiết bị tiêu thụ điện năng có công suất định mức bằng tổng công suất định mức của tất cả các động cơ được lắp đặt trong thiết bị (quy đổi về $\varepsilon\% = 100\%$).

Công suất tác dụng định mức của nhóm bằng tổng công suất tác dụng định mức (theo lý lịch) của tất cả các thiết bị làm việc riêng lẻ quy đổi về $\varepsilon\% = 100\%$

$$P_{dm} = \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad (2.9)$$

Công suất phản kháng định mức của thiết bị q_{dm} được hiểu là công suất phản kháng do thiết bị nhận từ lưới (dấu +) hoặc do thiết bị cấp vào lưới (dấu –) khi công suất tác dụng và điện áp là định mức (riêng đối với động cơ điện đồng bộ là khi dòng kích từ là định mức hoặc hệ số công suất là định mức).

Công suất phản kháng theo lý lịch của các thiết bị làm việc ngắn hạn lặp lại được quy đổi về chế độ dài hạn có $\varepsilon\% = 100\%$ theo công thức:

$$q_{dm} = q_H \sqrt{\varepsilon} \quad (2.10)$$

Công suất phản kháng định mức của nhóm thiết bị là tổng đại số của công suất phản kháng định mức (theo lý lịch) của các thiết bị làm việc riêng rẽ được quy đổi về $\varepsilon\% = 100\%$.

$$Q_{dm} = \sum_{i=1}^n q_{dmi} \quad (2.11)$$

Dòng điện định mức cũng được xác định tương tự.

$$i_{dm} = i_H \sqrt{\varepsilon} \text{ hoặc } i_{dm} = \frac{S_{H} \sqrt{\varepsilon}}{\sqrt{3} U_{dm}} \quad (2.12)$$

$$I_{dm} = \frac{\sqrt{P_{dm}^2 + Q_{dm}^2}}{\sqrt{3} U_{dm}} \quad (2.13)$$

Khi giá trị $\cos \varphi_{dm}$ của các thiết bị riêng lẻ trong nhóm xấp xỉ bằng nhau có thể tính gần đúng:

$$I_{dm} \approx \sum_{i=1}^n i_{dmi}$$

2.2.2. Công suất đặt

Khái niệm về công suất đặt mang ý nghĩa quy ước, thường được dùng cho những người làm công tác thiết kế, thì công lắp đặt thiết bị quan tâm tới kích thước, tải trọng cơ khí và vị trí đặt của các thiết bị trên mặt bằng. Từ công suất đặt có thể hình dung được một cách khái quát về kích thước và tải trọng của thiết bị cũng như nền móng phục vụ cho việc lắp đặt chúng.

Về thực chất, công suất đặt (p_d) chính là công suất định mức (p_{dm}) của từng thiết bị.

$$p_d = p_{dm} \quad (2.14)$$

Đối với những người làm công tác thiết kế cung cấp điện, khái niệm về công suất đặt mở rộng ra và được hiểu là công suất điện đưa vào đầu vào của thiết bị, có nghĩa là phải xét tới hiệu suất của thiết bị.

Theo ý nghĩa này, đối với các động cơ điện:

$$p_d = p'_{dm} = \frac{p_{dm}}{\eta} \quad (2.15)$$

Các động cơ thông thường có hiệu suất $\eta = 0,8 \div 0,95$ và nhiều khi không biết rõ nên có thể tính gần đúng:

$$p_d = (1,1 \div 1,2) p_{dm} \quad (2.16)$$

Do ngày nay chế tạo được các động cơ có hiệu suất cao nên có thể cho phép lấy $p_d \approx p_{dm}$.

2.2.3. Phụ tải trung bình

Giá trị trung bình của mỗi đại lượng biến thiên là đặc tính thống kê cơ bản của nó, do vậy các giá trị phụ tải trung bình không đổi là đặc trưng tĩnh của các đồ thị phụ tải thay đổi.

Phụ tải trung bình tổng của tất cả các thiết bị tiêu thụ điện năng trong nhóm có thể cho phép đánh giá được một cách gần đúng cận dưới của các giá trị có thể có của phụ tải tính toán.

Phụ tải tác dụng và phụ tải phản kháng trung bình của mỗi thiết bị trong một khoảng thời gian nào đó có thể được xác định theo các biểu thức sau:

$$p_{tb} = \frac{\int_0^T p(t) dt}{T}; \quad q_{tb} = \frac{\int_0^T q(t) dt}{T} \quad (2.17)$$

Trong vận hành, phụ tải trung bình được khảo sát trong một khoảng thời gian T đặc trưng nhất định (chu trình, ca, ngày...) và được xác định theo các giá trị đo được của các công tơ tác dụng và công tơ phản kháng trong khoảng thời gian T đó thông qua các biểu thức:

– Đối với một thiết bị:

$$p_{tb} = \frac{a_{td}}{T}; q_{tb} = \frac{a_{pk}}{T}; i_{tb} = \frac{I}{\sqrt{3} U_{dm}} \int_0^T \sqrt{p^2(t) + q^2(t)} dt \approx \frac{\sqrt{p_{tb}^2 + q_{tb}^2}}{\sqrt{3} U_{dm}} \quad (2.18)$$

– Đối với nhóm thiết bị:

$$P_{tb} = \frac{A_{td}}{T}; Q_{tb} = \frac{A_{pk}}{T}; I_{tb} \approx \frac{\sqrt{P_{tb}^2 + Q_{tb}^2}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{P_{tb}}{\sqrt{3} U_{dm} \cos \varphi_{tb}} \quad (2.19)$$

$$S_{tb} = \sqrt{P_{tb}^2 + Q_{tb}^2}$$

Trong đó a_{td} , a_{pk} , A_{td} , A_{pk} – diện năng tác dụng, diện năng phản kháng tiêu thụ trong khoảng thời gian khảo sát T của từng thiết bị riêng lẻ hoặc của nhóm thiết bị; $\cos \varphi_{tb}$ – hệ số công suất trung bình của nhóm thiết bị.

Phụ tải tác dụng và phản kháng trung bình của nhóm thiết bị cũng có thể được xác định theo các biểu thức sau:

$$P_{tb} = \sum_{i=1}^n p_{tbi}; \quad Q_{tb} = \sum_{i=1}^n q_{tbi}; \quad I_{tb} \approx \sum_{i=1}^n i_{tbi} \quad (2.20)$$

trong đó, n – số thiết bị tham gia trong nhóm.

2.2.4. Phụ tải quân phương

Tổn thất công suất trong dây dẫn tỷ lệ với bình phương phụ tải (bình phương dòng điện phụ tải). Chính vì vậy, phụ tải quân phương có ý nghĩa lớn trong việc tính toán lựa chọn các phần tử và các thiết bị của hệ thống cung cấp điện theo phát nóng.

Đồ thị bình phương của các đại lượng $P^2(t)$, $Q^2(t)$, $I^2(t)$ của phụ tải biến thiên theo thời gian, là các đại lượng đặc trưng cho các giá trị của phụ tải quân phương P_{qp} , Q_{qp} , I_{qp} , trong các khoảng thời gian khảo sát T (chu trình, ca, ngày, tháng, năm).

Các giá trị của phụ tải quân phương trong mỗi khoảng thời gian T được xác định theo các biểu thức sau:

$$P_{qp} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T P^2(t) dt} \quad (2.21a)$$

$$Q_{qp} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T Q^2(t) dt} \quad (2.21b)$$

$$I_{qp} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I^2(t) dt} \quad (2.21c)$$

Phụ tải phản kháng quân phương Q_{qp} có ý nghĩa quan trọng trong việc đánh giá hiệu quả giảm tổn thất công suất trong lưới khi nâng cao hệ số công suất $\cos \varphi$.

2.2.5. Phụ tải cực đại

Các giá trị cực đại của công suất tác dụng (p_{max} , P_{max}), công suất phản kháng (q_{max} , Q_{max}), công suất toàn phần (s_{max} , S_{max}) và dòng điện (i_{max} , I_{max}) của từng thiết bị riêng rẽ và của nhóm thiết bị là giá trị lớn nhất trong các giá trị trung bình tương ứng trong một khoảng thời gian nào đó.

Phụ tải cực đại được đặc trưng bởi tần suất xuất hiện trong các khoảng thời gian khác nhau.

Theo độ dài thời gian phụ tải cực đại được phân thành hai dạng:

1. Phụ tải cực đại lâu dài $P_{\max}$ có các độ dài thời gian khác nhau (10, 15, 30, 60 phút) được dùng để lựa chọn các phần tử của hệ thống cung cấp điện theo phát nóng và tính tổn thất công suất lớn nhất trong chúng.

2. Phụ tải đỉnh nhọn (cực đại ngắn hạn) P_{dm} có độ dài thời gian khoảng 1–2 giây cần thiết để kiểm tra dao động điện áp trong lưới điện, xác định tổn thất điện áp trong các lưới có thao tác đóng cắt (khi khởi động động cơ, khởi động lò điện...), kiểm tra lưới điện theo điều kiện tự khởi động của các động cơ, lựa chọn dây chảy cho các cầu chì, tính dòng khởi động của bảo vệ dòng điện cực đại.

2.2.6. Phụ tải tính toán

Phụ tải tính toán P_u là phụ tải cực đại nửa giờ ($P_{\max 30'}$) trong ca mang tải cực đại. Nói khác đi phụ tải tính toán là phụ tải giả thiết lâu dài không đổi đẳng trị với phụ tải thực tế (biến đổi) về mặt hiệu ứng nhiệt lớn nhất, nghĩa là phụ tải tính toán cũng gây nên phát nóng dây dẫn lên tới nhiệt độ bằng nhiệt độ lớn nhất do phụ tải thực tế gây ra.

Việc lựa chọn tiết diện dây dẫn và các thiết bị có dòng điện chạy qua trong điều kiện lắp đặt chuẩn đều dựa vào dòng điện phụ tải cho phép lâu dài không đổi theo điều kiện phát nóng. Vì vậy, khi biết đồ thị phụ tải thay đổi $I(t)$ cần phải thay đồ thị này bằng đồ thị phụ tải đẳng trị đơn giản hơn về mặt hiệu ứng nhiệt $I = \text{const} = I_u$, trong đó I_u – dòng điện phụ tải tính toán.

Theo ý nghĩa vật lý, giá trị I_u được phân biệt theo hai hiệu ứng đốt nóng dây dẫn cơ bản: a) I_{u1} – theo nhiệt độ phát nóng cực đại; b) I_{u2} – theo độ hủy hoại cách điện do nhiệt.

Khi đó, so với đồ thị phụ tải cho trước $I(t)$, đồ thị phụ tải đẳng trị $I = \text{const} = I_{u1}$ dùng cho tính toán phát nóng lớn nhất đối với môi trường xung quanh, còn đồ thị $I = \text{const} = I_{u2}$ dùng cho mục đích tính toán mức độ hủy hoại cách điện do nhiệt. I_u lấy theo giá trị lớn nhất trong hai giá trị I_{u1} , I_{u2} được dùng làm phụ tải tính toán.

Về bản chất, hiệu ứng đốt nóng là do dòng điện gây ra, nhưng trong thực tế tính toán thiết kế khái niệm phụ tải tính toán P_u theo công suất tác dụng được sử dụng rộng rãi và sử dụng đồ thị phụ tải $P(t)$ thay cho đồ thị $I(t)$ vì việc xây dựng đồ thị này dễ dàng và thuận tiện hơn. Giữa $P(t)$ và $I(t)$ có mối liên hệ qua biểu thức:

$$P_u = \sqrt{3} U_{dm} I_u \cos \varphi_u \quad (2.22)$$

Trong đó, $\cos \varphi_u$ – hệ số công suất tính toán; $\cos \varphi_u$ được lấy bằng hệ số công suất trung bình bình quân $\cos \varphi_{tbq}$. Hệ số này được xác định theo biểu thức:

$$\cos \varphi_{tbq} = \frac{A_{tdT}}{\sqrt{A_{tdT}^2 + A_{pkT}^2}} \quad (2.23)$$

trong đó, A_{tdT} , A_{pkT} – diện năng tác dụng, diện năng phản kháng tiêu thụ trong khoảng thời gian khảo sát T .

Phụ tải cực đại nửa giờ $P_{\max 30'}$ được dùng làm phụ tải tính toán P_u để lựa chọn tiết diện dây dẫn và cấp xuất phát từ việc giải bài toán xác định phụ tải $P_{\max T}$ tồn tại trong khoảng thời gian T sao cho đạt hiệu quả phát nóng lớn nhất. Khoảng thời gian tối ưu

$T_{tu} = 3T_0$, trong đó, $T_0 = \frac{C}{A_0} = 10$ phút – hằng số thời gian phát nóng của dây dẫn.

C – nhiệt dung của cáp và dây dẫn,
 A_0 – hệ số truyền nhiệt hoàn toàn ra môi trường.

Khi phụ tải ở mức $T < T_{tu}$, sự phát nóng dây dẫn chưa đạt tới trạng thái xác lập (ổn định). Còn khi phụ tải ở mức $T > T_{tu}$ thì sự phát nóng dây dẫn chưa đạt tới giới hạn (do phụ tải thấp).

Để xác định P_{maxT} , ta kẻ nẹp thời gian T trên giấy bóng mờ và di chuyển nẹp thời gian trên đồ thị phụ tải ngày (hình 2.7), các điểm giao cắt giữa đồ thị phụ tải và các vạch quy định nẹp thời gian sẽ chỉ ra P_{maxT} cần xác định.

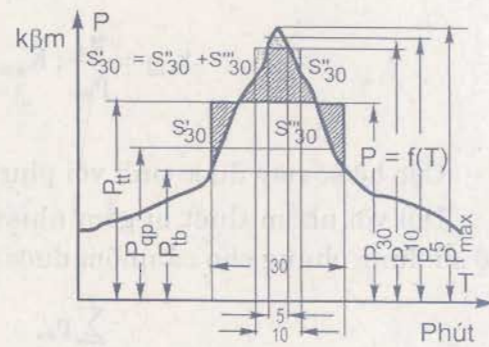
Mối quan hệ giữa phụ tải tính toán và các phụ tải khác được nêu trên hình 2.7 và theo bất đẳng thức sau:

$$P_{max} \geq P_u \geq P_{qp} \geq P_{lb} \quad (2.24)$$

Hằng số thời gian phát nóng của dây dẫn và cáp T_0 và khoảng thời gian lấy trung bình theo điều kiện lắp đặt T_{tb} cho trong bảng 2.1.

BẢNG 2.1. HẰNG SỐ THỜI GIAN T_0 VÀ T_{TB} CỦA DÂY DẪN VÀ CÁP THEO ĐIỀU KIỆN LẮP ĐẶT

Tiết diện mm ²	Điện áp, kV	Cáp				Dây dẫn bọc cách điện			
		Đặt ngoài trời		Chìm trong đất		Đặt hở		Đặt trong ống	
		T_0 , phút	T_{tb} , giờ	T_0 , phút	T_{tb} , phút	T_0 , phút	T_{tb} , giờ	T_0 , phút	T_{tb} , phút
35 – 70	1	20	1	30	1,5	10	0,5	20	1
95 – 120		30	1,5	40	2	15	0,75	30	1,5
150 – 185		40	2	50	2,5	20	1	40	2
25 – 35	6 – 10	20	1	–	–	–	–	–	–
50 – 70		30	1,5	–	–	–	–	–	–
95 – 120		40	2	–	2	–	–	–	–
150 – 185		50	2,5	–	3	–	–	–	–



Hình 2.7. Đồ thị phụ tải tác dụng theo công suất tác dụng với phụ tải cực đại có độ dài thời gian khác nhau (S'_{30} , S''_{30} , S'''_{30} – diện tích các phần của đồ thị phụ tải) và mối quan hệ giữa các phụ tải khác

2.3. CÁC HỆ SỐ ĐẶC TRƯNG CHO PHỤ TẢI ĐIỆN

2.3.1. Hệ số sử dụng

Hệ số sử dụng là chỉ số cơ bản được dùng trong tính toán phụ tải điện. Hệ số sử dụng đặc trưng cho mức độ khai thác, sử dụng thiết bị trong thời gian làm việc.

Hệ số sử dụng công suất tác dụng của từng thiết bị riêng lẻ $K_{sdtđ}$ hoặc của nhóm thiết bị $K_{sdtđ}$ là tỷ số của công suất tác dụng của từng thiết bị hoặc của nhóm thiết bị so với giá trị định mức, nghĩa là:

$$k_{sdl} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}}; K_{sdl} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{sdl_i} P_{dmi}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}} \quad (2.25)$$

Các hệ số này được tính với phụ tải trung bình của ca mang tải cực đại.

Đối với nhóm thiết bị gồm nhiều nhóm nhỏ có các chế độ làm việc khác nhau, hệ số sử dụng chung cho cả nhóm được xác định một cách gần đúng theo công thức:

$$k_{sdl} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{tbi}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}} \quad (2.26)$$

trong đó, n – số nhóm nhỏ có chế độ làm việc khác nhau;

P_{tbi} – công suất trung bình của mỗi nhóm nhỏ ứng với ca mang tải lớn nhất.

P_{dmi} – công suất định mức của các thiết bị trong nhóm nhỏ.

Các giá trị của hệ số sử dụng có liên quan tới giai đoạn thời gian dùng để xác định phụ tải trung bình (ca, hoặc năm làm việc), ví dụ, $K_{sdl_{tdn}}$ – hệ số sử dụng công suất tác dụng tính theo năm của nhóm thiết bị.

Nếu biết đồ thị phụ tải tác dụng (hình 2.8) của nhóm thiết bị, hệ số sử dụng công suất tác dụng của nhóm có thể xác định theo biểu thức:

$$k_{sdl} = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + P_3 t_3 + \dots + P_n t_n}{P_{dm} (t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n + t_{ng})} = \frac{A_{td}}{A_{tdm}} \quad (2.27)$$

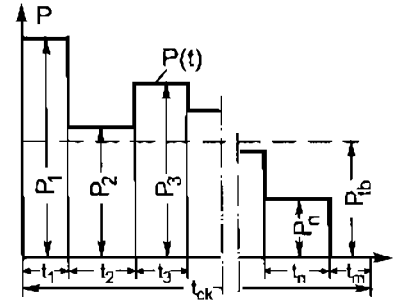
trong đó, t_{ng} – thời gian nghỉ làm việc; t_{ct} – thời gian của một chu trình làm việc;

P_{dm} – tổng công suất định mức của cả nhóm thiết bị;

A_{td} – điện năng tiêu thụ của nhóm thiết bị trong một ca (một chu trình);

A_{tdm} – điện năng tiêu thụ khi tất cả các thiết bị làm việc theo công suất định mức trong suốt thời gian làm việc của một ca (một chu trình);

Các hệ số sử dụng theo công suất phản kháng và theo dòng điện phụ tải cũng được xác định tương tự.



Hình 2.8. Đồ thị phụ tải tác dụng của nhóm thiết bị

$$k_{sdpk} = \frac{Q_{tb}}{Q_{dm}}; K_{sdpk} = \frac{Q_{tb}}{Q_{dm}} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{sdpk_i} Q_{dmi}}{\sum_{i=1}^n Q_{dmi}} \quad (2.28a)$$

$$k_{sdl} = \frac{I_{tb}}{I_{dm}}; k_{sdl} = \frac{I_{tb}}{I_{dm}} \approx \frac{\sum_{i=1}^n k_{sdl_i} I_{dmi}}{\sum_{i=1}^n I_{dmi}} \quad (2.28b)$$

dấu $\approx$ khi hệ số $\cos\varphi$ của các thiết bị không khác nhau nhiều.

Hệ số sử dụng của các thiết bị tra trong các sổ tay kỹ thuật khi tính toán thiết kế cho các nhà máy cơ khí, hệ số sử dụng của các nhóm máy cắt gọt kim loại có thể lấy trong khoảng $k_{sdtđ} = 0,12 - 0,16$.

2.3.2. Hệ số đóng điện

Hệ số đóng điện của một thiết bị là tỷ số giữa thời gian đóng điện t_d và thời gian của cả chu trình làm việc t_{ct} . Thời gian đóng điện trong một chu trình bao gồm cả thời gian làm việc t_{lv} và thời gian thiết bị chạy không tải t_{kt} . Thời gian của một chu trình bao gồm cả thời gian đóng điện và thời gian nghỉ làm việc. Vậy nên:

$$k_d = \frac{t_d}{t_{ct}} = \frac{t_{lv} + t_{kt}}{t_d + t_{ng}} \quad (2.29)$$

Đối với các thiết bị làm việc ngắn hạn, ngắn hạn lặp lại thường dùng hệ số đóng điện tương đối tính theo %:

$$\varepsilon\% = \frac{t_d}{t_{ct}} \cdot 100\% \quad (2.30)$$

Hệ số đóng điện của một nhóm thiết bị là giá trị trung bình bình quân (theo công suất tác dụng) của các hệ số đóng điện của tất cả các thiết bị điện tham gia trong nhóm và được xác định theo công thức

$$k_d = \frac{\sum_{i=1}^n k_{di} P_{dmi}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}} \quad (2.31)$$

Ở đây, giá trị trung bình bình quân được hiểu là giá trị trung bình trọng (có xét tới trọng số là P_{dmi}).

2.3.3. Hệ số mang tải

Hệ số mang tải (gọi tắt là hệ số tải) k_t của từng thiết bị là tỷ số giữa công suất tiêu thụ thực tế và công suất định mức của thiết bị. Thông thường hệ số mang tải được xét trong một khoảng thời gian T nào đó, nên phụ tải thực tế được lấy theo giá trị trung bình trong khoảng thời gian đó:

$$k_d = \frac{P_{thực\,tế}}{P_{dm}} = \frac{P_{th}}{P_{dm}} = \frac{\int_0^T p(t) dt}{T P_{dm}}; \quad (2.32a)$$

$$\text{hoặc} \quad k_d = \frac{S_{thực\,tế}}{S_{dm}} = \frac{S_{th}}{S_{dm}}; \quad (2.32b)$$

Đối với nhóm thiết bị, công thức tính cũng tương tự:

$$k_t = \frac{P_{thực\,tế}}{P_{dm}} = \frac{P_{th}}{P_{dm}}; \quad (2.33a)$$

$$\text{hoặc} \quad k_t = \frac{S_{\text{thực tế}}}{S_{\text{dm}}} = \frac{S_{\text{tb}}}{S_{\text{dm}}}; \quad (2.33b)$$

trong đó $P_{\text{tb}}, S_{\text{tb}}$ – tổng công suất trung bình của từng thiết bị;

$P_{\text{dm}}, S_{\text{dm}}$ – tổng công suất định mức của tất cả các thiết bị tham gia trong nhóm.

Hệ số mang tải đặc trưng cho khả năng khai thác thiết bị trong khoảng thời gian xét.

2.3.4. Hệ số hình dáng của đồ thị phụ tải

Hệ số hình dáng $k_{\text{hd}}, K_{\text{hd}}$ của đồ thị phụ tải của từng thiết bị hoặc của nhóm thiết bị là tỷ số giữa dòng điện quân phương (hoặc công suất toàn phần quân phương) của từng thiết bị hoặc từng nhóm thiết bị trong khoảng thời gian khảo sát và giá trị trung bình của nó, nghĩa là:

$$k_{\text{hdI}} = \frac{i_{\text{qp}}}{i_{\text{tb}}} = \frac{S_{\text{qp}}}{S_{\text{tb}}}; \quad K_{\text{hdI}} = \frac{I_{\text{qp}}}{I_{\text{tb}}} = \frac{S_{\text{qp}}}{S_{\text{tb}}} \quad (2.34a)$$

Hệ số hình dáng của đồ thị phụ tải tác dụng và đồ thị phụ tải phản kháng cũng được xác định tương tự:

$$k_{\text{hdtd}} = \frac{P_{\text{qp}}}{P_{\text{tb}}}; \quad k_{\text{hdpk}} = \frac{Q_{\text{qp}}}{Q_{\text{tb}}} \quad (2.34b)$$

$$K_{\text{hdtd}} = \frac{P_{\text{qp}}}{P_{\text{tb}}}; \quad K_{\text{hdpk}} = \frac{Q_{\text{qp}}}{Q_{\text{tb}}} \quad (2.34c)$$

Hệ số hình dáng đặc trưng cho tính không đồng đều của đồ thị phụ tải theo thời gian. Khi đồ thị phụ tải bằng phẳng (không thay đổi theo thời gian) hệ số hình dáng bằng đơn vị ($k_{\text{hd}} = 1$).

2.3.5. Hệ số cực đại

Hệ số cực đại của công suất tác dụng $k_{\text{maxtd}}, K_{\text{maxtd}}$ là tỷ số giữa công suất tác dụng tính toán $P_{\text{tt}}, P_{\text{tt}}$ và công suất trung bình trong khoảng thời gian khảo sát, nghĩa là:

$$k_{\text{maxtd}} = \frac{P_{\text{tt}}}{P_{\text{tb}}}; \quad K_{\text{maxtd}} = \frac{P_{\text{tt}}}{P_{\text{tb}}} \quad (2.35a)$$

Khoảng thời gian khảo sát được lấy bằng độ dài thời gian của ca mạng tải cực đại. Thông thường hệ số cực đại K_{maxtd} được xác định theo đồ thị phụ tải của từng nhóm thiết bị.

Hệ số cực đại theo đồ thị phụ tải dòng điện được xác định tương tự:

$$K_{\text{maxI}} = \frac{I_{\text{tt}}}{I_{\text{tb}}} \quad (2.35b)$$

Hệ số cực đại của công suất tác dụng có liên quan tới hai đại lượng tìm được từ đồ thị phụ tải – phụ tải tính toán và phụ tải trung bình là hai đại lượng quan trọng được xác định đặc trưng cho đồ thị phụ tải.

Giá trị của hệ số cực đại K_{maxtd} phụ tải vào số thiết bị điện có hiệu quả n_{hq} (xem 2.4) và các hệ số khác đặc trưng cho chế độ tiêu thụ điện của từng nhóm thiết bị điện.

Ngày nay, để xác định K_{maxtd} một cách đơn giản, ta sử dụng các đường cong tính

toán $K_{maxtd} = f(n_{hq}, K_{sđ})$, trong đó, $K_{sđ}$ – hệ số sử dụng trung bình bình quân (trung bình trọng) của nhóm thiết bị điện.

Đường cong $K_{maxtd} = f(n_{hq}, K_{sđ})$ được chỉ ra trên hình (2.9). Các đường cong này được xây dựng dựa theo điều kiện $T_0 = 10$ phút và độ dài của khoảng thời gian lấy trung bình $T_{tb} = 3T_0 = 30$ phút ứng với phụ tải cực đại nửa giờ và các công thức xác định hệ số hình dáng phụ thuộc vào hệ số sử dụng và hệ số đồng điện.

– Hệ số K_{maxtd} phụ thuộc vào hệ số sử dụng $K_{sđtd}$ và n_{hq} :

$$K_{maxtd} = 1 + \frac{1,5}{\sqrt{n_{hq}}} \sqrt{\frac{1 - K_{sđtd}}{K_{sđtd}}} \quad (2.35c)$$

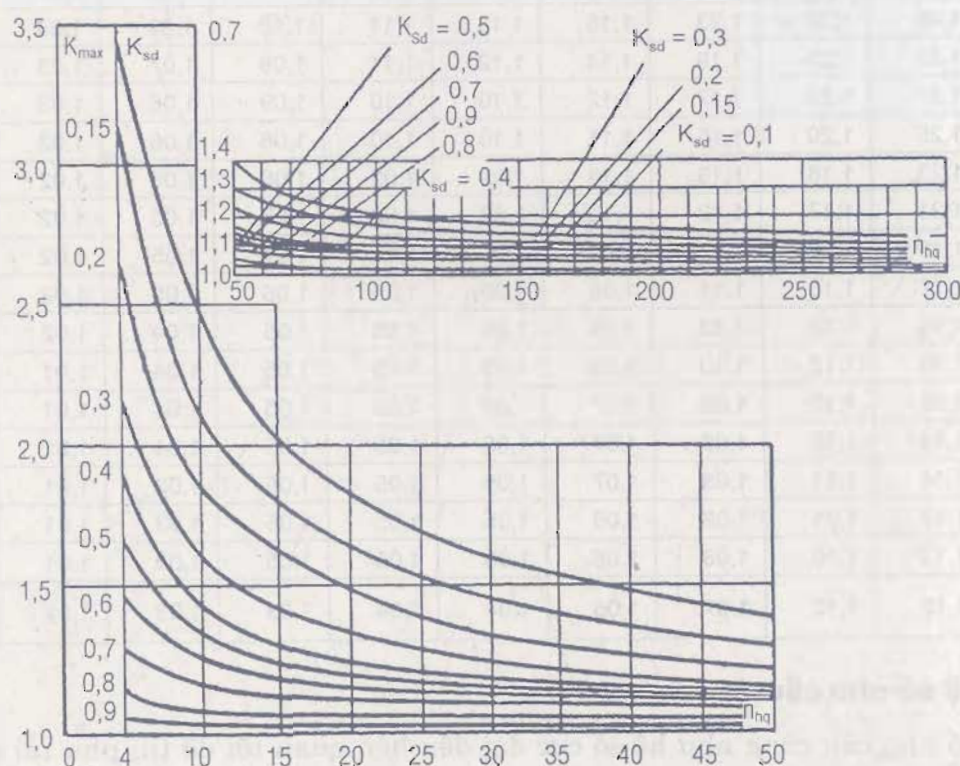
trong đó, $K_{sđtd}$ – giá trị trung bình của hệ số sử dụng của nhóm thiết bị.

– Hệ số K_{maxtd} phụ thuộc vào hệ số đồng điện K_d và n_{hq} :

$$K_{maxtd} = 1 + \frac{\alpha}{\sqrt{n_{hq}}} \sqrt{\frac{1 - K_d}{K_d}} \quad (2.35d)$$

trong đó, α – hàm phụ thuộc vào mức lấy phụ tải cực đại trung bình và quá trình sản xuất; K_d – hệ số đồng trung bình của nhóm thiết bị.

Để xác định K_{maxtd} có thể tra theo đường cong cho trên hình 2.9 hoặc tra theo bảng 2.2.



Hình 2.9. Đường cong $K_{maxtd} = f(K_{sđtd}, n_{hq})$

BẢNG 2.2. GIÁ TRỊ K_{MAXTD} PHỤ THUỘC VÀO N_{HQ} VÀ K_{SDTD}

n_{hq}	Giá trị K_{maxtd} khi K_{sdtd}									
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
4	3,43	3,11	2,64	2,14	1,87	1,65	1,46	1,29	1,14	1,05
5	3,23	2,87	2,42	2,0	1,76	1,57	1,41	1,26	1,12	1,04
6	3,04	2,64	2,24	1,88	1,66	1,51	1,37	1,23	1,10	1,04
7	2,88	2,48	2,10	1,80	1,58	1,45	1,33	1,21	1,09	1,04
8	2,72	2,31	1,99	1,72	1,52	1,40	1,30	1,20	1,08	1,04
9	2,56	2,20	1,90	1,65	1,47	1,3	1,28	1,18	1,08	1,03
10	2,42	2,10	1,84	1,60	1,43	1,34	1,26	1,16	1,07	1,03
12	2,24	1,96	1,75	1,52	1,36	1,28	1,23	1,15	1,07	1,03
14	2,10	1,85	1,67	1,45	1,32	1,25	1,20	1,13	1,07	1,03
16	1,99	1,77	1,61	1,41	1,28	1,23	1,18	1,12	1,07	1,03
18	1,91	1,70	1,55	1,37	1,26	1,21	1,16	1,11	1,06	1,03
20	1,84	1,65	1,50	1,34	1,24	1,20	1,55	1,11	1,06	1,03
25	1,71	1,55	1,40	1,28	1,21	1,17	1,14	1,10	1,06	1,03
30	1,62	1,46	1,34	1,24	1,19	1,16	1,13	1,10	1,05	1,03
35	1,56	1,41	1,30	1,21	1,17	1,15	1,12	1,09	1,05	1,02
40	1,50	1,37	1,27	1,19	1,15	1,13	1,12	1,09	1,05	1,02
45	1,45	1,33	1,25	1,17	1,14	1,12	1,11	1,08	1,04	1,02
50	1,40	1,30	1,23	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,04	1,02
60	1,32	1,25	1,19	1,14	1,12	1,11	1,09	1,07	1,03	1,02
70	1,27	1,22	1,17	1,12	1,10	1,10	1,09	1,06	1,03	1,02
80	1,25	1,20	1,15	1,11	1,10	1,10	1,08	1,06	1,03	1,02
90	1,23	1,18	1,13	1,10	1,09	1,09	1,08	1,05	1,02	1,02
100	1,21	1,17	1,12	1,10	1,08	1,08	1,07	1,05	1,02	1,02
120	1,19	1,16	1,12	1,09	1,07	1,07	1,07	1,05	1,02	1,02
140	1,17	1,15	1,11	1,08	1,06	1,06	1,06	1,05	1,02	1,02
160	1,16	1,13	1,10	1,08	1,05	1,05	1,05	1,04	1,02	1,02
180	1,16	1,12	1,10	1,08	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	1,01
200	1,15	1,12	1,09	1,07	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	1,01
220	1,14	1,12	1,08	1,07	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	1,01
240	1,14	1,11	1,08	1,07	1,05	1,05	1,05	1,03	1,01	1,01
260	1,13	1,11	1,08	1,06	1,05	1,05	1,05	1,03	1,01	1,01
280	1,13	1,10	1,08	1,06	1,05	1,05	1,05	1,03	1,01	1,01
300	1,12	1,10	1,07	1,06	1,04	1,04	1,03	1,03	1,01	1,01

2.3.6. Hệ số nhu cầu

Hệ số nhu cầu cũng như hệ số cực đại đều liên quan tới đồ thị phụ tải của một nhóm thiết bị. Hệ số nhu cầu về công suất tác dụng K_{nctd} là tỷ số giữa phụ tải tính toán (theo điều kiện thiết kế) hoặc phụ tải tiêu thụ (theo điều kiện vận hành) và phụ tải định mức (theo quy ước) của nhóm thiết bị:

$$K_{nctd} = \frac{P_u}{P_{dm}} \text{ hoặc } K_{nc} = \frac{P_{th}}{P_{dm}} \quad (2.36a)$$

Hệ số nhu cầu theo đồ thị phụ tải dòng điện cũng tương tự:

$$K_{ncl} = \frac{I_u}{I_{dm}} \text{ hoặc } K_{nc} = \frac{I_{th}}{I_{dm}} \quad (2.36b)$$

Giữa hệ số nhu cầu, hệ số sử dụng và hệ số cực đại có mối quan hệ phụ thuộc lẫn nhau theo biểu thức:

$$K_{nctd} = \frac{P_{th}}{P_{dm}} \cdot \frac{P_u}{P_{th}} = K_{sdl} \cdot K_{maxid} \quad (2.37a)$$

$$K_{ncl} = \frac{I_{th}}{I_{dm}} \cdot \frac{I_u}{I_{th}} = K_{sdl} \cdot K_{maxl} \quad (2.37b)$$

Giá trị hệ số nhu cầu K_{nctd} đối với các nhóm thiết bị của các lĩnh vực công nghiệp và của xí nghiệp công nghiệp khác nhau được xác định theo kinh nghiệm vận hành cho trong các sổ tay kỹ thuật và được dùng trong tính toán thiết kế (xem bảng 2.18).

2.3.7. Hệ số điện kín đồ thị phụ tải

Hệ số điện kín đồ thị phụ tải theo công suất tác dụng K_{dktd} là tỷ số giữa công suất tác dụng trung bình và công suất cực đại trong khoảng thời gian khảo sát:

$$K_{dktd} = \frac{P_{tb}}{P_{max}} \quad (2.38a)$$

Khoảng thời gian khảo sát thường được lấy bằng độ dài thời gian của ca mang tải lớn nhất.

Nếu coi P_{max} là P_u thì hệ số điện kín đồ thị phụ tải K_{dktd} là đại lượng tỷ lệ nghịch với hệ số cực đại, nghĩa là:

$$K_{dktd} = \frac{P_{tb}}{P_{max}} = \frac{1}{K_{maxid}}$$

Hệ số điện kín đồ thị phụ tải cũng giống như hệ số cực đại thường liên quan tới đồ thị phụ tải của nhóm thiết bị.

Các hệ số điện kín đồ thị phụ tải phản kháng và dòng điện cũng được xác định theo các biểu thức tương tự:

$$K_{dkpk} = \frac{Q_{tb}}{Q_{max}} = \frac{1}{K_{maxpk}}; \quad (2.38b)$$

$$K_{dkl} = \frac{I_{tb}}{I_{max}} = \frac{1}{K_{maxl}}; \quad (2.38c)$$

Hệ số điện kín đồ thị phụ tải đóng vai trò quan trọng trong việc đánh giá đồ thị phụ tải ngày đêm và đồ thị phụ tải năm.

Các giá trị số của hệ số điện kín đồ thị phụ tải của các xí nghiệp khác nhau khi tính toán thiết kế được tra trong các sổ tay kỹ thuật.

2.3.8. Hệ số cực đại đồng thời của phụ tải

Hệ số cực đại đồng thời của phụ tải thường được gọi tắt là hệ số đồng thời K_{dt} .

Hệ số đồng thời theo công suất tác dụng K_{dtd} là tỷ số giữa tổng công suất tác dụng tính toán cực đại của mỗi nút của hệ thống cung cấp điện và tổng công suất tác dụng tính toán cực đại của từng nhóm thiết bị riêng lẻ được nối vào nút đó, nghĩa là:

$$K_{dtd} = \frac{P_u}{\sum_{i=1}^n P_{ui}} \quad (2.39)$$

Hệ số này đặc trưng cho sự dịch chuyển các đỉnh cực đại của phụ tải của từng nhóm thiết bị riêng lẻ theo thời gian dẫn tới làm giảm tổng phụ tải cực đại của nút so với tổng phụ tải cực đại của từng nhóm thiết bị riêng lẻ.

Chỉ khi tất cả các đỉnh cực đại của từng nhóm thiết bị riêng lẻ trùng nhau về mặt thời gian thì tổng phụ tải cực đại của nút mới bằng tổng phụ tải cực đại của từng nhóm thiết bị riêng lẻ. Nói chung, $K_{dtd} \leq 1$.

Giá trị hệ số đồng thời K_{dtd} được lấy trong giới hạn 0,9 – 0,95. Khi trong hệ thống cung cấp điện có một vài cấp điện áp hệ số đồng thời có thể giảm thấp nhưng không dưới 0,85.

Tính gần đúng có thể lấy:

$K_{dtd} = 0,85 \div 1,0$ – đối với các đường dây cao áp trong xí nghiệp;

$K_{dtd} = 0,9 \div 1,0$ – đối với thanh góp trạm biến áp xí nghiệp, thanh góp trạm giảm áp trung gian và các đường dây truyền tải ngoài xí nghiệp.

Cần lưu ý, khi xét tới hệ số đồng thời tổng phụ tải tính toán của nút không được nhỏ hơn phụ tải trung bình của toàn xí nghiệp.

2.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH SỐ THIẾT BỊ ĐIỆN HIỆU QUẢ

Số thiết bị điện hiệu quả n_{hq} của nhóm thiết bị có công suất và chế độ làm việc khác nhau là số thiết bị điện có cùng công suất và cùng chế độ làm việc đòi hỏi phụ tải bằng phụ tải tính toán của nhóm gồm n thiết bị điện có chế độ làm việc và công suất định mức khác nhau.

Nói khác đi, số thiết bị điện hiệu quả n_{hq} là số thiết bị điện có công suất và chế độ làm việc như nhau đẳng trị với số n thiết bị có công suất và chế độ làm việc khác nhau tham gia trong nhóm về mặt tiêu thụ năng lượng điện.

Số thiết bị điện hiệu quả của nhóm thiết bị điện được xác định theo:

$$n_{hq} = \frac{(\sum_{i=1}^n P_{dmi})^2}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}^2} = \frac{P_{dm}^2}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}^2} \quad (2.40)$$

2.4.1. Xác định số thiết bị điện hiệu quả của phụ tải ba pha

Việc tính toán n_{hq} theo (2.34) chỉ thuận tiện khi số thiết bị $n < 5$ hoặc khi có máy

tính. Khi không có máy tính và số thiết bị nhiều việc tính toán gặp khó khăn nên cho phép tính đơn giản với sai số cho phép khoảng $\pm 10\%$.

Các phương pháp tính n_{hq} đơn giản:

1. Khi số thiết bị trong nhóm thực tế lớn hơn hoặc bằng 4 cho phép lấy $n_{hq} = n$ khi $m = \frac{P_{dm\max}}{P_{dm\min}} \leq 3$, trong đó $p_{dm\max}$ và $p_{dm\min}$ – công suất tác dụng định mức lớn nhất và bé nhất của các thiết bị tham gia trong nhóm.

Khi xác định giá trị n_{hq} có thể loại trừ một số thiết bị trong nhóm nếu tổng công suất định mức của chúng không vượt quá 5% công suất tổng của toàn nhóm P_{dm} (khi đó các thiết bị đã loại ra không được tính vào giá trị của n).

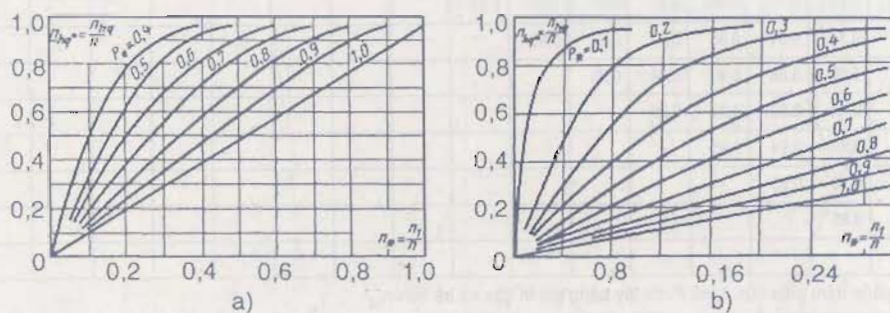
Khi $m = 3$ và $K_{sdt} = 0,5$ cho phép lấy $n_{hq} = n$ và không được tính các thiết bị có công suất nhỏ đã bị loại ra vào giá trị của n .

2. Khi $m > 3$ và $K_{sdt} \geq 0,2$ có thể tính số thiết bị điện hiệu quả theo công thức.

$$n_{hq} = \frac{2 \sum_{i=1}^n P_{dm}}{P_{dm\max}} \quad (2.41)$$

Trong trường hợp khi giá trị n_{hq} tìm được theo (2.41) lớn hơn số thiết bị thực tế thì lấy $n_{hq} = n$.

3. Khi $K_{sdt} < 0,2$ không sử dụng được các phương pháp tính đơn giản nêu trên, n_{hq} được xác định theo các đường cong cho trên hình 2.10 hoặc các số liệu nêu trong bảng 2.3.



Hình 2.10. Đường cong $n_{hq} = f(n, p)$

Các đường cong hình (2.10) được xây dựng theo công thức:

$$n_{hq} = 0,95 \frac{P_{dm}^2}{\frac{P_{dm1}^2}{n_1} + \frac{(P_{dm} - P_{dm1})^2}{n - n_1}} \quad (2.42a)$$

hoặc trong hệ đơn vị tương đối:

$$n_{hq} = \frac{n_{hq}}{n} = \frac{0,95}{\frac{p_*^2}{n_*} + \frac{(1 - p_*)^2}{1 - n_*}} \quad (2.42b)$$

BẢNG 2.3. GIÁ TRỊ TƯƠNG ĐỐI $n_{hq} = \frac{n_{hq}}{n}$ PHỤ THUỘC VÀO

$$n. = \frac{n_1}{n} \text{ VÀ } P. = \frac{P_{dm}}{P_{dm1}} (1)$$

n_{-n+1} n	P.																		
	1,0	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1
0,005	0,005	0,005	0,006	0,007	0,007	0,009	0,010	0,011	0,013	0,016	0,019	0,024	0,030	0,039	0,051	0,073	0,11	0,18	0,34
0,01	0,009	0,011	0,012	0,013	0,015	0,017	0,019	0,023	0,026	0,031	0,037	0,047	0,059	0,076	0,10	0,14	0,20	0,32	0,52
0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,11	0,14	0,19	0,26	0,36	0,51	0,71
0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,13	0,16	0,21	0,27	0,38	0,48	0,64	0,81
0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,15	0,18	0,22	0,27	0,34	0,44	0,57	0,72	0,86
0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,18	0,22	0,26	0,33	0,41	0,51	0,61	0,79	0,90
0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,18	0,21	0,26	0,31	0,38	0,47	0,58	0,70	0,83	0,92
0,08	0,08	0,08	0,09	0,11	0,12	0,13	0,15	0,17	0,20	0,24	0,28	0,33	0,40	0,48	0,57	0,68	0,79	0,89	0,94
0,10	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17	0,19	0,22	0,25	0,29	0,34	0,40	0,47	0,56	0,66	0,76	0,85	0,92	0,95
0,15	0,14	0,16	0,17	0,20	0,23	0,25	0,28	0,32	0,37	0,42	0,44	0,56	0,67	0,72	0,80	0,88	0,93	0,95	
0,20	0,19	0,21	0,23	0,26	0,29	0,33	0,37	0,42	0,47	0,54	0,68	0,69	0,76	0,83	0,89	0,93	0,95		
0,25	0,24	0,26	0,29	0,31	0,36	0,41	0,45	0,51	0,57	0,64	0,71	0,78	0,85	0,90	0,93	0,95			
0,30	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,48	0,53	0,60	0,66	0,75	0,80	0,86	0,90	0,94	0,95				
0,35	0,33	0,37	0,41	0,45	0,50	0,56	0,62	0,68	0,74	0,81	0,86	0,91	0,94	0,95					
0,40	0,38	0,42	0,47	0,52	0,57	0,63	0,69	0,74	0,81	0,86	0,91	0,93	0,95						
0,45	0,43	0,44	0,52	0,58	0,57	0,70	0,76	0,81	0,87	0,91	0,93	0,95							
0,50	0,48	0,47	0,58	0,64	0,64	0,76	0,82	0,87	0,91	0,94	0,95								
0,55	0,52	0,57	0,63	0,69	0,75	0,82	0,87	0,91	0,94	0,95									
0,60	0,67	0,63	0,69	0,75	0,81	0,87	0,91	0,94	0,95										
0,65	0,62	0,68	0,74	0,81	0,86	0,91	0,94	0,95											
0,70	0,66	0,73	0,80	0,86	0,90	0,94	0,95												
0,75	0,71	0,76	0,85	0,90	0,93	0,95													
0,80	0,70	0,83	0,89	0,94	0,95														
0,85	0,80	0,88	0,93	0,95															
0,90	0,85	0,92	0,95																
1,00	0,95																		

(1) Đối với giá trị nằm giữa của n. và P. thì lấy bằng giá trị gần và bé hơn n_{hq} .

