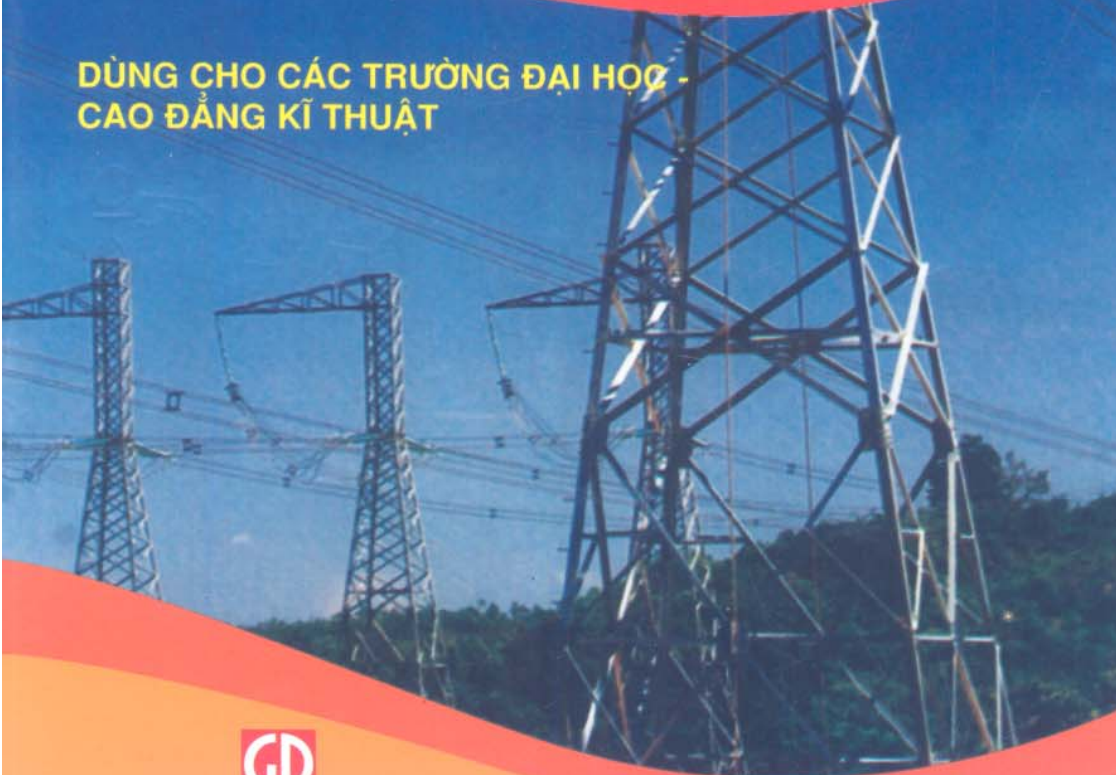


VŨ VĂN TẮM - NGÔ HỒNG QUANG

GIÁO TRÌNH THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN

DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐẠI HỌC -
CAO ĐẲNG KỸ THUẬT



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

VŨ VĂN TÂM - NGÔ HỒNG QUANG

GIÁO TRÌNH

THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN

(DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐẠI HỌC - CAO ĐẲNG KỸ THUẬT)

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.**

427 – 2009/CXB/2 – 975/GD

Mã số : 7B756Y9 – DAI

Lời giới thiệu

Điện năng ngày càng được sử dụng rộng rãi và đóng vai trò quan trọng trong mọi lĩnh vực công nghiệp, nông nghiệp, dịch vụ cũng như trong đời sống. Điều đó đòi hỏi công việc tính toán, thiết kế, lắp đặt các công trình cung cấp điện phải được chuẩn hoá, đảm bảo việc cấp điện cho hộ tiêu thụ an toàn, tin cậy và các chỉ tiêu kinh tế kĩ thuật khác.

Cuốn sách được viết trên cơ sở kinh nghiệm giảng dạy nhiều năm tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội và thực tế tham gia thiết kế lắp đặt nhiều công trình cấp điện. Nội dung cuốn sách trình bày đơn giản, dễ hiểu, rất thiết thực và cập nhật. Vì thế nội dung không đi sâu vào lí thuyết, chỉ dẫn ra các công thức thật cần thiết, giới thiệu chi tiết các bước thiết kế một công trình điện từ rất nhỏ, đơn giản như cấp điện cho một gia đình, một lớp học đến công trình to lớn phức tạp như một nhà máy, một khu công nghiệp, một bệnh viện. Phần phụ lục chúng tôi đã cố gắng sưu tập, đưa vào những thiết bị điện tiên tiến, hiện đại của các hãng nổi tiếng đang chào bán tại thị trường Việt Nam; Giúp cho sinh viên và các cán bộ kĩ thuật thuận tiện tra cứu các số liệu phục vụ cho học tập, cũng như thực tế đòi hỏi khi cần thiết kế những công trình cấp điện phục vụ sản xuất.

Nội dung cuốn sách nhằm hướng dẫn cho học sinh, sinh viên các trường hiểu và làm quen với công tác thiết kế cung cấp điện. Cuốn sách cũng giúp ích cho các kĩ sư, cán bộ kĩ thuật đang công tác trong ngành điện khi cần tính toán, thiết kế, lựa chọn phương án cung cấp điện hợp lí cho khách hàng. Những bài toán đặt ra và giải quyết trong cuốn sách cũng chính là những công việc thường nhật của họ.

Mặc dù các tác giả đã rất cố gắng và tâm huyết trong biên soạn và truyền nghề, nhưng thiết kế cung cấp điện là một công việc phức tạp liên quan đến nhiều lĩnh vực khác nhau nên chắc chắn không tránh khỏi sai sót. Rất mong nhận được ý kiến phê bình góp ý của bạn đọc để cuốn sách được hoàn thiện hơn trong những lần tái bản sau.

Mọi góp ý xin gửi về Công ty Cổ phần Sách Đại học - Dạy nghề, Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam, 25 Hàn Thuyên - Hà Nội.

Trân trọng cảm ơn.

Các tác giả

Chương I

TÂM QUAN TRỌNG VÀ NHỮNG YÊU CẦU KHI THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN

1.1. TÂM QUAN TRỌNG CỦA THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN

Điện là nguồn năng lượng sạch được dùng rộng rãi trong các ngành công nghiệp, dịch vụ và đời sống, phát triển rộng khắp từ thành thị đến nông thôn, từ miền xuôi tới miền núi. Do vậy việc thiết kế cấp điện đóng vai trò vô cùng quan trọng, đưa nguồn điện đến các hộ tiêu thụ, đảm bảo chất lượng, an toàn với giá thành hợp lí.

Công nghiệp luôn là khách hàng tiêu thụ điện lớn nhất. Trong tình hình kinh tế thị trường hiện nay, các xí nghiệp lớn nhỏ, các tổ hợp sản xuất đều phải tự hạch toán kinh doanh trong cuộc cạnh tranh về chất lượng và giá cả sản phẩm. Điện năng thực sự đóng góp một phần quan trọng vào giá thành sản phẩm, vào lỗ lãi của xí nghiệp. Nếu một tháng xảy ra mất điện 1-2 ngày ngoài kế hoạch của xí nghiệp, sẽ làm cho xí nghiệp không có lãi; nếu mất điện lâu hơn, xí nghiệp sẽ thua lỗ. Chất lượng điện kém (chủ yếu là điện áp thấp) ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm, gây thứ phẩm, phế phẩm, giảm hiệu suất lao động. Chất lượng điện áp đặc biệt quan trọng với các xí nghiệp may mặc, xí nghiệp hoá chất, xí nghiệp chế tạo lắp đặt cơ khí, điện tử chính xác. Vì thế đảm bảo độ tin cậy cấp điện và nâng cao chất lượng điện năng là mối quan tâm hàng đầu của các đề án thiết kế cấp điện cho xí nghiệp công nghiệp.

Thương mại - dịch vụ chiếm một tỉ trọng ngày càng tăng trong nền kinh tế quốc dân và đã thực sự trở thành khách hàng quan trọng của ngành điện lực. Các khách sạn quốc doanh, liên doanh, tư nhân ngày càng nhiều với những nhà cao tầng, kèm với trang thiết bị nội thất ngày càng cao cấp và sang trọng. Mức sống tăng nhanh, khách trong nước đến khách sạn cũng tăng theo. Đặc biệt với chính sách mở cửa, các khách sạn ngày càng thu hút khách quốc tế đến tham quan, du lịch, công tác tại Việt Nam. Các siêu thị, nhà hàng mọc lên nhanh chóng với quy mô ngày một lớn. Với đối tượng khách hàng này không thể để mất điện. Trong các siêu thị, nhà hàng người

mua, người bán lúc nào cũng đông đúc, hàng hóa đầy ắp, nếu mất điện sẽ gây lộn xộn, trộm cắp, mất trật tự an ninh cho khu vực bán hàng. Ngoài độ tin cậy cung cấp điện, hệ thống cấp điện cho siêu thị, nhà hàng đặc biệt chú ý đến vấn đề phòng chống cháy nổ. Cần nhớ rằng, một số các nhà hàng, siêu thị lớn ở nước ta đã từng bị cháy, phần lớn các vụ cháy là do chạm chập về điện. Ví dụ, vụ cháy ở chợ Rồng - Nam Định; về vụ cháy ở chợ Đồng Xuân - Hà Nội gần đây vẫn đang còn là nỗi kinh hoàng đối với chủ sạp hàng kinh doanh trong chợ. Người thiết kế về lắp đặt hệ thống cấp điện cho khu vực chợ, siêu thị, nhà hàng cần hết sức thận trọng và có lương tâm nghề nghiệp. Sự lắp đặt cầu thả, không tuân thủ quy tắc an toàn, và sự tính toán lựa chọn tiết diện dây dẫn và thiết bị đóng cắt của người thiết kế không đảm bảo tiêu chuẩn cho phép sẽ dễ dàng gây cháy nổ điện, làm thiệt hại khối lượng lớn tài sản và nguy hiểm đến tính mạng con người.

Nông thôn chiếm tỉ trọng phụ tải điện tương đối lớn với 70% dân số cả nước. Công cuộc điện khí hoá đất nước đang được gấp rút tiến hành và hoàn thiện. Điện năng sử dụng ở nông thôn chỉ là thắp sáng và bơm nước tưới tiêu. Trong nền kinh tế thị trường hiện nay, đối tượng cấp điện ở khu vực nông thôn rất đa dạng, bao gồm: phụ tải sinh hoạt, tưới tiêu, chế biến nông sản, xay xát, sửa chữa nông cụ v.v... Thiết kế cấp điện cho khu vực nông thôn phải lưu ý hai đặc điểm quan trọng: Đặc điểm thứ nhất là đô thị phụ tải không bằng phẳng do phụ tải sinh hoạt chủ yếu tập trung vào buổi tối và phụ tải các trạm bơm thì theo mùa, có nghĩa là thời gian sử dụng công suất cực đại T_{max} nhỏ; đặc điểm thứ hai là so với đô thị thì mật độ phụ tải ở nông thôn bé hơn, các đối tượng sử dụng điện ở cách xa nhau hơn. Người thiết kế cần quan tâm đến độ sụt áp trên các đường dây trung áp khá dài, từ trạm biến áp trung gian huyện tới các trạm biến áp khách hàng ở thôn, xã và độ sụt áp trên các đường dây hạ áp, từ trạm biến áp khách hàng tới hộ dùng điện xa nhất. Phải chú ý đặc biệt đến các trạm bơm, tại đây thường đặt các máy bơm công suất lớn (thường $P_{dm} \geq 27$ kW). Tốt nhất là đặt chỗ trạm bơm một máy biến áp riêng hoặc phải đưa trạm biến áp đến gần trạm bơm, đảm bảo cho các máy bơm khởi động bình thường.

Đô thị có phụ tải tăng trưởng nhanh chóng. Những năm gần đây đời sống thay đổi nhiều, mức sống nâng cao rõ rệt. Hàng loạt biệt thự, nhà cao tầng xuất hiện, tầng nào cũng lắp bình tắm nóng lạnh, máy điều hoà nhiệt độ. Cấp điện cho các hộ gia đình này cũng đòi hỏi yêu cầu cao chẳng khác gì cấp điện cho khách sạn. Tuy nhiên, ở từng gia đình không có điều kiện đặt

máy phát điện riêng hoặc đặt đường dây dự phòng như khách sạn, nên hệ thống cấp điện càng cần chắc chắn, tin cậy. Đời sống các gia đình tầng lớp nghèo và trung lưu cũng được cải thiện đáng kể, nhà cửa khang trang hơn, tiện nghi nhiều hơn, mức dùng điện tăng lên. Đặc biệt các nhà tập thể cao tầng cũng có nhu cầu sử dụng điện năng nhiều hơn và đa dạng hơn trước. Những hộ đun than giảm dần, thay bằng đun điện và gas. Nhiều hộ coi nồi, cải tạo để có thể đặt bình nước treo, bình nóng lạnh. Thiết kế cấp điện cho phụ tải sinh hoạt ở khu vực đô thị nên chọn các thiết bị tốt, chất lượng như dây dẫn, cầu chì, ổ cắm, công tắc, áp tô mát; các thiết bị này đảm bảo làm việc tin cậy, an toàn cho người sử dụng. Cũng có thể thay thế cầu chì bằng áp tô mát. Đường dây trục của căn hộ nên tính dư thừa, đề phòng phụ tải nội thất tăng nhanh. Có một thực tế là đồ điện gia dụng hiện nay trên thị trường rất đa dạng, phong phú, tùy theo mức sống và yêu cầu của chủ nhà mà lắp đặt cho thích hợp. Cũng có thể đề ra hai phương án thiết kế, một phương án sử dụng thiết bị điện tốt, một phương án sử dụng thiết bị điện bình thường để chủ nhà lựa chọn.

Tóm lại, việc thiết kế cấp điện cho các khu vực kinh tế và sinh hoạt là rất đa dạng với những đặc thù rất khác nhau. Người thiết kế cần khảo sát, phân tích, cân nhắc kỹ đặc điểm, nhu cầu của từng khu vực, từng đối tượng sử dụng điện mới có thể đề ra được phương án thiết kế cấp điện hợp lý.

1.2. NHỮNG YÊU CẦU CỦA BẢN THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN

Bất kỳ một bản thiết kế cấp điện nào, cho bất kỳ đối tượng dùng điện nào, cũng cần phải thoả mãn các yêu cầu sau đây:

1.2.1. Độ tin cậy cấp điện

Đó là mức độ đảm bảo liên tục cấp điện cho hộ dùng điện, điều này phụ thuộc vào tính chất và yêu cầu của phụ tải. Với những công trình quan trọng cấp quốc gia như Hội trường Quốc hội, Nhà khách Chính phủ, Ngân hàng Nhà nước, Đại sứ quán, khu quân sự, sân bay, bến cảng v.v... phải đảm bảo liên tục cấp điện ở mức cao nhất, nghĩa là với bất kỳ tình huống nào cũng không để mất điện. Những đối tượng kinh tế như nhà máy, xí nghiệp tổ hợp sản xuất, tốt nhất đặt máy phát điện dự phòng; khi mất điện lưới sẽ dùng điện máy phát cấp cho những phụ tải quan trọng như lò, phân xưởng sản xuất chính... Khách sạn cũng nên đặt máy phát điện dự phòng. Tuy nhiên, quyền đặt máy phát điện dự phòng do phía khách hàng (xí nghiệp, khách sạn) quyết định. Người thiết kế chỉ là cố vấn, gợi ý, giúp họ cân nhắc, so sánh, lựa chọn phương án cấp điện. Các khu vực dân cư, các nhà cao tầng có

cầu thang máy cần phải đặt máy phát điện dự phòng. Các hộ dân có điều kiện kinh tế cho phép cũng nên đặt máy phát điện dự phòng. Thỏa mãn các điều kiện trên, việc cung cấp điện cho hộ tiêu thụ đảm bảo độ tin cậy cao.

1.2.2. Chất lượng điện

Chất lượng điện được đánh giá bằng hai chỉ tiêu là tần số và điện áp. Chỉ tiêu tần số do cơ quan điều khiển hệ thống điện quốc gia điều chỉnh. Ở hệ thống điện Việt Nam, tần số được giữ ở mức 49,5 – 50,5 Hz. Người thiết kế phải đảm bảo chất lượng điện áp cho khách hàng. Ở lưới điện trung áp và hạ áp chỉ cho phép dao động điện áp quanh giá trị định mức $\pm 5\%$ ($U_{dm} \pm 5\%$). Ở những xí nghiệp, phân xưởng có yêu cầu chất lượng điện áp cao như xí nghiệp may, hoá chất, cơ khí chính xác, điện tử... chỉ cho phép dao động điện áp quanh giá trị định mức $\pm 2,5\%$ ($U_{dm} \pm 2,5\%$).

1.2.3. An toàn

Tất cả các công trình thiết kế cấp điện phải có tính an toàn cao, bao gồm an toàn cho người vận hành, người sử dụng, người sửa chữa và an toàn cho chính các thiết bị điện và toàn bộ công trình. Người thiết kế ngoài việc tính chính xác, chọn dùng đúng các thiết bị, các khí cụ điện, còn phải nắm vững những quy định an toàn về ngành điện và những quy định an toàn các ngành khác có liên quan. Phải hiểu rõ môi trường lắp đặt hệ thống cấp điện và những đặc điểm của đối tượng cấp điện. Bản vẽ thi công phải hết sức chính xác, chi tiết và đầy đủ với những chỉ dẫn rõ ràng, cụ thể. Cần nhấn mạnh, khâu lắp đặt có ý nghĩa hết sức quan trọng, có thể nâng cao hay hạ thấp tính an toàn của hệ thống cấp điện. Khâu này dễ bị làm ẩu, làm sai khác với thiết kế và không tuân thủ triệt để các quy định về an toàn. Những cán bộ kỹ thuật, cán bộ quản lý, vận hành hệ thống cấp điện và người sử dụng đều phải có ý thức chấp hành tuyệt đối những quy trình, quy phạm, quy tắc vận hành và sử dụng điện an toàn. Cuối cùng, người thiết kế phải chú ý đến phòng chống cháy nổ về điện. Cần phải căn cứ vào tầm quan trọng của phụ tải, của công trình, tính toán chính xác và đầy đủ hệ thống bảo vệ như bảo vệ chống ngắn mạch, quá tải, chống dòng điện rò và những bảo vệ khác với mục tiêu cao nhất là loại trừ, cô lập nhanh chóng chỗ bị hư hỏng ra khỏi lưới điện.

1.2.4. Tính kinh tế

Trong quá trình thiết kế, thường xuất hiện nhiều phương án. Ví dụ, cấp điện cho xí nghiệp sản xuất hàng tiêu dùng nào đó có nên đặt máy phát điện dự phòng hay không, đưa điện đến nơi tiêu thụ bằng đường dây trên không hay bằng đường dây cáp, tuyến đường dây nên đi hình tia hay

liên thông v.v... Mỗi phương án có ưu, nhược điểm riêng, đều có mâu thuẫn giữa hai mặt kinh tế và kỹ thuật. Một phương án đắt tiền thường có ưu điểm là độ tin cậy và chất lượng điện cao hơn. Thông thường, để đánh giá kinh tế phương án cấp điện qua hai đại lượng: vốn đầu tư và phí tổn vận hành. Phương án kinh tế không phải là phương án có vốn đầu tư ít nhất, mà là phương án có tổng hoà hai đại lượng trên, sao cho thời hạn thu hồi vốn đầu tư là sớm nhất. Phương án được lựa chọn gọi là phương án tối ưu.

Ngoài bốn yêu cầu nêu trên, người thiết kế cần lưu ý sao cho hệ thống cấp điện thật đơn giản, dễ thi công, dễ vận hành, dễ sử dụng và dễ phát triển v.v...

1.3. TÓM TẮT CÔNG THỨC LỰA CHỌN THIẾT BỊ ĐIỆN

1.3.1. Công thức chọn công suất máy biến áp (MBA) chế tạo tại Việt Nam, những máy biến áp nhập khẩu vào Việt Nam đã nhiệt đới hoá

- Với trạm đặt 1 MBA $S_{đmb} \geq S_{tt}$ (1-1)

- Với trạm đặt 2 MBA $S_{đmb} \geq \frac{S_{tt}}{1,4}$ (1-2)

Công thức (1-2) đảm bảo cung cấp điện 100% ngay cả khi sự cố một máy biến áp.

Có thể chọn công suất máy biến áp nhỏ hơn nếu khi sự cố một máy biến áp, cắt các phụ tải cho rằng không quan trọng trong thời gian xảy ra sự cố. Công suất máy biến áp được lựa chọn theo 2 công thức:

$$S_{đmb} \geq \frac{S_{tt}}{2} \quad (1-2a)$$

$$S_{đmb} \geq \frac{S_{sc}}{1,4} \quad (1-2b)$$

Trong đó: S_{sc} : công suất phải cấp khi sự cố một máy biến áp.

1.3.2. Công thức chọn công suất máy biến áp (MBA) nhập khẩu vào Việt Nam chưa nhiệt đới hoá, cần phải đưa vào hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ k_{hc} , kể đến sự chênh lệch nhiệt độ môi trường chế tạo và môi trường sử dụng MBA

$$k_{hc} = 1 - \frac{\theta_1 - \theta_2}{100} \quad (1-3)$$

Trong đó: - θ_1 : Nhiệt độ trung bình môi trường sử dụng MBA °C

- θ_2 : Nhiệt độ trung bình môi trường chế tạo MBA °C

Vậy công thức chọn công suất MBA có kể đến hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ như sau:

$$\text{- Trạm đặt 1 MBA: } S_{\text{tmb}} \geq \frac{S_{\text{tt}}}{k_{\text{hc}}} \quad (1-4)$$

$$\text{- Trạm đặt 2MBA: } S_{\text{tmb}} \geq \frac{S_{\text{tt}}}{1,4k_{\text{hc}}} \quad (1-5)$$

1.3.3. Lựa chọn máy cắt điện (MC)

Máy cắt điện được chọn và kiểm tra theo các điều kiện được ghi trong bảng 1.1

Bảng 1-1. Các điều kiện chọn và kiểm tra máy cắt điện

TT	Các đại lượng lựa chọn và kiểm tra	Điều kiện
1	Điện áp định mức U_{dm} (kV)	$U_{\text{dmMC}} \geq U_{\text{drlD}}$
2	Dòng điện định mức I_{dm} (A)	$I_{\text{dmMC}} > I_{\text{co}}$
3	Dòng điện cắt định mức I_{cdm} (kA)	$I_{\text{cdm}} \geq I''_{\text{N}}$
4	Công suất cắt định mức S_{cdm} (MVA)	$S_{\text{cdm}} \geq S''_{\text{N}}$
5	Dòng điện ổn định động I_{odd} (kA)	$I_{\text{odd}} > I_{\text{sk}}$
6	Dòng điện ổn định nhiệt I_{odnh} (kA)	$I_{\text{odnh}} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{\text{qd}}}{t_{\text{nhdm}}}}$

1.3.4. Lựa chọn máy cắt phụ tải (MCPT)

Máy cắt phụ tải bao gồm dao cắt phụ tải kết hợp với cầu chì. Trong đó dao cắt phụ tải để đóng cắt dòng phụ tải, còn cầu chì dùng để cắt dòng ngắn mạch, được lựa chọn ghi ở bảng 1-2.

Bảng 1-2. Các điều kiện chọn và kiểm tra máy cắt phụ tải

TT	Các đại lượng lựa chọn và kiểm tra	Điều kiện
1	Điện áp định mức U_{dm} (kV)	$U_{\text{dmMC}} \geq U_{\text{dmlD}}$
2	Dòng điện định mức I_{dm} (A)	$I_{\text{dmMC}} \geq I_{\text{cb}}$
3	Dòng điện ổn định động I_{odd} (kA)	$I_{\text{odd}} \geq I_{\text{sk}}$
4	Dòng điện ổn định nhiệt I_{odnh} (kA)	$I_{\text{odnh}} > I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{\text{qd}}}{t_{\text{nhdm}}}}$
5	Dòng điện định mức của cầu chì I_{dmcc} (A)	$I_{\text{dmcc}} > I_{\text{cb}}$
6	Dòng điện cắt định mức của cầu chì I_{cdm} (kA)	$I_{\text{cdm}} \geq I''_{\text{N}}$
7	Công suất cắt định mức của cầu chì S_{cdm} (MVA)	$S_{\text{cdm}} \geq S''_{\text{N}}$

Trong 2 bảng trên:

- U_{dmLD} : điện áp định mức của lưới điện (kV)

- I_{cb} : dòng điện cưỡng bức, nghĩa là dòng điện lớn nhất đi qua máy cắt, được xác định theo sơ đồ cụ thể.

- I_{∞} , I_N'' : Dòng điện ngắn mạch vô cùng và dòng điện ngắn mạch siêu quá độ. Trong tính toán ngắn mạch ở lưới cung cấp điện, coi ngắn mạch ở xa nguồn các trị số này lấy bằng nhau, bằng dòng điện ngắn mạch chu kỳ.

- i_{xk} : Dòng điện ngắn mạch xung kích, là trị số tức thời lớn nhất của dòng điện ngắn mạch.

$$i_{xk} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_N \quad (1-6)$$

- S_N'' : công suất ngắn mạch

$$S_N'' = \sqrt{3} U_{tb} \cdot I_N'' \quad (1-7)$$

- t_{nhdm} : Thời gian ổn định nhiệt định mức, nhà chế tạo cho.

- t_{qd} : Thời gian quy đổi, xác định bằng cách tính toán và tra đồ thị. Trong tính toán thực tế lưới trung áp, cho phép lấy t_{qd} bằng thời gian tồn tại ngắn mạch, nghĩa là bằng thời gian cắt ngắn mạch.

Vậy I_{odnh} được tính theo công thức:

$$I_{odnh} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_c}{t_{nhdm}}} \quad (1-8)$$

1.3.5. Lựa chọn dao cách li, cầu chì cao áp

Cầu chì và dao cách li trung, cao áp được chọn và kiểm tra theo các điều kiện ghi ở bảng 1-3; 1-4.

Bảng 1-3. Các điều kiện chọn và kiểm tra dao cách li cao áp

TT	Các đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
1	Điện áp định mức U_{dm} (kV)	$U_{dmDCL} \geq U_{dmLD}$
2	Dòng điện định mức I_{dm} (A)	$I_{dmDCL} \geq I_{cb}$
3	Dòng điện ổn định động I_{odd} (kA)	$I_{odd} \geq i_{xk}$
4	Dòng điện ổn định nhiệt I_{odn} (kA)	$I_{odn} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nhdm}}}$

Bảng 1-4. Các điều kiện chọn và kiểm tra cầu chì cao áp

TT	Các đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
1	Điện áp định mức $U_{đm}$ (kV)	$U_{đmcr} > U_{đmLD}$
2	Dòng điện định mức $I_{đmcc}$ (A)	$I_{đmcc} > I_{cb}$
3	Dòng điện cắt định mức $I_{cđm}$ (kA)	$I_{cđm} > I_N''$
4	Công suất cắt định mức $S_{cđm}$ (MVA)	$S_{cđm} > S_N''$

Các kí hiệu ở bảng 1-3; 1-4 tương tự như các kí hiệu ở bảng 1-1; 1-2.

1.3.6. Lựa chọn máy biến dòng điện (BI)

Bảng 1-5. Lựa chọn máy biến dòng điện

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức, kV	$U_{đmBI} > U_{đmLD}$
Dòng điện sơ cấp định mức, A	$I_{đm} = \frac{I_{cb}}{1,2}$
Dòng điện thứ cấp định mức, A	$I_{2đm} = 5 \text{ hoặc } 1$
Công suất định mức, VA	$S_{đm} > S_{ptTC}$
Cấp chính xác	0,2; 0,5; 1; 1,5; lựa chọn
Hệ số ổn định dòng	$k_d > \frac{i_{xk}}{\sqrt{2}I_{đmSC}}$
Hệ số ổn định nhiệt	$k_{nt} > \frac{I_T \sqrt{t_{qd}}}{I_{đmSC} \sqrt{t_{đmnh}}}$

1.3.7. Lựa chọn máy biến áp đo lường (BU)

Bảng 1-6. Lựa chọn máy biến áp đo lường

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp sơ cấp định mức, kV	$U_{1đm} = U_{đmLD}$
Điện áp thứ cấp định mức, V	$U_{2đm} = 100 \text{ và } \frac{100}{\sqrt{3}}$
Công suất định mức, VA	$S_{đm} > S_{ptTC}$
Cấp chính xác	0,2; 0,5; 1; 1,5; lựa chọn

Trong đó (bảng 1-5 và 1-6):

- $I_{1đm}$, $U_{1đm}$: Dòng điện định mức và điện áp định mức phía sơ cấp.
- $I_{2đm}$, $U_{2đm}$: Dòng điện và điện áp định mức phía thứ cấp.

- I_{cb} : Dòng điện phụ tải lớn nhất đi qua máy biến dòng.

- $U_{2dm} = 100 \text{ V}$ và $\frac{100}{\sqrt{3}} \text{ V}$, lựa chọn cho đo lường và bảo vệ, nếu chỉ

dùng cho đo lường, chọn $U_{2dm} = 100 \text{ V}$.

1.3.8. Lựa chọn sứ cách điện

Bảng 1-7. Các điều kiện chọn và kiểm tra sứ cách điện

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức, KV	$U_{đmS} > U_{đmLD}$
Dòng điện định mức, A	$I_{đmS} \geq I_{cb}$
Lực cho phép tác động lên đầu sứ, KG	$F_{cp} \geq kF_{lt}$
Dòng điện ổn định nhiệt cho phép, KA	$I_{đmnh} \geq I_x$

Trong đó:

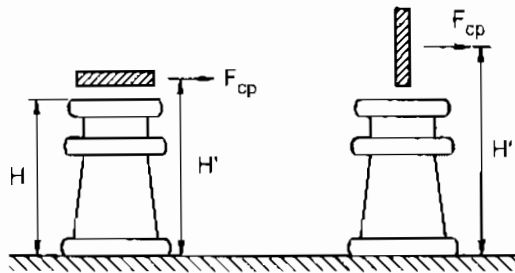
- F_{cp} : Lực cho phép tác động lên đầu sứ.

$$F_{cp} = 0,6 F_{ph} \text{ (lực phá hoại)}$$

- k : Hệ số liệu chỉnh.

$$k = \frac{H'}{H}$$

- H, H' : chiều cao ghi trên hình vẽ.



Hình 1-1. Thanh dẫn đặt trên sứ

1.3.9. Lựa chọn cầu dao – Cầu chì hạ áp

a) Lựa chọn cầu dao hạ áp

Cầu dao hạ áp được chọn theo hai điều kiện:

$$U_{đmCD} \geq U_{đmLD} \quad (1-9)$$

$$I_{đmCD} \geq I_{cb} \quad (1-10)$$

Trong đó:

- $U_{đmCD}$: Điện áp định mức cầu dao

- $U_{đmLD}$: Điện áp định mức lưới điện hạ áp.

- $I_{đmCD}$: Dòng điện định mức của cầu dao

- I_{cb} : Dòng điện phụ tải lớn nhất đi qua cầu dao

Ngoài ra còn phải chú ý đến số pha để chọn số cực phù hợp, cầu dao đặt trong nhà hay ngoài trời.

b) Lựa chọn cầu chì hạ áp

- Chọn cầu chì hạ áp trong lưới điện thấp sáng, sinh hoạt

Cầu chì được chọn theo 2 điều kiện:

$$U_{dmcc} \geq U_{dmf.D} \tag{1-11}$$

$$I_{dc} \geq I_{cb} \tag{1-12}$$

- Chọn cầu chì hạ áp cho lưới điện công nghiệp

- Cầu chì bảo vệ cho 1 động cơ.

Cầu chì bảo vệ cho 1 động cơ được chọn theo 3 điều kiện:

$$U_{dmcc} \geq U_{dmf.D} \tag{1-13}$$

$$I_{dc} \geq I_{cb} = k_t I_{dmĐC} \tag{1-14}$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm}}{\alpha} = \frac{k_{mm} I_{dmĐC}}{\alpha} \tag{1-15}$$

- Cầu chì tổng bảo vệ cho một nhóm động cơ.

Cầu chì tổng bảo vệ cho một nhóm động cơ được chọn theo 4 điều kiện:

$$U_{dmcc} \geq U_{dmf.D} \tag{1-16}$$

$$I_{dc} \geq \sum_{i=1}^n k_{ti} I_{dmĐC_i} \tag{1-17}$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm \max} + \sum_{i=1}^{n-1} k_{ti} I_{dmĐC_i}}{\alpha} \tag{1-18}$$

$$I_{dc} \geq I_{dc} \text{ của cầu chì nhánh lớn nhất, ít nhất là 2 cấp. } \tag{1-20}$$

Trong đó: - U_{dmcc} : Điện áp định mức của cầu chì.

- $U_{dmf.D}$: Điện áp định mức của lưới điện hạ áp.

- I_{dc} : Dòng điện định mức của dây chảy cầu chì.

- k_t : Hệ số tải của động cơ, lấy theo thực tế, nếu không biết, lấy $k_t = 1$.

- I_{mm} : Dòng điện mở máy.

- $I_{dmĐC}$: Dòng điện định mức của động cơ.

- k_{mm} : Hệ số mở máy của động cơ. Với động cơ rôto lồng sóc $k_{mm} = 5 \div 7$.

$k_{mm} = 5$ - Động cơ mở máy nhẹ (không tải).

$k_{mm} = 7$ - Động cơ mở máy nặng (có tải).

- I_{mmmax} : Dòng điện mở máy lớn nhất trong nhóm động cơ.

- α : Hệ số được lấy như sau:

+ Với động cơ mở máy nhẹ hoặc mở máy khi không có tải như máy bơm, quạt gió, máy cắt gọt kim loại: $\alpha = 2.5$

+ Với động cơ mở máy nặng (có tải) như cần cẩu, cần trục, máy nâng, băng tải: $\alpha = 1.6$.

Trong công thức chọn cầu chì tổng, hệ số α lấy theo tính chất của động cơ mở máy có I_{mmmax} .

1.3.10. Lựa chọn áp tô mát

Áp tô mát được chọn theo 3 điều kiện:

$$U_{dmA} \geq U_{dmLD} \quad (1-21)$$

$$I_{dmA} \geq I_{cb} \quad (1-22)$$

$$I_{cdmA} \geq I_N \quad (1-23)$$

Trong đó: - U_{dmA} : Điện áp định mức của áp tô mát

- U_{dmLD} : Điện áp định mức của lưới điện

- I_{dmA} : Dòng điện định mức của áp tô mát

- I_{cb} : Dòng điện phụ tải lớn nhất đi qua áp tô mát

- I_{cdmA} : Dòng điện cắt định mức của áp tô mát

- I_N : Dòng điện ngắn mạch ổn định.

Ngoài ra, khi chọn áp tô mát phải chú ý đến số pha điện áp sử dụng: 1 pha, 2 pha, 3 pha để chọn số cực của áp tô mát cho phù hợp loại 1 cực, 2 cực, 3 cực, 4 cực. Áp tô mát chống rò sẽ tự động cắt nguồn điện với các trị số dòng điện rò được chế tạo như sau: loại 30mA, 100mA, 200mA, 300mA, 500mA. Tùy điều kiện cụ thể và yêu cầu kĩ thuật của phụ tải, an toàn cho khách hàng mà chọn dòng điện rò cho phù hợp.

1.3.11. Lựa chọn công tắc tơ và khởi động từ

Công tắc tơ là khí cụ điện dùng để đóng cắt tự động mạch điện. Khi chế tạo công tắc tơ, nhà chế tạo đảm bảo công tắc tơ đóng ở điều kiện nặng nề nhất như đóng điện để khởi động động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc,

dòng điện khởi động có thể bằng 7 lần dòng điện định mức của động cơ mà tiếp điểm của công tắc tơ không bị mài mòn. Đồng thời công tắc tơ cũng có thể cắt được dòng điện phụ tải, dòng điện quá tải, thậm chí cả dòng điện khởi động của động cơ nếu việc khởi động động cơ không thành công.

Chức năng của công tắc tơ không cắt được dòng ngắn mạch, do vậy ở mạch điện người ta đặt áp tô mát hay cầu chì để bảo vệ các dạng ngắn mạch của mạch điện. Vì vậy, khi lựa chọn công tắc tơ không cần chọn theo điều kiện cắt dòng điện ngắn mạch.

Chọn công tắc tơ và khởi động từ phụ thuộc vào loại điện áp: một chiều hay xoay chiều, loại phụ tải điện trở, điện cảm, điện dung và chế độ làm việc của phụ tải, dài hạn, ngắn hạn lặp lại.

Khởi động từ là công tắc cộng với role nhiệt, việc lựa chọn khởi động từ chính là việc chọn công tắc tơ và chọn role nhiệt. Role nhiệt dùng chủ yếu để bảo vệ chống quá tải cho động cơ điện. Việc lựa chọn công tắc tơ và khởi động từ được ghi ở bảng 1-8.

Bảng 1-8. Các điều kiện chọn và kiểm tra công tắc tơ và khởi động từ

TT	Các đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
1	Điện áp cách điện của công tắc tơ U_{dmCB} (V)	$U_{dmCB} \geq U_{dmLD}$
2	Điện áp cuộn dây để đóng mở công tắc tơ U_{dm} (V)	$U_{dmcd} = U_{dk}$
3	Dòng điện định mức của công tắc tơ I_{dm} (A)	$I_{dmCT} > I_{cb}$
4	Công suất định mức động cơ 3 pha loại AC-3 $P_{dmđc}$ (kW) (hP)	$P_{dmCT} \geq P_{dmđc}$
5	Tiếp điểm phụ cần lựa chọn	chọn theo thực tế
6	Độ bền cơ (chu kì đóng cắt)	chọn theo yêu cầu
7	Dòng điện định mức của role nhiệt I_{dmPN} (A)	$I_{dmRN} = I_{dmđc}$

Trong đó: - U_{dmCB} : Điện áp cách điện giữa các pha với nhau, giữa các pha với đất của công tắc tơ. Đồng thời là điện áp đảm bảo cách điện giữa tiếp điểm động và tiếp điểm tĩnh khi chúng mở ra.

- U_{dmLD} : Điện áp định mức của lưới điện

- U_{dmcd} : Điện áp định mức cuộn dây dùng để đóng mở công tắc tơ (điều khiển công tắc tơ).

- U_{dk} : Điện áp điều khiển chung của tủ điện. Với nguồn xoay chiều 3 pha, thuận tiện dùng $U_{dk} = 220$ V-AC, đồng thời điện áp cuộn dây $U_{dmcd} = 220$ V-AC

- I_{dmCT} : Dòng điện định mức của công tắc tơ

- I_{cb} : Dòng điện đi qua tiếp điểm của công tắc tơ. Nếu phụ tải là động cơ điện, có thể tính $I_{cb} = I_{dmđk}$ (dòng điện định mức của động cơ).

- Loại AC - 3: phụ tải động cơ điện rôto lồng sóc, dòng điện khởi động có trị số từ 5 ÷ 7 lần dòng điện định mức của động cơ. Với loại phụ tải này công tắc tơ đóng cắt nhẹ nhàng. (Loại AC - 1: phụ tải điện trở, loại AC-4, AC-2: phụ tải động cơ có hãm hay làm việc ngắn hạn lặp lại. Loại AC-4, AC-2 công tắc tơ đóng cắt nặng nề hơn).

- P_{dmCT} : Dòng công suất định mức đi qua tiếp điểm của công tắc tơ.

- $P_{dmđk}$: Công suất định mức động cơ điện.

- I_{dmRN} : Dòng điện định mức của rơle nhiệt. Rơle nhiệt được chế tạo có một khoảng điều chỉnh dòng điện bảo vệ để phù hợp với nhiều loại công suất động cơ. Giá trị dòng điện định mức (I_{dmRN}) của rơle nhiệt chỉ là giá trị trung bình ở giữa khoảng điều chỉnh mà nhà chế tạo đã cài đặt sẵn.

- $I_{dmđk}$: Dòng điện định mức của động cơ mà rơle nhiệt cần bảo vệ.

1.3.12. Lựa chọn thanh góp

Bảng 1-9. Các điều kiện chọn và kiểm tra thanh góp

TT	Các đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
1	Dòng điện phát nóng lâu dài cho phép (A)	$k \cdot k_1 \cdot I_{sp} > I_{cb}$
2	Khả năng ổn định động (kG/cm ²)	$\sigma_{cp} \geq \sigma_{\perp}$
3	Khả năng ổn định nhiệt (mm ²)	$F > \alpha I, \sqrt{t_{qd}}$

Trong đó: - $k_1 = 1$ với thanh góp đặt đứng

- $k_1 = 0,95$ với thanh góp đặt ngang

- k_2 : Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường (tra sổ tay)

- σ_{cp} : Ứng suất cho phép của vật liệu chế tạo thanh góp.

Với thanh góp nhôm:

$$\sigma_{cpAl} = 700 \text{ kG/cm}^2$$

với thanh góp đồng:

$$\sigma_{cpCu} = 1400 \text{ kG/cm}^2$$

- σ_{tt} : Ứng suất tính toán xuất hiện trong thanh góp do tác động của lực điện động do dòng điện ngắn mạch gây ra.

$$\sigma_{tt} = \frac{M}{W}, \text{ kG/cm}^2$$

M: mômen uốn tính toán

$$M = \frac{F_{tt} \cdot l}{10}, \text{ kGm.}$$


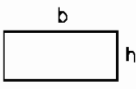
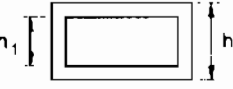
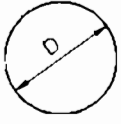

$$F_{tt} = 1,76 \cdot 10^{-2} \frac{l}{a} i_{xk}, \text{ kG}$$

l: khoảng cách giữa các sứ đỡ thanh góp của 1 pha, cm

a: khoảng cách giữa các pha của thanh góp, cm

W: mômen chống uốn của thanh góp, tính theo công thức tương ứng với từng kiểu dáng thanh góp cho trong bảng 1-10.

Bảng 1-10. Mômen chống uốn của các loại thanh góp (w)

Thanh chữ nhật		Thanh chữ nhật rỗng	Thanh tròn	Thanh tròn rỗng
Đặt đứng	Đặt ngang			
				
$W = \frac{bh^2}{6}$	$W = \frac{bh^2}{6}$	$W = \frac{h^2 - h_1^2}{6}$	$W = \frac{\pi D^2}{32}$	$W = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{32}$

1.3.13. Lựa chọn tiết diện dây dẫn và tiết diện dây cáp điện

Chọn tiết diện dây dẫn và tiết diện dây cáp điện có 3 phương pháp.

a) *Chọn tiết diện dây theo mật độ kinh tế của dòng điện J_{kt} (A/mm^2)*

Công thức tính để chọn tiết diện dây dẫn:

$$F_{tt} = \frac{I_{tt}}{J_{kt}}, \text{ mm}^2 \quad (1-24)$$

Trong đó: - F_{tt} : tiết diện dây dẫn tính toán, sau đó tra sổ tay tìm tiết diện dây dẫn theo tiêu chuẩn, lấy giá trị giới hạn trên khi tra sổ tay gần nhất với F_{tt} .

- I_{tt} : dòng điện tính toán lớn nhất đi qua dây dẫn. Đã xác định ở phần tính toán công suất phụ tải.

- J_{kt} : mật độ dòng điện kinh tế.

Bảng 1-11. Trị số J_{kt} (A/mm²) theo T_{max} và loại dây

Loại dây	T_{max} (h)		
	< 3000	3000 ÷ 5000	> 5000
Dây đồng	2,5	2,1	1,8
Dây AC – A	1,3	1,1	1
Cáp đồng	3,5	3,1	2,7
Cáp nhôm	1,6	1,4	1,2

Chọn tiết diện dây dẫn theo mật độ dòng điện kinh tế (J_{kt}) chỉ áp dụng cho lưới điện cao áp, vì ở lưới điện này các phụ tải không nối trực tiếp vào đường dây, vì vậy yêu cầu về chất lượng điện áp không đòi hỏi khắt khe như ở lưới hạ áp.

b) Chọn tiết diện dây dẫn theo tổn thất điện áp cho phép ΔU_{cp}

Trình tự xác định tiết diện dây dẫn theo tổn thất điện áp cho phép ΔU_{cp} như sau:

- Cho một giá trị x_0 lân cận trị số $0,4\Omega/\text{km}$, tính được:

$$\Delta U'' = \frac{QX}{U_{dm}} = x_0 \frac{Q.l}{U_{dm}}, \text{ V} \quad (1-25)$$

- Xác định thành phần tổn thất điện áp trên điện trở của đường dây $\Delta U'$:

$$\Delta U' = \Delta U_{cp} - \Delta U'', \text{ V} \quad (1-26)$$

- Xác định tiết diện dây dẫn theo ΔU_{cp} :

$$\Delta U' = \frac{PR}{U_{dm}} = \frac{\rho.P.l}{FU_{dm}}, \text{ V} \quad (1-27)$$

- Từ (1-27) tính được tiết diện dây dẫn:

$$F_u = \frac{\rho.P.l}{\Delta U'.U_{dm}}, \text{ mm}^2 \quad (1-28)$$

- Căn cứ vào F_u tra sổ tay tìm tiết diện dây theo tiêu chuẩn, lấy giới hạn trên gần nhất với F_u .

Trong đó: - $\Delta U''$: Tổn thất điện áp do dòng điện phụ tải đi quá điện kháng X của đường dây gây ra (V).

- Q: công suất phản kháng tính toán truyền tải trên đường dây (kVAR).

- l: chiều dài đường dây (km)

- ΔU_{cp} : Tổn thất điện áp cho phép lấy theo quy định (V).

- ρ : điện trở suất của dây dẫn ($\Omega\text{mm}^2/\text{km}$)

- U_{dm} : điện áp định mức đường dây (kV).

- P : công suất tác dụng truyền tải trên đường dây, được tính ở phần xác định công suất tính toán của đường dây (kW)

Phương pháp chọn tiết diện dây dẫn theo ΔU_{cp} , chỉ áp dụng cho đường dây mà khoảng cách truyền tải dài, ở đó tổn thất điện áp rất dễ bị vi phạm theo tiêu chuẩn cho phép.

c) Chọn tiết diện dây dẫn theo dòng điện phát nóng lâu dài cho phép (I_{cp})

Công thức tính để chọn tiết diện dây dẫn theo I_{cp} :

$$k_1 k_2 I_{cp} \geq I_n \quad (1-29)$$

Trong đó: k_1 : hệ số hiệu chỉnh kể đến sự chênh lệch nhiệt độ môi trường chế tạo với môi trường đặt dây dẫn (tra sổ tay).

k_2 : Hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ, kể đến số lượng dây cáp đặt chung một rãnh $0 < k_1 \leq 1 \dots$ (tra sổ tay).

I_{cp} : Dòng điện phát nóng lâu dài cho phép. Nhà chế tạo cho ứng với từng loại tiết diện dây (tra sổ tay).

I_n : Dòng điện làm việc lớn nhất truyền tải qua dây dẫn. Đã được tính ở phần xác định phụ tải tính toán của đường dây.

Sau khi tiết diện dây dẫn đã được chọn, cần phải kiểm tra điều kiện với thiết bị bảo vệ:

- Nếu bảo vệ bằng cầu chì:

$$k_1 k_2 I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{\alpha} \quad (1-30)$$

Trong đó: $\alpha = 3$ cầu chì bảo vệ động cơ điện

$\alpha = 0,8$ cầu chì bảo vệ mạch điện chiếu sáng, sinh hoạt.

- Nếu bảo vệ bằng áp tô mát

$$k_1 k_2 I_{cp} \geq \frac{1,25 I_{dm\Delta}}{1,5} \quad (1-31)$$

Trong đó: $1,25 I_{dm\Delta}$ là dòng điện khởi động nhiệt của áp tô mát; 1,25 là hệ số quá tải.