Trong đó, n – số thiết bị điện thực tế trong nhóm thiết bị điện được khảo sát; n_1 – số thiết bị có công suất lớn hơn và bằng một nửa công suất của thiết bị có công suất lớn nhất tham gia trong nhóm; P_{dm} – tổng công suất định mức của cả nhóm thiết bị điện; P_{dm1} – tổng công suất định mức của n_1 thiết bị nêu trên.

$$n. = \frac{n_1}{n}; \quad P. = \frac{P_{dm1}}{P_{dm}}$$

Trình tự xác định n_{hq} như sau:

1. Lựa chọn thiết bị có công suất định mức lớn nhất tham gia trong nhóm.
2. Tìm số thiết bị có công suất lớn hơn và bằng một nửa công suất của thiết bị có công suất lớn nhất tham gia trong nhóm:

3. Xác định số n_1 và tổng công suất định mức P_{dm1} của n_1 thiết bị này.
4. Xác định số n và tổng công suất định mức P_{dm} của n thiết bị.
5. Tính các giá trị $n_* = \frac{n_1}{n}$ và $P_* = \frac{P_{dm1}}{P_{dm}}$.
6. Theo đường cong trên hình 2.10 hoặc bảng 2.3 xác định n_{hq} theo các giá trị n_* và P_* đã tính được. Sau đó tính n_{hq} theo công thức:

$$n_{hq} = n_{hq*} \cdot n.$$

Ví dụ 2.1. Xác định n_{hq} đối với nhóm thiết bị làm việc lâu dài có các công suất định mức sau: 4 x 10 kW; 5 x 7kW; 4 x 4,5 kW; 5 x 2,8 kW và 20 x 1 kW. Hệ số sử dụng của nhóm $K_{sdtđ} = 0,1$; xét khả năng áp dụng của từng phương pháp tính toán đơn giản để tính n_{hq} đối với nhóm thiết bị trên.

Xác định giá trị m : $m = \frac{P_{max}}{P_{min}} = \frac{10}{1} = 10$

Với $m = 10$ và $K_{sdtđ} = 0,1$ n_{hq} không thể lấy bằng n theo phương pháp đầu tiên được.

Không áp dụng được công thức 2.41. vì $K_{sdtđ} < 0,2$ nên phương pháp thứ hai không thực hiện được.

Ta tiến hành xác định n_{hq} theo phương pháp thứ ba:

$$n = 38$$

Số thiết bị có công suất lớn nhất trong nhóm:

$$n_1 = 4 + 5 = 9$$

Tổng công suất của các thiết bị có công suất lớn nhất trong nhóm:

$$P_{dm1} = 4 \times 10 + 5 \times 7 = 75 \text{ kW}.$$

Tổng công suất của cả nhóm thiết bị:

$$P_{dm} = 4 \times 10 + 5 \times 7 + 4 \times 4,5 + 5 \times 2,8 + 20 \times 1 = 127 \text{ kW}.$$

Khi đó: $n_* = \frac{9}{38} = 0,23$; $P_* = \frac{75}{127} = 0,59$

Theo hình 2.10 hoặc bảng 2.3 ta tìm được $n_{hq*} = 0,56$ tương ứng với $n_* = 0,23$ và $P_* = 0,59$.

Do đó: $n_{hq} = n_{hq*} \cdot n = 0,56 \cdot 38 = 21,2$.

Theo công thức tính chính xác (2.34):

$$n_{hq} = \frac{(4 \cdot 10 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 4,5 + 5 \cdot 2,8 + 20 \cdot 1)^2}{4 \cdot 10^2 + 5 \cdot 7^2 + 4 \cdot 4,5^2 + 5 \cdot 2,8^2 + 20 \cdot 1^2} = \frac{127^2}{785,2} = 20,6$$

Như vậy, n_{hq} được xác định theo phương pháp đơn giản thứ ba trên thực tế trùng với kết quả tính toán theo công thức tính chính xác.

2.4.2. Xác định số thiết bị hiệu quả của các phụ tải một pha

1. Các thiết bị một pha di động hoặc cố định phân bố đồng đều trên cả ba pha trong tính toán được coi như phụ tải ba pha đẳng trị khi công suất phân bố trên các pha không

chênh lệch quá 15% so với tổng công suất của nhóm thiết bị ba pha cùng được nối vào cùng nút đó, ví dụ, cùng một đường trục, cùng một tủ điện, cùng một thanh cái trạm biến áp.

Số thiết bị điện hiệu quả n_{hq} của nhóm thiết bị ba pha đẳng trị theo công suất định mức của các thiết bị một pha được xác định giống như đối với các phụ tải ba pha.

2. Trong trường hợp tổng công suất định mức của các thiết bị một pha phân bố không đồng đều theo các pha vượt quá 15% tổng công suất định mức của nhóm thiết bị ba pha nối vào cùng một nút, công suất định mức ba pha đẳng trị $P_{dm\bar{d}tr}$ được xác định theo số lượng và sơ đồ mắc thiết bị một pha vào lưới điện ba pha.

Khi đó cần tính toán quy đổi các phụ tải một pha về phụ tải đối xứng ba pha đẳng trị theo các công thức sau:

$$P_{dma} = P_{dmab} p_{(ab)a} + P_{dmc} p_{(ac)a} + P_{dma0}; \quad (2.43a)$$

$$P_{dmb} = P_{dmab} p_{(ab)b} + P_{dmbc} p_{(bc)b} + P_{dmb0}; \quad (2.43b)$$

$$P_{dmc} = P_{dmac} p_{(ac)c} + P_{dmbc} p_{(bc)c} + P_{dmc0}; \quad (2.43c)$$

$$P_{dm\bar{d}tr} = 3 \max \left\{ \begin{matrix} P_{dma} \\ P_{dmb} \\ P_{dmc} \end{matrix} \right\} \quad (2.44)$$

Trong đó, P_{dmab} , P_{dmbc} , P_{dmac} – tổng công suất định mức của các thiết bị một pha được mắc vào các điện áp giữa các dây a – b, b – c, c – a; P_{dma0} , P_{dmb0} , P_{dmc0} – tổng công suất định mức của các thiết bị một pha được mắc vào điện áp pha (giữa các dây pha và dây trung tính);

$p_{(ab)a}$, $p_{(ac)a}$, $p_{(ab)b}$, $p_{(bc)b}$, $p_{(ac)c}$, $p_{(bc)c}$ – các hệ số quy đổi của các phụ tải mắc vào điện áp dây quy về điện áp pha tương ứng.

Công suất phản kháng cũng được quy đổi theo các công thức tương tự trên. Các hệ số quy đổi cho trong bảng 2.4.

BẢNG 2.4. CÁC HỆ SỐ QUY ĐỔI CÔNG SUẤT TÁC DỤNG VÀ PHẢN KHÁNG

	Khi hệ số công suất của phụ tải								
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,65	0,7	0,8	0,9	1
$p_{(ac)a}, p_{(bc)b}, p_{(ac)c}$	1,4	1,17	1,0	0,89	0,84	0,8	0,72	0,64	0,5
$p_{(ac)b}, p_{(bc)c}, p_{(ac)a}$	-0,4	-0,17	0	0,11	0,16	0,2	0,28	0,36	0,5
$q_{(ac)a}, q_{(bc)b}, q_{(ac)c}$	1,26	0,86	0,58	0,38	0,3	0,22	0,09	-0,05	-0,29
$q_{(ab)b}, q_{(bc)c}, q_{(ac)a}$	2,45	1,44	1,16	0,96	0,88	0,8	0,67	0,53	0,29

Khi phụ tải một pha mắc vào điện áp dây, công suất định mức ba pha đẳng trị được xác định theo công thức:

$$P_{dm\bar{d}tr} = \sqrt{3} \max \left\{ \begin{matrix} P_{dmab} \\ P_{dmbc} \\ P_{dmac} \end{matrix} \right\}$$

trong đó, P_{dmab} , P_{dmbc} , P_{dmca} – tổng công suất định mức của các thiết bị được mắc vào các điện áp dây tương ứng.

Số thiết bị điện có hiệu quả n_{hq} của nhóm thiết bị ba pha đẳng trị của các thiết bị một pha được xác định cũng giống như đối với phụ tải ba pha:

$$n_{hq} = \frac{(\sum_{i=1}^{n_1} P_{dmfi} + \sum_{i=1}^{n'_1} P_{dmfi} P_{qd})^2}{\sum_{i=1}^{n_1} P_{dmfi}^2 + \sum_{i=1}^{n'_1} (P_{dmfi} P_{qd})^2}$$

trong đó, p_{dmfi} – công suất định mức của thiết bị thứ i mắc vào điện áp pha đã được quy đổi về hệ số đóng điện $\epsilon\% = 100\%$ (đối với các thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn và ngắn hạn lặp lại);

p_{dmfi} – công suất định mức của thiết bị thứ i được mắc vào điện áp dây đã được quy đổi về hệ số đóng điện $\epsilon\% = 100\%$ như trên;

p_{qd} – hệ số quy đổi theo bảng 2.4;

n_1 – số thiết bị được mắc trực tiếp vào pha mang tải lớn nhất;

n'_1 – số thiết bị được mắc vào điện áp dây đối với pha mang tải lớn nhất.

2.5. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TRUNG BÌNH, PHỤ TẢI QUÂN PHƯƠNG VÀ ĐIỆN NĂNG TIÊU THỤ

2.5.1. Xác định phụ tải trung bình

Phụ tải trung bình của ca mang tải cực đại P_{tbca} , Q_{tbca} và phụ tải trung bình năm $P_{tbnăm}$, $Q_{tbnăm}$ là các giá trị quan trọng dùng trong tính toán khi nghiên cứu phụ tải cũng như khi tính toán điện năng tiêu thụ và tính toán tổn thất điện năng.

Phụ tải trung bình của ca mang tải cực đại được xác định theo các công thức sau:

$$P_{tbca} = K_{sdtđ} P_{dm} \quad (2.45a)$$

trong đó, P_{dm} – tổng công suất tác dụng định mức của nhóm thiết bị có cùng chế độ làm việc trong ca mang tải cực đại. Nếu có các thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn, ngắn hạn lặp lại, phải quy đổi về hệ số đóng điện $\epsilon\% = 100\%$; $K_{sdtđ}$ – hệ số sử dụng công suất tác dụng.

$$Q_{tbca} = P_{tbca} \cdot \text{tg} \varphi \quad (2.45b)$$

trong đó, $\text{tg} \varphi$ được xác định theo $\cos \varphi$ – hệ số công suất của nhóm thiết bị.

Công suất trung bình trong ca mang tải cực đại của một nút phụ tải của hệ thống cung cấp điện được xác định theo:

$$P_{tbca} = \sum_{i=1}^n P_{tbcai} \quad (2.46a)$$

$$Q_{tbca} = \sum_{i=1}^n Q_{tbcai} \quad (2.46b)$$

trong đó, P_{tbca} , Q_{tbca} – phụ tải trung bình của nút phụ tải;

P_{thcai}, Q_{tbeai} – phụ tải trung bình của nhóm thiết bị thứ i ;

n – số nhóm thiết bị nối vào nút phụ tải.

Phụ tải tác dụng và phụ tải phản kháng trung bình năm của các phân xưởng hoặc toàn xí nghiệp được xác định theo:

$$P_{thnăm} = \frac{A_{tdnăm}}{T} \quad (2.47a)$$

$$Q_{tbnăm} = \frac{A_{pknăm}}{T} \quad (2.47b)$$

trong đó, $A_{tdnăm}, A_{pknăm}$ – điện năng tác dụng và phản kháng tiêu thụ trong năm của phân xưởng hoặc xí nghiệp; T – thời gian làm việc trong năm của phân xưởng hoặc xí nghiệp.

2.5.2. Xác định phụ tải quân phương

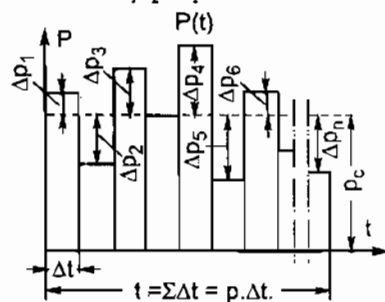
Công suất quân phương có thể được xác định theo các biểu thức (2.21a), (2.21b), (2.21c).

Công suất quân phương của một thiết bị làm việc theo đồ thị phụ tải nêu trên hình (2.11) được xác định theo biểu thức sau:

$$P_{qp}^2 = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{thi}^2 + \sum_{i=1}^n \Delta P_i^2 \right)}{\sum_{i=1}^n \Delta t_i} \Delta t_i$$

Khi các khoảng chia Δt_i như nhau bằng Δt ta có:

$$P_{qp}^2 = \frac{\left(P_{th}^2 + \frac{\sum_{i=1}^n \Delta P_i^2}{n} \right) n \Delta t}{n \Delta t} = P_{th}^2 + \frac{\sum_{i=1}^n \Delta P_i^2}{n} = P_{th}^2 + \sigma^2 \quad (2.48a)$$



Hình 2.11. Đồ thị phụ tải tác dụng của thiết bị

trong đó, $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta P_i^2}{n}}$ – độ lệch quân phương đối với đồ thị phụ tải của thiết bị

riêng lẻ.

n – số khoảng chia đoạn thời gian Δt .

Tương tự, đối với đồ thị phụ tải nhóm ta có:

$$P_{qp}^2 = P_{th}^2 + \sigma_{\Sigma}^2 \quad (2.48b)$$

trong đó, $P_{th}^2 = \left(\sum_{i=1}^n P_{thi} \right)^2$; $\sigma_{\Sigma}^2 = \sum_{i=1}^n \sigma_i^2$

Ở đây, n – số thiết bị trong nhóm.

Dòng điện quân phương được xác định theo công thức:

$$I_{qp} = \frac{\sqrt{P_{qp}^2 + Q_{qp}^2}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{P_{qp}}{\sqrt{3} U_{dm}} \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi} \quad (2.49)$$

trong đó, $\operatorname{tg} \varphi$ – tang trung bình của góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp.

Trong vận hành, công suất quán phương có thể xác định dựa theo hệ số hình dáng và điện năng tác dụng và điện năng phản kháng tiêu thụ trong khoảng thời gian T.

$$P_{qd} = K_{hdid} \cdot P_{th} = K_{hdid} \cdot \frac{A_{td}}{T} \quad (2.50a)$$

$$Q_{qd} = K_{hdpk} \cdot Q_{th} = K_{hdpk} \cdot \frac{A_{pk}}{T} \quad (2.50b)$$

2.5.3. Xác định điện năng tiêu thụ

Tùy theo mục đích tính toán, điện năng tiêu thụ có thể được xác định theo năm, theo tháng hoặc theo ca mang tải lớn nhất.

Điện năng tiêu thụ hằng năm của phân xưởng, xí nghiệp hoặc các đối tượng khác được xác định theo biểu thức.

$$A_{td} = P_{th} \cdot T \quad (2.51a)$$

trong đó, A_{td} – điện năng tác dụng tiêu thụ trong năm; kWh

P_{th} – công suất tác dụng trung bình xác định theo đồ thị phụ tải năm hoặc theo hệ số sử dụng và công suất định mức, kW;

T – Thời gian làm việc trong năm của các phân xưởng, xí nghiệp hoặc của các đối tượng khác phụ thuộc vào đặc điểm sản xuất và quá trình công nghệ, h.

Thời gian làm việc trong năm đối với các xí nghiệp công nghiệp cho trong bảng 2.5.

BẢNG 2.5. SỐ GIỜ LÀM VIỆC CẢ NĂM CỦA XÍ NGHIỆP PHỤ THUỘC VÀO SỐ CA VÀ THỜI GIAN MỖI CA

Thời gian làm việc mỗi ca (h)	Số giờ làm việc cả năm T khi số ca bằng		
	1	2	2
8	2250	4500	6400
7	2000	3950	5870

Trong tính toán thiết kế, thường xác định điện năng tiêu thụ trong năm theo công thức:

$$A_{td} = P_u \cdot T_{maxtd} \quad (2.52a)$$

trong đó, P_u – phụ tải tính toán (phụ tải cực đại lâu dài), kW;

T_{maxtd} – thời gian sử dụng công suất tác dụng cực đại trong năm h, nghĩa là thời gian mà hệ tiêu thụ làm việc với phụ tải cực đại không đổi P_{max} tiêu thụ một lượng điện năng đúng bằng lượng điện năng tiêu thụ của phụ tải thực tế làm việc trong thời gian một năm ($t = 8760$ h).

Ngoài khái niệm về thời gian sử dụng công suất tác dụng cực đại T_{maxtd} khi tính

toán tổn thất điện năng trong các phần tử của hệ thống cung cấp điện người ta còn đưa thêm khái niệm về thời gian tổn thất công suất cực đại, nghĩa là, khi truyền tải năng lượng với phụ tải lớn nhất S_{max} , tổn thất điện năng trong các phần tử của hệ thống cung cấp điện sẽ bằng tổn thất điện năng thực trong các phần tử đó khi truyền tải phụ tải thực trong thời gian suốt năm, τ . Thời gian T_{max} và τ của một vài loại hình phụ tải cho trong bảng 2.6.

BẢNG 2.6. THỜI GIAN T_{max} VÀ τ CỦA MỘT VÀI HỘ TIÊU THỤ ĐIỆN

Dạng phụ tải	T_{max} , h	τ , h
Phụ tải sinh hoạt và dịch vụ công cộng đô thị	4600	2700
Phụ tải chiếu sáng các khu chung cư	2890	1540
Phụ tải chiếu sáng các cơ quan, công sở	2660	1270
Các dụng cụ sinh hoạt dân dụng	5740	4500
Phụ tải thủ công nghiệp	5180	3800
Phụ tải cấp thoát nước	8750	8700
Phụ tải chiếu sáng đường phố	2980	2320
Phụ tải luyện kim đen, luyện kim màu	7650	6700
Phụ tải hoá chất	7820	6930
Phụ tải chế tạo máy hạng nặng	7100	5810
Phụ tải chế tạo máy hạng nhẹ	6320	4910
Phụ tải dệt, may	7000	5720
Xí nghiệp chế biến thực phẩm	7560	6530
Nhà máy sản xuất giấy	7900	7120
Phụ tải công nghiệp xây dựng cơ giới hóa	6080	4530

Điện năng phản kháng tiêu thụ hằng năm cũng được xác định theo các công thức tương tự (2.51a và 2.52a).

$$A_{pk} = Q_{tb} \cdot T \quad (2.51b)$$

$$\text{hoặc} \quad A_{pk} = Q_{tt} \cdot T_{maxpk} \quad (2.52b)$$

trong đó, Q_{tb} – công suất phản kháng trung bình, kVar;

Q_{tt} – công suất phản kháng tính toán, kVar;

T_{maxpk} – thời gian sử dụng công suất phản kháng cực đại, h;

A_{pk} – điện năng phản kháng tiêu thụ hằng năm, kVarh.

2.6. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN VÀ PHỤ TẢI ĐỈNH NHỌN

2.6.1. Khái niệm chung

Trong hệ thống cung cấp điện cho các xí nghiệp cũng như đô thị... cần phải xác định phụ tải tính toán tại một số nút (vị trí) đặc trưng (ví dụ nêu trên hình 2.12).

1. Xác định phụ tải tính toán của các thiết bị điện có điện áp tới 1000V (phụ tải 1). Việc xác định phụ tải này cần dùng để chọn tiết diện dây dẫn và cáp nối từ tủ động lực (TDL) hoặc đường dây phân phối điện (ĐDPP) tới từng thiết bị.

2. Xác định phụ tải tính toán của từng nhóm thiết bị có điện áp tới 1000V (phụ tải 2) để lựa chọn tiết diện cho các đường dây hình tia nối từ tủ phân phối hạ áp (TPPHA) tới TDL cấp điện cho từng nhóm thiết bị hoặc lựa chọn tiết diện dây dẫn cho các đường trục chính cung cấp điện theo sơ đồ nối bộ máy biến áp – trục chính.

3. Xác định phụ tải tính toán trên thanh góp hạ áp 0,69 – 0,4/0,23 kV của các trạm biến áp hạ áp, trạm biến áp phân xưởng do các thiết bị riêng lẻ có công suất lớn hoặc các tủ động lực tạo nên (phụ tải 3).

Việc xác định phụ tải này dùng để lựa chọn tiết diện các đường dây ra từ thanh góp của TPPHA của trạm biến áp phân xưởng để cấp điện cho các thiết bị điện nêu trên và lựa chọn các thiết bị đóng cắt nối vào thanh góp của các đường dây ra.

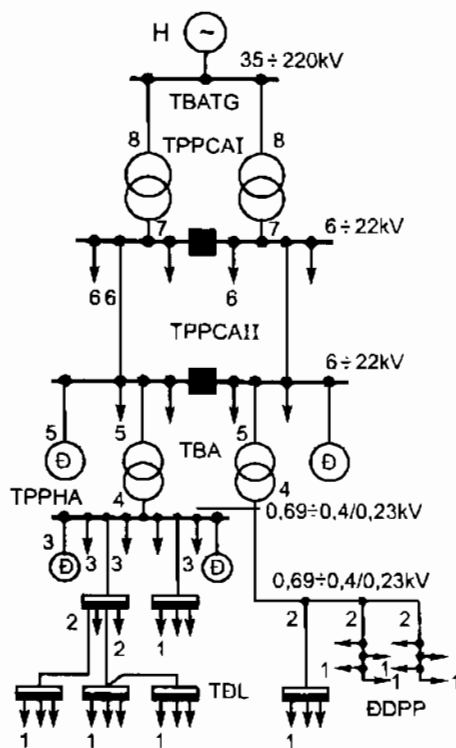
4. Xác định phụ tải tính toán tổng trên thanh góp hạ áp của trạm biến áp (TBA) hoặc phụ tải tính toán tổng của đường trục chính cung cấp điện theo sơ đồ nối bộ máy biến áp – trục chính (phụ tải 4).

Việc xác định phụ tải này cần dùng để lựa chọn số lượng và dung lượng các máy biến áp phân xưởng, các máy biến áp hạ áp, lựa chọn tiết diện và vật liệu làm thanh góp trạm biến áp, tiết diện đường trục và các thiết bị đóng cắt hạ áp.

5. Xác định phụ tải tính toán trên thanh góp 6–22 kV của trạm phân phối (hoặc tủ phân phối) cao áp TPPCA được tạo nên bởi các thiết bị điện cao áp hoặc các trạm biến áp hạ áp phân xưởng có xét tới tổn thất công suất trên các đường dây hạ áp và tổn thất công suất trong các máy biến áp (phụ tải 5). Việc xác định phụ tải này cần thiết để lựa chọn tiết diện dây dẫn của các đường dây đi ra từ TPPCA cấp điện cho các trạm biến áp phân xưởng và các thiết bị điện cao áp cũng như để lựa chọn các thiết bị đóng cắt đặt trên các đường dây này.

6. Xác định phụ tải tính toán tổng trên thanh góp của từng phân đoạn trạm phân phối cao áp TPPCA (phụ tải 6) để lựa chọn tiết diện và vật liệu làm thanh góp 6–22kV của TPPCA, lựa chọn tiết diện các đường dây ra từ mỗi phân đoạn TPPCA và lựa chọn các thiết bị đóng cắt về phía thanh góp của trạm biến áp trung gian (TBATG).

7. Xác định phụ tải tính toán tổng trên thanh góp 6 – 22kV của mỗi phân đoạn TBATG (phụ tải 7) để chọn số lượng, dung lượng các máy biến áp giảm áp trung gian đặt trong TBATG, lựa chọn tiết diện và vật liệu làm thanh góp của TBATG, lựa chọn các thiết bị đóng cắt phía đầu ra 6 – 22kV của TBATG.



Hình 2.12. Sơ đồ các nút đặc trưng để xác định phụ tải tính toán trong hệ thống cung cấp điện

8. Xác định phụ tải tính toán phía điện áp cao 35 – 220kV của các máy biến áp đặt trong TBATG có xét tới tổn thất công suất trong các máy biến áp (phụ tải 8). Việc xác định phụ tải này cần thiết cho việc lựa chọn tiết diện các đường dây cung cấp cho các máy biến áp của TBATG để lựa chọn các thiết bị đóng cắt nối các máy biến áp với các đường dây nguồn cung cấp.

Để xác định phụ tải tính toán có thể sử dụng các phương pháp sau:

1. Theo công suất đặt (định mức) và hệ số nhu cầu;
2. Theo công suất trung bình và độ lệch của phụ tải tính toán khỏi giá trị trung bình (phương pháp thống kê);
3. Theo công suất trung bình và hệ số hình dáng của đồ thị phụ tải;
4. Theo công suất trung bình và hệ số cực đại;
5. Theo suất chi phí điện năng cho một đơn vị sản phẩm;
6. Theo suất phụ tải trên một đơn vị diện tích sản xuất.

Các phương pháp 1, 5, 6 là các phương pháp tính gần đúng dựa theo các kết quả nghiên cứu thực nghiệm.

Các phương pháp 2, 3, 4 là các phương pháp xác định phụ tải tính toán dựa trên cơ sở lý thuyết xác suất thống kê.

Khi tính toán thiết kế, tùy theo điều kiện cụ thể mà lựa chọn phương pháp xác định phụ tải tính toán cho phù hợp cũng như cần phải xét tới sự phát triển và tăng trưởng phụ tải của các xí nghiệp hoặc các đối tượng khác trong khoảng 10 năm gần nhất.

Sự phát triển và tăng trưởng của phụ tải đều đặn theo hằng năm có thể xác định theo công thức đơn giản sau:

$$S_t = S_0 \left(1 + \frac{p}{100} \right)^t \quad (2.53a)$$

Trong đó, S_t – phụ tải tính toán ở giai đoạn năm thứ t ;

S_0 – phụ tải tính toán ở năm đầu tiên;

p – tốc độ tăng trưởng phụ tải tương đối hằng năm, % (bảng 2.7).

BẢNG 2.7

Các giá trị $\left(1 + \frac{p}{100} \right)^t$							
p, %	t						
	5	6	7	8	10	15	20
3,0	1,16	1,20	1,23	1,27	1,34	1,55	1,80
3,5	1,19	1,23	1,27	1,31	1,41	1,68	1,99
4,0	1,22	1,26	1,31	1,36	1,48	1,80	2,19
4,5	1,25	1,30	1,36	1,42	1,55	1,94	2,42
5,0	1,28	1,34	1,40	1,47	1,63	2,80	2,65
6,0	1,34	1,42	1,50	1,59	1,79	2,39	3,20
7,0	1,40	1,50	1,60	1,71	1,97	2,76	3,87
8,0	1,47	1,60	1,71	1,85	2,16	3,17	4,64
10,0	1,61	1,77	1,95	2,14	2,60	4,16	6,71

Hoặc xác định theo quy luật phát triển tuyến tính:

$$S_t = S_0 (1 + \alpha t) \quad (2.53b)$$

$$0 < t < T$$

trong đó, S_t – phụ tải tính toán ở giai đoạn năm thứ t ;
 S_0 – phụ tải tính toán ở thời điểm năm đầu tiên;
 $[0, T]$ – khoảng thời gian để đánh giá sự phát triển của phụ tải.
 α – hệ số phát triển của phụ tải ($\alpha = 0,03 - 0,1$)

với nhà máy dệt $\alpha = 0,375$; nhà máy hoá chất, luyện kim $\alpha = 0,0689$; nhà máy cơ khí chế tạo $\alpha = 0,064$...

2.6.2. Xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt và hệ số nhu cầu

Phụ tải tính toán của nhóm thiết bị có cùng chế độ làm việc được xác định theo biểu thức sau:

$$P_{tt} = K_{nctd} P_d = K_{nctd} P_{dm} \quad (2.54a)$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \operatorname{tg} \varphi; \quad (2.54b)$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \frac{P_{tt}}{\cos \varphi} \quad (2.54c)$$

trong đó, P_d, P_{dm} – tổng công suất đặt, công suất định mức của cả nhóm thiết bị.

K_{nctd} – hệ số nhu cầu về phụ tải tác dụng của nhóm thiết bị, cho trong bảng 2.18 và trong sổ tay kỹ thuật; $\operatorname{tg} \varphi, \cos \varphi$ tương ứng với nhóm thiết bị.

Phụ tải tính toán của một nút hệ thống cung cấp điện (phân xưởng, xí nghiệp...) được xác định theo:

$$S_{tt} = K_d \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n P_{ti} \right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n Q_{ti} \right)^2} \quad (2.55)$$

trong đó, $\sum_{i=1}^n P_{ti}$ – tổng phụ tải tác dụng tính toán của các nhóm thiết bị;

$\sum_{i=1}^n Q_{ti}$ – tổng phụ tải phản kháng tính toán của các nhóm thiết bị;

n – số nhóm thiết bị

K_d – hệ số làm việc đồng thời của các nhóm thiết bị được lấy trong khoảng 0,85 – 1,0 tùy thuộc vào vị trí của nút trong hệ thống cung cấp điện.

Vi dụ 2.2: Xác định phụ tải tính toán của nhóm thiết bị có chế độ làm việc khác nhau của phân xưởng cơ khí. Cho trước công suất đặt của từng nhóm thiết bị có chế độ làm việc như nhau. Các giá trị K_{nctd} và $\cos \varphi$ tra theo sổ tay kỹ thuật. Việc tính toán được tiến hành theo các biểu thức 2.52a,b,c và 2.55. Tất cả các số liệu ban đầu và kết quả tính toán cho trong bảng 2.8.

Phụ tải tính toán (tác dụng và phản kháng) của nhóm thiết bị đã cho được xác định bằng tổng phụ tải tính toán (tác dụng và phản kháng) của từng nhóm thiết bị riêng lẻ tham gia trong nhóm:

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n P_{tti} = 225,7 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = \sum_{i=1}^n Q_{tqi} = 232,2 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = 324,2 \text{ kVA}$$

Giá trị trung bình bình quân (trung bình trọng) của K_{nctd} của toàn nhóm được xác định theo hệ thức:

$$K_{nctd} = \frac{P_{tt}}{P_{dm}} = \frac{225,7}{376,9} = 0,6$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{Q_{tt}}{P_{tt}} = \frac{232,2}{225,7} = 1,03$$

$$\cos\varphi = 0,697 \text{ tương ứng với } \operatorname{tg}\varphi = 1,03$$

BẢNG 2.8. SỐ LIỆU BAN ĐẦU VÀ KẾT QUẢ TÍNH TOÁN THEO VÍ DỤ 2.2

Tên nhóm thiết bị	Số thiết bị trong nhóm, n	Tổng công suất đặt P_{dm} , kW	K_{nctd}	$\frac{\cos\varphi}{\operatorname{tg}\varphi}$	Phụ tải tính toán		
					$P_{tt} = K_{nctd} P_{dm}$, kW	$Q_{tt} = P_{tt} \operatorname{tg}\varphi$, kVAr	$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2}$, kVA
Thiết bị vận chuyển	16	191,4	0,8	$\frac{0,75}{0,882}$	153,1	135	
Máy phối liệu	2	9	0,35	$\frac{0,5}{1,732}$	3,2	5,5	
Máy cấp liệu	23	158,5	0,6	$\frac{0,75}{0,882}$	95	83,8	
Quạt gió, máy bơm	8	18	0,8	$\frac{0,85}{0,62}$	14,4	8,9	
Tổng cộng	49	376,9	0,6	$\frac{0,697}{1,03}$	225,7	232,2	324,2

Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt và hệ số nhu cầu có những ưu, nhược điểm sau:

– Giá trị hệ số nhu cầu được tra theo sổ tay kỹ thuật đối với các nhóm thiết bị có chế độ làm việc như nhau là một giá trị không đổi, do đó $P_{tt} = \text{const}$. P_{dm} . Trong thực tế giá trị K_{nctd} phụ thuộc vào số thiết bị thực tế trong nhóm, vì $K_{nctd} = K_{adtd} \cdot K_{maxtd}$ mà giá trị K_{maxtd} lại là hàm của K_{adtd} và n_{hq} . Vì vậy, K_{nctd} nói chung là một đại lượng thay đổi và

chỉ khi số thiết bị tương đối lớn, khi đó $K_{\max td} \rightarrow 1$, $K_{\text{netd}} \rightarrow K_{\text{sdtd}}$, nghĩa là $K_{\text{netd}} \rightarrow \text{const}$ mới có thể hy vọng các kết quả xác định phụ tải tính toán đúng nhiều hay ít.

– Hệ số nhu cầu cho trong các sổ tay kỹ thuật có xét tới phụ tải cực đại nửa giờ có thể có nên dẫn tới việc xác định phụ tải tính toán tương đối đúng và chỉ phù hợp cho việc lựa chọn tiết diện dây dẫn và cáp dưới 25mm^2 ($T \leq 30$ phút) khi số thiết bị tham gia trong nhóm nhiều. Trong thực tế, hệ số nhu cầu còn phụ thuộc vào khoảng thời gian lấy trung bình của phụ tải ($T = 30T_0$), nếu $T_0 > 10$ phút dẫn tới $T > 30$ phút, lúc này hệ số nhu cầu sẽ nhỏ hơn hệ số nhu cầu ứng với $T = 30$ phút cho trong các sổ tay kỹ thuật. Việc xác định phụ tải tính toán theo hệ số nhu cầu cho trong các sổ tay kỹ thuật sẽ làm tăng giá trị của phụ tải tính toán nên được dùng để lựa chọn dây dẫn và cáp có tiết diện lớn và trung bình.

– Sự thay đổi chế độ làm việc theo quá trình công nghệ của từng cơ cấu hoặc từng thiết bị không thể được phản ánh một cách dễ dàng bằng việc thay đổi giá trị của hệ số nhu cầu, bởi vậy, trong thực tế, giá trị hệ số nhu cầu không chỉ xét tới chế độ làm việc (hệ số sử dụng) mà còn phải xét cả số lượng các thiết bị tham gia trong nhóm.

– Giá trị hệ số đồng thời (K_{dt}) trong công thức (2.55) được lấy tự do trong khoảng 0,85 – 1 tùy thuộc vào người tính toán thiết kế nên khi số bậc (nút) trong sơ đồ HTCCĐ nhiều có thể làm cho hệ số đồng thời chung giảm dẫn tới phụ tải tính toán ở một nút nào đó sẽ nhỏ hơn phụ tải trung bình ở nút đó.

– Các số liệu tính toán nhận được theo các công thức (2.54) và (2.55) khi so sánh đối chiếu được với các số liệu thực nghiệm, vì rằng phương pháp hệ số nhu cầu không cho phép các giá trị công suất trung bình tính toán. Giá trị công suất trung bình có thể đối chiếu được một cách dễ dàng theo các số liệu thực nghiệm lấy theo các chỉ số đo của các đồng hồ đo đếm điện năng.

Nói tóm lại, phương pháp xác định phụ tải tính toán theo hệ số nhu cầu và công suất đặt dễ sử dụng và được dùng rộng rãi, song mức độ chính xác không cao và chỉ phù hợp cho việc tính toán quy hoạch và thiết kế sơ bộ.

2.6.3. Xác định phụ tải tính toán theo suất phụ tải trên một đơn vị diện tích sản xuất

Việc xác định phụ tải tính toán theo suất phụ tải trên một đơn vị diện tích sản xuất được thực hiện theo công thức.

$$P_u = p_0 F \quad (2.56)$$

trong đó, F – diện tích bố trí thiết bị, m^2 ;

p_0 – suất phụ tải tính toán trên 1m^2 diện tích sản xuất (hoặc S_0), kW/m^2 (VA/m^2).

Suất phụ tải tính toán phụ thuộc vào loại hình sản xuất và được lấy theo số liệu thống kê. Ngoài ra, giá trị của chúng thay đổi đáng kể theo diện tích sản xuất nên giá trị p_0 cần phải lấy theo giá trị trung bình theo sự phân bố của các nhóm thiết bị trên diện tích sản xuất.

Phương pháp này được sử dụng rộng rãi trong tính toán quy hoạch và thiết kế sơ bộ và là phương pháp tính gần đúng, thường dùng để xác định phụ tải tính toán chiếu sáng cho các tòa nhà, các nhà xưởng và xác định phụ tải tính toán cho các phân xưởng sản xuất có phụ tải phân bố tương đối đồng đều (các phân xưởng may mặc, các phân xưởng dệt...).

Suất phụ tải của một số loại hình sản xuất cho trong bảng 2.9 và bảng 2.19.

BẢNG 2.9. SUẤT PHỤ TẢI CỦA MỘT SỐ LOẠI HÌNH SẢN XUẤT

Loại hình sản xuất	Suất phụ tải VA/m ²
Phân xưởng hàn và nhiệt luyện	300 – 600
Phân xưởng cơ khí và lắp ráp	200 – 300
Phân xưởng dập, phay và tiện	150 – 300
Phân xưởng đồ gá và dụng cụ	50 – 100
Phân xưởng ép nhựa (chất dẻo)	100 – 200
Phân xưởng dập ép kim loại	277
Phân xưởng mộc mẫu	48
Phân xưởng đúc	250 – 300
Nhà máy thủy tinh và nhà máy đường	205
Phân xưởng lắp ráp	80–100

2.6.4. Xác định phụ tải tính toán theo suất chi phí điện năng trên một đơn vị sản phẩm

Đối với các thiết bị tiêu thụ điện năng có đồ thị phụ tải phản kháng không thay đổi hoặc ít thay đổi, phụ tải tính toán được lấy bằng phụ tải trung bình trong ca mang tải cực đại. Các thiết bị thuộc nhóm phụ tải bao gồm các loại quạt, quạt gió, máy bơm, các thiết bị biến đổi, các thiết bị điện phân, các lò điện trở, phần lớn các thiết bị trong lĩnh vực công nghiệp giấy, công nghiệp hoá chất, các thiết bị vận chuyển theo dây truyền... Hệ số đóng của các thiết bị này bằng 1, hệ số mang tải thay đổi ít.

Phụ tải tính toán của nhóm các thiết bị này được xác định theo:

$$P_u = P_{tb} = \frac{a_0 M}{t} \quad (2.57)$$

trong đó, a_0 – suất chi phí điện năng trên một đơn vị sản phẩm, kWh/đvsp;

M – số sản phẩm sản xuất ra trong 1 ca hoặc trong 1 năm, đvsp;

T – thời gian làm việc trong 1 ca hoặc trong 1 năm để làm ra số sản phẩm M , h.

Suất chi phí điện năng theo các loại hình sản phẩm được cho trong các sổ tay kỹ thuật.

Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo suất chi phí điện năng trên một đơn vị sản phẩm là phương pháp tính gần đúng vì phụ tải tính toán được lấy bằng phụ tải trung bình, nghĩa là lấy theo giá trị cận dưới của phụ tải tính toán.

Phương pháp này thường dùng cho các nhóm thiết bị có đồ thị phụ tải bằng phẳng hoặc thay đổi ít và dùng trong tính toán quy hoạch, thiết kế sơ bộ.

2.6.5. Xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình và hệ số hình dáng

Phụ tải tính toán của nhóm thiết bị theo công suất trung bình và hệ số hình dáng được xác định theo biểu thức:

$$P_{tt} = K_{hđtd} P_{tb} \quad (2.58a)$$

$$Q_{tt} = K_{hđpk} Q_{tb} \text{ hoặc } Q_{tt} = P_{tt} \tan \varphi \quad (2.58b)$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} \quad (2.58c)$$

trong đó, $K_{hđtd}$, $K_{hđpk}$ – hệ số hình dáng của đồ thị phụ tải tác dụng và đồ thị phụ tải phản kháng của nhóm thiết bị;

P_{tb} , Q_{tb} – công suất tác dụng và công suất phản kháng trung bình được xác định theo đồ thị phụ tải hoặc chỉ số của các đồng hồ đo điện năng tác dụng và phản kháng trong khoảng thời gian khảo sát;

$\tan \varphi$ được xác định theo Q_{tb} và P_{tb} .

Ở đây, về thực chất, phụ tải tính toán được lấy bằng phụ tải quân phương, nghĩa là: $P_{tt} = P_{qp}$; $Q_{tt} = Q_{qp}$. Phụ tải tính toán được xác định theo phương pháp này dùng để tính toán lựa chọn tiết diện dây dẫn và cáp cũng như lựa chọn các thiết bị đóng cắt theo dòng điện phát nóng và tính tổn thất công suất, tổn thất điện năng trong các phần tử của hệ thống cung cấp điện là phù hợp nhất. Song việc tính toán gặp khó khăn do việc phải xét tới đồ thị phụ tải (các đỉnh lồi, lõm trên đồ thị phụ tải).

2.6.6. Xác định phụ tải tính toán theo phương pháp thống kê

Phụ tải tính toán xác định theo phương pháp thống kê nghĩa là xác định theo công suất trung bình và độ lệch khỏi giá trị trung bình được thực hiện theo công thức:

$$P_{tt} = P_{tb} + \beta \sigma \quad (2.59)$$

trong đó, P_{tb} – công suất trung bình, giá trị của công suất này được lấy theo các số liệu thực nghiệm và được gia công bằng phương pháp thống kê toán học:

$$P_{tb} = \frac{\sum_{i=1}^m P_i}{m}$$

với

P_i – giá trị của phụ tải cực đại lần đo thứ i , m – số lần đo;

σ – độ lệch khỏi giá trị trung bình (độ lệch quân phương):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (P_i - P_{tb})^2}{m - 1}}$$

β – mức tán xạ của độ lệch xác định theo hàm phân bố chuẩn.

Khi lựa chọn các thông số của các phần tử có dòng điện chạy qua không xét tới hao mòn cách điện do nhiệt có thể lấy $\beta = 2,5$.

Đối với phụ tải sinh hoạt công cộng đô thị có thể lấy $\beta = 2$.

Những ưu điểm cơ bản của phương pháp thống kê để xác định phụ tải tính toán cho thấy phương pháp xác suất thống kê có khả năng giải quyết các vấn đề từ đơn giản đến phức tạp của việc tính toán phụ tải điện. Đặc điểm của phương pháp thống kê là sử dụng luật phân bố chuẩn:

– Phương pháp thống kê cho phép đánh giá quá trình ngẫu nhiên thông qua việc mô tả phụ tải bằng hai thông số không phải là ngẫu nhiên mà là ổn định: phụ tải trung bình P_{tb} và độ lệch quân phương σ .

– Phương pháp thống kê không chỉ xác định giá trị phụ tải tính toán mà còn xác định cả xác suất xuất hiện của nó. Giá trị cực đại và xác suất xuất hiện của nó (P_{tb} và σ) được xác định tương ứng với các giá trị β .

– Khi cho các giá trị β khác nhau ta sẽ nhận được toàn bộ dãy các giá trị có thể có của phụ tải và tần suất xuất hiện của chúng giúp đánh giá được độ dài thời gian tổng của mỗi phụ tải bằng cách nhân các tần suất này với thời gian làm việc của các thiết bị (các hộ tiêu thụ).

– Phương pháp thống kê cho phép đánh giá được khả năng mang tải của các phần tử lưới điện.

2.6.7. Xác định phụ tải tính toán theo hệ số cực đại và công suất trung bình

Phụ tải tính toán xác định theo hệ số cực đại và công suất trung bình được thực hiện theo biểu thức sau:

$$P_{tt} = K_{maxtd} P_{tb} \quad (2.60a)$$

$$Q_{tt} = K_{maxtd} \cdot Q_{tb} = P_{tt} \operatorname{tg}\varphi \quad (2.60b)$$

trong đó, $\operatorname{tg}\varphi = Q_{tb}/P_{tb}; P_{tb} = K_{sdt} P_{dm} = \sum_{i=1}^n k_{sdti} P_{dmi}$

Bản chất của phương pháp là dựa theo các giả thiết cơ bản sau:

1. Phụ tải tính toán được hiểu là phụ tải trung bình cực đại tồn tại trong khoảng thời gian $T = 3 T_0 = 30$ phút (với $T_0 = 10$ phút), nghĩa là, phụ tải tính toán là phụ tải cực đại nửa giờ trong ca mang tải cực đại (xác định theo đồ thị phụ tải).

– Hệ số k_{maxtd} là hàm của số thiết bị điện hiệu quả và hệ số sử dụng $k_{maxtd} = f(n_{hq}, k_{sdt})$.

– Số thiết bị điện có hiệu quả n_{hq} là số thiết bị điện đẳng trị với số thiết bị điện thực tế n về mặt tiêu thụ năng lượng điện (theo phát nóng).

Việc xác định phụ tải tính toán theo các công thức (2.60) chỉ có thể thực hiện được khi số thiết bị điện có hiệu quả của nhóm bằng và lớn hơn 4, vì rằng công thức tính toán đối với k_{maxtd} dựa trên cơ sở khát khe $n_{hq} \geq 5$ (phụ tải nhóm khi $n \rightarrow \infty$ tuân theo luật phân bố chuẩn trên thực tế điều này chỉ được khẳng định khi số thiết bị chính xác lớn hơn 5), còn đường cong $k_{maxtd} = f(n_{hq}, k_{sd})$ chỉ ngoại suy được tới $n_{hq} = 4$ (hình 2.9).

– Khi số thiết bị điện có hiệu quả không lớn lắm ($n_{hq} < 4$), phụ tải tính toán được xác định theo các phương pháp đơn giản:

+ Khi $n \leq 3$

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad (2.61a)$$

$$Q_u = \sum_{i=1}^n q_{dmi} = \sum_{i=1}^n P_{dmi} \operatorname{tg} \varphi_{dmi} \quad (2.61b)$$

trong đó, n – số thiết bị điện thực tế trong nhóm (tối 3);

$\operatorname{tg} \varphi_{dmi}$ tương ứng với $\cos \varphi_{dmi}$ của thiết bị thứ i .

Khi không biết $\cos \varphi_{dm}$ có thể lấy $\cos \varphi_{dm} = 0,8$ đối với các động cơ làm việc ở chế độ dài hạn và $\cos \varphi_{dm} = 0,75$ đối với các động cơ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại.

Đối với các thiết bị có chế độ làm việc ngắn hạn (có thời gian tổng của chu trình làm việc tới 10 phút), và các thiết bị làm việc ngắn hạn lặp lại (có thời gian tổng của chu trình làm việc không quá 4 phút) và $n \leq 3$ phụ tải tính toán của từng thiết bị tính theo:

$$s_u = \frac{s_{u'} \sqrt{\varepsilon}}{0,875} = \frac{s_{dm}}{0,875} \quad (2.62)$$

+ Khi $n > 3$ và $n_{hq} < 4$ phụ tải tính toán của nhóm thiết bị được xác định theo:

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n P_{dmi} k_{tti} \quad (2.63a)$$

$$Q_u = \sum_{i=1}^n q_{dmi} k_{tpki} = \sum_{i=1}^n P_{dmi} \operatorname{tg} \varphi_{dmi} k_{tti} \quad (2.63b)$$

trong đó, n – số thiết bị thực tế trong nhóm ($n > 3$);

k_{tti} , k_{tpki} – hệ số mang tải tác dụng và phản kháng của thiết bị thứ i .

Khi không có số liệu về k_{tti} và $\cos \varphi_{dm}$ có thể lấy theo:

$k_{tti} = 0,9$ và $\cos \varphi_{dm} = 0,8$ đối với các thiết bị làm việc ở chế độ dài hạn;

$k_{tti} = 0,75$ và $\cos \varphi_{dm} = 0,75$ đối với các thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại.

– Đối với các thiết bị có đồ thị phụ tải bằng phẳng hoặc ít thay đổi hệ số cực đại có thể lấy bằng đơn vị ($K_{max} = 1$), do đó phụ tải tính toán bằng phụ tải trung bình trong ca mang tải cực đại:

$$P_{tt} = P_{tb} \text{ và } Q_{tt} = Q_{tb} \quad (2.64)$$

– Đối với các thiết bị điện một pha mắc vào điện áp pha hoặc điện áp dây, để xác định phụ tải tính toán của nhóm thiết bị này cần phải tiến hành tính toán quy đổi về thiết bị ba pha đối xứng theo các công thức (2.43a, b, c), (2.44) và (2.45).

2.6.8. Xác định phụ tải tính toán cho phân xưởng và toàn xí nghiệp (các nút phụ tải)

1. Phụ tải tính toán của các phân xưởng được xác định theo:

$$P_{t\text{tpx}} = k_{dt} \sum_{i=1}^n P_{t\text{tnhi}} + P_{t\text{tcspx}} \quad (2.65a)$$

$$Q_{t\text{tpx}} = K_{dt} \sum_{i=1}^n Q_{t\text{tnhi}} + Q_{t\text{tcspx}} \quad (2.65b)$$

$$S_{t\text{tpx}} = \sqrt{P_{t\text{tpx}}^2 + Q_{t\text{tpx}}^2} \quad (2.65c)$$

trong đó, $P_{t\text{tnhi}}$ – phụ tải tác dụng tính toán động lực của nhóm thiết bị thứ i ;

$Q_{t\text{tnhi}}$ – phụ tải phản kháng tính toán động lực của nhóm thiết bị thứ i ;

k_{dt} – hệ số xét tới sự làm việc đồng thời giữa các nhóm thiết bị trong phân xưởng.

$P_{t\text{tcspx}}, Q_{t\text{tcspx}}$ – công suất tác dụng và công suất phản kháng dùng cho chiếu sáng phân xưởng.

Trong các phân xưởng làm việc với chuyển động quay chỉ cho phép dùng đèn sợi đốt, $\cos \varphi = 1$

n – số nhóm thiết bị có trong phân xưởng.

Phụ tải tính toán động lực của nhóm thiết bị được dùng để lựa chọn tủ động lực cung cấp điện cho từng thiết bị và tiết diện dây dẫn hoặc cáp cấp điện cho tủ động lực.

Phụ tải tính toán của phân xưởng được dùng để lựa chọn tủ phân phối hoặc số lượng, dung lượng máy biến áp cấp điện cho các tủ động lực đặt trong phân xưởng và tiết diện dây dẫn hoặc cáp cấp điện cho phân xưởng.

2. Phụ tải tính toán của toàn xí nghiệp được xác định theo:

$$P_{t\text{txn}} = K_{dt} \sum_{i=1}^n P_{t\text{tpxi}} + P_{t\text{tcsxn}} \quad (2.66a)$$

$$Q_{t\text{txn}} = K_{dt} \sum_{i=1}^n Q_{t\text{tpxi}} + Q_{t\text{tcsxn}} \quad (2.66b)$$

$$S_{t\text{txn}} = \sqrt{P_{t\text{txn}}^2 + Q_{t\text{txn}}^2} \quad (2.66c)$$

Trong đó, k_{dt} – hệ số xét tới sự làm việc đồng thời giữa các phân xưởng;

$P_{t\text{tpxi}}, Q_{t\text{tpxi}}$ – phụ tải tính toán của phân xưởng thứ i ;

$P_{t\text{tcsxn}}, Q_{t\text{tcsxn}}$ – phụ tải tính toán chiếu sáng bên ngoài các phân xưởng (bao gồm chiếu sáng đường đi, bãi trống, chiếu sáng bảo vệ... trong xí nghiệp).

Phụ tải tính toán toàn xí nghiệp được dùng để lựa chọn số lượng dung lượng máy biến áp của trạm biến áp trung gian (TBATG) hoặc trạm phân phối trung gian (TPPTG) cung cấp điện cho các phân xưởng và lựa chọn tiết diện dây dẫn hoặc cáp cấp điện chung cho toàn xí nghiệp (đường dây đầu vào TBATG hoặc TPPTG).

Ví dụ 2.3. Xác định phụ tải tính toán đối với nút phụ tải của hệ thống cung cấp điện cho phân xưởng cơ khí và các nhóm thiết bị điện riêng lẻ nối với nút.

Tất cả các số liệu ban đầu và kết quả tính toán cho trong bảng 2.10.

BẢNG 2.10. SỐ LIỆU BAN ĐẦU VÀ KẾT QUẢ TÍNH TOÁN THEO VÍ DỤ 2.3

Stt	Tên các nút và nhóm thiết bị	Số thiết bị	Công suất đặt quy về $\varepsilon\% = 100\%$ kW		$m = \frac{P_{dmax}}{P_{dmin}}$	K_{adtd}	$\frac{\cos \varphi}{\tan \varphi}$	Phụ tải trung bình		n_{hq}	K_{maxtd}	Phụ tải tính toán		
			Một thiết bị P_{dm}	Tổng P_{Σ}				P_{tb} , kW	Q_{tb} , kVar			P_{tn} , kW	Q_{tn} , kVar	S_{tn} , kVA
1	Máy phối liệu	2	4,5	9	–	0,25	$\frac{0,5}{1,732}$	3,6	6,2	–	–	9	15,6	18
2	Máy cấp liệu	23	7–4,5	158,5	1,5	0,45	$\frac{0,75}{0,882}$	71,5	63	23	1,2	85,7	75,6	114,5
	Tổng	25	7–4,5	167,5	1,5	0,45	–	75,1	69,2	25	1,2	90	83	122,5
3	Băng tải	16	40–2,8	191,4	–	0,6	$\frac{0,75}{0,882}$	115	101	–	–	115	101	153
4	Quạt gió, máy bơm	8	3,8–1	18	–	0,7	$\frac{0,85}{0,62}$	12,6	7,8	–	–	12,6	7,8	14,5
	Tổng theo nút	49	40–1	376,9	–	–	–	202,7	178	–	–	217,6	191,8	286

2.6.9. Xác định phụ tải đỉnh nhọn

Phụ tải đỉnh nhọn là phụ tải cực đại xuất hiện trong thời gian kéo dài từ 1 – 2 giây. Dòng điện đỉnh nhọn xuất hiện khi động cơ điện khởi động và được xác định theo:

– Đối với 1 động cơ:

$$i_{dnh} = i_{kdD} = k_{kd} i_{dmD} \quad (2.67)$$

– Đối với nhóm động cơ:

$$I_{dnh} = i_{kdDmax} + (I_{tt} - k_{adtd} i_{dmDmax}) \quad (2.68a)$$

hoặc
$$I_{dnh} = i_{kdDmax} + \sum_{i=1}^{n-1} i_{dmDi} \cdot k_i \quad (2.68b)$$

trong đó, i_{dnh} , I_{dnh} – dòng điện đỉnh nhọn của 1 động cơ và nhóm động cơ;

i_{kdD} – dòng điện khởi động của động cơ;

k_{kd} – bội số khởi động hoặc mở máy của động cơ, đối với động cơ không đồng bộ $k_{kd} = 5 - 7$;

i_{dmD} – dòng điện định mức của động cơ;

i_{kdDmax} , i_{dmDmax} – dòng điện khởi động và dòng điện định mức của động cơ có công suất lớn nhất tham gia trong nhóm;

k_{adtd} – hệ số sử dụng công suất của động cơ;

k_d – hệ số mang tải của động cơ;

n – số động cơ tham gia trong nhóm;

I_{tt} – dòng điện tính toán của nhóm động cơ.

Phụ tải đỉnh nhọn của các nhóm phụ tải của các lò điện trở, đèn chiếu sáng trùng với phụ tải tính toán $I_{\text{đnh}} = I_{\text{tt}}$ vì dòng điện xung khi đóng xuất hiện trong thời gian rất ngắn, không tạo nên độ lệch điện áp không cho phép trong lưới.

Dòng điện đỉnh nhọn lớn nhất đối với các động cơ là dòng điện khởi động của động cơ, đối với các máy biến áp lò, máy biến áp hàn lấy theo số liệu đã cho của nhà máy. Trong các trường hợp không có số liệu có thể lấy $k = 5$ đối với động cơ điện đồng bộ và động cơ điện không đồng bộ rô to lồng sóc, $k_{\text{kd}} = 2,5$ đối với động cơ điện một chiều và động cơ không đồng bộ rô to dây cuốn, $k_{\text{kd}} = 3$ đối với các máy biến áp lò và máy biến áp hàn.

Dòng đỉnh nhọn của nhóm động cơ khởi động đồng thời bằng tổng dòng điện khởi động của tất cả các động cơ.

Phụ tải đỉnh nhọn được dùng làm căn cứ để lựa chọn dây chảy của cầu chì và các rơ le bảo vệ dòng điện và được dùng để tính toán dao động và độ sụt điện áp trong lưới khi đóng cắt thiết bị.

Ví dụ 2.4. Xác định dòng điện đỉnh nhọn của đường dây cung cấp cho nhóm động cơ của cần cầu 10 tấn có các số liệu cho trong bảng 2.11.

BẢNG 2.11. SỐ LIỆU CÁC ĐỘNG CƠ TRONG VÍ DỤ 2.4

Động cơ điện	P_{II}, kW	$\varepsilon\%$	$\cos \varphi$	$i_{\text{đm}}, \text{A}$	k_{kd}
Động cơ nâng tải	12,0	15	0,76	27,5	5,5
Động cơ chuyển dịch xe con	4,0	15	0,72	—	—
Động cơ chuyển dịch cầu	8,0	15	0,75	—	—

Điện áp lưới 380V; hệ số sử dụng $k_{\text{sửd}} = 0,1$.

Xác định dòng điện tính toán của nhóm động cơ:

$$P_{\text{tt}} = \sum_{i=1}^3 p_{\text{tt}} \sqrt{\varepsilon} = (12 + 4 + 8) \sqrt{0,15} = 9,3 \text{ kW};$$

$$Q_{\text{tt}} = \sum_{i=1}^3 p_{\text{tt}} \sqrt{\varepsilon} \tan \varphi = (12 \cdot 0,85 + 4 \cdot 1,0 + 8 \cdot 0,88) \sqrt{0,15} = 8,2 \text{ kVar};$$

$$S_{\text{tt}} = \sqrt{9,3^2 + 8,2^2} = 12,4 \text{ kVA};$$

$$I_{\text{tt}} = \frac{12,4}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 18,8 \text{ A}.$$

Dòng điện khởi động của động cơ lớn nhất:

$$i_{\text{kdDmax}} = i_{\text{đmDmax}} \cdot k_{\text{kd}} = 27,5 \cdot 5,5 = 151 \text{ A}.$$

Dòng điện định mức của động cơ lớn nhất quy đổi về $\varepsilon\% = 100\%$

$$i_{\text{đmDmax}} = i_{\text{đm}} \sqrt{\varepsilon} = 27,5 \cdot \sqrt{0,15} = 10,6 \text{ A}.$$

Dòng điện đỉnh nhọn của nhóm động cơ:

$$I_{\text{đn}} = i_{\text{kdDmax}} + (I_{\text{tt}} - k_{\text{sửd}} i_{\text{đmDmax}}) = 151 + (18,8 - 0,1 \cdot 10,6) = 168,8 \text{ A}$$

2.6.10. Xác định phụ tải tính toán cho các phụ tải đô thị, nông thôn và sinh hoạt dân dụng

Để xác định phụ tải tính toán cho các phụ tải đô thị, nông thôn và sinh hoạt dân dụng ta có thể áp dụng các công thức tính toán đơn giản sau:

$$P_{tt} = p_0 \cdot D \quad (2.69)$$

$$P_u = \frac{a_0 D}{T} \quad (2.70)$$

$$P_u = \frac{A_{td}}{T} \quad (2.71)$$

trong đó, D – số đối tượng, số đối tượng ở đây được hiểu một cách linh hoạt là: số diện tích (m^2), số người, số học sinh, số giường bệnh, số phòng khách, số căn hộ, số chỗ ngồi, số phòng học...;

p_0 – Suất công suất trên một đơn vị đối tượng, W , $kW/1đvĐ$;

a_0 – Suất điện năng trên 1 đơn vị đối tượng, $kWh/1đvĐ$;

T – Thời gian sử dụng điện trong năm, nếu không có số liệu, cho phép lấy $T = T_{max}$ theo từng loại hình phụ tải (bảng 2.6).

Nếu lấy thời gian T thì $P_{tt} = P_{tb}$, nghĩa là lấy giá trị cận dưới của P_{tt} ; còn lấy $T = T_{max}$ thì $P_{tt} = P_{max30'}$ (phụ tải cực đại nửa giờ).

A_{td} – điện năng tác dụng tiêu thụ hằng năm, lấy theo số chỉ của đồng hồ đo điện năng tác dụng trong năm.

p_0 , a_0 , T , T_{max} cho trong các bảng 2.12 đến bảng 2.19

BẢNG 2.12. SUẤT PHỤ TẢI TỔNG HỢP CHO CÁC NHÀ Ở VÀ CHUNG CƯ

Loại nhà ở	Dùng bếp gas		Dùng bếp điện	
	W/người	W/m ²	W/người	W/m ²
Thấp tầng	113	12,6	214	23,8
Cao tầng	141	15,7	242	26,9

BẢNG 2.13. SUẤT PHỤ TẢI TỔNG HỢP CHO CÁC NHÀ CÔNG SỞ VÀ XÍ NGHIỆP

Đối tượng	Tỷ lệ dùng máy điều hòa và bếp điện					
	0%		50%		100%	
	W/người	W/m ²	W/người	W/m ²	W/người	W/m ²
Thị xã, thị trấn	28	3,1	36	4,0	44	4,9
Thành phố	57	6,3	66	7,3	75	8,3

**BẢNG 2.14. SUẤT PHỤ TẢI CỦA CÁC CĂN HỘ,
DỊCH VỤ CÔNG CỘNG VÀ SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP**

Dạng phụ tải	Đơn vị	Suất phụ tải p_0	Hệ số công suất $\cos \varphi$
Hộ gia đình:			
– Nông thôn đồng bằng	kW/hộ	0,58–1	0,85–0,9
– Thị trấn, thị xã	"	0,8–1,2	0,85–0,9
– Thành phố, chung cư	"	1,2–2,1	0,85–0,9
Cửa hàng ăn uống, nhà hàng	kW/chỗ ngồi	0,7–0,9	0,95–0,97
Cửa hàng thực phẩm có máy lạnh	kW/chỗ bán	2	0,75
Siêu thị, cửa hàng bách hoá không và có máy điều hòa	kW/chỗ bán	1,2–1,5	0,9
Bệnh viện:			
– Cấp huyện	kW/giường bệnh	0,2 ÷ 0,3	0,85
– Cấp tỉnh	"	0,3–0,5	0,85
– Cấp trung ương	"	0,5–0,8	0,85
Phòng khám bệnh đa khoa	kW/chỗ khám	0,07	0,85
Trạm xá, nhà hộ sinh	kW/m ²	0,013	0,85
Nhà nghỉ, nhà điều dưỡng, khách sạn	kW/giường	0,3 – 0,6	0,85
Chiếu sáng và thông gió cho các nhà, phòng:			
– Nhà ở	W/m ²	5	0,85
– Văn phòng	"	16	0,85
– Ủy ban xã, phường	"	18	0,85
– Cửa hàng	"	21	0,85
– Nhà ăn	"	21	0,85
– Nhà trẻ, mẫu giáo	"	24	0,85
– Trường học	"	15–30	0,85
– Câu lạc bộ	"	27	0,85
– Bệnh viện	"	21	0,85
– Nhà nghỉ, phòng trà	"	16	0,85
– Thư viện	"	17	0,85
– Nhà khách, phục vụ, sinh hoạt	"	27	0,85
Phụ tải nông nghiệp			
– Tưới, chống hạn (tùy theo vùng)	kW/ha	0,08–0,20	0,7–0,8
– Tiêu, chống úng	"	0,35	0,7–0,8

**BẢNG 2.15. SUẤT CHI PHÍ ĐIỆN NĂNG CHO PHỤ TẢI SINH HOẠT CÔNG CỘNG ĐÔ THỊ
(CHUNG CỤ)**

Khu vực ở		Khu vực công cộng	
Dạng tiêu thụ	Suất chi phí điện năng a_0 , kWh/ người	Dạng tiêu thụ	Suất chi phí điện năng a_0 , kWh/ người
Chiếu sáng căn hộ	103	Chiếu sáng nhà	89
Dụng cụ sinh hoạt	139	Chiếu sáng đường phố	26
Chế biến thức ăn	75	Phụ tải động cơ nhỏ	112
Điều hòa không khí	10	Cấp thoát nước	116
Sưởi ấm	14	Chế biến thức ăn	58
Đun nước nóng	19	Điều hòa không khí	5
Cộng	360	Sưởi	5
		Đun nước nóng	3
		Dịch vụ khác	46
		Cộng	460
	Tổng cộng		820

BẢNG 2.16. SUẤT CHI PHÍ ĐIỆN NĂNG THEO QUY MÔ DÂN SỐ CỦA CÁC THÀNH PHỐ

Quy mô dân số (10^3 người)	Suất chi phí điện năng, a_0 (kWh/người)
300	880
100 – 300	800
50 – 100	700
Tới 50	
Công nghiệp phát triển hạn chế	610
Công nghiệp bị hạn chế	580
Công nghiệp phát triển	800

BẢNG 2.17. GIÁ TRỊ TRUNG BÌNH CỦA THỜI GIAN SỬ DỤNG CÔNG SUẤT CỰC ĐẠI

Suất chi phí điện năng		Thời gian $T_{\max(t)}, \text{h/năm}$
kWh/người	kWh/m ²	
150	10	2050 – 2100
300	20	2300 – 2400
450	30	2500 – 2600
600	40	2700 – 2800
750	50	2900 – 3000
900	60	3050 – 3200
1050	70	3250 – 3400

BẢNG 2.18: CÁC CHỈ TIÊU PHỤ TẢI CỦA CÁC XÍ NGHIỆP

Xí nghiệp	Hệ số nhu cầu k_{nc}	Hệ số công suất $\cos \varphi$	Thời gian sử dụng công suất cực đại $T_{\max}, \text{h/ năm}$	
			Phản kháng	Tác dụng
Hoá chất	0,28 – 0,38	0,82	6200	7000
Chế tạo máy hạng nặng	0,22	0,73	3770	4840
Cơ khí chế tạo	0,23	0,68	4345	4750
Dụng cụ cắt gọt	0,22	0,69	4140	4960
Chế tạo vòng bi	0,40	0,83	5300	6130
Thiết bị nâng, vận chuyển	0,19	0,75	3330	3880
Chế tạo máy kéo	0,22	0,79	4960	5240
Cơ khí nông nghiệp	0,21	0,79	5330	4220
Chế tạo đồng hồ đo	0,32	0,79	3080	3180
Sửa chữa toa xe	0,22	0,69	3560	3660
Sửa chữa ô tô	0,20	0,65	4370	3200
Kỹ thuật điện	0,31	0,82	4280	6420
Gia công kim loại	0,3	0,87	4355	5380

BẢNG 2.19. SUẤT PHỤ TẢI ĐỘNG LỰC VÀ CHIẾU SÁNG TRÊN 1m² NHÀ SẢN XUẤT HỮU ÍCH ĐỐI VỚI CÔNG NGHIỆP CHẾ TẠO MÁY GIA CÔNG KIM LOẠI VÀ KỸ THUẬT ĐIỆN

Tên phân xưởng, tòa nhà, nhà máy	Suất phụ tải, W/m ²		Tên phân xưởng, tòa nhà, nhà máy	Suất phụ tải W/m ²	
	Động lực	Chiếu sáng đèn sợi đốt		Động lực	Chiếu sáng đèn sợi đốt
Xưởng nấu và đúc	260 – 270	12 – 19	Khối xưởng hỗ trợ	230 – 300	17 – 18
Xưởng cắt đốt bằng nhiệt và phân tách kim loại tạp	260 – 280	12 – 19	Nhà kỹ thuật	270 – 330	16 – 20
Xưởng cơ khí và lắp ghép	300 – 580	11 – 16	Phòng thí nghiệm trung tâm nhà máy	130 – 290	20 – 27
Xưởng lắp ráp cơ khí	280 – 390	12 – 19	Nhà máy thiết bị hầm lò	400 – 420	10–13
Xưởng hàn điện và nhiệt luyện	300 – 600	13 – 15	Nhà máy thiết bị khoan và thiết bị thủy lực	260 – 330	14–15
Xưởng kết cấu kim loại	350 – 390	11 – 13	Nhà máy chế tạo cần cẩu	330 – 350	10 – 11
Xưởng dụng cụ	330 – 560	15 – 16	Nhà máy thiết bị dầu mỡ	220 – 270	17 – 18
Xưởng mộc mẫu và chế biến gỗ	75 – 140	15 – 18			

VẠCH VÀ LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN CUNG CẤP ĐIỆN

3.1. KHÁI NIỆM CHUNG

3.1.1. Phương án cung cấp điện

Phương án cung cấp điện hiểu một cách đơn giản là hình thức chấp nối giữa các điểm nguồn (nhà máy điện và trạm biến áp) với các điểm tải (nơi sử dụng, tiêu thụ điện như nhà máy xí nghiệp, cơ quan, các cụm dân cư như phường, xã, quận huyện) cụ thể hơn là đến từng thiết bị tiêu thụ điện.

Việc vạch phương án là thực hiện các hình thức chấp nối để đưa được điện từ nguồn tới nơi tiêu thụ trên mặt bằng hay bản đồ địa lý.

Bài toán cung cấp điện là bài toán đa mục tiêu, biến số là các đại lượng ngẫu nhiên phụ thuộc nhiều yếu tố, thông số của các đại lượng (các biến) có giá trị rời rạc. Nhìn chung bài toán cung cấp điện là bài toán bất định không có lời giải và đáp số duy nhất.

Mỗi cách giải được hiểu là một phương án, có lời giải, đáp số riêng.

Phương án tối ưu là phương án có lời giải hợp lý nhất trong số các lời giải của các phương án được chọn theo một vài chỉ tiêu định trước.

Thông thường, không có lời giải tối ưu cho tất cả các mục tiêu đề ra (tối ưu đa mục tiêu). Trong bài toán cung cấp điện chỉ đề cập tới hai chỉ tiêu cơ bản: Kinh tế (vốn đầu tư và chi phí) và kỹ thuật (chất lượng điện áp và tần số).

So sánh kinh tế kỹ thuật lựa chọn phương án tối ưu là việc thực hiện các tính toán về mặt kinh tế, kỹ thuật đối với từng phương án so sánh đối chiếu để tìm ra phương án có lời giải tốt nhất theo hai chỉ tiêu trên.

3.1.2. Những yêu cầu cơ bản

Khi vạch các phương án cung cấp điện cần đề cập tới các vấn đề chính sau:

- Xác định vị trí và khả năng cung cấp điện của các điểm nguồn;
- Lựa chọn cấp điện áp của nguồn cấp;
- Xác định vị trí và phụ tải yêu cầu của các hộ tiêu thụ trên bản vẽ mặt bằng phân bố phụ tải.
- Lựa chọn các hình thức chấp nối và đi dây vạch ra trên mặt bằng;
- Tìm hiểu quy trình, quy phạm về trang bị điện.
- Nghiên cứu các chủ trương, chính sách, đường lối phát triển kinh tế xã hội của nhà nước đối với từng địa phương, khu vực hoặc xí nghiệp...

Phương án cung cấp điện được gọi là hợp lý nếu thỏa mãn các điều kiện cơ bản sau:

1. Đảm bảo chất lượng điện, nghĩa là đảm bảo được tần số và điện áp nằm trong phạm vi cho phép. Tần số được duy trì và điều chỉnh do nhà máy điện. Còn điện áp ngoài nhà máy điện điều chỉnh và duy trì ra còn phụ thuộc vào người thiết kế tính toán, lựa chọn phương án đảm bảo sao cho tổn thất điện áp nằm trong giới hạn cho phép.
2. Đảm bảo độ tin cậy, tính liên tục cung cấp điện phù hợp với yêu cầu của hộ tiêu thụ. Điều này phụ thuộc vào người vạch và lựa chọn phương án.
3. Thuận tiện cho việc thi công lắp đặt, quản lý, vận hành và sửa chữa khi bị sự cố.
4. Có chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật hợp lý.

3.2. LỰA CHỌN ĐIỆN ÁP NGUỒN CUNG CẤP

3.2.1. Chọn cấp điện áp cho lưới điện truyền tải cao, trung áp

Để cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ (nhà máy, xí nghiệp, cụm công nghiệp cũng như các khu vực dân cư) có phụ tải lớn, cách xa nguồn không thể cung cấp điện trực tiếp từ các lưới điện áp thấp được cần phải lựa chọn các cấp điện áp cao hơn.

Trong thực tế, khi tính toán thiết kế hệ thống cung cấp điện thường sử dụng các công thức kinh nghiệm của các nước.

– Đông Đức cũ (công thức Weikert):

$$U = 3\sqrt{S} + 0,5l; \text{ kV} \quad (3.1)$$

– Mỹ (công thức Still):

$$U = 4,34\sqrt{1+16P}; \text{ kV} \quad (3.2a)$$

Hoặc
$$U = 16\sqrt[4]{PI}; \text{ kV} \quad (3.2b)$$

– Liên Xô cũ:
$$U = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{1} + \frac{2500}{P}}}; \text{ kV} \quad (3.3)$$

– Thụy Điển:
$$U = 17\sqrt{\frac{1}{16} + P}; \text{ kV} \quad (3.4)$$

Trong công thức trên, l – khoảng cách truyền tải, km;

S hoặc P – công suất truyền tải, MVA hoặc MW.

Các cấp điện áp tính được theo các công thức (3.1) + (3.4) là các cấp điện áp không tiêu chuẩn. Sau đó cần so sánh lựa chọn theo các cấp điện áp định mức tiêu chuẩn có giá trị gần nhất.

Cấp điện áp cung cấp cho các thiết bị điện cao áp phải phù hợp với điện áp của thiết bị (các động cơ điện 6, 10kV; các máy biến áp 6, 10kV...)

3.2.2. Chọn cấp điện áp hạ áp

Cấp điện áp hạ áp là cấp điện áp phù hợp với điện áp định mức của các thiết bị dùng điện.

Đại bộ phận các thiết bị điện dùng trong công nghiệp và sinh hoạt dân dụng có điện áp 380/220V.

Các động cơ điện ba pha có điện áp định mức 380V, các động cơ điện một pha dùng trong sinh hoạt dân dụng và các loại đèn chiếu sáng dùng điện áp pha 220V.

Để cung cấp điện cho các thiết bị này phải dùng các máy biến áp hạ áp có điện áp đầu ra 0,4/0,23kV.

3.3. BẢN ĐỒ PHỤ TẢI

3.3.1. Bản đồ phụ tải

Để xác định sơ bộ vị trí của các trạm biến áp trung gian (TBATG), trạm phân phối trung gian (TPPTG) và trạm biến áp phân xưởng (TBAPX) và trạm biến áp hạ áp của từng khu vực khi thiết kế hệ thống cung cấp điện cho xí nghiệp công nghiệp hoặc khu vực dân cư cần xây dựng bản đồ phụ tải để thể hiện giá trị phụ tải tính toán theo từng địa danh trên bản đồ (mặt bằng) địa lý của xí nghiệp hay địa bàn khu vực (hình 3.1).

Để xây dựng bản đồ phụ tải của xí nghiệp hay một địa bàn khu vực cần xác định bán kính vòng tròn phụ tải đối với từng phân xưởng hay từng địa danh cụ thể trong xí nghiệp hay địa bàn khu vực.

Diện tích hình tròn πr^2 được biểu diễn theo tỷ lệ xích $m\pi r^2$ bằng phụ tải toàn phần của phân xưởng hoặc địa danh cụ thể $S_{ti}(kVA)$: $S_{ti} = m\pi r^2$

Từ biểu thức trên, bán kính hình tròn được xác định theo $r_i = \sqrt{\frac{S_{ti}}{\pi m^2}}$

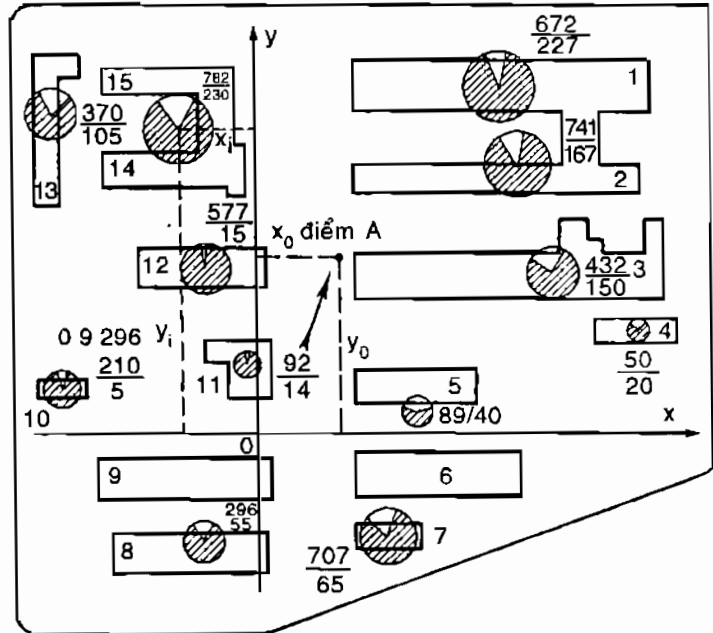
Trong đó, r_i – bán kính vòng tròn phụ tải của phân xưởng hoặc địa danh thứ i , cm hoặc mm;

S_{ti} – công suất toàn phần tính toán của phân xưởng hoặc địa danh thứ i , kVA; trong tính toán có thể tính gần đúng bằng cách thay S_{ti} bằng P_{ti} (kW);

m – tỷ lệ xích tùy chọn, kVA/cm² hoặc kVA/mm² (kW/cm², kW/mm²).

Góc biểu diễn tỷ lệ phụ tải chiếu sáng: $\alpha_{cs} = \frac{360^\circ \cdot S_{cs}}{S_{ti}}$

Mỗi vòng tròn được chia thành hai phần tương ứng với các phụ tải động lực (phần gạch chéo) và phụ tải chiếu sáng (phần để trắng). Nếu có phụ tải cao áp 3, 6, 10kV thì chia thêm một phần nữa trong phần phụ tải động lực và dùng thêm ký hiệu riêng.



Hình 3.1. Bản đồ phụ tải trên mặt bằng tổng thể của xí nghiệp và tâm phụ tải điện

Diện tích hình tròn thể hiện độ lớn, nhỏ của phụ tải tính toán theo tỷ lệ xích; Phần gạch chéo – phụ tải động lực; Phần để trắng – phụ tải chiếu sáng; Giá trị phụ tải: Phụ tải động lực

Phụ tải chiếu sáng

3.3.2. Xác định tâm của phụ tải điện (tâm bản đồ phụ tải)

Để xác định tâm của phụ tải điện ta dựa trên cơ sở xác định điểm tựa tối ưu của các lực cơ học trên mặt phẳng đồng nhất có dạng phức tạp theo lý thuyết cơ học để nâng một vật nặng sao cho tổn lực ít nhất.

Ở đây ta quan niệm phụ tải của các phân xưởng hoặc các địa danh là lực, điểm tựa hay điểm kê là trạm biến áp hoặc trạm phân phối trung gian, cánh tay đòn là khoảng cách từ phụ tải tới điểm cấp nguồn.

Theo quan niệm này, bài toán được đặt ra là tìm vị trí đặt TBATG hoặc TPPTG sao cho tổn thất công suất, tổn thất điện năng và tổn thất điện áp trong lưới điện xí nghiệp hoặc lưới điện của địa bàn là nhỏ nhất (tương ứng với tổn ít lực nhất trong bài toán cơ học).

Tâm phụ tải điện được xác định theo các công thức sau theo hệ trục tọa độ x, y, z tự chọn:

$$x_o = \frac{\sum_{i=1}^n S_i x_i}{\sum_{i=1}^n S_i}; \quad y_o = \frac{\sum_{i=1}^n S_i y_i}{\sum_{i=1}^n S_i}; \quad z_o = \frac{\sum_{i=1}^n S_i z_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (3.5)$$

Trong đó, x_o, y_o, z_o – các kích thước tọa độ của tâm phụ tải A (x_o, y_o, z_o);

S_i – phụ tải toàn phần của phân xưởng thứ i ;

x_i, y_i, z_i – kích thước các tọa độ trên mặt bằng của phụ tải thứ i .

Trong thực tế thiết kế và vận hành hệ thống cung cấp điện, việc xét tới tọa độ thứ 3 (z_i) cho phép bỏ qua do độ cao các tòa nhà nhỏ hơn chiều dài khoảng cách giữa các phụ tải S_i ($l \geq 1,5h$). Đối với chung cư cao tầng cần xét tới tọa độ này.

Ví dụ 3.1

Xác định tâm của phụ tải điện xí nghiệp có bản đồ phụ tải cho trên hình 3.1. Trên bản đồ phụ tải được ghi theo phân số: tử số – phụ tải toàn phần, kVA; mẫu số – phụ tải chiếu sáng, kW.

Tâm của phụ tải các phân xưởng do có kích thước hạn chế nên được coi như trùng với tâm hình học các phân xưởng đó.

Lời giải:

Đầu tiên ta dựng hệ trục tọa độ xOy bất kỳ như đã nêu trên hình 3.1. Sau đó dùng thước mm đo xác định kích thước các tọa độ x_i, y_i của tâm phụ tải các phân xưởng (các kích thước đo trực tiếp theo bản vẽ mặt bằng)¹.

$$\begin{array}{llll} x_1 = 6,5 \text{ cm}; & x_2 = 7 \text{ cm}; & x_3 = 8 \text{ cm}; & x_4 = 10 \text{ cm} \\ y_1 = 9,25 \text{ cm}; & y_2 = 7,05 \text{ cm}; & y_3 = 4,5 \text{ cm}; & y_4 = 2,65 \text{ cm} \\ S_1 = 672 \text{ kVA}; & S_2 = 741 \text{ kVA}; & S_3 = 432 \text{ kVA}; & S_4 = 50 \text{ kVA} \\ x_5 = 415 \text{ cm}; & x_7 = 3,3 \text{ cm}; & x_8 = -1,5 \text{ cm}; & x_{10} = -5,1 \text{ cm} \\ y_5 = 0,5 \text{ cm}; & y_7 = -2,7 \text{ cm}; & y_8 = -2,8 \text{ cm}; & y_{10} = 1,0 \text{ cm} \\ S_5 = 89 \text{ kVA}; & S_7 = 707 \text{ kVA}; & S_8 = 296 \text{ kVA}; & S_{10} = 210 \text{ kVA} \end{array}$$

¹ Lưu ý: Hình 3.1. vẽ thu nhỏ một nửa, nên các kích thước đo trên hình 3.1 cần nhân đôi.

$$\begin{aligned}x_{11} &= -0,3\text{cm}; & x_{12} &= -1,3\text{cm}; & x_{13} &= -4,8\text{cm}; & x_{14} &= -1,5\text{cm} \\y_{11} &= 0,9\text{cm}; & y_{12} &= 4,2\text{cm}; & y_{13} &= 8,2\text{cm}; & y_{14} &= 8\text{cm} \\S_{11} &= 92\text{kVA}; & S_{12} &= 577\text{kVA}; & S_{13} &= 370\text{ kVA}; & S_{14} &= 782\text{kVA}\end{aligned}$$

Theo công thức (3.5) ta xác định được tọa độ của tâm phụ tải xí nghiệp A (x_o , y_o)

$$\begin{aligned}x_o &= \frac{672.6,5 + 741.7 + \dots + (-4,8)370 + 782(-1,5)}{672 + 74 + \dots + 782} = 9,56\text{cm} \\y_o &= \frac{672.9,25 + 741.7,05 + \dots + 370.8,2 + 782.8}{672 + 741 + \dots + 370 + 782} = 4,55\text{cm}\end{aligned}$$

Bản đồ phụ tải và tâm phụ tải điện giúp cho người làm thiết kế hệ thống cung cấp điện có cái nhìn trực giác về sự phân bố phụ tải cũng như vị trí đặt TBATG hoặc TPPTG để từ đó vạch ra các phương án cung cấp điện, thực hiện phương pháp dẫn sâu (đưa điện áp cao vào sát tâm phụ tải) nhằm giảm tổn thất công suất, tổn thất điện năng và tổn thất điện áp trong lưới điện áp cao của xí nghiệp hay địa bàn.

3.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN CUNG CẤP ĐIỆN

3.4.1. Phương pháp chuyên gia

Phương pháp đánh giá chuyên gia, gọi tắt là phương pháp chuyên gia, được sử dụng rộng rãi trong giai đoạn đầu, giai đoạn thiết kế sơ bộ. Ý tưởng của phương pháp này là tập hợp các chuyên gia giỏi, có nhiều kinh nghiệm về ngành nghề cũng như các lĩnh vực cần quan tâm, họp bàn trao đổi nêu ra các phương án. Sau đó, bằng kinh nghiệm bản thân, tiến hành loại trừ dần các phương án không có khả năng xây dựng hoặc thực hiện (các phương án bất khả thi) và chỉ giữ lại một số ít các phương án có khả năng xây dựng hoặc thực hiện (các phương án khả thi) để đưa vào tính toán cụ thể.

Ưu điểm nổi bật của phương pháp này biểu hiện ở chỗ loại trừ được hàng loạt các phương án không có khả năng xây dựng hoặc thực hiện.

Do đó tiết kiệm được thời gian, công sức và tiền của phục vụ cho việc tính toán. Hiệu quả kinh tế của phương pháp này cao, nên thường được áp dụng đầu tiên khi hoạch định và vạch phương án.

3.4.2. Phương pháp thời gian thu hồi vốn đầu tư chênh lệch

Phương pháp này thường được dùng cho việc so sánh lựa chọn khi có hai phương án tương đồng nhau về mặt kỹ thuật. Thông thường, việc lựa chọn được thực hiện bằng cách xác định thời gian thu hồi vốn đầu tư chênh lệch giữa hai phương án.

Khi so sánh hai phương án A và B cần dựa theo các giả thiết sau:

$$K_A > K_B \text{ và } C_A < C_B$$

Thời gian thu hồi là vốn đầu tư chênh lệch được xác định theo biểu thức:

$$T = \frac{K_A - K_B}{C_B - C_A} \leq T_{tc} \quad (3.6)$$

Trong đó, K – vốn đầu tư để mua sắm thiết bị và xây dựng đối tượng như nhà máy điện, trạm biến áp, đường dây..., đ;

C – chi phí vận hành hằng năm, đ/năm;

T – thời gian thu hồi vốn đầu tư chênh lệch, năm;

T_{tc} – thời gian thu hồi vốn đầu tư theo tiêu chuẩn, năm.

Giá trị chi phí vận hành hằng năm bao gồm:

1. Chi phí cho tổn thất điện năng trong bản thân đối tượng trong năm, $C_{\Delta A}$;
2. Tiền trả lương công nhân và người phục vụ C_l ;
3. Chi phí khấu hao hao mòn C_{kh} ;
4. Chi phí cho sửa chữa thay thế nhỏ C_{cs} ;
5. Các chi phí phụ khác như sưởi ấm, làm mát, dầu mỡ... C_{ph} ;

$$C = C_{kh} + C_{sc} + C_l + C_{\Delta A} + C_{ph}$$

Thời gian thu hồi vốn đầu tư theo tiêu chuẩn được quy định tùy theo điều kiện kinh tế của mỗi nước. Với các nước giàu $T_{tc} = 10 - 20$ năm, với các nước nghèo $T_{tc} = 5 - 10$ năm. Ở Việt Nam $T_{tc} = 8$ năm.

Khi tính toán so sánh theo công thức (3.6) nếu:

$T < T_{tc}$ – chứng tỏ phương án A tốt hơn phương án B, chọn phương án A;

$T > T_{tc}$ – chứng tỏ phương án A xấu hơn phương án B, chọn phương án B;

$T = T_{tc}$ – hai phương án A và B tương đồng nhau về mặt kinh tế.

Chọn phương án nào có chỉ tiêu kỹ thuật tốt hơn hoặc dễ thi công, lắp đặt, dễ quản lý vận hành và dễ sửa chữa hơn.

Ưu điểm của phương pháp so sánh lựa chọn theo thời gian thu hồi vốn đầu tư chênh lệch thể hiện ở chỗ tính toán đơn giản. Song phương pháp này có nhược điểm là chỉ so sánh được từng cặp hai phương án nên dễ bỏ sót phương án tối ưu.

3.4.3. Phương pháp cực tiểu hàm chi phí tính toán hằng năm

Phương pháp cực tiểu hàm chi phí tính toán hằng năm được dùng khi cần phải so sánh nhiều phương án ($n > 2$). Hàm mục tiêu để so sánh lựa chọn giữa các phương án được viết dưới dạng:

$$Z = (a_{vh} + a_{tc})K + C.\Delta A + H \rightarrow \min \quad (3.7)$$

Trong đó, Z – hàm chi phí tính toán hằng năm, đ/năm;

a_{vh} – hệ số khấu hao cho vận hành hằng năm.

a_{tc} – hệ số thu hồi vốn đầu tư theo tiêu chuẩn, $a_{tc} = \frac{1}{T_{tc}}$

K – vốn đầu tư để mua sắm và xây dựng đối tượng, đ;

C – giá tiền tổn thất điện năng, đ/kWh;

ΔA – tổn thất điện năng hằng năm trong bản thân đối tượng, kWh;

H – thiệt hại nền kinh tế quốc dân do mất điện gây nên; đ/năm.

Hệ số khấu hao cho vận hành hằng năm tính theo tỷ lệ phần trăm vốn đầu tư dùng cho việc duy trì sản xuất bao gồm sửa chữa thay thế, bảo quản, trả lương cho công nhân... Trong tính toán thiết kế thường lấy $a_{vh} = 0,1$ (10%); hệ số thu hồi vốn đầu tư theo tiêu chuẩn, có thể lấy $a_{tc} = \frac{1}{8} = 0,125$.

Mức thiệt hại nền kinh tế quốc dân đối với các xí nghiệp công nghiệp do mất điện gây nên bao gồm:

1. Thiếu hụt số sản phẩm làm ra;
2. Gây phế phẩm cho sản phẩm (hoặc từng phần hoặc toàn bộ);
3. Giảm chất lượng sản phẩm (từng phần hoặc toàn bộ);
4. Gây rối loạn quá trình công nghệ;
5. Tiền trả lương các giờ chết do mất điện;
6. Tiền trợ cấp cho những người bị tai nạn do mất điện gây nên. Việc xét tới mức thiệt hại nền kinh tế quốc dân rất đa dạng và phức tạp, cho nên trong tính toán lựa chọn các phương án cung cấp điện cho phép bỏ qua chưa xét tới đại lượng này.

Do vậy, hàm chi phí tính toán hằng năm được xét ở dạng đơn giản hơn:

$$Z = (a_{vh} + a_w)K + C \cdot \Delta A \rightarrow \min \quad (3.8)$$

Khi tính toán so sánh lựa chọn phương án cần lần lượt xác định Z_i theo K_i và ΔA_i của từng phương án, liệt kê, tìm phương án có $Z_i = Z_{\min}$ đó chính là phương án tốt nhất cần lựa chọn.

Ưu điểm của phương pháp cực tiểu hàm chi phí tính toán thể hiện ở chỗ có thể liệt kê được tất cả các phương án có thể có, tiến hành tính toán lựa chọn nên không bỏ sót phương án tối ưu.

Nhược điểm của phương pháp này là khối lượng tính toán nhiều, tốn thời gian, công sức, tiền của phục vụ cho việc tính toán.

Song ngày nay do có công cụ tính toán (máy tính điện tử) thuận tiện nên phương pháp này tỏ ra ưu việt hơn.

Nhược điểm thứ hai của phương pháp này biểu hiện ở chỗ: vốn đầu tư được đưa vào công trình cùng một lúc nên chỉ phù hợp với các công trình (các đối tượng) có thời gian xây dựng ngắn dưới 1 năm.

3.4.4. Phương pháp cực tiểu hàm chi phí quy dẫn

Khi so sánh các phương án cung cấp điện có thời gian xây dựng dài, vốn đầu tư và chi phí hằng năm thay đổi theo từng năm của giai đoạn tính toán, hàm chi phí quy dẫn được biểu diễn dưới dạng:

$$Z_{qd} = \sum_{t=1}^T \frac{a_{hqqd} K_t + \delta C_t}{(1 + a_{hqqd})^{t-1}} \rightarrow \min \quad (3.9a)$$

hoặc

$$Z_{qd} = \sum_{t=1}^T \frac{a_{hqqd} K_t + \frac{a_{hqqd}}{1 + a_{hqqd}} C_t}{(1 + a_{hqqd})^{t-1}} + \frac{C_1}{(1 + a_{hqqd})^T} \rightarrow \min \quad (3.9b)$$

Trong đó, K_t , C_t – vốn đầu tư và chi phí hằng năm đưa vào năm t ;

$\delta C_t = C_t - C_{t-1}$ – số gia tăng chi ở năm thứ t so với năm thứ $(t-1)$; a_{hq} – hệ số hiệu quả tiêu chuẩn, đối với các đối tượng năng lượng lấy bằng 0,12; a_{hqqd} – hệ số hiệu quả

quy đổi có xét tới yếu tố thời gian. Giá trị hệ số hiệu quả quy đổi trong thực tế lấy bằng: $a_{hqqd} = 0,08$. Giá trị $\frac{1}{(1 + a_{hqqd})^{t-1}}$ được gọi là hệ số quy dẫn của hàm chi phí (quy về năm đầu tiên của giai đoạn tính toán). Các giá trị của hệ số quy dẫn phụ thuộc vào giai đoạn quy dẫn nêu trong bảng 3.1.

BẢNG 3.1. CÁC CHỈ SỐ CỦA HỆ SỐ QUY DẪN

t	$(1+0,08)^t$	$\frac{1}{(1+0,08)^t}$	t	$(1+0,08)^t$	$\frac{1}{(1+0,08)^t}$
1	1,080	0,926	11	2,332	0,429
2	1,166	0,857	12	2,518	0,397
3	1,260	0,794	13	2,720	0,368
4	1,360	0,735	14	2,937	0,340
5	1,469	0,681	15	3,172	0,315
6	1,587	0,630	16	3,426	0,292
7	1,714	0,584	17	3,700	0,270
8	1,851	0,540	18	3,996	0,250
9	1,999	0,500	19	4,316	0,232
10	2,159	0,463	20	4,661	0,214

Khi tính toán so sánh kinh tế kỹ thuật lựa chọn phương án có thể cho phép không xét tới các chi phí lặp lại giống nhau giữa các phương án.

Vốn đầu tư được xét theo các chỉ tiêu giá thành tổng của cả phần thiết bị lẫn phần xây dựng và theo cùng một nguồn tài liệu về đơn giá.

Chi phí vận hành hằng năm đối với mỗi năm của giai đoạn tính toán được tính theo: $C_t = C_{kh} + C_{vh} + C_{\Delta A}$

Trong đó, C_{kh} – chi phí cho khấu hao hao mòn và sửa chữa thay thế lớn, thực chất là chi phí để hoàn lại vốn đầu tư ban đầu, chi phí này phụ thuộc vào chủ trương chính sách thu hồi vốn (hoàn vốn) của nhà nước, có thể lấy: $C_{kh} = a_{tc} K = 0,125K$;

C_{vh} – chi phí cho vận hành để duy trì sản xuất bao gồm các chi phí thay thế sửa chữa nhỏ, chi phí trả lương và chi phí phụ, có thể lấy $C_{vh} = a_{vh} \cdot K = 0,1K$;

$C_{\Delta A}$ – chi phí cho tổn thất điện năng trong đối tượng, được tính theo $C_{\Delta A} = 3RI^2 \cdot \tau \cdot C$

Với, R – điện trở của đối tượng; I – dòng điện chạy qua đối tượng;

τ – thời gian tổn thất công suất cực đại của đối tượng; C – giá tiền tổn thất điện năng.

3.5. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ DỰ ÁN ĐẦU TƯ

3.5.1. Khái niệm về đầu tư và dòng tiền tệ

3.5.1.1. Đầu tư

Đầu tư được hiểu là việc mua sắm độc lập một tài sản hay một tổ hợp tài sản mà trong giai đoạn kế hoạch được gọi là đối tượng đầu tư.