Phương pháp chọn tiết diện dây dẫn theo I_{cp} chỉ áp dụng cho lưới điện hạ áp. Phương pháp này tận dụng hết khả năng tải của dây dẫn. Mục đích tiết kiệm kim loại màu dùng cho đường dây.

d) Các điều kiện kiểm tra

Dù tiết diện dây dẫn chọn theo bất kì phương pháp nào cũng phải thoả mãn các điều kiện kĩ thuật sau đây:

$$\Delta U_{bt} \leq \Delta U_{bt,p} \quad (1-32)$$

$$\Delta U_{sc} \leq \Delta U_{sc,p} \quad (1-33)$$

$$I_x \leq I_{cp} \quad (1-34)$$

Riêng với đường dây cáp ở bất kì cấp điện áp nào phải thoả mãn điều kiện ổn định dòng điện ngắn mạch:

$$F \geq \alpha I_x \sqrt{t_{qd}} \quad (1-35)$$

Trong đó: - ΔU_{bt} : tổn thất điện áp đường dây ở chế độ làm việc bình thường.

- ΔU_{sc} : tổn thất điện áp đường dây ở chế độ sự cố, chỉ xảy ra với đường dây kép khi đứt một đường dây hay đứt một đoạn đường dây trong mạch vòng.

- $\Delta U_{bt,p}$; $\Delta U_{sc,p}$: tổn thất điện áp khi bình thường và khi sự cố, được quy định như sau:

$$U \geq 110kV: \Delta U_{bt,p} = 10\% U_{dm}$$

$$\Delta U_{sc,p} = 20\% U_{dm}$$

$$U \leq 35 kV: \Delta U_{bt,p} = 5\% U_{dm}$$

$$\Delta U_{sc,p} = 10\% U_{dm}$$

- α : Hệ số, với dây nhôm $\alpha = 11$; dây đồng $\alpha = 6$.

- t_{qd} : thời gian quy đổi. Khi ngắn mạch ở lưới trung, hạ áp, cho phép lấy $t_{qd} = t_c$ (thời gian cắt ngắn mạch), $t_c = 0,5 \div 1s$.

- I_x : dòng điện ngắn mạch ổn định.

e) Chọn tiết diện dây dẫn phải chú ý đến độ bền cơ khí và tổn thất công suất do vắng quang

Bảng 1-12. Tiết diện dây dẫn tối thiểu có tính đến độ bền cơ khí và tổn thất công suất do vắng quang

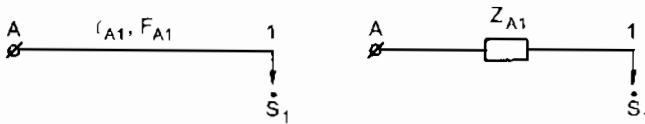
Loại đường dây trên không	Khoảng cách (m)	Loại dây dẫn được sử dụng	Tiết diện tối thiểu (mm ²)
Hạ áp, đường ngõ xóm	20 ÷ 30	A, AC	A16, AC - 10
Hạ áp, trục thôn, xã	40 ÷ 50	A, AC	A25, AC - 16
Trung áp ≤ 35 kV	80 ÷ 120	AC	AC - 35
Cao áp ≤ 110 kV	150 ÷ 300	AC	AC-70

1.4. TÍNH TỔN THẤT ĐIỆN ÁP, TỔN THẤT CÔNG SUẤT, TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG VÀ GIÁ THÀNH TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG

1.4.1. Tính tổn thất điện áp ΔU

Mục đích tính tổn thất điện áp là để kiểm tra chất lượng điện áp của bản thiết kế. Nếu tổn thất điện áp không đạt yêu cầu, phải chọn lại tiết diện dây dẫn bằng cách chọn tiết diện dây dẫn lớn hơn ban đầu, cho đến khi đạt tiêu chuẩn về điện áp.

a) Tính tổn thất điện áp đường dây có 1 phụ tải



Hình 1-2. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đường dây có 1 phụ tải

Tổn thất điện áp trên đường dây A-1 bằng:

$$\Delta U_{A1} = \frac{P_1 R_{A1} + Q_1 X_{A1}}{U_{dm}} \leq \Delta U_{cp}, V \quad (1-36)$$

Trong đó: - $Z_{A1} = R_{A1} + jX_{A1} = r_0 l_{A1} + jx_0 l_{A1}$ (r_0, x_0 tra sổ tay)

- $\dot{S}_{A1} = \dot{S}_1 = S_1 \cos \varphi + j S_1 \sin \varphi = P_{A1} + j Q_{A1}$ (kVA)

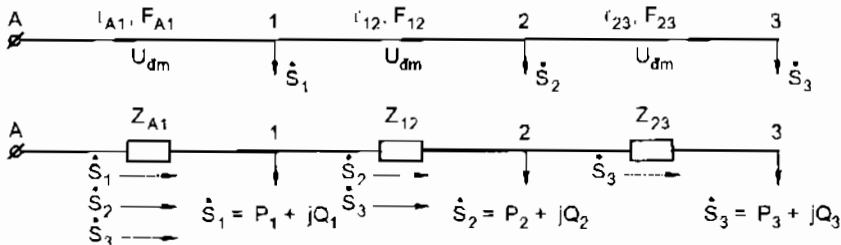
- l_{A1} : Độ dài đường dây (km)

- U_{dm} : Điện áp định mức đường dây (kV)

b) Tính tổn thất điện áp đường dây có 3 phụ tải và nhiều hơn

Với đường dây liên thông cấp điện cho 3 phụ tải, tổn thất điện áp bằng tổng tổn thất điện áp trên cả 3 đoạn đường dây:

$$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_{max} = \Delta U_{A123} = \Delta U_{A1} + \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$$



Hình 1-3. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đường dây liên thông cấp điện cho 3 phụ tải

Với lưới điện trung áp và hạ áp, để tính tổn thất điện áp mà sai số nằm trong giới hạn cho phép, giả thiết điện áp tại mỗi điểm trên đường dây bằng điện áp định mức của đường dây U_{dm} , dòng công suất chạy trên các đoạn đường dây bằng công suất phụ tải, nghĩa là cho phép bỏ qua tổn thất điện áp, tổn thất công suất trên các đoạn đường dây sau khi đã tính tổn thất ΔU , ΔS trên đoạn đường dây trước.

Với giả thiết trên, tổn thất điện áp trên các đoạn đường dây liên thông bằng:

$$\Delta U_{23} = \frac{P_3 R_{23} + Q_3 X_{23}}{U_{dm}} \quad (1-37)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{(P_2 + P_3) R_{12} + (Q_2 + Q_3) X_{12}}{U_{dm}} \quad (1-38)$$

$$\Delta U_{A1} = \frac{(P_1 + P_2 + P_3) R_{A1} + (Q_1 + Q_2 + Q_3) X_{A1}}{U_{dm}} \quad (1-39)$$

Tổn thất điện áp trên toàn bộ tuyến dây:

$$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_{A123} = \frac{(P_1 + P_2 + P_3) R_{A1} + (Q_1 + Q_2 + Q_3) X_{A1}}{U} + \frac{(P_2 + P_3) R_{12} + (Q_2 + Q_3) X_{12}}{U_{dm}} + \frac{P_3 R_{23} + Q_3 X_{23}}{U_{dm}} \leq \Delta U_{cp} \quad (1-40)$$

Tổng quát:

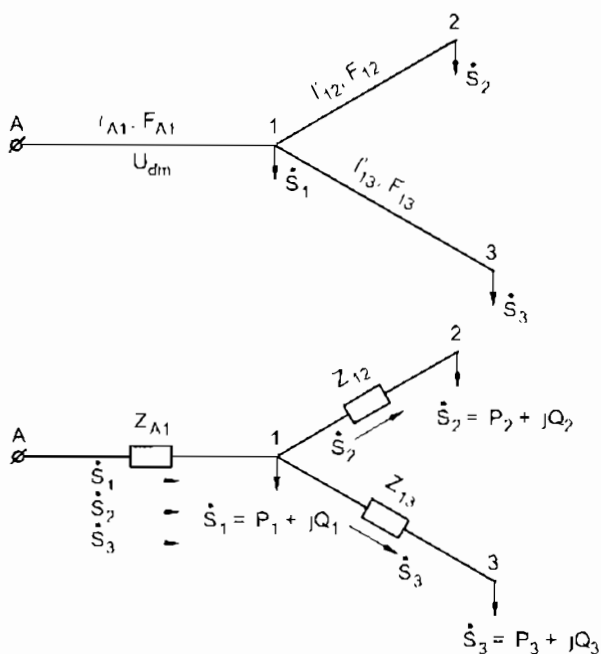
$$\Delta U_{\Sigma} = \frac{\sum_{i,j=1}^n P_{ij} R_{ij} + \sum_{i,j=1}^n Q_{ij} X_{ij}}{U_{dm}} \leq \Delta U_{cp} \quad (1-41)$$

Trong đó: - P_{ij} , Q_{ij} : công suất tác dụng và công suất phản kháng chạy trên mỗi đoạn đường dây i, j .

- R_{ij} , X_{ij} : điện trở và điện kháng của mỗi đoạn đường dây i, j .

c) Tính tổn thất điện áp đường dây phân nhánh

Đường dây phân nhánh là đường dây tại 1 nút nào đó đường dây rẽ ra thành 2, 3 nhánh, nghĩa là thành 2, 3 tuyến đường dây theo hướng khác nhau. Để kiểm tra tổn thất điện áp trên đường dây phân nhánh là tổn thất điện áp trên từng tuyến dây kể từ nguồn đến điểm nút xa nhất của tuyến.



Hình 1.4. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đường dây phân nhánh

Giống như đường dây liên thông, tổn thất điện áp trên các tuyến đường dây phân nhánh bằng

$$\Delta U_{12} = \frac{P_2 R_{12} + Q_2 X_{12}}{U_{dm}} \quad (1-42)$$

$$\Delta U_{13} = \frac{P_3 R_{13} + Q_3 X_{13}}{U_{dm}} \quad (1-43)$$

$$\Delta U_{A1} = \frac{(P_1 + P_2 + P_3) R_{A1} + (Q_1 + Q_2 + Q_3) X_{A1}}{U_{dm}} \quad (1-44)$$

$$\Delta U_{\Sigma \max} = \max \left\{ \begin{array}{l} \Delta U_{A1} + \Delta U_{12} \\ \Delta U_{A1} + \Delta U_{13} \end{array} \right\} \leq \Delta U_{cp} \quad (1-45)$$

1.4.2. Tính tổn thất công suất

Mục đích tính tổn thất công suất để từ đây tính ra tổn thất điện năng, từ đó cho ta một chỉ tiêu để chọn ra phương án cấp điện hợp lý.

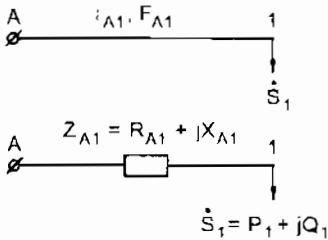
a) Tính tổn thất công suất đường dây có 1 phụ tải

Công thức tính tổn thất công suất đường dây 1 phụ tải:

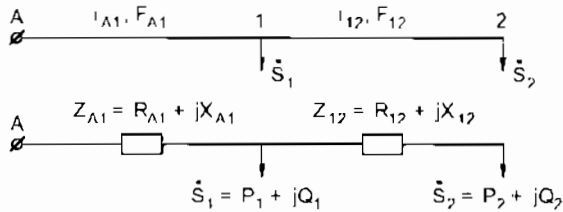
$$\Delta \dot{S}_{A1} = 3I^2 Z_{A1} = \frac{S_{A1}^2}{U_{dm}^2} Z_{A1} = \frac{S_1^2}{U_{dm}^2} Z_{A1} = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_{dm}^2} (R_{A1} + jX_{A1})$$

$$\Delta \dot{S}_{A1} = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_{dm}^2} R_{A1} + j \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_{dm}^2} X_{A1} = \Delta P_{A1} + j \Delta Q_{A1} \quad (1-46)$$

Nếu $S = (\text{kVA})$, $Z, R, X = (\Omega)$, $U = (\text{kV})$, $P = (\text{kW})$, $Q = (\text{kVAr})$
thì $\Delta S = (\text{VA}) = (10^{-4} \text{ kVA})$.



Hình 1-5. Sơ đồ đường dây 1 phụ tải và sơ đồ thay thế



Hình 1-6. Sơ đồ đường dây có 2 phụ tải và sơ đồ thay thế

b) Tính tổn thất công suất đường dây có 2 phụ tải và nhiều hơn

Cũng tương tự như tính ΔU , khi tính ΔS coi điện áp ở các đoạn bằng U_{dm} và giả thiết công suất gây ra ΔS trên các đoạn chỉ là công suất tải (bỏ qua ΔS của đoạn sau).

Vậy công thức tính tổn thất công suất trên đường dây cấp điện cho 2 phụ tải bằng:

$$\Delta \dot{S}_{\Sigma} = \Delta \dot{S}_{A12} = \Delta \dot{S}_{A1} + \Delta \dot{S}_{A2} \quad (1-47)$$

$$\Delta \dot{S}_{\Sigma} = \frac{(P_1 + P_2)^2 + (Q_1 + Q_2)^2}{U_{dm}^2} Z_{A1} + \frac{S_2^2}{U_{dm}^2} Z_{A2} \quad (1-48)$$

Tổng quát đường dây có n phụ tải:

$$\Delta \dot{S}_{\Sigma} = \frac{\sum_{ij}^n S_{ij}^2 Z_{ij}}{U_{dm}^2} = \frac{\sum_{ij}^n (P_{ij}^2 + Q_{ij}^2) Z_{ij}}{U_{dm}^2} \quad (1-49)$$

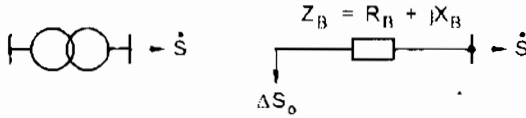
Trong đó: n : Số đoạn đường dây hay số phụ tải

S_{ij}, P_{ij}, Q_{ij} : Công suất S, P, Q chạy trên đoạn đường dây i, j .

Z_{ij} : Tổng trở đường dây trên mỗi đoạn ij

U_{dm} : Điện áp định mức đường dây.

c) **Tính tổn thất công suất trong trạm biến áp đặt một máy biến áp (MBA)**



Hình 1-7. Sơ đồ nguyên li và sơ đồ thay thế trạm biến áp đặt một máy biến áp

Tổn thất công suất trong trạm biến áp chỉ là tổn thất công suất của các máy biến áp đặt trong trạm, các thiết bị khác như máy cắt, dao cách li, cầu chì, các dây dẫn, thanh dẫn nối các thiết bị với nhau thì tổn thất công suất của chúng rất nhỏ, gần bằng không. Trong tính toán có thể bỏ qua. Vậy tổn thất công suất trong trạm biến áp đặt một máy biến áp gồm có tổn thất ở lõi thép máy biến áp và tổn thất ở cuộn dây máy biến áp. Ta có:

$$\Delta \dot{S}_B = \Delta \dot{S}_0 + \Delta S_{Cu} = \Delta P_B + j\Delta Q_B \quad (1-50)$$

Trong đó:

- $\Delta \dot{S}_B$: Tổng tổn thất công suất trong MBA
- $\Delta \dot{S}_0 = \Delta \dot{S}_{Fe}$: Tổn thất không tải MBA còn gọi là tổn thất sắt của MBA.

Tổn thất này do từ hoá MBA và do dòng điện Fucô ở lõi thép MBA gây ra.

$$\Delta \dot{S}_0 = \Delta P_0 + j\Delta Q_0 = \Delta P_0 + j \frac{I_0 \% \cdot S_{dmB}}{100}$$

$\Delta P_0, I_0 \%$: tra sổ tay về MBA

S_{dmB} : Công suất định mức MBA.

- ΔS_{Cu} : Tổn thất công suất trên 2 cuộn dây MBA còn gọi là tổn thất đồng, có thể tính theo hai cách:

Theo tổng trở MBA Z_B :

$$\Delta S_{Cu} = \frac{S^2}{U_{dmB}^2} Z_B = \left(\frac{S}{U_{dmB}} \right)^2 R_B + j \left(\frac{S}{U_{dmB}} \right)^2 X_B \quad (1-51)$$

Theo ΔP_N và $U_N \%$:

$$\Delta S_{Cu} = \Delta P_{Cu} + j\Delta Q_{Cu} = \Delta P_N \left(\frac{S}{S_{dm}} \right)^2 + j \frac{U_N \% \cdot S_{dmB}}{100} \left(\frac{S}{S_{dm}} \right)^2 \quad (1-52)$$

($\Delta P_N, U_N \%$: tra sổ tay về MBA).

Vậy tổng tổn thất công suất của MBA bằng:

- Tính theo tổng trở MBA Z_B :

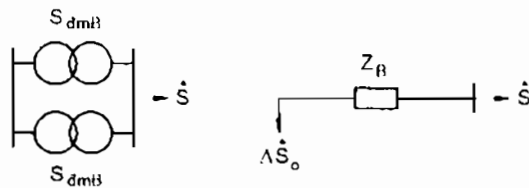
$$\Delta \dot{S}_B = \left(\Delta P_0 + \frac{S^2}{U_{dmB}} R_B \right) + j \left(\frac{I_0 \% S_{dmB}}{100} + \frac{S^2}{U_{dmB}^2} X_B \right) \quad (1-53)$$

- Tính theo $\Delta P_N, U_N \%$:

$$\begin{aligned} \Delta \dot{S}_B = & \left[\Delta P_0 + \Delta P_N \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2 \right] \\ & + j \left[\frac{I_0 \% S_{dmB}}{100} + \frac{U_N \% S_{dmB}}{100} \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2 \right] \end{aligned} \quad (1-54)$$

Chú ý: Dù tính $\Delta \dot{S}_B$ theo (1-53) hay (1-54) kết quả phải như nhau.

d) Tính tổn thất công suất trong trạm biến áp đặt hai máy biến áp (MBA)



Hình 1-8. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế trạm biến áp đặt hai máy biến áp

Với trạm đặt 2 MBA có công suất MBA bằng nhau so với trạm đặt một MBA, tổng trở giảm đi một nửa, tổn thất công suất tăng lên gấp đôi. Cụ thể như sau:

$$\Delta \dot{S}_0 = 2\Delta P_0 + j \frac{2I_0 \% S_{dmB}}{100}$$

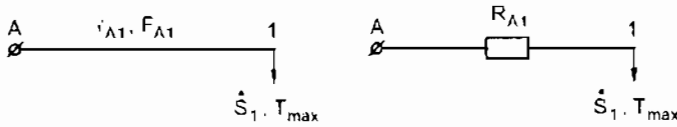
$$Z_B = \frac{\Delta P_N U_{dmB}^2}{2S_{dmB}^2} 10^3 + j \frac{U_N \% U_{dmB}^2}{2S_{dmB}} 10, \Omega$$

Vậy tổng tổn thất công suất trong trạm đặt hai MBA bằng:

$$\begin{aligned} \Delta \dot{S}_{2B} = & \left[2\Delta P_0 + \frac{1}{2} \Delta P_N \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2 \right] \\ & + j \left[\frac{2I_0 \% S_{dmB}}{100} + \frac{1}{2} \frac{U_N \% S_{dmB}}{100} \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2 \right] \end{aligned} \quad (1-55)$$

1.4.3. Tính tổn thất điện năng $\Delta\Lambda$

a) Tính tổn thất điện năng đường dây có 1 phụ tải



Hình 1-9. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế để tính tổn thất điện năng đường dây có 1 phụ tải

Với mục đích tính tổn thất điện năng, đường dây chỉ cần thay thế bằng điện trở R . Điện năng là công suất tiêu thụ theo thời gian. Trong tính toán thiết kế cấp điện, thời gian lấy bằng 1 năm (8760 giờ).

- Tính tổn thất công suất tác dụng trên đường dây $\Lambda 1$:

$$\Delta P_{\Lambda 1} = \frac{S_1^2}{U_{dm}^2} R_{\Lambda 1}$$

- Tính tổn thất điện năng trên đường dây $\Lambda 1$:

$$\Lambda \Lambda_{\Lambda 1} = \Delta P_{\Lambda 1} \cdot \tau \quad (1-56)$$

$$\tau = (0,124 + 10^{-6} T_{max})^2 \cdot 8760 \quad (h) \quad (1-57)$$

- Tính giá tiền tổn thất điện năng 1 năm trên đường dây $\Lambda 1$:

$$Y_{\Lambda 1} = \Lambda \Lambda_{\Lambda 1} \cdot C \quad (1-58)$$

Trong đó: τ là thời gian gây ra tổn thất điện năng đúng bằng tổn thất điện năng thực tế trong một năm.

- C : giá tiền 1 kWh tổn thất điện năng (đ/kWh)

- T_{max} : là thời gian sử dụng công suất lớn nhất (tra sổ tay)

b) Tính tổn thất điện năng đường dây có n phụ tải

Với đường dây có n phụ tải, tổn thất công suất tác dụng tổng ΔP_{Σ} được tính theo công thức (1-49) với sơ đồ thay thế là điện trở các đoạn đường dây. Còn thời gian τ cũng được tính theo (1-57) với điều kiện thay T_{max} bằng T_{max} trung bình ($T_{max tb}$) của các phụ tải.

$$T_{max tb} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i T_{max i}}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (1-59)$$

- Trong đó: - S_i : phụ tải thứ i
 - $T_{\max i}$: là T_{\max} phụ tải thứ i
 - n : số phụ tải trên đường dây.

Khi đó ta tính được τ trung bình.

$$\tau_{tb} = (0,124 + 10^{-4} T_{\max i})^2 \cdot 8760 \quad (h) \quad (1-60)$$

Vậy tổn thất điện năng trên đường dây có n phụ tải bằng:

$$\Delta A_{\Sigma} = \Delta P_{\Sigma} \cdot \tau_{tb} \quad (1-61)$$

Giá tiền tổn thất điện năng trong 1 năm

$$\dot{Y}_{\Sigma} = \Delta A_{\Sigma} \cdot C \quad (1-62)$$

c) Tính tổn thất điện năng trong trạm biến áp đặt một máy biến áp (MBA)

Tính tổn thất điện năng chỉ cần tính tổn thất công suất tác dụng. Trong trạm biến áp đặt một máy biến áp (MBA), tổn thất công suất tác dụng bằng:

$$\Delta P_B = \Delta P_0 + \Delta P_N \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2 \quad (1-63)$$

- ΔP_0 : là tổn thất công suất không tải, hay tổn thất công suất trong lõi thép, nó không thay đổi trong suốt thời gian vận hành MBA. Nó không phụ thuộc vào sự thay đổi của phụ tải. Nên thời gian để tính tổn thất điện năng do ΔP_0 gây ra là thời gian khảo sát 1 năm bằng 8760 (h).

- Thành phần thứ 2: $\Delta P_N \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2$ phụ thuộc vào phụ tải S . Khi vận

hành có thể xảy ra 2 trường hợp:

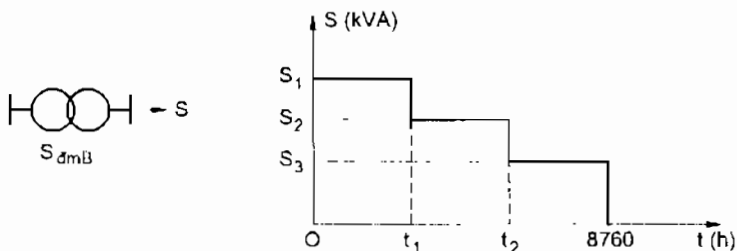
+ Khi không biết đồ thị phụ tải:

Tổn thất điện năng bằng:

$$\Delta A_{tB} = \Delta P_0 \cdot 8760 + \Delta P_N \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot \tau \quad (1-64)$$

$$\tau = (0,124 + 10^{-4} T_{\max})^2 \cdot 8760 \quad (h)$$

+ Khi biết đồ thị phụ tải:



Hình 1-10. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp đặt một MBA và đồ thị phụ tải

Tổn thất điện năng bằng:

$$\Delta A_{1B} = \Delta P_0 \cdot 8760 + \Delta P_N \left(\frac{S_1}{S_{dmB}} \right)^2 t_1 + \Delta P_N \left(\frac{S_2}{S_{dmB}} \right)^2 (t_2 - t_1) + \Delta P_N \left(\frac{S_3}{S_{dmB}} \right)^2 (8760 - t_2) \quad (1-65)$$

+ Tổng quát khi biết đồ thị phụ tải có n khoảng bậc bất kỳ:

$$\Delta A_{1B} = \Delta P_0 \cdot 8760 + \Delta P_N \sum_{i=1}^n \left(\frac{S_i}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot t_i \quad (1-66)$$

Trong đó: S_i : công suất phụ tải trong khoảng thời gian t_i
 t_i : khoảng thời gian ứng với công suất S_i .

d) Tính tổn thất điện năng trong trạm biến áp đặt hai máy biến áp (MBA)

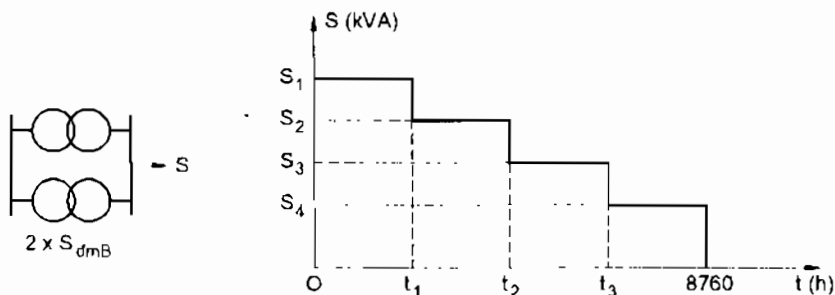
- Khi không biết đồ thị phụ tải,

Tổn thất điện năng bằng:

$$\Delta A_{2B} = 2\Delta P_0 \cdot 8760 + \frac{1}{2} \Delta P_N \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot \tau \quad (1-67)$$

$$\tau = (0,124 + 10^{-4} \Gamma_{max})^2 \cdot 8760 \quad (h)$$

- Khi biết đồ thị phụ tải,



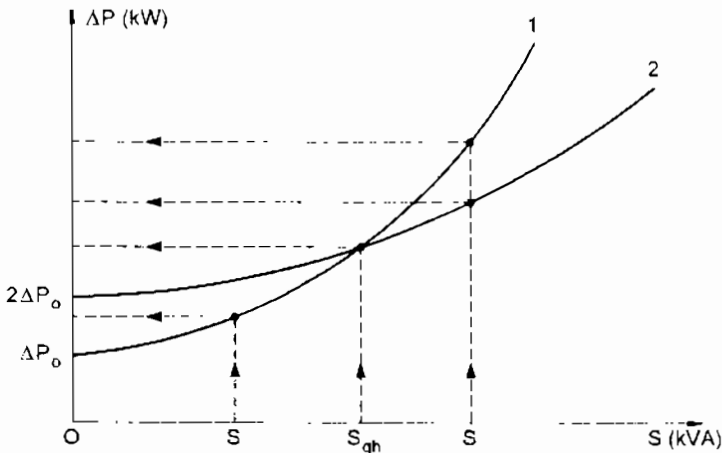
Hình 1-11. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp đặt hai MBA và đồ thị phụ tải

Khi biết đồ thị phụ tải, cần xác định chế độ vận hành kinh tế cho trạm. Nghĩa là phải xét xem khoảng thời gian nào vận hành 1 MBA, khoảng thời gian nào vận hành cả hai MBA để cho tổn thất công suất trong trạm là nhỏ nhất. Muốn vậy ta vẽ 2 đường cong, đường cong 1 biểu diễn tổn thất công suất trong trạm vận hành 1 MBA:

$$\Delta P_{1B} = \Delta P_0 + \Delta P_N \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2$$

Đường cong 2 biểu diễn tổn thất công suất trong trạm vận hành 2 MBA:

$$\Delta P_{2B} = 2\Delta P_0 + \frac{1}{2} \Delta P_N \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2$$



Hình 1-12. Đường cong tổn thất công suất trong trạm biến áp khi vận hành 1 MBA và khi vận hành 2 MBA

Nhìn vào đồ thị ta thấy khi $S < S_{gh}$ vận hành 1 MBA có tổn thất công suất nhỏ hơn vận hành 2MBA. Khi $S > S_{gh}$ vận hành 2 MBA có tổn thất công suất bé hơn. S_{gh} chính là công suất giới hạn để chuyển chế độ vận hành từ 1 MBA lên 2 MBA và ngược lại. Từ các công thức tính ΔP_{1B} và ΔP_{2B} , tính được S_{gh} như sau:

$$S_{gh} = S_{dmB} \sqrt{\frac{2\Delta P_0}{\Delta P_N}} \quad (1-68)$$

Với đồ thị phụ tải hình 1-11, giả sử có $S_1 < S_{gh}$ vận hành 1 MBA;

$S_2, S_3 > S_{gh}$ vận hành 2 MBA. Tổn thất điện năng trong 1 năm bằng:

$$\begin{aligned} \Delta \Lambda_{\gamma_{13}} = & \{2\Delta P_{i1}t_1 + 2\Delta P_{i2}(t_2 - t_1) + 2\Delta P_{i3}(t_3 - t_2) + \Delta P_{i4}(8760 - t_3) + \\ & + \frac{1}{2}\Delta P_N \left(\frac{S_1}{S_{\text{dmb}}}\right)^2 t_1 + \frac{1}{2}\Delta P_N \left(\frac{S_2}{S_{\text{dmb}}}\right)^2 (t_2 - t_1) + \\ & + \frac{1}{2}\Delta P_N \left(\frac{S_3}{S_{\text{dmb}}}\right)^2 (t_3 - t_2) + \Delta P_N \left(\frac{S_4}{S_{\text{dmb}}}\right)^2 (8760 - t_3)\} \quad (1.69) \end{aligned}$$

Chú ý: Công thức trên chỉ đúng cho trạm biến áp đặt 2 MBA có công suất định mức bằng nhau và cùng một hãng chế tạo.

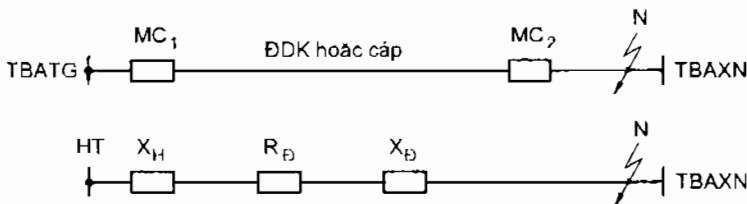
1.5. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH TRONG HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

Ngắn mạch là do các pha trong mạch điện bị chạm lại với nhau tại một điểm nào đó, làm cho dòng điện tăng lên đột ngột, làm tăng lực động điện và tăng nhiệt độ ở thiết bị điện dẫn đến phá huỷ thiết bị điện, gây cháy nổ, tổn hại đến sản xuất của xí nghiệp và cuộc sống yên bình của người dùng điện.

Để tính được ngắn mạch trong hệ thống cung cấp điện, có thể coi hệ thống cung cấp điện ở xa nguồn, có công suất nhỏ so với công suất của hệ thống điện quốc gia, cho phép tính dòng điện ngắn mạch đơn giản hơn.

1.5.1. Tính dòng điện ngắn mạch ở phía trung áp và cao áp

Do khi tính toán ngắn mạch không biết cấu trúc của hệ thống điện quốc gia, cho phép tính gần đúng điện kháng của hệ thống thông qua công suất cắt ngắn mạch của máy cắt điện đầu nguồn.



Hình 1-13. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế để tính dòng điện ngắn mạch phía trung và cao áp

- Trong đó:
- TBATG: Trạm biến áp trung gian
 - MC_1 : Máy cắt điện đầu nguồn, tra sổ tay cho công suất cắt ngắn mạch S_N .
 - $R_D = r_0/l$ Điện trở và điện kháng của đường dây r_0, x_0 tra sổ tay theo tiết diện dây dẫn và vật liệu chế tạo dây dẫn.
 - $X_D = x_0/l$

$(r_0, x_0 = (\Omega/\text{km}); \quad l$: chiều dài đường dây (km)

- Tính điện kháng của hệ thống X_{11}

$$X_{11} = \frac{U_{tb}^2}{S_N}, \Omega \quad (1-70)$$

Trong đó: - $U_{tb} = 1,05U_{dm}$ điện áp trung bình sử dụng trong tính toán ngắn mạch, (kV).

- S_N : công suất cắt ngắn mạch của máy cắt đầu nguồn (MVA)

- Tính dòng điện ngắn mạch phía trung, cao áp:

$$I_N = I'' = I_x = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3}Z_\Sigma}, \text{ kA} \quad (1-71)$$

Trong đó: U_{tb} : Điện áp trung bình như (1-70)

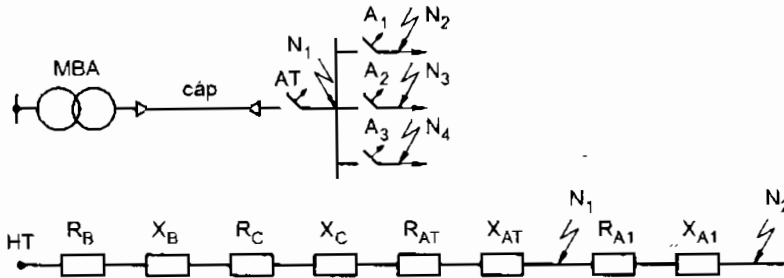
Z_Σ : tổng trở tính từ hệ thống tới điểm ngắn mạch (Ω)

- Tính trị số dòng điện ngắn mạch xung kích:

$$i_{xk} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_N, \text{ kA} \quad (1-72)$$

1.5.2. Tính dòng điện ngắn mạch phía hạ áp

Khi tính ngắn mạch hạ áp có thể coi máy biến áp là nguồn công suất đủ lớn.



Hình 1-14. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế để tính dòng điện ngắn mạch phía hạ áp

Tính các thông số ở sơ đồ thay thế mạch hạ áp:

- Tính điện trở máy biến áp (MBA):

$$R_B = \frac{\Delta P_N U_{dmB}^2}{S_{dmB}} \cdot 10^6, \text{ m}\Omega \quad (1-73)$$

- Điện kháng MBA:

$$X_B = \frac{U_N \% \cdot U_{dmB}^2}{S_{dmB}} \cdot 10^4, \text{ m}\Omega \quad (1-74)$$

Trong đó: ΔP_N (kW); $U_N\%$ tra sổ tay theo công suất S_{dmB} MBA (kVA) và điện áp U_{dmB} MBA (kV)

- Tính các thông số còn lại của sơ đồ thay thế.

Điện trở, điện kháng của cáp (R_c, X_c); điện trở và điện kháng áp tô mát tổng (R_{AT}, X_{AT}); điện trở và điện kháng thanh góp (R_{TG}, X_{TG}); điện trở và điện kháng áp tô mát nhánh (R_{AN}, X_{AN}). Các thông số này tra sổ tay.

- Tính trị số dòng điện ngắn mạch 3 pha phía hạ áp

$$I_N = I'' = I_{sc} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3}Z_{\Sigma}}, \text{ (kA)} \quad (1-75)$$

Trong đó: - U_{tb} : điện áp trung bình phía hạ áp (kV)

- Z_{Σ} : tổng trở tính từ máy biến áp đến điểm ngắn mạch (Ω).

- Tính trị số dòng điện ngắn mạch xung kích phía hạ áp

$$i_{xk} = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_N, \text{ kA} \quad (1-76)$$

1.6. TÍNH TOÁN NỐI ĐẤT

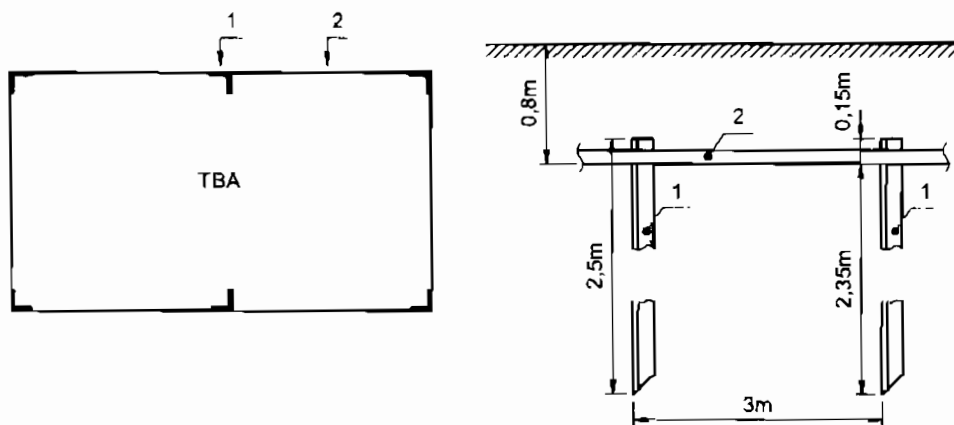
1.6.1. Tính toán nối đất trạm biến áp (TBA)

Nối đất là đóng các cọc sắt xuống đất, nối các cọc với nhau bằng thanh sắt dẹt thành hệ thống nối đất. Chức năng của hệ thống nối đất: nối đất làm việc, nối đất an toàn và nối đất chống sét. Hệ thống nối đất được tiêu chuẩn hoá, được quy định như sau:

- Cọc nối đất là thép góc L60 × 60 × 6 dài 2,5 m để chống gỉ, dùng phương pháp mạ kẽm nhúng nóng.

- Thanh nối đất có kích thước 40 × 4 mạ kẽm nhúng nóng. Thanh nối đất nối các cọc nối đất với nhau bằng phương pháp hàn điện và nối hệ thống nối đất lên mặt đất, sau đó nối với các thiết bị trên mặt đất.

- Độ chôn sâu của cọc nối đất: Đào hào sâu 0,8m, đóng sâu cọc nối đất cách đáy hào 0,1 ÷ 0,15 m để hàn thanh nối đất, sau đó hàn các cọc nối đất với nhau đưa lên mặt đất, cuối cùng lấp đất xuống hào.



Hình 1.15. Mặt bằng mặt cắt hệ thống nối đất TBA

Trình tự tính toán hệ thống nối đất cho trạm biến áp:

- Xác định điện trở nối đất của 1 cọc

$$R_{lc} = 0,00298\rho, \Omega \quad (1-77)$$

Trong đó, ρ : điện trở suất của đất, Ω/cm . Nếu ρ là số liệu đo trong mùa mưa, phải nhân với hệ số mùa để tìm trị số lớn nhất.

$$\rho_{\max} = k_{\text{mùa}} \cdot \rho, \Omega/\text{cm} \quad (1-78)$$

- Xác định sơ bộ số cọc cần thiết cho TBA:

$$n = \frac{R_{lcoc}}{\eta_c R_{yc}} \quad (1-79)$$

Trong đó:

+ $k_{\text{mùa}}$: Hệ số mùa, $k_{\text{mùa}} = 1,5$.

+ η_c : Hệ số sử dụng cọc (tra bảng)

+ R_{yc} : Điện trở nối đất yêu cầu. $R_{yc} = 4 \Omega$

- Xác định điện trở nối đất của thanh nối.

$$R_T = \frac{0,366\rho_0}{l} \lg \frac{2l^2}{bt^2}, \Omega \quad (1-80)$$

Trong đó:

+ ρ_0 : Điện trở suất của đất ở độ chôn sâu của thanh 0,8 m.

+ l : chiều dài thanh (chu vi mạch vòng), cm.

+ b : bề rộng thanh nối đất, cm.

+ t : chiều sâu chôn thanh nối đất, $t = 0,8 \text{ m} = 80 \text{ cm}$.

- Điện trở nối đất thực tế của thanh nối đất có xét đến hệ số sử dụng thanh η_t , (η_t tra bảng).

$$R'_T = \frac{R_T}{\eta_t}, \Omega \quad (1-81)$$

- Điện trở nối đất cần thiết của toàn bộ số cọc là:

$$R_c = \frac{4R'_T}{R'_T - 1}, \Omega \quad (1-82)$$

- Cuối cùng xác định chính xác số cọc cần đóng cho TBA:

$$n = \frac{R_{1c}}{\eta_c R_c}$$

Chú ý: Điện trở suất của đất ρ phụ thuộc rất nhiều vào độ chôn sâu của thanh và môi trường làm việc của thanh nối đất.

$$\rho_{ti} = k_1 k_{mua} \rho \quad (1-83)$$

Trong đó:

k_1 : Hệ số phụ thuộc độ chôn sâu của thanh, ví dụ độ chôn sâu của thanh $t = 0.8$ m, tra bảng B11-15 được $k_1 = 3$.

1.6.2. Tính nối đất cho cột đường dây tải điện

Có hai loại nối đất cho cột đường dây tải điện.

a) Nối đất chống sét và an toàn

Với nối đất này quy phạm quy định như sau:

- Với đường dây trên không (ĐDK) điệp áp trung trở lên, tất cả các cột đều phải nối đất.

- Với ĐDK 0.4 kV thực hiện nối đất các cột đi qua khu vực đông dân, đường phố, làng xóm, chợ, trường học...

Quy phạm quy định trị số điện trở nối đất R_d của một cột như sau:

Bảng 1-13. Điện trở nối đất cột đường dây

Điện trở suất của đất ρ , Ω/cm	Trị số lớn nhất của điện trở nối đất R_d , Ω
< 104	10
104 - $5 \cdot 10^4$	15
$5 \cdot 10^4$ - $10 \cdot 10^4$	20
> $10 \cdot 10^4$	30

b) Nối đất lặp lại dây trung tính máy biến áp

Đây là nối đất riêng cho ĐDK 0,4 kV để đề phòng mất dây trung tính nối đất tại trạm biến áp. Hậu quả mất dây trung tính làm cháy các thiết bị dùng điện, không an toàn cho người sử dụng điện.

Theo quy phạm, những vị trí cột sau đây phải thực hiện nối đất trung tính lặp lại.

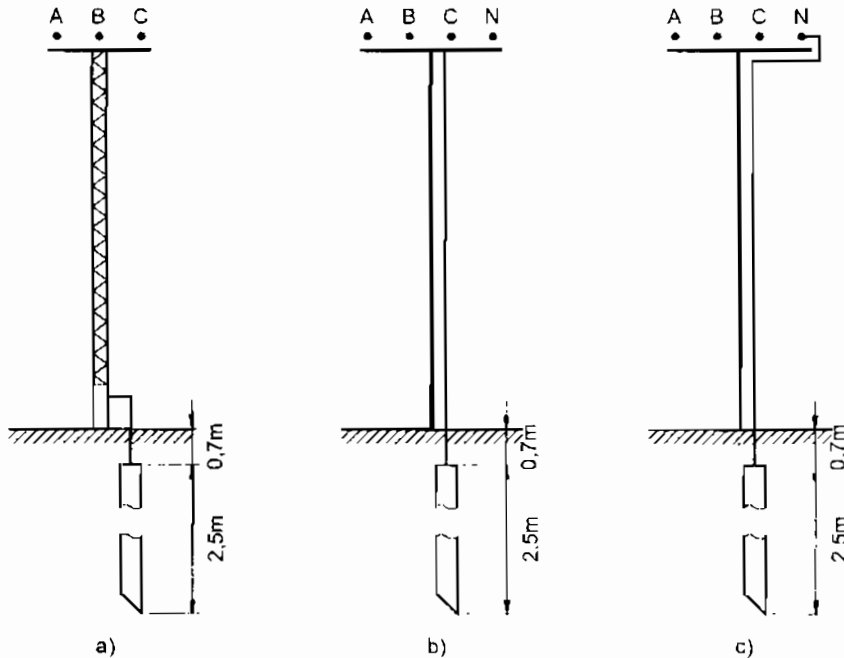
- Cứ khoảng từ 4 đến 5 cột, chỗ rẽ của đường dây, cột cuối của đường dây phải thực hiện nối đất trung tính lặp lại.

Nối đất trung tính lặp lại là nối từ dây trung tính của đường dây xuống cọc nối đất.

Nối đất chống sét, an toàn là nối từ xà đỡ dây xuống cọc nối đất.

c) Tính điện trở nối đất R_d cho cột đường dây tải điện


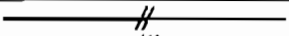
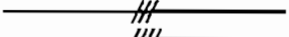
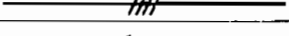




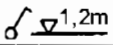
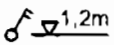
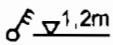
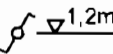
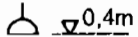
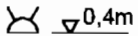

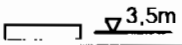
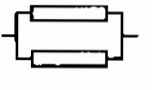
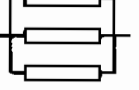
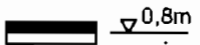


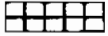

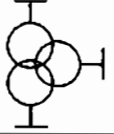

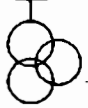
Công thức tính điện trở nối đất R_d cho cột giống như tính điện trở nối đất cho trạm biến áp. Sử dụng công thức (1-77) đến (1-83).



Hình 1.16. Nối đất đường dây trên không

- a) Nối đất chống sét, an toàn đường dây cao áp cột sắt
- b) Nối đất chống sét, an toàn đường dây hạ áp cột bê tông.
- c) Nối đất trung tính lặp lại đường dây hạ áp (0,4 kV).