Về mặt kinh tế, nó được đặc trưng bởi chi phí mua sắm thiết bị và xây dựng đối

tượng (vốn đầu tư) cũng như các số dư thu chi trong thời gian sử dụng đối tượng của doanh nghiệp.

Để đánh giá một dự án đầu tư cần có các chi phí mua sắm và xây dựng đối tượng và các số liệu về thu chi kế hoạch thường xuyên và các số liệu hiệu ích khác. Chúng hình thành nên dòng thu chi hay còn gọi là dòng tiền mặt.

Ngoài đầu tư ra, tài chính cũng liên quan đến lĩnh vực thu chi của doanh nghiệp. Thường đầu tư được hiểu là việc sử dụng khai thác lại các phương tiện tài chính. Còn ngược lại, tài chính bao hàm việc tìm kiếm nguồn vốn và trả lãi tiền vay cộng với phần lãi và các điều kiện tín dụng khác làm sao cho doanh nghiệp vẫn đảm bảo nguyên tắc cân bằng tài chính.

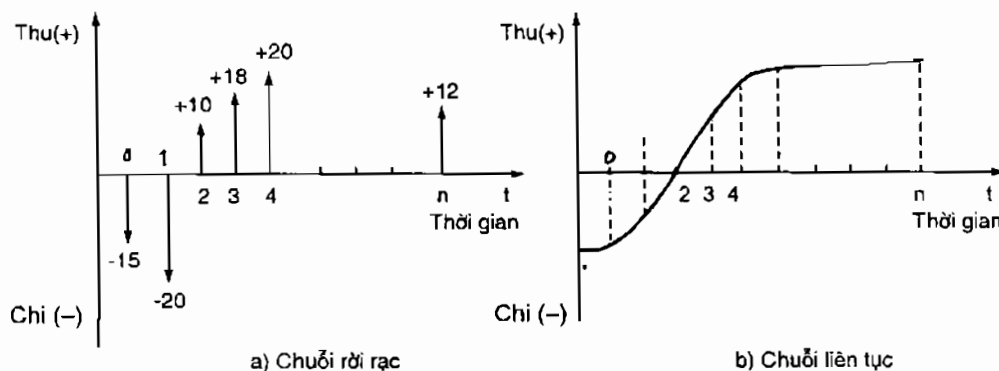
3.5.1.2. Dòng thu chi tiền mặt của dự án đầu tư

Việc đánh giá dự án cần có các số liệu ban đầu:

- Tất cả các số liệu thu chi bằng tiền mặt có liên quan tới đối tượng đầu tư;
- Những thời điểm thu chi tương ứng;
- Mức độ không an toàn của các số liệu thu chi.

Tất cả các khoản thu chi hình thành nên dòng thu chi tiền mặt (I) và thường được xây dựng dưới dạng biểu đồ và được gọi là biểu đồ dòng tiền. Dòng tiền thu – dòng tiền vào (+); dòng tiền chi – dòng tiền ra (-).

Biểu đồ dòng tiền có thể là chuỗi rời rạc, hoặc chuỗi liên tục (hình 3.2a và hình 3.2b). Nếu là chuỗi liên tục khi tính cần chuyển về rời rạc.



Hình 3.2. Biểu đồ dòng tiền

Thời gian thường được tính là năm. Năm số 0 là năm xuất phát.

Dòng thu chi tiền mặt có thể ghi dưới dạng chỉ số ký hiệu, ví dụ,

$$I (-15_0 -20_1 +10_2 +18_3 +20_4 \dots +12_n)$$

có nghĩa là, trị -15 ở vào năm thứ 0, trị -20 ở năm thứ 1, ..., và trị +12 ở vào năm thứ n.

3.5.2. Phân tích đầu tư

Việc phân tích đầu tư bao gồm ba loại:

- Phân tích kinh tế.
- Phân tích tài chính.
- Phân tích vô hình.

Phân tích kinh tế: là việc đánh giá kết quả tương đối của các tình huống đầu tư từ khía cạnh hạch toán lợi nhuận và chi phí.

Phân tích tài chính: chỉ ra nguồn vốn đầu tư vào các dự án được đề xuất sẽ lấy từ đâu. Các phương pháp tài trợ dự án bao gồm việc sử dụng vốn của cá nhân hay công ty, tiền vay ngân hàng hay bằng cách công ty vay nợ không qua việc phát hành các trái phiếu và cổ phiếu thường.

Phân tích vô hình: là việc xem xét các yếu tố ảnh hưởng tới đầu tư. Các yếu tố này khó định lượng về mặt kinh tế.

Các yếu tố vô hình đặc trưng bao gồm những ảnh hưởng về mặt pháp lý, an toàn về mặt dư luận, suy xét về mặt chính trị trong các khoản đầu tư nước ngoài, các yếu tố về môi trường sinh thái, các điều kiện không chắc chắn về pháp quy và luật thuế.

Khi phân tích đánh giá hiệu quả của một dự án đầu tư thường dựa vào các chỉ tiêu cơ bản sau:

Hệ số hiệu quả đầu tư: Hệ số này còn được gọi là "hiệu suất vốn" hay "chỉ số sinh lời". Hệ số hiệu quả đầu tư được xác định theo công thức sau:

$$E = \frac{L}{K} \quad (3.10)$$

Trong đó, K – tổng vốn đầu tư;

L – tổng lợi nhuận (lãi) do kết quả đầu tư.

Yêu cầu $E > E_{\text{am}}$. Hệ số hiệu quả định mức, quy định với chuyên ngành điện $E_{\text{am}} = 0,12$

Thời gian hoàn vốn: hay còn gọi là "chu kỳ vòng quay vốn" được xác định theo công thức sau:

$$T = \frac{1}{E} \quad (3.11)$$

Trong đó, E – hệ số hiệu quả đầu tư.

Lợi nhuận tuyệt đối (lãi): hay còn gọi là "giá trị lãi ròng". Để đi tới một quyết định đầu tư, người ta phải cân nhắc giữa lợi ích mang lại có tương xứng với những chi phí đã bỏ ra không?

Thông thường, ta sử dụng sự so sánh giá trị tuyệt đối giữa tổng chi phí đầu tư và tổng lợi ích thu được của dự án đầu tư.

$$L = B - C \quad (3.12)$$

Trong đó, B – tổng lãi; C – tổng chi phí của dự án đầu tư.

Chỉ tiêu này cho biết dự án đầu tư có lợi hay không nhưng chưa cho biết mức độ sinh lợi của dự án là bao nhiêu.

3.5.3. Phân tích độ nhạy của dự án

Phương pháp "phân tích độ nhạy" là một trong các phương pháp đánh giá đề cập tới việc lượng hoá mức độ rủi ro và bất trắc trong phân tích kinh tế.

Phương pháp phân tích độ nhạy là một cách đánh giá các tác động của sự bất

trắc đối với khoản đầu tư bằng cách xác định khả năng sinh lợi của khoản đầu tư đó thay đổi như thế nào khi các tham số bị thay đổi.

Khi tiến hành phân tích độ nhạy, giá trị của các tham số lần lượt được thay đổi và xem xét tác động của từng thay đổi đó với các chỉ tiêu cơ bản về kinh tế – tài chính đã dự kiến để tìm ra tham số nào có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng sinh lời.

Nghiên cứu độ nhạy của dự án còn nhằm đánh giá độ ổn định về lợi ích của dự án khi có sự biến đổi của thị trường hoặc về năng lực hoạt động của dự án.

Quá trình phân tích độ nhạy là quá trình tính toán các yếu tố chi phí – lợi ích và xác định lại hiệu quả của dự án.

3.5.4. Phân tích kinh tế tài chính

3.5.4.1. Chi phí và lợi ích

Hiệu quả của dự án đầu tư được đánh giá xem xét thông qua phân tích và xem xét chi phí (cost) và lợi ích (benefit) qua từng năm của quá trình đầu tư và khai thác dự án. Các chi phí và lợi ích trước khi phân tích và đánh giá đều phải quy đổi. Thường chọn thời điểm quy đổi là thời điểm bắt đầu bỏ vốn đầu tư (hoặc thời điểm bắt đầu đưa công trình vào khai thác).

Tiến hành quy đổi các khoản chi phí và thu nhập ở các thời điểm khác nhau về cùng một thời điểm quy ước bằng phương pháp được gọi là "hiện tại hóa" (present), hệ số hiện tại hoá thường xấp xỉ bằng lãi suất tiền gửi ngân hàng bao gồm cả khả năng sinh lời của đồng vốn và mức độ lạm phát tính chung cho cả nền kinh tế quốc dân.

Công thức hiện tại hoá như sau:

$$P = \frac{F}{(1+r)^t} \quad (3.13)$$

Trong đó, P là giá trị đã được hiện tại hoá hay quy về hiện tại (Present value)

F – giá trị thực (giá trị tương lai) ở năm thứ t,

$a = \frac{1}{(1+r)^t}$ được gọi là hệ số hiện tại hoá hay hệ số quy đổi về hiện tại,

r – hệ số chiết khấu hay tỷ suất chiết khấu (Discount Rate) tính theo %. Việc chọn r thường dựa vào tỷ lệ lãi suất trên thị trường vốn nhằm phản ánh đúng đắn ảnh hưởng của yếu tố thời gian và chi phí của phương án huy động vốn đầu tư. Vốn đầu tư được tài trợ bằng vốn vay dài hạn, tỷ lệ thực của lãi suất phải trả sẽ được lấy làm hệ số chiết khấu.

Nếu sử dụng vốn ngân sách cấp thì hệ số chiết khấu được lấy bằng tỷ lệ lãi suất vay dài hạn của Nhà nước.

Nếu vốn đầu tư bằng nhiều nguồn vốn có lãi suất khác nhau thì hệ số chiết khấu bằng lãi suất bình quân gia quyền của các nguồn vốn.

Ví dụ, vốn đầu tư cho dự án gồm 3 nguồn vốn: vốn vay trong nước, vốn vay nước ngoài và vốn cổ phần, hệ số chiết khấu được xác định theo:

$$r = \frac{(\text{vốn vay trong nước}) \cdot (\text{lãi suất}) + (\text{vốn vay ngoài nước}) \cdot (\text{lãi suất}) + (\text{vốn cổ phần}) \cdot (\text{lãi suất})}{\text{Tổng số vốn}}$$

Chi phí đầu tư : Được xác định tùy thuộc vào hình thức cấp vốn, thời gian thực hiện đầu tư, và được xác định tương ứng với phương thức cấp vốn.

Hệ số chiết khấu của mỗi nguồn vốn được xác định riêng tùy thuộc vào thị trường mà nguồn vốn có khả năng tham gia hoạt động.

Trước hết cần phải xác định tổng nhu cầu vốn đầu tư cần thiết cho công trình. Ví dụ, dự án đầu tư thực hiện theo phương thức vay ngân hàng và thanh toán một lần, tổng chi phí đầu tư được xác định theo:

$$C = \left(\sum_{i=1}^{T_0} C_i (1+r)^{T_0+i-1} \right) (1+r)^{T_1-T_0} \quad (3.14)$$

Trong đó: C – tổng chi phí đầu tư, C_i – vốn vay trong năm thứ i ;

r – hệ số chiết khấu tương ứng với lãi suất vay vốn của ngân hàng để đầu tư cho công trình (%/năm);

T_0 – thời gian thực hiện đầu tư (năm, kể từ khi nhận vốn);

T_1 – thời gian thanh toán (năm, kể từ khi nhận vốn).

Để tính chi phí của dự án đầu tư cần phải tách biệt ra các trường hợp tương ứng với các hình thức và phương pháp cấp vốn, mỗi trường hợp có một công thức tính riêng.

Tổng thu nhập: của dự án đầu tư được xác định theo công thức sau:

$$B = \sum_{i=1}^n B_i \frac{1}{(1+r)^i} \quad (3.15)$$

Trong đó, B_i – thu của dự án trong năm i , r – hệ số chiết khấu;

n – thời gian khai thác của dự án đầu tư.

Hệ số hiệu quả đầu tư: quy về hiện tại được xác định theo biểu thức:

$$E = \frac{1}{C} \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} \quad (3.16)$$

$$E = \frac{B}{C}$$

3.5.4.2. Giá trị lãi ròng (lợi nhuận) quy về hiện tại NPV (Net Present Value)

Để loại trừ ảnh hưởng của yếu tố thời gian – thời gian của đồng tiền đối với các giá trị chi phí và lợi ích, ta quy giá trị đồng tiền trong suốt thời gian xây lắp công trình và khai thác dự án về giá trị lãi ròng hiện tại (NPV) thông qua phương pháp sử dụng hệ số chiết khấu.

Giá trị lãi ròng hiện tại của dự án: là hiệu số giữa giá trị thu và chi trong tương lai được quy về hiện tại theo hệ số chiết khấu định trước.

$$NPV = \sum_{i=1}^n (B_i - C_i)(1+r)^{-i} \quad (3.17)$$

Trong đó: B_t – doanh thu của dự án ở năm thứ t ;
 C_t – chi phí của dự án ở năm thứ t ;
 r – hệ số chiết khấu;
 n – tuổi thọ của dự án;

– Đối với các dự án độc lập nếu:

$NPV > 0$, dự án chấp nhận được, nếu có nhiều dự án thì dự án nào có NPV lớn hơn sẽ là dự án để chấp nhận.

$NPV < 0$, dự án bị loại bỏ.

$NPV = 0$, tùy theo sự cần thiết của dự án đối với chủ đầu tư để có thể quyết định chấp nhận hay loại bỏ dự án.

– Trong trường hợp có các dự án loại trừ nhau thì chọn dự án có NPV lớn nhất.

Nếu hết thời hạn đầu tư hoặc hết tuổi thọ của dự án mà tài sản cố định vẫn còn thì ta phải tính thêm phần giá trị còn lại của tài sản cố định (giá trị thanh lý) ở năm cuối cùng. Lúc này, trong công thức (3.18) phải bổ sung thêm phần giá trị hiện tại của giá trị này vào phần doanh thu.

Trong trường hợp các phương án có doanh thu hằng năm như nhau thì có thể sử dụng tiêu chuẩn cực tiểu giá trị hiện tại của chi phí (PVC) để so sánh theo công thức:

$$PVC = \sum_{i=1}^n C_i (1+r)^{-i} \rightarrow \min \quad (3.18)$$

Trong đó, PVC – giá trị quy về hiện tại của chi phí (present value cost),

C_t – chi phí của dự án (vốn đầu tư) ở năm thứ t ;

Dự án nào có chi phí hiện tại nhỏ nhất sẽ là dự án tối ưu.

Phương pháp đánh giá dự án theo chỉ tiêu NPV có những ưu, nhược điểm sau:

– NPV chỉ cho biết trị số tuyệt đối của lãi mà dự án mang lại, nó phản ánh hiệu quả của việc đầu tư về phương diện tài chính.

– Chỉ tiêu NPV phụ thuộc vào hệ số chiết khấu. Hệ số chiết khấu r càng lớn thì NPV càng nhỏ và ngược lại.

– Chỉ tiêu NPV không so sánh được hiệu quả các dự án có quy mô vốn đầu tư khác nhau.

Để khắc phục khi so sánh các dự án có vốn đầu tư khác nhau đòi hỏi phải xác định tỷ lệ giữa lợi nhuận thực trên tổng số vốn đầu tư của từng dự án theo công thức:

$$NPVR = \frac{NPV}{\sum_{i=1}^n PVC_i} = \frac{NPV}{P} \quad (3.19)$$

Trong đó, NPVR: tỷ lệ giá trị hiện tại thực của lãi (net present value rate);

P – giá trị hiện tại của tổng vốn đầu tư.

Khi có nhiều dự án loại trừ nhau, dự án nào có NPVR lớn nhất sẽ được chọn.

Trong trường hợp các dự án có tuổi thọ kinh tế khác nhau, tiêu chuẩn NPV đơn thuần không phải là tiêu chuẩn tốt nhất để đánh giá lựa chọn đầu tư.

3.5.4.3. Tỷ lệ sinh lời BCR (tỷ số lợi ích/chi phí, B/C – Benifit cost ratio)

Tỷ lệ sinh lời BCR = B/C là tỷ số nhận được khi chia tổng giá trị quy về hiện tại của lợi ích cho tổng giá trị quy về hiện tại của chi phí trong suốt thời gian thực hiện dự án. BCR được xác định theo:

$$BCR = B/C = \frac{\sum_{t=1}^n B_t(1+r)^{-t}}{\sum_{t=1}^n C_t(1+r)^{-t}} \quad (3.20)$$

Trong đó,
 B_t – doanh thu của dự án ở năm thứ t
 C_t – chi phí của dự án ở năm thứ t
 r – hệ số chiết khấu
 n – tuổi thọ của dự án

Khi $B/C > 1$, dự án được chấp nhận do thu bù được cho chi và còn sinh lợi.

Khi $B/C < 1$, dự án bị bác bỏ.

Khi có nhiều dự án độc lập, dự án được ưu tiên là dự án có chỉ số B/C lớn nhất.

Chỉ tiêu B/C có ưu điểm là cho biết thu nhập đối với mỗi đồng chi phí cho cả thời kỳ hoạt động của dự án và có thể dùng để so sánh các dự án có quy mô khác nhau.

3.5.4.4. Thời gian hoàn vốn T_p (pay back period)

Thời gian hoàn vốn T_p là thời gian cần thiết để tổng thu nhập của dự án bằng tổng chi phí của dự án quy về hiện tại và được xác định theo công thức:

$$\sum_{t=1}^{T_p} (B_t - C_t)(1+r)^{-t} = 0 \quad (3.21)$$

Trong đó, T_p – thời gian thu hồi vốn.

Nếu gọi T_o là thời gian hoàn vốn hay thời gian quy định (T_o)

$T_p < T_o$, dự án được chấp nhận.

$T_p > T_o$, dự án bị bác bỏ.

T_o được xác định theo kinh nghiệm về các cơ hội đầu tư khác nhau của chủ đầu tư, vì vậy nó khác nhau đáng kể trong những trường hợp khác nhau. Thông thường T_o được xác định bằng cách lập bảng kết toán lập từ năm bắt đầu bỏ vốn đến năm nào đó khi đẳng thức (3.21) được thực hiện thì dừng.

Theo chỉ tiêu này, khi có nhiều dự án độc lập, dự án được ưu tiên là dự án có T_p nhỏ nhất.

Chỉ tiêu thời gian hoàn vốn có những ưu, nhược điểm sau:

- Dễ xác định, độ tin cậy tương đối cao vì thời gian hoàn vốn thuộc những năm đầu khai thác vận hành, mức độ bất trắc ít hơn những năm sau do các số liệu dự báo những năm đầu có độ tin cậy cao hơn.

- Chỉ tiêu này cho biết thời gian bao lâu thì vốn có thể được thu hồi, làm căn cứ cho nhà đầu tư quyết định đầu tư hay không.

- Chỉ tiêu này không cho biết mức độ lợi nhuận sau khi hoàn vốn. Đôi khi một dự án có thời gian hoàn vốn dài nhưng thu nhập về sau lại cao hơn vẫn có thể là dự án tốt.

3.5.4.5. Hệ số hoàn vốn nội tại (Internal rate of return)

Hệ số hoàn vốn nội tại IRR là hệ số chiết khấu mà ứng với nó NPV của dự án bằng không:

$$NPV = \sum_{t=1}^n (B_t - C_t)(1 + IRR)^{-t} = 0 \quad (3.22)$$

Để tính IRR ta cần giải phương trình $NPV = f(IRR) = 0$.

Đây là một hàm mũ nên việc giải nó có nhiều khó khăn.

Để đơn giản cho việc tính toán, IRR được tính thông qua phương pháp nội suy, nghĩa là chọn giá trị gần đúng giữa hai giá trị đã chọn.

Theo phương pháp này, cần tìm hai hệ số chiết khấu r_1 và r_2 sao cho ứng với hệ số nhỏ hơn r_1 ta có $NPV_1 > 0$, còn ứng với hệ số lớn hơn r_2 ta có $NPV_2 < 0$. Giá trị IRR cần tính sẽ nằm giữa hai hệ số r_1 và r_2 . Việc nội suy giá trị IRR được thực hiện theo công thức:

$$IRR = r_1 + (r_2 - r_1) \frac{NPV}{NPV_1 + |NPV_2|} \quad (3.23)$$

Để giảm bớt sai số, chọn r_1 và r_2 không chênh lệch nhau quá 5%.

Nếu gọi r_0 là hệ số chiết khấu của chi phí cơ hội hay lãi suất mong muốn thì:

- Khi $IRR > r_0$, dự án được chấp nhận.
- Khi $IRR < r_0$, dự án bị bác bỏ.

Trong những dự án đầu tư độc lập, dự án nào có IRR cao hơn sẽ có vị trí cao hơn về khả năng sinh lợi.

Chỉ tiêu IRR có ưu điểm là cho biết lãi suất mà bản thân dự án có thể mang lại cho nhà đầu tư và nó không phụ thuộc vào hệ số chiết khấu.

Việc áp dụng IRR có thể dẫn tới nhược điểm là có các quyết định không chính xác khi lựa chọn các dự án loại trừ lẫn nhau.

Những dự án có IRR cao hơn nhưng quy mô nhỏ hơn nên có thể có NPV nhỏ hơn một dự án khác tuy có IRR thấp hơn nhưng NPV lại cao hơn. Trong trường hợp này cần xem xét chỉ tiêu NPV.

3.5.4.6. Dòng tiền của dự án

Đối với các dự án đã được phân tích kinh tế – kỹ thuật, kinh tế – xã hội, ta cần phân tích kinh tế – tài chính của dự án đã được lựa chọn về kỹ thuật, đây là căn cứ để chủ đầu tư ra quyết định đầu tư. Trong bước phân tích này, dòng chi của dự án được tính đầy đủ các khoản chi phí bao gồm các khoản chi phí như trong phần phân tích kinh tế kỹ thuật cộng thêm các khoản thuế, các khoản trả vốn, trả lãi vốn vay nếu trong cơ cấu vốn có thành phần vốn vay.

Cùng với việc xác định dòng chi ta cần xác định dòng thu của dự án để xác định dòng tiền của dự án. Cụ thể, khi xác định dòng tiền của dự án ta có hai trường hợp sau:

- Dự án không vay vốn:
 - + Dòng tiền trước thuế (CFBT) = Doanh thu – Chi phí vận hành
 - + Lợi tức chịu thuế (TI) = CFBT – Khấu hao

- + Thuế lợi tức = TI x Thuế suất
- + Dòng tiền sau thuế (CFAT) = CFBT – Thuế lợi tức
- Dự án có vay vốn:
- + Dòng tiền trước thuế (CFBT) = Doanh thu – Chi phí vận hành
- + Lợi tức chịu thuế (TI) = CFBT – Khấu hao – Trả lãi vay vốn
- + Thuế lợi tức = TI x Thuế suất
- + Dòng tiền sau thuế (CFAT) = CFBT – Thuế lợi tức – Trả lãi – Trả vốn.

Trên cơ sở thu nhập và chi phí, phân tích kinh tế – tài chính với đủ các chỉ tiêu NPV, BCR, IRR, T_p nhằm đánh giá xem những lợi ích mà dự án đem lại có đủ để trang trải những chi phí hay không. Từ đó, ta đánh giá được hiệu quả về mặt tài chính của việc đầu tư. Căn cứ vào đó mà chủ đầu tư quyết định xem có nên đầu tư vào những dự án hay không.

3.6. MẬT ĐỘ KINH TẾ CỦA DÒNG ĐIỆN

3.6.1. Xác định mật độ dòng điện kinh tế theo hàm chi phí tính toán hằng năm

Mật độ dòng điện là số ampe chạy qua một đơn vị tiết diện 1mm^2 của dây dẫn:

$$J = \frac{I}{F} \quad (3.24)$$

Trong đó, J – mật độ dòng điện, A/mm^2
 I – dòng điện chạy qua dây hoặc thanh dẫn, A;
 F – tiết diện mặt cắt ngang của dây dẫn hoặc thanh dẫn, mm^2 .

Để xác định mật độ kinh tế của dòng điện, ta lập hàm chi phí tính toán theo quan hệ hàm với tiết diện, hàm mục tiêu có dạng:

$$Z = (a_{vh} + a_{lc})K + Y_{\Delta\Delta} \rightarrow \min \quad (3.25)$$

Trong đó, $Y_{\Delta\Delta} = 3\rho C \tau I^2 \frac{1}{F}$ – chi phí cho tổn thất điện năng; đ/năm;

$K = (b + b_0 F)l$ – vốn đầu tư xây dựng đường dây, đ.

a_{vh} – hệ số khấu hao cho vận hành;

a_{lc} – hệ số thu hồi vốn đầu tư theo tiêu chuẩn;

ρ – điện trở suất của vật liệu làm dây dẫn, $\Omega\text{mm}^2/\text{km}$

l – chiều dài của đường dây, km;

F – tiết diện ngang của dây dẫn, mm^2 ;

C – giá tiền tổn thất điện năng, đ/kWh;

τ – thời gian tổn thất công suất cực đại, h;

b – suất chi phí xây dựng đường dây không phụ thuộc vào tiết diện, đ/km;

b_0 – suất chi phí mua dây phụ thuộc vào tiết diện, đ/ $\text{mm}^2.\text{km}$.

Hàm (3.25) được viết lại dưới dạng:

$$Z = (a_{vh} + a_{tc})(b + b_o F)l + 3\rho C\tau l^2 \frac{1}{F} \rightarrow \min \quad (3.26)$$

Để tìm tiết diện tối ưu của dây dẫn, ta tiến hành giải (3.26) bằng cách lập đạo hàm:

$$\frac{dZ}{dF} = (a_{vh} + a_{tc})b_o l - 3\rho C\tau l^2 \frac{1}{F^2} = 0 \quad (3.27)$$

Giải phương trình (3.27) ta tìm được tiết diện kinh tế ($F_{kt} = F_{min}$)

$$F_{kt} = l \sqrt{\frac{3\rho C\tau}{(a_{vh} + a_{tc})b_o}} \quad (3.28)$$

Theo biểu thức (3.24) ta tìm được mật độ dòng điện kinh tế:

$$J_{kt} = \frac{l}{F_{kt}} = \sqrt{\frac{(a_{vh} + a_{tc})b_o}{3\rho C\tau}} \quad (3.29)$$

Mật độ dòng điện kinh tế phụ thuộc vào những yếu tố sau:

- + Phụ thuộc vào chính sách khấu hao của nhà nước (a_{vh} , a_{tc}),
- + Phụ thuộc vào nhiệt độ của vùng khí hậu lắp đặt đường dây (ρ),
- + Phụ thuộc vào giá cả vật tư vật liệu (b_o),
- + Phụ thuộc vào giá tiền điện năng (c),
- + Phụ thuộc vào thời gian sử dụng công suất cực đại T_{max} ($\tau = f(T_{max})$).

Hiện nay, ở nước ta chưa có sự nghiên cứu đầy đủ để xác định J_{kt} .

Trong tính toán thiết kế có thể sử dụng giá trị J_{kt} cho trong bảng 3.2.

BẢNG 3.2. MẬT ĐỘ DÒNG ĐIỆN KINH TẾ, A/mm²

Dây dẫn	Thời gian sử dụng công suất cực đại, h/năm		
	Từ 1000 đến 3000	Từ 3000 đến 5000	Từ 5000 đến 8760
1. Dây dẫn trần và thanh góp bằng đồng	2,5	2,1	1,8
Dây dẫn trần và thanh góp bằng nhôm	1,3	1,1	1,0
2. Cáp cách điện giấy và dây bọc cách điện bằng cao su, nhựa tổng hợp có lõi bằng đồng	3,0	2,5	2,0
Cáp cách điện giấy và dây bọc cách điện bằng cao su, nhựa tổng hợp có lõi bằng nhôm	1,6	1,4	1,2
3. Cáp cách điện bằng cao su, nhựa tổng hợp có lõi bằng đồng	3,5	3,1	2,7
Áp cách điện bằng cao su, nhựa tổng hợp có lõi bằng nhôm	1,9	1,7	1,6

3.6.2. Phương pháp xác định mật độ dòng điện kinh tế theo tổng vốn đầu tư và tổn thất (Pháp)

Nguyên tắc của phương pháp này là xây dựng hàm tổng vốn đầu tư và hàm chi phí phụ thuộc cả vào tổn thất công suất lẫn tổn thất điện năng và so sánh trong cả vòng đời của dự án chứ không tính theo chi phí tính toán hàng năm, việc so sánh tính toán xác định mật độ dòng điện kinh tế J_{kt} thông qua việc tìm giá trị cực tiểu hàm tổng vốn đầu tư và tổng chi phí trong suốt thời gian hoạt động của dự án. Hàm này gọi tắt là hàm tổng vốn đầu tư và chi phí tổn thất.

3.6.2.1. Chi phí cho tổn thất công suất và tổn thất điện năng

Tổn thất công suất, điện năng trong lưới điện gây ra hai loại chi phí:

– Chi phí đầu tư trước hạn cho lượng công suất tăng thêm của nguồn điện để bù vào tổn thất công suất trong giờ cao điểm.

– Chi phí cho tổn thất điện năng trong lưới.

Giả thiết, chế độ max của đường dây trùng với chế độ max của hệ thống điện, chi phí cho tổn thất công suất và tổn thất điện năng được viết dưới dạng:

$$Y = C_p \Delta P_{\max} + C_A \cdot \Delta A = C_p \Delta P_{\max} + C_A \Delta P_{\max} \tau \quad (3.30)$$

$$Y = \Delta P_{\max} (C_p + C_A \tau) \quad (3.31)$$

Trong đó,

$\Delta P_{\max}$ – tổn thất công suất cực đại, kW;

C_p – giá thành tổn thất công suất, đ/kW;

C_A – giá thành tổn thất điện năng, đ/kWh;

τ – thời gian tổn thất công suất cực đại, h.

Đặt $\gamma = (C_p + C_A \tau)$ – hệ số chi phí cho tổn thất công suất và tổn thất điện năng, chi phí cho tổn thất được viết lại dưới dạng:

$$Y = \gamma \Delta P_{\max} \quad (3.32)$$

Như vậy, mỗi năm đều có một chi phí là Y_i cho đến cuối thời kỳ của dự án. Tổng chi phí trong cả vòng đời của dự án cần được quy đổi về giá trị hiện tại, trong đó có xét tới suất tăng trưởng công suất và lãi suất chiết khấu.

Lúc này, hàm tổng chi phí được viết dưới dạng:

$$Y = \Delta P_{\max} \sum_{t=1}^n \gamma (1+r)^{-t} \cdot (1+p)^{2t} = 3\rho I_{\max}^2 \frac{1}{F} H \quad (3.33)$$

Trong đó, $H = \sum_{t=1}^n (\gamma (1+r)^{-t} \cdot (1+p)^{2t})$ – chi phí tổn thất chung trong suốt thời gian phục vụ n năm của đường dây;

r – lãi suất chiết khấu của dự án phụ thuộc vào cơ cấu nguồn vốn có xét đến lạm phát (%).

p – suất tăng trưởng công suất, %.

3.6.2.2. Chi phí cho vốn đầu tư xây dựng

Đối với đường dây đã lựa chọn được cấp điện áp, vốn đầu tư cho xây dựng đường dây được viết dưới dạng hàm phụ thuộc tiết diện:

$$V = K + K' l + K'' l F \quad (3.34)$$

Trong đó,

V – vốn đầu tư cho đường dây, đ;

K – phần vốn đầu tư không phụ thuộc tiết diện (cột, xà, sứ, móng) đ;

K' – suất vốn đầu tư phụ thuộc chiều dài (khảo sát, dọn dẹp phát quang tuyến dây...) đ/km.

K'' – suất vốn đầu tư phụ thuộc chiều dài và tiết diện, đ/mm².km;

l – chiều dài đường dây, km.

F – tiết diện dây dẫn, mm².

3.6.2.3. Hàm tổng vốn đầu tư và chi phí tổn thất

Theo công thức (3.33) và (3.34), hàm tổng vốn đầu tư và chi phí tổn thất được viết dưới dạng:

$$V_T = K + K' l + K'' l F + 3 \rho I_{\max}^2 \frac{l}{F} H \quad (3.35)$$

Theo quy tắc Kelvin "khi dây dẫn có tiết diện tối ưu, phần giá cả phụ thuộc vào tiết diện dây dẫn bằng chi phí hiện thời hoá do tổn thất công suất và tổn thất điện năng trong đời sống của đường dây".

Lấy đạo hàm V_T theo F theo điều kiện tối ưu Kelvin ta được:

$$\frac{\partial V_T}{\partial F} = K'' l - \frac{3 I_{\max}^2 \rho l H}{F^2} \quad (3.36)$$

Tiết diện kinh tế:

$$F_{KT} = I_{\max} \sqrt{\frac{3 \rho H}{K''}} \quad (3.37)$$

3.6.2.4. Mật độ dòng điện kinh tế

Mật độ dòng điện kinh tế được xác định theo:

$$J_{kt} = \frac{I_{\max}}{F_{kt}} = \sqrt{\frac{K''}{3 \rho H}} \quad (3.38)$$

Từ (3.38) nhận thấy: J_{kt} chỉ phụ thuộc vào K'' , ρ và H . Trong đó, H lại phụ thuộc vào $\tau = f(T_{\max}, \cos \varphi)$ nên phụ thuộc vào $T_{\max}$.

Do đó các biểu thức F_{kt} , J_{kt} được biểu thị qua $T_{\max}$ và ρ khi V , ρ , τ gọi là hằng số có dạng:

$$F_{kt} = \rho \sqrt{A T_{\max}^2 + B} \quad (3.39)$$

$$J_{kt} = \frac{h}{\sqrt{A T_{\max}^2 + B}} \quad (3.40)$$

Trong đó, A , B và h là các hằng số, xem bảng (3.3).

BẢNG 3.3. GIÁ TRỊ F_{kt} , J_{kt} CỦA PHÁP DÙNG CHO LƯỚI TRUNG, HẠ ÁP

Lưới	Lưới trung áp thành phố cấp AL	Lưới trung áp nông thôn dây AMELEC	Lưới hạ áp thành phố cấp AL	Lưới hạ áp nông thôn cáp vặn xoắn AL
F_{kt} , mm ²	$\rho \sqrt{74 T_{\max}^2 + 889}$	$\rho \sqrt{165 T_{\max}^2 + 413}$	$\rho \sqrt{0,54 T_{\max}^2 + 1,48}$	$\rho \sqrt{0,35 T_{\max}^2 + 1}$
P	(MW)	(MW)	(kW)	(kW)
J_{kt} , A/mm ²	$\frac{32,08}{\sqrt{74 T_{\max}^2 + 889}}$	$\frac{32,08}{\sqrt{165 T_{\max}^2 + 413}}$	$\frac{1,69}{\sqrt{0,54 T_{\max}^2 + 1,48}}$	$\frac{32,08}{\sqrt{0,36 T_{\max}^2 + 1}}$
$\rho \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{km}}$	29	33	29	29

3.7. CÁC VÍ DỤ TÍNH TOÁN ÁP DỤNG

3.7.1. Ví dụ tính theo thời gian thu hồi vốn đầu tư theo tiêu chuẩn

Giả thiết có 2 phương án I và II có vốn đầu tư và chi phí như sau:

Phương án 1 có vốn đầu tư $K_I = 100.10^6$ đ, chi phí $C_I = 25.10^6$ đ.

Phương án 2 có vốn đầu tư $K_{II} = 75.10^6$ đ, chi phí $C_{II} = 31,5.10^6$ đ

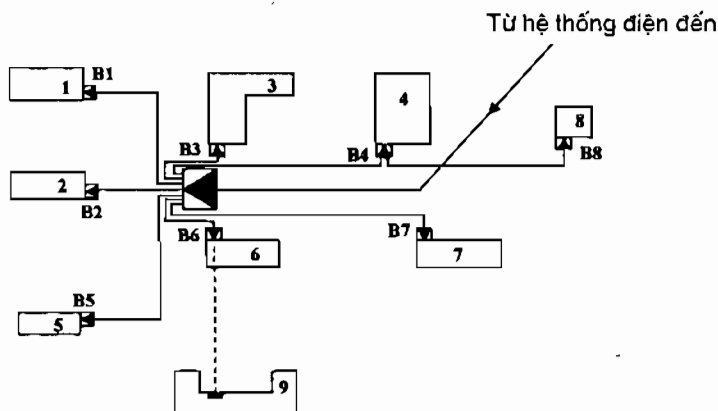
Theo công thức (3.6) tính:

$$T = \frac{K_I - K_{II}}{C_{II} - C_I} = \frac{(100 - 75).10^6}{(31,5 - 25).10^6} = \frac{25}{6,5} = 3,85 \text{ năm}$$

So sánh với $T_{tc} = 8$ năm $T = 3,5 < T_{tc} = 8$, chứng tỏ phương án I tốt hơn phương án II, ta chọn phương án I.

3.7.2. Ví dụ tính theo cực tiểu hàm chi phí tính toán

Để cung cấp điện cho một xí nghiệp công nghiệp, ta vạch ra 4 phương án cung cấp điện theo hình 3.3 đến hình 3.6.



Hình 3.3. Phương án cung cấp điện 1

Việc so sánh lựa chọn phương án tối ưu được tiến hành theo phương pháp cực tiểu hàm chi phí tính toán:

$$Z = (a_{vh} + a_{tc})K + C\Delta A \rightarrow \min$$

Trong đó: a_{vh} – hệ số khấu hao cho vận hành, $a_{vh} = 0,1$;

a_{tc} – hệ số thu hồi vốn đầu tư tiêu chuẩn, $a_{tc} = 0,125$ với $T_{tc} = 8$ năm;

K – tổng vốn đầu tư cho trạm biến áp (hoặc trạm phân phối) và đường dây;

C – giá tiền tổn thất điện năng, $C = 1000$ đ/kWh;

ΔA – tổn thất điện năng hàng năm trong mạch biến áp và đường dây, kWh.

Trong tính toán vốn đầu tư áp dụng các công thức sau:

– Vốn đầu tư mua máy biến áp:

$$K_B = n \cdot k_B$$

Trong đó, K_B – tiền mua máy biến áp, đ;

k_B – đơn giá mua máy biến áp đ/máy;

n – số lượng máy biến áp;

– Vốn đầu tư mua dây dẫn và cáp:

$$K_D = l \cdot k_D$$

Trong đó, K_D – tiền mua dây dẫn và cáp, đ/km;

k_D – đơn giá mua dây và cáp, đ/km;

l – Chiều dài đoạn đường dây, km;

– Vốn đầu tư mua máy cắt điện:

$$K_{MC} = m \cdot k_{MC}$$

Trong đó, K_{MC} – tiền mua máy cắt điện, đ;

k_{MC} – đơn giá mua máy cắt điện, đ/bộ;

m – số bộ máy cắt điện.

Việc lựa chọn số lượng, dung lượng máy biến áp và lựa chọn tiết diện dây dẫn và cáp được thực hiện theo các công thức trình bày trong chương 6.

Việc tính tổn thất công suất, tổn thất điện năng trong máy biến áp và trên đường dây áp dụng theo các công thức trình bày trong chương 5.

– Tổn thất công suất trên các đoạn đường dây:

$$\Delta P_D = \frac{S_D^2}{U^2} \cdot R_D$$

Trong đó, S_D – công suất truyền trên đoạn đường dây;

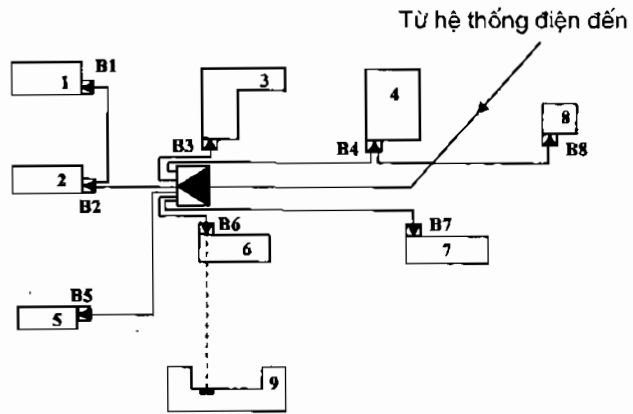
R_D – điện trở của đoạn đường dây đó;

U – điện áp định mức của đường dây;

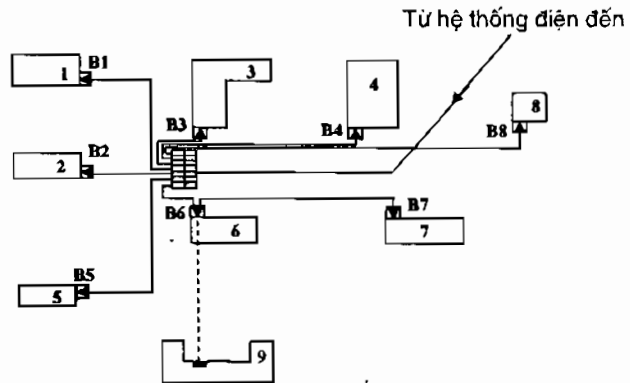
– Tổn thất điện năng trên đường dây;

$$\Delta A_D = \Delta P_D \cdot \tau$$

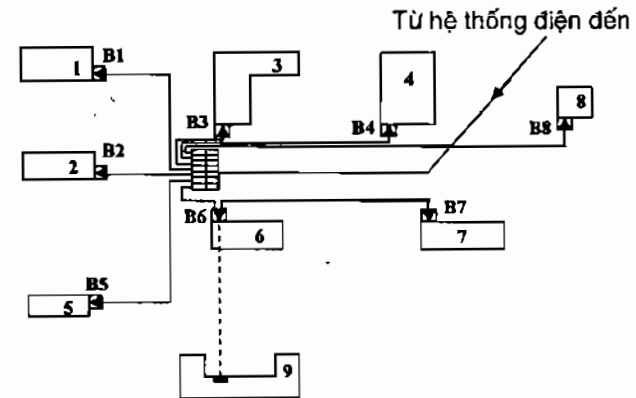
– Tổn thất điện năng trong máy biến áp:



Hình 3.4. Phương án cung cấp điện 2



Hình 3.5. Phương án cung cấp điện 3



Hình 3.6. Phương án cung cấp điện 4

$$\Delta A_B = n \Delta P_o \cdot t + \frac{\Delta P_N}{n} \left(\frac{S_{tt}}{S_{dmB}} \right)^2 \tau$$

Trong đó, ΔP_o , ΔP_N – tổn thất không tải và tổn thất ngắn mạch của máy biến áp;

S_{tt} – công suất truyền qua trạm biến áp;

S_{dmB} – công suất định mức của máy biến áp;

n – số lượng máy biến áp đặt trong trạm;

S_{tt} – công suất tính toán được xác định theo chương 2;

t – thời gian đóng máy biến áp, trong ví dụ, $t = 8760h$;

τ – thời gian tổn thất công suất cực đại, trong ví dụ, $\tau = 3410h$.

3.7.2.1. Tính toán cho phương án 1

Kết quả tính toán vốn đầu tư và tổn thất điện năng trong các trạm biến áp cho trong bảng 3.2, trên các đường dây bảng 3.3, vốn đầu tư mua máy cắt điện – bảng 3.4.

BẢNG 3.4. SỐ LIỆU BAN ĐẦU, KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VỐN ĐẦU TƯ VÀ TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG TRONG CÁC TRẠM BIẾN ÁP THEO PHƯƠNG ÁN 1

Tên trạm biến áp	S_m , kVA	S_{dmB} , kVA	Số lượng	Điện áp, kV	Đơn giá 10 ⁶ đ/máy	Thành tiền 10 ⁶ đ	ΔA_B , kWh
TBATG	4359,25	3200	2	35/10	332,64	665,28	78269,12
Trạm B1	1207,68	630	2	10/0,4	80,01	160,02	56926,9
Trạm B2	1209,86	630	2	10/0,4	80,01	160,02	57062,97
Trạm B3	611,73	320	2	10/0,4	47,355	94,71	35131,05
Trạm B4	679,2	400	2	10/0,4	52,92	105,84	36641,55
Trạm B5	521,5	320	2	10/0,4	47,355	94,71	28882,79
Trạm B6	274,4	160	2	10/0,4	30,555	61,11	18415,06
Trạm B7	504,5	320	2	10/0,4	47,355	94,71	27816,95
Trạm B8	117,48	100	2	10/0,4	24,885	49,77	8765,22
Tổng cộng						1486,17	347911,61

BẢNG 3.5. SỐ LIỆU BAN ĐẦU, KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VỐN ĐẦU TƯ VÀ TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG TRÊN CÁC ĐƯỜNG DÂY THEO PHƯƠNG ÁN 1

Đường cáp	F, mm ²	l, m	Đơn giá 10 ⁶ đ/km	Thành tiền 10 ⁶ đ	S_m , kVA	ΔP , kW
TBATG – B1	2(3x16)	70,54	123,12	17,4	1207,68	1,52
TBATG – B2	2(3x16)	37,16	123,12	9,2	1209,86	0,81
TBATG – B3	2(3x16)	41,34	123,12	10,2	611,73	0,23
TBATG – B4	2(3x16)	87,72	123,12	21,6	786,45	0,80
Trạm B4 – Trạm B8	2(3x16)	77,1	123,12	19,0	117,48	0,02
TBATG – B5	2(3x16)	84,8	123,12	20,9	521,5	0,33
TBATG – B6	2(3x16)	41,48	123,12	10,22	274,4	0,05
TBATG – B7	2(3x16)	105,34	123,12	25,94	504,5	0,395
B6 – Phòng thiết kế	4G35	72,06	39,42	2,84	108,4	0,014
Tổng cộng				137,3		4,169
Tổng tổn thất điện năng trên đường dây $\Delta A_D = \Delta P_D \cdot \tau = 14216,29kWh$						

BẢNG 3.6. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VỐN ĐẦU TƯ MUA MÁY CẮT ĐIỆN THEO PHƯƠNG ÁN 1

Vị trí đặt	Điện áp kV	Số lượng bộ	Đơn giá 10 ⁶ đ/bộ	Thành tiền 10 ⁶ đ
Đầu vào TBATG	35	2	160	320
Đầu ra TBATG và phân đoạn	10	3	120	360
Lộ ra đường dây từ TBATG	10	14	120	1680
Tổng cộng				2360

– Tổng vốn đầu tư theo phương án 1:

$$K_{\Sigma I} = K_{BI} + K_{DI} + K_{MCI} = 1486,17 + 137,3 + 2360 = 3983,5 \times 10^6 \text{ đồng}$$

– Tổng tổn thất điện năng theo phương án 1:

$$\Delta A_{\Sigma I} = \Delta A_{BI} + \Delta A_{DI} = 347911,61 + 14216,29 = 362127,90 \text{ kWh}$$

– Chi phí tính toán hàng năm theo phương án 1:

$$\begin{aligned} Z_I &= (a_{vh} + a_{ic})K_{\Sigma I} + C\Delta A_{\Sigma I} = (0,1 + 0,125)3983,5 \cdot 10^6 + 1000 \cdot 362127,90 \\ &= 896,2875 \cdot 10^6 + 362,1279 \cdot 10^6 = 1258,415 \cdot 10^6 \text{ đồng} \end{aligned}$$

3.7.2.2. Tính toán cho phương án 2

Kết quả tính toán vốn đầu tư và tổn thất điện năng trong các trạm biến áp cho trong bảng 3.7, trên các đường dây bảng 3.8, vốn đầu tư mua máy cắt điện bảng 3.9.

BẢNG 3.7. SỐ LIỆU BAN ĐẦU, KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VỐN ĐẦU TƯ VÀ TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG TRONG CÁC TRẠM BIẾN ÁP THEO PHƯƠNG ÁN 2

Tên trạm biến áp	S_{H1} kVA	S_{dmB1} kVA	Số lượng	Điện áp, kV	Đơn giá 10 ⁶ đ/máy	Thành tiền 10 ⁶ đ	ΔA_{B1} kWh
TBATG	4349,23	3200	2	35/10	332,64	665,28	78269,12
Trạm B1	1207,68	630	2	10/0,4	80,01	160,02	56926,9
Trạm B2	1209,86	630	2	10/0,4	80,01	160,02	57062,97
Trạm B3	611,73	320	2	10/0,4	47,355	94,71	35131,05
Trạm B4	679,2	400	2	10/0,4	52,92	105,84	36641,55
Trạm B5	521,5	560	1	10/0,4	68,775	68,775	23641,63
Trạm B6	274,4	320	1	10/0,4	47,355	47,355	15344,14
Trạm B7	504,5	320	2	10/0,4	47,355	94,71	27816,95
Trạm B8	117,48	100	2	10/0,4	24,885	49,77	8765,22
Tổng cộng						1486,17	339589,53

BẢNG 3.8. SỐ LIỆU BAN ĐẦU, KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VỐN ĐẦU TƯ VÀ TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG TRÊN CÁC ĐƯỜNG DÂY THEO PHƯƠNG ÁN 2

Đường cáp	F, mm ²	l, m	Đơn giá 10 ⁶ đ/m	Thành tiền 10 ⁶ đ	S _{tr} , kVA	Δ P, kW
Trạm BATG – B2	2(3x35)	37,16	169,56	12,60	2417,54	1,5
Trạm B2 – Trạm B1	2(3x16)	63,62	123,12	15,66	1207,68	1,37
Trạm BATG –B3	2(3x16)	41,34	123,12	10,20	611,73	0,23
Trạm BATG –B4	2(3 x16)	87,72	123,12	21,6	786,45	0,80
Trạm B4 – Trạm B8	2(3 x16)	77,1	123,12	19,0	117,48	0,02
Trạm BATG –B5	(3 x16)	84,4	123,12	10,4	521,5	0,33
Trạm BATG –B6	(3 x16)	41,48	123,12	5,11	274,4	0,05
Trạm BATG – trạm B7	2(3 x16)	105,34	123,12	25,94	504,5	0,4
Trạm B6 – P. thiết kế	4G35	72,06	39,42	2,85	108,4	0,014
Tổng cộng				123,56		4,714
Tổng tổn thất điện năng trên đường dây $\Delta A_D = \Delta P_D \cdot \tau = 16074,74 \text{ kWh}$						

BẢNG 3.9. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VỐN ĐẦU TƯ MUA MÁY CẮT ĐIỆN THEO PHƯƠNG ÁN 2

Vị trí đặt	Điện áp kV	Số lượng bộ	Đơn giá 10 ⁶ đ/bộ	Thành tiền 10 ⁶ đ
Đầu vào TBATG	35	2	160	320
Đầu ra TBATG và phân đoạn	10	3	120	360
Lộ ra đường dây từ TBATG	10	10	120	1200
Tổng cộng				1880

– Tổng vốn đầu tư theo phương án 2:

$$K_{\Sigma 2} = K_{R2} + K_{D2} + K_{MC2} = 1486,17 + 123,56 + 1880 = 3489,73 \cdot 10^6 \text{ đồng}$$

– Tổng tổn thất điện năng theo phương án 2:

$$\Delta A_{\Sigma 2} = \Delta A_{B2} + \Delta A_{D2} = 339589,53 + 16074,74 = 355664,27 \text{ kWh}$$

– Chi phí tính toán hàng năm theo phương án 2:

$$\begin{aligned} Z_2 &= (a_{vh} + a_{ic})K_{\Sigma 2} + C\Delta A_{\Sigma 2} = (0,1 + 0,125)3489,73 \cdot 10^6 + 1000 \cdot 355664,27 \\ &= 785,1893 \cdot 10^6 + 355,6643 \cdot 10^6 = 1140,854 \cdot 10^6 \text{ đồng} \end{aligned}$$

3.7.2.3. Tính toán cho phương án 3

Kết quả tính toán vốn đầu tư và tổn thất điện năng trong các trạm biến áp cho trong bảng 3.10, trên các đường dây bảng 3.11, vốn đầu tư mua máy cắt điện bảng 3.12.

BẢNG 3.10. SỐ LIỆU BAN ĐẦU, KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VỐN ĐẦU TƯ VÀ TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG TRONG CÁC TRẠM BIẾN ÁP THEO PHƯƠNG ÁN 3

Tên trạm biến áp	S_{th} , kVA	$S_{đmB}$, kVA	Số lượng	Điện áp, kV	Đơn giá 10 ⁶ đ/máy	Thành tiền 10 ⁶ đ	ΔA_e , kWh
Trạm B1	1207,68	630	2	35/0,4	100,275	200,55	60807,98
Trạm B2	1209,86	630	2	35/0,4	100,275	200,55	60948,57
Trạm B3	611,73	320	2	35/0,4	57,12	114,24	38016,31
Trạm B4	679,2	400	2	35/0,4	63,735	127,47	38731,37
Trạm B5	521,5	320	2	35/0,4	83,055	166,11	31410,52
Trạm B6	274,4	160	2	35/0,4	40,425	80,85	20218,47
Trạm B7	504,5	320	2	35/0,4	57,12	114,24	30283,7
Trạm B8	117,48	100	2	35/0,4	34,44	68,88	10250,04
Tổng cộng						1072,89	290666,96

BẢNG 3.11. SỐ LIỆU BAN ĐẦU, KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VỐN ĐẦU TƯ VÀ TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG TRÊN CÁC ĐƯỜNG DÂY THEO PHƯƠNG ÁN 3

Đường cáp	F, mm ²	l, m	Đơn giá 10 ⁶ đ/m	Thành tiền 10 ⁶ đ	S_{th} , kVA	ΔP , kW
Trạm PPTT – Trạm B1	2(3x50)	72,86	410,4	59,80	1207,68	0,043
Trạm PPTT – Trạm B2	2(3x50)	37,16	410,4	30,50	1209,86	0,022
Trạm PPTT – Trạm B3	2(3x50)	37,36	410,4	30,66	611,73	0,0055
Trạm PPTT – Trạm B4	2(3x50)	89,2	410,4	73,22	679,2	0,017
Trạm PPTT – Trạm B5	2(3x50)	85,52	410,4	70,18	521,5	0,009
Trạm PPTT – Trạm B6	2(3x50)	33	410,4	27,08	274,4	0,0009
Trạm B6 – Trạm B7	2(3x50)	84,32	410,4	69,20	504,5	0,008
Trạm PPTT – Trạm B8	2(3x50)	145,94	410,4	119,78	117,48	0,0008
Trạm B6 – P. Thiết kế	4G35	67,92	39,42	27,87	108,4	2,5
Tổng cộng				508,29		2,6062
Tổng tổn thất điện năng trên đường dây: $\Delta A_D = \Delta P_D \cdot \tau = 8887,142 \text{ kWh}$						

BẢNG 3.12. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VỐN ĐẦU TƯ MUA MÁY CẮT ĐIỆN THEO PHƯƠNG ÁN 3

Vị trí đặt	Điện áp kV	Số lượng bộ	Đơn giá 10 ⁶ đ/bộ	Thành tiền 10 ⁶ đ
Đầu vào TPPTG và phân đoạn	35	3	160	380
Các lộ ra từ TPPTG	35	14	160	2240
Tổng cộng				2620

– Tổng vốn đầu tư theo phương án 3:

$$K_{\Sigma 3} = K_{B3} + K_{D3} + K_{MC3} = 1072,89 + 508,29 + 2620 = 4201,18.10^6 \text{ đồng}$$

– Tổng tổn thất điện năng theo phương án 3:

$$\begin{aligned} \Delta A_{\Sigma 3} &= \Delta A_{RE3} + \Delta A_{DE3} \\ &= 290666,96 + 8887,14 = 299554,10 \text{ kWh} \end{aligned}$$

– Chi phí tính toán hằng năm theo phương án 3:

$$Z_3 = (a_{vh} + a_{lc})K_{\Sigma 3} + CAA_{\Sigma 3} = (0,1 + 0,125)4201,18.10^6 + 1000.299554,10 \\ = 945,2655.10^6 + 299,5541.10^6 = 1244,82.10^6 \text{ đồng}$$

3.7.2.4. Tính toán cho phương án 4

Kết quả tính toán vốn đầu tư và tổn thất điện năng trong các trạm biến áp cho trong bảng 3.13, trên các đường dây bảng 3.14, vốn đầu tư mua máy cắt điện bảng 3.15.

BẢNG 3.13. SỐ LIỆU BAN ĐẦU, KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VỐN ĐẦU TƯ VÀ TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG TRONG CÁC TRẠM BIẾN ÁP THEO PHƯƠNG ÁN 4

Tên trạm biến áp	S_n , kVA	$S_{đmB}$, kVA	Số lượng	Điện áp, kV	Đơn giá 10^6 đ/máy	Thành tiền 10^6 đ	ΔA_B , kWh
Trạm B1	1207,68	630	2	35/0,4	100,275	200,55	60807,98
Trạm B2	1209,86	630	2	35/0,4	100,275	200,55	60948,57
Trạm B3	611,73	320	2	35/0,4	57,12	114,24	38061,31
Trạm B4	679,2	400	2	35/0,4	63,735	127,47	38731,37
Trạm B5	521,5	320	2	35/0,4	57,12	114,24	31410,52
Trạm B6	274,4	320	1	35/0,4	57,12	57,12	16649,09
Trạm B7	504,5	320	2	35/0,4	57,12	114,24	30283,7
Trạm B8	117,48	100	2	35/0,4	34,44	68,88	10250,04
Tổng cộng						997,29	287142,58

BẢNG 3.14. SỐ LIỆU BAN ĐẦU, KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VỐN ĐẦU TƯ VÀ TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG TRÊN CÁC ĐƯỜNG DÂY THEO PHƯƠNG ÁN 4

Đường cáp	F, mm ²	l, m	Đơn giá 10^6 đ/m	Thành tiền 10^6 đ	S_n , kVA	ΔP , kW
Trạm PPTT– Trạm B1	2(3x50)	72,86	410,4	59,80	1207,68	0,043
Trạm PPTT – Trạm B2	2(3x50)	37,16	410,4	30,50	1209,86	0,022
Trạm PPTT – Trạm B3	2(3x50)	37,36	410,4	30,66	611,73	0,0055
Trạm PPTT – Trạm B4	2(3x50)	89,2	410,4	73,22	679,2	0,017
Trạm PPTT – Trạm B5	(3x50)	85,52	410,4	70,18	521,5	0,009
Trạm PPTT – Trạm B6	2(3x50)	33	410,4	13,54	274,4	0,0009
Trạm PPTT– Trạm B7	2(3x50)	98,24	410,4	80,64	504,5	0,01
Trạm PPTT – Trạm B8	2(3x50)	145,94	410,4	119,78	117,48	0,0008
Trạm B6 – P. Thiết kế	4G35	67,92	39,42	27,87	108,4	2,5
Tổng cộng				435,85		2,6082
Tổng tổn thất điện năng trên đường dây $\Delta A_D = \Delta P_D \cdot \tau = 8893,962 \text{ kWh}$						

BẢNG 3.15. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VỐN ĐẦU TƯ MUA MÁY CẮT ĐIỆN THEO PHƯƠNG ÁN 4

Vị trí đặt	Điện áp, kV	Số lượng, bộ	Đơn giá 10 ⁶ đ/bộ	Thành tiền 10 ⁶ đ
Đầu vào TPPTG và phân đoạn	35	3	160	380
Các lộ ra từ TPPTG	35	15	160	2400
Tổng cộng				2780

– Tổng vốn đầu tư theo phương án 4:

$$K_{\Sigma 4} = K_{B4} + K_{D4} + K_{MC4} = 997,29 + 435,85 + 2780 = 4213,14.10^6 \text{ đồng}$$

– Tổng tổn thất điện năng theo phương án 4:

$$\Delta A_{\Sigma 4} = \Delta A_{B\Sigma 4} + \Delta A_{D\Sigma 4} = 287142,58 + 8893,96 = 296036,54 \text{ kWh}$$

– Chi phí tính toán hằng năm theo phương án 4:

$$\begin{aligned} Z_4 &= (a_{vh} + a_k)K_{\Sigma 4} + C\Delta A_{\Sigma 4} = (0,1 + 0,125)4213,14.10^6 + 1000.296036,54 \\ &= 947,9565.10^6 + 296,0365.10^6 = 1243,993.10^6 \text{ đồng} \end{aligned}$$

BẢNG 3.16. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ – KỸ THUẬT CỦA CÁC PHƯƠNG ÁN

Phương án	Vốn đầu tư 10 ⁶ đ	Chi phí tổn thất điện năng kWh	Chi phí tính toán hằng năm đ/năm
Phương án 1	3983,50	362127,90	1258,415
Phương án 2	3489,73	355664,27	1140,854
Phương án 3	4201,18	299554,10	1244,820
Phương án 4	4213,14	296036,54	1243,993

Phương án 3 có chi phí tính toán hằng năm nhỏ nhất, ta chọn phương án 3.

3.7.3. Ví dụ tính toán theo đánh giá các dự án đầu tư

Cho một lưới điện cấp huyện, sau một số năm phục vụ, đến nay cần quy hoạch thiết kế cải tạo và nâng cấp để đáp ứng nhu cầu phát triển của phụ tải trong tương lai. Sau khi tính toán minh chứng về mặt kỹ thuật, nhận rõ ưu, nhược điểm của lưới điện hiện trạng, tiến hành vạch các phương án nâng cấp và cải tạo lại lưới điện.

Việc cải tạo lại lưới điện có thể thực hiện theo các cách:

– Đối với đường dây, tăng tiết diện dây, tách mạch, tạo mạch song song, làm thêm mạch mới, tạo mạch vòng, nâng cấp điện áp...

– Đối với trạm biến áp: nâng công suất trạm (đặt thêm máy biến áp) xây dựng thêm trạm biến áp mới, nâng cấp điện áp (thay các máy biến áp)...

Sau khi tính toán về mặt kỹ thuật, đề xuất được hai phương án cải tạo. Tính toán so sánh kinh tế, kỹ thuật để lựa chọn phương án có thể chấp nhận được.

Các số liệu tính toán về mặt kỹ thuật của hai phương án được cho trong các bảng số liệu được trình bày dưới đây.

Dự kiến công trình hoạt động trong 25 năm tính từ năm 2015, đáp ứng nhu cầu phát triển của phụ tải. Dự báo điện năng tiêu thụ được trình bày trong bảng 3.17.

BẢNG 3.17. SẢN LƯỢNG ĐIỆN NĂNG TIÊU THỤ GIAI ĐOẠN 2015 – 2030
(theo tốc độ tăng trưởng của khu vực: 16,64%/năm)

Năm	Lượng điện năng tiêu thụ (10 ³ kWh)	Năm	Lượng điện năng tiêu thụ (10 ³ kWh)
2005	12,086	2018	56,331
2006	14,097	2019	56,331
2007	16,442	2020	56,331
2008	19,178	2021	56,331
2009	22,370	2022	56,331
2010	26,092	2023	56,331
2011	30,434	2024	56,331
2012	35,497	2025	56,331
2013	41,405	2026	56,331
2014	48,294	2027	56,331
2015	56,331	2028	56,331
2016	56,331	2029	56,331
2017	56,331	2030	56,331

Trước khi phân tích đánh giá các phương án về phương diện kinh tế – tài chính ta điểm lại một số phương pháp đánh giá và lựa chọn phương pháp đánh giá thích hợp có tính chất đặc thù riêng khi tính toán thiết kế hệ thống cung cấp điện.

3.7.3.1. Các phương pháp phân tích kinh tế – tài chính áp dụng cho việc lựa chọn phương án thiết kế cải tạo hệ thống cung cấp điện

Có 3 phương pháp đánh giá kinh tế thường được sử dụng: phương pháp đánh giá tĩnh, phương pháp đánh giá động, phương pháp đánh giá xác suất.

Hiện nay phương pháp đánh giá động thường được sử dụng để lựa chọn các phương án quy hoạch nguồn và lưới điện của nhiều nước, bởi nó tính đến sự thay đổi theo thời gian của vốn. Nhờ vậy việc đánh giá kinh tế tin cậy hơn. Phương pháp đánh giá động bao gồm: Phương pháp giá trị tương đương, phương pháp hệ số hoàn vốn nội tại, phương pháp thời gian thu hồi vốn đầu tư.

a) Phương pháp giá trị tương đương

Theo phương pháp này dòng tiền tệ của dự án trong suốt thời gian thực hiện dự án có thể được biến đổi thành: giá trị hiện tại (NPV), giá trị tương lai (NFV), hoặc giá trị quy đổi hằng năm (AV).

– Phương pháp tính giá trị hiện tại NPV.

Trong các phương pháp loại trừ nhau, phương án nào có NPV lớn nhất sẽ là phương án có lợi nhất.

$$\max NPV_j = \sum_{i=1}^n \left[B_j \left(\frac{P}{F_n} \right) \right] - \left[(C_j + K_j) \left(\frac{P}{F_n} \right) \right]$$

hoặc

$$\max NPV_j = \sum_{i=1}^n \left[(B_j - C_j - K_j) \left(\frac{P}{F_n} \right) \right]$$

– Phương pháp giá trị tương lai NFV.

Trong phương pháp này, ta thực hiện việc tính đổi mọi khoản thu chi của dự án về một mốc thời gian nào đó trong tương lai, thường là cuối thời kỳ phân tích, phương án tốt nhất sẽ là phương án có NFV lớn nhất.

$$\max NFV_j = \sum_{i=1}^n \left[(B_{jt} - C_{jt} - K_{jt}) \left(\frac{P}{F_n} \right) \right]$$

– Phương pháp giá trị quy đổi hằng năm.

Phương pháp giá trị quy đổi hằng năm biến đổi tổng thu, tổng chi trong suốt thời gian phân tích dự án thành chuỗi dòng tiền tệ phân bố đều hằng năm. Tiêu chuẩn để lựa chọn phương án tối ưu theo phương pháp này:

$$\max AV_j = \sum_{i=1}^n \left[(B_{jt} - C_{jt} - K_{jt}) \left(\frac{P}{F_n} \right) \right] \cdot \left(\frac{A}{P_m} \right)$$

Khi các phương án có thu nhập giống nhau thì tiêu chuẩn cực đại giá trị hiện tại có thể chuyển thành cực tiểu giá trị hiện tại của chi phí:

$$\max AV_j = \sum_{i=1}^n \left[(C_{jt} + K_{jt}) \left(\frac{P}{F_n} \right) \right] \cdot \left(\frac{A}{P_m} \right)$$

Đây là phương pháp thích hợp để giải các phương án có tuổi thọ khác nhau.

Trong các công thức:

- B_{jt} – thu nhập của phương án j trong năm t;
- C_{jt} – chi phí vận hành của phương án j trong năm t;
- K_{jt} – vốn đầu tư của phương án j trong năm t;
- n – thời gian hoạt động (tuổi thọ) của phương án j;
- r – lãi suất hoặc hệ số chiết khấu.

b) Phương pháp tỷ số hoàn vốn nội tại IRR

Tỷ số hoàn vốn nội tại IRR là một tỷ số được dùng phổ biến hiện nay.

IRR tìm được một cách gần đúng theo biểu thức:

$$IRR = r_1 + (r_2 - r_1) \frac{NPV_1}{NPV_1 + |NPV_2|}$$

Trong đó, r_1 – hệ số chiết khấu ứng với NPV_1 lớn hơn hoặc gần bằng 0;

r_2 – hệ số chiết khấu ứng với NPV_2 nhỏ hơn hoặc gần bằng 0;

Phương pháp này dùng so sánh trực tiếp giữa các phương án với nhau khi hệ số hoàn vốn nội tại chuẩn r_0 đã được biết trước, $IRR > r_0$.

Phương pháp được chấp nhận là phương án nào có IRR lớn hơn.

Khi so sánh các phương án cần tuân theo các nguyên tắc sau:

– Chỉ so sánh các phương án đã được chấp nhận về mặt kinh tế ($IRR > 0$).

– Tiêu chuẩn để lựa chọn phương án có vốn đầu tư lớn hơn nếu gia số vốn đầu tư được chấp nhận (nghĩa là $IRR(\Delta) > 0$). Cần lưu ý rằng trong thủ tục phân tích gia số mỗi lần chỉ so sánh hai phương án.

c) Phương pháp thời gian thu hồi vốn đầu tư T_p

Thời gian thu hồi vốn đầu tư T_p là một chỉ số hiệu quả kinh tế đơn giản và được sử dụng tương đối phổ biến khi phân tích dự án đầu tư. Có thể hiểu một cách đơn giản T_p là số năm cần thiết để tổng thu nhập dòng hằng năm có thể đủ hoàn lại vốn đầu tư ban đầu với mức thu lợi $r_0\%$ nào đó. T_p được xác định theo đẳng thức:

$$K + \sum_{i=1}^n CF_i \left(\frac{P}{F_{r\%T_p}} \right) = 0$$

Trong đó, K – vốn đầu tư

CF_t – dòng tiền của dự án ở năm thứ t

Để xác định T_p ta lập bảng kết toán và tính lặp dần cho đến năm thứ T nào đó đẳng thức trên được thực hiện, lúc đó $T_p = T$.

Để lựa chọn phương án tối ưu, ở đây ta tiến hành đánh giá các phương án được lựa chọn theo chỉ tiêu NPV.

Để tính toán ta chọn:

- Hệ số chiết khấu $r\% = 10\%/năm$
- Thời gian hoạt động của dự án $n = 25$ năm
- C_t – hàm tổng chi phí bao gồm: vốn đầu tư (K_x), chi phí cho tổn thất điện năng trong lưới và chi phí vận hành hằng năm ($Z_{năm}$).
- Chi phí vận hành hằng năm lấy bằng 2% vốn đầu tư ban đầu;
- B_t – doanh thu bán điện, xác định theo công thức:
 $B_t = (\text{sản lượng điện năng tiêu thụ}) \times (\text{giá bán điện} - \text{giá mua điện})$
- Sản lượng tiêu thụ điện hằng năm của cả hai phương án là như nhau (bảng 3.17).
- Giả thiết giá bán điện và giá mua điện không thay đổi trong quá trình thực hiện dự án.
- Quá trình cải tạo nâng cấp được tiến hành trong khoảng thời gian từ 2005 – 2015. Sau năm 2015 công trình được đưa vào khai thác toàn bộ và ổn định, lượng điện năng tiêu thụ không thay đổi cho tới năm 2030.

Các phương án, hình thức cải tạo, nâng cấp hoặc xây dựng mới cũng như những thời điểm cải tạo, nâng cấp hoặc xây dựng mới đã được chỉ ra trong giai đoạn tính toán kỹ thuật, ở đây chỉ xét phần đánh giá các chỉ tiêu kinh tế của các phương án.

3.7.3.2. Đánh giá chỉ tiêu kinh tế của phương án 1

- Tính vốn đầu tư và chi phí vận hành.
- + Vốn đầu tư cải tạo nâng cấp các trạm biến áp và xây dựng mới các trạm biến áp theo từng giai đoạn cho trong bảng 3.18 và bảng 3.19. Trong đó, vốn đầu tư cải tạo – $4,9.10^6$ đồng/kVA.
- + Vốn đầu tư cải tạo nâng cấp và xây dựng mới các lộ đường dây cho trong bảng 3.20 và bảng 3.21.
- + Chi phí vận hành.

$$K_x = \sum_{2005}^{2030} K_t = 113.346.875 \times 10^6 \text{ đồng}$$

$$Z_{\text{vốn}} = \frac{2K}{25.100} = \frac{2.113346875}{25.100} \cdot 10^6 = 90,677 \cdot 10^6 \text{ đồng}$$

BẢNG 3.18. VỐN ĐẦU TƯ CẢI TẠO NÂNG CẤP TRẠM BIẾN ÁP THEO PHƯƠNG ÁN 1

Năm	Dung lượng (kVA)	Thành tiền (10 ⁶ đ)
2005	3600	17640
2007	810	3969
2008	500	2450
2009	500	2450
2010	570	2793
2011	2070	10143
2012	2160	10584
2013	970	4753
2014	785	3846,5
2015	570	2793

BẢNG 3.19. VỐN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG MỚI TRẠM BIẾN ÁP THEO PHƯƠNG ÁN 1

Năm	Dung lượng (kVA)	Thành tiền (10 ⁶ đ)
2005	1040	7280
2006	430	3010
2007	570	3990
2008	1250	8750
2010	160	1120
2011	1220	8540
2012	2335	16345

Trong đó, suất vốn đầu tư cho cải tạo – 4,9.10⁶ đồng/kVA.

Suất vốn đầu tư cho xây dựng mới – 7.10⁶ đồng/kVA.

BẢNG 3.20. VỐN ĐẦU TƯ CẢI TẠO ĐƯỜNG DÂY THEO PHƯƠNG ÁN 1

Năm	Loại dây	Chiều dài (km)	Thành tiền (10 ⁶ đồng)
2005	AC – 95	6,75	202,5
2005	AC – 150	2,85	171,0
2008	AC – 120	13,84	622,5

BẢNG 3.21. VỐN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG MỚI ĐƯỜNG DÂY THEO PHƯƠNG ÁN 1

Năm	Loại dây	Chiều dài (km)	Thành tiền (10 ⁶ đồng)
2010	AC – 95	3,32	381,8
2010	AC – 120	13,835	2144,5
2010	AC – 150	0,85	131,75

Trong đó, suất vốn đầu tư cho cải tạo đường dây:

AC – 95 – 30.10⁶ đồng/km, AC – 120 – 45.10⁶ đồng/km,

AC – 150 – 60.10⁶ đồng/km;

Suất vốn đầu tư cho xây dựng mỗi đường dây:

AC – 95–115.10⁶đồng/km;

AC – 120 và AC – 150 – 155.10⁶ đồng/km

+ Tính tổn thất điện năng: Theo kết quả tính toán kỹ thuật cho biết $\Delta A\% = 3,5\%$
Tổn thất điện năng theo từng năm được xác định theo:

$$\Delta A_t = \Delta A\% \cdot A_t$$

+ Tính chi phí: $C_t = Z_{vh} + Z_t + V_t + K_t$

Trong đó: V_t – vốn đầu tư vào năm thứ t;

K_t – chi phí mua điện vào năm thứ t:

$$K_t = A_t \cdot C_m$$

C_m – giá mua điện tại thanh cái $C_m = 500$ đồng/kWh;

A_t – sản lượng điện năng tại năm thứ t

Z_t – chi phí cho tổn thất kỹ thuật (tổn thất điện năng), tại năm thứ t,

$$Z_t = \Delta A_t \cdot C_m$$

BẢNG 3.22. KẾT QUẢ TÍNH NPV CHO PHƯƠNG ÁN 1

n	Sản lượng 10 ⁶ kWh	Doanh thu	C _t			B _t – C _t (10 ⁶ đ)	(1+r) ^{-t}	NPV (10 ⁶ đ)
			Tổn thất	K _t	Z _{năm}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	12,086	30215,00	317,258	25749	20,5592	41281,83	1	41281,83
1	14,097	35242,50	370,046	3010	2,408	31860,04	0,9090	28960,78
2	16,442	41050,00	431,602	7959	6,3672	32708,03	0,8262	27023,37
3	19,178	47945,00	503,442	11371	9,0968	36061,48	0,7510	27082,17
4	22,370	55925,00	587,212	2450	1,96	52885,82	0,6827	36105,15
5	26,092	65230,00	684,915	6986,03	5,58882	57553,47	0,6206	35717,68
6	30,434	76085,00	798,893	18683	14,9464	56588,16	0,5641	31921,38
7	35,497	88742,50	931,796	26929	21,5432	60860,16	0,5127	31203,00
8	41,405	103512,50	1086,88	4753	3,8024	97688,81	0,4661	45523,43
9	48,294	120735,00	1267,781	3846,5	3,0772	115617,64	0,4237	48987,19
10	56,331	140827,50	1478,689	2793	2,2344	136553,57	0,3851	52586,78
11	56,331	140827,50	1478,689			136553,57	0,3501	47807,40
12	56,331	140827,50	1478,689			136553,57	0,3182	43451,34
13	56,331	140827,50	1478,689			136553,57	0,2892	39491,29
14	56,331	140827,50	1478,689			136553,57	0,2629	35899,93
15	56,331	140827,50	1478,689			136553,57	0,2390	32636,30
16	56,331	140827,50	1478,689			136553,57	0,2172	29656,43
17	56,331	140827,50	1478,689			136553,57	0,1975	26969,33
18	56,331	140827,50	1478,689			136553,57	0,1795	24511,36
19	56,331	140827,50	1478,689			136553,57	0,1631	22271,88
20	56,331	140827,50	1478,689			136553,57	0,1483	20250,89
21	56,331	140827,50	1478,689			136553,57	0,1348	18407,42
22	56,331	140827,50	1478,689			136553,57	0,1225	16727,81
23	56,331	140827,50	1478,689			136553,57	0,1114	115212,06
24	56,331	140827,50	1478,689			136553,57	0,1012	13819,22
25	56,331	140827,50	1478,689			136553,57	0,0920	12562,92

+ Doanh thu của dự án là doanh thu bán điện. Vậy doanh thu của dự án ở năm thứ t sẽ là:

$$B_t = A_t \cdot C$$

A_t – sản lượng điện năng năm thứ t

C – giá bán điện, $C = 700$ đồng/kWh.

– Tính NPV

Kết quả tính toán NPV của phương án 1 cho trong bảng 3.22.

Trong đó:

+ Doanh thu bán điện: (3) = (2) sản lượng tiêu thụ x (750 – 500), đ.

+ Chi phí cho tổn thất điện năng (4) = (2) sản lượng điện năng tiêu thụ x $\Delta A\%$ x 500, đ.

+ NPV (9) = (7) x (8), đ

Kết quả thu được: $NPV_{E1} = 769877,34.10^6$ đồng > 0

Như vậy phương án 1 là khả thi.

3.7.3.3. Đánh giá chỉ tiêu kinh tế cho phương án 2

– Tính vốn đầu tư và chi phí vận hành.

+ Vốn đầu tư cải tạo nâng cấp trạm biến áp và xây dựng mới các trạm biến áp cho trong bảng 3.23 và bảng 3.24 với suất vốn đầu tư như đã nêu trong phương án 1.

BẢNG 3.23. VỐN ĐẦU TƯ CẢI TẠO NÂNG CẤP TRẠM BIẾN ÁP THEO PHƯƠNG ÁN 2

Năm	Dung lượng (kVA)	Thành tiền (10^6 đ)
2005	400	1960
2007	810	3969
2008	500	2450
2010	570	2793
2011	2070	10143
2012	2160	10584
2013	970	4753
2014	785	3846,5
2015	570	2793

BẢNG 3.24. VỐN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG MỚI TRẠM BIẾN ÁP THEO PHƯƠNG ÁN 2

Năm	Dung lượng (kVA)	Thành tiền (10^6 đ)
2005	1200	8400
2006	650	4550
2007	640	4480
2008	1470	10290
2010	500	3500
2011	3550	24850
2012	900	6300

+ Vốn đầu tư cải tạo và xây dựng mới đường dây cho trong bảng 3.25 và bảng 3.26 ứng với các suất vốn đầu tư đã nêu trong phương án 1.

+ Vốn đầu tư nâng cấp điện áp đường dây cho trong bảng 3.27.

BẢNG 3.25. VỐN ĐẦU TƯ CẢI TẠO ĐƯỜNG DÂY THEO PHƯƠNG ÁN 2

Năm	Loại dây	Chiều dài (km)	Thành tiền (10 ⁶ đồng)
2005	AC – 50	12,23	366,9
2008	AC – 150	2,85	171,0

BẢNG 3.26. VỐN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG MỚI ĐƯỜNG DÂY THEO PHƯƠNG ÁN 2

Năm	Loại dây	Chiều dài (km)	Thành tiền (10 ⁶ đồng)
2005	AC – 70	3,5	455,0
2010	AC – 120	13,835	2144,5

BẢNG 3.27. VỐN ĐẦU TƯ NÂNG CẤP ĐIỆN ÁP ĐƯỜNG DÂY THEO PHƯƠNG ÁN 2

Năm	Loại dây	Chiều dài (km)	Thành tiền (10 ⁶ đồng)
2005	AC – 70	3,5	455,0

Trong đó: Suất vốn đầu tư cải tạo đường dây AC – 50 – 30.10⁶ đồng/km

Suất vốn đầu tư xây dựng mới và nâng cấp điện áp đường dây AC – 70 – 130.10⁶ đồng/km.

+ Tính chi phí vận hành:

$$K_{\Sigma} = \sum_{2005}^{2030} K_t = 113553875.10^6 \text{ đồng}$$

$$Z_{\text{vận hành}} = \frac{2K_{\Sigma}}{25.100} = \frac{2.113553875}{25.100}.10^6 = 90,83$$

+ Tính tổn thất điện năng:

Theo kết quả tính toán kỹ thuật cho biết $\Delta A\% = 3,1\%$

Tổn thất điện năng theo từng năm được xác định theo:

$$\Delta A_t = \Delta A\% . A_t$$

+ Tính chi phí: $C_t = Z_{\text{vận hành}} + Z_t + V_t + K_t$

Trong đó, V_t – vốn đầu tư vào năm thứ t;

K_t – chi phí mua điện vào năm thứ t;

$$K_t = A_t . C_m$$

C_m – giá mua điện tại thanh cái $C_m = 500$ đồng/kWh;

A_t – sản lượng điện năng tại năm thứ t,

Z_t – chi phí cho tổn thất kỹ thuật (tổn thất điện năng) tại năm thứ t,

$$Z_t = \Delta A_t . C_m$$

+ Doanh thu của dự án là doanh thu bán điện. Vậy doanh thu của dự án vào năm thứ t sẽ là:

$$B_t = A_t . C$$

Trong đó, A_t – sản lượng điện năng năm thứ t;

C – giá bán điện, $C = 750$ đồng/kWh.

– Tính NPV.

Kết quả tính toán NPV của phương án 2 cho trong bảng 3.28.

Trong đó:

- + Doanh thu bán điện (3 = (2) sản lượng điện năng tiêu thụ x (750 – 500), đ.
- + Chi phí cho tổn thất điện năng (4) = (2) sản lượng điện năng tiêu thụ x $\Delta A\%$ x 500, đ
- + NPV (9) = (7) x (8), đ

Kết quả thu được:

$$NPV_{\Sigma 2} = 765504,45.10^6 \text{ đồng} > 0$$

Như vậy phương án 2 cũng là phương án khả thi:

Theo nguyên tắc loại trừ, phương án 2 tốt hơn phương án 1 (vì $NPV_{\Sigma 2} > NPV_{\Sigma 1}$).

Về khía cạnh kinh tế khi lựa chọn cần xét thêm các tiêu chuẩn về mặt kỹ thuật. Các chỉ tiêu so sánh kinh tế kỹ thuật của các phương án cho trong bảng 2.29 và bảng 2.30.

BẢNG 3.28. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN NPV CHO PHƯƠNG ÁN 2

n	Số lượng 10 ⁶ kWh	Doanh thu	C _t			B _t – C _t (10 ⁶ đ)	(1+r) ^{-t}	NPV (10 ⁶ đ)
			Tổn thất	K _t	Z _{năm}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	12,086	3021500	280,999	13071,9	10,4575	16851,64	1	16881,64
1	14,097	3524250	327,755	4550	3,64	30361,10	0,9090	27598,24
2	16,442	4105000	382,276	8449	6,959	32266,96	0,8262	26658,96
3	19,178	4794500	446,097	12911	10,3288	34577,57	0,7510	25967,75
4	22,370	5592500	520,102	2450	1,96	52952,93	0,6827	36150,97
5	26,092	6523000	606,639	24668,5	19,7348	39935,12	0,6206	24783,73
6	30,434	7608500	707,590	34993	27,9944	40356,41	0,5641	22765,05
7	35,497	8874250	825,305	16884	13,5072	71019,68	0,5127	36411,79
8	41,405	10351250	962,666	4753	3,8024	97793,03	0,4661	45581,33
9	48,294	12073500	1122,835	3846,5	3,0772	115762,58	0,4237	49048,60
10	56,331	14082750	1309,742	2793	2,2344	136722,52	0,3851	52651,84
11	56,331	14082750	1309,742			136722,52	0,3501	47866,55
12	56,331	14082750	1309,742			136722,52	0,3182	43505,105
13	56,331	14082750	1309,742			136722,52	0,2892	39540,152
14	56,331	14082750	1309,742			136722,52	0,2629	35944,35
15	56,331	14082750	1309,742			136722,52	0,2390	32676,68
16	56,331	14082750	1309,742			136722,52	0,2172	29696,13
17	56,331	14082750	1309,742			136722,52	0,1975	27002,69
18	56,331	14082750	1309,742			136722,52	0,1795	24541,69
19	56,331	14082750	1309,742			136722,52	0,1631	2299,44
20	56,331	14082750	1309,742			136722,52	0,1483	20275,94
21	56,331	14082750	1309,742			136722,52	0,1348	18430,19
22	56,331	14082750	1309,742			136722,52	0,1225	16748,50
23	56,331	14082750	1309,742			136722,52	0,1114	15230,88
24	56,331	14082750	1309,742			136722,52	0,1012	13836,31
25	56,331	14082750	1309,742			136722,52	0,0920	12578,47

BẢNG 3.29. CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ – KỸ THUẬT CỦA PHƯƠNG ÁN 1

TT	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị	Ghi chú
1	Tổng độ dài các đường dây	Cải tạo	km	23,435
		Xây mới	km	18,005
2	Tổng dung lượng công suất cải tạo MBA	Cải tạo	kVA	12535
		Xây mới	kVA	7005
		Nâng cấp điện áp	kVA	
3	Vốn đầu tư	Đường dây	10 ⁶ đ	4069,03
		MBA	10 ⁶ đ	110456,5
4	Tổng vốn đầu tư	10 ⁶ đ	117496,79	
5	Tổng tổn thất công suất ΔP_{Σ}	kW	826,634	
6	Tổng tổn thất công suất $\Delta P_{\Sigma}\%$	%	3,07	
7	Tổng tổn thất điện năng ΔA_{Σ}	kWh	2388,660	
8	Tổng tổn thất điện năng $\Delta P_{\Sigma}\%$	%	3,5	
9	Tổng tổn thất điện áp ΔU	kV	0,22	
10	Tổng tổn thất điện áp $\Delta U\%$	%	2,8	
11	NPV	10 ⁶ đ	769887,34	

BẢNG 3.31. CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ – KỸ THUẬT CỦA PHƯƠNG ÁN 2

TT	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị	Ghi chú
1	Tổng độ dài các đường dây	Cải tạo	km	12,23
		Xây mới	km	17,335
2	Tổng dung lượng công suất cải tạo MBA	Cải tạo	kVA	9335
		Xây mới	kVA	8910
		Nâng cấp điện áp	kVA	900
3	Vốn đầu tư	Đường dây	10 ⁶ đ	3552,4
		MBA	10 ⁶ đ	108111,5
4	Tổng vốn đầu tư	10 ⁶ đ	113553,87	
5	Tổng tổn thất công suất ΔP_{Σ}	kW	791,874	
6	Tổng tổn thất công suất $\Delta P_{\Sigma}\%$	%	3,8	
7	Tổng tổn thất điện năng ΔA_{Σ}	kWh	2275,726	
8	Tổng tổn thất điện năng $\Delta P_{\Sigma}\%$	%	3,1	
9	Tổng tổn thất điện áp ΔU	kV	0,950	
10	Tổng tổn thất điện áp $\Delta U\%$	%	2,7	
11	NPV	10 ⁶ đ	765504,47	

Sau khi so sánh thêm phần kỹ thuật, phương án 2 tỏ ra ưu việt hơn phương án 1 cả về kinh tế lẫn kỹ thuật, ta chọn phương án 2.

Trong các ví dụ nêu trên mới chỉ trình bày những so sánh về mặt kinh tế. Còn các số liệu về mặt kỹ thuật cho trong các bảng phải dựa trên cơ sở các tính toán cụ thể về mặt kỹ thuật. Sau khi nắm được nội dung của toàn bộ cuốn sách sẽ hiểu được các số liệu nêu ra trong các ví dụ về phương diện kỹ thuật và nắm được các bước, các trình tự cần thiết trong tính toán.

SƠ ĐỒ NỐI ĐIỆN CỦA HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

4.1. CÁC KHÁI NIỆM VỀ SƠ ĐỒ NỐI ĐIỆN

4.1.1. Định nghĩa

Sơ đồ nối điện là hình thức thể hiện sự chấp nối giữa các phần tử trong hệ thống cung cấp điện để đảm bảo sự liên thông về điện từ phía nguồn đến phía phụ tải (nơi tiêu thụ điện).

Các phần tử trong hệ thống cung cấp điện được hiểu là:

- Các máy phát điện.
- Các máy biến áp tăng, giảm áp.
- Các hệ thống thanh góp (thanh cái).
- Các đường dây truyền tải và phân phối điện.
- Các thiết bị đóng cắt (máy cắt điện, dao cách ly, áp tô mat, cầu chì...)
- Các động cơ điện cao, hạ áp.
- Các máy biến áp phụ tải...

4.1.2. Sơ đồ nguyên lý

Sơ đồ nguyên lý hay sơ đồ nối điện chính là sơ đồ thể hiện sự chấp nối giữa các phần tử trong hệ thống cung cấp điện dưới hình thức đơn giản, thể hiện theo một pha. Vì vậy còn được gọi là sơ đồ nguyên lý một sợi. Mặt khác sơ đồ nguyên lý còn thể hiện sự liên thông về mặt năng lượng nên còn được gọi là sơ đồ mạch lực hay sơ đồ mạch nhất thứ để phân biệt với sơ đồ mạch nhị thứ là mạch đo lường và điều khiển.

Sơ đồ nguyên lý của hệ thống cung cấp điện xí nghiệp công nghiệp nêu trên hình 4.1.

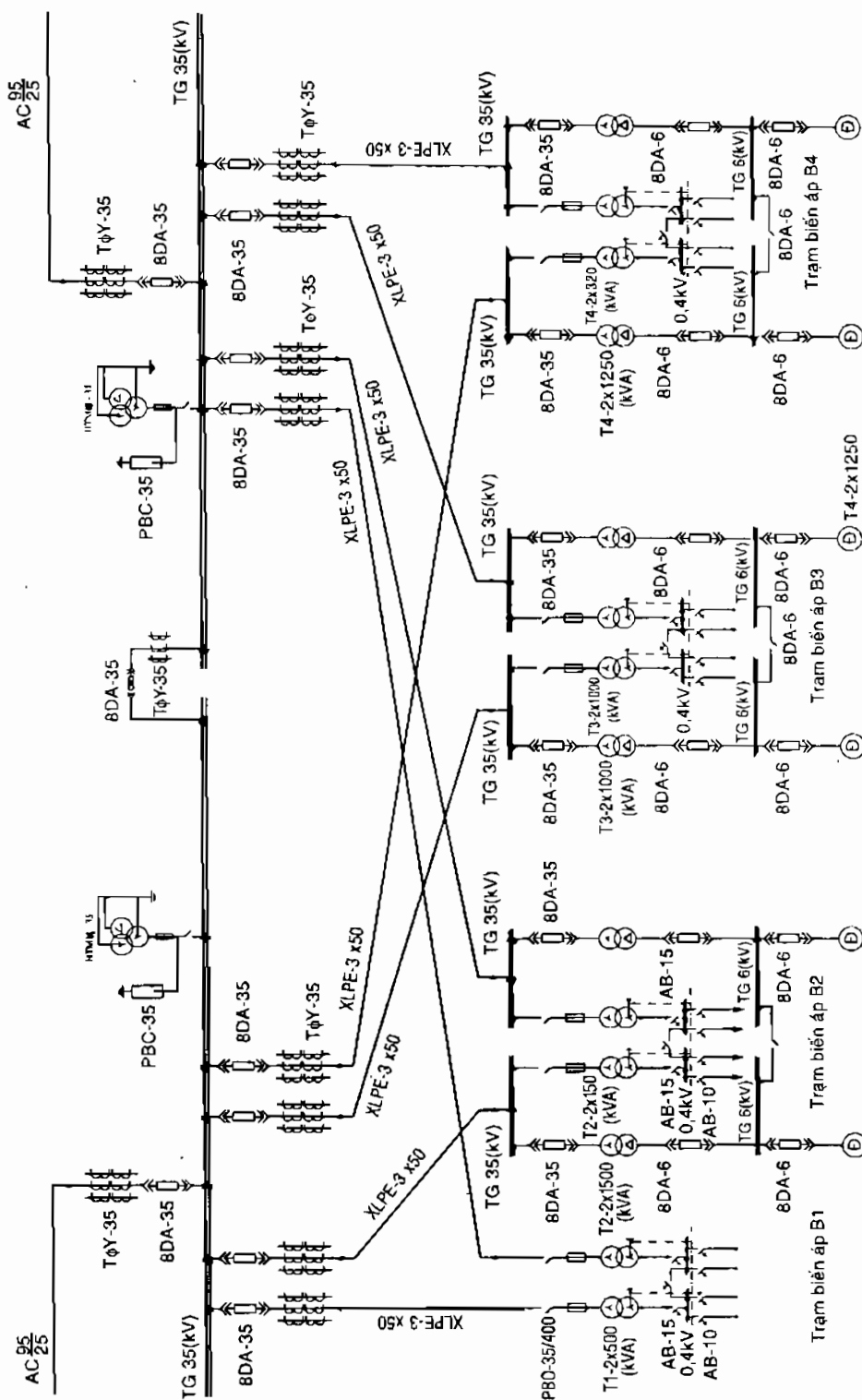
Sơ đồ nguyên lý trạm đặt một máy biến áp cho trên hình 4.2.

4.1.3. Sơ đồ phương thức

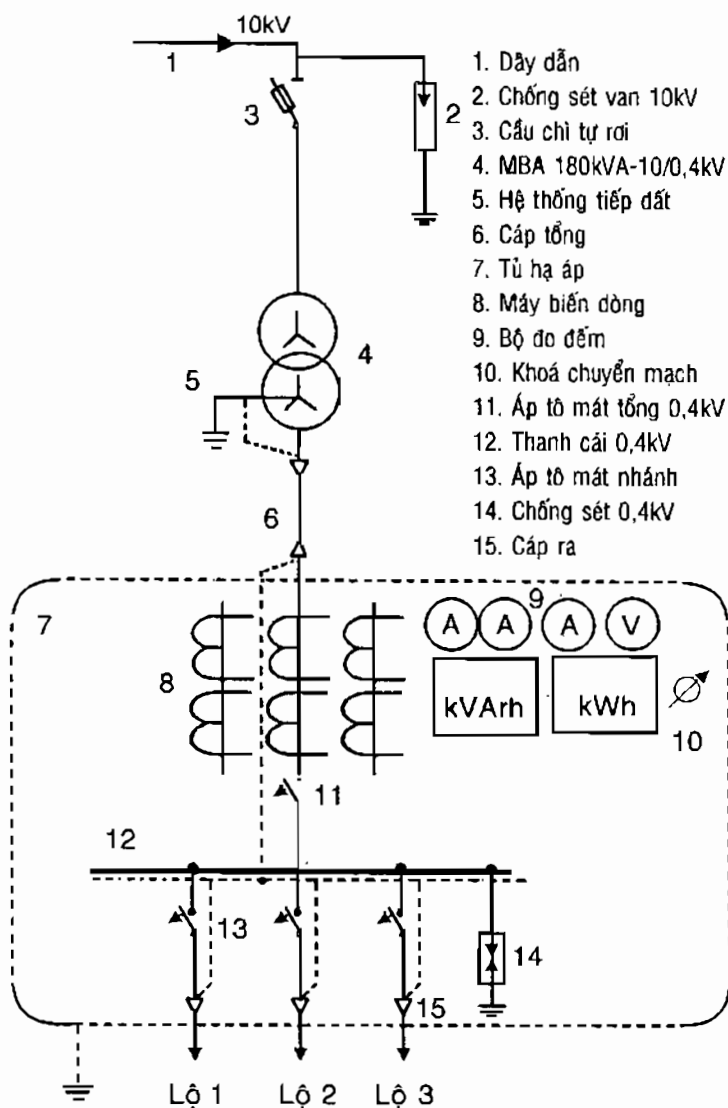
Sơ đồ phương thức là sơ đồ nguyên lý được vẽ trên các bảng to đặt trong các phòng điều độ sản xuất trên đó có gắn thêm các đèn tín hiệu chỉ trạng thái hoạt động của các thiết bị đóng cắt như máy cắt điện và dao cách ly. Đèn xanh báo trạng thái sẵn sàng làm việc, nghĩa là có điện áp chờ ở phía nguồn, máy cắt hoặc dao cách ly ở trạng thái cắt. Đèn đỏ báo trạng thái đang làm việc của máy cắt hoặc dao cách ly, nghĩa là máy cắt điện hoặc dao cách ly đang được đóng.