1.7. NHỮNG KÍ HIỆU THƯỜNG DÙNG TRONG THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN

TT	Tên các phần tử trên sơ đồ	Kí hiệu
1	Dây dẫn	
2	Dây dẫn có ghi rõ số dây: 2 dây, 3 dây, 4 dây.	  
3	Vị trí dây dẫn đi lên	
4	Vị trí dây dẫn đi xuống	
5	Thanh góp, thanh cái	
6	Dây trung tính	
7	Công tắc 2 cực (đơn) và độ cao đặt công tắc	
8	Vị trí đặt 2 công tắc đơn, 3 công tắc đơn và độ cao đặt công tắc	 
9	Công tắc 3 cực (công tắc đèn cầu thang) và độ cao đặt công tắc	
10	Ổ cắm và độ cao đặt ổ cắm	
11	Ổ cắm đôi và độ cao đặt ổ cắm	
12	Đèn điện	
13	Đèn tuýp một đèn, độ treo cao so với nền phòng	
14	Đèn tuýp, 2 đèn, 3 đèn đặt chìm vào trần nhà	  âm trần âm trần
15	Tủ điện, độ cao đặt tủ, tủ đặt chìm vào tường	 âm tường
16	Tủ điện chiếu sáng	
17	Trạm biến áp	
18	Trạm phân phối	
19	Máy biến áp điện lực 2 cuộn dây, 3 cuộn dây (MBA)	 
20	Máy biến điện áp đo lường (BU) 1 pha, 3 pha 5 trụ	 

TT	Tên các phần tử trên sơ đồ	Kí hiệu
21	Máy biến dòng điện (BI)	
22	Tiếp điểm thường hở	
23	Tiếp điểm thường kín	
24	Tiếp điểm đóng chậm	
25	Tiếp điểm mở chậm	
26	Tiếp điểm rơle nhiệt (thường kín, thường hở)	
27	Cầu chì (CC)	
28	Cầu chì tự rơi (CCTR)	
29	Cầu dao, dao cách li 1 cực, 2 cực, 3 cực	
30	Khởi động từ (KĐT), công tắc tơ (CT)	
31	Áp tô mát (A) 1 cực, 2 cực, 3 cực, 4 cực (1P, 2P, 3P, 4P).	
32	Động cơ điện	
33	Máy phát điện	
34	Hệ thống điện	
35	Quạt điện	
36	Chuông điện	
37	Công tơ hữu công, công tơ vô công	
38	Vôn kế + chuyển mạch, Ampe kế + chuyển mạch	
39	Đường dây cáp	

TT

Tên các phần tử trên sơ đồ

40

Chống sét van, chống sét ống

41

Máy cắt điện (MC)

42

Máy cắt phụ tải (MCPT), dao cắt phụ tải (DCPT)

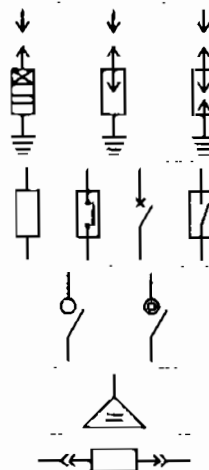
43

Tụ bù

44

Máy cắt hợp bộ

Kí hiệu



TT	Tên các phần tử trên sơ đồ	Kí hiệu
21	Máy biến dòng điện (BT)	
22	Tiếp điểm thường hở	
23	Tiếp điểm thường kín	
24	Tiếp điểm đóng chậm	
25	Tiếp điểm mở chậm	
26	Tiếp điểm rơle nhiệt (thường kín, thường hở)	
27	Cầu chì (CC)	
28	Cầu chì tự rơi (CCTR)	
29	Cầu dao, dao cách li 1 cực, 2 cực, 3 cực	
30	Khởi động từ (KĐT), công tắc tơ (CT)	
31	Áp tô mát (A) 1 cực, 2 cực, 3 cực, 4 cực (1P, 2P, 3P, 4P).	
32	Động cơ điện	
33	Máy phát điện	
34	Hệ thống điện	
35	Quạt điện	
36	Chuông điện	
37	Công tơ hữu công, công tơ vô công	
38	Vôn kế + chuyển mạch, Ampe kế + chuyển mạch	
39	Đường dây cáp	

Chương 2

THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN CHO PHÂN XƯỞNG, NHÀ MÁY, XÍ NGHIỆP

2.1. NHỮNG YÊU CẦU ĐỐI VỚI BẢN THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN CHO PHÂN XƯỞNG, NHÀ MÁY, XÍ NGHIỆP

Nhà máy, xí nghiệp sản xuất ra một loại sản phẩm hoặc nhiều chủng loại sản phẩm, nhưng để có tính cạnh tranh cao yêu cầu giá thành sản phẩm phải hạ. Trong giá thành sản phẩm, chi phí về tiêu thụ điện năng và thời gian thu hồi vốn đầu tư đóng góp một phần đáng kể vào giá thành sản phẩm. Vì vậy, thiết kế cấp điện cho nhà máy, xí nghiệp phải đặc biệt chú ý đến vốn đầu tư công trình tối ưu nhất và phải có những biện pháp tiết kiệm điện năng cho nhà máy xí nghiệp như: sử dụng các thiết bị hợp lí, các dây dẫn đến các thiết bị ngắn nhất. Muốn vậy, việc xác định tải của phụ tải phải chính xác. Ngoài ra còn tính tới khả năng phát triển của phụ tải mà không phải xây dựng thêm nguồn điện cho xí nghiệp, nhà máy.

2.2. XÁC ĐỊNH TRỊ SỐ PHỤ TẢI TÍNH TOÁN PHỤC VỤ CHO THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN

Khi thiết kế cấp điện cho xí nghiệp, nhà máy thường dùng hai phương pháp xác định phụ tải tính toán.

2.2.1. Xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt P_d

Phương pháp này sử dụng khi đã có thiết kế nhà xưởng của xí nghiệp (chưa có thiết kế chi tiết bố trí các máy móc, thiết bị trên mặt bằng nhà xưởng). Ở thời điểm này mới chỉ biết duy nhất số liệu cụ thể là công suất đặt của từng phân xưởng.

Phụ tải tính toán của mỗi phân xưởng được xác định theo công thức:

$$P_{tt} = k_{nc} P_d \quad (2-1)$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \operatorname{tg}\varphi \quad (2-2)$$

Trong đó:

- k_{nc} : Hệ số nhu cầu, tra sổ tay kỹ thuật theo số liệu thống kê của các xí nghiệp, phân xưởng tương ứng.

- $\cos\varphi$: Hệ số công suất tính toán, tra sổ tay kỹ thuật, từ $\cos\varphi$ tính ra $\tan\varphi$.

Trên đây là phụ tải động lực. Phụ tải chiếu sáng được tính theo diện tích chiếu sáng nhà xưởng:

$$P_{cs} = P_0 \cdot S \quad (2-3)$$

Trong đó:

- P_0 : suất chiếu sáng trên đơn vị diện tích (W/m^2). Trong thiết kế sơ bộ có thể lấy theo số liệu tham khảo.

- S : diện tích cần được chiếu sáng. Ở đây là diện tích phân xưởng (m^2).

Tùy theo loại phân xưởng sử dụng đèn sợi đốt hay sử dụng đèn huỳnh quang cho phù hợp. Nếu sử dụng đèn sợi đốt $\cos\varphi = 1$, $Q_{cs} = 0$. Nếu sử dụng đèn huỳnh quang $\cos\varphi = 0,6 \div 0,8$, ta có:

$$Q_{cs} = P_{cs} \tan\varphi \quad (2-4)$$

Để dàng tính được phụ tải tính toán toàn phần của mỗi phân xưởng:

$$S_{tt} = \sqrt{(P_{tt} + P_{cs})^2 + (Q_{tt} + Q_{cs})^2} \quad (2-5)$$

Cuối cùng phụ tải tính toán cả xí nghiệp xác định bằng cách lấy tổng phụ tải các phân xưởng có kể đến việc sử dụng đồng thời các thiết bị của xí nghiệp.

$$P_{ttXN} = k_{dt} \sum_{i=1}^n P_{ttpxi} = k_{dt} \sum_{i=1}^n (P_{tti} + P_{csi}) \quad (2-6)$$

$$Q_{ttXN} = k_{dt} \sum_{i=1}^n Q_{ttpxi} = k_{dt} \sum_{i=1}^n (Q_{tti} + P_{csi}) \quad (2-7)$$

$$S_{ttXN} = \sqrt{P_{ttXN}^2 + Q_{ttXN}^2} \quad (2-8)$$

$$\cos\varphi_{XN} = \frac{P_{ttXN}}{S_{ttXN}} \quad (2-9)$$

Trong đó:

- k_{dt} : Hệ số đồng thời, tính đến khả năng phụ tải các phân xưởng không đồng thời cực đại. Có thể tạm lấy:

$k_{dt} = 0,9 \div 0,95$ khi số phân xưởng $n = 2 \div 4$.

$k_{dt} = 0,8 \div 0,85$ khi số phân xưởng $n = 5 \div 10$.

Với ý nghĩa là khi số phân xưởng càng lớn thì k_{dt} càng nhỏ. Phụ tải tính toán theo các công thức trên dùng để thiết kế mạng điện cao áp của xí nghiệp.

2.2.2. Xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình

Sau khi xí nghiệp đã có thiết kế chi tiết cho từng phân xưởng, ta đã có thông tin chính xác về mặt bằng bố trí máy móc, thiết bị, biết được công suất và quá trình công nghệ của từng thiết bị, người thiết kế có thể bắt tay vào thiết kế mạng điện hạ áp phân xưởng. Số liệu đầu tiên cần xác định là công suất tính toán của từng động cơ và của từng nhóm động cơ trong phân xưởng.

- Với một động cơ điện:

$$P_{tt} = P_{dm} \quad (2-10)$$

- Với nhóm động cơ điện $n \leq 3$:

$$P = \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad (2-11)$$

- Với $n \geq 4$, phụ tải tính toán của nhóm động cơ bằng:

$$P_{tt} = k_{max} \cdot k_{sd} \cdot \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad (2-12)$$

Trong đó:

- k_{sd} : Hệ số sử dụng của nhóm thiết bị, tra sổ tay.
- k_{max} : Hệ số cực đại, tra đồ thị hoặc tra bảng theo hai đại lượng k_{sd} và n_{hq} .
- n_{hq} : số thiết bị sử dụng hiệu quả.

Trình tự xác định n_{hq} như sau:

- Xác định n_1 : số thiết bị có công suất lớn hơn hay bằng một nửa công suất của thiết bị có công suất lớn nhất.

+ Xác định P_1 : công suất của n_1 thiết bị trên.

$$P_1 = \sum_{i=1}^{n_1} P_{dmi} \quad (2-13)$$

+ Xác định: $n^* = \frac{n_1}{n}$; $P^* = \frac{P_1}{P_{\Sigma}}$ (2-14)

Trong đó:

- n : tổng số thiết bị có trong nhóm.
- P_{Σ} : tổng công suất của các thiết bị có trong nhóm.

$$P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad (2-15)$$

Từ n^* , P^* , tra bảng được n_{hq}^* .

Xác định n_{hq} theo công thức:

$$n_{hq} = n \cdot n_{hq}^* \quad (2-16)$$

Lưu ý bảng tra k_{max} chỉ bắt đầu từ $n_{hq} = 4$. Khi $n_{hq} < 4$ phụ tải tính toán được xác định theo công thức:

$$P_u = \sum_{i=1}^n k_{ti} P_{dimi} \quad (2-17)$$

Trong đó:

- k_u : Hệ số tải. Nếu không biết chính xác, có thể lấy trị số gần đúng như sau:
- $k_i = 0,9$ với thiết bị làm việc ở chế độ dài hạn
- $k_i = 0,75$ với thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại.

Cần lưu ý, nếu trong nhóm có thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại, thì phải quy đổi về chế độ làm việc dài hạn trước khi xác định n_{hq} .

$$P_{qd} = P_{dm} \sqrt{k_d \%} \quad (2-18)$$

k_d %: Hệ số đóng điện phần trăm.

Cũng cần phải quy đổi công suất về 3 pha đối với thiết bị dùng điện một pha và 2 pha.

- Thiết bị dùng điện 1 pha (điện áp pha):

$$P_{qd} = 3P_{dm} \quad (2-19)$$

- Thiết bị dùng điện 2 pha (điện áp dây):

$$P_{qd} = \sqrt{3} P_{dm} \quad (2-20)$$

Phụ tải chiếu sáng phân xưởng cũng được xác định theo công thức (2-3) (2-4). Phụ tải phản kháng của từng nhóm thiết bị xác định theo (2-2)

Cuối cùng phụ tải tính toán toàn phân xưởng với n nhóm bằng:

$$P_{uPX} = k_{ut} \sum_{i=1}^n P_{tli} \quad (2-21)$$

$$Q_{uPX} = k_{ut} \sum_{i=1}^n Q_{tli} \quad (2-22)$$

$$S_{uPX} = \sqrt{(P_{uPX} + P_{cs})^2 + (Q_{uPX} + Q_{cs})^2} \quad (2-23)$$

2.3. VẠCH SƠ ĐỒ CẤP ĐIỆN

Tuỳ theo quy mô và tầm quan trọng của công trình công nghiệp có thể vạch ra sơ đồ cấp điện thích hợp.

Với một xưởng cơ khí nhỏ, một tổ sản xuất cơ khí hoặc một xưởng sửa chữa nông cụ công suất khoảng vài chục kilôoát, không nhất thiết phải đặt một trạm biến áp riêng; chỉ cần một đường dây hạ áp lấy từ trạm biến áp gần nhất (hình 2-1).

Sơ đồ cấp điện cho một xí nghiệp nhỏ, gồm một số nhà xưởng, công suất cỡ vài trăm kilôoát nhất thiết phải xây dựng trạm biến áp riêng. Hệ thống cấp điện cho xí nghiệp loại này bao gồm: một đường dây trung áp nhận điện từ hệ thống (trạm biến áp trung gian hoặc từ đường dây trung áp gần nhất), một trạm biến áp xí nghiệp, một mạng lưới hạ áp cấp điện cho các máy móc, thiết bị đặt trong xí nghiệp (hình 2-2).

Đối với các xí nghiệp quy mô lớn, bao gồm hàng chục phân xưởng sản xuất, công suất đặt lên tới hàng vạn kilôoát thì hệ thống cấp điện cũng theo đó mà lớn hơn và phức tạp hơn (hình 2-4). Tại xí nghiệp lớn phải xây dựng một trạm phân phối trung tâm (PPTT) nhận điện từ hệ thống về, cấp điện cho các trạm biến áp phân xưởng. Số lượng trạm biến áp phân xưởng có thể là 4, 5 cho đến 9, 10 tuỳ theo quy mô của xí nghiệp, công suất của các phân xưởng và vị trí giữa chúng. Phân xưởng lớn có thể đặt riêng một trạm biến áp, vài ba phân xưởng nhỏ có thể dùng chung một trạm biến áp.

Với xí nghiệp quy mô vừa có 2, 3 trạm biến áp thì không nên xây dựng trạm phân phối trung tâm vì không kinh tế. Trường hợp này tốt nhất đưa thẳng cáp trung áp cấp điện đến từng trạm biến áp (hình 2-3).

Khó khăn lớn nhất gặp phải khi vạch sơ đồ cấp điện cho xí nghiệp quy mô lớn là việc quyết định số lượng và dung lượng các trạm biến áp phân xưởng, đồng thời với việc vạch sơ đồ nối dây từ trạm PPTT đến các trạm biến áp phân xưởng, đây là bài toán tối ưu tổng hợp, thường người thiết kế phải vạch ra vài ba phương án mạng cao áp xí nghiệp, tiến hành so sánh kinh tế, kĩ thuật, từ đó lựa chọn ra phương án tối ưu.

Sau khi đã loại trừ các phương án không thoả mãn chỉ tiêu kĩ thuật, tiến hành so sánh kinh tế tương đối giữa các phương án còn lại, có thể dùng hàm chi phí tính toán:

$$Z = (a_{vh} + a_{lc})K + C.AA, \text{ đồng} \quad (2-24)$$

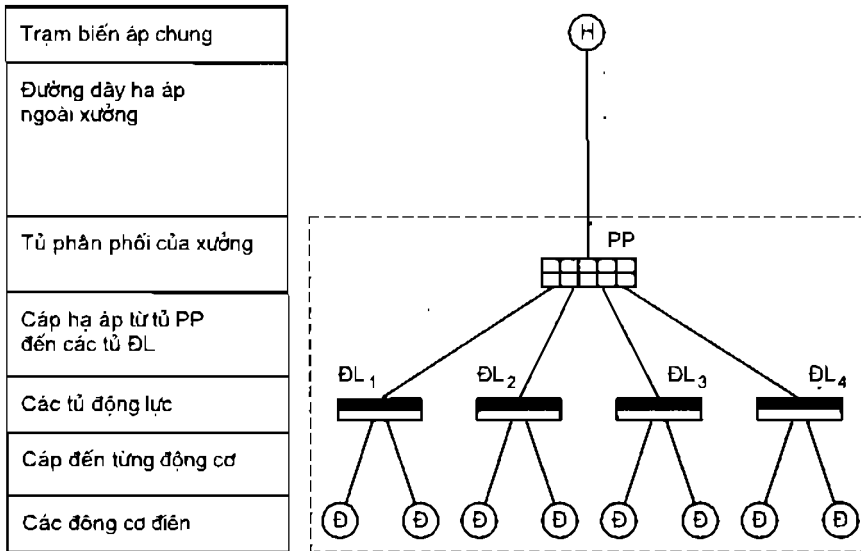
Trong đó:

- a_{vh} : hệ số vận hành, với trạm biến áp và đường dây cáp lấy $a_{vh} = 0,10$; với đường dây trên không $a_{vh} = 0,04$.

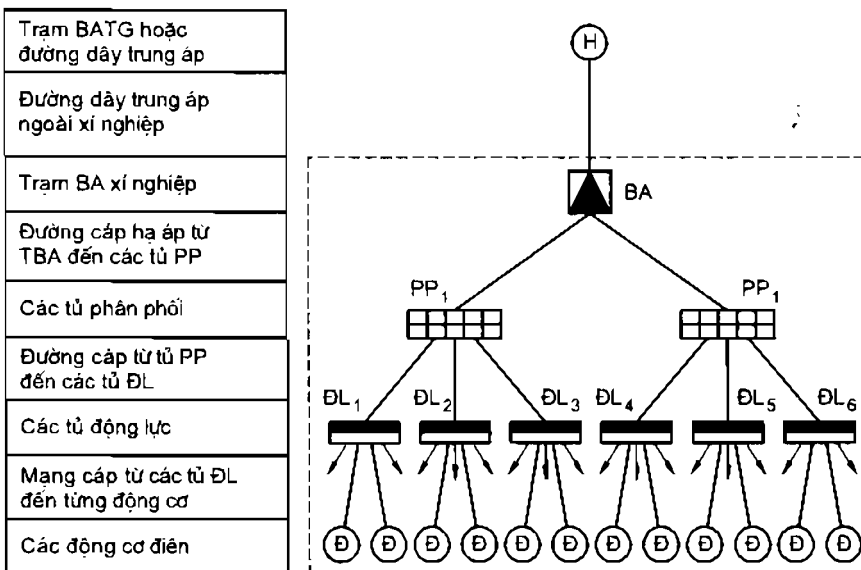
- a_w : Hệ số tiêu chuẩn thu hồi vốn đầu tư, lấy $a_w = 0,1; 0,125$ hoặc $0,20$.

- K : Vốn đầu tư; trong so sánh tương đối giữa các phương án, chỉ cần kể những phần khác nhau trong sơ đồ cấp điện.

Nếu các phương án có số trạm biến áp cố định, giống nhau cả về số lượng và dung lượng thì trong vốn đầu tư K chỉ cần tính giá tiền đường dây mạng cao áp xí nghiệp.

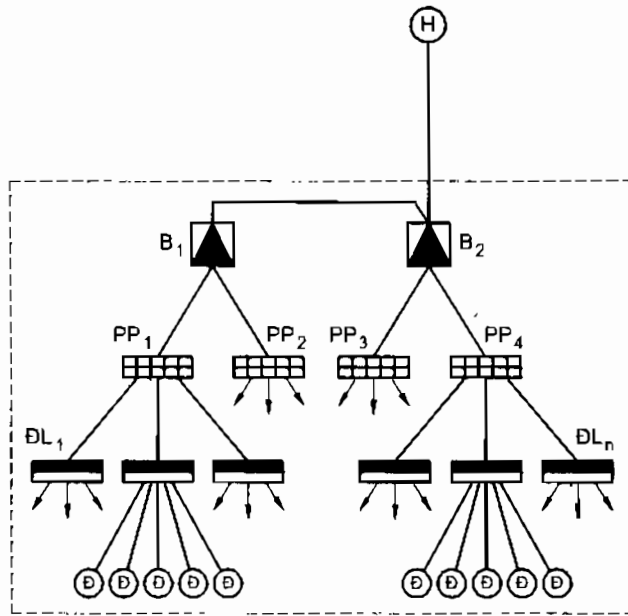


Hình 2-1. Sơ đồ cấp điện cho một xưởng cơ khí nhỏ



Hình 2-2. Sơ đồ cấp điện cho một xí nghiệp quy mô nhỏ

Trạm BATG hoặc đường dây trung áp
Đường dây trung áp ngoài xí nghiệp
Đường TA trong xí nghiệp
Trạm BA xí nghiệp
Đường cáp hạ áp
Các tủ phân phối
Đường cáp hạ áp
Các tủ đồng lực
Đường cáp hạ áp đến từng động cơ
Các động cơ điện



Hình 2-3. Sơ đồ cấp điện cho xí nghiệp quy mô vừa

$$K = \sum_{i=1}^n K_{oi} \cdot L_{oi} \quad (2-25)$$

K_{oi} : Giá tiền 1m cáp tiết diện i , đ/m

L_{oi} : chiều dài tuyến áp tiết diện i , m

C : Giá tiền 1 kWh điện năng, đ/kWh.

ΔA : Tổn thất điện năng trên mạng cao áp xí nghiệp

$$\Delta A = \Delta P_{\max} \cdot \tau = \sum_{i=1}^n \frac{P_i^2 + Q_i^2}{U^2} R_i \cdot \tau \quad (2-26)$$

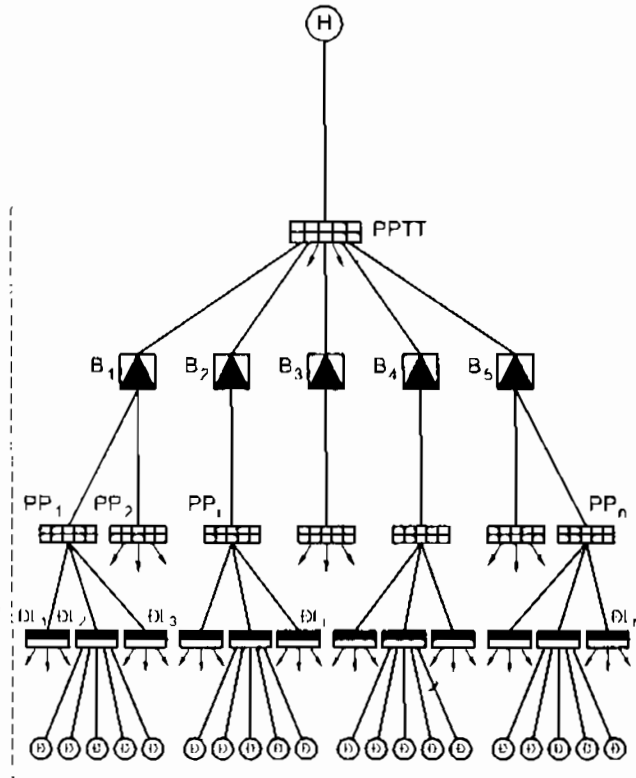
P_i, Q_i : công suất tác dụng và công suất phản kháng chuyên tải trên tuyến dây i , điện trở R_i .

τ : Thời gian tổn thất công suất lớn nhất, tra đồ thị theo T_{\max} và $\cos\phi$, hoặc tính theo công thức:

$$\tau = (0,124 + T_{\max} 10^{-4})^2 \cdot 8760 \quad (2-27)$$

Trong trường hợp các phương án mạng cao áp có số lượng trạm biến áp khác nhau (hình 2-5) cần đưa cả phân trạm và mạng hạ áp vào so sánh, khi đó:

Trạm BATG hoặc đường dây trung áp
Đường dây trung áp
Trạm phân phối trung tâm của xí nghiệp
Mạng cấp cao áp của xí nghiệp
Trạm BA phân xưởng
Mạng cấp hạ áp từ trạm BA đến các tủ phân phối phân xưởng
Tủ phân phối phân xưởng
Mạng cấp hạ áp đến các tủ động lực
Các tủ động lực
Mạng cấp cấp điện cho các động cơ
Các động cơ điện



Hình 2.4. Sơ đồ cấp điện cho xí nghiệp quy mô lớn

$$Z = (a_{ch} + a_{dl})(K_T + K_{ca} + K_{ha}) + C \cdot \tau(\Delta P_T + \Delta P_{ca} + \Delta P_{ha}) \quad (2-28)$$

K_T, K_{ca}, K_{ha} : Giá tiền các trạm biến áp, cấp cao áp và hạ áp.

$\Delta P_T, \Delta P_{ca}, \Delta P_{ha}$: Tổn thất công suất tác dụng các trạm biến áp, mạng cấp cao áp, hạ áp.

Các lượng tổn thất công suất trên cáp tính theo (2-27), tổn thất công suất trong các trạm biến áp tính theo công thức:

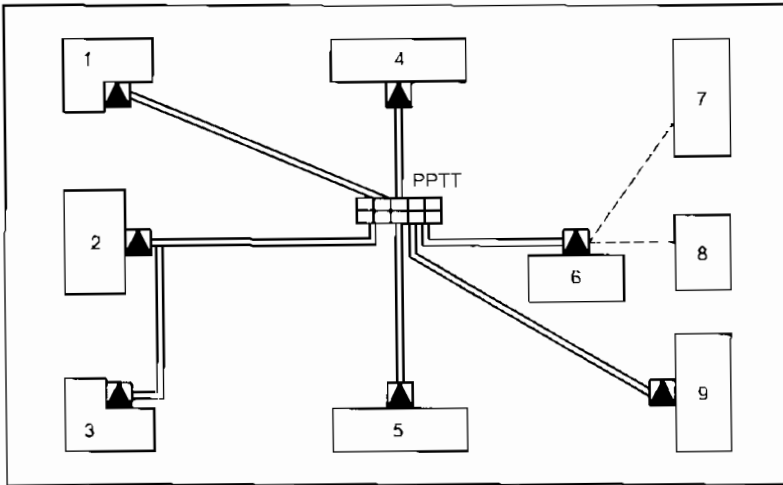
$$\Delta P_T = \sum_{i=1}^m \left[n \Delta P_{oi} + \frac{1}{n} \Delta P_{Ni} \left(\frac{S_i}{S_{dmBi}} \right)^2 \right] \quad (2-29)$$

$\Delta P_{oi}, \Delta P_{Ni}$: Tổn thất công suất không tải và ngắn mạch của máy biến áp có dung lượng S_{dmBi} .

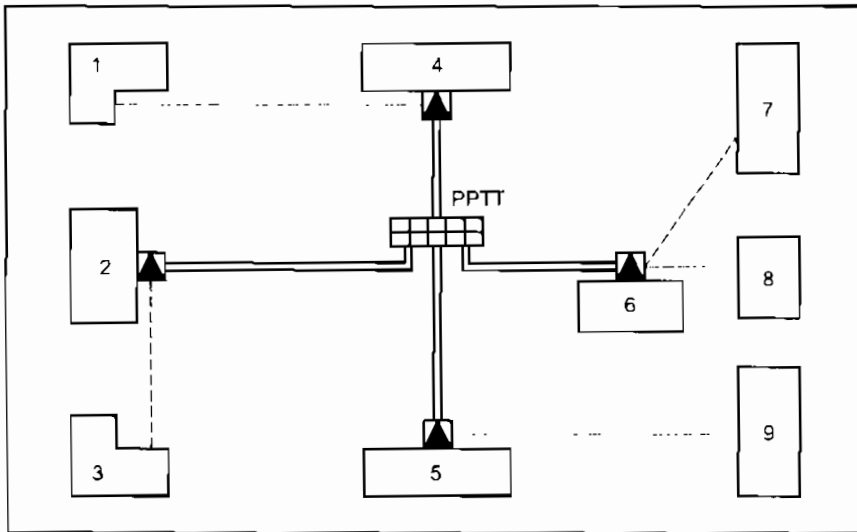
n : Số lượng máy biến áp có trong một trạm.

S_i : Công suất phụ tải toàn phần mà trạm biến áp i cần cung cấp.

m : Số lượng các trạm biến áp có trong xí nghiệp.



Hình 2.5a. Phương án 7 trạm BA



Hình 2.5b. Phương án 4 trạm BA

2.4. THIẾT BỊ TRẠM PHÂN PHỐI, TRẠM BIẾN ÁP

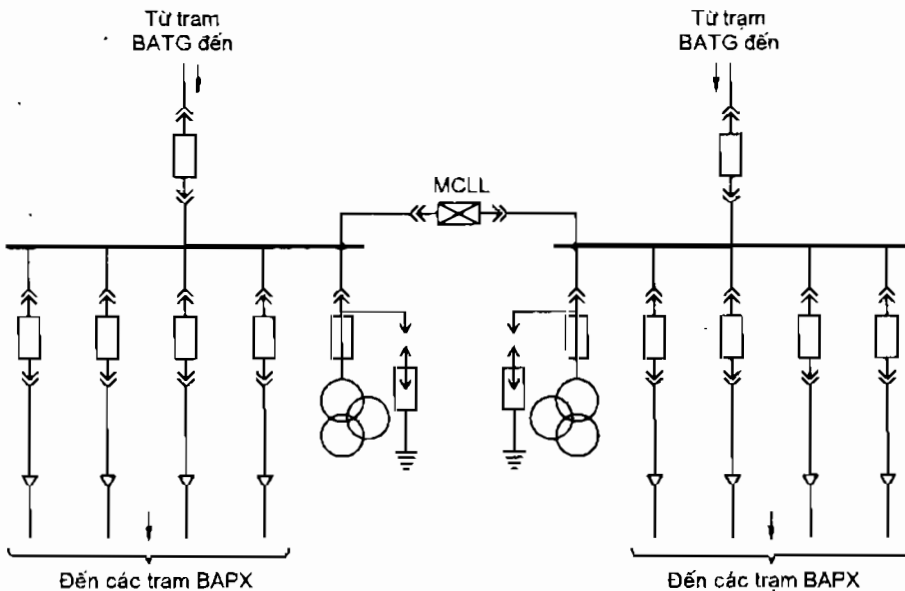
2.4.1. Sơ đồ trạm phân phối trung tâm (PPTT)

Chỉ những xí nghiệp có quy mô lớn mới cần xây dựng trạm phân phối trung tâm. Những xí nghiệp lớn này có ý nghĩa rất quan trọng về kinh tế, không thể để mất điện. Trường hợp này vì công suất của xí nghiệp rất lớn, nếu dự phòng bằng máy phát điện sẽ không có lợi bằng cách cấp điện bằng

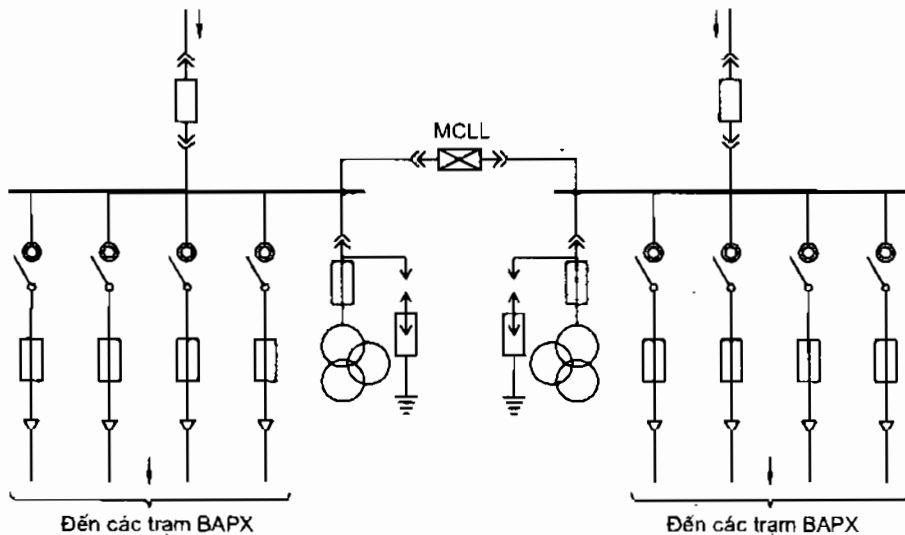
hai đường dây trung áp. Vì thế, ở trạm phân phối trung tâm trên dùng sơ đồ một hệ thống thanh góp có phân đoạn (hình 2-6).

Hình 2-6a giới thiệu sơ đồ nguyên lí trạm PPTT sử dụng các tủ máy cắt hợp bộ trên tất cả đầu vào, đầu ra và liên lạc giữa hai phân đoạn thanh góp. Từ trạm BATG tới xí nghiệp có thể dùng đường dây trên không hoặc đường dây cáp. Nếu dùng đường dây trên không, trên mỗi phân đoạn thanh góp của trạm PPTT cần đặt một bộ chống sét van. Với điện áp trung áp 22 kV (hệ thống có trung tính máy biến áp nối đất trực tiếp) đặt máy biến áp đo lường 2 cuộn dây trên mỗi phân đoạn thanh góp. Với điện áp trung áp 6, 10, 35 kV (trung tính máy biến áp cách điện với đất) phải đặt trên mỗi phân đoạn thanh góp máy biến áp đo lường ba cuộn dây, trong đó có cuộn dây nối tam giác hở dùng để phát hiện chạm đất một pha phía trung áp.

Hình 2-6b giới thiệu sơ đồ nguyên lí trạm PPTT, trên đó mạch vào và phân đoạn dùng máy cắt hợp bộ, các mạch ra dùng dao cắt phụ tải phối hợp với cầu chì (còn gọi là máy cắt phụ tải). Máy cắt hợp bộ làm việc an toàn, tin cậy hơn máy cắt phụ tải, nhưng vốn đầu tư lớn hơn. Quyết định dùng loại nào là do khả năng kinh tế của xí nghiệp. Thường với mạch công suất lớn cấp điện cho máy biến áp từ 750 kVA trở lên, nên đặt máy cắt hợp bộ. Với mạch công suất nhỏ hơn, dùng máy cắt phụ tải. Máy biến áp đo lường được bảo vệ bằng cầu chì.



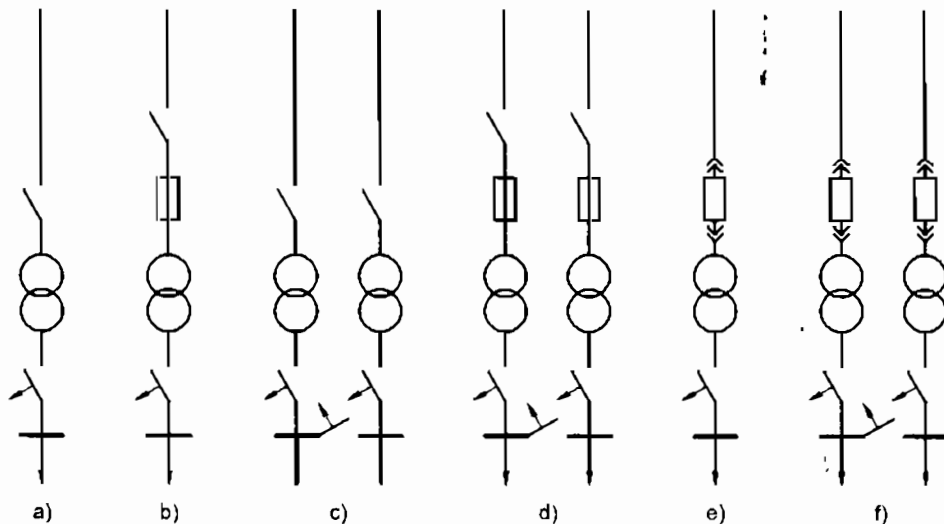
Hình 2-6a. Trạm PPTT, đầu vào, đầu ra đều dùng máy cắt hợp bộ



Hình 2-6b. Trạm PPTT, đầu vào dùng máy cắt hợp bộ, đầu ra dùng máy cắt phụ tải

2.4.2. Sơ đồ trạm biến áp

Tùy theo mức độ quan trọng của phân xưởng mà quyết định đặt một hoặc hai máy biến áp trong một trạm. Tùy theo điều kiện, phía cao áp trạm có thể đặt dao cách li, cầu chì - dao cách li. Hình 2-7 giới thiệu một số sơ đồ điển hình các trạm biến áp phân xưởng, hoặc trạm biến áp xí nghiệp nhỏ.



Hình 2-7. Sơ đồ trạm biến áp 1 và 2 máy

a, c) Phía cao áp đặt DCL; b, d) Phía cao áp đặt DCL-CC;
e, f) Phía cao áp đặt MC hợp bộ

Nếu phía cao áp, trạm được cấp điện bằng đường dây trên không thì phải đặt chống sét van. Và phía hạ áp, nếu đi đến phụ tải bằng đường dây trên không thì cũng phải đặt chống sét van hạ áp. Trong xí nghiệp, các trạm biến áp phân xưởng thường là trạm xây kín, thích hợp với các loại sơ đồ trên, nhưng nếu là trạm treo hoặc trạm cột (còn gọi là trạm bệ) thì cũng có thể dùng cầu chì tự rơi thay cho bộ dao cách li - cầu chì. Việc đặt máy cắt phía cao áp chỉ dùng cho trạm biến áp công suất lớn ở xa nguồn.

2.4.3. Lựa chọn các thiết bị điện cao áp cho trạm PPTT và trạm BA

Các thiết bị điện: máy cắt, máy cắt phụ tải, dao cách li, cầu chì, máy biến dòng, máy biến áp đo lường, sứ được lựa chọn theo các điều kiện, kiểm tra đã giới thiệu ở chương 1 từ bảng 1-1 đến bảng 1-7.

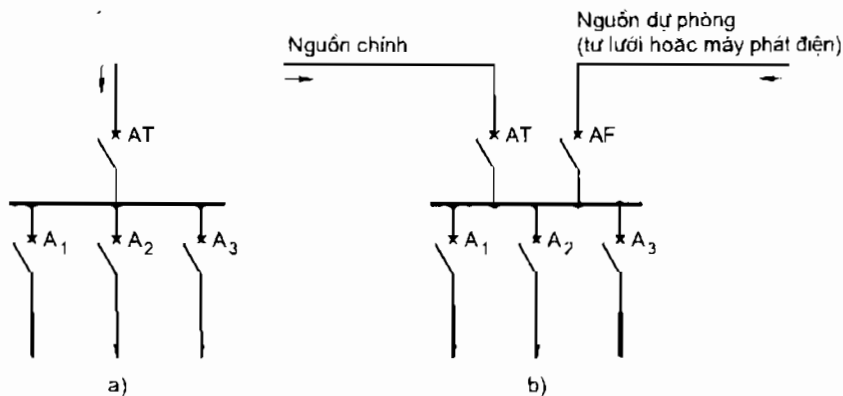
2.4.4. Lựa chọn máy biến áp

Đã giới thiệu ở chương 1, mục 1-3-1.

2.5. LỰA CHỌN CÁC THIẾT BỊ HẠ ÁP Ở TỦ PHÂN PHỐI VÀ TỦ ĐỘNG LỰC

Các tủ phân phối (TPP), tủ động lực (TĐL) chỉ là quy ước tương đối. Tủ phân phối nhận điện từ trạm biến áp và sau đó cấp điện cho các tủ động lực, tủ động lực cấp điện trực tiếp cho các phụ tải.

2.5.1. Lựa chọn các thiết bị tủ phân phối



Hình 2-8. Sơ đồ tủ phân phối

a) Không có nguồn dự phòng, b) Có nguồn dự phòng.

Tủ phân phối có thể được cấp điện từ một nguồn, hoặc hai nguồn điện lưới. Cũng có thể cấp từ một nguồn điện lưới và nguồn máy phát điện dự phòng (hình 2-8). Trong tủ phân phối thường đặt áp tô mát tổng và các áp tô mát nhánh.

Ngoài các khí cụ điện, trong tủ phân phối còn đặt các thiết bị đo đếm: các ampeké, vôn kế, công tơ hữu công, công tơ vô công, máy biến dòng điện, các đèn tín hiệu. Nếu tủ phân phối cấp điện cho đường dây trên không hoặc từ đường dây trên không tới thì phải đặt thêm chống sét van hạ áp ở thanh cái tủ phân phối.

Chọn tủ phân phối, tủ động lực bao gồm các nội dung: chọn loại tủ, sơ đồ nối dây, chọn các áp tô mát, chọn thanh cái, chọn các thiết bị đo đếm, tín hiệu, các loại bảo vệ an toàn và chống sét.

Các áp tô mát được chọn theo dòng làm việc lâu dài, chính là dòng điện tính toán được xác định ở mục 2-2.

$$I_{dmA} \geq I_{1, \nu_{max}} = I_n = \frac{S_u}{\sqrt{3}U_{dm}} \quad (2-30)$$

$$U_{dmA} \geq U_{dmLB} \quad (2-31)$$

Với áp tô mát tổng sau máy biến áp, để dự trữ có thể chọn theo dòng định mức của máy biến áp.

$$I_{dmA} \geq I_{dmB} = \frac{S_{dmB}}{\sqrt{3}U_{dm}} \quad (2-32)$$

Ngoài ra áp tô mát còn phải kiểm tra khả năng cắt dòng điện ngắn mạch:

$$I_{cdmA} \geq I_N \quad (2-33)$$

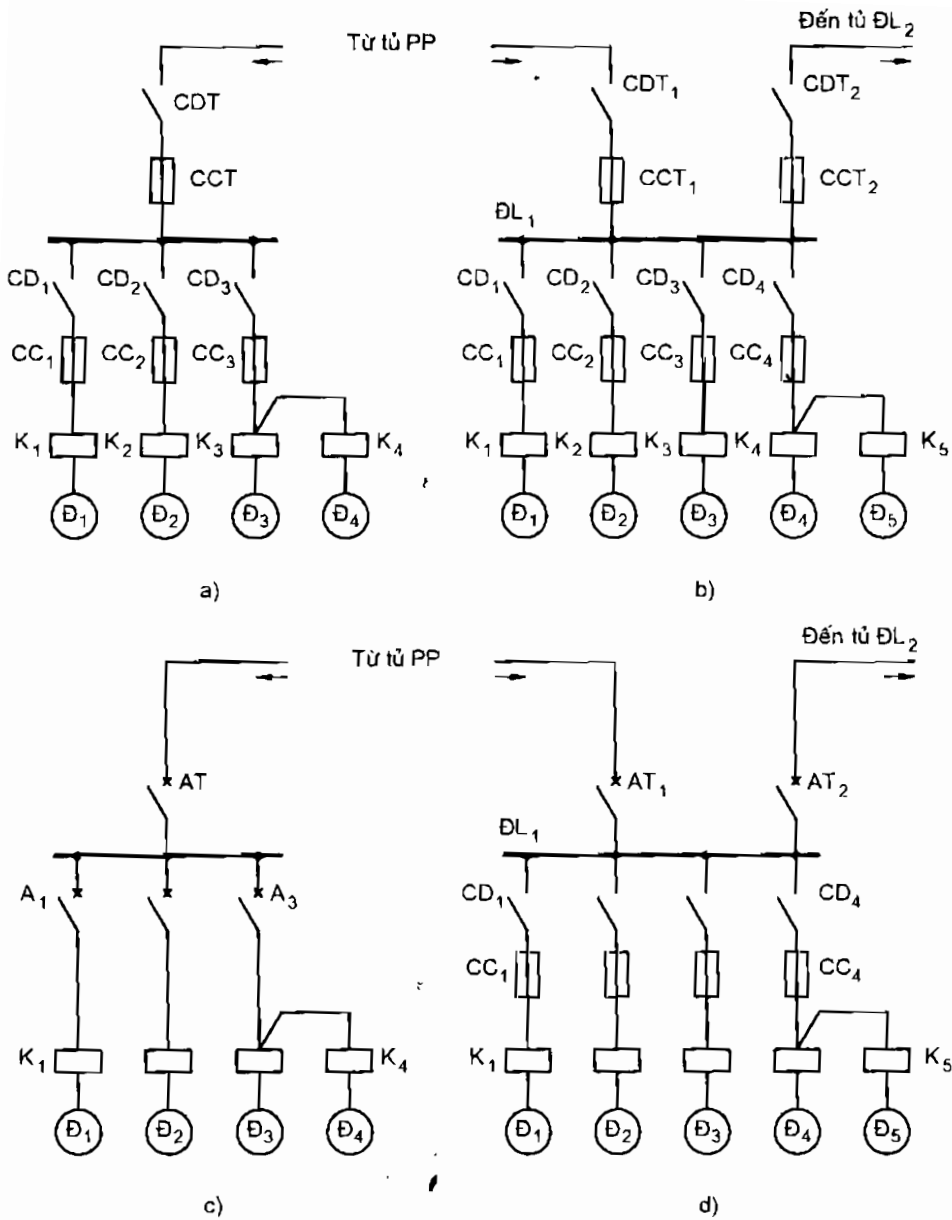
Thanh cái tủ phân phối, tủ động lực được chọn và kiểm tra đã giới thiệu ở chương 1, mục 1-3, 1-4.

2.5.2. Lựa chọn các thiết bị tủ động lực

Các tủ động lực có thể được cấp điện từ tủ phân phối theo sơ đồ hình tia hoặc liên thông. Vì thế có hai dạng sơ đồ tương ứng.

Số lượng mạch nhánh tùy ý, phụ thuộc vào số động cơ và thiết bị điện khác được cấp điện từ tủ.

Trên sơ đồ hình 2-9, trong tủ động lực sử dụng cầu chì bảo vệ, cũng có thể đặt áp tô mát bảo vệ toàn bộ hoặc dùng sơ đồ hỗn hợp kết hợp giữa áp tô mát và cầu chì tùy theo kinh phí và đối tượng được cấp điện.



Hình 2-9. Sơ đồ tủ động lực

a) Hình tia bằng cầu dao – cầu chì, b) Cấp điện liên thông cầu dao – cầu chì, c) Hình tia sử dụng áp tô mát, d) Cấp điện liên thông sử dụng hỗn hợp áp tô mát – cầu dao – cầu chì. (K: khởi động từ đóng mở tự động cho động cơ).

Cầu dao – cầu chì được chọn và kiểm tra theo mục 1-3-8 ở chương 1, áp tô mát được chọn và kiểm tra theo mục 1-3-9 ở chương 1, công tắc tơ và khởi động từ được chọn và kiểm tra ở mục 1-3-10 chương 1.

2.6. LỰA CHỌN TIẾT DIỆN DÂY DẪN VÀ DÂY CẤP ĐIỆN

2.6.1. Lựa chọn tiết diện dây cao áp

Chọn và kiểm tra tiết diện dây dẫn và dây cáp theo 1.3.12 và 1.3.13 ở chương 1.

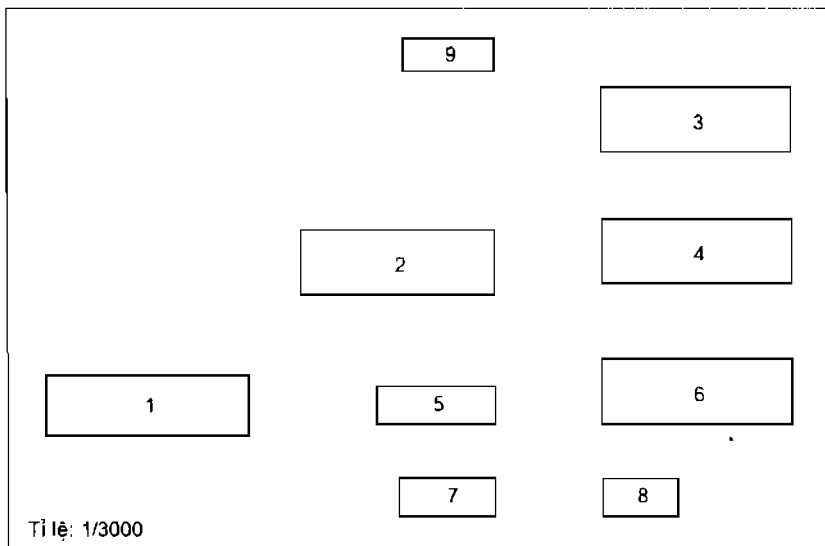
2.6.2. Lựa chọn tiết diện dây hạ áp

Dây dẫn và dây cáp hạ áp được chọn theo điều kiện phát sóng theo 1-3-12-3 và 1-3-12-4 ở chương 1.

2.7. THIẾT KẾ HỆ THỐNG CẤP ĐIỆN CHO MỘT XÍ NGHIỆP CÔNG NGHIỆP

Thiết kế hệ thống cấp điện cho xí nghiệp bao gồm những nội dung sau đây:

2.7.1. Xác định phụ tải tính toán cho từng phân xưởng và toàn xí nghiệp



Hình 2-10. Sơ đồ mặt bằng nhà máy cơ khí

2.7.2. Thiết kế mạng cao áp xí nghiệp: vị trí đặt trạm phân phối trung tâm, vị trí số lượng, dung lượng các trạm biến áp phân xưởng, sơ đồ nguyên lí mạng cao áp, lựa chọn các phần tử của sơ đồ.

2.7.3. Thiết kế mạng hạ áp các phân xưởng: vị trí đặt và loại tủ PP, loại và vị trí đặt các tủ ĐL, sơ đồ nối dây mạng hạ áp từ tủ PP tới tủ ĐL, từ tủ ĐL

tới từng động cơ, lựa chọn dây dẫn và các thiết bị bảo vệ đặt trong các tủ, thiết kế mạng chiếu sáng phân xưởng.

2.7.4. Xác định dung lượng bù và vị trí đặt thiết bị bù để nâng cao hệ số công suất xí nghiệp đến $\cos\varphi = 0,9 \div 0,95$.

2.7.5. Tính toán thiết kế phần cơ khí đường dây tải điện (dây, cột, xà, móng) và tính toán thiết kế phần kết cấu xây dựng trạm phân phối trung tâm và các trạm biến áp xí nghiệp.

2.7.6. Lập dự toán công trình

Nội dung và trình tự tính toán thiết kế từng phần sẽ được hướng dẫn tỉ mỉ trong các ví dụ của cuốn sách này.

Ví dụ 2.1. Thiết kế mạng cao áp cho nhà máy cơ khí

Số liệu cho: 1. Mặt bằng nhà máy

2. Bảng danh sách các phân xưởng với công suất đặt

3. Nguồn điện: trạm BATG 110/10 kV cách 6 km.

Bảng 2.1. Danh sách phân xưởng và công suất đặt

Thứ tự	Tên phân xưởng	P_d , kW
1	Phân xưởng nhiệt luyện 1	1050
2	Phân xưởng nhiệt luyện 2	1015
3	Phân xưởng cơ khí	630
4	Phân xưởng lắp ráp	1500
5	Phân xưởng sửa chữa cơ khí	1500
6	Phân xưởng đúc	1450
7	Phòng thí nghiệm	112
8	Trạm khí nén	685
9	Nhà hành chính	130

Phần 1. Xác định phụ tải tính toán của nhà máy

Vì các phân xưởng chỉ biết công suất đặt, phụ tải tính toán được xác định theo công suất đặt và hệ số nhu cầu.

Với phân xưởng nhiệt luyện số 1.

Công suất đặt 1050 kW

Diện tích xưởng 300 m²

Tra bảng phụ lục với phân xưởng nhiệt luyện có $k_{nc} = 0,8$; $\cos\varphi = 0,85$ (dùng lò điện trở); suất chiếu sáng $P_0 = 15 \text{ W/m}^2$.

1. Công suất tính toán động lực:

$$P_{dt} = k_{nc} \cdot P_d = 0,8 \cdot 1050 = 840 \text{ kW}$$

2. Công suất tính toán chiếu sáng

$$P_{cs} = P_0 \cdot S = 15300 = 45 \text{ kW}$$

3. Công suất tính toán tác dụng của phân xưởng

$$P_{tt} = P_{dt} + P_{cs} = 840 + 45 = 885 \text{ kW}$$

4. Công suất tính toán phản kháng của phân xưởng

$$Q_{tt} = Q_{dt} = P_{dt} \cdot \text{tg}\varphi = 885 \cdot 0,62 = 548,7 \text{ kVAr}$$

5. Công suất tính toán toàn phần của phân xưởng

$$S_{tt} = \frac{P_{tt}}{\cos\varphi} = \frac{885}{0,85} = 1041,17 \text{ kVA}$$

Các phân xưởng khác tính tương tự, kết quả ghi trong bảng

Bảng 2.2. Phụ tải tính toán các phân xưởng

Thứ tự	Tên phân xưởng	P_{dt} , kW	k_{nc}	$\cos\varphi$	P_0 , W/m ²	P_{dt} , kW	P_{cs} , kW	P_{tt} , kW	Q_{tt} , kVAr	S_{tt} , kVA
1	PX nhiệt luyện 1	1050	0,8	0,85	15	840	45	885	548	1042
2	PX nhiệt luyện 2	1015	0,8	0,85	15	812	45	857	531	1008
3	PX cơ khí	1500	0,31	0,6	14	465	42	507	674	845
4	PX lắp ráp	1500	0,3	0,6	14	450	42	492	654	820
5	PX sửa chữa cơ khí	630	0,2	0,71	15	126	11,8	128	126	180
6	PX đúc	1450	0,5	0,85	13	725	39	764	473	898
7	Phòng thí nghiệm	112	0,5	0,6	20	56	9,6	66	85	106
8	PX nén khí	685	0,7	0,7	12	480	4,3	484	494	692
9	Nhà hành chính	139	0,8	0,8	15	105	7,2	112	84	140

6. Phụ tải tính toán tác dụng toàn nhà máy

$$P_{ttnm} = k_{dt} \sum_{i=1}^9 P_{titi}$$

$$P_{ttnm} = 0,8 \cdot 5417 = 4334 \text{ kW}$$

7. Phụ tải tính toán phản kháng toàn nhà máy

$$Q_{ttnm} = k_{dt} \sum_{i=1}^9 Q_{titi}$$

$$Q_{ttnm} = 0,8 \cdot 3671 = 2937 \text{ kVAr}$$

8. Phụ tải tính toán toàn phần của nhà máy

$$S_{ttnm} = \sqrt{4334^2 + 2937^2} = 4519 \text{ kVA}$$

- Hệ số công suất của nhà máy:

$$\cos\varphi_{nm} = \frac{P_{ttnm}}{S_{ttnm}} = \frac{4334}{4519} = 0,76$$

9. Để xác định biểu đồ phụ tải, chọn tỉ lệ xích $m = 3\text{kVA/mm}^2$

$$S = m\pi R^2 \rightarrow R = \sqrt{S/m\pi} \quad (2-34)$$

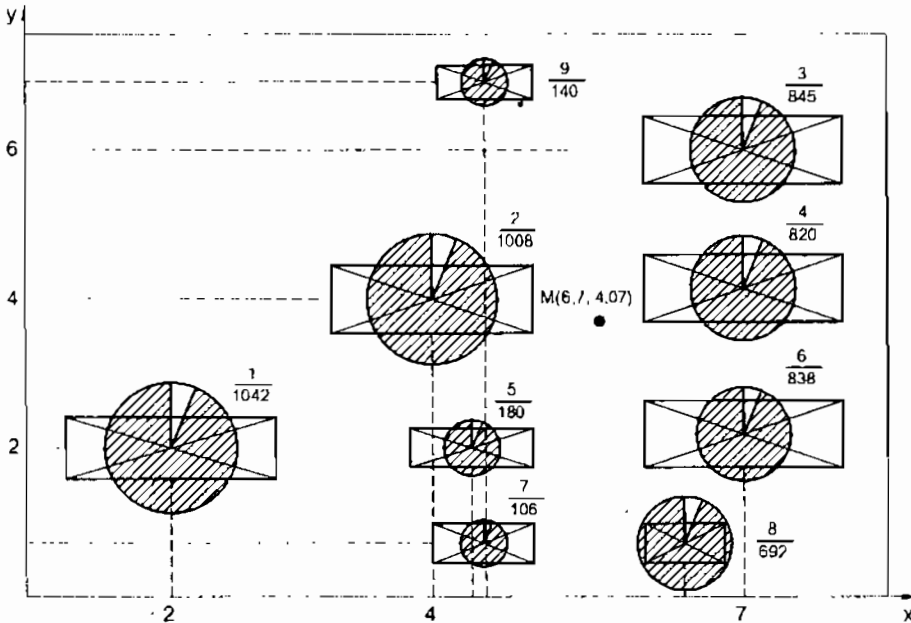
$$\alpha_{cs} = \frac{360P_{cs}}{P_{tt}} \quad (2-35)$$

Kết quả tính toán bán kính R và góc α_{cs} của biểu đồ phụ tải cho trong bảng.

Bảng 2.3. Bán kính R và góc chiếu sáng của biểu đồ phụ tải các PX

Thứ tự	Tên phân xưởng	P_{cs}, kW	P_{tt}, kW	S_{tt}, kVA	R, mm	α_{cs}°
1	PX nhiệt luyện 1	45	885	1042	10,5	18,3
2	PX nhiệt luyện 2	45	857	1008	10,3	18,9
3	PX cơ khí	42	507	845	9,5	29,8
4	PX lắp ráp	42	492	820	9,3	30,7
5	PX sửa chữa cơ khí	11,7	128	180	4,4	32,5
6	PX đúc	39	764	838	9,8	18,4
7	Phòng thí nghiệm	9,6	66	106	3,4	54,3
8	Trạm khí nén	4,3	484	692	8,6	3,2
9	Nhà hành chính	7,2	112	140	3,9	23,7

10. Cuối cùng vẽ được biểu đồ phụ tải toàn xí nghiệp



Hình 2.11. Biểu đồ phụ tải của nhà máy cơ khí

Phần 2. Thiết kế mạng cao áp nhà máy

Với quy mô nhà máy như số liệu ghi trong bảng 2-1 cần đặt một trạm phân phối trung tâm (PPTT) nhận điện từ trạm BATG về, rồi phân phối cho các trạm biến áp phân xưởng (BAPX).

1. Xác định vị trí trạm PPTT

Trên sơ đồ mặt bằng nhà máy, vẽ một hệ tọa độ xOy, có vị trí trọng tâm các nhà xưởng là (x_i, y_i) sẽ xác định được tọa độ tối ưu $M(x, y)$ để đặt trạm PPTT như sau:

$$x = \frac{\sum x_i S_i}{\sum S_i}; y = \frac{\sum y_i S_i}{\sum S_i} \quad (2-36)$$

$$x = \frac{1042.2 + 1008.4 + 845.7 + 820.7 + 180.4,3 + 898.7 + 106.6 + 692.6,3 + 140.4,6}{4519}$$

$$x = 6,7$$

$$y = \frac{1042.2 + 1008.4 + 845.6 + 820.4 + 180.2 + 898.2 + 106.1 + 692.1 + 140.7}{4519}$$

$$y = 4,07$$

Dịch chuyển ra khoảng trống, vậy $M(6,7; 4,07)$.

2. Xác định vị trí, số lượng, dung lượng các trạm BAPX

Căn cứ vào vị trí, công suất của các phân xưởng, quyết định đặt 7 trạm biến áp phân xưởng

- Trạm B1 cấp điện cho PX nhiệt luyện 1
- Trạm B2 cấp điện cho PX nhiệt luyện 2
- Trạm B3 cấp điện cho PX cơ khí và nhà hành chính
- Trạm B4 cấp điện cho PX lắp ráp
- Trạm B5 cấp điện cho PX sửa chữa cơ khí và phòng thí nghiệm
- Trạm B6 cấp điện cho PX đúc
- Trạm B7 cấp điện cho trạm khí nén.

Trong đó các trạm B1, B2, B3, B4, B6, B7 cấp điện cho các phân xưởng chính, xếp loại 1, cần đặt 2 máy biến áp. Trạm B5 thuộc loại 3 chỉ cần đặt 1 máy. Các trạm dùng loại trạm kê, có 1 tường trạm chung với tường phân xưởng. Các máy biến áp dùng máy do ABB sản xuất tại Việt Nam, không phải hiệu chỉnh nhiệt độ.

Chọn dung lượng các máy biến áp.

- Trạm B1:

$$S_{\text{dmb}} \geq \frac{S_{\text{tt1}}}{1,4} = \frac{1042}{1,4} = 744 \text{ kVA}$$

Chọn dùng hai máy biến áp 800 - 10/0,4 có $S_{\text{dm}} = 800 \text{ kVA}$

- Trạm B2

$$S_{\text{dmb}} \geq \frac{S_{\text{tt2}}}{1,4} = \frac{1008}{1,4} = 720 \text{ kVA}$$

Chọn dùng hai máy biến áp 800 - 10/0,4 có $S_{\text{dm}} = 800 \text{ kVA}$

Các trạm khác chọn tương tự, kết quả ghi trong bảng.

Bảng 2.4. Kết quả chọn biên áp cho các trạm BAPX

Thứ tự	Tên phân xưởng	Stt, kVA	Số máy	S_{dmb} , kVA	Tên trạm
1	PX nhiệt luyện 1	1042	2	800	B1
2	PX nhiệt luyện 2	1008	2	800	B2
3	PX cơ khí	985	2	800	B3
9	Nhà hành chính				
4	PX lắp ráp	820	2	630	B4
5	PX sửa chữa cơ khí	286	1	315	B5
7	Phòng thí nghiệm				
6	PX đúc	898	2	630	B6
8	Trạm khí nén	692	2	500	B7

3. Phương án đi dây mạng cao áp

Vì nhà máy thuộc hệ loại 1, sẽ dùng đường dây trên không lộ kép dẫn điện từ trạm BATG về trạm PPTT của nhà máy. Để đảm bảo mỹ quan và an toàn, mạng cao áp trong nhà máy dùng cáp ngầm. Từ trạm PPTT đến các trạm biến áp B1, B2, B3, B4, B6, B7 dùng cáp lộ kép, đến trạm B5 dùng cáp lộ đơn.

Căn cứ vào vị trí các trạm biến áp và trạm PPTT trên mặt bằng, đề ra 2 phương án đi dây mạng cao áp.

Phương án 1: các trạm biến áp được cấp điện trực tiếp từ trạm PPTT.

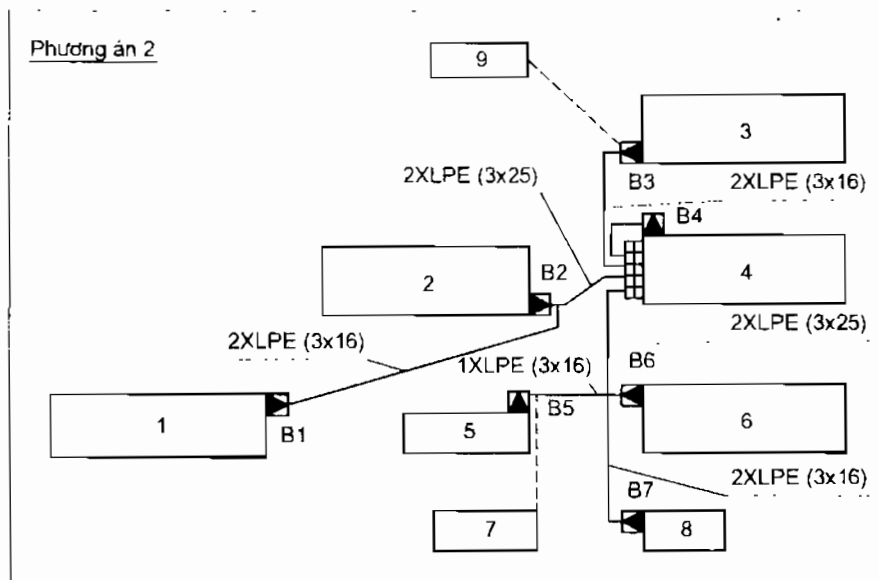
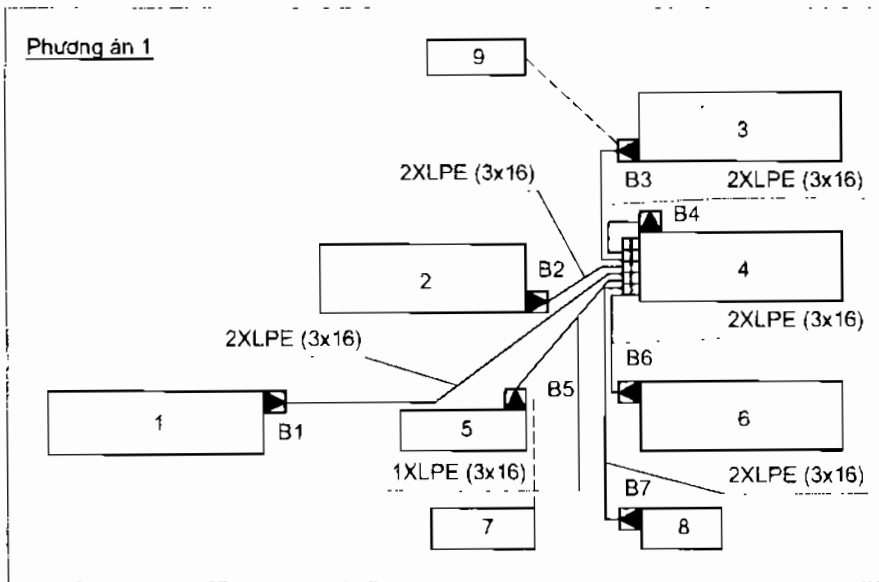
Phương án 2: các trạm biến áp xa trạm PPTT được lấy điện liên thông qua các trạm ở gần trạm PPTT (hình 2-12).

Đường dây cung cấp từ trạm BATG về trạm PPTT của nhà máy dài 6km sử dụng đường dây trên không, dây nhôm lõi thép, lộ kép.

Tra cảm nang, có thời gian sử dụng công suất lớn nhất $T_{\text{max}} = 4200 \text{ h}$, với giá trị của T_{max} , dây dẫn AC tra bảng 1-11 chương 1, có $J_{\text{kl}} = 1,1 \text{ A/mm}^2$

$$I_{tmm} = \frac{S_{tmm}}{2\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{4591}{2\sqrt{3} \cdot 10} = 130,45 \text{ A}$$

$$F_{kt} = \frac{I_{tmm}}{J_{kt}} = \frac{130,45}{1,1} = 118 \text{ mm}^2$$



Hình 2.12. Hai phương án mạng cao áp nhà máy

Chọn dây nhôm lõi thép tiết diện 120 mm². AC-120 kiểm tra dây đã chọn theo điều kiện dòng sự cố (theo 1-34 ở chương 1).

Tra bảng dây AC-120 có $I_{cp} = 375$ A.

Khi đứt một dây, dây còn lại chuyển tải toàn bộ công suất

$$I_{sc} = 2I_{lt} = 2.130,45 = 260,9 \text{ A}$$

$$I_{sc} < I_{cp}$$

Kiểm tra dây dẫn đã chọn theo điều kiện tổn thất điện áp (1-36 ở chương 1).

Với dây AC-120 có khoảng cách trung bình hình học $D = 1,26$ m, tra bảng được $r_{li} = 0,27\Omega/\text{km}$, $x_{li} = 0,35\Omega/\text{km}$.

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U_{dm}} = \frac{4334 \times 0,27 \times 6 + 2937.0,35 \times 6}{2.10} = 659 \text{ V}$$

$$\Delta U > \Delta U_{cp} = 5\%.U_{dm} = 500 \text{ V}$$

Tiết diện dây phải chọn tăng lên một cấp, chọn AC-150.

Sau đây lần lượt tính toán kinh tế kỹ thuật cho hai phương án. Cần lưu ý là mục đích tính toán phần này là so sánh tương đối giữa hai phương án cấp điện, chỉ cần tính toán so sánh phần khác nhau giữa hai phương án. Cả hai phương án đều có những phần tử giống nhau: đường dây cung cấp từ BATG về PPTT, 7 trạm biến áp; vì thế chỉ so sánh kinh tế kỹ thuật hai mạng cấp cao áp. Dự định dùng cáp XLPE lõi đồng bọc thép của hãng FURUKAWA Nhật Bản, có các thông số kỹ thuật cho trong phụ lục.

a) Phương án 1

- Chọn cáp từ PPTT đến B1

$$I_{max} = \frac{1042}{2\sqrt{3}.10} = 30 \text{ A}$$

Với cáp đồng và $T_{max} = 4200\text{h}$ tra bảng được $J_{kt} = 3,1 \text{ A}/\text{mm}^2$

$$F_{kt} = \frac{30}{3,1} = 9,7 \text{ mm}^2$$

Chọn cáp XLPE có tiết diện tối thiểu 16 mm² → Cu2XLPE/DST'A (3 × 16).

- Chọn cáp từ PPTT đến B2

$$I_{max} = \frac{1008}{2\sqrt{3}.10} = 29,1 \text{ A}$$

$$F_{ki} = \frac{29,1}{3,1} = 9,4 \text{ mm}^2$$

Chọn cáp tiết diện $16\text{mm}^2 \rightarrow \text{Cu 2.XI.PE/DSTA (3} \times 16\text{)}$.

Các đường cáp khác chọn tương tự, kết quả ghi trong bảng, vì cáp đã được chọn vượt cấp nên không cần kiểm tra theo ΔU và I_{cp} .

Bảng 2.5. Kết quả chọn cáp cao áp 10 kV phương án 1

Đường cáp	F,mm ²	L,m	Đơn giá, đ/m	Thành tiền, đ
PPTT-B1	16	215	48 000	10 320 000
PPTT-B2	16	55	48 000	2 640 000
PPTT-B3	16	85	48 000	4 080 000
PPTT-B4	16	20	48 000	960 000
PPTT-B5	16	105	48 000	5 040 000
PPTT-B6	16	85	48 000	4 080 000
PPTT-B7	16	145	48 000	8 880 000

$$K_1 = 36\,000\,000\text{đ}$$

Tiếp theo, xác định tổn thất công suất tác dụng ΔP

$$\Delta P = \frac{S^2}{U^2} R \cdot 10^{-3} \text{ kW}$$

Tổn thất ΔP trên đoạn cáp PPTT-B1:

$$\Delta P = \frac{1042^2}{10^2} \cdot 0,316 \cdot 10^{-3} = 3,43 \text{ kW.}$$

Các thông số đường cáp và kết quả tính toán ΔP ghi trong bảng.

Bảng 2.6. Kết quả tính toán ΔP phương án 1

Đường cáp	F,mm ²	L,m	$r_0, \Omega/\text{km}$	R, Ω	S, kVA	$\Delta P, \text{kW}$
PPTT-B1	16	215	1,47	0,316	1042	3,43
PPTT-B2	16	55	1,47	0,081	1008	0,82
PPTT-B3	16	85	1,47	0,125	985	1,21
PPTT-B4	16	20	1,47	0,029	820	0,23
PPTT-B5	16	105	1,47	0,154	286	0,13
PPTT-B6	16	85	1,47	0,125	898	1,05
PPTT-B7	16	145	1,47	0,213	692	1,02

$$\Delta P_1 = 7,89 \text{ kW}$$

Từ $T_{\max} = 4200 \text{ h}$ và $\cos\varphi = 0,76$, tra bảng có $\tau = 3000 \text{ h}$

Lấy $a_{v,h} = 0,1$; $a_{v,c} = 0,2$; $C = 750 \text{ đ/kWh}$

Chi phí tính toán hàng năm của phương án 1 là:

$$\begin{aligned} Z_1 &= (0,1 + 0,2) 36.000.000 + 750.7.89.3000 \\ &= 10 800 000 + 17 752 500 \\ &= 28 552 500\text{d} \end{aligned}$$

b) Phương án 2

- Chọn cáp từ PPTT đến B2. Tuyến cáp này cấp điện cho cả B1 và B2

$$I_{\max} = \frac{S_1 + S_2}{2\sqrt{3} \cdot U_{\text{dm}}} = \frac{1042 + 1008}{2\sqrt{3} \cdot 10} = 59,2 \text{ A}$$

$$F_{\text{kt}} = \frac{59,2}{3,1} = 19,1 \text{ mm}^2$$

Chọn cáp tiết diện $25\text{mm}^2 \rightarrow \text{Cu2.XLPE/DSTA} (3 \times 25)$.

- Các tuyến cáp giống phương án 1 không phải chọn lại. Các tuyến khác chọn tương tự. kết quả ghi trong bảng.

Bảng 2.7. Kết quả chọn cáp cho phương án 2

Đường cáp	F, mm ²	ℓm	Đơn giá, đ/m	Thành tiền, đ
PPTT - B2	25	55	75 000	4 125 000
B2 - B1	16	165	48 000	7 920 000
PPTT - B3	16	85	48 000	4 080 000
PPTT - B4	16	20	48 000	960 000
PPTT - B6	25	85	75 000	6 375 000
B6 - B5	16	55	48 000	2 640 000
B6 - B7	16	60	48 000	2 880 000

$$K_2 = 2 898 000 \text{ đ}$$

Bảng 2.8. Kết quả tính toán ΔP phương án 2

Đường cáp	F, mm ²	ℓ, m	r ₀ , Ω/km	R, Ω	ΔP, kW
PPTT - B2	25	55	0,93	0,05	2,102
B2 - B1	16	165	1,47	0,24	2,605
PPTT - B3	16	85	1,47	0,125	1,216
PPTT - B4	16	20	1,47	0,03	0,240
PPTT - B6	25	85	0,93	0,08	2,812
B6 - B5	16	55	1,47	0,08	0,068
B6 - B7	16	60	1,47	0,09	0,423

$$\Delta P_s = 9,470 \text{ kW}$$

Chi phí tính toán phương án 2 là

$$\begin{aligned} Z_2 &= (0,1 + 0,2)28 980 000\text{d} + 750.9,47.3000 \\ &= 8694000 + 21307500 \\ &= 30001500 \text{ d} \end{aligned}$$

Sau đây là bảng so sánh kinh tế hai phương án.

Bảng 2.9. So sánh kinh tế hai phương án mạng cáp cao áp

Phương án	K, 10 ⁶ đ	Y _{ΔA} , 10 ⁶ đ	Z, 10 ⁶ đ
PA 1	30	17,752	28,552
PA 2	28	21,307	30,001

Trong bảng Y_{ΔA} là giá tiền tổn thất ΔA hằng năm.

$$Y_{\Delta A} = C \cdot \Delta A = C \cdot \Delta P \cdot \tau \quad (2-37)$$

Qua bảng so sánh quyết định chọn phương án 1 là phương án tối ưu mạng cáp cao áp, phương án này không những có Z nhỏ lại dễ quản lí vận hành sửa chữa do đi tuyến cáp hình tia.

4. Lựa chọn sơ đồ trạm PPTT và các trạm BAPX

a) Sơ đồ trạm PPTT

Như đã phân tích ở trên, nhà máy cơ khí thuộc loại quan trọng, chọn dùng sơ đồ một hệ thống thanh góp có phân đoạn cho trạm PPTT. Tại mỗi tuyến dây vào, ra khỏi thanh góp và liên lạc giữa hai phân đoạn thanh góp đều dùng máy cắt hợp bộ. Để bảo vệ chống sét truyền từ đường dây vào trạm đặt chống sét van trên mỗi phân đoạn thanh góp. Đặt trên mỗi phân đoạn thanh góp một máy biến áp đo lường 3 pha 5 trụ có cuộn tam giác hở báo chạm đất 1 pha trên cấp 10 kV. Chọn dùng các tủ hợp bộ của hãng SIEMENS, cách điện bằng SF6, không cần bảo trì, loại 8DC11, hệ thống thanh góp đặt sẵn trong các tủ có dòng định mức 1250 A.

Bảng 2.10. Thông số máy cắt đặt tại trạm PPTT

Loại MC	U _{dm} , kV	I _{dm} , A	I _{cắt N.3s} , kA	I _{cắt Nmax} , kA	Ghi chú
8DC11	12	1250	25	63	Không cần bảo trì

b) Sơ đồ các trạm biến áp phân xưởng

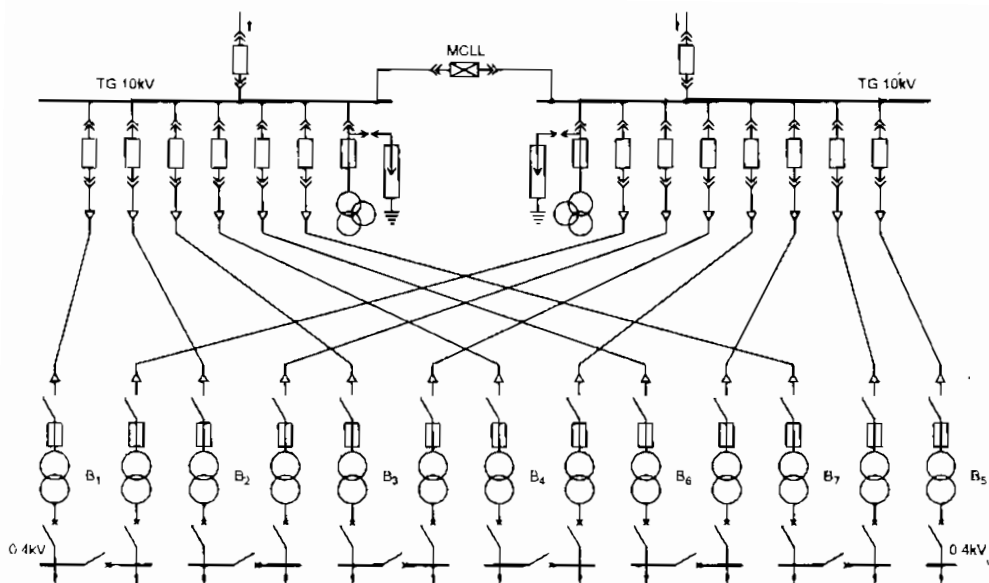
Vì các trạm biến áp phân xưởng rất gần trạm PPTT, phía cao áp chỉ cần đặt dao cách li và cầu chì. Phía hạ áp đặt áp tô mát tổng và các áp tô mát nhánh. Trạm hai máy biến áp đặt thêm áp tô mát liên lạc giữa hai phân đoạn. Cụ thể như sau:

- Đặt 1 tủ vào 10 kV có dao cách li 3 vị trí, cách điện bằng SF6, không phải bảo trì, loại 8DH10.

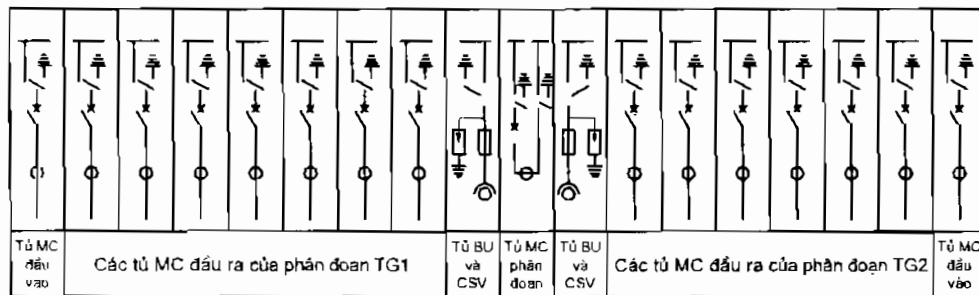
Bảng 2.11. Thông số kĩ thuật của tủ đầu vào 8DH10

Loại tủ	U _{dm} , kV	I _{dm} , A	U _{chịu đựng} , kV	I _{N chịu đựng 1s} , kA
8DH 10	12	200	25	25

Các máy biến áp chọn loại do ABB sản xuất tại Việt Nam.



Hình 2-13. Sơ đồ nguyên lý mạng cao áp toàn nhà máy



Hình 2-14. Sơ đồ ghép nối trạm phân phối trung tâm

Tất cả các tủ hợp bộ đều của hãng SIEMENS, cách điện bằng SF6, loại 8DC11, không cần bảo trì. Dao cách li có 3 vị trí: nối mạch, hở mạch và tiếp đất.

Bảng 2.12. Thông số kỹ thuật các BA do ABB sản xuất

$S_{đmB}$, kVA	U_{ci} , kV	U_{Ht} , kV	ΔP_D , W	ΔP_N , W	U_N , %
315	10	0,4	720	4 850	4,5
500	10	0,4	1 000	7 000	4,5
630	10	0,4	1 200	8 200	4,5
800	10	0,4	1 400	10 500	5,5

- Phía hạ áp chọn dùng các áp tô mát của hãng Merlin Gerin đặt trong vỏ tủ tự tạo.

Với trạm 1 máy biến áp đặt 1 tủ áp tô mát tổng và 1 tủ áp tô mát nhánh.

Với trạm 2 máy đặt 5 tủ: 2 tủ áp tô mát tổng, 1 tủ áp tô mát phân đoạn và 2 tủ áp tô mát nhánh.

Cụ thể chọn các áp tô mát như sau:

Dòng lớn nhất qua áp tô mát tổng của máy biến áp 800 kVA

$$I_{\max} = \frac{800}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 1156 \text{ A}$$

Dòng lớn nhất qua áp tô mát tổng của máy biến áp 630 kVA

$$I_{\max} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 910 \text{ A}$$

Dòng lớn nhất qua áp tô mát tổng của máy biến áp 500 kVA

$$I_{\max} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 722,5 \text{ A}$$

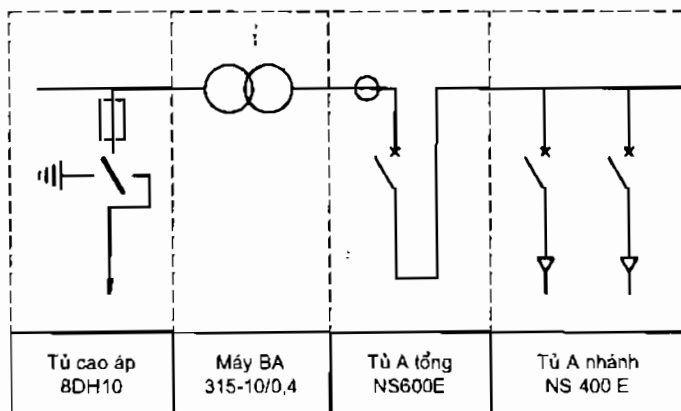
Dòng lớn nhất qua áp tô mát tổng của máy biến áp 315 kVA

$$I_{\max} = \frac{315}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 455 \text{ A}$$

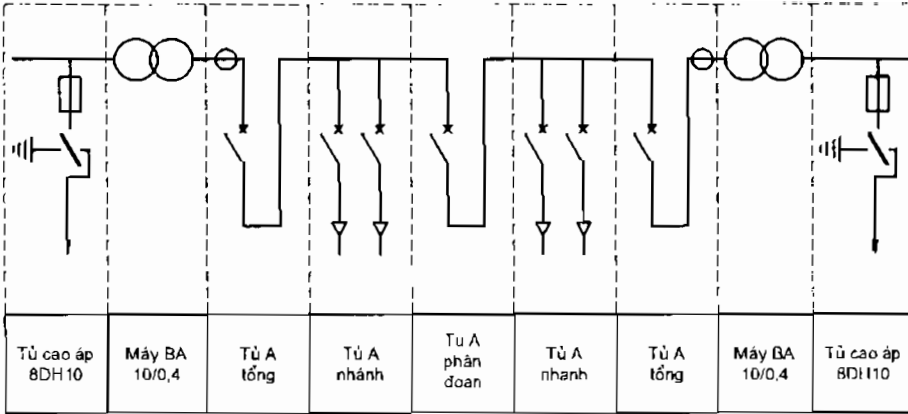
Chủng loại và số lượng các áp tô mát chọn được ghi trong bảng.

Bảng 2.13. Áp tô mát đặt trong các trạm BAPX (hãng MERLIN GERIN)

Trạm BA	Loại	Số lượng	U_{dm} V	I_{dm} A	I_{ch} kA
B1, B2, B3 (2 × 800 kVA)	C 1251 N	3	500	1250	42
	C 801 N	4	500	800	42
B4, B6 (2 × 630 kVA)	C 1001 N	3	500	1000	42
	NS 600 E	4	500	600	18
B5 (1 × 315 kVA)	NS 600 E	1	500	600	18
	NS 400 E	2	500	400	18
B7 (2 × 500 kVA)	C 801 N	3	500	800	42
	NS 600 E	4	500	500	18



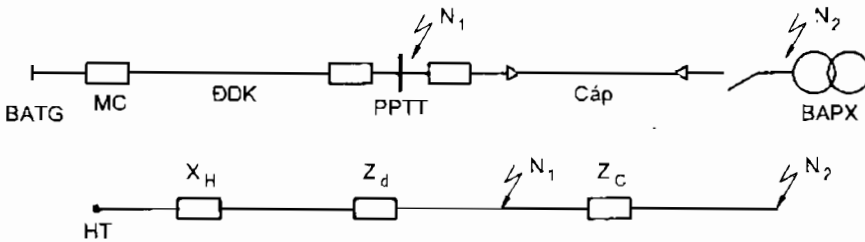
Hình 2-15. Sơ đồ đấu nối trạm biến áp B5, đặt 1 BA



Hình 2-16. Sơ đồ đấu nối các trạm đặt 2BA: B1, B2, B3, B4, B6, B7

5. Tính toán ngắn mạch, kiểm tra các thiết bị điện đã chọn

a) *Tính toán ngắn mạch.* Cần tính điểm ngắn mạch N1 tại thanh cái trạm PPTT để kiểm tra máy cắt, thanh góp và tính các điểm ngắn mạch N2 tại phía cao áp trạm BAPX để kiểm tra cáp và tủ cao áp các trạm.



Hình 2-17. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế mạng cao áp xí nghiệp để tính dòng điện ngắn mạch (điểm N1 và N2)

$$X_{1t} = \frac{U_{tb}^2}{S_N} = \frac{10,5^2}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 63} = 0,09 \Omega$$

Thông số của đường dây trên không (ĐDK) và cáp ghi trong bảng 2.14.

Bảng 2.14. Thông số của ĐDK và cáp ao áp

Đường dây	F, mm ²	l, km	r ₀ , Ω/km	x ₀ , Ω/km	R, Ω	X, Ω
BATG - PPTT	150	6	0,21	0,37	1,26	2,220
PPTT - B1	16	0,215	1,47	0,142	0,316	0,030
PPTT - B2	16	0,055	1,47	-	0,081	0,007
PPTT - B3	16	0,085	1,47	-	0,125	0,012
PPTT - B4	16	0,020	1,47	-	0,029	0,003
PPTT - B5	16	0,105	1,47	-	0,154	0,015
PPTT - B6	16	0,085	1,47	-	0,125	0,012
PPTT - B7	16	0,145	1,47	-	0,213	0,020

Dòng điện ngắn mạch tại N1

$$I_{N1} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3}Z_1} = \frac{10,5}{\sqrt{3}\sqrt{1,26^2 + (2,22 + 0,09)^2}} = 2,5 \text{ kA}$$

$$I_{xkN1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 2,5 = 7,785 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch N2 tại trạm B1

$$I_{N2} = \frac{10,5}{\sqrt{3}\sqrt{(1,26 + 0,311)^2 + (2,22 + 0,09 + 0,03)^2}} = 2,1 \text{ kA}$$

$$i_{xkN2} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 2,1 = 6,539 \text{ kA}$$

Các điểm N2 khác tính tương tự, kết quả ghi trong bảng 2.15.

Bảng 2.15. Kết quả tính dòng điện ngắn mạch

Điểm tính N	I_N , kA	i_{xk} , kA
Thanh cái PPTT	2,5	7,785
Thanh cái B1	2,1	6,539
Thanh cái B2	2,3	7,162
Thanh cái B3	2,2	6,850
Thanh cái B4	2,4	7,470
Thanh cái B5	2,2	6,850
Thanh cái B6	2,2	6,850
Thanh cái B7	2,1	6,539

So sánh kết quả tính dòng N bảng 2.15 với các thông số của tủ máy cắt 8DC11 đặt tại PPTT (bảng 2.10) nhận thấy: máy cắt và thanh góp có khả năng cắt và ổn định dòng N lớn hơn rất nhiều (25 kA và 63 kA so với 2,5 kA và 7,785 kA).

Với cáp, chỉ cần kiểm tra với tuyến có dòng N lớn nhất.

Tiết diện ổn định nhiệt của cáp:

$$F = 16\text{mm}^2 > 6,2,4 \sqrt{0,5} = 10,1 \text{ mm}^2$$

Vậy chọn cáp 16mm² cho các tuyến là hợp lí.

Khả năng chịu dòng N của dao cách li tủ cao áp đầu vào các trạm BAPX cũng lớn hơn nhiều so với trị số dòng N.

2.8. THIẾT KẾ HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN CHO MỘT XƯỞNG (HOẶC PHÂN XƯỞNG) SỬA CHỮA CƠ KHÍ

Nội dung bản thiết kế cung cấp điện cho một xưởng sửa chữa cơ khí bao gồm:

1. Phân nhóm phụ tải, xác định phụ tải tính toán của từng nhóm.
2. Xác định phụ tải chiếu sáng của phân xưởng.
3. Xác định phụ tải tính toán toàn phân xưởng.

4. Căn cứ vào trị số của phụ tải tính toán, cân nhắc xem có nên xây dựng trạm biến áp riêng cho xưởng hay không.

- Nếu công suất xưởng nhỏ mà gần xưởng có trạm biến áp đủ công suất thì chỉ cần xin cấp một đường hạ áp sang.

- Nếu công suất xưởng khá lớn hoặc trạm biến áp gần xưởng không đủ công suất cấp thì nên xây dựng trạm biến áp riêng.

5. Vạch sơ đồ nguyên lí cấp điện (cao, hạ áp).

6. Lựa chọn và kiểm tra các phần tử trên sơ đồ.

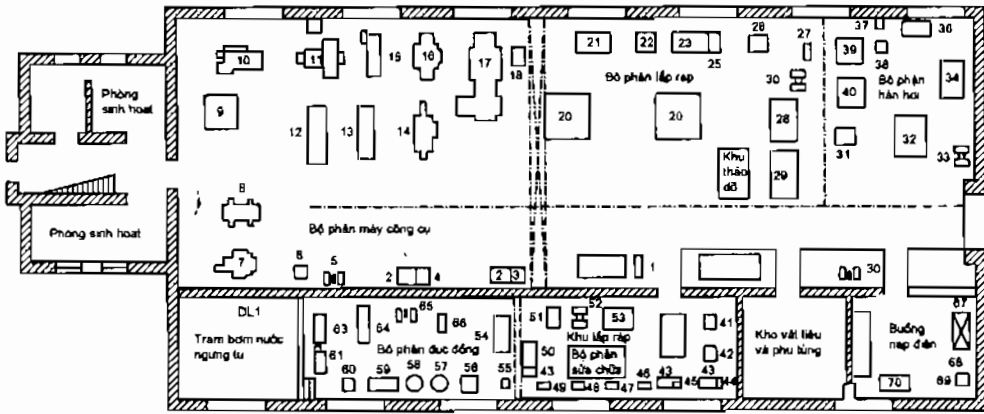
7. Tính toán chiếu sáng xưởng.

8. Tính bù công suất phản kháng, nâng cao hệ số công suất.

9. Lập dự toán công trình.

Trên đây là nội dung đầy đủ của một bản thiết kế hệ thống cấp điện cho một xưởng cơ khí. Trong thực tế, có thể không cần thực hiện hết các hạng mục, tùy theo yêu cầu của bên đặt hàng.

Ví dụ 2.2. Thiết kế cấp điện cho một xưởng sửa chữa cơ khí, có mặt bằng và danh sách thiết bị kèm theo. Biết rằng, xưởng được cấp điện từ trạm biến áp 500 kVA – 10/0,4 cách xưởng 200 m. Bên A yêu cầu dùng các thiết bị điện của Nga và của Nhật Bản.



Hình 2.18. Bản vẽ mặt bằng phân xưởng sửa chữa cơ khí (SCCK)

2.8.1. Xác định phụ tải tính toán của xưởng

Căn cứ vào vị trí, công suất của các máy công cụ bố trí trên mặt bằng xưởng, quyết định chia làm 5 nhóm phụ tải.

Vì đã biết được khá nhiều thông tin về phụ tải, có thể xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình và hệ số cực đại. Tra bảng với nhóm máy cơ khí:

$$k_{sd} = 0,16, \cos\varphi = 0,6$$

a) Phụ tải tính toán của nhóm 1

Bảng 2.16. Danh sách máy cho sơ đồ phân xưởng SCCK

Số thứ tự	Tên máy	Số lượng	Loại	Công suất, kW	Ghi chú
	Bộ phận máy				
1	Máy cưa kiểu đai	1	8531	1	
2	Khoan bàn	2	NC12A	0,65	
5	Máy mài thô	1	PA274	2,8	
6	Máy khoan đứng	1	2A125	4,5	
7	Máy bào ngang	1	736	4,5	
8	Máy xọc	1	7A420	2,8	
9	Máy mài tròn van năng	1	3A130	4,5	
10	Máy phay răng	1	5D32t	4,5	
11	Máy phay van năng	1	5M82	7	
12	Máy tiện ren	1	1A62	8,1	
13	Máy tiện ren	1	IX620	10	
14	Máy tiện ren	1	136	14	
15	Máy tiện ren	1	1616	4,5	
16	Máy tiện ren	1	1D63A	10	
17	Máy tiện ren	1	136A	20	
	Bộ phận lắp ráp				
18	Máy khoan đứng	1	2118	0,85	
19	Cầu trục	1	XH204	24,2	
22	Máy khoan bàn	1	HC12A	0,85	
26	Bể dầu tăng nhiệt	1		8,5	
27	Máy cao	1		1	
30	Máy mài thô	1	3M634	2,8	
	Bộ phận hàn hơi				
31	Máy ren cắt liên hợp	1	HB31	1,7	
33	Máy mài phá	1	3M634	2,8	
34	Quạt lò rèn	1		1,5	
38	Máy khoan đứng	1	2118	0,85	
	Bộ phận sửa chữa điện				
41	Bể ngâm dung dịch kiểm	1		3	
42	Bể ngâm nước nóng	1		4	
43	Máy cuốn dây	1		1,2	
47	Máy cuốn dây	1		1	
48	Bể ngâm có tăng nhiệt	1		4	
49	Tủ sấy	1		3	
50	Máy khoan bàn	1		0,65	
52	Máy mài thô	1	HC12A	2,8	
53	Bàn thử nghiệm thiết bị điện	1	3M634	7	
	Bộ phận đúc đồng				
55	Bể khử dầu mỡ	1		4	
56	Lò điện để luyện khuôn	1		3	
57	Lò điện để nấu chảy babit	1		10	
58	Lò điện ma thiếc	1		3,3	
60	Quạt lò đúc đồng	1		1,5	
62	Máy khoan bàn	1	NC12A	0,65	
64	Máy uốn các tấm mỏng	1	C 237	1,7	
65	Máy mài phá	1	3A634	2,8	
66	Máy hàn điểm	1	MTP	25 KVA	
69	Chỉnh lưu selenium	1	BCA5M	0,6	k ₄ % = 25%

Các thiết bị không có trong bảng là các thiết bị không dùng điện hoặc bàn làm việc.