Sơ đồ phương thức được dùng để điều độ sản xuất hằng ngày giúp cho người trực

vận hành biết trạng thái làm việc của các đường dây và máy biến áp và thực hiện các chấp nối cần thiết khi xảy ra sự cố để đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện.



Hình 4.1. Sơ đồ nguyên lý cung cấp điện cao áp của nhà máy

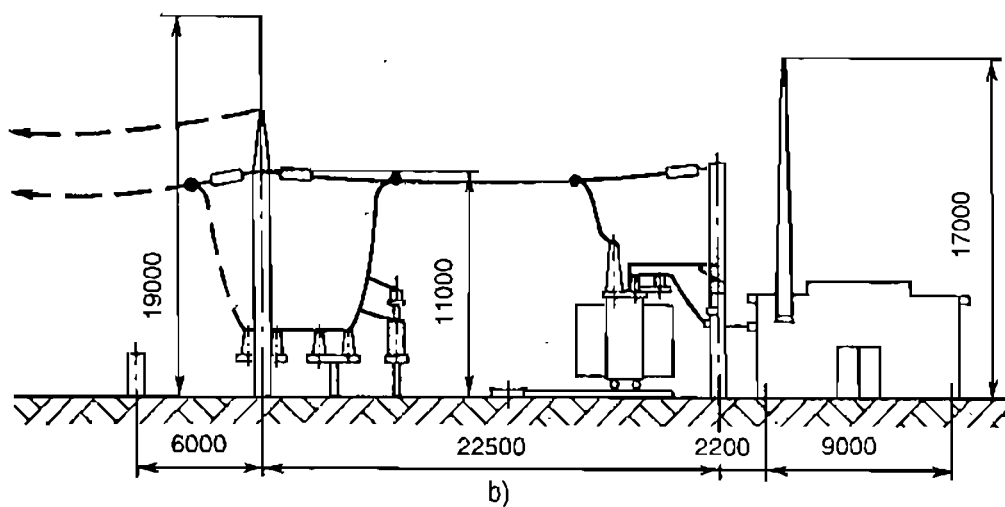
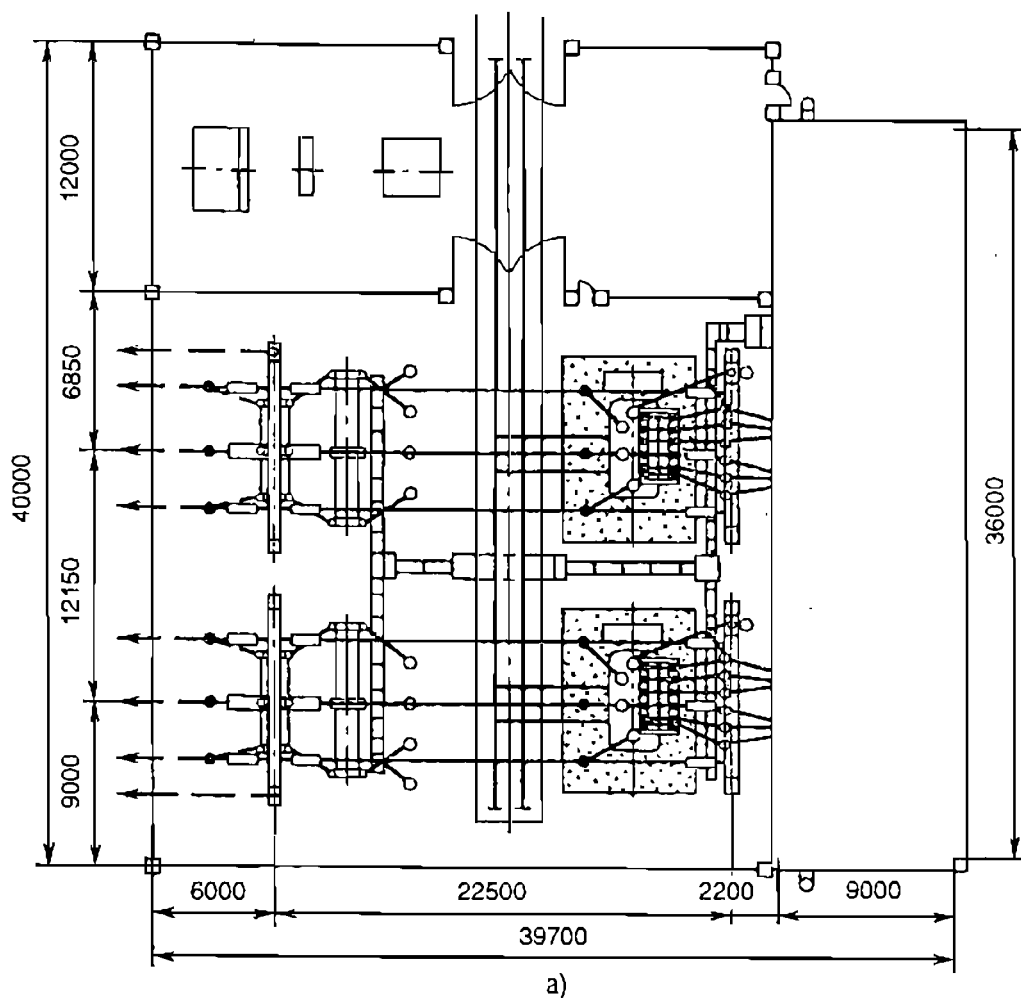


Hình 4.2. Sơ đồ nguyên lý trạm đặt một máy biến áp

4.1.4. Sơ đồ lắp đặt

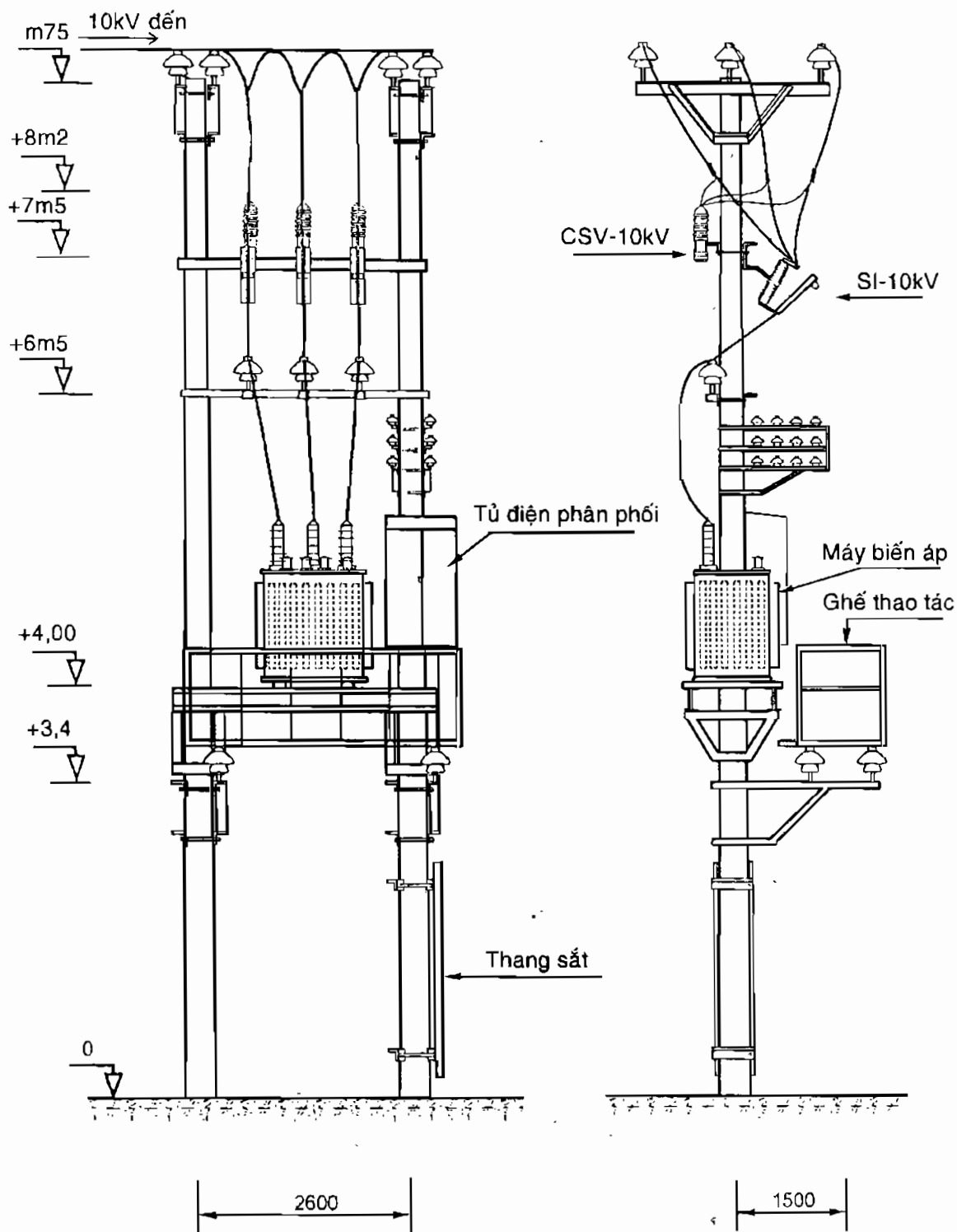
Sơ đồ lắp đặt là sơ đồ thể hiện rõ kích thước của thiết bị, hình dạng thiết bị (các mặt cắt), kích thước lắp đặt và bố trí các thiết bị trong không gian (trong tủ, trong nhà hoặc ngoài trời) và thực hiện các chấp nối theo sơ đồ nguyên lý. Trong sơ đồ lắp đặt phải thể hiện rõ cả 3 pha, 3 dây, thể hiện cả dây thứ 4 (dây trung tính) nếu có, các thanh nối đất và các điểm nối đất.

Đặc biệt cần lưu ý tới việc thể hiện kích thước lắp đặt của các thiết bị trong không gian cũng như những kích thước của bản thân thiết bị. Sơ đồ lắp đặt trạm biến áp 110/6 ÷ 35kV ngoài trời không dùng máy cắt và không có thanh góp phía 110kV mà dùng dao ngắt mạch kết hợp với dao cách ly tự động cho trên hình 4.3. Sơ đồ lắp đặt trạm cột cho trên hình 4.4 và hình 4.5. Sơ đồ lắp đặt trạm biến áp trong nhà cho trên hình 4.6.



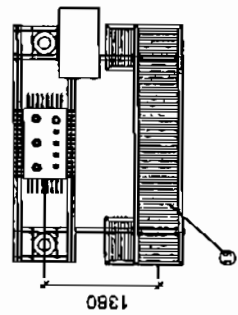
Hình 4.3. Sơ đồ lắp đặt trạm biến áp ngoài trời 110/6 ÷ 35kV dùng dao ngắn mạch và dao cách ly tự động. Đầu ra dùng tủ hợp bộ đặt trong nhà

a) Mặt bằng, b) Mặt cắt.

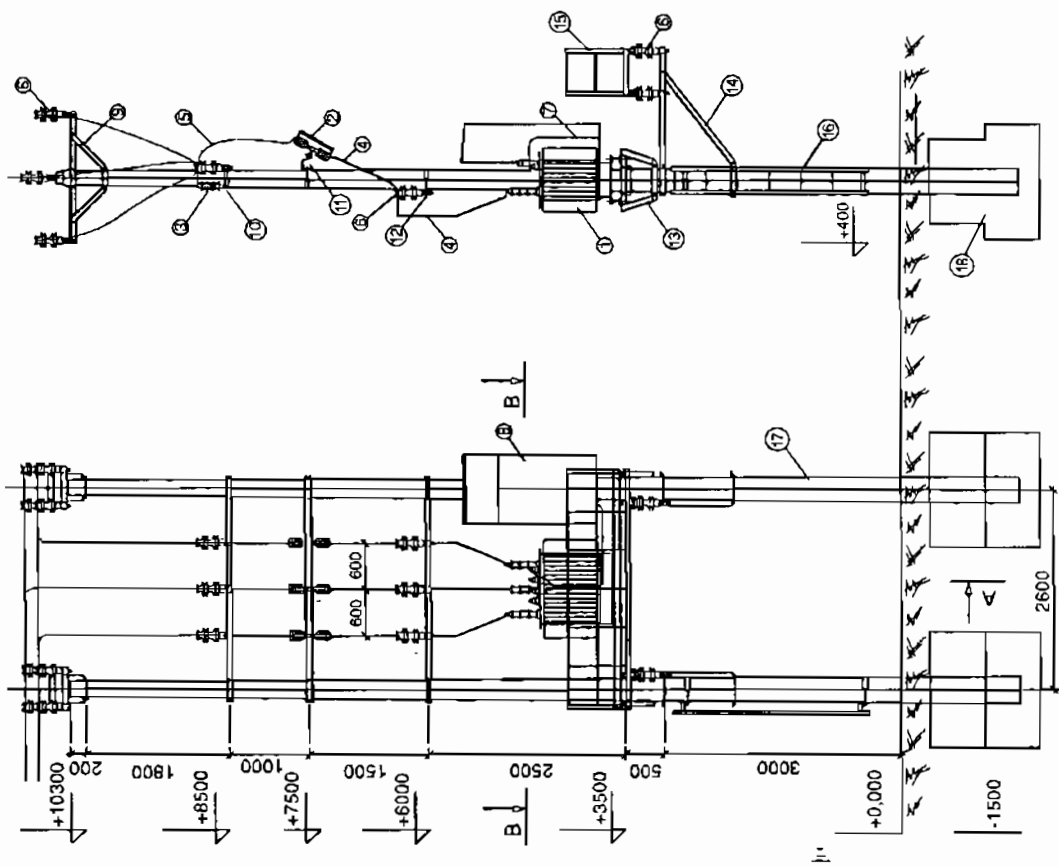


Hình 4.4. Sơ đồ lắp đặt trạm biến áp kiểu trạm treo điện áp 6 ÷ 35/0,4kV.
Công suất 100 ÷ 400 kVA

B - B

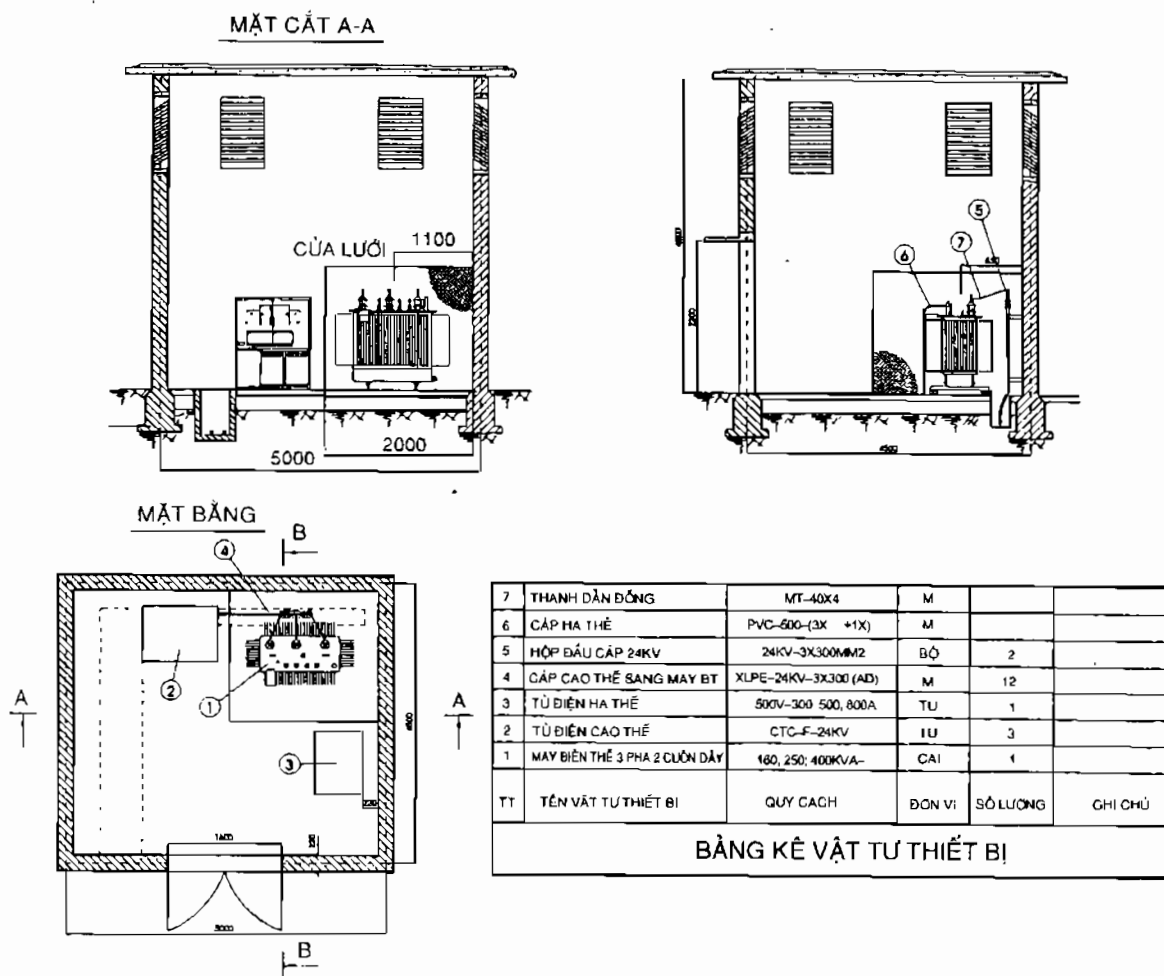


A - A



BẢNG KÊ VẬT TƯ THIẾT BỊ					
SỐ TT	TÊN VẬT TƯ THIẾT BỊ	MÃ HẸU	ĐƠN VỊ	SỐ LƯỢNG	GHI CHÚ
01	Máy biến áp 3 pha	1K0 kVA-10/0,4kV	Củi	01	
02	Cầu chì tự reset	3GQ1-250-39	Ba	01	Ba, 3 chiếc
03	Chống sét van	AZLP-10	Ba	01	Ba, 3 chiếc
04	Thanh cái đồng	th8	m	18	
05	Dây nhôm lõi thép	AC-35	m	9	
06	Cách điện đứng	SDD-15	Ba	23	
07	Cáp hạ thế ruột đồng	4Mx150	m	10	Cu 21m+7m
08	Tủ điện bụi đơ	Tu-400A	Củi	01	
09	Xà đỡ dây đến	X30b-22	Ba	02	
10	Xà đỡ chống sét vụn	XGS	Ba	01	
11	Xà đỡ cầu chì tự reset	XCR	Ba	01	
12	Xà đỡ trung gian	XTG	Ba	02	
13	Giá đỡ máy biến áp	GM	Ba	01	
14	Giá đỡ ghế cách điện	GGDG	Ba	01	
15	Ghế cách điện	GGD	Ba	01	
16	Thang sắt để leo	TT	Ba	01	
17	Cột trạm	LT-2B	Cán	02	
18	Móng cột trạm	MS-6b	Nhiêng cột	02	
19	Sơn bảo vệ				
20	Sơn đỏ nguyên lý từ 0,4kV				

Hình 4.5. Sơ đồ lắp đặt trạm biến áp kiểu trạm treo.
Điện áp 6 + 35/0,4kV công suất 100 ~ 250kVA



Hình 4.6. Sơ đồ lắp đặt trạm một máy biến áp đặt trong nhà điện áp 6 – 35kV, công suất tới 400kVA

4.2. SƠ ĐỒ ĐƯỜNG DÂY

4.2.1. Khái niệm về đường dây

4.2.1.1. Đường dây: Đường dây là khái niệm chung chỉ dây dẫn và việc dẫn điện. Ký hiệu trên đường dây gồm có mã dây (loại dây), tiết diện (mm²) và chiều dài đường dây (km).

Ví dụ: $\frac{AC-120}{1}$, trong đó AC – mã dây; 120 – tiết diện dây (mm²) và 1 – chiều dài đường dây 1km.

Đối với đường dây trên không thể hiện trên sơ đồ nguyên lý một sợi như trên là đủ và được hiểu chung cho cả ba pha, mỗi pha có tiết diện bằng 120mm².

Riêng đối với cáp, trên sơ đồ nguyên lý thể hiện cả đường cáp nên trong ký hiệu phải ghi đầy đủ số ruột (hoặc lõi) cáp kể cả ruột trung tính nếu có và các tiết diện ứng với từng loại ruột cáp.

Ví dụ:

$$\frac{\text{Cu}(3 \times 120 + 1 \times 70) / \text{XLPE} / \text{PVC} / \text{DSTA} / \text{PVC}}{0,5}$$

Nghĩa là, cáp ba pha bốn ruột, có tiết diện mỗi pha là 120mm^2 , dây trung tính có tiết diện 70mm^2 , các ký hiệu tiếp theo là các lớp vỏ bọc cách điện và đai thép lần lượt từ trong ruột cáp ra ngoài vỏ cáp.

– Các dây trần có các ký mã hiệu sau:

+ Ký hiệu của Nga (Liên Xô cũ):

M – Dây đồng trần bền vặn xoắn, A – dây nhôm trần vặn xoắn.

AC – Dây nhôm lõi thép trần vặn xoắn để tăng cường chịu lực.

+ Ký hiệu của các nước khác:

C hoặc Cu (Copper, hard – drawn) – dây đồng xoắn kéo nguội.

AAC – (all – aluminium conductor) – dây nhôm xoắn hoàn toàn bằng nhôm (dây nhôm mềm).

AAAC – (all – aluminium alloy conductor) – dây nhôm xoắn bằng hợp kim nhôm (dây nhôm cứng).

ACSR – (aluminium conductor steel for cad) – dây nhôm xoắn có lõi thép để tăng cường chịu lực.

– Cáp bọc cách điện XLPE có các ký mã hiệu sau:

Cu (Al)/XLPE/PVC/DSTA/PVC

Cu (Al)/XLPE/PVC/SWA/PVC

Cu (Al)/XLPE/PVC/AWA/PVC

Cu (Al)/XLPE/PVC – Không có lớp vỏ bảo vệ.

Trong đó:

Cu hoặc Al – vật liệu dẫn điện của một cáp bằng đồng hoặc nhôm;

XLPE – lớp vỏ bọc cách điện XLPE có chất lượng cách điện cao bọc sát ruột cáp;

PVC – lớp vỏ nhựa cách điện PVC bọc chung cho tất cả các ruột;

DSTA (double steel tapl armour) – lớp băng đai thép bọc ngoài để bảo vệ cáp tránh tác động cơ học;

SWA (steel wire ar mour) – lớp sợi thép bọc ngoài, tác dụng như trên;

AWA (Aluminium wire armour) – lớp sợi nhôm bọc ngoài để bảo vệ;

PVC – lớp vỏ nhựa PVC bọc cách điện lớp ngoài cùng.

Đường dây có loại 1 mạch và 2 mạch, mạch ở đây được hiểu theo khái niệm là dẫn điện.

Đường dây 1 mạch có ưu điểm là đơn giản, dễ thi công lắp đặt và dễ sửa chữa. Nhược điểm của đường dây loại này là khi xảy ra sự cố sẽ gây gián đoạn cung cấp điện. Tất cả phụ tải mắc trên đường dây đều bị mất điện.

Đường dây 2 mạch (đường dây kép) có độ tin cậy cung cấp điện cao hơn. Vì đường dây mang ý nghĩa dự phòng một – một. Nghĩa là, khi bị sự cố một mạch, mạch còn lại vẫn đảm bảo khả năng cung cấp điện. Chỉ bằng cách chuyển đổi để thay đổi phương

thức vận hành, các hộ tiêu thụ mắc vào đường dây vẫn có thể làm việc bình thường mà không bị mất điện. Do đó độ tin cậy cung cấp điện được nâng cao.

Tên đường dây được gọi theo cấp điện áp. Đường dây siêu cao áp có điện áp từ 300kV trở lên. Đường dây cao áp có điện áp 110 + 220kV. Đường dây trung áp (còn gọi là đường dây phân phối) có điện áp 6 – 35kV. Đường dây hạ áp có điện áp dưới 1000V.

4.2.1.2. Lộ đường dây

Lộ ở đây được hiểu theo khía cạnh dẫn điện cũng chính là đường dây. Ngoài ra, khái niệm về lộ còn bao hàm cả ý nghĩa kết cấu (bao gồm dây dẫn, cột, móng, xà, sứ...) để xây dựng lên một đường dây. Lộ đường dây cũng có lộ đơn, lộ kép tương ứng với đường dây một mạch hoặc hai mạch.

4.2.1.3. Tuyến dây

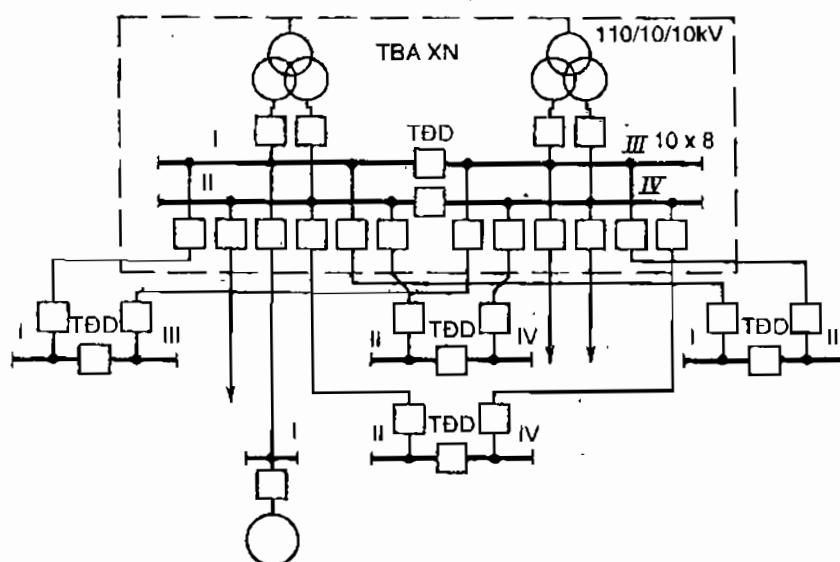
Tuyến dây là phần không gian bao quanh và phần đất đai nằm dưới đường dây. Mặt cắt tuyến dây là mặt phẳng không gian giới hạn cắt ngang đường dây. Mặt cắt tuyến dây mang ý nghĩa truyền năng lượng vì trong đó lan truyền từ thông móc vòng giữa các dây dẫn với nhau.

Các đường dây đi ra từ thanh góp trạm phân phối được gọi là các lộ hay các đường dây xuất tuyến.

4.2.2. Các dạng sơ đồ cấu trúc đường dây

4.2.2.1. Sơ đồ hình tia

Trong sơ đồ hình tia, có đường dây đi ra từ cùng một thanh góp của trạm phân phối cung cấp điện trực tiếp tới từng hộ tiêu thụ. Các đường dây hoàn toàn độc lập với nhau (hình 4.7) và có hướng đi khác nhau so với nguồn cung cấp.



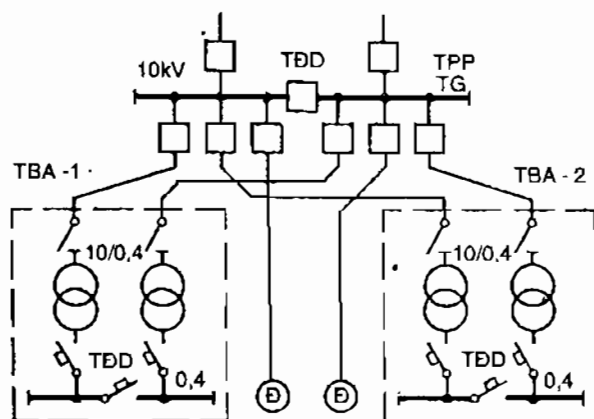
Hình 4.7. Sơ đồ cung cấp điện cho các phân xưởng theo các đường dây hình tia từ trạm biến áp xí nghiệp (TBAXN) TĐD – tự động đóng nguồn dự phòng

Các đường dây hình tia có thể cung cấp cho phụ tải cùng cấp điện áp hoặc cung cấp cho các phụ tải có hai cấp điện áp (hình 4.8).

Để tăng cường độ tin cậy cung cấp điện, các đường dây hình tia có thể thực hiện cung cấp điện có dự phòng theo hình 4.9 và hình 4.10.

Sơ đồ đường dây hình tia có ưu điểm chính sau:

- Các đường dây cung cấp độc lập với nhau, nên khi sự cố đường dây này không ảnh hưởng tới sự làm việc của các đường dây khác.



Hình 4.8. Sơ đồ các đường dây hình tia có hai cấp phân phối năng lượng.

- Sơ đồ đi dây rõ ràng, dễ thi công lắp đặt, dễ quản lý vận hành, dễ phát hiện và xử lý sự cố.

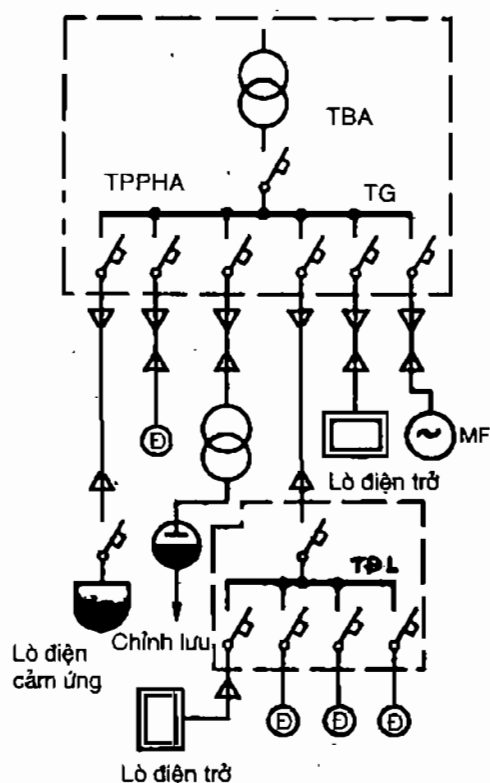
- Dễ thực hiện các biện pháp bảo vệ và tự động hóa:

- Những dao động phụ tải ngắn hạn (sụt áp khi động cơ công suất lớn khởi động) của đường dây này không ảnh hưởng tới sự làm việc của các hệ tiêu thụ của các đường dây khác...

Nhược điểm của sơ đồ các đường dây hình tia thể hiện ở chỗ:

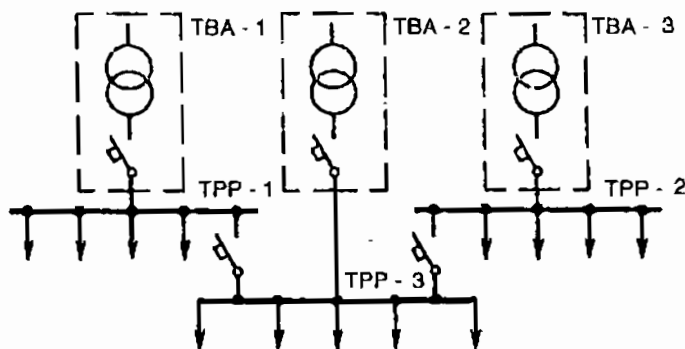
- Vốn đầu tư lớn, đắt tiền.
- Tốn quỹ đất để làm hành lang tuyến dây.
- Các đường dây dư thừa khả năng tải không hỗ trợ được cho các đường dây khác.

- Muốn mở rộng phát triển xây dựng tuyến mới xuất phát từ nguồn. Để nâng cao độ tin cậy cho các đường dây loại này phải dùng đường dây lộ kép hoặc xây dựng thêm các mạch liên hệ vòng (bình thường để hở mạch) và lắp đặt thêm các thiết bị tự động đóng dự phòng (TĐD).



Hình 4.9. Sơ đồ các đường dây hình tia có máy phát điện dự phòng; TPPHA - tủ phân phối hạ áp; TĐL - tủ động lực

Sơ đồ các đường dây hình tia được dùng cho cả đường dây trên không lẫn đường dây cáp (trong lưới điện xí nghiệp) cao, hạ áp để cung cấp điện cho các hệ tiêu thụ điện loại I và loại II và cung cấp trực tiếp tới các thiết bị dùng điện.



Hình 4.10. Sơ đồ các đường dây hình tia có liên hệ dự phòng

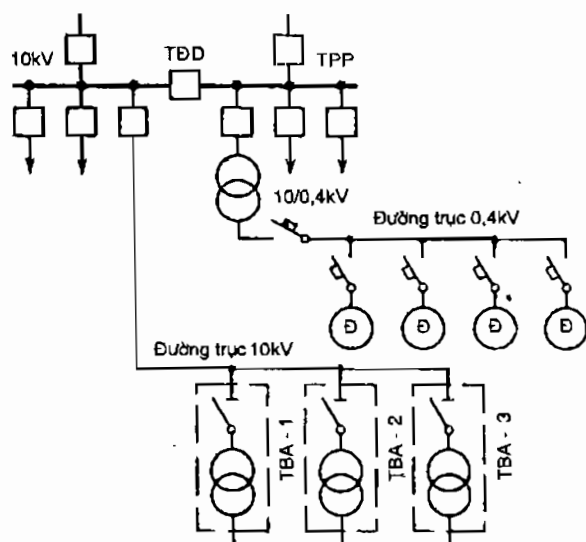
4.2.2.2. Đường dây trực chính

Sơ đồ đường dây trực chính (đường dây phân nhánh) có dạng hình xương cá, nghĩa là, có nhiều hộ tiêu thụ, nhiều phụ tải mắc chung vào một đường dây ở các vị trí địa lý khác nhau. Đường trực chính có thể thực hiện theo một mạch, hai mạch song song hoặc một mạch có hai đầu cung cấp điện.

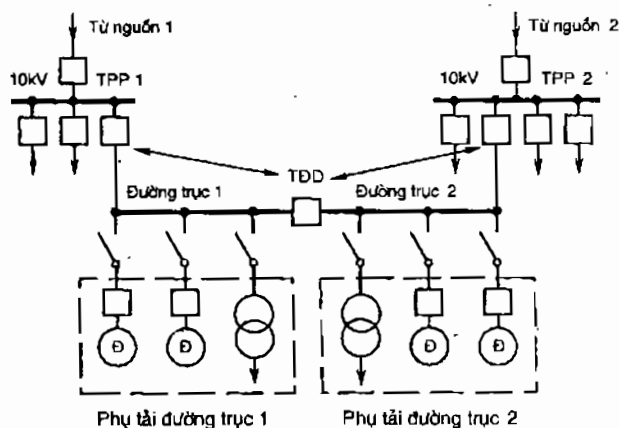
Các sơ đồ này cho phép thực hiện được một cách kinh tế nhất nguyên tắc chia nhỏ trạm và đưa được điện áp cao vào sát các hộ tiêu thụ điện.

Sơ đồ đường trực đơn (hình 4.11) về kinh tế là rẻ nhất, song độ tin cậy cung cấp điện không cao. Vì nếu xảy ra sự cố ở bất kỳ hộ tiêu thụ nào hoặc bất kỳ đoạn nào của đường trực đều dẫn tới phải cắt điện toàn đường trực dẫn tới toàn bộ các hộ tiêu thụ đều bị mất điện. Để giảm bớt xác suất mất điện, từng hộ tiêu thụ cần phải đặt bảo vệ riêng.

Sơ đồ đường trực đơn có hai đầu cung cấp điện (hình 4.12). Khi không phân đoạn, độ tin cậy cung cấp điện cũng giống như sơ đồ đường trực có một đầu cung cấp điện. Để nâng cao độ tin cậy cung cấp điện ta cần phân đoạn đường trực. Nếu xảy ra sự cố phân đoạn nào chỉ có các hộ tiêu thụ mắc vào phân đoạn đó bị mất điện. Các phụ tải mắc vào phân đoạn còn



Hình 4.11. Sơ đồ đường dây phân nhánh

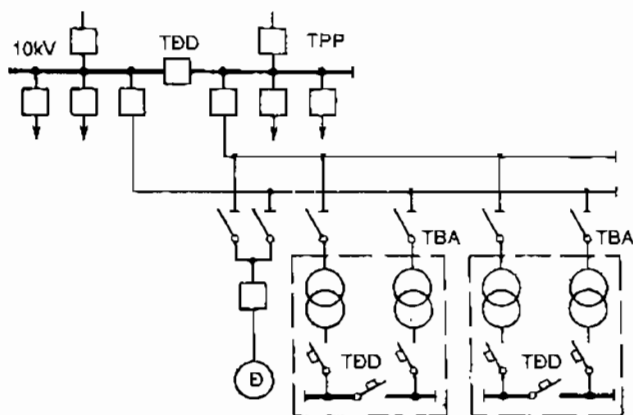


Hình 4.12. Sơ đồ đường dây phân nhánh có 2 nguồn cung cấp điện

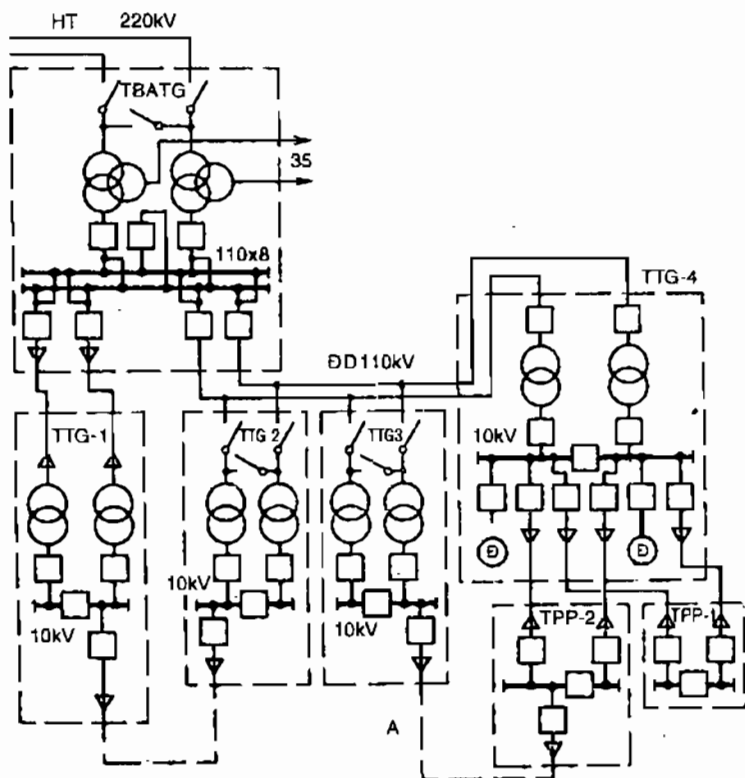
lại vẫn làm việc bình thường. Khi sự cố một nguồn, bộ phận TĐD sẽ tác động đóng máy cắt phân đoạn, đảm bảo cung cấp điện cho tất cả các hộ tiêu thụ điện. Độ tin cậy cung cấp điện được nâng cao.

Sơ đồ đường trục kép (hình 4.13) có độ tin cậy cung cấp điện cao hơn. Khi cần sửa chữa hoặc sự cố một đường dây chỉ có một phần phụ tải mắc vào đường dây đó bị mất điện. Để khắc phục có thể dùng hai dao cách ly và chuyển đổi phương thức vận hành vẫn đảm bảo được độ tin cậy cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ điện loại I.

Các sơ đồ đường trục chính được dùng rộng rãi để cung cấp điện cho các trạm phân phối, các trạm biến áp giảm áp hoặc cung cấp điện cho một vài trạm biến áp trung gian của cùng một xí nghiệp (xí nghiệp luyện kim) theo hình thức dẫn sâu, đưa điện cao áp vào sát tâm phụ tải điện. Sơ đồ đường trục chính còn được dùng trong lưới điện hạ áp phân xưởng dưới hình thức kết cấu thanh dẫn để cung cấp điện cho các thiết bị, máy móc bố trí thành từng hàng, từng dãy.



Hình 4.13. Sơ đồ đường dây phân nhánh có hai mạch (kép)



Hình 4.14. Sơ đồ các đường dây hỗn hợp sử dụng chuyển mạch trong lưới điện 6–35kV để đảm bảo cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ điện loại I

A. Chuyển mạch cấp để đảm bảo an toàn cung cấp điện.

Ưu điểm nổi bật của các đường dây trực chính là tốn ít vốn đầu tư, tốn ít quỹ đất làm hành lang tuyến dây, dễ phát triển và mở rộng, tận dụng được tiết diện tải điện của các đoạn đường dây gần phía đầu nguồn (tận dụng được khả năng tải).

Nhược điểm chính của đường dây trực chính là độ tin cậy cung cấp điện không cao. Nếu trên đường dây có mắc các động cơ công suất lớn, khi khởi động sẽ gây nên dao động điện áp gây ảnh hưởng tới sự làm việc của các hộ tiêu thụ khác.

Mặt khác đường dây trực chính còn có các nhược điểm nữa là thi công, lắp đặt, quản lý, vận hành và xử lý sự cố phức tạp hơn, dễ gây mất an toàn (nhất là đối với đường dây hai mạch, khi sửa chữa đường dây này, đường dây kia vẫn còn mang điện áp).

Đường dây trực chính được dùng chủ yếu đối với các đường dây trên không.

4.2.2.3. Sơ đồ hỗn hợp

Sơ đồ hỗn hợp là sơ đồ sử dụng kết hợp cả đường dây hình tia dẫn đường dây trực chính để cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ. Sơ đồ hỗn hợp thường dùng cho lưới điện đô thị, nông thôn và các xí nghiệp lớn có các nhóm thiết bị tiêu thụ điện khác nhau cả về công suất lẫn đặc tính của đồ thị phụ tải kể cả sự khác nhau về yêu cầu độ tin cậy cung cấp điện.

Mức dự trữ về độ tin cậy trong lưới điện xí nghiệp phụ thuộc vào loại hộ tiêu thụ và được phản ánh trên sơ đồ và cấu trúc của nó.

Ví dụ, hộ tiêu thụ điện loại I, theo độ tin cậy cần phải đảm bảo cung cấp điện từ hai nguồn cung cấp độc lập. Nguồn cung cấp thứ hai không chỉ sử dụng các thanh góp phân đoạn của các nhà máy điện hoặc các trạm biến áp mà còn cần có cả mạch chuyển đổi trong lưới điện áp thấp lấy từ trạm phân phối gần nhất có nguồn cung cấp độc lập thông qua thiết bị tự động đóng nguồn dự phòng (hình 4.14).

Đối với các hộ tiêu thụ điện loại I đặc biệt quan trọng cần phải xét tới khả năng có ba nguồn cung cấp độc lập. Khi đó cần phải có hai nguồn cung cấp, mỗi nguồn phải có đủ khả năng cung cấp điện hoàn toàn cho hộ tiêu thụ điện.

Sở dĩ phải cần tới ba nguồn độc lập là vì trong thực tế không thể có nguồn độc lập hoàn toàn. Trong nhiều trường hợp sự cố trên thanh góp của nguồn thứ nhất có thể được phản ánh cả trên thanh góp của nguồn thứ hai. Khi nghiên cứu lựa chọn sơ đồ cần phải đánh giá kỹ lưỡng các hậu quả có thể có.

Các đường dây cung cấp đi ra từ các nguồn này để cung cấp điện cho hộ tiêu thụ cần phải được lắp đặt trên các tuyến khác nhau hoặc dùng hai lộ đường dây trên không một mạch có điện áp từ 6kV trở lên sao cho hư hỏng đường dây cấp của một tuyến hoặc hư hỏng cột của một đường dây trên không dẫn tới làm hỏng nguồn cung cấp chính trong hai nguồn.

Khi thiết kế cung cấp điện cho các thiết bị điện thuộc hộ tiêu thụ loại I cần phải quan tâm đầy đủ tới việc dự phòng cho các thiết bị kỹ thuật.

Thông thường các thiết bị công nghệ mắc vào lưới đòi hỏi chặt chẽ về độ tin cậy, khi thực hiện phải quan tâm tới dự phòng đầy đủ và có thể bỏ qua suy xét về mặt kinh tế. Vì nếu dự phòng không đầy đủ sẽ dẫn tới phá hỏng quá trình công nghệ và các trang thiết bị điện.

Khi có các lò điện cảm ứng cũng như các thiết bị truyền động chính cho các máy cán, máy cán tấm trong các nhà máy luyện kim, vấn đề độ tin cậy cung cấp điện phải quan tâm đặc biệt khi làm thiết kế cung cấp điện.

Sơ đồ liên hệ mạch vòng giữa các đoạn đường dây được cấp nguồn từ hai phía cần thiết cho cả lưới điện trung áp lẫn lưới điện hạ áp để nâng cao độ tin cậy cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ.

Sơ đồ liên hệ mạch vòng có độ tin cậy cung cấp điện cao, giá thành tương đối rẻ vì không phải dùng các đường dây kép hai mạch.

Việc liên kết thành mạch vòng có thể thực hiện ở các cấp điện áp khác nhau. Chỗ tách mạch để thực hiện liên kết vòng cần bố trí lắp đặt các thiết bị tự động đóng nguồn dự phòng để giảm thời gian mất điện do thao tác đóng cắt. Sơ đồ liên kết mạch vòng trong lưới điện đô thị cũng như lưới điện trong nội bộ các xí nghiệp và khu công nghiệp lớn nêu trên hình 4.15.



Trong đó:

Theo thuật ngữ chuyên ngành, mắt lưới I – lưới cung cấp điện có cấp điện áp 35kV và lớn hơn, thành phần của nó gồm các trạm biến áp trung gian (TBATG) khu vực và các đường dây cung cấp nguồn có điện áp 35kV và lớn hơn liên hệ với các nguồn cung cấp (các nhà máy điện, các TBATG khu vực có cấp điện áp lớn hơn) nằm trên địa bàn đô thị hoặc khu công nghiệp. Mắt lưới II – lưới cung cấp điện 6 – 22kV bao gồm các đường dây cung cấp nguồn, các trạm phân phối (TPP) và các đường dây liên lạc giữa các TPP. TPP1 và TPP4 là các trạm phân phối của lưới điện đô thị được dùng để cung cấp cho các hộ tiêu thụ công nghiệp. TPP2 và TPP3 được dùng để cung cấp điện cho lưới điện đô thị hoặc khu công nghiệp. Lưới cung cấp điện cho các trạm phân phối TPP1 và trạm phân phối TPP4 có các đường dây liên lạc với lưới phân phối 6 – 22kV. Mắt lưới III – lưới điện phân phối 6 – 22kV, nguồn cung cấp cho nó có thể lấy trực tiếp từ các trạm phân phối (TPP) hoặc lấy qua các TBATG. Mắt lưới IV – các trạm biến áp (TBA) của lưới phân phối. Mắt lưới V – lưới điện phân phối hạ áp 0,4kV.

Trên hình 4.15 có nhà máy nhiệt điện (NĐ) của khu vực, và có trạm phân phối công suất lớn (TPP4) dùng để cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ loại I được đặt thêm thiết bị tự động đóng nguồn dự phòng (A). Trạm phân phối B₁ dùng để cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ loại I ở cấp điện áp hạ áp 0,4kV và cũng được đặt thêm thiết bị tự động đóng nguồn dự phòng (A) để đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện. B – Các tủ phân phối điện hạ áp 0,4kV.

4.3. SƠ ĐỒ TRẠM PHÂN PHỐI VÀ TRẠM BIẾN ÁP

4.3.1. Sơ đồ trạm phân phối (TPP)

Trạm phân phối bao gồm các đường dây vào, các đường dây ra, các hệ thống thanh góp, các thiết bị đóng cắt, các thiết bị đo lường và bảo vệ.

Tên trạm phân phối được gọi theo cấp điện áp, ví dụ, trạm phân phối 10kV.

Ở cấp điện áp hạ áp 0,4kV do có quy mô nhỏ, các thiết bị nêu trên được lắp đặt gọn trong các tủ và được gọi là tủ phân phối hạ áp hay tủ phân phối 0,4kV.

Phần tử quan trọng trong trạm phân phối là hệ thống thanh góp vì nó thực hiện mối liên kết của các phần tử (các thiết bị).

Các thanh góp trong trạm phân phối có các sơ đồ sau:

4.3.1.1. Sơ đồ TPP có một hệ thống thanh góp

Sơ đồ TPP có một hệ thống thanh góp được trình bày trên hình 4.16. Trên hình ghi đầy đủ các ký mã hiệu của các thiết bị được dùng. Khi làm thiết kế cung cấp điện cần ghi đầy đủ ký mã hiệu theo các thiết bị được lựa chọn.

Sơ đồ một hệ thống thanh góp là sơ đồ đơn giản nhất về các mặt cấu trúc, lắp đặt, quản lý, vận hành, thao tác đóng cắt, phát hiện và sửa chữa sự cố.

Sơ đồ một hệ thống thanh góp là dạng sơ đồ có số thiết bị được mắc liên kết ít nhất và rẻ nhất về mặt kinh tế.

Dạng sơ đồ này có những nhược điểm sau:

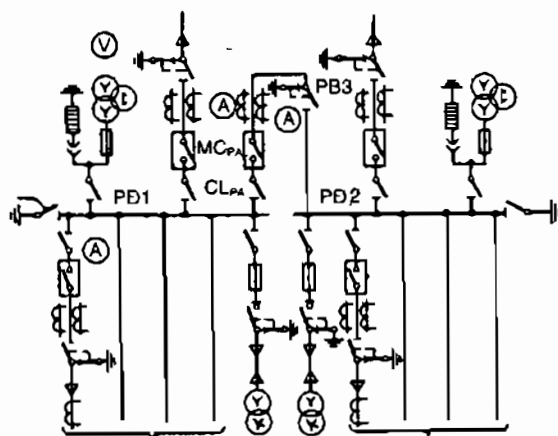
- Độ tin cậy cung cấp điện không cao;
- Khi sửa chữa thanh góp hoặc dao cách ly thanh góp phải cắt điện, nên toàn bộ các mạch đều mất điện;
- Khi ngắn mạch xảy ra trên thanh góp cũng gây mất điện toàn bộ;
- Khi sửa chữa máy cắt hay dao cách ly đường dây của mạch nào, các phụ tải mắc vào mạch đó phải chịu mất điện trong suốt thời gian sửa chữa.

Trong sơ đồ hình 4.16 có các thiết bị và công dụng của chúng như sau:

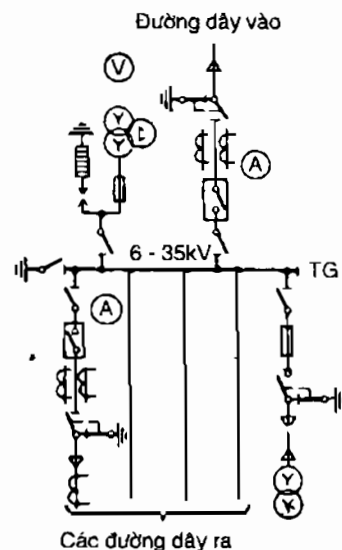
- Các máy cắt điện (БМГ–10) dùng để đóng cắt mạch cho các đường dây vào và ra;
- Các dao cách ly thanh góp (РБФ) dùng để liên kết các đường dây vào các thiết bị với hệ thống thanh góp;
- Các dao cách ly đường dây (РБЗ) là loại dao cách ly có dao nối đất liên động để khử dòng điện điện dung khi cắt mạch để sửa chữa.
- Các dao cách ly có bộ phận dập hồ quang kết hợp là máy cắt phụ tải (БНП₃ – 17) dùng để liên kết và bảo vệ mạch máy biến áp tới 630kVA, 6 – 35/0,4kV.
- Máy biến điện áp ba pha, 5 trụ (НТМН), dùng cho các đồng hồ và rơle bảo vệ theo điện áp;
- Các máy biến dòng (ТНДН và ТНЛ) dùng cho các đồng hồ và rơle bảo vệ theo dòng điện;
- Chống sét van (РБН) dùng để bảo vệ chống quá điện áp cho trạm;
- Cầu chì (ПКТ) dùng để bảo vệ cho máy biến điện áp đo lường (НТМН);
- Dao nối đất (РЗ) dùng để triệt tiêu dòng điện điện dung khi cắt hệ thống thanh góp đưa vào sửa chữa.

4.3.1.2. Sơ đồ TPP có hệ thống thanh góp phân đoạn

Sơ đồ TPP có hệ thống thanh góp phân đoạn được trình bày trên hình 4.17.



Hình 4.17. Sơ đồ TPP có hệ thống thanh góp phân đoạn



Hình 4.16. Sơ đồ TPP có một hệ thống thanh gáp

Các thiết bị bố trí trên mỗi phân đoạn và công dụng của từng thiết bị trong TPP có thanh góp phân đoạn cũng giống như sơ đồ TPP có một hệ thống thanh góp và chỉ bổ sung thêm máy cắt và các cách ly phân đoạn (MC_{PD} , CL_{PD}). Sơ đồ hệ thống thanh góp phân đoạn nhằm khắc phục các nhược điểm của sơ đồ hệ thống một thanh góp phân đoạn, nhưng lại đắt tiền hơn vì phải đặt thêm máy cắt phân đoạn (MC_{PD}) và 2 dao cách ly phân đoạn (CL_{PD}). Vận hành, thao tác đóng cắt và sửa chữa sự cố phức tạp hơn.

MC_{PD} và các dao CL_{PD} có thể đặt ở trạng thái đóng hoặc cắt (mở) khi làm việc bình thường. Nếu MC_{PD} và các dao CL_{PD} thường đóng thì khi xảy ra ngắn mạch trên bất cứ phân đoạn nào MC_{PD} sẽ tự động cắt ra, phân đoạn không bị sự cố vẫn đảm bảo làm việc bình thường.

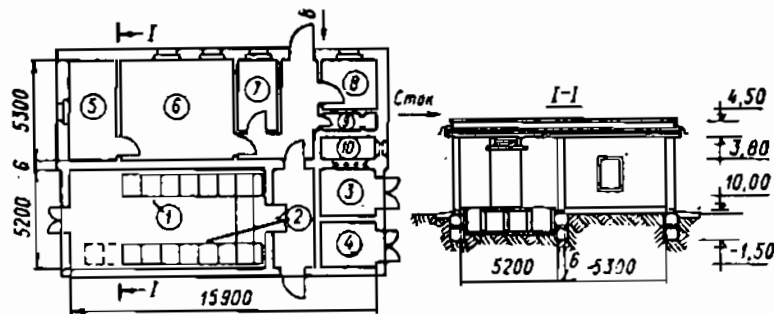
MC_{PD} và dao CL_{PD} làm việc ở chế độ thường đóng sẽ làm tăng dòng ngắn mạch trong lưới do tổng trở ngắn mạch giảm (có tổng trở mắc song song), nhưng được lợi là phụ tải phân bố đồng đều trên các phân đoạn thanh góp. Để giảm dòng điện ngắn mạch đối với các trạm trung áp và hạ áp thường để MC_{PD} và các dao CL_{PD} ở trạng thái hở mạch (mở) và đặt thêm thiết bị tự động đóng nguồn dự phòng (TĐD). Thiết bị này sẽ tự động đóng MC_{PD} khi một trong các phần bị mất nguồn cung cấp. Nhược điểm khi MC_{PD} và dao CL_{PD} làm việc ở trạng thái thường mở biểu hiện ở chỗ là phụ tải có thể phân bố không đồng đều giữa các phân đoạn. TPP có hệ thống thanh góp phân đoạn thường dùng trong lưới phân phối và các xí nghiệp công nghiệp.

Sơ đồ TPP dạng này có xác suất mất điện là 50%. Để nâng cao độ tin cậy các đường dây vào trạm dùng hai đường dây nhận điện từ hai phân đoạn khác nhau của các trạm TBATG cấp trên hoặc có đường dây liên lạc phía hạ áp với các trạm lân cận.

Nhược điểm chung của sơ đồ TPP dạng này và sơ đồ hệ thống một thanh góp là khi cần sửa chữa máy cắt của một mạch nào đó, phụ tải của nó sẽ bị mất điện trong suốt thời gian sửa chữa. Để khắc phục phải dùng dạng sơ đồ khác.

Ngoài sơ đồ có tính chất nguyên lý nêu trên, khi làm thiết kế cần phải quan tâm tới thiết kế lắp đặt bố trí thiết bị.

Bản vẽ thiết kế lắp đặt của TPP có hệ thống thanh góp phân đoạn theo sơ đồ hình 4.17 được trình bày trên hình 4.18. Các TPP điện trung áp thường được đặt trong nhà có các phòng, các gian phù hợp với mục đích sử dụng.



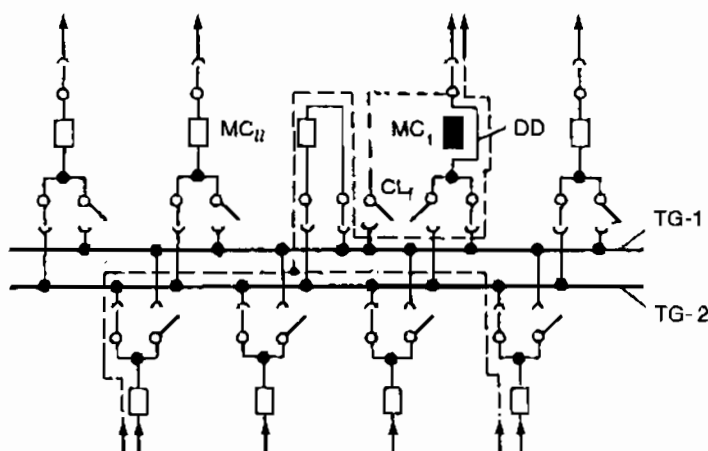
Hình 4.18. Mặt cắt và mặt bằng của TPP 6 – 22kV kiểu đặt trong nhà, có các đường dây vào trạm là cáp, có hai máy biến áp và phòng điều độ

1 – Gian phân phối 6 – 22kV; 2 – Gian phân phối 0,4kV; 3, 4 – Buồng máy biến áp; 5 – Phòng máy móc, dụng cụ; 6 – Phòng điều độ; 7 – Kho vật tư; 8 – Phòng trực; 9 – Phòng vệ sinh; 10 – Buồng thông gió.

Trong trạm phân phối 6 – 22kV, giữa các phân đoạn được đặt tủ máy cắt hợp bộ hoặc tủ dao cách ly, mỗi phân đoạn đặt một dao cách ly – tùy theo mức độ quan trọng của trạm. Nếu cần tự động đóng nguồn dự phòng phải dùng máy cắt. Gian phân phối 6 – 22kV đặt các tủ máy cắt hợp bộ cho các lộ vào, lộ ra. Trong các tủ máy cắt có ngăn bố trí các role bảo vệ, nguồn điện mạch thao tác là dòng điện xoay chiều.

4.3.1.3. Sơ đồ TPP có hệ thống hai thanh gúp (thanh gúp kép)

Sơ đồ TPP có hệ thống hai thanh gúp được trình bày trên hình 4.19.



Hình 4.19. Sơ đồ TPP có hệ thống hai thanh gúp. Đường nét đứt thể hiện mạch cung cấp điện khi đưa máy cắt MC_{II} vào thay thế MC_I và mạch bổ sung thêm vào dao CL_L .

Trong sơ đồ hai thanh gúp mỗi mạch đường dây chỉ được nối với một thanh gúp (các điểm nối được thực hiện theo phương thức vận hành) qua một máy cắt điện nhưng có hai dao cách ly để có thể nối liên kết với hai thanh gúp. Việc liên lạc giữa hai thanh gúp được thực hiện nhờ máy cắt liên lạc (MC_{II}) và các dao cách ly liên lạc (CL_L).

Ở chế độ làm việc bình thường, mỗi mạch chỉ được nối với một thanh gúp. Trong vận hành thực tế có thể cho hai thanh gúp cùng làm việc hoặc cho một thanh gúp làm việc, một thanh gúp nghỉ. Song khi cho làm việc ở trạng thái một thanh gúp sẽ gặp nguy hiểm.

Nếu xảy ra ngắn mạch trên chính thanh gúp đó thì toàn bộ các mạch nối với thanh gúp này sẽ bị mất điện. Thời gian mất điện kéo dài do phải thao tác chuyển đổi tất cả các mạch sang thanh gúp thứ hai. Trạng thái phù hợp nhất là cho cả hai thanh gúp cùng làm việc. Các mạch đường dây được phân đều cho hai thanh gúp để đảm bảo thiệt hại là ít nhất, nghĩa là phải phân đều mạch nguồn và mạch tải.

Nhiệm vụ của máy cắt liên lạc tương tự máy cắt phân đoạn trong hệ thống thanh gúp phân đoạn.

Khi cần sửa chữa một thanh gúp nào đó, dùng các dao cách ly thanh gúp (CL_{TG}) đang ở trạng thái mở chuyển đổi và đóng sang thanh gúp còn lại. Cần lưu ý là phải mở dao cách ly của mạch nối với thanh gúp cần sửa chữa trước rồi mới được đóng dao cách ly của mạch nối với thanh gúp còn lại. Thời gian chuyển đổi ngắn (khi chuyển đổi tự động) nên thời gian mất điện rất ít. Đó chính là ưu điểm của hệ thống hai thanh gúp so

với hệ thống thanh góp phân đoạn. Trong thời gian sửa chữa có nguy cơ mất điện toàn bộ (khi sự cố trùng lặp trên thanh góp còn lại), xác suất trùng lặp này rất nhỏ.

Ngoài ra, khi cần sửa chữa máy cắt của một mạch nào đó cũng cần chuyển đổi các mạch còn lại về một thanh góp để đưa MC_{II} vào thay thế cho máy cắt điện cần sửa chữa.

Ví dụ, cần sửa chữa MC, chẳng hạn, cần cắt MC và mở các dao CL_1 ra khỏi lưới và đưa MC_{II} vào thay thế cho MC_1 . Trình tự thao tác như sau:

- Chuyển tất cả các mạch còn lại về TG_2 nếu mạch có MC_1 đang làm việc trên TG_1 ;
- Cắt máy cắt liên lạc MC_{II} và các dao cách ly của MC_{II} .
- Tháo các dây dẫn nối với hai đầu cực MC_1 để tách nó ra khỏi lưới.

Sau đó dùng dây dẫn (DD) nối tất cả các đầu còn lại vừa được tách ra (để đảm bảo an toàn khi tháo MC_1). Sau khi tháo MC_1 và đưa MC_1 ra khỏi lưới, cần tháo DD để chuẩn bị đưa MC_{II} vào thay thế.

- Đóng các dao CL vừa mở của MC_1 , để nối mạch có máy cắt cần sửa chữa với TG_1 ;
- Đóng mạch MC_{II} để tiếp tục cung cấp điện cho phụ tải của mạch có MC_1 ;
- Sau cùng cần tiến hành các biện pháp an toàn để có thể sửa chữa MC_1 .

Khi MC_1 được sửa chữa xong, ta tiến hành thực hiện các thao tác theo trình tự ngược lại để đưa MC_1 vào tiếp tục làm việc và đưa MC_{II} trở về vị trí cũ của nó, khôi phục lại sơ đồ làm việc ban đầu.

Tuy sơ đồ hai thanh góp đã khắc phục được một số nhược điểm của sơ đồ một thanh góp và thanh góp phân đoạn. Song nó vẫn có một số nhược điểm cần nêu sau:

- Dùng nhiều dao cách ly gây tốn kém về mặt kinh tế và dao cách ly được dùng để thao tác khi có dòng điện, nếu nhầm sẽ rất nguy hiểm.

- Khi sửa chữa máy cắt của một mạch nào đó, mạch đó bị mất điện trong thời gian thao tác chuyển đổi để đưa MC_{II} vào thay thế và đưa máy cắt đã sửa chữa xong vào làm việc trở lại. Để khắc phục thời gian mất điện dài này, người ta dùng dao cách ly phụ (CL_p) để thực hiện việc nối tắt đường dây với thanh góp (hình 4.19).

- Việc bố trí thanh góp và các dao CL_{TG} cũng khá phức tạp;

- Khi số mạch nhiều, công suất lớn nếu xảy ra sự cố ngắn mạch trên một thanh góp, số mạch bị mất điện sẽ nhiều. Mặt khác khi số mạch lớn, chế độ làm việc với một thanh góp sẽ chiếm một khoảng thời gian đáng kể trong năm, làm giảm độ tin cậy cung cấp điện của sơ đồ khá nhiều.

- Để tránh thao tác nhầm lẫn các dao cách ly của nhân viên trực vận hành, cần có những bộ khoá liên động bằng cơ hoặc bằng điện giữa các dao cách ly.

Để giảm số mạch bị mất điện khi ngắn mạch trên một thanh góp có thể tiến hành phân đoạn thanh góp. Song biện pháp này tốn kém và tăng tính phức tạp khi vận hành.

Trong sơ đồ TPP có hệ thống hai thanh góp, các thiết bị đo lường và bảo vệ cũng được bố trí tương tự sơ đồ TPP có một hệ thống thanh góp.

Sơ đồ TPP có hệ thống hai thanh góp thường dùng cho các trạm có công suất lớn, số đường dây vào ra tương đối nhiều và có cấp điện áp $\geq 110kV$.

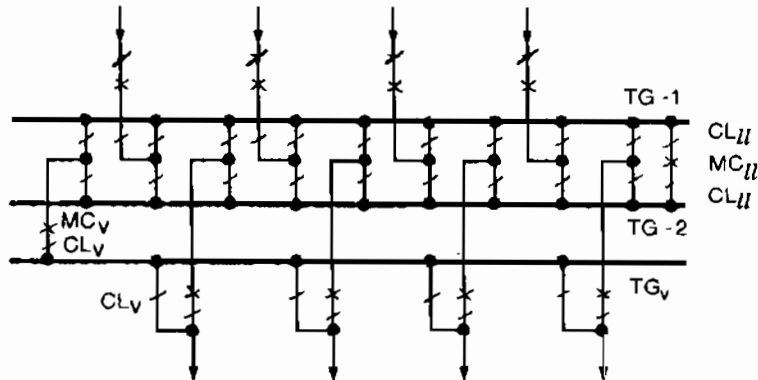
Các TPP có hệ thống hai thanh góp thường được lắp đặt ngoài trời (trạm hở) do kích thước chiếm chỗ lớn. Các TPP trung áp ít dùng sơ đồ này.

4.3.1.4. Sơ đồ TPP có hệ thống thanh góp vòng

Sơ đồ hệ thống hai thanh góp tuy đã khắc phục được những nhược điểm của sơ đồ hệ thống một thanh góp cũng như hệ thống có thanh góp phân đoạn và nâng cao được độ tin cậy cung cấp điện. Song cả ba sơ đồ này đều có nhược điểm chung là nếu xảy ra hư hỏng hoặc cần sửa chữa một máy cắt nào đó thì toàn bộ mạch nối với máy cắt này sẽ bị mất điện trong suốt thời gian sửa chữa máy cắt và thời gian đưa máy cắt vào vận hành trở lại.

Để khắc phục nhược điểm này, người ta đưa thêm vào sơ đồ hệ thống hai thanh góp một hệ thống thanh góp vòng (TG_v) và một máy cắt vòng (MC_v) cùng với các dao cách ly vòng (CL_v).

Sơ đồ TPP có hệ thống thanh góp vòng được trình bày trên hình 4.20.



Hình 4.20. Sơ đồ TPP có hệ thống thanh góp vòng (TG_v).

Trong sơ đồ sử dụng ký hiệu đơn giản: / – dao cách ly (CL); x – máy cắt điện (MC)

Nhờ có MC_v, các dao CL_v và TG_v, nên khi sửa chữa hoặc hư hỏng bất kỳ một máy cắt của một mạch nào đó, cả hai thanh góp vẫn đều làm việc và tránh được thời gian mất điện khi thao tác chuyển đổi. Các thao tác để đưa máy cắt vòng vào thay thế cho máy cắt cần sửa chữa được tiến hành theo trình tự sau:

- Đầu tiên tiến hành cắt máy cắt cần đưa vào sửa chữa;
- Cắt dao cách ly của máy cắt này để tách máy cắt ra khỏi thanh góp mà nó đang làm việc.
- Cắt dao cách ly phía đường dây của máy cắt này.
- Đóng dao CL_v phía đường dây để nối đường dây này với thanh góp vòng.
- Đóng các dao CL của MC_v về phía thanh góp vòng và về phía thanh góp mà máy cắt cần sửa chữa đang làm việc trước đó.
- Cuối cùng đóng máy cắt vòng để đưa MC_v vào làm việc thay thế cho máy cắt cần sửa chữa.

Nhược điểm của sơ đồ TPP có thanh góp vòng là dùng nhiều dao cách ly và vẫn bị mất điện tạm thời trong thời gian thao tác đóng cắt để chuyển đổi thanh góp. Để khắc phục có thể dùng sơ đồ mỗi mạch được nối với thanh góp qua nhiều máy cắt.

Sơ đồ TPP có thanh góp vòng được dùng khi số đường dây vào và đường dây ra nhiều, nghĩa là, số lượng máy cắt được dùng nhiều. Vì vậy, sơ đồ loại này thường dùng cho các nhà máy điện và các trạm biến áp trung gian có công suất lớn mang tính chất khu vực.

Trong các xí nghiệp công nghiệp hầu như không sử dụng sơ đồ dạng này.

4.3.2. Sơ đồ trạm biến áp (TBA)

4.3.2.1. Khái niệm về trạm biến áp

Trạm biến áp bao gồm các trạm phân phối điện cao, hạ áp và các máy biến áp được lắp đặt trong trạm.

Tên trạm biến áp được gọi theo cấp điện áp của điện áp đầu vào và các điện áp đầu ra của máy biến áp (ví dụ, trạm biến áp 110/35/10kV).

Các trạm phân phối cũng được gọi tương tự theo các cấp điện áp này (ví dụ, TPP – 110kV, TPP– 35kV, TPP– 10kV).

Với các trạm biến áp công suất nhỏ có kết cấu đơn giản có thể không có trạm phân phối mà chỉ có các tủ đầu vào và các tủ phân phối điện đầu ra.

– Trạm biến áp trung gian (TBATG) hay còn gọi là trạm giảm áp trung gian (TGATG) làm nhiệm vụ chuyển đổi năng lượng điện từ cấp điện cao hơn sang các cấp điện áp thấp hơn (các cấp điện áp trung gian).

Trong các xí nghiệp công nghiệp, các trạm biến áp dạng này còn được gọi là các trạm biến áp chính hay các trạm giảm áp chính của xí nghiệp.

– Trạm biến áp hạ áp (TBAHA) làm nhiệm vụ hạ điện áp từ các cấp điện áp trung áp (6 – 35kV) xuống cấp điện áp 0,4kV. Các trạm biến áp này được gọi là các trạm biến áp phụ tải hay các trạm biến áp phân xưởng (đối với các xí nghiệp công nghiệp).

4.3.2.2. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp

Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp hay còn gọi là sơ đồ nối điện chính cần phải đảm bảo thỏa mãn các điều kiện sau:

- Có độ tin cậy cung cấp điện cao, phù hợp với yêu cầu của phụ tải.
- Sơ đồ nối điện phải rõ ràng, thuận tiện trong vận hành và dễ xử lý khi gặp sự cố.
- An toàn trong vận hành cũng như khi sửa chữa.
- Thuận tiện cho việc phát triển và mở rộng.
- Phù hợp với các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật.

Trong thực tế, việc đảm bảo thỏa mãn được tất cả các yêu cầu và điều kiện nêu trên là rất khó. Tùy theo điều kiện và yêu cầu của phụ tải cũng như khả năng về vốn đầu tư mà lựa chọn sơ đồ nối điện trạm biến áp cho phù hợp.

Với các hệ tiêu thụ điện loại II ít quan trọng và hệ tiêu thụ điện loại III dùng sơ đồ trạm có một máy biến áp, không có kết cấu thanh góp đầu vào và đầu ra dùng sơ đồ phân phối có một hệ thống thanh góp. Để nâng cao độ tin cậy cung cấp điện có thể dùng mạch liên hệ vòng phía hạ áp với các trạm lân cận.

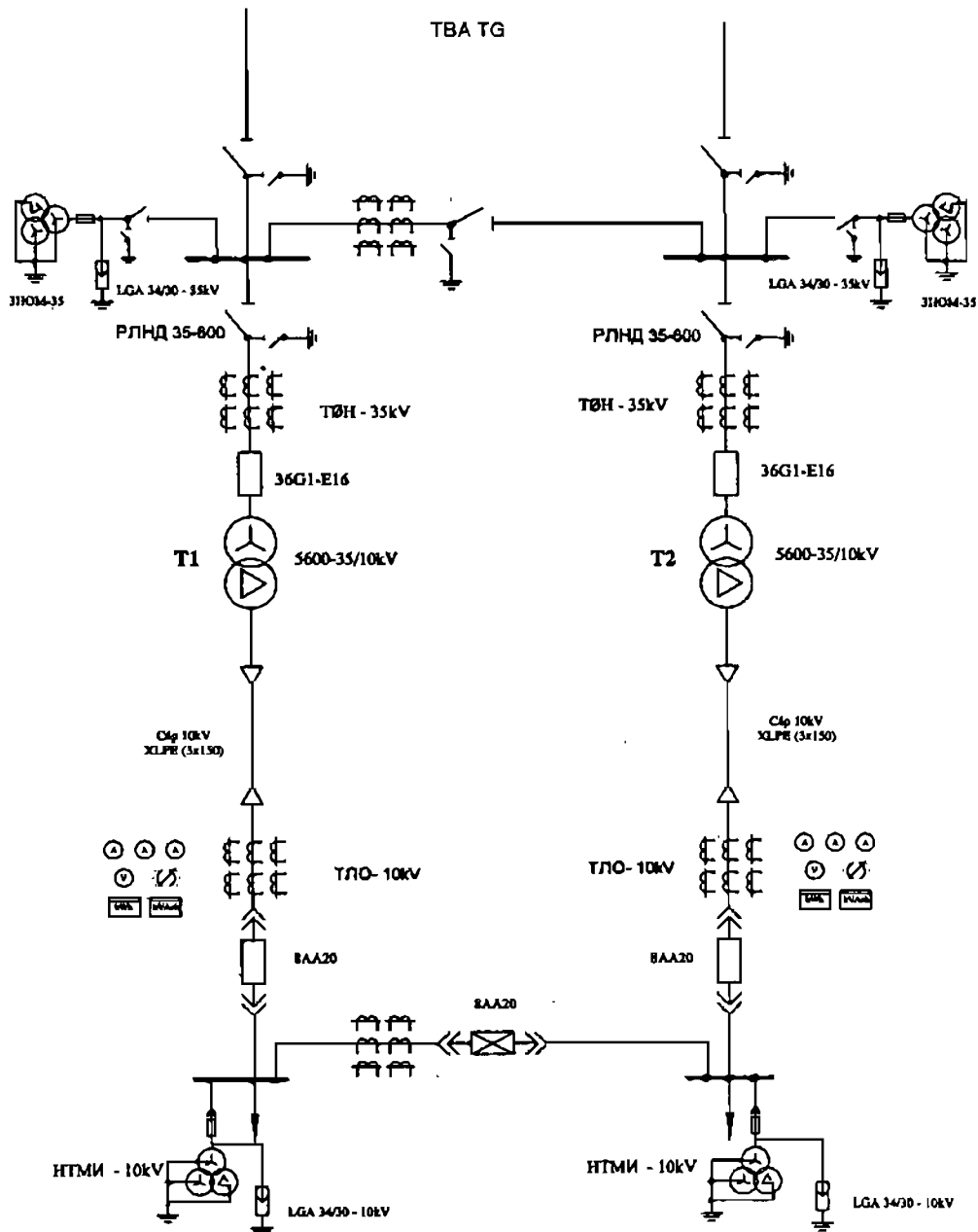
Với các hệ tiêu thụ điện loại I và loại II quan trọng dùng sơ đồ trạm có hai máy biến áp. Phía đầu vào có thể hình thành hệ thống thanh góp hoặc không. Phía đầu ra của trạm dùng hệ thống phân phối có thanh góp phân đoạn. Hệ thống phân phối có hai thanh góp trong các xí nghiệp thường chỉ dùng cho các nhà máy luyện kim và các nhà máy có yêu cầu khắt khe về độ tin cậy cung cấp điện theo quá trình công nghệ. Việc lựa chọn các trạm biến áp có thanh góp ở phía đầu vào cao áp có thể thực hiện theo sơ đồ cầu.

Sơ đồ cầu trong (máy cắt đặt về phía đường dây) được sử dụng khi có hai đường dây làm việc song song và có chiều dài lớn hay xảy ra sự cố trên đường dây. Đối với các xí nghiệp công nghiệp, cự ly truyền tải ngắn ít dùng sơ đồ này.

Sơ đồ cầu ngoài (máy cắt đặt về phía máy biến áp) được sử dụng khi cần chủ động đóng cắt máy biến áp để điều độ sản xuất nhằm giảm tổn thất công suất và tổn thất điện năng trong máy biến áp, sơ đồ này thường dùng cho các xí nghiệp công nghiệp.

a) Trạm biến áp trung gian

Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp trung gian có hai máy biến áp dùng sơ đồ cầu ngoài được trình bày trên hình 4.21.



Hình 4.21. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp trung gian 35/10kV

Tuỳ theo công suất vào độ tin cậy cung cấp điện yêu cầu, các trạm biến áp trung gian có thể là trạm một máy hoặc trạm hai máy biến áp.

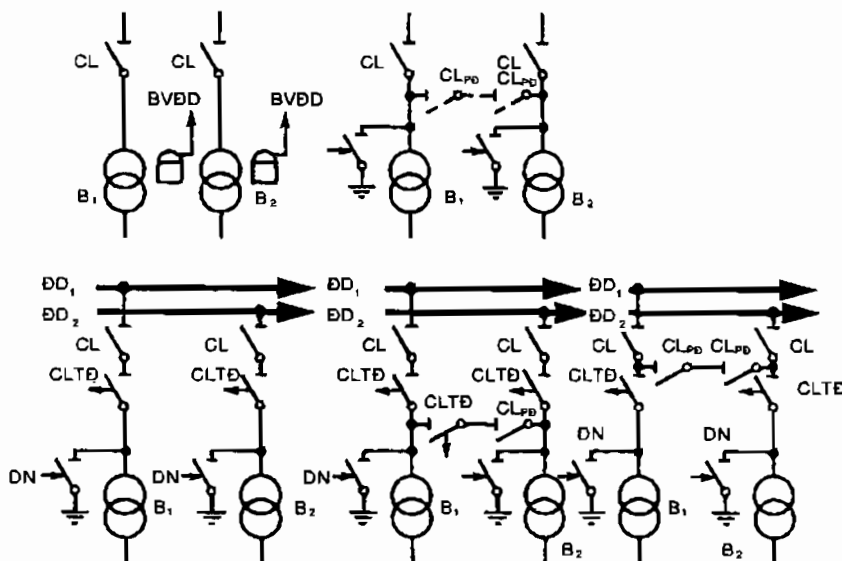
Trong lưới cung cấp điện, các trạm biến áp trung gian thường có các cấp điện áp sau: 110/35; 110/6–22; 35/6–22kV. Các thiết bị phân phối cao áp và máy biến áp đặt ngoài trời do kích thước các thiết bị và máy biến áp công kênh.

– Các trạm biến áp trung gian có một máy biến áp được dùng để cung cấp cho phụ tải loại III và loại II kém quan trọng. Để nâng cao độ tin cậy cung cấp điện có thể sử dụng mạch liên hệ vòng phía hạ áp (nếu có điều kiện) từ các trạm trung gian lân cận.

Trạm có một máy biến áp, một đường dây nguồn cấp. Sự cố máy biến áp cũng như sự cố đường dây đều dẫn tới mất điện do máy cắt đầu nguồn cắt. Để cho sơ đồ được đơn giản, người ta không dùng kết cấu thanh góp phía đầu vào cao áp mà chỉ dùng dao cách ly để cô lập máy biến áp khi cần sửa chữa hoặc dùng kết hợp dao cách ly, dao cách ly tự động và dao ngắt mạch (xem hình 4.22) để tạo ngắn mạch cho bảo vệ đường dây phía đầu nguồn tác động, tăng cường độ nhạy cho bảo vệ role.

Phía đầu ra của trạm chỉ dùng trạm phân phối có kết cấu một hệ thống thanh góp. Các thiết bị phân phối đặt trong nhà.

– Trạm trung gian có 2 máy biến áp dùng để cung cấp điện cho các phụ tải thuộc hộ loại I và loại II.



Hình 4.22. Sơ đồ kết cấu đầu vào của các trạm trung gian 110, 35/6 – 22kV không dùng thanh góp

Trong sơ đồ trạm hai máy cũng dùng kết cấu đầu vào đơn giản không có hệ thống thanh góp hoặc có hệ thống thanh góp đầu vào. Các hình thức kết cấu đầu vào nêu trên hình 4.22. Trong đó: CL – dao cách ly, CL_{PD} – dao cách ly phân đoạn, CL_{TD} – dao cách ly tự động, DN – dao ngắt mạch, B₁, B₂ – các máy biến áp, BVDD – bảo vệ rơ le đặt phía đầu đường dây; ĐD₁, ĐD₂ – các đường dây. Các thiết bị đầu vào đặt ngoài trời.

Phía đầu ra thông thường người ta dùng trạm phân phối trong nhà có sơ đồ hệ thống thanh góp phân đoạn.

b) Trạm biến áp phụ tải, trạm biến áp phân xưởng

Trạm biến áp phân xưởng và trạm biến áp phụ tải thông thường có công suất nhỏ và vừa; có cấp điện áp 6 – 35/0,4kV.

Do dòng điện đầu ra phía 0,4kV có giá trị lớn, cáp, thanh dẫn, các thiết bị đầu ra phải có các kích thước dẫn điện (tiết diện) lớn công kênh khó lắp đặt. Chính vì vậy các máy biến áp có điện áp đầu ra 0,4kV công suất lớn người ta không chế tạo.

Thông thường chỉ sử dụng các máy biến áp có dung lượng từ 1000kVA trở xuống.

Tuỳ theo yêu cầu về độ tin cậy cung cấp điện, các trạm biến áp, hạ áp nói chung cũng có các dạng trạm 1 máy biến áp và trạm 2 máy biến áp.

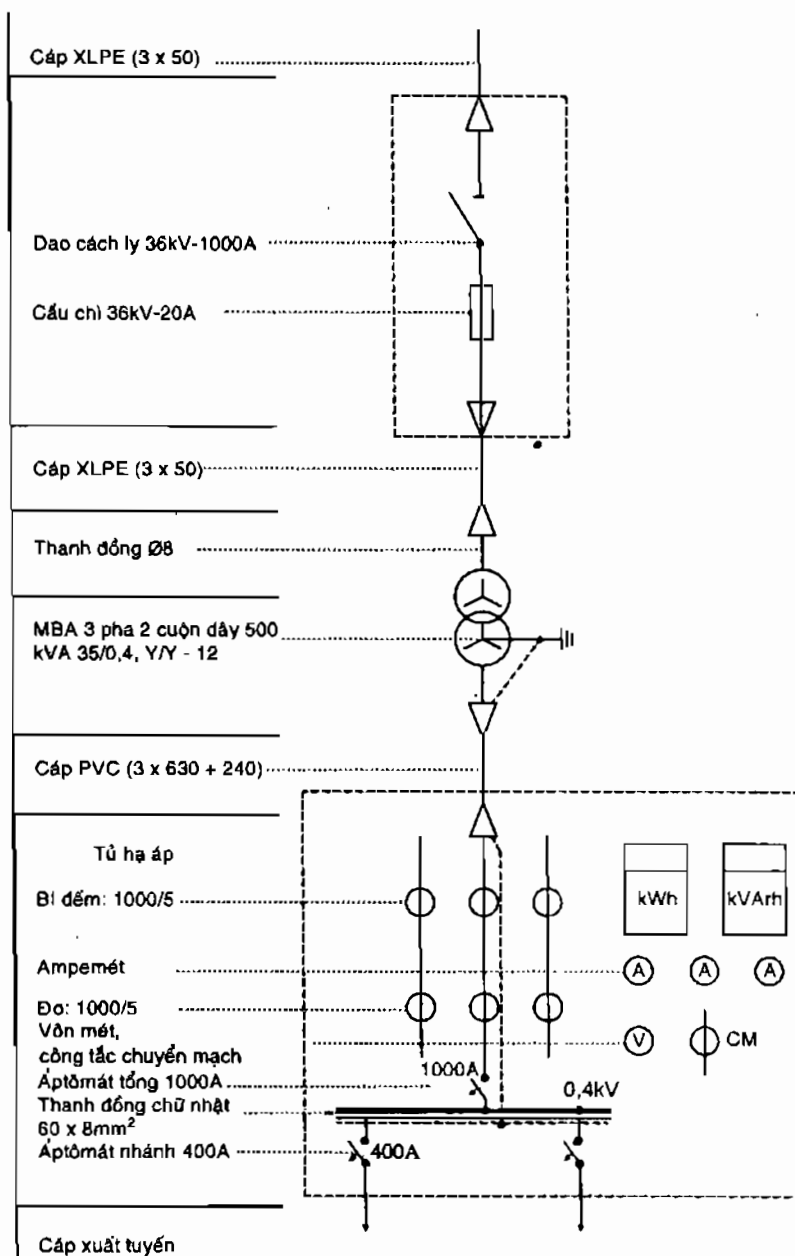
– Sơ đồ nguyên lý của trạm biến áp hạ áp có một máy biến áp nêu trên hình 4.23 và trên hình 4.24.

Các trạm biến áp hạ áp thông thường không bố trí người trực đầu vào trạm biến áp thông thường

chỉ sử dụng dao cách ly và cầu chì hoặc có thể thay thế hai thiết bị này bằng cầu chì tự rơi (SI) khi lắp đặt ngoài trời. Khi lắp đặt trong nhà có thể thay bằng tủ hợp bộ dao cách ly – cầu chì hoặc tủ máy cắt phụ tải.

Đầu ra trạm biến áp dùng tủ phân phối hạ áp.

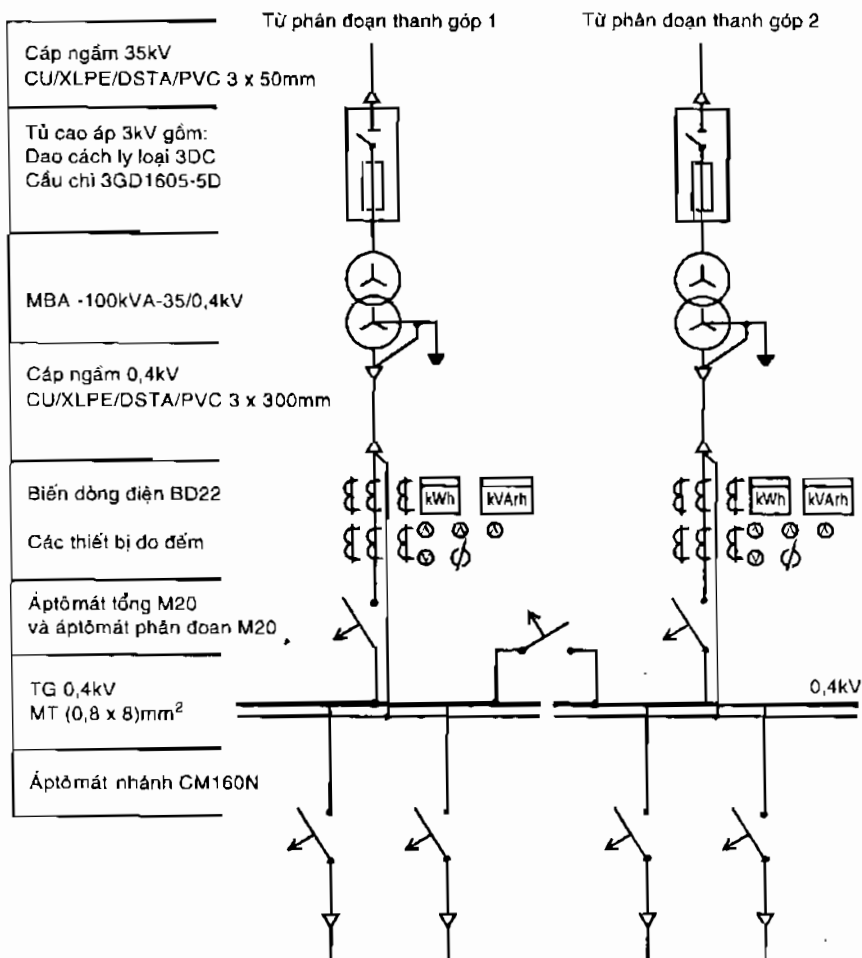
Trạm biến áp hạ áp có một máy biến áp chỉ dùng cung cấp điện cho các phụ tải thuộc hộ tiêu thụ loại III. Nếu dùng để cung cấp cho phụ tải thuộc hộ tiêu thụ loại II phải có đường dây liên kết vòng phía hạ áp lấy từ các trạm lân cận.



Hình 4.23. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp hạ áp có một máy biến áp 6– 35/0,4kV

– Trạm biến áp hạ áp có 2 máy biến áp được dùng để cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ loại I và loại II.

Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp có 2 máy biến áp nêu trên hình 4.24.



Hình 4.24. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp có 2 máy biến áp 6 – 35/0,4kV

Các kết cấu đầu vào cũng tương tự như kết cấu của trạm biến áp có một máy, nghĩa là dùng dao cách ly cầu chì hoặc tủ hợp bộ dao cách ly – cầu chì hay tủ máy cắt phụ tải.

Kết cấu đầu ra của trạm biến áp dùng các tủ phân phối hạ áp và tủ áp tô mát phân đoạn tương ứng với hình thức kết cấu hệ thống thanh góp có phân đoạn.

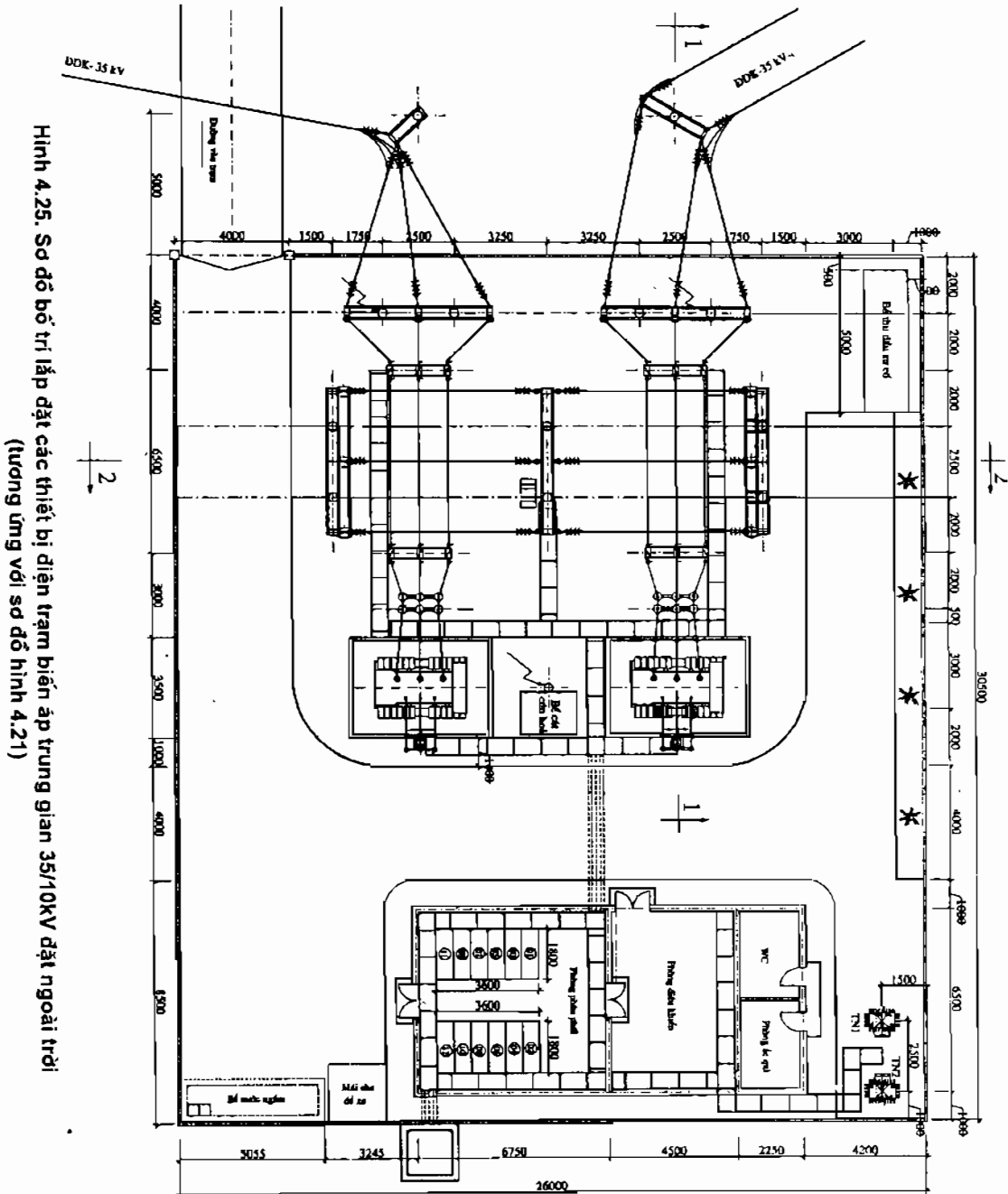
4.3.2.3. Sơ đồ lắp đặt trạm biến áp

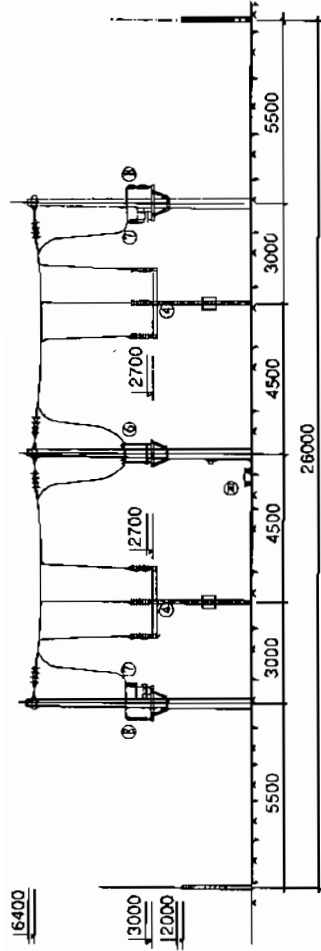
Để vẽ các bản vẽ lắp đặt trạm biến áp cần phải quan tâm đặc biệt tới các kích thước và hình dạng không gian của từng thiết bị và phải nghiên cứu kỹ các quy trình quy phạm trong bộ điện để bố trí khoảng cách trong không gian giữa các thiết bị theo tiêu chuẩn để đảm bảo cho các thiết bị làm việc an toàn và giữ an toàn cho người trực, người vận hành và sửa chữa cũng như đảm bảo an toàn cho việc giao thông đi lại trong trạm.