Bảng 2.17. Số liệu tính toán nhóm 1

Thứ tự	Tên thiết bị	Số lượng	Kí hiệu trên mặt bằng	P _{đm} , kW		I _{đm} , A
				1 máy	toàn bộ	
1	Máy cưa kiểu đai	1	1	1	1	2,53
2	Khoan bàn	2	2	0,65	1,3	2×1,65
5	Máy mài thô	1	5	2,3	2,3	5,82
6	Máy khoan đứng	1	6	4,5	4,5	11,39
7	Máy bào ngang	1	7	4,5	4,5	11,39
8	Máy xọc	1	8	2,8	2,8	7,09

$$n = 7, \quad n_1 = 4$$

$$n^* = \frac{n_1}{n} = \frac{4}{7} = 0,57$$

$$P^* = \frac{P_1}{P_\Sigma} = \frac{2,3 + 4,5 + 4,5 + 2,8}{1 + 1,3 + 2,3 + 4,5 + 4,5 + 2,8} = 0,86$$

Tra bảng được $n_{hq}^* = 0,69 \rightarrow n_{hq} = 0,69 \cdot 7 = 4,83 \approx 5$

Tra bảng với $k_{sd} = 0,16$ và $n_{hq} = 5$ được $k_{max} = 2,87$

Phụ tải tính toán nhóm 1

$$P_u = 2,87 \cdot 0,16 \cdot 16,4 = 7,53 \text{ kW}$$

$$Q_u = 7,53 \cdot \text{tg}\varphi = 7,53 \cdot 1,33 = 10,04 \text{ kVAr}$$

Các nhóm 2, 3, 4, 5 tính toán tương tự, kết quả ghi trong bảng

b) Để tính phụ tải chiếu sáng, lấy suất chiếu sáng chung cho xưởng là $P_0 = 12 \text{ W/m}^2$

$$P_{cs} = P_0 \cdot S = 12 \cdot (50 \cdot 20) = 12 \text{ kW.}$$

c) Phụ tải tác dụng tính toán toàn xưởng là:

$$P_x = k_{dt} \sum_1^5 P_{túi} = 0,85(7,53 + 25,18 + 23,1 + 10,8 + 18,44) = 85,05 \text{ kW.}$$

Phụ tải phản kháng tính toán toàn xưởng

$$Q_{x_1} = 85,05 \cdot 1,33 = 113 \text{ kVAr}$$

Phụ tải toàn phần của xưởng (kể cả chiếu sáng):

$$S_x = \sqrt{(85,05 + 12)^2 + 113^2} = 148,92 \text{ kVA}$$

Bảng 2.18. Bảng phụ tải điện của phân xưởng SCKK

Tên nhóm và thiết bị điện	Số lượng	Kí hiệu (trên mặt bảng)	Công suất đặt P_n , KW	I_{amp} , A (thiết bị)	Hệ số sử dụng k_{sd}	$\cos\phi$ tg ϕ	Số thiết bị hiệu quả n_{hq}	Hệ số cực đại k_{max}	Phụ tải tính toán			
									P_{tp} , KW	Q_{tp} , kVA	I_{tp} , A	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nhóm 1												
Máy cưa kiểu đại	1	1	1	2,53	0,16	0,6/1,33						
Khoan bàn	2	2	0,65x2	1,65x2	0,16	0,6/1,33						
Máy mài thô	1	5	2,3	5,82	0,16	0,6/1,33						
Máy khoan đứng	1	6	4,5	11,39	0,16	0,6/1,33						
Máy bào ngang	1	7	4,5	11,39	0,16	0,6/1,33						
Máy xọc	1	8	2,8	7,09	0,16	0,6/1,33						
Cộng theo nhóm 1	7		16,4	48,32	0,16	0,6/1,33	4	2,87	7,53	10,04	12,55	19,06
Nhóm 2												
Máy mài tròn vạn năng	1	9	4,5	11,39	0,16	0,6/1,33						
Máy phay vạn năng	1	10	4,5	11,39	0,16	0,6/1,33						
Máy phay vạn năng	1	11	7	17,7	0,16	0,6/1,33						
Máy tiện ren	1	12	8,1	20,5	0,16	0,6/1,33						
Máy tiện ren	1	13	10	25,32	0,16	0,6/1,33						
Máy tiện ren	1	14	14	35,5	0,16	0,6/1,33						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Máy tiện ren	1	15	4,5	11,39	0,16	0,6/1,33						
Máy tiện ren	1	16	10	25,32	0,16	0,6/1,33						
Máy khoan đứng	1	18	0,85	2,152	0,16	0,6/1,33						
Cộng theo nhóm 2	9		63,45	160,662	0,16	0,6/1,33	5	2,48	25,18	33,57	41,96	63,75
Nhóm 3												
Máy tiện ren	1	17	20	50,64	0,16	0,6/1,33						
Cần trục	1	19	24,2	61,28	0,16	0,6/1,33						
Máy khoan bán	1	22	0,85	2,152	0,16	0,6/1,33						
Bể dầu lắng nhiệt	1	26	2,5	6,33	0,16	0,6/1,33						
Máy cạo	1	27	1	2,53	0,16	0,6/1,33						
Máy mài thô	1	30	2,8	7,09	0,16	0,6/1,33						
Máy nén cắt liên hợp	1	31	1,7	4,305	0,16	0,6/1,33						
Máy mài phá	1	33	2,8	7,09	0,16	0,6/1,33						
Quạt lò rèn	1	34	1,5	3,798	0,16	0,6/1,33						
Máy khoan đứng	1	38	0,85	2,152	0,16	0,6/1,33						
Cộng theo nhóm 3	10		58,2		0,16	0,6/1,33	2	2,48	23,1	30,8	38,5	58,49
Nhóm 4												
Bể ngâm dung dịch kiềm	1	41	3	7,6	0,16	0,6/1,33						
Bể ngâm nước nóng	1	42	4	10,13	0,16	0,6/1,33						
Máy cuốn giấy	1	46	1,2	3,04	0,16	0,6/1,33						

Tiếp bảng 2.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Máy cuốn giấy	1	47	1	2,53	0,16	0,6/1,33						
Bể ngâm có tầng nhiệt	1	48	4	10,13	0,16	0,6/1,33						
Tủ sấy	1	49	3	7,6	0,16	0,6/1,33						
Máy khoan bàn	1	50	0,65	1,65	0,16	0,6/1,33						
Máy mài thô	1	52	2,8	7,09	0,16	0,6/1,33						
Bàn thử nghiệm TĐĐ	1	53	7	17,73	0,16	0,6/1,33						
Chỉnh lưu Selenium	1	69	0,6	1,52	0,16	0,6/1,33						
Cộng theo nhóm 4	10		27,25	69,02	0,16	0,6/1,33	3	2,48	10,81	14,38	17,99	27,33
Nhóm 5												
Bể khử dầu mỡ	1	55	4	10,13	0,16	0,6/1,33						
Lò điện để luyện khuôn	1	56	3	7,6	0,16	0,6/1,33						
Lò để nấu chảy babbit	1	56	10	25,32	0,16	0,6/1,33						
Lò điện mạ thiếc	1	58	3,5	6,33	0,16	0,6/1,33						
Quạt lò đúc đồng	1	60	1,5	3,8	0,16	0,6/1,33						
Máy khoan bàn	1	62	0,65	1,65	0,16	0,6/1,33						
Máy uốn các tấm mỏng	1	64	1,7	4,305	0,16	0,6/1,33						
Máy mài pha	1	65	2,8	7,09	0,16	0,6/1,33						
Máy hàn điểm	1	66	13	32,92	0,16	0,6/1,33						
Cộng theo nhóm 5	9		40,15	99,15	0,16	0,6/1,33	2	2,78	18,44	24,53	30,69	46,63

2.8.2- Sơ đồ nguyên lí hệ thống cấp điện cho xưởng

Để cấp điện cho các động cơ máy công cụ, trong xưởng dự định đặt một tủ phân phối nhận điện từ TBA về và cấp điện cho 5 tủ động lực đặt rải rác cạnh tường phân xưởng, mỗi tủ động lực cấp điện cho 1 nhóm phụ tải.

Đặt tại tủ phân phối của TBA một áp tô mát đầu nguồn, dây dẫn điện về xưởng bằng đường cáp ngầm:

Tủ phân phối của xưởng đặt 1 áp tô mát tổng và 6 áp tô mát nhánh cấp điện cho 5 tủ động lực và 1 tủ chiếu sáng.

Tủ động lực được cấp điện bằng đường cáp hình tia, đầu vào đặt dao cách li - cầu chì, các nhánh ra đặt cầu chì.

Mỗi động cơ máy công cụ được điều khiển bằng một khởi động từ (KĐT) đặt trong tủ động lực hoặc trên thân máy, trong KĐT có rơle nhiệt bảo vệ quá tải. Các cầu chì trong tủ động lực chủ yếu bảo vệ ngắn mạch, đồng thời làm dự phòng cho bảo vệ quá tải của khởi động từ.

Theo yêu cầu của bên A, các phần tử của hệ thống cấp điện cho xưởng cơ khí đều được chọn dùng thiết bị của Nga và Nhật Bản.

Sơ đồ nguyên lí hệ thống cấp điện cho trên hình 2-19.

2.8.3- Lựa chọn các phần tử của hệ thống cấp điện

1. Chọn cáp từ TBA về tủ phân phối của xưởng

$$I_x = \frac{S_x}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{148,92}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 226,5 \text{ A}$$

Chọn cáp đồng 4 lõi cách điện cao su có vỏ thép tiết diện 70mm^2 , có:

$$I_{cp} = 260 \text{ A} \rightarrow \text{CPF} (3 \times 70 + 1 \times 50)$$

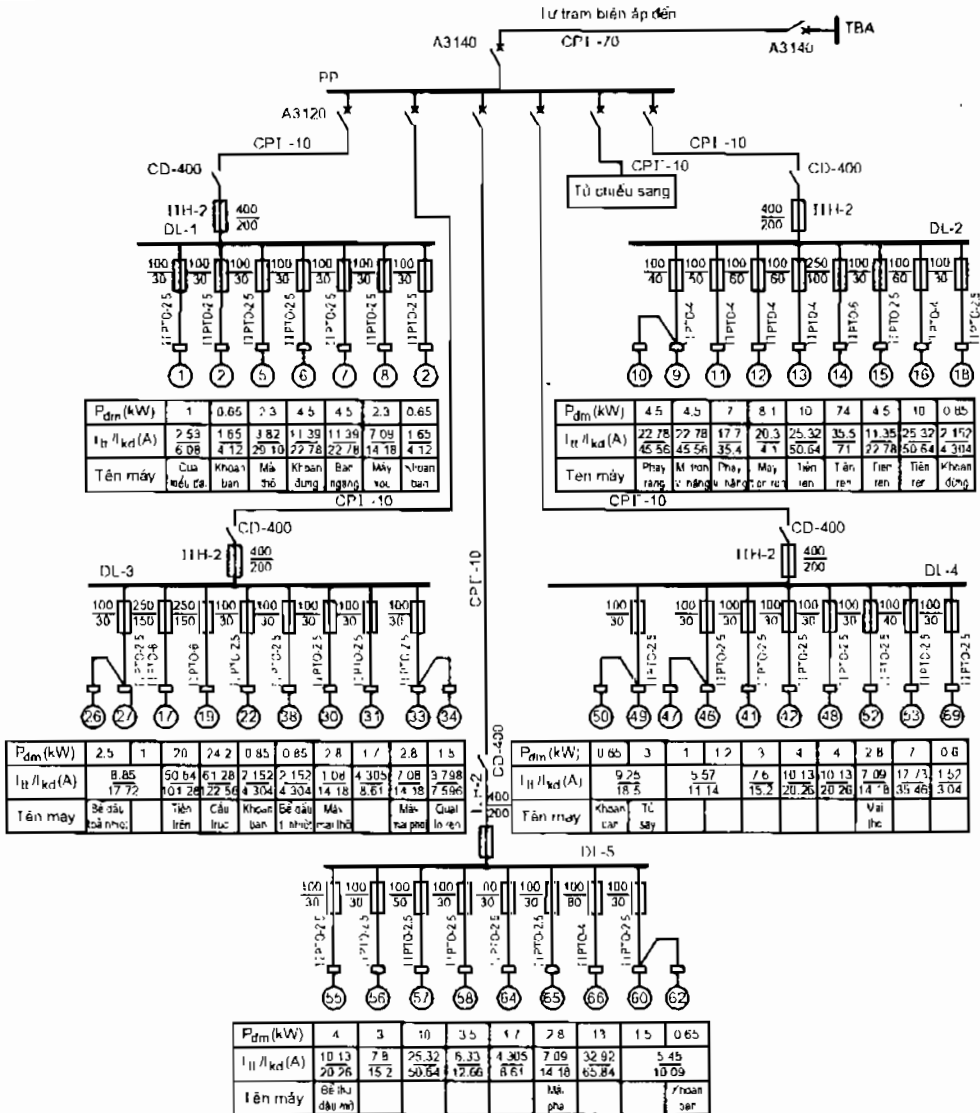
2. Chọn áp tô mát đầu nguồn đặt tại trạm BA loại A3140 có $I_{dm} = 300 \text{ A}$

3. Chọn tủ PP của xưởng

- Áp tô mát tổng, chọn A3140 như áp tô mát đầu nguồn.

- 6 nhánh ra, chọn áp tô mát A3120 có $I_{dm} = 100 \text{ A}$

Tra bảng chọn tủ phân phối loại IIP-9322.



Hình 2.19. Sơ đồ nguyên lý hệ thống cấp điện cho xưởng cơ khí

Bảng 2.19. Thông số kỹ thuật của áp tô mát chọn

Loại A	U_{dm} V	I_{dm} A	I_{gh} cắt Nr KA
A3140	500	600	25
A3120	500	100	15

4. Chọn cáp từ tủ phân phối tới các tủ động lực

Cáp từ tủ PP tới tủ ĐL1.

$$k_{hc} I_{cp} \geq I_{tt} = 19 \text{ A}$$

$$k_{hc} I_{cp} \geq \frac{I_{kdnh}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 100}{1,5} = 83,3 \text{ A}$$

Vì cáp chôn dưới đất riêng từng tuyến, $k_{hc} = 1$.

Kết hợp hai điều kiện chọn cáp đồng bốn lõi tiết diện 10mm^2 có $I_{cp} = 85\text{A} \rightarrow \text{CPG}(3 \times 10 + 1 \times 6)$.

Các tuyến cáp khác chọn tương tự, kết quả ghi trong bảng 2.20.

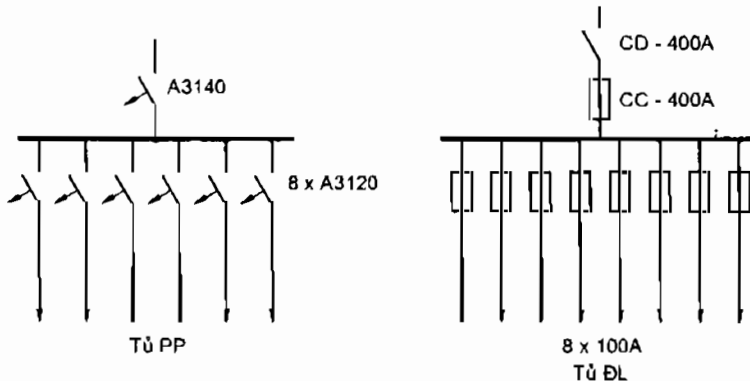
Bảng 2.20. Kết quả chọn cáp từ tủ PP tới các tủ ĐL

Tuyến cáp	I_{tt} , A	$F_{cáp}$, mm^2	I_{cp} , A
PP - ĐL 1	19	10	85
PP - ĐL 2	63,75	10	85
PP - ĐL 3	58,49	10	85
PP - ĐL 4	27,37	10	85
PP - ĐL 5	46,63	10	85

Vì xưởng cách xa trạm BA (200 m), không cần tính ngắn mạch để kiểm tra cáp và áp tô mát đã chọn.

5. Lựa chọn các tủ ĐL

Các tủ động lực đều chọn loại tủ do Liên Xô (cũ) chế tạo ЦИ62-7/1, đầu vào cầu dao – cầu chì 400 A, tám đầu ra 100 A: $8 \times 100 \text{ A}$.



Hình 2.20. Sơ đồ tủ PP và tủ ĐL xưởng cơ khí

Chọn cầu chì cho tủ ĐL 1.

- Cầu chì bảo vệ máy cưa kiểu đại 1 kW

$$I_{dc} \geq I_{dm} = 2,53 \text{ A}$$

$$I_{dc} \geq \frac{2,53.5}{2,5} = 5,06 \text{ A}$$

Chọn $I_{dc} = 30 \text{ A}$.

- Cầu chì bảo vệ máy khoan bàn 0,65 kW

$$I_{dc} \geq I_{dm} = 1,65 \text{ A}$$

$$I_{dc} \geq \frac{5.1,65}{2,5} = 3,3 \text{ A}$$

Chọn $I_{dc} = 30 \text{ A}$

- Cầu chì bảo vệ máy mài thô 2,3 kW

$$I_{dc} \geq I_{dm} = 5,82 \text{ A}$$

$$I_{dc} \geq \frac{5.5,82}{2,5} = 11,64 \text{ A}$$

Chọn $I_{dc} = 30 \text{ A}$

- Cầu chì bảo vệ máy khoan đứng 4,5 kW

$$I_{dc} \geq 11,39 \text{ A}$$

$$I_{dc} \geq \frac{5.11,39}{2,5} = 22,78 \text{ A}$$

Chọn $I_{dc} = 30 \text{ A}$.

- Cầu chì bảo vệ máy bào ngang 4,5 kW

Chọn $I_{dc} = 30 \text{ A}$.

- Cầu chì bảo vệ máy xọc 2,8 kW

$$I_{dc} \geq 7,09 \text{ A}$$

$$I_{dc} \geq \frac{5.7,09}{2,5} = 14,18 \text{ A.}$$

Chọn $I_{dc} = 30 \text{ A}$.

- Cầu chì tổng tủ ĐL 1:

$$I_{dc} \geq I_{u \text{ nhóm}} = 19,06 \text{ A}$$

$$I_{dc} \geq \frac{5.11,39 + (19,06 - 0,16.11,39)}{2,5} = 29,7 \text{ A}$$

Chọn $I_{dc} = 200 \text{ A}$

Các nhóm khác chọn I_{dc} cầu chì tương tự, kết quả ghi trong bảng.

6. Lựa chọn dây dẫn từ các tủ ĐL tới từng động cơ

Tất cả dây dẫn trong xưởng chọn loại dây bọc do Liên Xô (cũ) sản xuất ППТО đặt trong ống sắt kích thước 3/4", $k_{hc} = 0,95$.

Chọn dây cho nhóm 1:

- Dây từ tủ ĐL 1 đến máy cưa kiểu đai 1 kW

Chọn dây $2,5 \text{ mm}^2$ có $I_{cp} = 25 \text{ A}$

$$0,95 \cdot 25 > 2,53 \text{ A.}$$

Kết hợp với $I_{dc} = 30 \text{ A}$

$$0,95 \cdot 25 \geq \frac{30}{3} = 10 \text{ A}$$

- Dây từ tủ ĐL 1 đến máy khoan bàn 0,65 kW

Chọn dây $2,5 \text{ mm}^2$, không cần kiểm tra.

- Dây từ tủ ĐL 1 đến máy khoan đứng 4,5 kW

Chọn dây $2,5 \text{ mm}^2$

$$0,95 \cdot 25 > 11,39 \text{ A}$$

$$0,95 \cdot 25 > \frac{30}{3} = 10 \text{ A}$$

- Dây từ ĐL 1 đến các động cơ khác đều có công suất bằng hoặc bé hơn 4,5 kW, tất cả đều chọn dây $2,5 \text{ mm}^2$.

Các nhóm khác cũng chọn tương tự, kết quả ghi trong bảng 2.21.

- Theo yêu cầu an toàn điện, các thiết kế cũ, vỏ các thiết bị điện bằng kim loại bình thường không mang điện được nối trực tiếp vào dây trung tính máy biến áp (dây N), trong mạng 3 pha 4 dây. Để an toàn hơn, sử dụng mạng 3 pha 5 dây, người ta kéo thêm 1 dây trung tính gọi là dây đất kí hiệu E. Tiết diện dây E bằng tiết diện dây N và vỏ các thiết bị điện bằng kim loại bình thường không mang điện được nối trực tiếp vào dây E.

- Khi thi công, người ta kéo cáp 4 lõi và dây E đi song song với cáp 4 lõi.

- Cách nối dây: 3 ruột cáp chính nối vào 3 cực áp tô mát, dây N nối vào thanh dẫn đặt ở dưới tủ và cách điện với vỏ tủ. Dây E nối trực tiếp vào vỏ tủ điện. Từ vỏ tủ điện nối vào vỏ động cơ.

Bảng 2.21. Bảng lựa chọn cấu chi và dây dẫn

Tên máy	Phụ tải		Dây dẫn			Cấu chi	
	P_{dm} kW	I_{dm} A	Mã hiệu	Tiết diện	Đường kính ống thép	Mã hiệu	$\frac{I_{vò}}{I_{dc}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Nhóm 1							
Máy cưa kiểu dài	1	2,53	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Khoan bàn	0,65	5,06	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Máy mài thô	2,3	5,82	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Máy khoan đứng	4,5	11,39	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Máy khoan ngang	4,5	11,39	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Máy xọc	2,8	7,09	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Nhóm 2							
Máy mài tròn vạn năng	4,5	11,39	ΠΠТО	4	3/4"	ΠΠН-2	100/40
Máy phay răng	4,5	11,39	ΠΠТО	4	3/4"	ΠΠН-2	100/40
Máy phay vạn năng	7	17,7	ΠΠТО	4	3/4"	ΠΠН-2	100/50
Máy tiện ren	8,1	20,5	ΠΠТО	4	3/4"	ΠΠН-2	100/60
Máy tiện ren	10	25,32	ΠΠТО	4	3/4"	ΠΠН-2	100/60
Máy tiện ren	14	35,5	ΠΠТО	6	3/4"	ΠΠН-2	250/100
Máy tiện ren	4,5	11,39	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Máy tiện ren	10	25,32	ΠΠТО	4	3/4"	ΠΠН-2	100/60
Máy khoan đứng	0,85	2,152	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Nhóm 3							
Máy tiện ren	20	50,64	ΠΠТО	16	3/4"	ΠΠН-2	250/150
Cấu trục	24,2	61,28	ΠΠТО	16	3/4"	ΠΠН-2	250/150
Máy khoan bàn	0,85	2,152	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Bể dầu tăng nhiệt	2,5	6,33	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Máy cao	1	2,53	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Máy mài thô	2,8	7,09	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Máy nén cắt liên hợp	1,7	4,305	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Máy mài phá	2,8	7,09	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Quạt lò rèn	1,5	3,798	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Máy khoan đứng	0,85	2,152	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Nhóm 4							
Bể ngâm dung dịch kiềm	3	7,16	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Bể ngâm nước nóng	4	10,13	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Máy cuộn dây	1,2	3,04	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Máy cuộn dây	1	2,53	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Bể ngâm cô tăng nhiệt	4	10,13	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Tủ sấy	3	7,6	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Máy khoan bàn	0,65	1,65	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Máy mài thô	2,8	7,09	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/30
Bàn thử nghiệm thiết bị điện	7	17,73	ΠΠТО	2,5	3/4"	ΠΠН-2	100/40
Chỉnh lưu Selenium	0,6	1,52	ΠΠТО	4	3/4"	ΠΠН-2	100/30

Tiếp bảng 2.21

1	2	3	4	5	6	7	8
Nhóm 5							
Bể khử dầu mỡ	4	10,13	IIPTO	2,5	3/4"	III-2	100/30
Lò để luyện khuôn	3	7,6	IIPTO	2,5	3/4"	III-2	100/30
Lò để nấu chảy babil	10	25,32	IIPTO	2,5	3/4"	III-2	100/60
Lò điện mạ thiếc	3,5	6,33	IIPTO	2,5	3/4"	III-2	100/30
Quạt lò đúc đồng	1,5	3,8	IIPTO	2,5	3/4"	III-2	100/30
Máy khoan bàn	0,65	1,65	IIPTO	2,5	3/4"	III-2	100/30
Máy uốn các tấm mỏng	1,7	4,305	IIPTO	2,5	3/4"	III-2	100/30
Máy mài phá	2,8	7,09	IIPTO	2,5	3/4"	III-2	100/30
Máy hàn điểm	13	32,92	IIPTO	4	3/4"	III-2	100/80

7. Lựa chọn khởi động từ cho các động cơ điện

Khởi động từ = công tắc tơ + rơle nhiệt. Vì vậy việc chọn khởi động từ chính là chọn công tắc tơ và chọn rơle nhiệt. Các điều kiện chọn và kiểm tra công tắc tơ và khởi động từ ở bảng (1-8) chương 1. Theo yêu cầu của bên A, các khởi động từ được chọn của hãng Mitsubishi Nhật Bản.

- Chọn khởi động từ cho nhóm 1.

+ Chọn khởi động từ cho động cơ máy cưa kiểu đai:

$$P_{dmK} \geq P_{dm} = 1 \text{ kW}$$

$$I_{dmRN} = I_{dm} = 2,53 \text{ A}$$

Tra bảng, chọn công tắc tơ S – N10 KP (cx), $P_{dmK} = 4 \text{ kW}$, $I_{dmK} = 20 \text{ A}$

Rơle nhiệt TH-N18KP(cx), $I_{dmRN} = 2 \div 3 (2,5 \text{ A})$

+ Chọn khởi động từ kép (đào chiều quay) cho động cơ khoan bàn:

$$P_{dmK} \geq P_{dm} = 0,65 \text{ kW}$$

$$I_{dmRN} = I_{dm} = 1,65 \text{ A}$$

Tra bảng, chọn 2 công tắc tơ S – 2x N10 KP(cx), $P_{dmK} = 4 \text{ kW}$, $I_{dmK} = 20 \text{ A}$.

Rơle nhiệt TH-N12KP(cx), $I_{dmRN} = 1,4 \div 2 (1,7 \text{ A})$.

Khoá liên động cơ khí UN-ML11(cx)

+ Chọn khởi động từ kép cho động cơ máy mài thô:

$$P_{dmK} \geq P_{dm} = 2,3 \text{ kW}$$

$$I_{dmRN} = I_{dm} = 5,82 \text{ A}$$

Tra bảng, chọn 2 công tắc tơ S – 2x N10KP(cx); $P_{dmK} = 4 \text{ kW}$, $I_{dmK} = 20 \text{ A}$.

Rơle nhiệt TH – N12KP(cx), $I_{dmRN} = 4 \div 6 (5 \text{ A})$.

Khoá liên động cơ khí UN – ML11(cx)

+ Chọn khởi động từ kép cho động cơ máy khoan đứng:

$$P_{dmK} \geq P_{dm} = 4,5 \text{ kW}$$

$$I_{dmRN} = I_{dm} = 11,39 \text{ A}$$

Tra bảng, chọn 2 công tắc tơ S 2x N11KP(cx), $P_{dmK} = 5,5 \text{ kW}$, $I_{dmK} = 20 \text{ A}$.

Rơ le nhiệt TH – N18 KP (cx), $I_{dmRN} = 9 \div 13 \text{ (11 A)}$.

Khoá liên động cơ khí UN - ML11 (cx).

+ Chọn khởi động từ kép cho động cơ máy bào ngang:

$$P_{dmK} \geq P_{dm} = 4,5 \text{ kW}$$

$$I_{dmRN} = I_{dm} = 11,39 \text{ A}$$

Tra bảng, chọn 2 công tắc tơ S – 2xN11KP(cx), $P_{dmK} = 5,5 \text{ kW}$, $I_{dmK} = 20 \text{ A}$.

Rơle nhiệt TH-N18KP(cx), $I_{dmRN} = 9 \div 13 \text{ (11 A)}$

Khoá liên động cơ khí UN - ML11 (cx)

+ Chọn khởi động từ kép cho động cơ máy xọc:

$$P_{dmK} \geq P_{dm} = 2,8 \text{ kW}$$

$$I_{dmRN} = I_{dm} = 7,09 \text{ A}$$

Tra bảng chọn 2 công tắc tơ S – 2x N10 KP(cx), $P_{dmK} = 4 \text{ kW}$, $I_{dmK} = 20 \text{ A}$.

Rơle nhiệt TH – N12KP(cx), $I_{dmRN} = 5,2 \div 8 \text{ (6,6 A)}$

Khoá liên động cơ khí UN – ML11 (cx).

Chú ý:

- Điện áp cách điện (U_{dmcd}) giữa các pha và giữa pha với đất là 690 V.

- Điện áp làm việc định mức (U_{dmv}) = 380 V ÷ 440 V. Với điện áp này, công tắc tơ có thể đóng cắt ở công suất định mức (P_{dmK}) mà tiếp điểm của nó không bị mài mòn, đảm bảo tuổi thọ.

- Điện áp định mức cuộn dây (U_{dmcd}) nam châm điện để đóng cắt công tắc tơ được chọn giống nhau bằng 220 VAC.

- Công tắc tơ, khoá liên động cơ khí, rơle nhiệt khi mua về riêng biệt nhau, sau đó được lắp ráp lại với nhau theo trình tự:

Nếu là khởi động từ đơn, ta lắp công tắc tơ với rơle nhiệt bằng khớp nối, kí hiệu MSO – N □.

Nếu là khởi động từ kép, khoá liên động bằng cơ khí được lắp giữa 2 công tắc tơ bằng khớp nối, sau lắp rơle nhiệt vào 1 trong 2 công tắc tơ bằng khớp nối. Nhà sản xuất đã chế tạo các khớp nối phù hợp, chính xác, chắc chắn. Kí hiệu MSO – 2x N □.

Các nhóm khác chọn tương tự, kết quả ghi vào bảng 2-22.

Mặt bằng đi dây xương cơ khí, vẽ trên hình 2-21.

Trên đây là toàn bộ thiết kế mạng động lực. Nếu có yêu cầu thiết kế chiếu sáng, tính toán bù nâng cao cosφ hãy tham khảo ở các chương sau.

Bảng 2.22. Bảng lựa chọn khởi động từ của hãng Mitsubishi kiểu hở (không hộp che) loại MSO -N□ và MSO-2XN□]

Tên nhóm và các thiết bị	Phụ tải		Công tắc tơ				Khóa liên động cơ khí		Rỡ nhiệt		
	P _{dm} kW	I _{dm}	Mã hiệu	P _{đm} ở 380 V kW	I _{đm} A	Tiếp điểm phụ tiêu chuẩn	Tiếp điểm phụ lắp thêm	Mã hiệu	Mã hiệu	I _{dm} NH	I _{ca} đặt
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nhóm 1											
Máy cửa kiểu đại	1	2,53	S-N10 (cx)	4	20	1NO-1NC			TH-N18 KP(cx)	2 ÷ 3 (2,5)	2,53
Khoan bàn	0,65	1,65	S-2xN10 (cx)	4	20	2NO-2NC	2NO 2NC	UN-ML11(cx)	TH-N12 KP(cx)	1,4 ÷ 2 (1,7)	1,65
Máy mài thô	2,3	5,82	S-2xN10 (cx)	4	20	2NO - 2NC	2NO 2NC	UN-ML11(cx)	TH-N12 KP(cx)	4 ÷ 6 (5)	5,82
Máy khoan đứng	4,5	11,39	S-2xN11 (cx)	5,5	20	2NO - 2NC	2NO 2NC	UN-ML11(cx)	TH-N18 KP(cx)	9 ÷ 13(11)	11,39
Máy bao ngang	4,5	11,30	S-2xN11 (cx)	5,5	20	2NO - 2NC	2NO 2NC	UN-ML11(cx)	TH-N16 KP(cx)	9 ÷ 13(11)	11,39
Máy xọc	2,8	7,09	S-2xN10 (cx)	4	20	2NO - 2NC	2NO 2NC	UN-ML11(cx)	TH-N12 KP(cx)	5,2 ÷ 8 (6,6)	7,09
Nhóm 2											
Máy mài tròn vạn năng	4,5	11,39	S-2xN11 (cx)	5,5	20	2NO 2NC	2NO 2NC	UN-ML11(cx)	TH-N18 KP(cx)	9 ÷ 13 (11)	11,39
Máy phay vạn năng	4,5	11,39	S-2xN11 (cx)	5,5	20	2NO 2NC	2NO 2NC	UN-ML11(cx)	TH-N18 KP(cx)	9 ÷ 13 (11)	11,39
Máy phay vạn năng	7	17,7	S-2xN20 (cx)	11	32	2NO 2NC	2NO 2NC	UN-ML21(cx)	TH-N20 KP(cx)	16 ÷ 22 (19)	17,7
Máy tiện ren	8,1	20,5	S-2xN20 (cx)	11	32	2NO 2NC	2NO 2NC	UN-ML21(cx)	TH-N20 KP(cx)	16 ÷ 22 (19)	20,5

Tiếp bảng 2.22

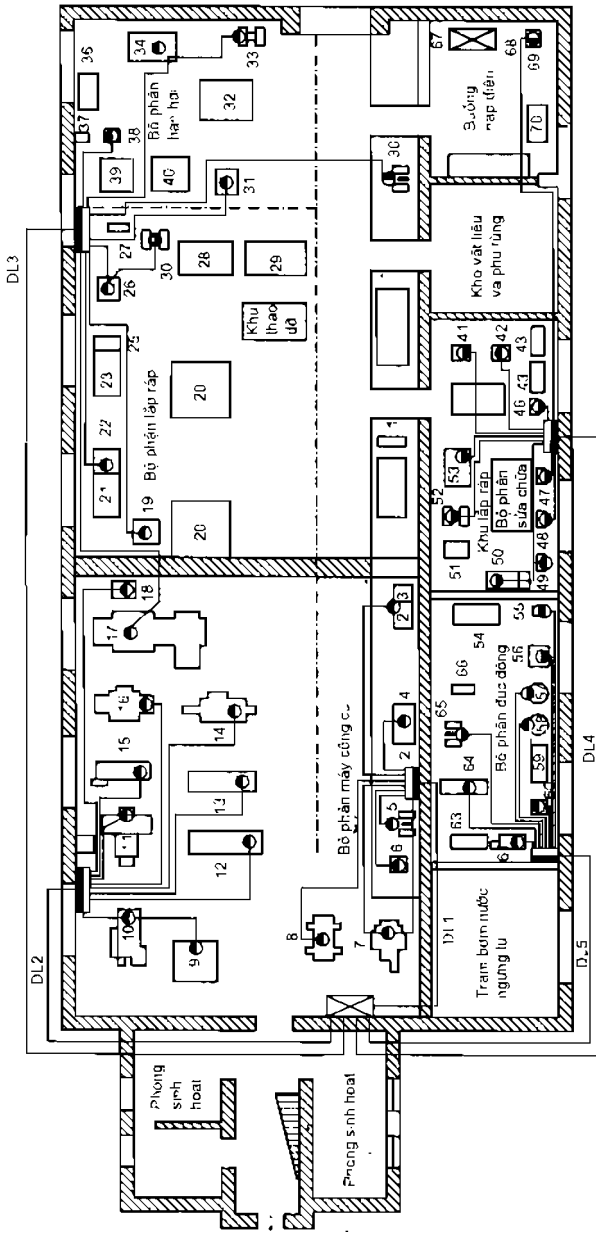
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Máy tiện ren	10	25,32	S-2xN21 (cx)	11	32	4NO 4NC		UN-ML21(cx)	TH-N60 KP(cx)	24 ÷ 34 (29)	25,32
Máy tiện ren	14	35,5	S-2xN35 (cx)	18,5	40	4NO 4NC		UN-ML21(cx)	TH-N60 KP(cx)	30 ÷ 40 (35)	35,5
Máy tiện ren	4,5	11,39	S-2xN11 (cx)	5,5	20	2NO 2NC		UN-ML11(cx)	TH-N18 KP(cx)	9 ÷ 13 (11)	11,39
Máy tiện ren	10	25,32	S-2xN21 (cx)	11	32	4NO 4NC		UN-ML21(cx)	TH-N60 KP(cx)	24 ÷ 34 (29)	25,32
Máy khoan đứng	0,85	2,152	S-2xN10 (cx)	4	20	2NO 2NC	2NO 2NC	UN-ML11(cx)	TH-N12 KP(cx)	1,7 ÷ 2,5 (2,1)	2,152
Nhóm 3											
Máy tiện ren	20	50,64	S-2xN50 (cx)	22	80	2NO 2NC	2NO 2NC	UN-ML21(cx)	TH-N60 KP(cx)	43 ÷ 65 (54)	50,64
Cấu trúc	24,2	61,28	S-2xN65 (cx)	30	100	2NO 2NC	2NO 2NC	UN-ML21(cx)	TH-N60 KP(cx)	43 ÷ 65 (54)	61,28
Máy khoan bàn	0,85	2,152	S-2xN10 (cx)	4	20	2NO 2NC	2NO 2NC	UN-ML11(cx)	TH-N12 KP(cx)	1,7 ÷ 2,5 (2,1)	2,15
Bể dầu tăng nhiệt	2,5	6,33	S-N10 (cx)	4	20	1NO 1NC			TH-N18 KP(cx)	5,2 ÷ 8 (6,6)	6,33
Máy cạo	1	2,53	S-2xN10 (cx)	4	20	1NO 1NC			TH-N18 KP(cx)	2 ÷ 3 (2,5)	2,53
Máy mài thô	2,8	7,09	S-2xN10 (cx)	4	20	2NO 2NC	2NO 2NC	UN-ML11(cx)	TH-N12 KP(cx)	5,2 ÷ 8 (6,6)	7,09
Máy nén cắt liên hợp	1,7	4,305	S-N10 (cx)	4	20	1NO 1NC			TH-N12 KP(cx)	4 ÷ 6 (5)	4,30

Tiếp bảng 2.22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Máy mài phá	2,8	7,09	S-2xN10 (cx)	4	20	2NO 2NC	2NO 2NC	UN-ML11(cx)	TH-N12 KP(cx)	5,2 ÷ 8 (6,6)	7,09
Quạt lò rèn	1,5	3,798	S-N10 (cx)	4	20	1NO 1NC			TH-N12 KP(cx)	2,8 ÷ 4,4 (3,6)	3,80
Máy khoan đứng	0,85	2,152	S-2xN10 (cx)	4	20	2NO 2NC		UN-ML11(cx)	TH-N12 KP(cx)	1,7 ÷ 2,5 (2,1)	2,15
Nhóm 4											
Bể ngâm dung dịch kiểm	3	7,6	S-N10 (cx)	4	20	1NO 1NC			TH-N20 KP(cx)	5,2 ÷ 8 (6,6)	7,6
Bể ngâm nước nóng	4	10,13	S-N10 (cx)	4	20	1NO 1NC			TH-N20 KP(cx)	9 ÷ 13 (11)	10,13
Máy cuốn dây	1,2	3,04	S-2xN10 (cx)	4	20	NO NC	2NO 2NC	UN-ML11(cx)	TH-N12 KP(cx)	2,8 ÷ 4,4 (3,6)	3,04
Máy cuốn dây	1	2,53	S-2xN10 (cx)	4	20	2NO 2NC	2NO 2NC	UN-ML11(cx)	TH-N18 KP(cx)	2 - 3 (2,5)	2,53
Bể ngâm có lắng nhiệt	4	10,13	S-N10 (cx)	4	20	1NO 1NC			TH-N20 KP(cx)	9 ÷ 13 (11)	10,13
Tủ sấy	3	7,6	S-N10 (cx)	4	20	1NO 1NC			TH-N20 KP(cx)	5,2 ÷ 8 (6,6)	7,6
Máy khoan bàn	0,65	1,65	S-2xN10 (cx)	4	20	2NO 2NC	2NO 2NC	UN-ML11(cx)	TH-N12 KP(cx)	1,4 ÷ 2 (1,7)	1,65
Máy mài thô	2,8	7,09	S-2xN10 (cx)	4	20	2NO 2NC	2NO 2NC	UN-ML11(cx)	TH-N12 KP(cx)	5,2 ÷ 8 (6,6)	7,09
Bàn thử nghiệm TĐ	7	17,73	S-N20 (cx)	11	32	1NO 1NC			TH-N20 KP(cx)	16 ÷ 22 (19)	17,73

Tiếp bảng 2.22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Chính lưu selenium	0,6	1,52	S-N10 (cx)	4	20	1NO 1NC			TH-N12 KP(cx)	1,4 ÷ 2 (1,7)	1,52
Nhóm 5											
Bể khử dầu mỡ	4	10,13	S-N10 (cx)	4	20	1NO 1NC			TH-N20 KP(cx)	9 ÷ 13 (11)	10,13
Lo điện để luyện khuôn	3	7,6	S-N10 (cx)	4	20	1NO 1NC			TH-N20 KP(cx)	5,2 ÷ 8 (6,6)	7,6
Lò để nấu chảy babit	10	25,32	S-N21 (cx)	11	32	2NO 2NC			TH-N60 KP(cx)	24 ÷ 34 (29)	25,32
Lò điện mạ thiếc	3,5	6,33	S-N10 (cx)	4	20	1NO 1NC			TH-N12 KP(cx)	5,2 ÷ 8 (6,6)	6,33
Quạt lò đúc đồng	1,5	3,8	S-N10 (cx)	4	20	1NO 1NC			TH-N12 KP(cx)	2,8 ÷ 4,4 (3,6)	3,8
Máy khoan bàn	0,65	1,65	S-2xN10 (cx)	4	20	2NO 2NC		UN-ML11(cx)	TH-N12 KP(cx)	1,4 ÷ 2 (1,7)	1,65
Máy uốn các tấm mỏng	1,7	4,305	S-2xN10 (cx)	4	20	2NO 2NC		UN-ML11(cx)	TH-N12 KP(cx)	4 ÷ 6 (5)	4,30
Máy mài phà	2,8	7,09	S-2xN10 (cx)	4	20	2NO 2NC		UN-ML11(cx)	TH-N12 KP(cx)	5,2 ÷ 8 (6,6)	7,09
Máy hàn điểm	13	32,92	S-N35 (cx)	15	60	2NO 2NC			TH-N60 KP(cx)	24 ÷ 34 (29)	32,92



Hình 2-21. Mặt bằng đi dây xưởng cơ khí

Chương 3

THIẾT KẾ TRẠM BIẾN ÁP - PHẦN CƠ KHÍ ĐƯỜNG DÂY VÀ NỒI ĐẤT CHO CỘT

3.1. TÍNH TOÁN DÂY DẪN

Mục đích tính toán dây dẫn đường dây tải điện là xác định các đại lượng độ võng f , lực kéo của dây tác dụng lên cột T_d . Các đại lượng này cần thiết để kiểm tra khoảng cách an toàn từ dây dẫn đến mặt đất, để lựa chọn kiểm tra cột, xà, móng trong các trạng thái vận hành.

3.1.1. Các quy định cần thiết khi tính toán dây dẫn

a) Quy định về phân loại đường dây trên không

Bảng 3.1. Phân loại đường dây trên không

Đẳng cấp đường dây	Điện áp định mức của đường dây (kV)	Loại hộ dùng điện
I	>35	Bất cứ loại nào
	35	Loại 1 và 2
II	35	Loại 1
	1 – 20	Bất cứ loại nào
III	≤ 1	Bất cứ loại nào

b) Quy định về hệ số an toàn

Trong thiết kế phần cơ khí đường dây thường dùng hệ số an toàn:

$$n = \frac{\sigma_{gh}}{\sigma_{cp}} \quad (3-1)$$

Trong đó: σ_{gh} : Ứng suất giới hạn của dây dẫn (hoặc dây chống sét, N/mm²).

σ_{cp} : Ứng suất cho phép của vật liệu chế tạo dây dẫn, N/mm².

Bảng 3.2. Trị số của hệ số an toàn theo quy định

Tính chất khu vực	Đặc tính dây dẫn	Hệ số an toàn, n
Nơi không dân cư	Dây nhiều sợi	2
	Dây một sợi	2,5
Nơi đông dân cư và khoảng vượt quan trọng	Dây nhôm nhiều sợi, tiết diện tối thiểu 120mm ²	2,5
	Dây đồng nhiều sợi, tiết diện tối thiểu 70 mm ²	2,5
	Dây thép tiết diện tới 25mm ²	2,5
	Các dây trên có tiết diện lớn hơn	2
	Dây AC với mọi tiết diện	2

Ghi chú:

- Những nơi không dân cư: đồng ruộng, rừng núi, vùng không có nhà cửa hoặc nhà cửa thưa thớt, mặc dù có người và máy móc nông nghiệp qua lại. Vườn tược, công trình tạm thời v.v...

- Những nơi đông dân cư: xóm làng, đường phố, xí nghiệp, trường học, bến sông, cảng, ga xe lửa, bến xe, công viên v.v...

- Khoảng vượt quan trọng: Đường dây chéo nhau, đi song song nhau, đi sát đường dây thông tin, vượt đường (xe lửa, ô tô), vượt sông, đi trên cầu, đê đập v.v...

3.1.2. Quy định về các số liệu khí hậu dùng trong thiết kế**Bảng 3.3. Các vùng khí hậu tính toán**

Điều kiện tính toán		Vùng khí hậu			
		I	II	III	IV
Khí nhiệt độ không khí thấp nhất	Nhiệt độ θ , °C	5	5	5	5
	Tốc độ gió v , m/s	0	0	0	0
Khí nhiệt độ không khí cao nhất	Nhiệt độ θ , °C	40	40	40	40
	Tốc độ gió v , m/s	0	0	0	0
Khí có bão	Nhiệt độ θ , °C	25	25	25	25
	Tốc độ gió v , m/s	25	30	35	40

Ghi chú:

- Ngoài 4 vùng khí hậu kể trên, còn có vùng đặc biệt gió bão rất lớn $v = 45\text{m/s}$. Khi tính toán đường dây qua vùng này lấy $\theta = 25^\circ\text{C}$.

- Các trị số về tốc độ gió cho trong bảng ứng với chiều cao cột $\leq 30\text{ m}$. Nếu chiều cao cột lớn hơn phải nhân với hệ số k :

$$30 - 50\text{ m} \quad k = 1,15$$

$$50 - 70\text{ m} \quad k = 1,25$$

70 – 100 m k = 1,40

> 100m k = 1,50

- Nếu tuyến dây đi trong phố, mà nhà cửa có chiều cao trung bình hơn 2/3 chiều cao cột thì tốc độ gió có thể lấy nhỏ đi 20%.

3.1.3. Tải trọng cơ giới tác động lên dây

Dây dẫn và dây chống sét chịu những tải trọng cơ giới chủ yếu sau đây:

- Tải trọng do trọng lượng bản thân dây.
- Tải trọng do gió thổi lên dây trong khoảng cột.
- Tải trọng do dẫn nở nhiệt.

Trong tính toán thường dùng khái niệm tỉ tải. Tỉ tải là phụ tải cơ giới tác động lên độ dài 1m dây có tiết diện 1mm², đơn vị tỉ tải là N/m.mm².

a) Tỉ tải do trọng lượng bản thân dây

$$g_l = \frac{g_0}{1000}, \text{ N/m.mm}^2 \quad (3-2)$$

Trong đó:

- g_0 : Trọng lượng riêng của vật liệu chế tạo dây N/dm³
- Với dây vặn xoắn, cần chú ý chiều dài thực tế lớn hơn.

$$g_l = (1,02 \div 1,03) \frac{g_0}{1000}, \text{ N/m.mm}^2 \quad (3-3)$$

Công thức trên dùng cho dây một chất [đồng (Cu), nhôm (Al), thép]; với dây phức hợp AC, g_l xác định theo công thức:

$$g_l = (1,02 \div 1,03) \frac{g_A F_A + g_C F_C}{1000F}, \text{ N/m.mm}^2 \quad (3-4)$$

Trong đó:

- g_A, g_C : Trọng lượng riêng của nhôm và thép
- F_A, F_C : Tiết diện phần nhôm và phần thép
- $F = F_A + F_C$: Tiết diện dây phức hợp cả nhôm và thép.

b) Tỉ tải do áp lực gió lên dây

- Sức ép của gió lên 1m dây:

$$P = \frac{9,81 \cdot \alpha \cdot C \cdot d \cdot v^2}{1000 \cdot 16}, \text{ N/m} \quad (3-5)$$

- Tải tải của gió:

$$g_2 = \frac{P}{F} = \frac{9,81 \cdot \alpha \cdot C \cdot d \cdot v^2}{1000 \cdot 16F}, \text{ N/m.mm}^2 \quad (3-6)$$

Trong đó:

- α : là hệ số biểu thị sự phân bố không đồng đều của gió lên khoảng cột.

$$v = 25 \text{ m/s} - \alpha = 1$$

$$v = 30 \text{ m/s} - \alpha = 0,85$$

$$v = 35 \text{ m/s} - \alpha = 0,75$$

$$v = 40 \text{ m/s} - \alpha = 0,70$$

- C: hệ số động lực học của không khí, phụ thuộc vào bề mặt chịu gió.

Với dây có đường kính $d < 20 \text{ mm} \rightarrow C = 1,1$

Với dây có đường kính $d > 20 \text{ mm} \rightarrow C = 1,2$

- d: đường kính dây, mm.

- v: tốc độ gió, m/s.

c) Tải tải tổng hợp

$$g_3 = \sqrt{g_1^2 + g_2^2}, \text{ N/m.mm}^2 \quad (3-7)$$

3.1.4. Sức kéo và độ võng của dây trong khoảng cột

a) Khoảng vượt tới hạn

- Với dây 1 chất (cùng 1 loại vật liệu)

$$l_{th} = \sigma_{cp} \sqrt{\frac{24\alpha(\theta_{b\ddot{a}o} - \theta_{min})}{g_{b\ddot{a}o}^2 - g_1^2}} \quad (3-8)$$

- Với dây phức hợp:

$$l_{th} = \sigma_{cp} \sqrt{\frac{24\alpha(\theta_{b\ddot{a}o} - \theta_{min})}{\left(\frac{g_{b\ddot{a}o}}{\alpha_{ACb\ddot{a}o}}\right)^2 - \left(\frac{g_{\theta_{min}}}{\alpha_{AC\theta_{min}}}\right)^2}} \quad (3-9)$$

Mục đích xác định l_{th} để biết được, với một khoảng cột nào đó, ứng suất lớn nhất sẽ xuất hiện khi nào.

Nếu $l > l_{th}$ thì σ_{max} xuất hiện khi bão.

Nếu $l < l_{th}$ thì σ_{max} xuất hiện khi θ_{min} .

b) Phương trình trạng thái

- Với dây một chất:

$$\sigma_n - \frac{l^2 g_n^2}{24\beta\sigma_n^2} = \sigma_m - \frac{l^2 g_m^2}{24\beta\sigma_m^2} - \frac{\alpha}{\beta}(\theta_n - \theta_m) \quad (3-10)$$

- Với dây phức hợp:

$$\sigma_{ACn} - \frac{l^2 g_n^2}{24\beta_{AC}\sigma_{ACn}^2} = \sigma_{ACm} - \frac{l^2 g_m^2}{24\beta_{AC}\sigma_{ACm}^2} - \frac{\alpha_{AC}}{\beta_{AC}}(\theta_n - \theta_m) \quad (3-11)$$

Phương trình trạng thái được sử dụng khi cần xác định ứng suất ở trạng thái "m" và khi đã biết ứng suất ở trạng thái "n". Thường giải phương trình này để tìm ứng suất ở θ_{max} sau đó xác định độ võng của dây.

c) Độ võng

Độ võng là khoảng cách theo phương thẳng đứng từ điểm thấp nhất của dây dẫn trong khoảng cột đến điểm treo cao của dây, kí hiệu độ võng là f.

Công thức tính độ võng của dây:

- Với dây một chất:

$$f = \frac{l^2 g_1}{8\sigma_{\theta_{max}}}$$

- Với dây phức hợp:

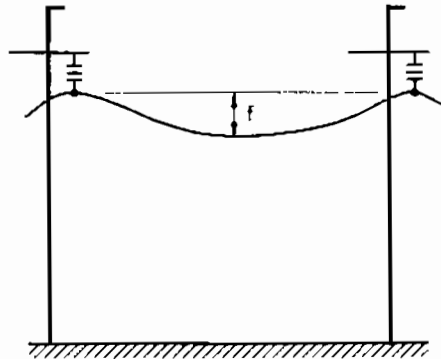
$$f = \frac{l^2 g_1}{8\sigma_{AC\theta_{max}}} \quad (3-13)$$

Trong các công thức trên từ (3-8) ÷ (3-13)

- σ_{θ} : ứng suất cho phép của vật liệu chế tạo dây xác định theo (3-1).
- α : Hệ số giãn nở dài của vật liệu chế tạo dây.
- α_A : Hệ số giãn nở dài của nhôm (A).
- α_{AC} : Hệ số giãn nở dài của dây nhôm lõi thép (AC).

$$\alpha_{AC} = \frac{\alpha_c F_c + a\alpha_A E_A}{E_c + aE_a} \quad (3-14)$$

$$a = \frac{F_A}{F_C} \quad (3-15)$$



Hình 3-1. Mô tả độ võng của dây

- α_c : Hệ số giãn nở dài của thép.
- E: Môđun đàn hồi của vật liệu chế tạo dây.
- E_A : Môđun đàn hồi của nhôm.
- E_c : Môđun đàn hồi của thép.
- E_{AC} : Môđun đàn hồi của dây phức hợp (AC).

$$E_{AC} = \frac{aE_a + E_c}{1 + a} \quad (3-16)$$

- β : Hệ số kéo dài đàn hồi của vật liệu chế tạo dây.
- β_{AC} : Hệ số kéo dài đàn hồi của dây AC.

$$\beta_{AC} = \frac{1}{E_{AC}} \quad (3-17)$$

- $\sigma_{AC\text{bão}}, \sigma_{AC\theta_{\min}}$: ứng suất dây AC khi bão và khi nhiệt độ θ_{\min}

$$\sigma_{AC\theta_{\min}} = [\sigma_{ACP} - (\alpha_A - \alpha_{AC})(\theta_0 - \theta_{\min})] \frac{E_{AC}}{E_A} \quad (3-18)$$

$$\sigma_{AC\text{bão}} = [\sigma_{ACP} - (\alpha_A - \alpha_{AC})(\theta_0 - \theta_{\text{bão}})] \frac{E_{AC}}{E_A} \quad (3-19)$$

Trong đó:

- θ_0 : Nhiệt độ môi trường chế tạo dây, lấy $\theta_0 = 15^\circ\text{C}$

Bảng thông số sau đây cho phép xác định ứng suất cho phép, môđun đàn hồi và hệ số giãn nở dài theo nhiệt độ của các loại dây dẫn.

Bảng 3.4. Đặc tính cơ lí của dây dẫn

Vật liệu chế tạo dây dẫn	Trọng lượng riêng g_0 , N/dm ³	σ_{ph} , N/mm ²	E, N/mm ²	α , độ ⁻¹
Đồng cứng	87,2	38,2	127.10 ³	17.10 ⁻⁶
Đồng đỏ	87,2	52,9	127.10 ³	18.10 ⁻⁶
Nhôm	26,5	157	616.10 ³	23.10 ⁻⁶
Thép đơn	77	540	196.10 ³	12.10 ⁻⁶
Thép bền	77	685	196.10 ³	12.10 ⁻⁶
Thép trong AC và dây thép chống sét	77	1175	196.10 ³	12.10 ⁻⁶

d) Công thức tính sức kéo của dây

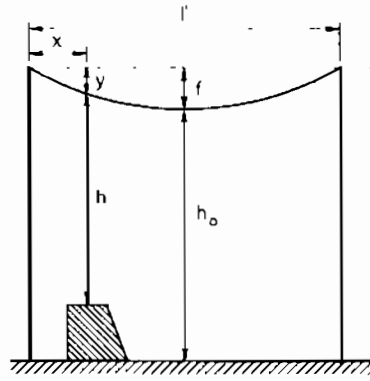
- Với dây 1 chất: $T = \sigma.F, N$ (3-20)

- Với dây AC: $T = \sigma_{AC}.F_{AC}, N$ (3-21)

Trong đó: $F_{AC} = F_A + F_C, \text{mm}^2$ (3-22)

e) Xác định khoảng cách an toàn tại điểm bất kì

Ngoài việc xác định độ võng f để kiểm tra khoảng cách an toàn từ điểm thấp nhất của dây tới mặt đất h_0 , còn cần kiểm tra khoảng cách an toàn h tại điểm bất kì nếu mặt đất không bằng phẳng. Đó là chỗ đường dây tải điện vượt đê, đường xe lửa, đường ô tô, vượt đường dây thông tin, đường dây điện hạ áp khác v.v...



Hình 3-2. Xác định khoảng cách an toàn

$$y = \frac{4xf}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) \tag{3-23}$$

Khi thiết kế đường dây cần đảm bảo khoảng cách an toàn theo quy định. Một vài số liệu thường dùng được ghi ở bảng dưới đây:

Bảng 3.5. Một số khoảng cách an toàn tối thiểu

Đường dây	Khoảng cách an toàn tối thiểu tới mặt đất, m		Khoảng cách an toàn tối thiểu khi các đường dây đi trên một cột hoặc chéo nhau, m	
	Vùng không dân cư	Vùng đông dân cư, khoảng vượt quan trọng	Với đường dây điện lực, m	Với đường dây thông tin, m
0,4 kV	5	6	-	2
6 ÷ 35 kV	6	7	2	2

3.2. TÍNH TOÁN CỘT

3.2.1. Nội dung tính toán thiết kế cột

a) **Lựa chọn đúng loại cột:** chủng loại, kiểu dáng, độ cao, độ bền cột cho từng tuyến đường dây và cho từng vị trí cột trên tuyến đường dây.

b) **Tính toán kiểm tra**

- Với cột trung gian cần tính toán kiểm tra trong trường hợp làm việc bình thường (dây không đứt) và điều kiện bão lớn.

- Với cột góc cần kiểm tra trong trường hợp làm việc bình thường, cột bị kéo về một phía do sức kéo của dây dẫn ở hai nửa khoảng cột. Mục đích kiểm tra xem cột có cân đặt dây néo hoặc dùng cột kép hay không.

- Với cột cuối cần kiểm tra hai trường hợp:

+ Trường hợp làm việc bình thường, kiểm tra khả năng chịu uốn của cột khi bị các dây dẫn kéo về một phía.

+ Trường hợp đứt một dây ở ngoài cùng, dây ngoài cùng còn lại sẽ gây mômen xoắn lớn nhất chỗ tiết diện đặt xà.

3.2.2. Các loại cột

Trên đường dây trong hệ thống cấp điện từ 35 kV trở xuống, thường dùng hai loại cột bê tông cốt thép.

a) Cột tròn hay cột li tâm (kí hiệu: T hoặc LT). Loại cột tròn được chế tạo tại nhà máy với cốt thép kéo trước (ứng suất trước) hoặc không kéo trước.

Cột li tâm được chế tạo hai cỡ cột 10 m và 12 m (LT10, LT12) và các chân đế 6 m, 8 m. Từ đây, tùy theo vị trí sử dụng thực tế, sẽ tạo ra các cột có chiều cao khác nhau: 10 m, 12 m, 16 m, 18 m, 20 m. Việc ghép nối giữa các cột 10 m, 12 m với chân đế được thực hiện bằng cách ghép măng sông hoặc mặt bích.

b) Cột vuông (kí hiệu H)

Cột vuông được chế tạo tại xí nghiệp, hoặc có thể chế tạo tại chỗ (tại cơ quan, tại chỗ tuyen dây).

Cột vuông được dùng chủ yếu cho lưới điện hạ áp (0,4 kV), được chế tạo với độ cao 6,5 m (H 6,5) dùng cho đường dây 1 pha ở ngõ, xóm. Độ cao 7,5 m, 8,5 m (H 7,5; H 8,5) dùng cho các đường trục ở thôn, xã. Độ cao 9,5 m, 10,5 m (H 9,5; H 10,5) dùng ở các vị trí cột vượt ở thôn, xã.

Sơ bộ có thể lựa chọn loại cột cho các loại đường dây theo bảng sau:

Bảng 3.6. Phạm vi sử dụng các loại cột

Loại cột	Trung áp (kV)		Hạ áp 0,4 kV	
	6 – 10	22 – 35	Trục chính	Ngõ, xóm
LT10, LT12	x	x	x	
H 8,5			x	
H 7,5			x	x
H 6,5				x

3.2.3. Sơ đồ tính toán cột

Sơ đồ tính toán, kiểm tra khả năng chịu uốn của các loại cột trung gian, cột góc, cột cuối trong trạng thái làm việc bình thường cho theo bảng 3.7.

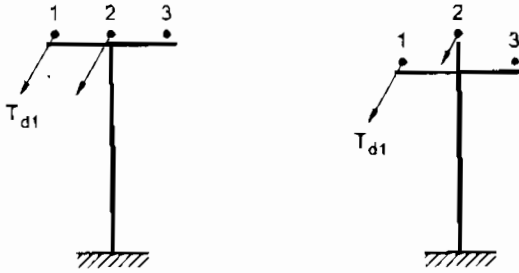
Bảng 3.7. Sơ đồ tính toán cột

Loại cột	Sơ đồ đầu dây trên cột	Sơ đồ tính toán
Cột Trung gian 6 – 10 kV 22 – 35 kV		
Cột Trung gian 0,4 kV		
Cột góc 6 – 35 kV		
Cột góc 0,4 kV		
Cột cuối 6 – 35 kV		
Cột cuối 0,4 kV		

Ghi chú:
 - P_d, P_c : Áp lực gió lên dây, lên cột
 - T_d : Lực kéo của dây lên cột.

Chỉ cần tính toán kiểm tra xoắn với cột đường dây trung áp, vì cột hạ áp treo 4 dây hoặc 8 dây (đi 2 tầng), nếu đứt một dây ngoài cùng cũng không gây mômen xoắn lớn cho cột.

Sơ đồ tính toán xoắn cho cột cuối trung áp với hai cách treo dây cho trên hình 3-3.



Hình 3-3. Sơ đồ tính toán xoắn cho cột trung áp.

Khi đứt dây ngoài cùng 3, lực kéo dây 1 (T_{d1}) gây mômen xoắn cho cột

Các lực tác động lên cột trong các sơ đồ tính toán được xác định theo các công thức sau đây:

a) Lực gió tác động lên cột

$$P_c = \frac{9,81}{16} \alpha \cdot C \cdot v^2 \cdot F, \text{ N} \quad (3-24)$$

Trong đó:

- α , C: xem chú thích ở công thức (3-6)
- với cột phẳng $C = 1,5$
- với cột tròn $C = 0,7$

b) Lực gió tác động lên dây

Lực gió tác động lên dây trong một khoảng cột dài l , tính với hướng gió thổi thẳng góc với tuyến dây.

$$P_d = \frac{9,81}{16} \alpha \cdot C \cdot v^2 \cdot d \cdot l, \text{ N} \quad (3-25)$$

c) Lực kéo của dây dẫn lên cột

Lực kéo của một dây dẫn tiết diện $F(\text{mm}^2)$ lên cột được xác định theo công thức sau:

$$T = \sigma \cdot F, \text{ N} \quad (3-26)$$

Trong đó:

$$- \sigma = \sigma_{\theta_{\min}} \text{ nếu } l < l_{th}$$

$$- \sigma = \sigma_{\theta_{\max}} \text{ nếu } l > l_{th}$$

3.2.4. Tính toán khả năng chịu uốn của cột bê tông cốt thép

Tính toán cột bê tông cốt thép thường dùng phương pháp trạng thái giới hạn, nghĩa là tính toán theo khả năng bền chắc của vật liệu.

Công thức tổng quát để kiểm tra khả năng chịu uốn với tiết diện (thường dùng tiết diện sát mặt đất) của cột bê tông cốt thép:

$$M_{tt} \leq M_{cr} \quad (3-27)$$

Trong đó:

- M_{tt} : mômen tính toán của tổng các lực tác động lên tiết diện sát mặt đất của cột.

$$M_{tt} = n \cdot M_{\Sigma} = n \cdot \sum_1^n M_i, \text{ Nm} \quad (3-28)$$

với n : hệ số quá tải (tra bảng 3.8).

- M_{cr} : Mômen uốn cho phép, đó là sức bền giới hạn chịu uốn của tiết diện sát mặt đất của cột.

Bảng 3.8. Hệ số quá tải trong chế độ bình thường và sự cố

Tải trọng lên cột và móng	n
Trong lượng cột, móng, dây và các phụ kiện	1,1
Áp lực gió lên cột	1,2
Áp lực gió lên dây	1,2
Tải trọng ngang do lực kéo của dây	1,3

- M_{Σ} : Tổng mômen ngoại lực tác động lên cột.

$$\text{Với cột trung gian: } M_{\Sigma} = M_{Pd} + M_{Pc}$$

$$\text{Với cột góc: } M_{\Sigma} = M_{Pd} + M_{Pc} + M_{Td}$$

$$\text{Với cột cuối: } M_{\Sigma} = M_{Td} + M_{Pc}$$

- M_{Pd} : Mômen do lực gió tác động lên dây gây ra.

- M_{Pc} : Mômen do lực gió tác động lên cột gây ra.

- M_{Td} : Mômen do lực kéo của dây gây ra.

Ghi chú: Các tải trọng thẳng đứng (trọng lượng cột, xà, sứ, dây, tải trọng xây lắp) bình thường không gây mômen uốn với cột, nhưng nếu quá

trình làm việc, cột bị uốn cong thì các tải trọng này cũng gây nên mômen uốn với cột. Trong trường hợp cần thiết, cần kể đến mômen uốn này, người ta lấy tăng trị số M_{tt} lên 10%.

Sau đây là cách áp dụng thực tế công thức (3-25) cho từng loại cột.

a) Cột li tâm (cột tròn)

Với cột li tâm, nhà chế tạo thường cho lực đầu cột P_{cp} , vì thế điều kiện an toàn của cột khi chịu uốn là:

$$P_{tt} = \frac{M_{tt}}{h} \leq P_{cp} \tag{3-29}$$

Trong đó:

- P_{tt} : Lực tính toán quy về đầu cột, N.
- h : Chiều cao từ đỉnh cột đến mặt đất, m.

b) Cột vuông (cột chữ H)

Để an toàn, cột vuông phải được kiểm tra với tiết diện rộng, vì bê tông không chịu kéo, chủ yếu kiểm tra độ bền chịu uốn với cốt thép. Để đảm bảo khả năng chịu mômen uốn M_{tt} , thì diện tích cốt thép ở một mặt cột phải thỏa mãn điều kiện:

$$F_a \geq \frac{M_{tt}}{mm_a R_a (h_0 - a)} = \frac{M_{tt}}{m \cdot R_{atl} (h_0 - a)} \tag{3-30a}$$

Trong đó:

- m : hệ số điều kiện làm việc của kết cấu:
 $m = 1,1$ với cột đúc tại nhà máy.
 $m = 1,0$ với cột đúc tại chỗ.
- R_{atl} : sức bền tính toán của thép, N/cm^2 , cho trong bảng (3-9)

Bảng 3.9. Sức bền tính toán của thép σ_{atl} , N/cm^2

Dạng ứng suất	CT3	CT5	25Г2С
Kéo	20.600	23.500	33.400
Nén	20.600	23.500	33.400
Cắt	16.500	16.500	26.700

Hoặc có thể tính:

$$M_{tt} \leq M_{cp} = m \cdot R_{atl} \cdot F_a (h_0 - a) \tag{3-30b}$$

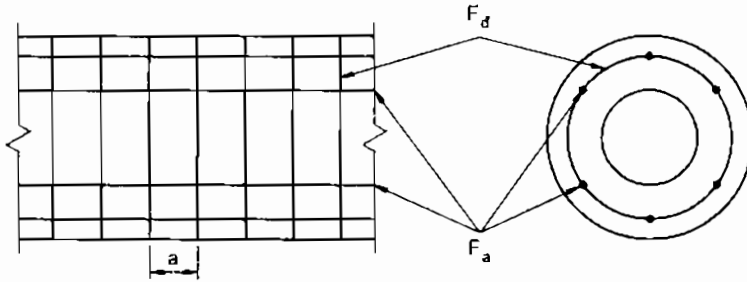
3.2.5. Kiểm tra khả năng chịu xoắn của cột bê tông cốt thép

Cột sẽ chịu mômen xoắn lớn nhất khi đứt dây ngoài cùng có khoảng cách từ dây đến cốt lớn nhất. Khi đó mômen xoắn tác động lên cột:

$$M_x = XT_d, Nm \quad (3-31)$$

Trong đó: X là khoảng cách từ điểm treo dây ngoài cùng đến cốt, m.

a) Kiểm tra xoắn cột li tâm (cột tròn)



Hình 3-4. Kết cấu thép trong cột li tâm

Công thức tính kiểm tra thép đai

$$M_x \leq 2m_a \cdot m_a \cdot R_a \cdot \frac{F_d}{a} \cdot F_l \quad (3-32)$$

Công thức tính kiểm tra thép dọc chịu xoắn (thép dọc phụ)

$$M_x \leq \frac{2mm_a \cdot R_a \cdot F_a \cdot F_l}{u_l} \quad (3-33)$$

Trong đó:

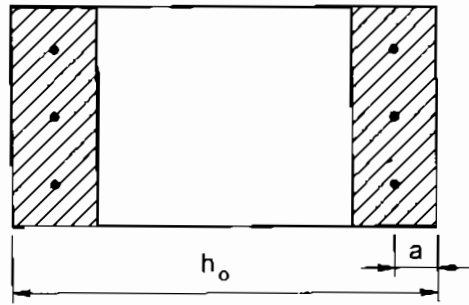
- F_d : Diện tích mặt cắt ngang 1 sợi thép đai.
- F_l : Diện tích vòng tròn thép đai.
- u_l : Chu vi vòng tròn thép đai.
- F_a : Diện tích mặt cắt ngang 1 sợi thép dọc.
- a : Khoảng cách giữa 2 sợi thép đai gần nhau.

b) Kiểm tra xoắn cột vuông

- Nếu mua cột đúc sẵn cần kiểm tra:

Công thức (3-30), (3-31) có thể dùng để tính toán.

Kiểm tra xoắn cột vuông ứng với kích thước cột vuông.



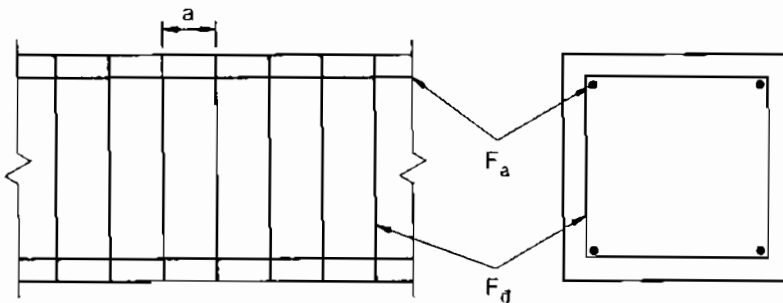
Hình 3-5. Tiết diện rỗng cột vuông

- Nếu cột đổ tại chỗ, trước hết cần kiểm tra xem có cần đặt thép dai hay không theo công thức:

$$Q + \frac{M_X}{0,4b} \leq m \cdot b \cdot h_o \cdot R_K \quad (3-34)$$

Trong đó:

- R_K : Sức bền tính toán của bê tông cốt thép
- Q : Lực cắt



Hình 3-6. Kết cấu thép chống xoắn cột vuông

Nếu theo công thức (3-32) không thỏa mãn, cần đặt thép dai và thép dọc phụ, tính theo công thức:

$$F_d = \frac{100M_X}{2mm_a R_a F_l} \quad (3-35)$$

$$F_a = \frac{U_1 M_X}{2mm_a R_a F_l}$$

Với U_1, F_c ứng với tiết diện cột vuông.

3.3. THIẾT KẾ TÍNH TOÁN KIỂM TRA MÓNG CỘT

Móng cột đường dây tải điện trong hệ thống cấp điện từ 35 kV trở xuống thường dùng hai loại: móng chống lật cho tất cả vị trí cột và móng chống nhổ cho dây néo.

Khi tính toán móng cần lấy trị số an toàn quy định cho từng loại cột ứng với chế độ làm việc khác nhau.

Bảng 3.10. Hệ số an toàn k cho móng chống lật và chống nhổ

Loại cột	Chế độ bình thường	Sự cố
Trung gian thẳng	1,5	1,3
Trung gian góc	1,8	1,5
Néo góc, neo cuối	2,0	1,8
Cột vượt	2,5	2,0

3.3.1. Móng ngắn

Phổ biến nhất là móng ngắn không cấp, chỉ trong trường hợp đặc biệt như cột vượt sông mới dùng móng có cấp.

Công thức chung để tính toán kiểm tra cả hai loại móng ngắn có cấp và không có cấp như sau:

$$kS \leq \frac{1}{F_1} (F_2 E_n + F_3 Q_0) \quad (3-36)$$

Trong đó:

$$- F_1 = 1,5 \left[\frac{H}{h} + \left(\frac{H}{h} + 1 \right) \operatorname{tg}^2 \varphi \right] + 0,5$$

$$- F_2 = (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi) \left(1 + 1,5 \frac{d}{h} \operatorname{tg} \varphi \right)$$

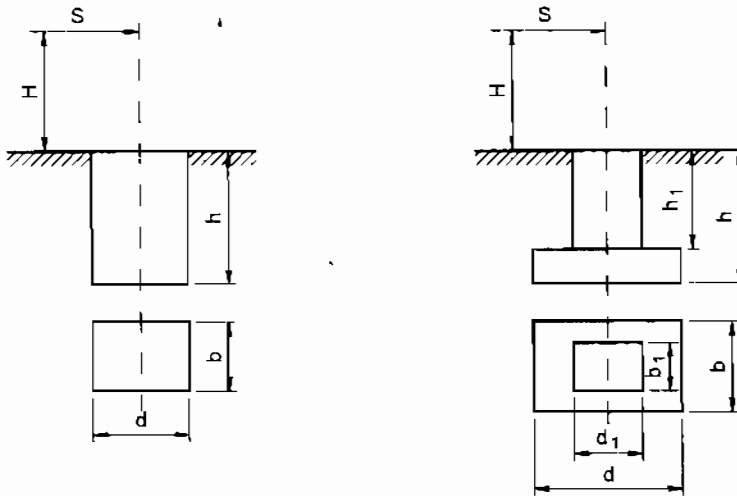
$$- F_3 = (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi) \frac{d}{h} + \operatorname{tg} \varphi$$

$$- E_n = \frac{bhk_0}{\theta(\theta + \operatorname{tg} \varphi)} [0,5\gamma h + C(1 + \theta^2)]$$

- S: Tổng lực ngang đặt lên cột.

- Q_0 : Tổng trọng lượng đặt lên nền kể cả trọng lượng móng.

- θ, θ^2, k_0, C : Tra sổ tay thiết kế cấp điện.



Hình 3.7. Móng ngắn không cấp và có cấp

Riêng với móng ngắn có cấp cần lưu ý:

- Q_n : bao gồm cả trọng lượng đất bao quanh móng.
- Để tránh sự phá hoại của đất nằm trên cấp móng, phía mặt trước móng cần thoả mãn điều kiện:

$$E_n \leq E'_n$$

Trong đó:

- E_n : sức kháng của đất mặt sau móng.
- E'_n : sức kháng của đất ở phía mặt trước móng.

$$E'_n = k_0 b_1 \left[\frac{2}{9} \gamma h^2 \phi^2 + Ch(\phi^2 - 1) \right]$$

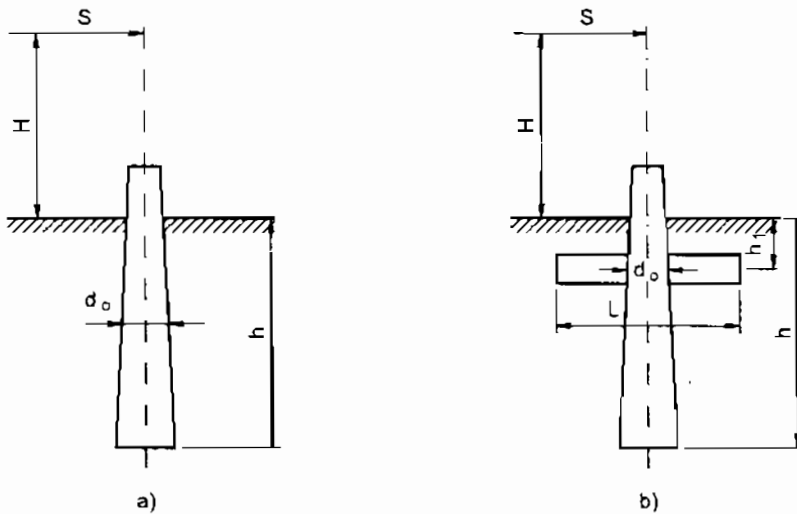
Trị số ϕ^2 , tra bảng.

3.3.2. Móng chôn sâu (không xây móng)

Móng chôn sâu cũng là móng chống lật. Thường móng chôn không có thanh ngang, đó chính là một phần cột được chôn sâu xuống đất (khoảng 1,8m ÷ 2m). Tuy nhiên, ở chỗ đất xấu hơn hoặc muốn giảm bớt độ chôn sâu có thể đặt thêm thanh ngang.

Móng chôn sâu thường được dùng ở vùng đất tốt như trung du, miền núi.

Hình 3.8 vẽ móng chân sâu có thanh ngang và không có thanh ngang.



Hình 3.8. Móng chôn sâu

a) Không có thanh ngang; b) Có thanh ngang.

a) Móng chôn sâu không thanh ngang

Công thức kiểm tra điều kiện chống lật:

$$kS \leq \frac{1}{\alpha\mu} mbh^2 \quad (3-37)$$

Trong đó:

- $\alpha = \frac{H}{h}$

- $m = \gamma \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$ với φ là góc ma sát.

- b: chiều rộng tính toán.

+ với cột tròn có đường kính trung bình, phần chôn sâu, ta có: $b = d_o \cdot k_{0g}$.

+ với cột vuông có mặt khoét b_1 , ta có:

$$b = b_1 \cdot k_{0g}$$

- k_{0g} : Tra bảng.

- S: Tổng lực ngang tác động lên cột.

- k: Hệ số an toàn.

b) Móng chôn sâu có thanh ngáng

Độ dài tính toán của thanh ngáng đảm bảo chống lật, được tính theo công thức:

$$L = \frac{A}{mh_1d_1(1+f)} + d_0 \tag{3-38}$$

Trong đó:

- $f = \tan\varphi$: Tra bảng.

- m : Tra bảng.

$$A = E(1 - 2\theta^2) + kS, \text{ với } E = \frac{mbh^2}{2}.$$

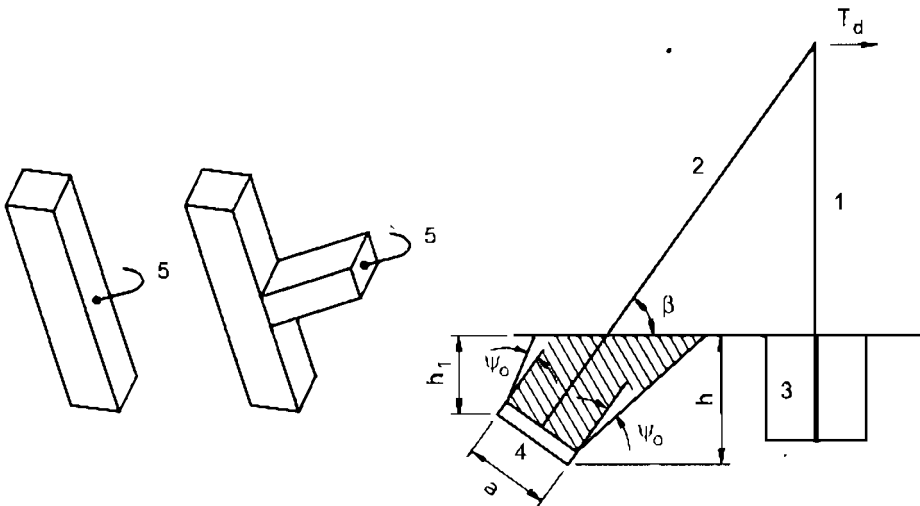
- d_1 : Đường kính hay bề rộng thanh ngáng.

- d_0 : Đường kính cột tại chỗ đặt thanh ngáng.

- θ^2 : Được xác định theo phương trình:

$$0^2 \left(1,330 - 2 \frac{h_1}{h} \right) = 0,667 \frac{h_1}{h} - \frac{kS}{Eh} (h_1 + H)$$

3.3.3. Móng chống nhỏ



Hình 3-9. Hình dáng và sự làm việc của móng neo

1. Cột điện, 2. Dây neo, 3. Móng cột, 4. Móng neo, 5. Móc buộc dây neo

Ở các đường dây từ 35 kV trở xuống, móng chống nhỏ là móng của dây néo, vì thế còn được gọi là móng néo. Móng néo thường được cấu tạo hình khối chữ nhật, hoặc khối chữ T. Sự làm việc ổn định của loại móng này chủ yếu là do trọng lượng khối đất bị lật lên và lực ma sát giữa thành móng với khối đất xung quanh.

Khả năng chống nhỏ của móng néo được tính:

a) Khi góc $\beta < 75^\circ$.

$$kT \leq \frac{1}{2} \gamma h^2 b \lambda \quad (3-39)$$

Trong đó:

- k: Hệ số an toàn.
- φ : Góc ma sát trong đất.
- λ : Sức bền thụ động của đất.

$$\lambda = \lambda'(1 - \xi^2 \eta^2) + \frac{2}{3} \frac{h}{b} \Lambda(1 - \xi^2 B)$$

$$\lambda' = \frac{\cos^2(\varphi + \beta)}{\cos\beta(\cos\beta - \sin\beta)^2}$$

các hệ số η , ξ , Λ , B . Tra sổ tay thiết kế cấp điện.

b) Khi góc $75^\circ < \beta < 90^\circ$

$$kT \leq \gamma_0 V_d + C_0 S \quad (3-40)$$

Trong đó:

- γ_0 : Trọng lượng riêng của đất đắp.
- V_d : Thể tích khối đất bị lật lên kể cả góc nghiêng ψ_0 .

$$V_d = abh + h^2(a + b + \frac{4}{3} \text{htg}\psi_0) \text{tg}\psi_0.$$

- a, b: Kích thước mặt móng.
- C_0 : Lực dính kết của đất đắp.
- S: Diện tích xung quanh khối đất bị lật lên.

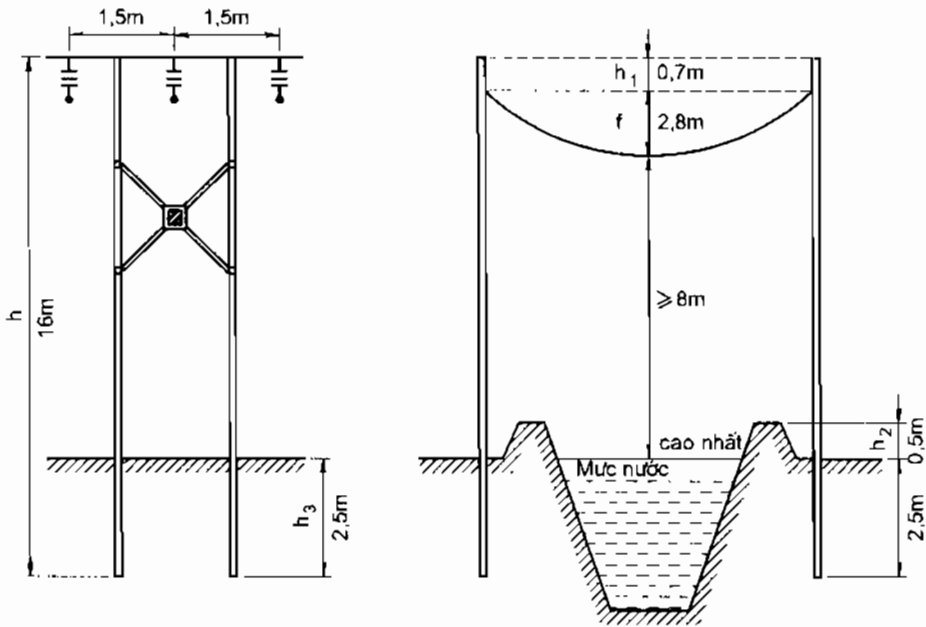
Các trị số ψ_0 , C_0 và γ_0 tra theo bảng 3.11.

Bảng 3.11. Trị số ψ_0 , C_0 và γ_0 theo γ

Loại đất	γ , kN/m ³					
	15,2			16,7		
	γ_0	ψ_0	C_0	γ_0	ψ_0	C_0
Đất cát	15,2	0,54	0,5C	16,7	0,84	0,8C
Đất sét	15,2	0,44	0,4C	16,7	0,64	0,6C

3.4. XÁC ĐỊNH CHIỀU CAO CỘT VƯỢT SÔNG

Trên tuyến đường dây 35 kV có thể có đoạn đường dây vượt qua sông với khoảng cách cột 200 m. Toàn tuyến dùng cột bê tông li tâm LT – 10, dây dẫn AC – 95. Vùng dây đi qua có tốc độ góc $v = 30$ m/s. Yêu cầu lựa chọn chiều cao cột, loại cột thích hợp cho hai cột vượt sông sao cho đảm bảo khoảng cách an toàn từ dây dẫn đến mặt nước lúc cao nhất là 8 m.



Hình 3-10. Cột vượt sông và khoảng cột vượt sông

Căn cứ vào hình vẽ 3-10 về khoảng cột vượt sông, nhận thấy chiều cao cột vượt sông cần thoả mãn:

$$h \geq h_1 + f + h_0 + b_2 + h_3 \tag{3-41}$$

Trong đó:

- f: Độ võng
- h₁: Khoảng cách từ điểm cao treo dây tới đỉnh cột, bao gồm chiều cao chuỗi sứ và khoảng cách từ xà tới đỉnh cột.
- + chiều cao chuỗi sứ gồm 4 bát × 15 cm = 60 cm
- h₁ = 0,6 + 0,1 = 0,7 m
- h₂: Chiều cao mặt đất chôn cột tới mặt đê, h₂ = 0,5 m
- h₃: Độ chôn sâu móng cột, h₃ = 2,5 m.

- h_0 : Khoảng cách từ chỗ thấp nhất của dây dẫn tới mặt đê. Mức nước sông khi cao nhất còn cách mặt đê 1 m. Vậy:

$$h_0 = 8 - 1 = 7 \text{ m.}$$

Công việc còn lại tính độ võng f cho khoảng cột vượt sông.

Trước hết cần tính các tỉ tải của dây AC – 95 theo công thức (3-4) và (3-6). Cũng có thể tra bảng nếu có bảng tra theo vùng khí hậu II, được $g_3 = 36,5 \cdot 10^{-3} \text{ N/m} \cdot \text{mm}^2$, $g_1 = 70,2 \cdot 10^{-3} \text{ N/m} \cdot \text{mm}^2$. Cũng tra bảng dây AC-95, có:

$$F_A = 95,4 \text{ mm}^2, F_c = 15,9 \text{ mm}^2, E_A = 61.800 \text{ N/mm}^2$$

$$E_c = 196.000 \text{ N/mm}^2; \alpha_A = 23 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}; \alpha_c = 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}},$$

Tính được: $a = \frac{F_A}{F_c} = 6.$

$$\alpha_0 = \frac{\alpha_c E_c + a \alpha_A E_A}{E_c + a E_A}$$

$$= \frac{12 \cdot 10^{-6} \cdot 19,6 \cdot 10^4 + 6 \cdot 23 \cdot 10^{-6} \cdot 6,18 \cdot 10^4}{19,6 \cdot 10^4 + 6 \cdot 6,18 \cdot 10^4} = 19,18 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

$$\beta_0 = \frac{1 + a}{E_c + a E_A} = \frac{1 + 6}{19,6 \cdot 10^4 + 6 \cdot 6,18 \cdot 10^4}$$

$$= 12,35 \cdot 10^{-6}, \text{ mm}^2/\text{N}$$

Tiếp tục tính ứng suất dây AC-95 theo trạng thái θ_{\min} và bão:

$$\sigma_{\text{Acđ}} = \frac{\sigma_{\text{Ađh}}}{n} = \frac{157}{2} = 78,5, \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{AC}\theta_{\min}} = [78,5 \cdot (23 \cdot 10^{-6} - 19,18 \cdot 10^{-6})(15-5)6,18 \cdot 10^4] \frac{1}{6,18 \cdot 10^4 \cdot 12,35 \cdot 10^{-6}}$$

$$= 99,76, \text{ N/mm}^2.$$

Khoảng vượt tối hạn của dây AC-95 bằng:

$$l_{\text{th}} = \sqrt{\frac{24 \alpha_A (\theta_{\text{bão}} - \theta_{\min})}{\left(\frac{g_3}{\alpha_{\text{Acđbão}}}\right)^2 - \left(\frac{g_1}{\alpha_{\text{AC}\theta_{\min}}}\right)^2}} = \sqrt{\frac{24 \cdot 6,18 \cdot 10^4 (25 - 5)}{\left(\frac{70,2}{105,94}\right)^2 - \left(\frac{36,5}{99,76}\right)^2}}$$

$$= 186,25 \text{ m.}$$

Vậy, $l > l_{\text{th}}$ là ứng suất lớn nhất trong dây dẫn xuất hiện khi có bão:

$$\sigma_{\max} = \sigma_{\text{ACb\u0103u}} = 105,94, \text{ N/mm}^2$$

Độ võng lớn nhất xuất hiện khi θ_{\max} và tốc độ gió $v = 0$ m/s. Cần tìm ứng suất tương ứng $\sigma_{\text{AC}\theta_{\max}}$ bằng cách giải phương trình trạng thái (3-11):

$$\sigma_{\text{AC}\theta_{\max}} \cdot \frac{l^2 \cdot g_1^2}{24\beta_0 \cdot \sigma_{\text{AC}\theta_{\max}}^2} = \sigma_{\text{ACb\u0103o}} - \frac{l^2 g_3^2}{24\beta_0 \sigma_{\text{ACb\u0103o}}^2} - \frac{\alpha_0}{\beta_0} (\theta_{\max} - \theta_{\min})$$

$$\sigma_{\text{AC}\theta_{\max}} \cdot \frac{200^2 \cdot 36,5 \cdot 10^{-6}}{24 \cdot 12,35 \cdot 10^{-6} \cdot \sigma_{\text{AC}\theta_{\max}}^2} = \frac{105,94 - 200^2 \cdot 70,2^2 \cdot 10^{-6}}{24 \cdot 12,35 \cdot 10^{-6} \cdot 105,94^2} - \frac{19,18 \cdot 10^{-6}}{12 \cdot 35 \cdot 10^{-6}} \quad (40-25)$$

$$\sigma_{\text{AC}\theta_{\max}}^2 (\sigma_{\text{AC}\theta_{\max}} - 23,24) = 17,98 \cdot 10^4$$

Giải ra được $\sigma_{\text{AC}\theta_{\max}} = 65,1, \text{ N/mm}^2$.

Từ đây tính được độ võng của khoảng cột vượt sông.

$$f = \frac{l^2 g_1}{8\sigma_{\text{AC}\theta_{\max}}} = \frac{200^2 \cdot 36,5^2 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 65,1} = 2,8 \text{ m}$$

Cuối cùng xác định được chiều cao tối thiểu của cột vượt:

$$h \geq 0,7 + 2,8 + 7 + 0,5 + 2,5 = 13,5 \text{ m.}$$

Chọn cột cao 16m bằng cách ghép 2 cột li tâm bê tông LT-10 với đoạn gốc LT-6 nối với nhau bằng mặt bích. Mỗi bên bờ sông đặt một cột chữ Π , ghép từ 2 cột li tâm bê tông LT-10 + LT- 6 có hệ thanh giằng giữa hai cột chữ Π để tăng độ vững và cứng của cột. Có thể đặt thêm dây néo để tăng khả năng chống lật cho cột.

3.5. KIỂM TRA KHOẢNG CÁCH CHO PHÉP TẠI ĐIỂM ĐƯỜNG DÂY ĐIỆN LỰC VƯỢT QUA ĐƯỜNG DÂY THÔNG TIN

Tuyến đường dây điện lực 10 kV sử dụng cột bê tông H8,5, chạy qua cánh đồng, cấp điện cho hai trạm biến áp 10/0,4 kV của xã. Tuyến đường dây này có điểm vượt qua đường dây thông tin quốc gia cao 5 m, cách chân cột H8,5 là 15m. Biết chiều dài khoảng cột là 80 m, độ võng $f = 0,8$ m.

Yêu cầu kiểm tra và xử lý khoảng cách an toàn cho phép giữa hai đường dây.

Đường dây 10 kV dùng sứ đứng, chiều cao treo dây lấy bằng chiều cao cột. Biết rằng, theo quy định, phải đảm bảo khoảng cách an toàn tối thiểu là 2 m tại chỗ các đường dây điện lực chéo nhau, hoặc đường dây điện lực vượt đường dây thông tin.

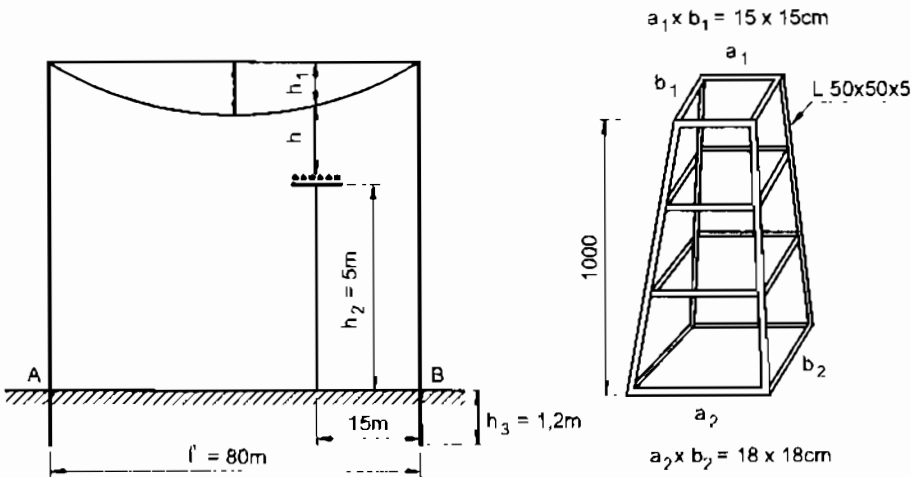
Với mặt cắt như hình 3-10, trị số h_1 được xác định như sau:

$$h_1 = \frac{4xf}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) = \frac{4 \cdot 15 \cdot 0,8}{80} \left(1 - \frac{15}{80} \right) \approx 0,5 \text{ m.}$$

Từ đây tính được khoảng cách thực tế giữa dây dẫn của đường dây 10 kV với dây dẫn đường dây thông tin.

$$h = 8,5 - 0,5 - 5 \cdot 1,2 \approx 1,8 \text{ m} < h_{cp} = 2 \text{ m}$$

Biện pháp xử lí thường dùng là chế tạo một chụp đầu cột như hình 3-11 gồm các thanh thép góc và gia cố thêm thanh giằng bằng thép dẹt. Với chiều cao chụp đầu cột 1 m, sau khi chụp lên cột với đoạn giao nhau là 0,3 m, cột cao thêm 0,7 m thoả mãn quy định an toàn. Chỉ cần làm 1 chụp đầu cột (cột B) ở gần đường dây thông tin.



Hình 3-11. Khoảng cột vượt đường dây thông tin và chụp đầu cột tự tạo

3.6. THIẾT KẾ TUYẾN ĐƯỜNG DÂY HẠ ÁP

Một tuyến đường dây cấp điện cho 1 thôn, dùng dây nhôm $\Lambda 50$ ($3 \times 50 + 1 \times 35$), 3 pha 4 dây. Trình tự thiết kế tuyến đường dây như sau:

3.6.1. Vạch tuyến đường dây

Điện từ trạm biến áp xã, đi dọc theo trụ đường làng dài 300m. Chọn khoảng cột là 40 m, toàn tuyến có 8 vị trí cột. Vị trí 1 là cột xuất tuyến, vị trí 8 là cột cuối, vị trí 4 – cột góc, các vị trí còn lại là cột trung gian. Mặt đường làng tuyến dây đi qua hoàn toàn bằng phẳng, không có đoạn đường dây nào vượt qua đê, đường giao thông hoặc đường dây thông tin (xem hình vẽ).

3.6.2. Lựa chọn cột, xà, sứ

a) Chọn cột

Toàn tuyến chọn dùng cột vuông H7,5 được chế tạo sẵn ở nhà máy, có kích thước mặt trên cùng của cột 15×15 cm, kích thước mặt đáy cột 27×36 cm, mác bê tông 300.

Dự định tại các vị trí cột xuất tuyến, cột cuối, cột góc dùng cột kép, các vị trí cột trung gian đặt cột đơn. Tổng số: 11 cột.

b) Chọn xà

Xà cột trung gian (ký hiệu X1) dài 1,1 m, làm bằng thép góc $L63 \times 63 \times 6$.

Xà cột góc, cột cuối (X2) dài 1,2 m, cũng làm bằng thép góc $L63 \times 63 \times 6$.

Kèm xà làm bằng thép góc $L50 \times 50 \times 5$.

Với các cột xuất tuyến, cột cuối, cột góc dùng xà kép, tại các cột trung gian dùng xà đơn. Tổng số: $5X1 + 6X2$.

c) Chọn sứ

Tại tất cả các vị trí cột dùng sứ A-102 do nhà máy sứ Thanh Trì sản xuất. Tổng số: 44 quả.