Dưới đây trình bày một số dạng bản vẽ lắp đặt để tham khảo khi làm thiết kế.

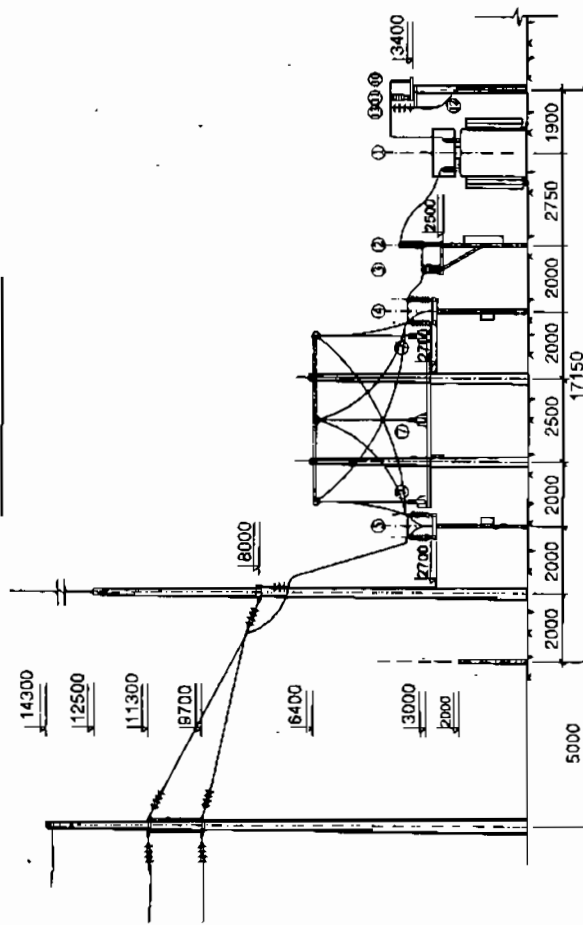
a) Sơ đồ lắp đặt trạm biến áp trung gian (trạm được lắp đặt ngoài trời)

- Sơ đồ trạm biến áp trung gian dùng dao cách ly tự động và dao ngắt mạch tương ứng với sơ đồ nguyên lý hình 4.22 cho trên hình 4.3.
- Sơ đồ trạm biến áp trung gian tương ứng với sơ đồ nguyên lý hình 4.21 cho trên hình 4.25. Trạm sử dụng các dao cách ly và máy cắt đầu vào hình thành hệ thống thanh góp có phân đoạn và dùng dao cách ly phân đoạn.
- Sơ đồ bố trí lắp đặt các thiết bị điện phân phối trong nhà phân phối 10kV tương ứng với hình 4.25 cho trên hình 4.26.





MẶT CẮT 2-2

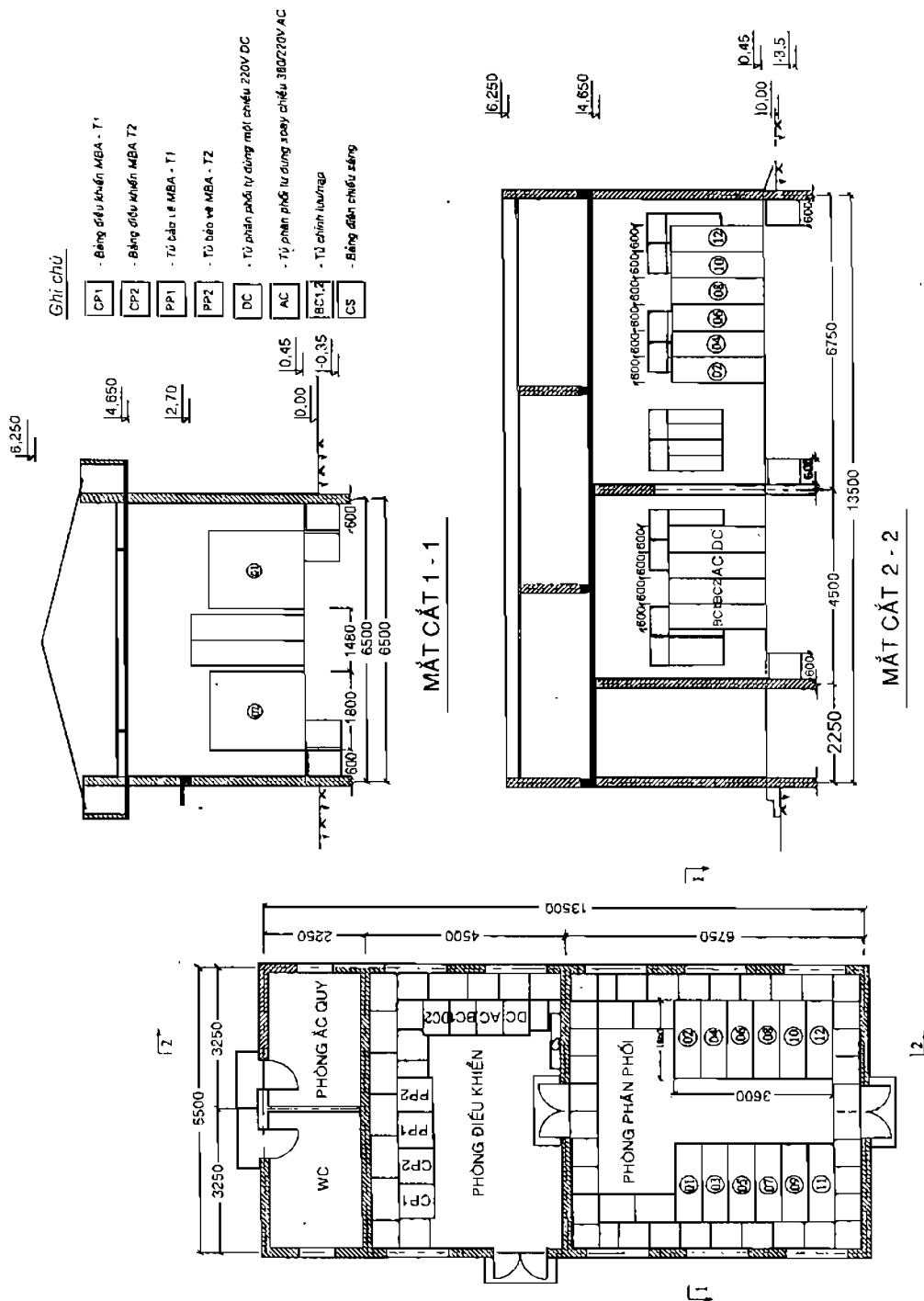


MẶT CẮT 1-1

Hình 4.25 (tiếp theo)

SỐ	TÊN THIẾT BỊ	CHUNG LOẠI	ĐƠN VỊ	SỐ LƯỢNG	CHỈ CHỮ
1	Máy biến áp lực	5000 KVA-30KV KV	CĐ	02	
2	Máy cắt tải 85%	30.5 KV-400A-18 MVA	Bq	02	
3	Biến dòng điện CT-30.5KV	SB-100-200V/1A	CĐ	08	
4	Dao cách ly 30.5 KV	DG-1ES-30.5 KV/30A	Bq	02	
5	Dao cách ly 30.5 KV	DG-2ES-30.5 KV/30A	Bq	02	
6	Dao cách ly 30.5 KV	DG-3ES-30.5 KV/30A	Bq	01	Khung cách phá phá 2.5m
7	Biến điện áp	VT-30 KV	CĐ	06	
8	Chống sét ven	LA-30KV	CĐ	06	
9	Máy biến áp tự dòng	500VA-0.2KV-0.4 KV	CĐ	02	
10	Chống sét ven	LA-30KV	CĐ	06	
11	Máy biến áp	500VA-0.2KV-0.4 KV	CĐ	06	
12	Cáp lực - 8KV	RUMPCOT/NHPCOT/30.5KV/300mm ² 3KV	m	65	
13	Hộp đấu cáp trung nhà	35mm ² 3 KV	CĐ	02	
14	Hộp đấu cáp ngoài trời	35mm ² 3 KV	CĐ	02	
15	Hộp đấu cáp ngoài trời	35mm ² 3 KV	CĐ	02	
16	Hộp đấu cáp trung nhà	35mm ² 3 KV	CĐ	04	
17	Tủ tụ 0.8	0.3 KV-400A-18MVA	ns	04	
18	Tủ tụ 0.8	0.3 KV-400A-18MVA	ns	01	
19	Tủ tụ 0.8	0.3 KV-400A-18MVA	ns	01	
20	Ghế cách điện - 35KV	0.3 KV-400A-18MVA	ns	01	

BẢNG KẾ THIẾT BỊ CHÍNH



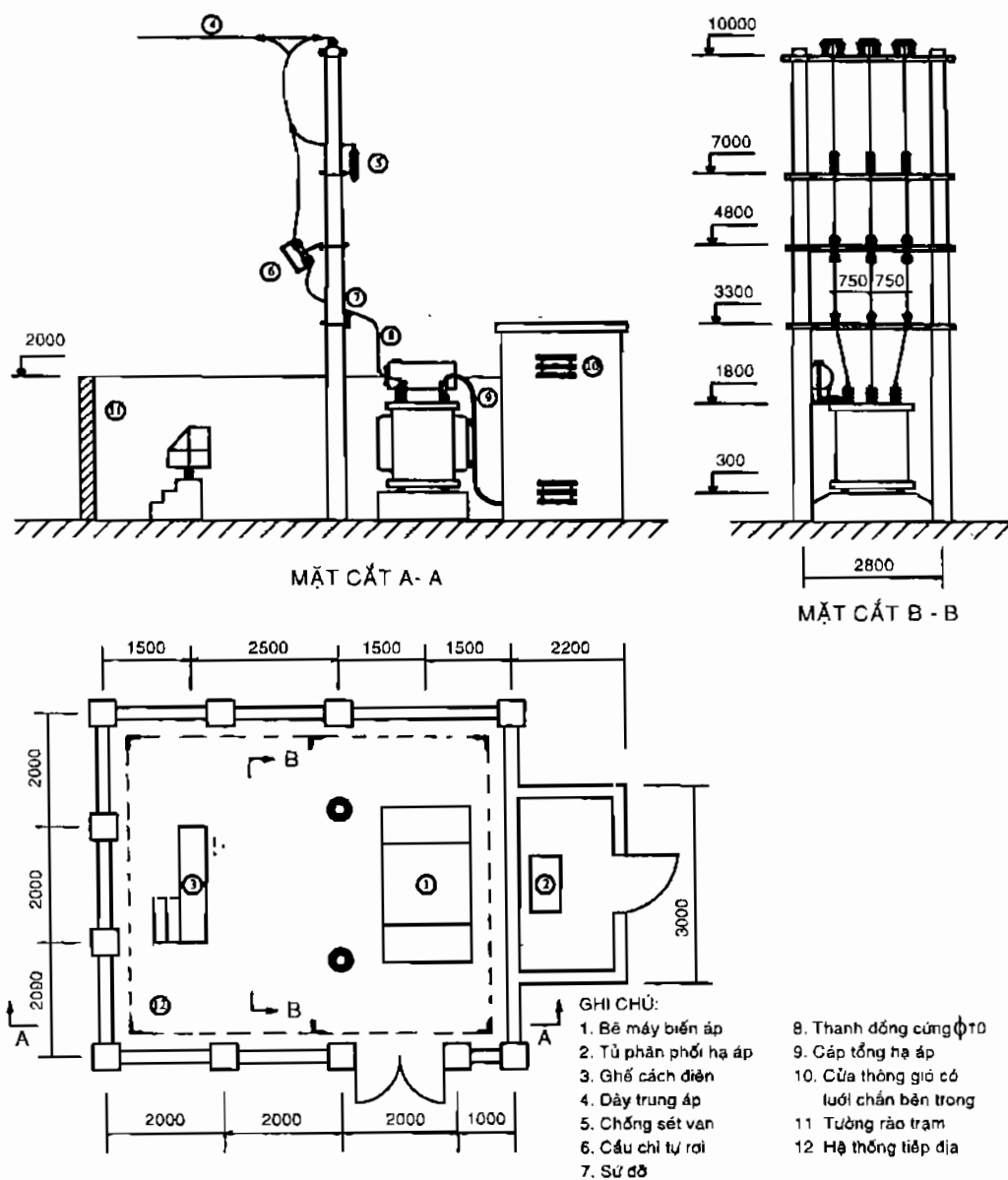
Hình 4.26. Sơ đồ bố trí lắp đặt thiết bị phân phối điện trong nhà phân phối 10kV

(tương ứng với hình 4.25)

b) Sơ đồ lắp đặt trạm biến áp phụ tải, trạm biến áp phân xưởng

Trạm biến áp phụ tải dùng cung cấp điện của các phụ tải công cộng, phụ tải sinh hoạt của đô thị và nông thôn.

Trạm biến áp phân xưởng dùng cung cấp điện cho các phụ tải động lực (sức kéo) và phụ tải chiếu sáng trong các xí nghiệp công nghiệp.



Hình 4.27. Sơ đồ lắp đặt trạm cột, điện áp 6–35/0,4kV

Trạm loại này có hai cấp điện áp 6 – 35/0,4kV. Các trạm này có công suất nhỏ thường chỉ khoảng 1000kVA trở xuống. Các trạm dạng này gọi chung là các trạm biến áp hạ áp 0,4kV. Kết cấu của trạm biến áp hạ áp có các dạng: trạm treo, trạm bột, trạm xây (trạm kín đặt trong nhà) và trạm hợp bộ. Trạm có loại một máy và hai máy biến áp.

– Trạm biến áp treo (xem hình 4.4 và hình 4.5) là loại trạm có tất cả các thiết bị điện cao, hạ áp và máy biến áp đều được lắp đặt trên cột. Tủ phân phối điện hạ áp có thể được lắp đặt trên cột hoặc đặt trong buồng phân phối xây trên mặt đất.

Ưu điểm của loại trạm này thể hiện ở chỗ tiết kiệm đất, thích hợp với các địa bàn có quỹ đất hạn hẹp và thường dùng cho các trạm biến áp công cộng trong đô thị và các vùng nông thôn dân cư đông đúc.

Loại trạm biến áp này có tính thẩm mỹ không cao, ngày nay ít dùng trong lưới điện đô thị.

– Trạm bệt (trạm cột) là loại trạm có các thiết bị điện cao áp được lắp đặt trên cột còn máy biến áp được đặt trên bệ đỡ bằng xi măng đặt trên mặt đất, tủ phân phối hạ áp được đặt trong nhà. Xung quanh trạm xây tường rào bảo vệ. Trạm bệt được dùng cho những nơi có đất đai rộng rãi như các vùng nông thôn và dùng cho các cơ quan xí nghiệp nhỏ và vừa. Sơ đồ lắp đặt trạm bệt nêu trên hình 4.27.

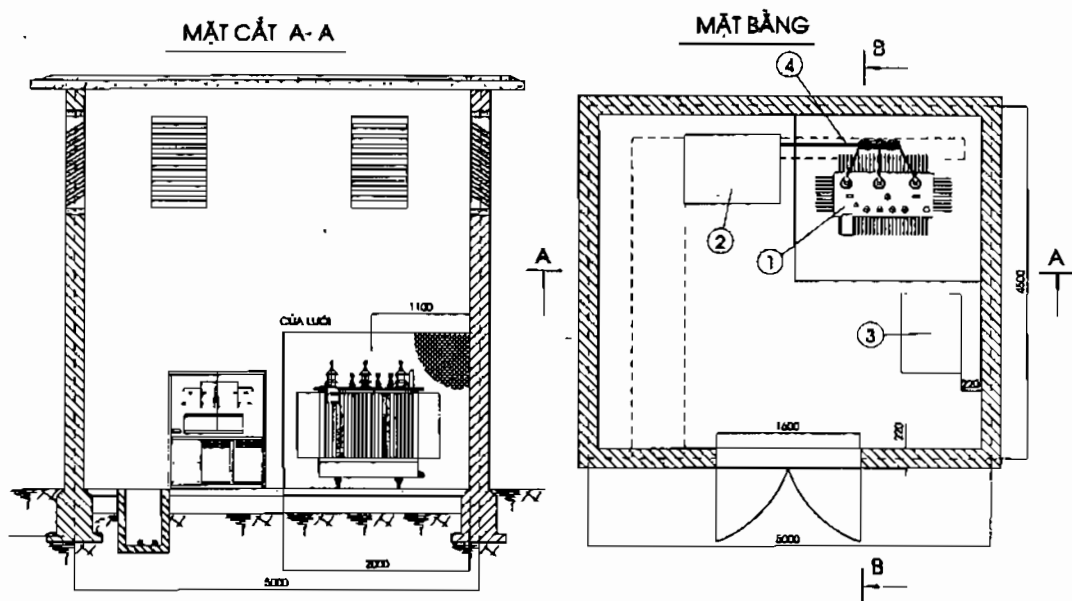
– Trạm xây (trạm kín trong nhà) là loại trạm có tất cả các thiết bị điện cao, hạ áp và máy biến áp được đặt trong nhà.

Các thiết bị đóng cắt cao áp (dao cách ly, cầu chì) dùng thiết bị lẻ có thể được lắp đặt trực tiếp trên tường nhờ các giá đỡ bằng thép góc hoặc dùng các tủ hợp bộ dao cách ly, cầu chì hoặc tủ máy cắt phụ tải đặt trên sàn nhà. Các tủ phân phối điện áp và tủ áp tô mát phân đoạn (nếu có) cũng được đặt trên sàn nhà. Các khoang đặt tủ đầu vào cao áp, khoang đặt máy biến áp và khoang các tủ phân phối hạ áp có thể để chung hoặc xây ngăn thành từng buồng độc lập.

+ Sơ đồ lắp đặt buồng tủ cao áp riêng, buồng máy biến áp chung với khung tủ phân phối điện hạ áp có ngăn cách bằng lưới chắn an toàn cho trên hình 4.6.

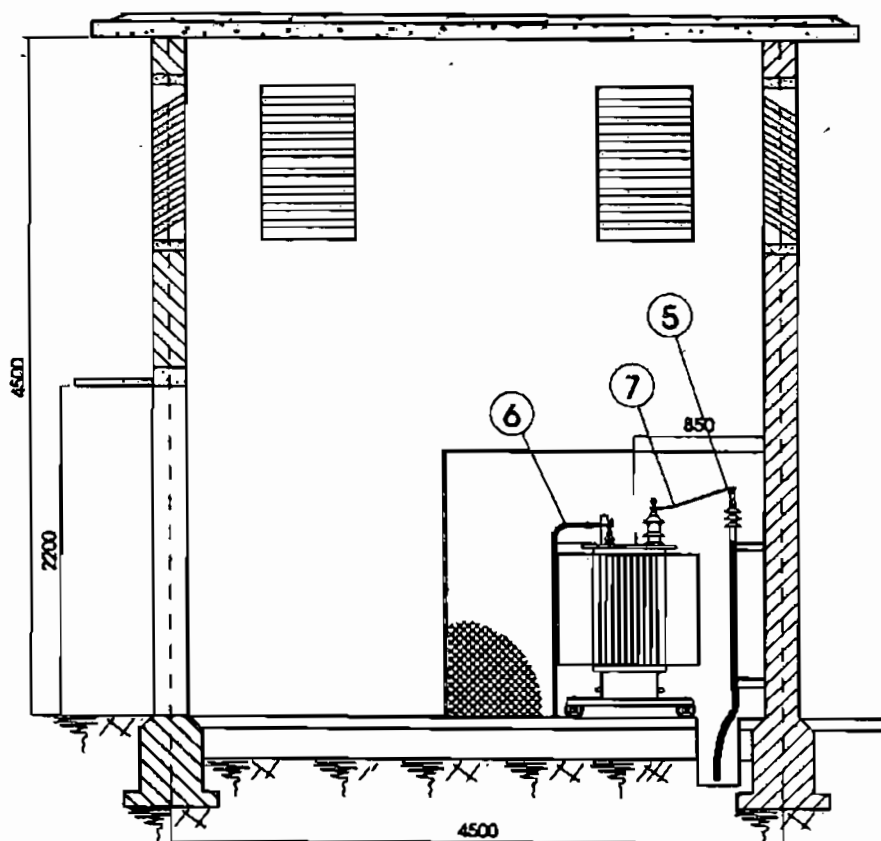
+ Sơ đồ lắp đặt tủ đầu vào cao áp, máy biến áp và các tủ phân phối điện hạ áp chung trong một buồng và ngăn thành từng khoang riêng bằng lưới chắn an toàn được trình bày trên hình 4.28.

+ Sơ đồ lắp đặt trạm biến áp hạ áp có hai máy biến áp đặt trong nhà có buồng máy biến áp đặt chung cho cả hai máy biến áp. Giữa các máy biến áp được ngăn cách bằng lưới chắn an toàn được trình bày trên hình 4.29.



Hình 4.28. Sơ đồ lắp đặt trạm biến áp trong nhà có các tủ đầu vào cao áp, máy biến áp, tủ phân phối điện hạ áp đặt chung trong một buồng

MẶT CẮT B - B



7	THANH DẪN ĐỒNG	MT-40x4	M		
6	CẤP HẠ THỂ	PVC-500V	M		
5	HỘ ĐẦU CẤP 24 KV	24KV - 3x300mm ²	BỘ	2	
4	CÁP CAO THỂ SANG MÁY BT	XLPE-24KV-3x300 (AD)	M	12	
3	TỦ ĐIỆN HẠ THỂ	500V-300, 500, 800A	TU	1	
2	TỦ ĐIỆN CAO THỂ	CTC-F-24KV	TU	3	
1	MÁY BIẾN THỂ 3 PHA 2 CUỘN DÂY	160; 250; 400KVA-22/0,4KV	CÁI	1	
TT	TÊN VẬT TƯ THIẾT BỊ	QUY CÁCH	ĐƠN VỊ	SỐ LƯỢNG	GHI CHÚ
BẢNG KÊ VẬT TƯ THIẾT BỊ					

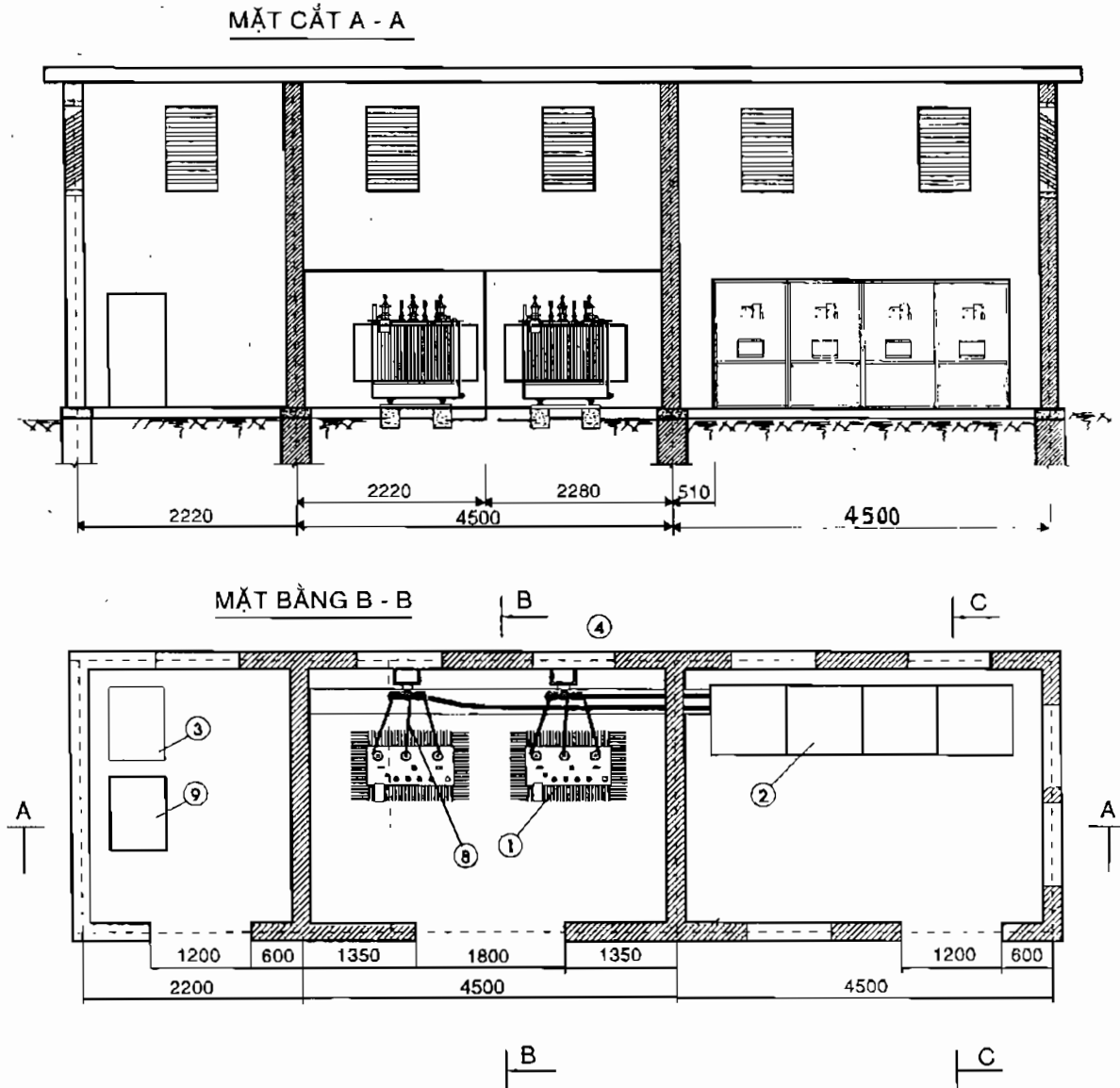
Hình 4.28 (tiếp theo)

Trạm máy biến áp kiểu xây kín thường dùng cho các trạm biến áp phân xưởng trong các xí nghiệp công nghiệp nơi có nhiều bụi công nghiệp và hơi hoá chất.

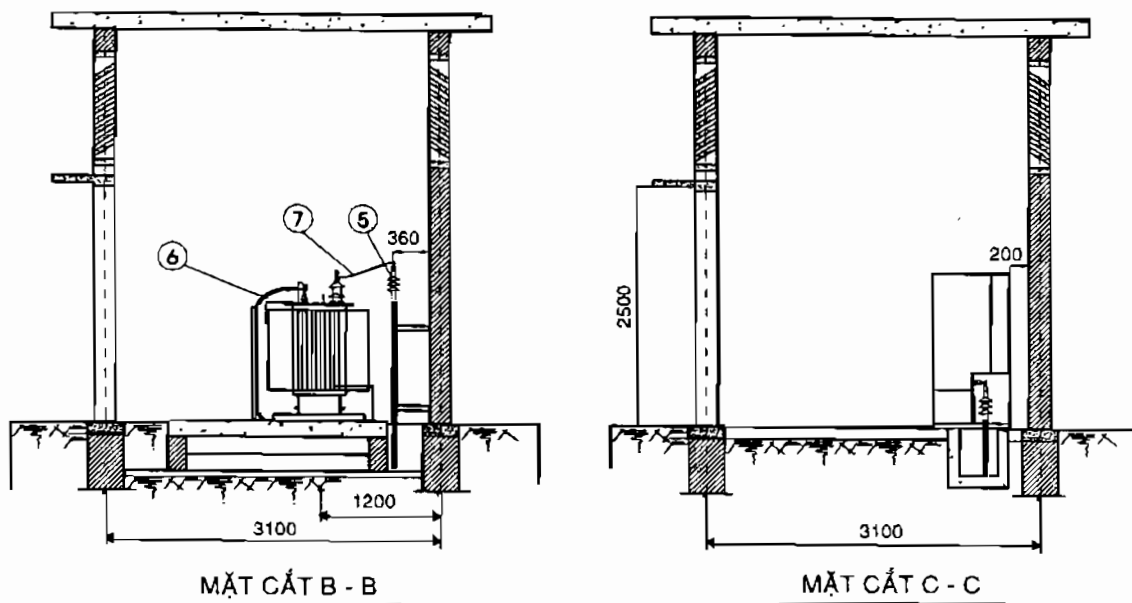
Trong trạm xây, dưới bộ máy biến áp cần có hố chứa dầu sự cố và có cửa thông gió cho các buồng và có lưới chắn để phòng chim, chuột, rắn.

– Trạm biến áp hợp bộ (trộn bộ) là trạm được chế tạo lắp đặt tất cả các thiết bị phân phối đóng cắt cao hạ áp và máy biến áp trong một buồng làm bằng sắt, thép có kết cấu vững chắc chịu được va đập, chống mưa và ẩm ướt.

Trạm hợp bộ được chia thành từng khoang: khoang các tủ điện cao áp, khoang các tủ điện phân phối hạ áp và 1 hoặc 2 khoang chứa máy biến áp. Các khoang có thể sắp xếp linh hoạt tùy theo địa hình rộng hẹp khác nhau.



Hình 4.29. Sơ đồ lắp đặt trạm biến áp hạ áp có 2 máy biến áp đặt trong nhà – buồng máy biến áp dùng chung cho 2 máy



7	THANH DẪN ĐỒNG	MT-80x5	M		
6	CÁP HÀ THỂ	PVC-800V< 3x 240+ 1x180	M		
5	HỘP ĐẦU CÁP 24 KV	300x400x200(Cu)	BỘ	4	
4	CÁP CAO THÉ SANG MÁY BT	XLPE-24KV-300A (Cu)	M	20	
3	TỦ ĐIỆN HẠ THỂ	800V-1000A	TỦ	2	
2	TỦ ĐIỆN CAO THỂ	24KV-630A (VN)	TỦ	4	
1	MÁY BIẾN THỂ 3 PHA 2 CUỘN DÂY	660KVA-22-6,3/20,75/0,1	CÁI	1	
II	TÊN VẬT TƯ THIẾT BỊ	QUY CÁCH	ĐƠN VỊ	SỐ LƯỢNG	GHI CHÚ

BẢNG KÊ VẬT TƯ THIẾT BỊ

Hình 4.29 (tiếp theo)

Các trạm biến áp trọn bộ thường được chế tạo với công suất máy biến áp từ 1000 kVA trở xuống có điện áp từ 7,2 đến 24/0,4kV.

Trạm có chỗ nối cho các đường cáp vào và các đường cáp đi liên thông sang các trạm khác. Sơ đồ nguyên lý của trạm cho trên hình 4.30, sơ đồ lắp đặt trạm cho trên hình 4.31 và hình 4.32.

Các trạm biến áp hợp bộ an toàn, chắc chắn, gọn và đảm bảo được tính mỹ quan, nên thường được dùng ở các nơi quan trọng như khách sạn, khu văn phòng cơ quan ngoại giao v.v...

Ngày nay ở nước ta đã bắt đầu dùng các trạm hợp bộ để cung cấp điện cho đô thị. Các trạm hợp bộ có các đầu nối dây để thực hiện việc liên kết vòng dễ dàng và tăng cường được độ tin cậy cung cấp điện.

Thông số kỹ thuật của tủ trung áp đặt trong trạm hợp bộ 2x1000kVA.

Loại tủ hợp bộ: RMU gần dao cắt phụ tải 630A, cầu chì 200A.

Điện áp định mức: 6 – 22 KV.

Điện áp cao nhất của lưới: 6,3 – 24kV.

Điện áp chịu đựng xung sét định mức: 125kV.

Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp ngắn hạn: 50kV.

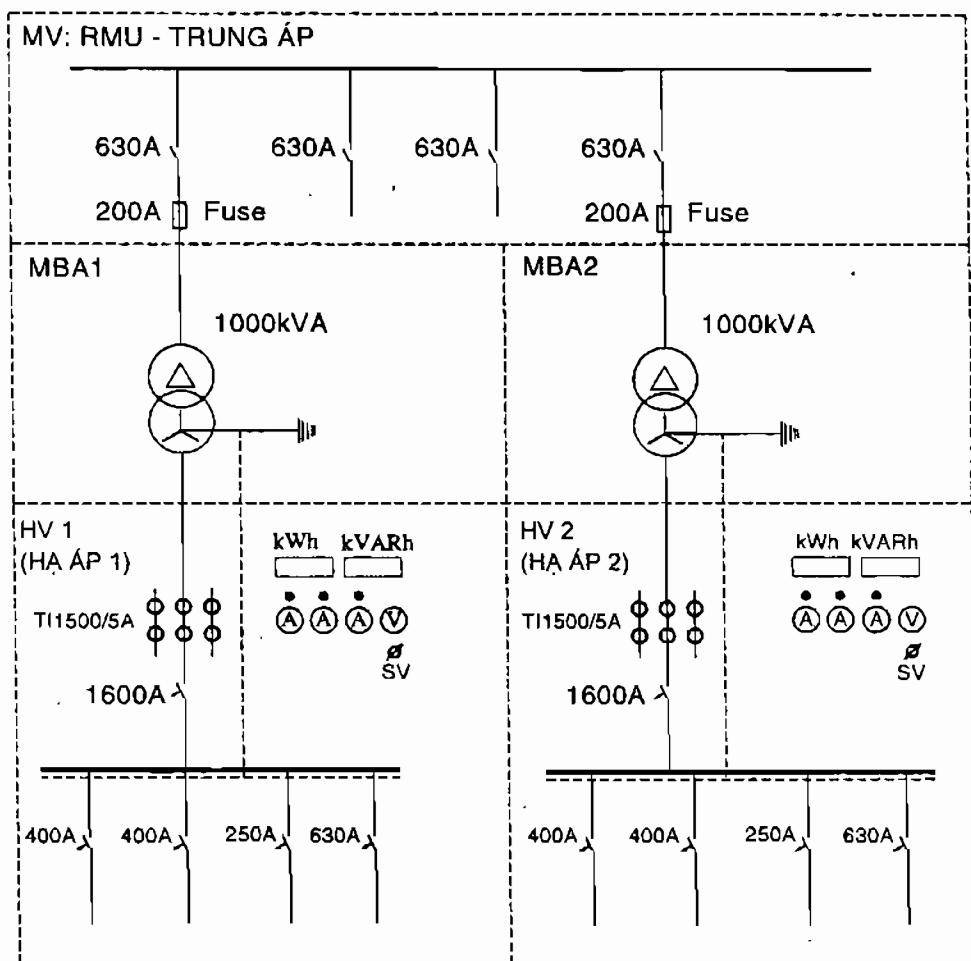
Dòng điện ổn định nhiệt: 20kA/s.

Dòng điện định mức thanh cái: 630kA.

KÍCH THƯỚC TBA:

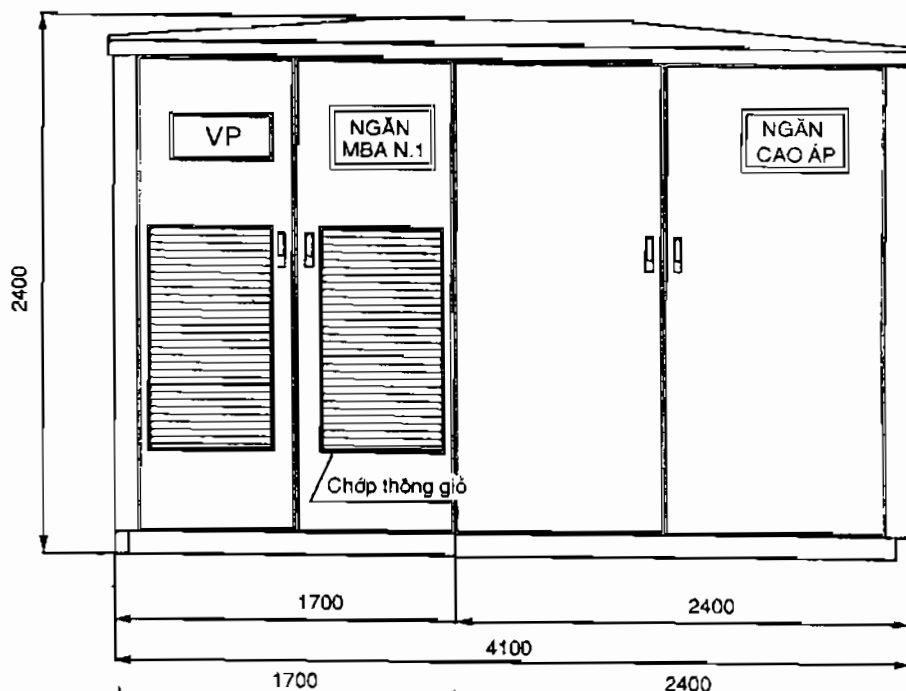
Kiểu loại TBT Trạm Hợp Bộ	L x W x H (mm)	Công suất (kVA)
VP-10 	4100 x 3100 x 2350	2x1000

SƠ ĐỒ MỘT SỢI

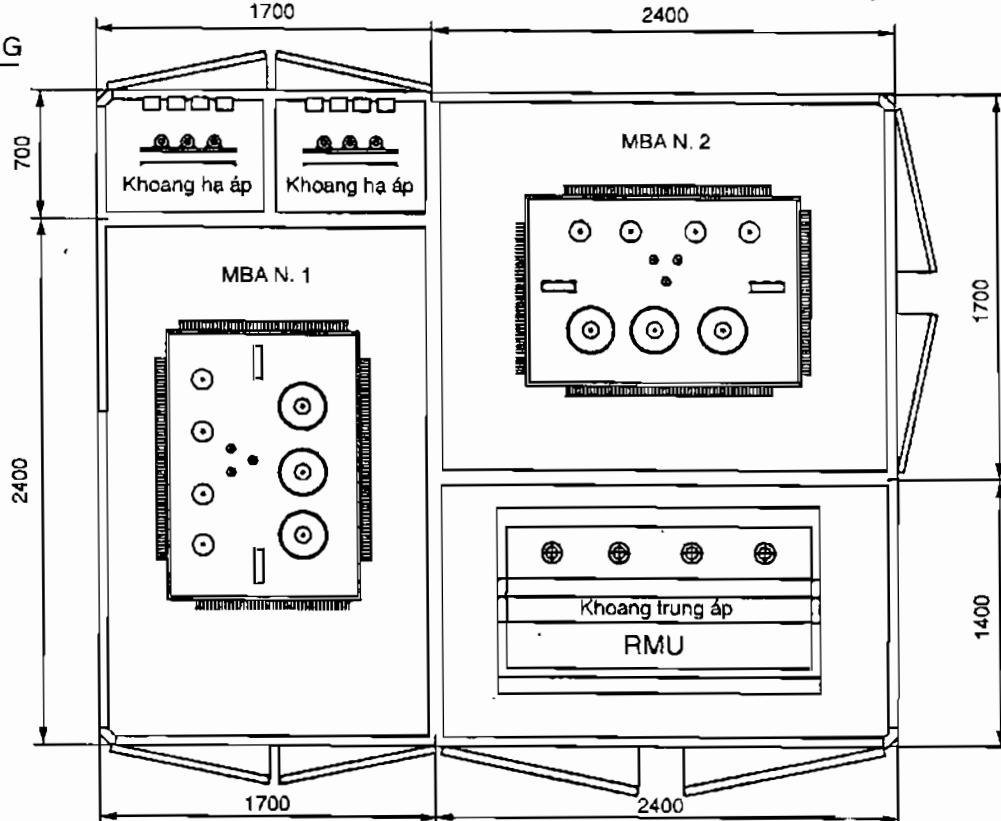


Hình 4.30. Sơ đồ nguyên lý và kích thước của trạm biến áp hợp bộ 2 x 1000kVA 6-22/0,4kV của hãng TOJI Việt Nam

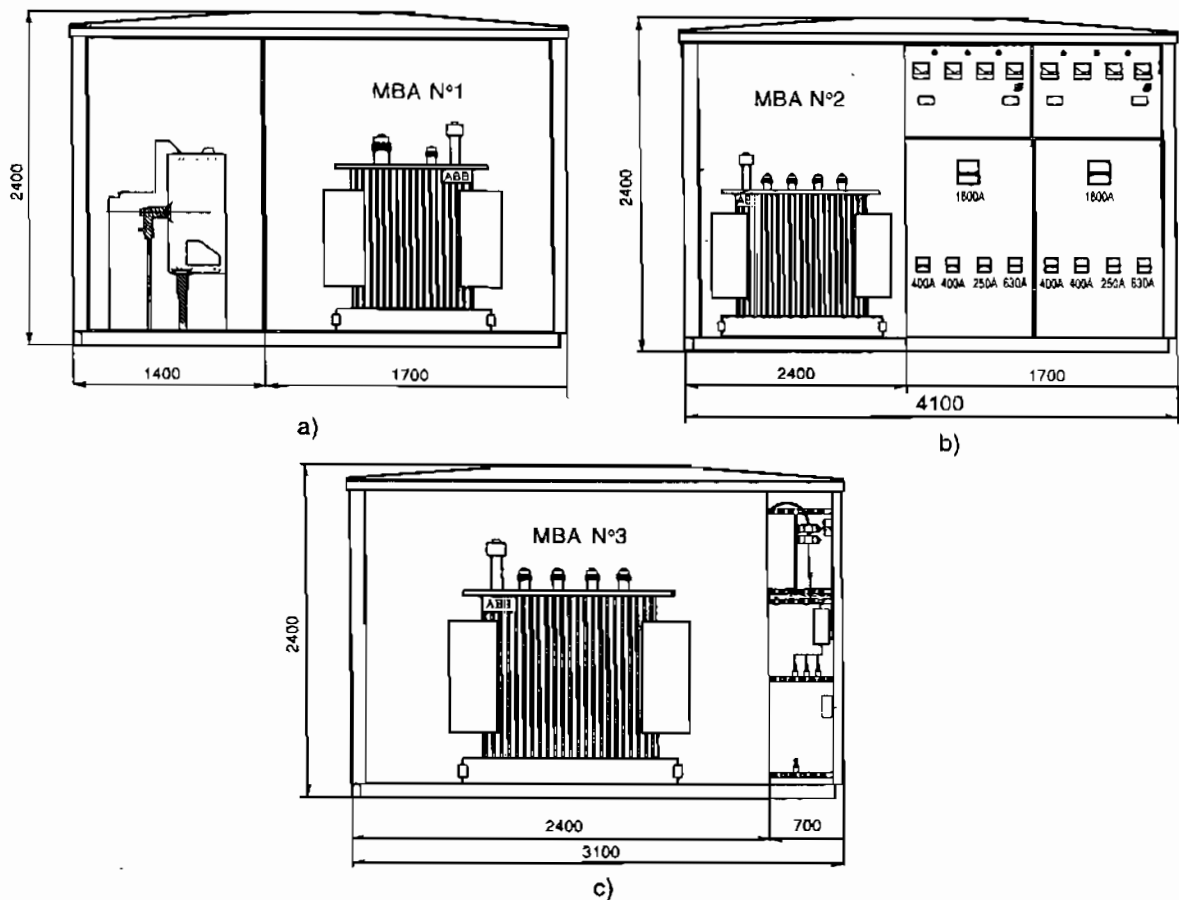
MẶT TRƯỚC



MẶT BẰNG



Hình 4.31. Mặt bằng bố trí thiết bị và mặt trước trạm hợp bộ 2x1000kVA 6–22/0,4 kV của hãng TOJI Việt Nam



Hình 4.32. Mặt cắt các khoang sau khi mở cánh cửa trạm

- a) Khoang tủ cao áp đầu vào; b) Khoang các tủ phân phối hạ áp 0,4kV;
 c) Khoang lắp đặt các áp tô mát tổng và các áp tô mát nhánh.

4.4. BẢO VỆ VÀ ĐO LƯỜNG ĐẶT TRONG TRẠM BIẾN ÁP

Các thiết bị bảo vệ và đo lường thường được đặt tập trung trong các tủ điện hay bảng điện tại các trạm phân phối.

4.4.1. Bảo vệ trạm biến áp

4.4.1.1. Bảo vệ chống sét đánh trực tiếp

Để bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào các kết cấu công trình các thiết bị điện và máy biến áp đặt trong trạm người ta sử dụng cột và kim thu sét hoặc dây chống sét kết hợp với hệ thống cọc nối đất.

4.4.1.2. Bảo vệ chống quá điện áp do sóng sét truyền vào trạm

Để bảo vệ chống sóng sét do sét đánh trực tiếp vào đường dây hoặc đường dây cảm ứng sóng sét truyền vào trạm có thể dẫn tới phá huỷ máy biến áp người ta sử dụng chống sét van (CSV) và hệ thống nối đất.

Các đồng hồ đo lường được đặt ở đầu vào hoặc đầu ra của từng máy biến áp. Đặt ở đầu vào có ưu điểm là đo được cả các thành phần tổn thất khi máy biến áp không tải. Đặt ở đầu ra được lợi về giá trị kinh tế do không phải đặt máy biến điện áp đo lường có cấp điện áp cao. Các máy biến áp hạ áp đo trực tiếp ở phía 0,4kV không cần phải đặt thêm máy biến điện áp đo lường.

Các đồng hồ đo có hai dạng:

• Đo định tính ít quan tâm tới giá trị chính xác của phép đo mà chỉ cần xem xét sự làm việc của máy biến áp, ví dụ, có điện áp hay không, điện áp và dòng điện các pha có cân nhau không và có đối xứng không...

Để đo định tính người ta dùng đồng hồ có kèm chỉ và có cấp chính xác không cao (cấp chính xác từ 1,5 – 3).

Các đồng hồ đo định tính được ký hiệu hình tròn, ví dụ, (A), (V), (cosφ)

– Đo định lượng – quan tâm tới giá trị chính xác của phép đo. Do vậy phải dùng các đồng hồ tự ghi và có cấp chính xác cao, tùy theo yêu cầu của phép đo. Cấp chính xác 0,1 dùng cho các đồng hồ mẫu để đo kiểm tra chuẩn hoá các đồng hồ khác.

Cấp chính xác 0,2 dùng cho các đồng hồ đo trong phòng thí nghiệm, cấp chính xác 0,5 dùng cho các đồng hồ đo điện năng.

Các đồng hồ đo định lượng được ký hiệu hình vuông hoặc hình chữ nhật, ví dụ: A, V, kWh, kVArh ...

Sơ đồ mắc cáp đồng hồ đo phía 0,4kV của trạm biến áp hạ áp gồm 2 máy biến áp 2 x 1000kVA của hãng TOJI Việt Nam cho trên hình 4.33.

Các lộ đường dây chỉ cần đặt một đồng hồ ampe, một đồng hồ đo điện năng tác dụng, một đồng hồ đo điện năng phản kháng.