3.6.3. Xác định ứng suất và độ võng của dây A-50 trong khoảng cột

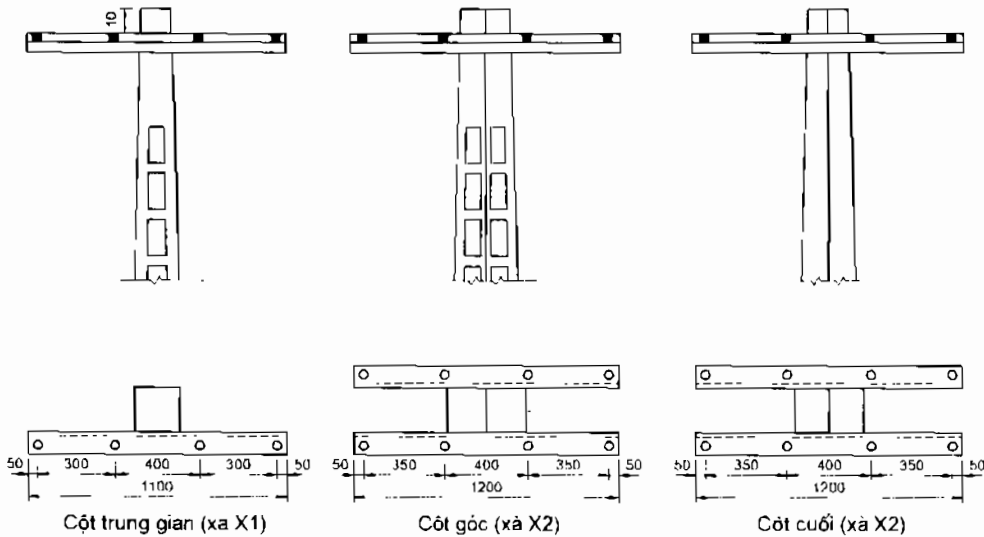
Tra bảng với dây A-50, vùng khí hậu III có $g_1 = 27,2 \cdot 10^{-3} \text{ N/m.mm}^2$; $g_2 = 115 \cdot 10^{-3} \text{ N/m.mm}^2$; $g_3 = 118 \cdot 10^{-3} \text{ N/m.mm}^2$

$$\alpha_A = 23 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}; E_A = 6,18 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$$

Khoảng vượt tới hạn:

$$l_{th} = \sigma_{ACp} \sqrt{\frac{24\alpha_A(\theta_{bao} - \theta_{min})}{g_3^2 - g_1^2}} = 78,5 \sqrt{\frac{24 \cdot 23 \cdot 10^{-6}(25 - 5)}{(118^2 - 27,2^2) \cdot 10^{-6}}} = 73,5 \text{ m}$$

Nhận thấy khoảng cột chọn $l = 40 \text{ m} < l_{th} = 73,5 \text{ m}$, ứng suất max sẽ xuất hiện trong dây khi θ_{min} .



Hình 3.12. Lắp xà trên cột tuyến dây hạ áp
(hình chiếu đứng và chiếu bằng)

$$\text{Lấy } \sigma_{\Lambda 0 \min} = \sigma_{ACP} = \frac{\sigma_{gh}}{2} = \frac{157}{2} = 78,5 \text{ N/mm}^2, \text{ và}$$

$$\beta = \frac{1}{E_A} = \frac{1}{6,18 \cdot 10^4} = 16,18 \cdot 10^{-6}.$$

Giải phương trình trạng thái xác định được ứng suất khi θ_{\max}

$$\begin{aligned} \sigma_{A\theta \max} &= \frac{40^2 \cdot 27,2^2 \cdot 10^{-6}}{24 \cdot 16 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \sigma_{A\theta \max}^2} \\ &= 78,5 - \frac{40^2 \cdot 27,2^2 \cdot 10^{-6}}{24 \cdot 16 \cdot 8 \cdot 10^{-6} 78,5^2} - \frac{23 \cdot 10^{-6}}{16,18 \cdot 10^{-6}} \quad (40-5) \\ \sigma_{A\theta \max}^2 (\sigma_{A\theta \max} - 28,26) &= 3048,37 \end{aligned}$$

Giải ra được:

$$\sigma_{A\theta \max} = 44 \text{ N/mm}^2$$

Từ đây xác định được độ võng của dây A-50, khoảng cột 40 m.

$$f = \frac{l^2 g_1}{8 \sigma_{A\theta \max}} = \frac{40^2 \cdot 27,2^2 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 44} = 0,123 \text{ m}$$

3.6.4. Kiểm tra khoảng cách an toàn từ dây dẫn tới mặt đất

$$h_0 = h - f - h_1$$

Cột chọn dùng có $h = 7,5$ m, móng chôn sâu $h_1 = 1$ m,

$$h_0 = 7,5 - 0,123 - 1 = 6,37 \text{ m} > h_{cp} = 6 \text{ m}.$$

3.6.5. Kiểm tra khả năng chịu lực (uốn) của cột trung gian

- Các tải trọng tác động lên cột:

Lực gió tác động lên cột:

$$P_c = \frac{9,81}{16} \alpha \cdot C \cdot v^2 \cdot F = \frac{9,81}{16} \cdot 0,75 \cdot 1,5 \cdot 35^2 \cdot 1,3 = 1098 \text{ N}$$

Trong đó diện tích mặt cột chịu gió (mặt đặc) có cạnh trên 15 cm, cạnh sát mặt đất 25 cm, cao 6,5 m

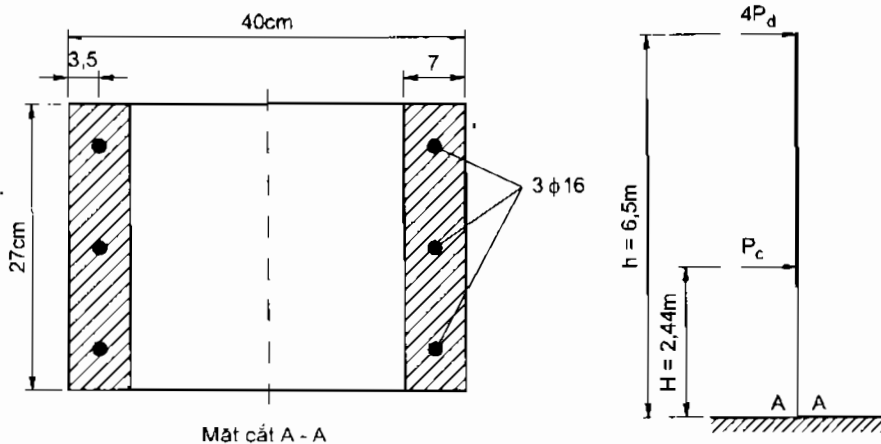
$$F = \frac{0,15 + 0,25}{2} \cdot 6,5 = 1,3 \text{ m}^2$$

Lực gió tác động lên dây:

$$P_d = g_2 \cdot l \cdot F = 115 \cdot 10^3 \cdot 40 \cdot 50 = 230 \text{ N}$$

Lực gió lên cột đặt ở trọng tâm mặt cột, xác định theo công thức:

$$H = \frac{2a_1 + a_2}{a_1 + a_2} \cdot \frac{h}{3} = \frac{2 \cdot 0,15 + 0,25}{0,15 + 0,25} \cdot \frac{6,5}{3} = 2,44 \text{ m}$$



Hình 3-13. Kiểm tra khả năng chống uốn cột trung gian

Tổng mômen uốn do ngoại lực tác động lên cột:

$$M_{II} = n \sum M_i = 1,2 [4 \cdot 230 - 6,5 + 1098 \cdot 2,44] = 10390,9 \text{ Nm}$$

Khả năng chống uốn của tiết diện cột sắt mặt đất:

$$M_{cp} = mR_{\text{an}} \cdot F_a(h_0 - a) = 1,1 \cdot 20600 \cdot 3 \cdot 2,01 (40 - 3,5) = 48\,380 \text{ Nm}$$

$M_{\text{tt}} < M_{cp}$: cột làm việc an toàn.

3.6.6. Kiểm tra khả năng chịu lực của cột góc

Có hai khả năng xảy ra tình trạng làm việc nặng nề với cột góc.

- Lực kéo dây lớn nhất (trường hợp ví dụ này là lúc θ_{min} , $v = 0$): lúc này tải trọng đặt lên cột chỉ là tổng hợp các lực kéo.

- Lực gió bão lớn nhất. Lúc này tải trọng đặt lên cột gồm lực gió lên dây, lực gió lên cột và lực kéo dây ở 25°C (không phải lớn nhất).

a) Xét trường hợp lực kéo dây lớn nhất

Vì dây tạo với trục mặt chịu lực của cột góc 60° nên lực kéo dây đặt vào cột là T_{d} . Đường dây gồm $3 \times 50 + 1 \times 35$, nên tổng lực kéo dây đặt lên đỉnh cột là:

$$T_{\text{d}} = 3\sigma_{\text{max}} \cdot 50 + 1 \cdot \sigma_{\text{max}} \cdot 35$$

$$T_{\text{d}} = 3 \cdot 78,5 \cdot 50 + 1 \cdot 78,5 \cdot 35 = 14525,5 \text{ N}$$

Mômen tính toán tác động lên tiết diện sát mặt đất của cột

$$M_{\text{tt}} = 1,3 \cdot 6,5 \cdot 14525,5 = 122736 \text{ Nm}$$

b) Xét trường hợp gió bão lớn nhất

- Lực gió tác động lên cột (2 cột)

$$P_c = 2 \cdot 1098 = 2196 \text{ N}$$

- Lực gió tác động lên dây (3 dây 50 + 1 dây 35)

$$P_d = (3g_2 F_{50} + 1g_2 F_{35}) l \cdot \sin 60^\circ$$

$$= (3 \cdot 115 \cdot 50 + 1 \cdot 138 \cdot 35) 40 \frac{\sqrt{3}}{2} = 764 \text{ N}$$

- Lực kéo của dây: cần tìm $\theta_{\text{bão}}$ ($\theta = 25^\circ$) bằng cách giải phương trình trạng thái theo $\sigma_{A\theta_{\text{min}}}$.

$$\sigma_{\text{bão}} - \frac{40^2 \cdot 115^2 \cdot 10^{-6}}{24 \cdot 16 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \sigma_{\text{bão}}^2} = 78,5 - \frac{40^2 \cdot 27,2^2 \cdot 10^{-6}}{24 \cdot 16 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \cdot 78,5^2} - \frac{23 \cdot 10^{-6}}{16 \cdot 18 \cdot 10^{-6}} \quad (25-5)$$

Giải ra được $\sigma_{\text{bão}} = 61 \text{ N/mm}^2$

Lực kéo của dây lên cột là:

$$T_{\text{d}} = 3 \cdot 61 \cdot 50 + 1 \cdot 61 \cdot 35 = 11285 \text{ N.}$$

Tổng mômen tính toán tác động lên dây là

$$M_{tt} = 1,2(2196,2,44 + 764,6,5) + 1,3 \cdot 11285 = 136806 \text{ Nm.}$$

Kết luận: với cả 2 trường hợp $M_{tt} > M_{cp} = 2.48380 = 96760 \text{ Nm}$

Có 2 biện pháp khắc phục:

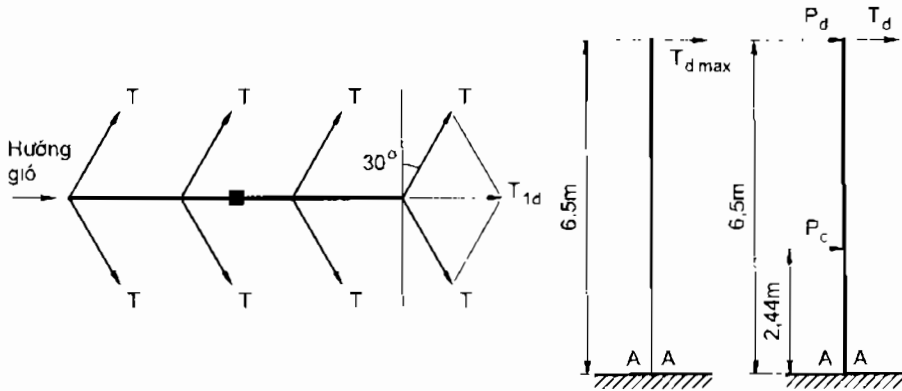
- Mua loại cột có sức bền cao chế tạo với thép 25Γ2C có $R_{all} = 33400 \text{ N/cm}^2$.

Khi đó:

$$M_{cp} = 1,1 \cdot 33400 \cdot 3,2 \cdot 0,1 (40 - 3,5) = 78445 \text{ Nm}$$

$$M_{tt} = 136806 < 2 \cdot 78445 = 156890 \text{ Nm}$$

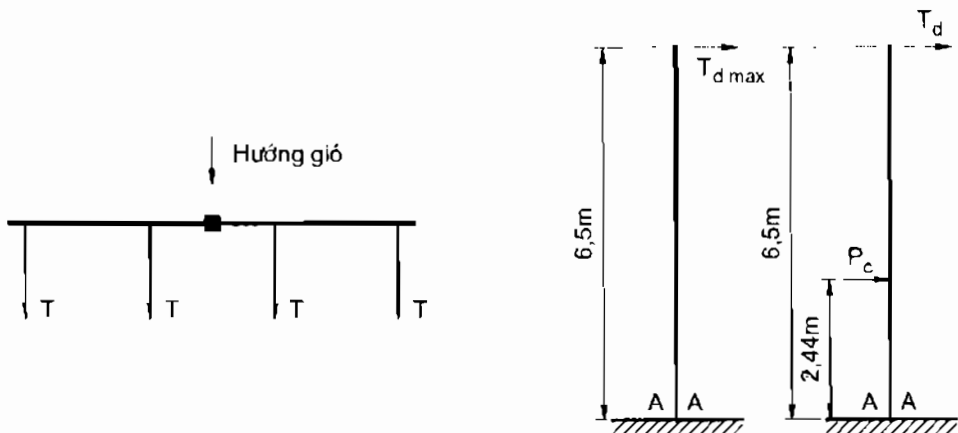
- Đặt dây neo cho vị trí cột góc nếu địa hình cho phép.



Hình 3-14. Lực kéo dây cột góc và hai trường hợp tính toán

3.6.7. Kiểm tra khả năng chịu lực của cột đầu và cuối

Cột đầu và cuối luôn chịu lực dây kéo về một phía.



Hình 3-15. Lực kéo dây cột cuối và hai trường hợp tính toán

Tương tự như với cột góc, cột cuối cũng được tính cho hai trường hợp.

a) Trường hợp lực kéo dây lớn nhất

$$\begin{aligned}T_d &= 3\sigma_{\max} \cdot F_{50} + 1\sigma_{\max} \cdot F_{15} \\ &= 3.78,5.50 + 1.78,5.35 = 14525,5 \text{ N} \\ M_{lt} &= 1,3.6,5.14525,5 = 122736 \text{ Nm}\end{aligned}$$

b) Trường hợp gió bão lớn nhất

Lúc này lấy hướng gió nguy hiểm nhất với cột cuối là thổi dọc tuyến dây ($P_d = 0$)

- Lực gió lên cột

$$P_c = 2.1098 = 2196 \text{ N}$$

- Lực kéo của dây

Ở lúc bão, $\theta = 25^\circ\text{C}$, đã tính được ở trên, $\sigma_{\text{hào}} = 61 \text{ N/mm}^2$

$$T_d = 3.61.50 + 1.61.35 = 11285 \text{ N}$$

Tổng mômen tính toán lên mặt A-A của cột

$$M_{lt} = 1,2.2196.2,44 + 1,3.11285.6,5 = 101787 \text{ Nm}$$

Như vậy $M_{lt} > M_{cp} = 2.48380 = 96760 \text{ Nm}$

Các giải pháp:

- Mua cột có sức bền cao.
- Đặt dây néo nếu địa hình cho phép.
- Rút ngắn khoảng cột làm giảm lực kéo của khoảng cột cuối.

3.6.8. Thiết kế móng cột

Để tiện thi công, tất cả các loại móng đều là móng ngắn không cấp. Toàn tuyến có 3 loại: móng trung gian, móng cột góc, móng cột cuối. Kích thước và chiều đặt cột, móng so với hướng tuyến dây cho trên hình 3-16.

a) Kiểm tra khả năng chống lật của móng cột trung gian

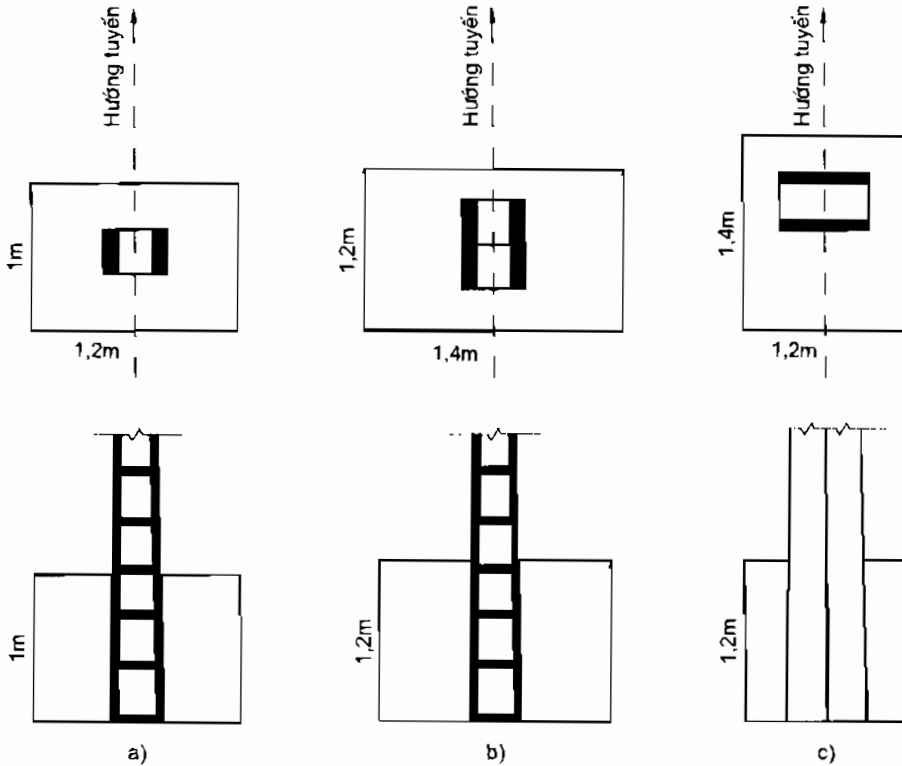
Móng ngắn được kiểm tra theo công thức (3-37)

$$kS \leq \frac{1}{F_1} (F_2 E_n + F_3 Q_0)$$

Tra bảng, có hệ số an toàn $k = 1,5$.

Với kích thước móng $1 \times 1,2 \times 1$ m, vùng đất sét pha cát ẩm tự nhiên, tính được các trị số F_1, F_2, F_3, E_n

$$F_1 = 1,5 \left[\frac{H}{h} \left(\frac{H}{h} + 1 \right) \text{tg}^2 \varphi \right] + 0,5$$



Hình 3-16. Các loại móng cột trên tuyến dây
a) Móng cột trung gian; b) Móng cột góc; c) Móng cột cuối

H là độ cao trung bình đặt các lực ngang vào cột. Đã tính được lực gió 1098 N đặt ở độ cao 2,44 m, lực gió lên dây 230 N đặt ở độ cao 6,5 m, vậy:

$$H = \frac{1098 \cdot 2,44 + 4 \cdot 230 \cdot 6,5}{1098 + 4 \cdot 230} = 4,3 \text{ m}$$

$$F_1 = 1,5 \left[\frac{4,3}{1} \left(\frac{4,3}{1} + 1 \right) 0,839^2 \right] + 0,5 = 10,68$$

$$F_2 = (1 + \text{tg}^2 \varphi) \left(1 + 1,5 \frac{d}{h} \text{tg} \varphi \right) = (1 + 0,839^2) \left(1 + 1,5 \frac{1,2}{1} 0,839 \right) = 4,27$$

$$F_3 = (1 + \text{tg}^2 \varphi) \frac{d}{h} + \text{tg} \varphi = (1 + 0,839^2) \frac{1,2}{1} + 0,839 = 2,74$$

$$E_n = \frac{bhk_0}{\theta(\theta + \operatorname{tg}\varphi)} [0,5\gamma h + C(1 - \theta^2)] =$$

$$= \frac{1.1.1,2}{0,467(0,467 + 0,839)} [0,5.14,7.1 + 0,39(1 - 0,218^2)] = 26,038$$

$$Q_0 = Q_c + Q_m + Q_d + Q_x$$

Cột 7,5 m có trọng lượng 820 kG $\rightarrow Q_c = 8,04$ kN

Móng bê tông tỷ trọng 24,5: $\rightarrow Q_m = 1.1.1,2.24,5 = 29,4$ kN

Trọng lượng dây trong khoảng cột: $Q_d = 2,72.10^{-3}.40(3.50 + 1.35) = 0,2$ kN.

Trọng lượng xà sừ:

$$Q_x = 0,3 \text{ kN.}$$

Vậy $Q_0 = 8,04 + 29,4 + 0,2 + 0,3 = 37,94$ kN.

Cuối cùng kiểm tra được khả năng chịu lật của móng cột trung gian:

$$1,5(1,098 + 0,92) < \frac{1}{10,68} (4,27.26,038 + 2,74.37,94)$$

$$3,027 < 20$$

Móng làm việc an toàn.

b) Kiểm tra móng cột góc

Móng cột góc có các kích thước $1,2 \times 1,4 \times 1$ m. Kiểm tra theo điều kiện gió bão lớn nhất.

Độ treo cao trung bình các lực

$$H = \frac{2196.2,44 + 764.6,5 + 11285.6,5}{2196 + 764 + 11285} = 5,87 \text{ m.}$$

Tương tự, tính được $F_1 = 16,65$; $F_2 = 4,73$; $F_3 = 3,22$; $E_n = 31,26$.

Vì cột kép: $Q_c = 2.8,04 = 16,08$ kN

$$Q_m = 1,2.1,4.1.24,5 = 41,16 \text{ kN}$$

$$Q_d = 0,2 \text{ kN}$$

$$Q_x = 0,5 \text{ kN}$$

$$Q_0 = 16,08 + 41,16 + 0,2 + 0,5 = 57,94 \text{ kN}$$

Cột trung gian góc $k = 1.8$.

$$1,8(2.198 + 0,764 + 11,285) > \frac{1}{16,65} (4,73.31,26 + 3,22.57,94)$$
$$25,65 > 20,1$$

Điều kiện chống lật không thoả mãn, cột làm việc không an toàn.

Tăng kích thước móng lên $1,2 \times 1,4 \times 1,2$ m, tính toán lại thấy điều kiện chống lật thoả mãn, cột làm việc an toàn.

c) Kiểm tra móng cột cuối

Tương tự như móng cột góc, móng cột cuối có kích thước $1,2 \times 1,4 \times 1,2$.

Ghi chú: Các cột góc, cột cuối chôn sâu thêm 0,2 m không vi phạm khoảng cách an toàn từ dây đến mặt đất, vì thế vẫn dùng cột H7,5 mà không cần dùng loại H8.5.

3.6.9. Tính toán nối đất cho cột đường dây hạ áp 0,4 kV

Theo hình 3-17 đường dây 0,4 kV chỉ cần 3 điểm nối đất an toàn và nối đất lặp lại ở cột số 1, số 4 và số 8. Sơ đồ tính toán nối đất (ở hình 1-16 chương 1). Công thức tính điện trở nối đất (1-77 chương 1). Theo số liệu địa chất, điện trở suất của khu vực đường dây đi qua vào mùa mưa $\rho = 0,21.10^4 \Omega\text{cm}$. Vậy điện trở suất lớn nhất vào mùa khô bằng:

$$\rho_{tt} = k_{mùa} \cdot \rho = 1,5 \cdot 0,21 \cdot 10^4 = 0,315 \cdot 10^4 \Omega\text{cm}.$$

Dự định dùng cọc nối đất bằng thép góc $1.60 \times 60 \times 6$ dài 2,5 m, mạ kẽm nhúng nóng. Điện trở nối đất của cọc bằng:

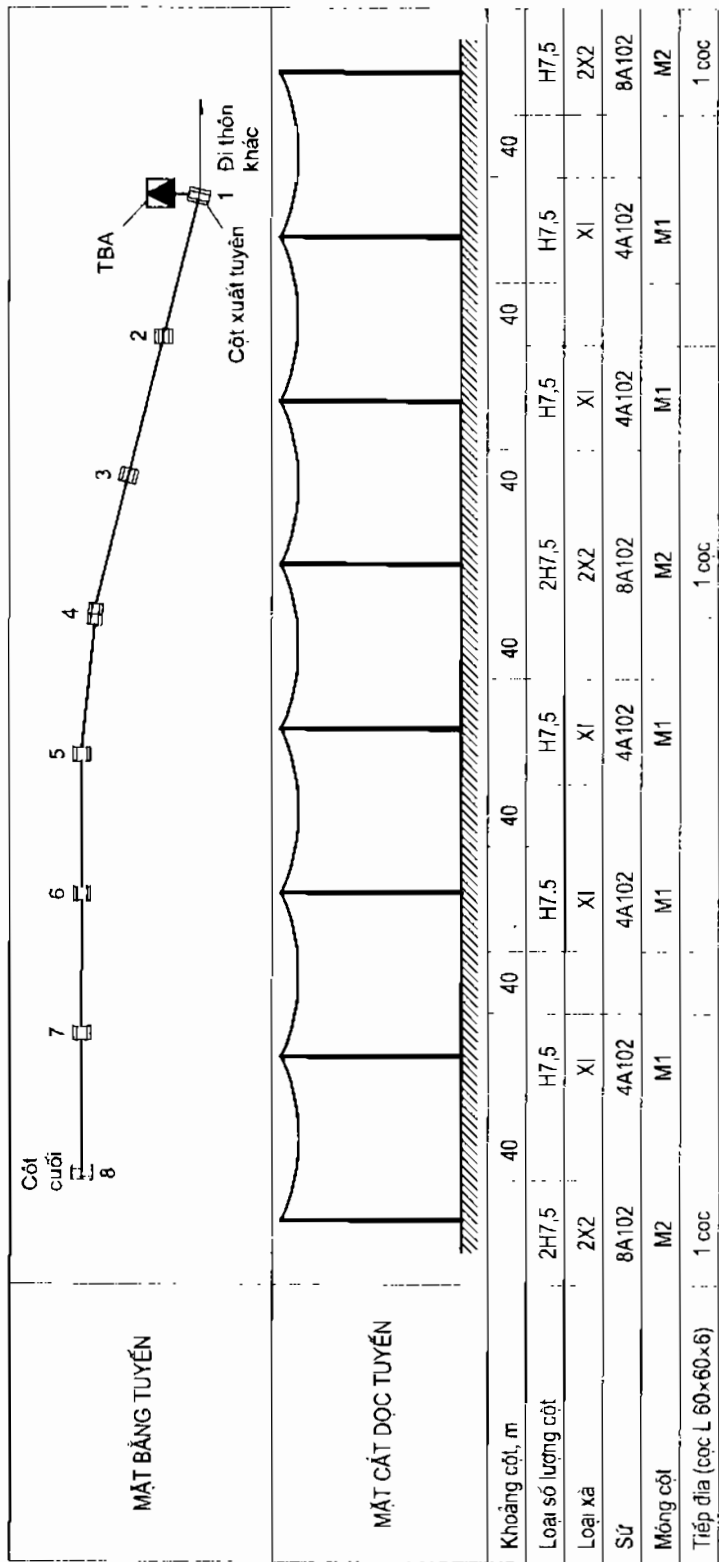
$$R_{tc} = 0,00298 \cdot \rho_{tt} = 0,00298 \cdot 0,315 \approx 9,4 \Omega$$

Theo bảng 1-13 chương 1, vùng đất có $\rho \leq 10^4 \Omega\text{cm}$ chỉ cần $R_d \leq 10 \Omega$. Vậy chỉ cần 3 cọc nối đất cho 3 cột số 1, số 4 và số 8.

Từ cọc nối đất nối lên xà bằng thép $\phi 10$ mạ kẽm nhúng nóng (để chống rỉ). Một đầu dây thép hàn điện vào cọc nối đất, đầu kia dây thép hàn con cờ để nối vào xà. Thực hiện nối đất lặp lại, dùng một đoạn dây A35 dài 0,5 m, một đầu dùng ghép nối vào dây trung tính của đường dây A35, đầu còn lại kẹp đầu cốt $\phi 35$, đầu cốt này bắt cùng với con cờ dây thép nối đất vào xà.

Đường dây hạ áp đi qua vùng dân cư, để đảm bảo an toàn, dây nối đất được luồn vào ống nhựa $\phi 16$ với độ dài ít nhất 2,5 m. Một đầu ống nhựa chôn xuống đất, đầu còn lại từ chân cột lên cao theo cột ít nhất 2 m.

Các tủ điện, hòm công tơ cũng phải thực hiện nối đất để đảm bảo an toàn cho người quản lí, vận hành và dân cư gần đó.



Hình 3-17. Mặt bằng cắt dọc tuyến dây hạ áp

3.7. THIẾT KẾ TUYẾN ĐƯỜNG DÂY TRUNG ÁP

Tuyến đường dây 10 kV, cấp điện cho xí nghiệp liên doanh lộ kép dây AC-120, đi qua cánh đồng màu vùng ngoại ô phía Bắc Hà Nội.

Trình tự thiết kế như sau:

3.7.1. Các số liệu về dây AC-120 phục vụ cho tính toán

Bảng 3.12. Tải của dây AC-120

Mã dây	F_A, mm^2	F_C, mm^2	$g_1, \text{N/m.mm}^2$	$g_2, \text{N/m.mm}^2$	$g_3, \text{N/m.mm}^2$
AC-120	115	22	34,9	68,2	76,6

Bảng 3.13. Đặc tính cơ lí của dây AC-120

Vật liệu	$\sigma_{gh}, \text{N/mm}^2$	$E, \text{N/mm}^2$	$\alpha, \frac{1}{^\circ\text{C}}$	$\beta = \frac{1}{E}$
A	152	$61,6 \cdot 10^3$	$23 \cdot 10^{-6}$	$16,23 \cdot 10^{-6}$
C	1175	$196 \cdot 10^3$	$12 \cdot 10^{-6}$	$5,1 \cdot 10^{-6}$

3.7.2. Lựa chọn các phần tử của đường dây

a) *Chọn khoảng cột:* $l = 100 \text{ m}$

b) *Chọn cột:* Dự định cho 2 lộ dây đi trên một cột, dây dẫn 3 pha đặt trên 3 xà cách nhau 1 m (hình 3-18), cột chôn sâu 2 m. Vì thế chọn dùng cột li tâm cao 12 m (LT12). Tại các vị trí trung gian đặt một cột LT12B, tại vị trí đầu và cuối tuyến dây đặt 2 cột LT12C.

Cột mua tại xí nghiệp bê tông li tâm Đông Anh có các thông số cho theo bảng.

Bảng 3.14. Thông số kĩ thuật của cột li tâm LT12

Loại	Quy cách $D_1/D_2-H, \text{mm}$	Mác bê tông	V, m^3	M, KG	Lực đầu cột $P_{\text{cột}}, \text{KG}$
LT12B	190/330-12000	400	0,44	1200	720
LT12C	190/330-12000	400	0,44	1200	900

c) *Chọn xà, sứ*

Các cột trung gian dùng xà đơn X1

Cột đầu cuối dùng xà kép X2

Xà làm bằng thép góc $L73 \times 73 \times 7$, dài 2 m.

Kèm xà và chống xà dùng thép góc $L60 \times 60 \times 6$.

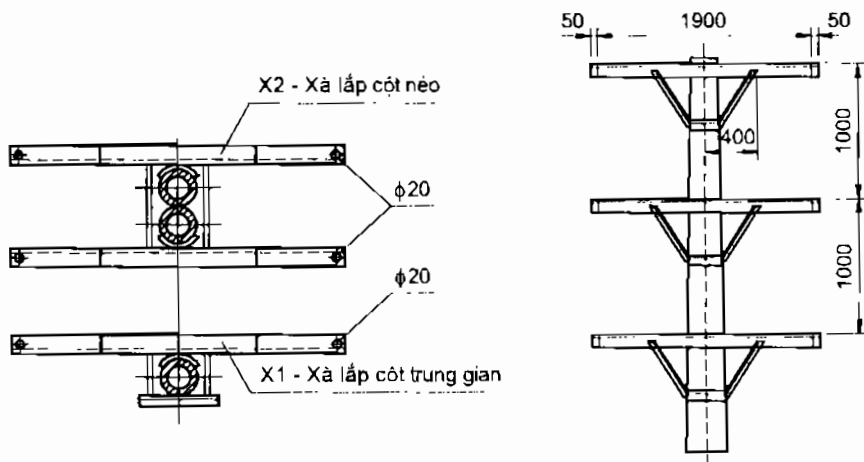
Chọn dùng sứ đứng thủy tinh do xí nghiệp thủy tinh cách điện Hải Phòng sản xuất.

d) Chọn móng cột

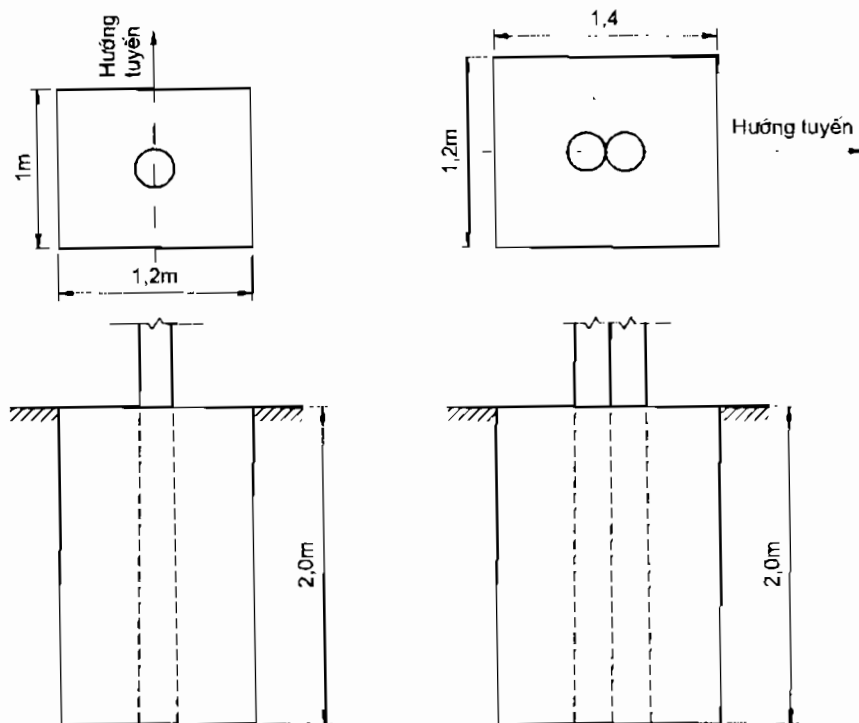
Chọn dùng móng không cấp.

Với cột trung gian móng có kích thước $1 \times 1,2 \times 2$ m.

Với cột đầu, cuối móng có kích thước $1,2 \times 1,4 \times 2$ m.



Hình 3-18. Xà X1, X2 trên cột



Hình 3-19. Móng cột LT12 cho cột trung gian và cột cuối

3.7.3. Tính ứng suất và độ võng

Từ các thông số trong bảng đặc tính của dây AC-120, tính được theo các công thức (3-14) ÷ (3-19):

$$a = 5,23, \alpha_{AC} = 18,84 \cdot 10^{-6}, E_{AC} = 83,17 \cdot 10^3$$

Với $\sigma_{ACp} = \frac{\sigma_{gh}}{2} = 76 \text{ N/mm}^2$ xác định được ứng suất dây AC tại θ_{\min} và v_{\max} .

$$\sigma_{AC\theta_{\min}} = 99,14 \text{ N/mm}^2, \sigma_{AC\text{hài}} = 106,6 \text{ N/mm}^2$$

Khoảng vượt tới hạn

$$l_{th} = \sqrt{\frac{24,23 \cdot 10^{-6} (25 - 5)}{\left(\frac{76,6 \cdot 10^{-6}}{106,6}\right)^2 - \left(\frac{34,9 \cdot 10^{-3}}{99,14}\right)^2}} = 167 \text{ m}$$

Với khoảng cột của tuyến dây thiết kế $l = 100 \text{ m} < l_{th}$, ứng suất trong dây dẫn sẽ xuất hiện khi θ_{\min} .

Giải phương trình trạng thái (3.11) với:

- Trạng thái m: $g_m = g_1, \sigma_{ACm} = \sigma_{AC\theta_{\min}}, \theta_m = 5^\circ\text{C}$

- Trạng thái n: $g_n = g_1, \sigma_{ACn}$ cần tìm, $\theta_n = 40^\circ\text{C}$

tìm được $\sigma_{AC\theta_{\max}} = 54,22 \text{ N/mm}^2$

Từ đây xác định được độ võng

$$f = \frac{l^2 g_1}{8 \sigma_{AC\theta_{\max}}} = \frac{100^2 \cdot 34,9 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 54,22} = 0,8 \text{ m}$$

3.7.4. Kiểm tra khoảng cách an toàn

Điều kiện kiểm tra

$$h_0 = h - f - h_1 - h_2 \geq h_{cp}$$

h - chiều cao cột, $h = 12 \text{ m}$

f - độ võng, $f = 0,8 \text{ m}$

h_1 - khoảng cách từ điểm treo dây trên xà dưới cùng đến đỉnh cột $h_1 = 2 \text{ m}$

h_2 - độ sâu chôn cột, $h_2 = 2 \text{ m}$

$$h_0 = 12 - 0,8 - 2 - 2 = 7,2 \text{ m} > 6 \text{ m}$$

Vậy đảm bảo điều kiện an toàn.

3.7.5. Kiểm tra uốn cột trung gian

Cột trung gian khi làm việc chịu lực gió bão tác động lên thân cột và tác động lên 6 dây AC-120 trong khoảng cột.

Tải trọng gió lên cột:

$$P_c = \frac{9,81}{16} \alpha \cdot C \cdot v^2 \cdot F = \frac{9,81}{16} 0,7 \cdot 0,7 \cdot 35^2 \cdot 2,6 = 956,87 \text{ N}$$

trong đó:

F - diện tích mặt cột chịu gió

$$F = \frac{d_1 + d_2}{2} (h - h_2) = \frac{190 + 330}{2} \cdot 10 = 2,6 \text{ m}^2$$

Tải trọng gió lên một dây:

$$P_{1d} = g_2 \cdot F \cdot l = 68 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 120 \cdot 100 = 818,4 \text{ N}$$

Lực gió lên dây đặt vào cột ở các độ cao 10 m, 9 m và 8 m

Lực gió đặt vào cột ở độ cao

$$H = \frac{2d_1 + d_2}{d_1 + d_2} \cdot \frac{h}{3} = \frac{2 \cdot 190 + 330}{190 + 330} \cdot \frac{10}{3} = 4,55 \text{ m}$$

Tổng mômen tác động lên tiết diện cột sát đất

$$M_{tt} = n [\Sigma M_i + 10\% \Sigma M_i]$$

$$\Sigma M_i = 2 \cdot 818,4 \cdot (10 + 9 + 8) + 956,87 \cdot 4,55 = 48547,3 \text{ Nm}$$

$$M_{tt} = 1,2 [48547,3 + 0,1 \cdot 48547,3] = 64082,4 \text{ Nm}$$

Quy đổi mômen tính toán về lực đầu cột

$$P_{tt} = \frac{M_{tt}}{h} = \frac{64082,4}{10} = 6408,24 \text{ N} = 653,23 \text{ kG}$$

$$P_{tt} = 653,23 < P_{cp} = 720 \text{ kG}; \text{ cột làm việc an toàn}$$

3.7.6. Kiểm tra uốn cột cuối

Cột cuối luôn bị kéo về một phía bởi sức kéo của dây. Lực kéo một dây là:

$$T = \sigma_{AC0_{\min}} \cdot F_{AC} = 99,14 \cdot 137 = 13582,18 \text{ N}$$

Mômen tính toán tổng đặt lên tiết diện cột sát mặt đất:

$$M_{tt} = n[2Th_1 + 2Th_2 + 2Th_3]$$

$$M_{tt} = 1,3[2.13582,18 (10 + 9 + 8)] = 953469 \text{ Nm}$$

Lực tính toán quy về đầu cột là

$$P_{tt} = \frac{M_{tt}}{h} = \frac{953469}{10} = 95346 \text{ N} = 9719,2 \text{ kG}$$

Cột cuối dùng 2 cột LT12C có lực đầu cột cho phép 900 kG.

Vậy $P_{tt} = 9719 > P_{cp} = 2.900 = 1800 \text{ kG}$.

Cột làm việc không an toàn. Do điều kiện đất đai, cho phép quyết định đặt cho cột cuối 2 dây neo.

3.7.7. Kiểm tra móng cột trung gian

Công thức kiểm tra

$$k.S \leq \frac{1}{F_1} (F_2.E_n + F_3.Q_0)$$

Với hệ số an toàn cột trung gian $k = 1,5$

Tổng lực ngang tác động lên cột

$$S = 6.818,4 + 956,87 = 5,87 \text{ kN}$$

Với đất sét pha cát ẩm tự nhiên tính được:

$$F_1 = 12,03; F_2 = 2,98; F_3 = 1,86; E_n = 60,55$$

Tính Q_0 :

Trọng lượng cột: $Q_c = 0,44.24,5 = 10,78 \text{ kN}$

Trọng lượng móng $Q_m = 1 \cdot 1,2 \cdot 2 \cdot 24,5 = 58,8 \text{ kN}$

Trọng lượng dây: $Q_D = 34,9 \cdot 10^{-3} \cdot 100 (3.120) = 0,896 \text{ kN}$

Trọng lượng xà, sứ: $Q_x = 0,5 \text{ kN}$

$$Q_0 = 10,78 + 58,8 + 0,896 + 0,5 = 70,98 \text{ kN}$$

Vậy:

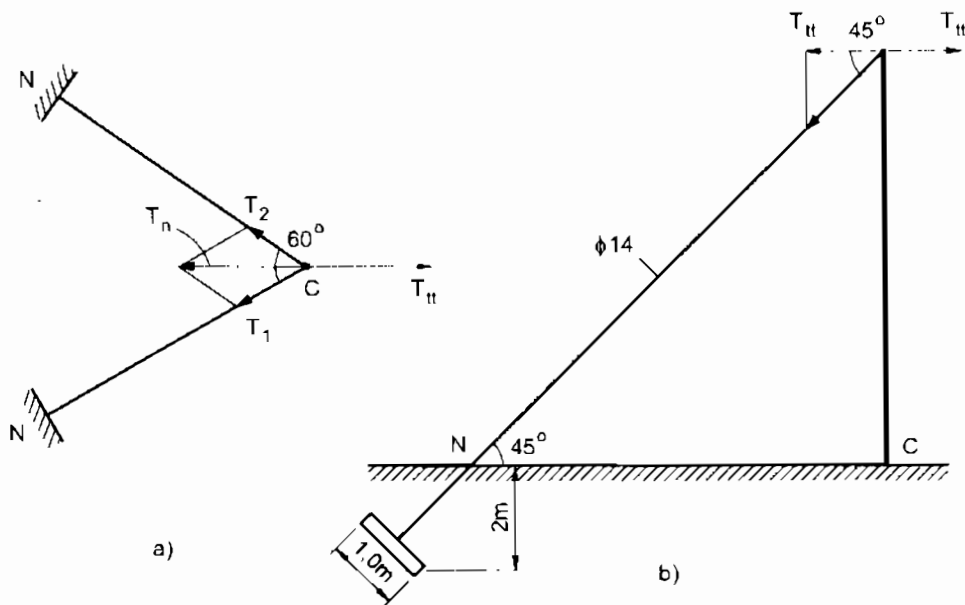
$$1,5 \cdot 5,87 < \frac{1}{12,03} (2,98 \cdot 60,55 + 1,86 \cdot 70,98)$$

$$8,805 < 22,6.$$

3.7.8. Thiết kế móng dây néo

Móng dây néo được chế tạo bằng bê tông cốt thép mác 200 có kích thước $1,0 \times 1,5 \times 0,3$ m, chôn sâu 2 m.

Dây néo làm bằng dây thép bền có $\sigma_{ph} = 685 \text{ N/mm}^2$, cỡ $\phi 14$. Cột được giữ bằng 2 dây néo, các dây néo làm với mặt đất góc 45° và tạo với nhau góc 60° .



Hình 3-20. Bố trí dây néo cho cột cuối

a) Hình chiếu bằng; b) Hình chiếu đứng.

a) Phân bố lực trên dây néo

Phân trên đã tính được lực đầu cột cuối $P_{tt} = 95346 \text{ N}$

Khả năng chống uốn của cột kép $P_{cp} = 18000 \text{ N}$

Vậy hai dây néo còn phải chịu lực

$$T_{tt} = P_{tt} - P_{cp} = 77346 \text{ N}$$

Chiếu xuống mặt phẳng hai dây néo (góc 45°) có

$$T_n = 77346 \cdot \sqrt{2} = 108284 \text{ N}$$

Mỗi dây néo chịu một lực kéo là: $T_1 = T_2 = 108284 / \sqrt{3} = 59445 \text{ N}$

b) Kiểm tra khả năng chống nhổ của móng

$$k \cdot T \leq \frac{1}{2} \gamma h^2 b \lambda$$

Với móng cuối, $k = 2$; $T = 59,445 \text{ kN}$

Tra bảng với đất sét pha cát ẩm tự nhiên được:

$\varphi = 40^\circ$; $\eta = 0,504$; $A = 1,704$; $B = 0,587$; $\gamma = 14,7$ từ $d/h = \frac{1}{2} = 0,5$; tra

ra $\xi = 0,62$.

Tính được:

$$\lambda' = \frac{\cos^2(\beta + \varphi)}{\cos \beta (\cos \beta - \sin \varphi)^2} = \frac{\cos^2 85}{\cos 45 (\cos 45 - \sin 40)^2} = 2,17$$

$$\lambda = \lambda' (1 - \xi^2 \eta^2) + \frac{2}{3} \frac{h}{b} A (1 - \xi^2 B)$$

$$\lambda = 2,17 (1 - 0,62^2 \cdot 0,504^2) + \frac{2}{3} \frac{2}{1,5} \cdot 1,704 (1 - 0,62^2 \cdot 0,587)$$

$$\lambda = 3,1$$

Vậy:

$$2 \cdot 59,445 < \frac{1}{2} \cdot 14,7 \cdot 2^2 \cdot 1,5 \cdot 3,1$$

$$118,89 < 136,71$$

Vậy móng néo làm việc an toàn.

c) Kiểm tra khả năng chịu kéo của dây néo $\varnothing 14$

Khả năng chịu kéo của dây thép bền $\varnothing 14$ là

$$T_{\text{gh}} = F \cdot \sigma_{\text{gh}} = \pi \left(\frac{14}{2} \right)^2 \cdot 685 = 104,05 \text{ kN}$$

$$T_{\text{gh}} = 104,05 > T_u = 59,445$$

Chọn thép bền $\varnothing 14$ làm dây néo là thoả mãn.

3.7.9. Kiểm tra móng cột cuối

Các dây néo chịu phần lớn lực kéo, vì móng cột cuối làm việc rất nhẹ nhàng, không cần kiểm tra chống lật.

3.7.10. Tính nối đất cho cột đường dây trung áp

Các cột đường dây trung áp (≥ 6 kV) đều phải nối đất tất cả các cột. Điện trở nối đất tính toán tương tự như cột đường dây hạ áp. Theo bảng 1-13 chương 1, vùng đất đường dây thiết kế đi qua có $\rho \leq 10^4 \Omega \text{ cm}$, chỉ cần $R_d \leq 10 \Omega$. Vì vậy mỗi cột chỉ cần 1 cọc nối đất có kích thước L $60 \times 60 \times 6$, dài 2,5m, mạ kẽm nhúng nóng. Từ cọc nối đất nối lên xà bằng dây thép $\phi 10$ cũng mạ kẽm nhúng nóng để chống gỉ. Một đầu dây thép được hàn điện vào cọc nối đất, đầu còn lại hàn 3 con cờ nối vào 3 xà ở trên cột bằng ốc vít.

3.8. THIẾT KẾ TRẠM BIẾN ÁP

Trạm biến áp thường có mấy dạng kết cấu như sau: trạm treo, trạm bệt, trạm kín, trạm trọn bộ. Cần căn cứ vào điều kiện đất đai, môi trường, mỹ quan, kinh phí v.v... để lựa chọn kiểu trạm thích hợp cho từng công trình, từng đối tượng khách hàng.

3.8.1. Trạm trọn bộ

Trạm trọn bộ là trạm đã chế tạo, lắp đặt sẵn toàn bộ các phần tử của trạm (biến áp, thiết bị cao áp, hạ áp), tất cả được đặt trong một container kín có ngăn chia thành 3 khoang (khoang biến áp, khoang cao áp, khoang hạ áp). Container được chế tạo đặc biệt chịu được mọi thời tiết, chịu được va đập. Nóc là mái che mưa nắng, đáy làm bằng bê tông đặc biệt chịu được ẩm ướt, có khả năng chống thấm cao. Các khoang cũng được bố trí linh hoạt vị trí lẫn kích thước để có thể sử dụng thích hợp trong điều kiện chỗ đặt rộng hẹp khác nhau. Các trạm biến áp trọn bộ được chế tạo điện áp từ 7,2 kV đến 24 kV, máy biến áp từ 1000 kVA trở xuống, với thiết bị cao, hạ áp đa dạng. Người đặt hàng chỉ cần gửi cho nhà chế tạo (trực tiếp hoặc thông qua các đại lý) sơ đồ nguyên lý trạm cùng các yêu cầu kỹ thuật chi tiết là có thể nhận được một trạm trọn bộ như ý.

Cũng có thể mua một trạm trọn bộ không có máy biến áp, sau đó mua máy biến áp khác đặt vào. Cũng lưu ý là nhà chế tạo đã lắp đặt sẵn bộ phận chờ đấu vào hệ thống tiếp địa. Khách hàng (người thiết kế) phải thực hiện một hệ thống tiếp địa như với mọi loại trạm khác ($R_d \leq 4 \Omega$) cho trạm trọn bộ này.

Trạm trọn bộ an toàn, chắc chắn, gọn nhẹ, thiết bị cao áp được cách điện bằng SF₆ không cần bảo trì. Trạm này dùng thích hợp cho khách hàng có vốn đầu tư cao, điều kiện đất đai chật hẹp và yêu cầu cao về mỹ quan (như các đại sứ quán, khách sạn sang trọng, khu văn phòng đại diện, nhà khách Chính phủ v.v...).

Trạm trọn bộ có thể mua của hãng SIEMENS, ABB và các hãng khác. Sau đây giới thiệu vài loại kiểu trạm chọn bộ của SIEMENS. Các trạm trọn bộ của SIEMENS có các thông số kỹ thuật chung như sau:

Điện áp cao áp: 7,2 kV, 12 kV, 15 kV, 17,5 kV, 24 kV

Đầu cáp ra có dòng định mức: 400 - 630 A

Dòng định mức phía cao áp 200 A

Nhiệt độ môi trường đặt trạm: từ -30°C đến +55°C

Bố trí các khoang và kích thước, trọng lượng các trạm biến áp trọn bộ của SIEMENS cho trong bảng.

3.8.2. Trạm treo


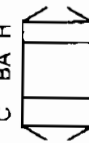
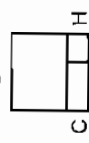

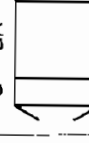
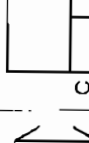
Trạm biến áp treo là kiểu trạm toàn bộ các thiết bị cao, hạ áp và máy biến áp được đặt trên cột. Riêng tủ hạ áp có thể đặt trên cột, cạnh máy biến áp, cũng có thể đặt trong buồng phân phối xây dưới đất, tùy theo điều kiện bảo vệ an toàn, điều kiện đất đai và yêu cầu của khách hàng. Trạm biến áp treo có ưu điểm là tiết kiệm đất nên thường được dùng cho các trạm công cộng đô thị, trạm biến áp cơ quan. Tuy nhiên, về lâu dài, loại trạm này cùng với đường dây trên không sẽ làm mất mỹ quan đô thị.

Có thể tham khảo kết cấu và kích thước một trạm treo trên hình 3-21. Hiện nay, để đảm bảo an toàn, chỉ cho phép dùng trạm treo cho cỡ máy biến áp 250 - 35/0,4 kV và 400 - 10(6)/0,4 kV trở xuống.

3.8.3. Trạm bệt (còn gọi là trạm cột)

Trạm biến áp kiểu bệt (hay cột) thường được dùng phổ biến ở nông thôn hoặc cơ quan, những nơi có điều kiện đất đai cho phép. Với trạm này các thiết bị cao áp đặt trên cột, máy biến áp đặt trên bệ xi măng dưới đất, tủ phân phối hạ áp đặt trong nhà xây mái bằng. Xung quanh trạm xây tường cao 2m (tường có thể xây đôi hoặc xây con kiến bổ trụ) có cửa sắt, có khoá chắc chắn. Nhà phân phối phải có mái dốc 3% để thoát nước, cửa ra vào có khoá và kín, phải làm cửa thông gió, phía trong có đặt lưới mắt cáo để đề phòng chim, chuột, rắn (xem hình 3-22).

Bảng 3.15. Một số trạm biến áp trọn bộ của SIEMENS

Kiểu trạm	8FB10	8FB11	8FB12	8FB15	FB16	8FB17
Bố trí các khoang và cửa tủ						
Công suất, kVA	630	630	630	1000	1000	1000
Kích thước, mm						
Dài	3290	2570	2100	3860	3120	2350
Rộng	1300	2100	2100	1550	2300	2300
Cao	1650	1650	1650	1700	1700	1700
Trọng lượng, KG	2280	2530	2400	3400	3800	3600

3.8.4. Trạm kín (trạm trong nhà, trạm xây)

Trạm biến áp kiểu kín (trong nhà) được dùng ở những nơi cần an toàn, những nơi nhiều khói bụi, hơi hoá chất ăn mòn v.v... Trạm thường được bố trí thành 3 phòng: phòng cao áp đặt các thiết bị cao áp, phòng máy biến áp và phòng hạ áp đặt thiết bị phân phối hạ áp. Cũng có thể chỉ gồm 2 phòng, trong đó máy biến áp và thiết bị cao áp đặt chung một phòng có lưới ngăn. Với trạm 2 máy biến áp có thể bố trí 3-4 phòng. Nếu đặt chung 2 BA một phòng thì tiết kiệm được tường xây nhưng sẽ nguy hiểm khi một máy xảy ra cháy nổ. Đặt mỗi máy một phòng sẽ tốn kém hơn nhưng mức độ an toàn cao hơn. Cũng cần tùy theo tuyến vào là cáp hay đường dây trên không để bố trí cho thích hợp.

Với trạm này cần xây hố dầu sự cố dưới bệ máy biến áp, cần đặt cửa thông gió cho phòng máy và các phòng cao, hạ áp (có che lưới mắt cáo) cửa ra vào phải có khoá chắc chắn và kín để phòng chim, rắn, chuột.

Có thể tham khảo vài kết cấu trạm kín 1, 2 máy biến áp trên các hình 3-23, 3-24, 3-25.

3.8.5. Thiết kế hệ thống nối đất cho trạm

Tất cả các trạm biến áp của hệ thống cấp điện đều phải có hệ thống nối đất với $R_d \leq 4 \Omega$. Trong phần này thiết kế hệ thống nối đất cho trạm bệt đặt ở nông thôn có kích thước 6×9 m (hình 3-23). Biết $\rho = 0,4 \cdot 10^4 \Omega\text{cm}$. Cọc tiếp địa dùng thép góc L60 \times 60 \times 6, dài 2,5m, mạ kẽm nhúng nóng.

Điện trở suất tính toán của cọc bằng:

$$\rho_{tt} = k_{m\ddot{a}} \rho = 1,5 \cdot 0,4 \cdot 10^4 = 0,6 \cdot 10^4 \Omega\text{cm}.$$

Điện trở của 1 cọc nối đất bằng:

$$R_{1c} = 0,00298 \cdot \rho_{tt} = 0,00298 \cdot 0,6 \cdot 10^4 = 17,88 \Omega.$$

Sơ bộ xác định số cọc:

$$n = \frac{R_{1c}}{\eta_c \cdot R_{yc}} = \frac{17,88}{0,8 \cdot 4} = 5,58 \text{ cọc}.$$

Lấy tròn 6 cọc, trong đó $\eta_c = 0,8$ (tra bảng). Mạch vòng nối đất chôn bên trong tường trạm có chu vi $(5 + 6) \cdot 2 = 22$ m. Thép dẹt 40 \times 4 mạ kẽm nhúng nóng, chôn ở độ sâu 80 cm.

Điện trở suất tính toán của thanh chôn sâu 80 cm bằng:

$$\rho_{tt} = k_c k_{m\ddot{a}} \rho = 3 \cdot 1,5 \cdot 0,4 \cdot 10^4 = 1,8 \cdot 10^4 \Omega\text{cm}$$

Tra bảng B. 11-15 có $k_1 = 3$.

Điện trở thanh nối đất bằng:

$$R_T = \frac{0,366 \rho_{ttT}}{l} \lg \left(\frac{2l^2}{b.t} \right)$$
$$R_T = \frac{0,366 \cdot 1,8 \cdot 10^4}{2200} \cdot \lg \left(\frac{2 \cdot 2200^2}{4 \cdot 80} \right) = 13,4 \Omega$$

Tra bảng tìm $\eta_T = 0,45$, từ đây xác định được điện trở nối đất thực tế của thanh:

$$R'_T = \frac{R_T}{\eta_T} = \frac{13,4}{0,45} = 29,77 \Omega$$

Điện trở nối đất cần thiết của toàn bộ n cọc bằng:

$$R_c = \frac{4R'_T}{R'_T - 4} = \frac{4 \cdot 29,77}{29,77 - 4} = 4,6 \Omega$$

Số cọc cần phải đóng là:

$$n = \frac{R_{lc}}{\eta_c \cdot R_c} = \frac{17,34}{0,8 \cdot 4,6} = 4,7 \text{ cọc}$$

Tóm lại, thiết kế hệ thống nối đất cho trạm như sau: dùng 6 cọc thép góc L 60 × 60 × 6, dài 2,5 m chôn thành mạch vòng 22 m, nối với nhau bằng thanh thép dẹt 4 × 40 đặt cách mặt đất 0,8 m (xem hình 1-15 chương 1)

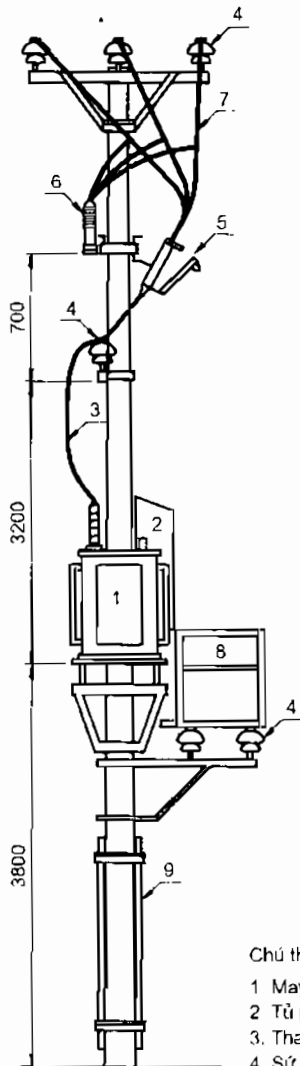
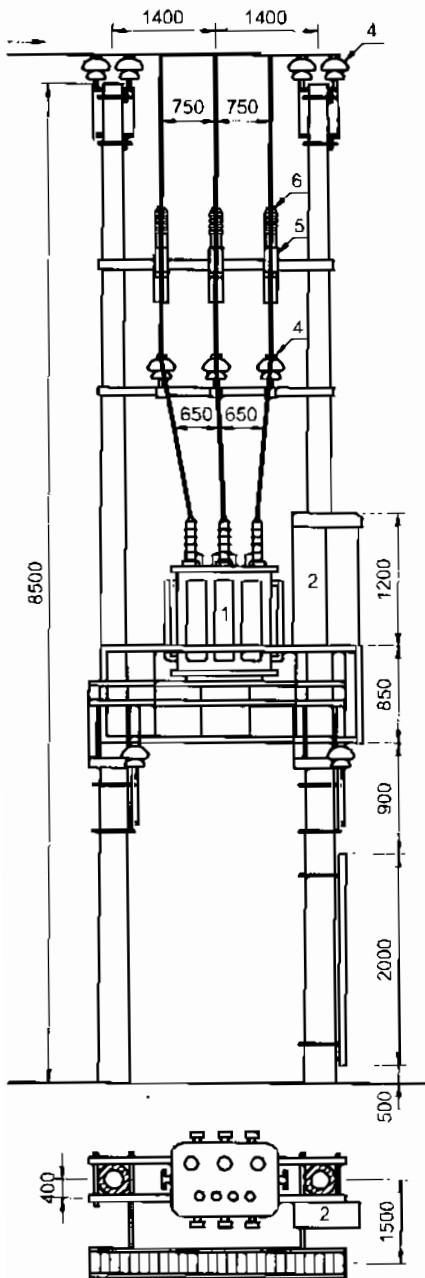
Điện trở nối đất thực tế của hệ thống $R_d < 4\Omega$.

Cách nối các thiết bị của trạm biến áp vào hệ thống tiếp địa như sau:
Từ hệ thống tiếp địa làm sẵn 3 đầu nối (còn gọi là con bài).

- Trung tính MBA phía 0,4 kV nối với con bài 1 bằng dây đồng mềm M-95.

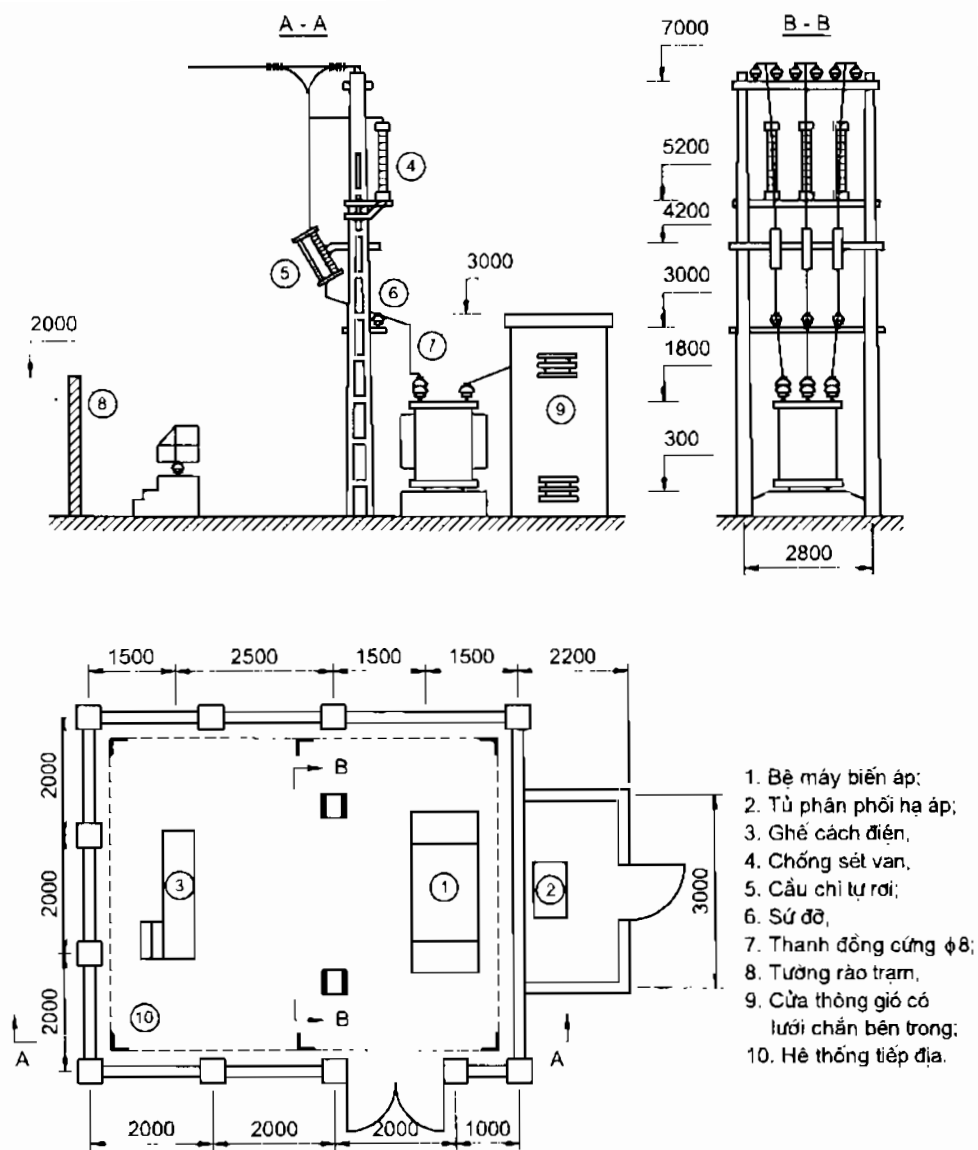
- Đáy của 3 chống sét nối với nhau và nối với con bài 2 bằng dây thép $\varnothing 10$.

- Toàn bộ các phần bằng sắt ở trạm: công trạm, vỏ máy biến áp, vỏ tủ phân phối... nối với con bài thứ 3 bằng thép $\varnothing 10$.

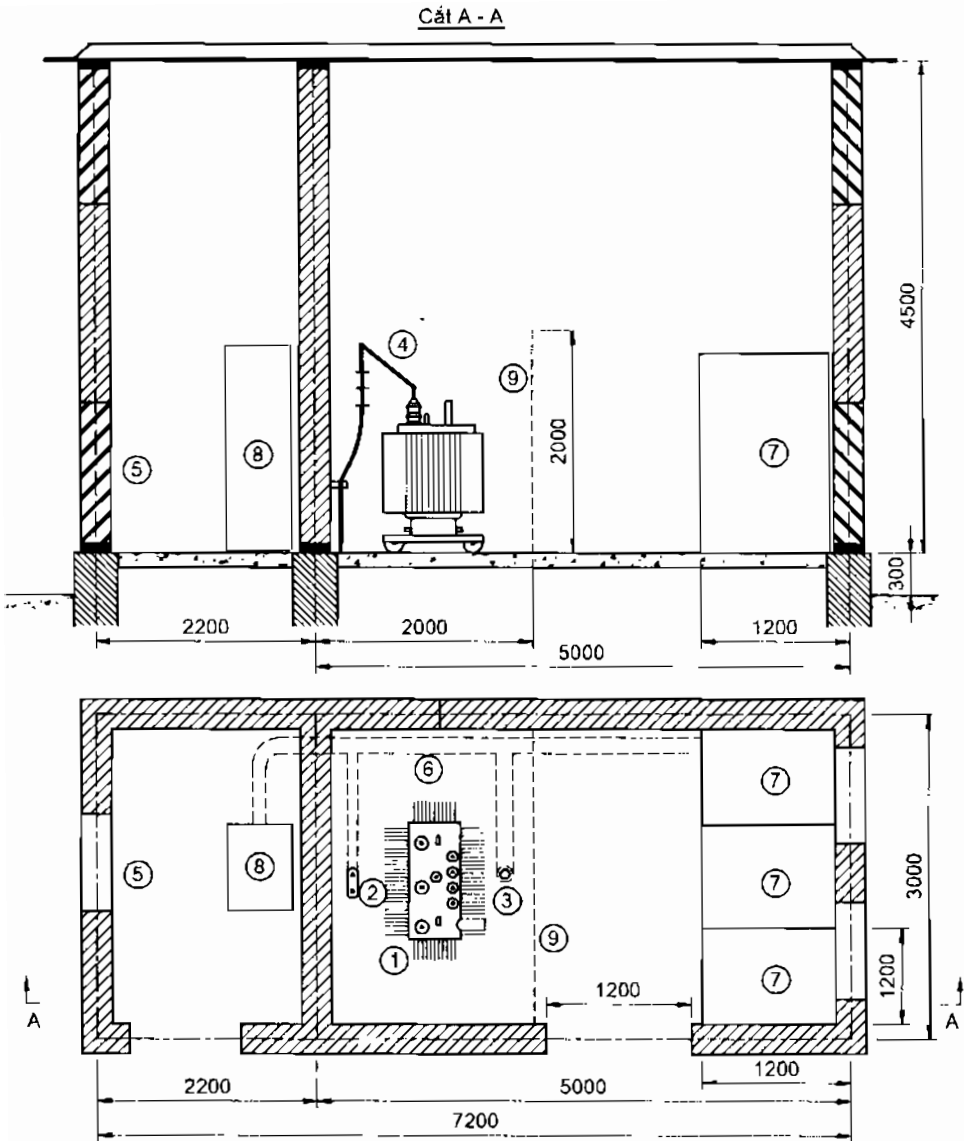


- Chú thích :
- 1 Máy biến áp
 - 2 Tủ phân phối hạ áp
 - 3 Thanh đồng $\phi 8$
 - 4 Sứ đỡ
 - 5 Cầu chì tự rơi
 - 6 Chống sét
 - 7 Dây dẫn
 - 8 Ghế cách điện
 - 9 Thang sắt

Hình 3-22. Trạm biến áp treo 320-10/0,4 kV



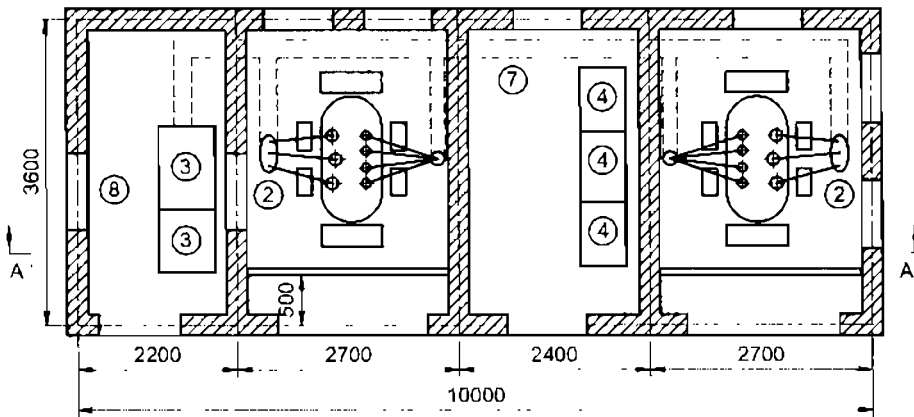
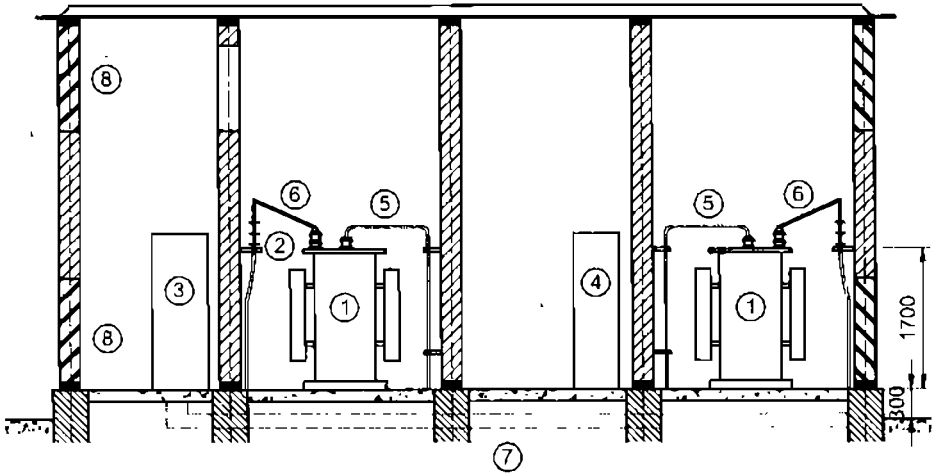
Hình 3-23. Trạm biến áp kiểu beton 35/0,4 kV



Hình 3-24. Trạm kín (trạm xây) một máy biến áp dùng tủ cao áp

1. Biến áp; 2. Đầu cáp cao áp; 3. Cáp hạ áp; 4. Thanh dẫn cao áp;
5. Cửa thông gió; 6. Rãnh cáp áp; 7. Tủ hạ áp; 8. Tủ cao áp; 9. Rào chắn

Cắt A - A



Hình 3-25. Trạm biến áp kiểu kín (xây, trong nhà) hai máy BA

1. Máy biến áp; 2. Đầu cáp cao áp; 3. Tủ cao áp; 4. Các tủ hạ áp;
5. Thanh cái hạ áp; 6. Thanh cái cao áp; 7. Rãnh cáp; 8. Thông gió

Chương 4

THIẾT KẾ HỆ THỐNG CẤP ĐIỆN CHO KHU VỰC ĐÔ THỊ

4.1. XÁC ĐỊNH CÔNG SUẤT CẦN CẤP CHO CÁC ĐỐI TƯỢNG SỬ DỤNG ĐIỆN

Đúng về mặt cấp điện, đô thị là khu vực phức tạp, đa dạng hơn nhiều so với công nghiệp và nông thôn. Người kỹ sư nếu không có ý thức trách nhiệm nghề nghiệp, thiếu công phu tìm hiểu, khảo sát kỹ lưỡng từng đối tượng thì khó mà xác định được tương đối chính xác yêu cầu cấp điện cho khu vực thiết kế.

4.1.1. Xác định phụ tải sinh hoạt gia đình

Khác hẳn với nông thôn có mức sống không chênh lệch nhiều, mức sống của cư dân đô thị hết sức khác nhau. Nhà nghèo chỉ ở 1, 2 phòng nhỏ với mức dùng điện rất thấp, mỗi tháng vài ba chục số điện cho quạt, đèn và tivi. Khá hơn một chút thì có thêm bàn là, bếp điện, tắm nóng lạnh. Nhiều gia đình giàu có xây biệt thự cao tầng với đầy đủ tiện nghi hiện đại nhất, kể cả lò sưởi mùa đông, điều hoà nhiệt độ mùa hè, máy hút bụi, máy cất cỏ, xén cây, phun nước, điện năng tiêu thụ hàng tháng lên tới hàng trăm kWh.

Không thể lấy một chỉ tiêu dùng điện chung để xác định phụ tải tính toán cho sinh hoạt của tất cả các loại hộ gia đình ở đô thị.

Thường khi tính toán cấp điện cho một khu vực dân cư nào đó, người ta dùng suất phụ tải sinh hoạt cho một hộ gia đình P_{osh} , kW/hộ. Khi đó phụ tải tính toán của toàn khu vực là:

$$P_{sh} = P_{osh} \cdot H \quad (4-1)$$

H - số hộ gia đình trong khu vực.

Có thể tham khảo trị số P_{osh} qua bảng thống kê sau:

Bảng 4.1. Suất phụ tải sinh hoạt cho một hộ gia đình

Mức sống của khu dân cư	Công suất đặt một hộ P_{dt} , kW	Suất phụ tải sinh hoạt P_{osh} , kW/1 hộ
Thấp	2 - 3	1 - 1,5
Trung bình	4 - 5	2 - 2,5
Khá giả	6 - 8	3 - 4
Đặc biệt (ví dụ biệt thự, nhà cao tầng...)	≥ 10	≥ 5

Cần nhớ là số liệu P_{osh} trên là thống kê cho số lớn hộ, chỉ dùng để xác định phụ tải tính toán khu vực, nhằm chọn được công suất trạm biến áp và các tuyến đường trục. Khi thiết kế nội thất cho một căn hộ, phải căn cứ vào công suất đặt cụ thể của hộ gia đình đó, có kể đến hệ số tải và hệ số đồng thời của các thiết bị dùng điện. Công suất tính toán được để cấp điện cho một căn hộ bao giờ cũng lớn hơn suất phụ tải sinh hoạt tính chung cho khu vực. Công suất cần cấp cho hộ gia đình xác định theo công thức:

$$P_h = k_{dt} \sum_1^n k_t \cdot P_{dnt} \quad (4-2)$$

trong đó: k_{dt} - hệ số đồng thời sử dụng các thiết bị đặt trong căn hộ;

k_t - hệ số tải của thiết bị

Thường vì không nắm được quy luật hệ số tải, khi tính toán cho $k_t = 1$, trong trường hợp đó.

$$P_h = k_{dt} \sum_1^n P_{dnt} \quad (4-3)$$

Trị số của hệ số đồng thời $k_{dt} = 0,7; 0,8; 0,9$ tùy thuộc vào số thiết bị dùng điện trong căn hộ, số thiết bị càng nhiều thì hệ số đồng thời càng nhỏ.

4.1.2. Xác định phụ tải tính toán cho khu vực khách sạn

Cần phân biệt nhà nghỉ (nhà khách) và khách sạn. Nhà nghỉ trang bị và sử dụng điện ở mức thấp hơn (chỉ có tắm nóng lạnh, không có điều hòa nhiệt độ). Khách sạn cũng đủ loại với mức trang thiết bị và sử dụng điện khác hẳn nhau, mức tiêu thụ điện tăng lên theo mức sang trọng (số sao) của khách sạn.

Để xác định công suất tổng cần cấp của khách sạn, nhà nghỉ thường dùng suất phụ tải trên một phòng khách (phòng hai giường).

$$P_{ks} = P_{oks} P \quad (4-4)$$

trong đó: P_{oks} , kW/phòng - suất phụ tải trên một phòng khách, trị số có thể tham khảo số liệu trong bảng thống kê.

Cần lưu ý, trong P_{oks} không chỉ kể đến những phụ tải điện đặt trong phòng khách mà còn kể đến tất cả các phụ tải khác dùng trong khách sạn ngoài phòng khách (như phòng đàn cing, karaoke, nhà ăn, nhà bếp, chiếu sáng hành lang, bảo vệ v.v...) chia đều cho phòng khách.

Bảng 4.2. Suất phụ tải sinh hoạt cho một phòng khách sạn P_{oks}

Loại khách sạn	Công suất đặt cho một phòng khách P_d , kW	Suất phụ tải cho một phòng khách P_{oks} , kW/phòng
Nhà nghỉ	2 - 3	1 - 1,5
Khách sạn trung bình	5 - 7	2 - 3
Khách sạn sang trọng	8 - 10	4 - 5

4.1.3. Xác định phụ tải tính toán cho phòng làm việc, văn phòng

Khu vực này bao gồm nhà hành chính, phòng nghiên cứu, phòng làm việc của cơ quan, văn phòng đại diện. Phòng làm việc bình thường chỉ trang bị chiếu sáng và quạt. Phòng làm việc cao cấp có đặt thêm máy điều hoà, lò sưởi. Trung bình phòng làm việc có diện tích 18 - 24 m² đặt một điều hoà, 30 - 40 m² đặt hai điều hoà. Công suất máy điều hoà cỡ từ 2,5 - 3 kW.

Để xác định tổng công suất cần cấp cho khu vực này thường xác định theo suất phụ tải trên một đơn vị diện tích P_{ovp} , W/m².

$$P_{vp} = P_{ovp} \cdot S \tag{4-5}$$

Trị số P_{ovp} có thể tham khảo số liệu thống kê trong bảng, S diện tích, m²

Bảng 4.3. Suất phụ tải khu vực văn phòng

Mức trang bị điện của văn phòng	P_{ovp} , W/m ²
Không có điều hoà nhiệt độ	20 - 25
Có điều hoà nhiệt độ	120 - 150

4.1.4. Xác định công suất cần cấp cho trường học

Trường học ở thành phố bao gồm các trường phổ thông và các trường đại học, học viện. Điện năng cấp cho các trường phổ thông chỉ dùng để quạt mát và chiếu sáng. Trong các trường đại học và học viện, ngoài cấp điện cho các lớp học, còn cần cấp điện cho nhà xưởng, phòng thí nghiệm, văn phòng, ký túc xá.

a) Xác định công suất điện cấp cho trường phổ thông

Công suất được xác định theo suất phụ tải tính toán trên một đơn vị diện tích phòng học. Nói chung, ở thành phố các lớp học đều được trang bị quạt trần, có thể lấy $P_{oph} = 15$ W/m². Phụ tải tính toán toàn trường phổ thông xác định theo công thức (5 - 7 ở chương 5).

b) Xác định công suất cấp điện cho trường đại học, học viện

Với trường đại học, học viện vì có nhiều đối tượng dùng điện, cần xác định phụ tải tính toán riêng.

- Khu vực giảng đường: P_1 - phụ tải tính toán xác định theo suất phụ tải, diện tích lớp học và số lớp học (công thức 5-7) với $P_0 = 15 - 20 \text{ W/m}^2$.

- Khu vực hành chính văn phòng: P_2 - tính theo công thức (4.5), và bảng 4.3.

- Khu vực thí nghiệm: P_3 - tính theo công thức như văn phòng nhưng suất phụ tải $P_0 = 25 - 30 \text{ W/m}^2$.

- Khu xưởng thực tập: P_4 - tính toán phụ tải như đối với một xưởng cơ khí.

- Khu ký túc xá: P_5 - ký túc xá sinh viên hiện nay thường xây phòng 24m^2 cho 12 sinh viên, 6 giường tầng, bố trí 2 bóng đèn 100 - 150 W. Tuy nhiên, sinh viên có thể được phép dùng quạt cá nhân 30 W và sinh viên nào học khuya có thể dùng bóng đèn riêng cho giường mình. Tính trung bình, thống kê cho thấy, có thể lấy suất phụ tải sinh hoạt cho khu vực ký túc xá $25 - 35 \text{ W/m}^2$ (nghĩa là từ $50 \div 70 \text{ W}$ cho một sinh viên).

- Chiếu sáng công cộng: P_6 - tùy theo diện tích hoặc chu vi cần chiếu sáng, thường 20 m một bóng 100 W.

- Cuối cùng, công suất cần cấp điện toàn trường P_T bằng tổng phụ tải tính toán các khu vực có kể đến hệ số đồng thời

$$P_T = k_{dt} \sum_1^n P_i \quad (4-6)$$

4.1.5. Xác định công suất cấp điện cho khu vực nhà hàng

Cần chia ra hai loại: nhà hàng bách hoá và nhà hàng ăn uống vì chúng có đặc thù tiêu thụ điện khác nhau.

a) Nhà hàng bách hoá

Các nhà hàng này chủ yếu là chiếu sáng, quạt mát, một số cửa hàng yêu cầu nhiều ánh sáng (đồng hồ, vàng bạc, kính mắt). Để xác định phụ tải tính toán cho nhà hàng bách hoá, vẫn sử dụng suất phụ tải trên đơn vị diện tích, cần lấy trị số thích hợp cho từng loại nhà hàng, có thể tham khảo số liệu thống kê trong bảng 4.4.

Một loại nhà hàng bách hoá đặc biệt là siêu thị, trong đó ngoài chiếu sáng ở mức cao còn đặt tủ lạnh, máy tính, điều hoà nhiệt độ, mức độ tiêu thụ điện trong các nhà hàng này tăng vọt (xem số liệu thống kê trong bảng 4.4).

Bảng 4.4. Suất phụ tải tính toán cho nhà hàng bách hoá

Loại nhà hàng	Đặc điểm sử dụng điện	P_{ok} , W/m ²
Nhà hàng bách hoá	Chỉ chiếu sáng	10
	Chiếu sáng và quạt	15
	Chiếu sáng cao cấp + quạt	20
Siêu thị	Chiếu sáng cao cấp, điều hoà nhiệt độ, máy tính, tủ lạnh	100 : 150

b) Nhà hàng ăn uống

Nhà hàng ăn uống cũng đủ loại, từ bình dân đến cao cấp, với mức sử dụng điện khác hẳn nhau. Nhà hàng bình dân, chủ yếu là thấp sáng, quạt mát. Những nhà hàng sang trọng còn có tivi, tăng âm, thậm chí có cả điều hoà, karaoke, sử dụng bếp điện.

Thống kê cho thấy, với loại nhà hàng ăn uống, chính xác hơn cả là xác định phụ tải tính toán theo đầu khách (số chỗ ăn) của nhà hàng. Với nhà hàng ăn có K khách ăn:

$$P_A = P_{ok} \cdot K \quad (4-7)$$

Phải điều tra kĩ mới có thể xác định tương đối chính xác trị số suất phụ tải trên một đầu khách P_{ok} , W/l khách ăn. Khi không có số liệu chính xác có thể tham khảo các trị số P_{ok} trong bảng 4.5.

Bảng 4.5. Suất phụ tải tính toán cho nhà hàng ăn uống

Loại nhà hàng ăn uống	P_{ok} , W/lk
Nhà hàng bình dân	20 - 30
Nhà ăn tập thể cơ quan	30 - 40
Nhà hàng ăn bậc trung	50 - 70
Nhà hàng ăn cao cấp	80 - 100

Ngoài ra, ở đô thị còn một số loại nhà hàng như karaoke máy lạnh, cắt tóc máy lạnh, ở đó có trang bị máy điều hoà, trang phối âm đặc biệt cho vài ba khách, suất phụ tải có thể lên tới 500 - 1000 W/l đầu khách, cần khảo sát cụ thể.

4.2. PHƯƠNG ÁN CẤP ĐIỆN CHO CÁC ĐỐI TƯỢNG KHU VỰC ĐÔ THỊ

4.2.1. Nguồn điện cấp cho khu vực có thể là trạm biến áp trung gian hoặc một đường dây cao áp đi gần hoặc một trạm biến áp phân phối lân cận.

4.2.2. Đường cao áp, vì đi trong đô thị nên đi cáp ngầm để đảm bảo mỹ quan và an toàn. Trường hợp đường dây quá dài và khu vực cho phép, mới đi đường dây trên không.

4.2.3. Đường hạ áp nên đi cáp. Do mật độ phụ tải đô thị lớn, bán kính hoạt động các trạm biến áp phân phối (cũng tức là đường trục hạ áp) không nên lớn quá 250m ($l \leq 250\text{m}$) để đảm bảo độ sụt áp cho phép cuối đường dây.

4.2.4. Nên dùng các trạm biến áp công suất nhỏ (160 kVA) đưa đến gần phụ tải hơn là dùng một trạm công suất lớn, cấp điện cho một khu rộng. Điều này vừa làm giảm tổn thất điện năng, điện áp trên lưới hạ áp, vừa dễ quản lý vận hành và nâng cao độ tin cậy cấp điện.

4.2.5. Về loại trạm biến áp: Nếu có điều kiện về kinh phí, nên dùng loại trạm trọn bộ (do SIEMENS hoặc ABB) sản xuất, cả BA và thiết bị đóng cắt cao, hạ áp được đặt sẵn trong một khối kín, nếu không cũng nên chọn loại trạm gọn, kín đảm bảo ít tổn thất đại và mỹ quan đô thị (xem chương 3).

4.2.6. Vì bán kính cấp điện hạ áp của các trạm biến áp đô thị là ngắn, tiết diện dây dẫn hạ áp được chọn theo điều kiện phát nóng. Khi cần thiết sẽ được kiểm tra theo tổn thất điện áp cho phép.

4.2.7. Nói chung, các phụ tải sinh hoạt đô thị được cấp điện từ trạm biến áp một máy. Khi có yêu cầu cấp điện liên tục (như khách sạn, đại sứ quán, khu văn phòng quan trọng v.v...) có thể giải quyết theo một trong hai giải pháp:

- Đặt máy phát dự phòng có bộ tự động đóng cắt nguồn dự phòng khi mất điện lưới và lưới có điện trở lại.

- Đặt thêm một tuyến hạ áp dự phòng từ một trạm biến áp khác.

Lựa chọn giải pháp dự phòng nào là tùy thuộc vào kinh phí của khách hàng, vào khả năng cấp điện của trạm lân cận và điều kiện địa lý khu vực. Tiện hơn cả là đặt máy phát điện dự phòng.

4.2.8. Trong thiết kế cấp điện cho đô thị, vấn đề an toàn phải được hết sức coi trọng, cần lưu ý mấy điểm sau đây:

- Hệ thống tiếp địa của trạm biến áp, trị số R_d nhỏ hơn 4Ω càng nhiều càng tốt, vì không mấy khi có điều kiện đào bới để chôn tiếp địa bổ sung hàng năm.

- Phải thực hiện nối đất an toàn tất cả các cột hạ áp.

- Phải thực hiện nối đất an toàn tất cả các tủ điện, các hòm công tơ.

- Phải thực hiện nối đất lặp lại.

- Đảm bảo hành lang an toàn cho đường dây không (ĐDK), cáp, trạm biến áp theo quy định.

4.2.9. Lựa chọn thiết bị điện

- Ở những khu vực có điều kiện kinh phí, nên chọn dùng các thiết bị đóng cắt cao hạ áp, cấp cao hạ áp của các hãng chế tạo có uy tín (của Đức, Pháp, Nhật, Mĩ, ABB).

- Thiết kế điện cho các khu chợ, cần đặc biệt quan tâm đến sự cố cháy nổ về điện bằng cách:

- + Chọn dùng các thiết bị đóng cắt, bảo vệ (cầu chì, áp tô mát) tin cậy;
- + Dùng cáp chống cháy, chống nổ;
- + Chọn vượt cấp tiết diện để tăng khả năng an toàn về dự phòng quá tải.

- Thiết bị điện nội thất ở thị trường rất đa dạng, nhiều loại, làm việc thiếu tin cậy, thiếu an toàn, tuổi thọ rất kém. Khi thiết kế cần lựa chọn hoặc hướng dẫn khách hàng chọn dùng thiết bị tốt.

4.2.10. Ở những trạm biến áp cấp riêng cho một cơ quan, công ty điện bán điện tại thanh cái hạ áp đầu nguồn (giống như trạm cấp điện cho công nghiệp, nông nghiệp), trong tủ phân phối của trạm cần đặt các đồng hồ đo đếm. Các trạm biến áp cấp điện cho khu vực dân cư đô thị nên đặt công tơ đầu nguồn, do việc bán điện được tiến hành trực tiếp với từng gia đình theo công tơ riêng, khi đó, tại tủ phân phối của trạm, cần đặt các đồng hồ ampe, vôn để theo dõi dòng, áp và cân pha. Công tơ hữu công, công tơ vô công chung cho toàn trạm để theo dõi, kiểm tra tổn thất điện năng, nâng cao hiệu quả quản lý điện cho trạm biến áp.

4.3. THIẾT KẾ CUNG CẤP ĐIỆN CHO MỘT NHÀ TẬP THỂ

Nhà tập thể thường được kiến trúc nhiều tầng (4, 5, 6 tầng), các căn hộ thường được xây dựng, bố trí giống nhau và mức dùng điện nói chung không quá chênh lệch.

Cần cấp điện cho một nhà tập thể 4 tầng gồm 2 đơn nguyên, tổng cộng 64 hộ như hình 4.1. Điện cấp cho nhà tập thể được lấy từ một trạm biến áp chung cách nhà 50m. Qua khảo sát biết rằng các hộ gia đình sống trong nhà tập thể có mức sống trung bình thấp, không sử dụng điều hoà nhiệt độ, máy giặt và tắm nóng lạnh. Điện năng sử dụng trong gia đình chủ yếu để đun nấu, quạt mát, chiếu sáng...

4.3.1. Xác định công suất cần cấp cho nhà tập thể

a) Công suất cần cấp cho toàn nhà

Chọn suất phụ tải cho một số hộ có mức sống trung bình: $P_{\text{osb}} = 2 \text{ kW}/1 \text{ hộ}$ theo (4.1) xác định được công suất cần cấp cho toàn nhà:

$$P_T = P_{\text{osb}} \cdot H = 2.64 = 128 \text{ kW}$$

$$S_T = \frac{P_T}{\cos \varphi} = \frac{128}{0,9} = 142,2 \text{ kVA}$$

Lấy $\cos \varphi = 0,9$ chung cho nhà tập thể

b) Công suất tính toán cho một căn hộ

Thiết bị điện dùng trong một hộ gồm:

1 bếp điện đôi	2,0 kW
1 bàn là	1,0 kW
5 bóng điện (2 bóng 100W và 3 bóng 75 W)	0,425 kW
3 quạt (2 trần 1 cây)	0,210 kW
Tivi	0,100 kW
Tổng $P_d = 3,735 \text{ kW}$	

Lấy hệ số đồng thời 0,8 xác định được công suất tính toán cho một hộ.

$$P_h = k_{dt} \sum_{i=1}^n P_{dmi} = k_{dt} P_d = 0,8.3,735 = 2,988 \text{ kW}$$

Vậy công suất cần cấp cho một hộ là $P_h = 3 \text{ kW}$

c) Công suất cần cấp cho một tầng của một đơn nguyên (8 hộ)

$$P_t = k_{dt} \cdot H \cdot P_h = 0,8.8.3 = 19,2 \text{ kW}$$

d) Công suất cần cấp cho một đơn nguyên (4 tầng)

$$P_d = k_{dt} \cdot P_t \cdot 4 = 0,85.19,2.4 = 65,28 \text{ kW}$$

Ta thử tính công suất cấp điện toàn nhà bằng cách tính chi tiết từ căn hộ, tầng, đơn nguyên (gồm 64 hộ, 4 tầng, 2 đơn nguyên):

$$P_T = k_{dt} \cdot P_d \cdot 2 = 1.65,28.2 = 130,56 \text{ kW}$$

Nhận thấy kết quả tính công suất toàn nhà từ hai cách có trị số xấp xỉ nhau, vậy lấy suất phụ tải tính toán cho một căn hộ bằng 2 kW là hợp lí.

4.3.2. Phương án cấp điện

Từ trạm biến áp chung (còn gọi là biến áp công cộng) kéo một đường cáp hạ áp về nhà tập thể. Đặt một tủ điện riêng cho mỗi đơn nguyên, để cấp điện cho các tầng của đơn nguyên. Trong mỗi tủ điện, đặt một áp tô mát tổng và 4 áp tô mát nhánh, cấp điện cho 4 tầng. Mỗi tầng đặt một hòm công tơ (8 công tơ), phía đầu vào của hòm công tơ đặt cầu dao, đầu ra đặt cầu chì bảo vệ công tơ.

Sơ đồ bố trí điện trên mặt bằng và sơ đồ nguyên lí cấp điện toàn nhà cho trên hình 4.1 và 4.2.

4.3.3. Lựa chọn các phần tử của sơ đồ cấp điện

a) Chọn cáp từ BA về nhà tập thể

Dòng điện tổng của nhà tập thể.

$$I_T = \frac{P_T}{\sqrt{3}U \cos \varphi} = \frac{128}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9} = 216,34 \text{ A}$$

Tra bảng thấy cáp đồng 4 lõi, PVC, có đai thép, chôn trong đất với tiết diện 50 mm^2 có $I_{cp} = 215 \text{ A}$, với tiết diện 70 mm^2 có $I_{cp} = 265 \text{ A}$. Cáp nguồn nên chọn dư thừa để phòng phụ tải sinh hoạt tăng nhanh \rightarrow chọn cáp PVC ($3 \times 70 + 1 \times 35$).

Từ đơn nguyên 1 \rightarrow đơn nguyên 2 chọn cáp PVC ($3 \times 25 + 1 \times 16$).

b) Chọn áp tô mát đặt tại trạm BA để bảo vệ cáp về nhà tập thể

Với $I_T = 216,34 \text{ A}$, chọn áp tô mát có $I_{dm} = 300 \text{ A}$.

c) Chọn tủ điện cho mỗi đơn nguyên

Đơn nguyên 1 dòng, tổng là dòng tổng toàn nhà \rightarrow chọn A - 300 A.

Đơn nguyên 2 dòng, tổng là dòng một đơn nguyên, bằng:

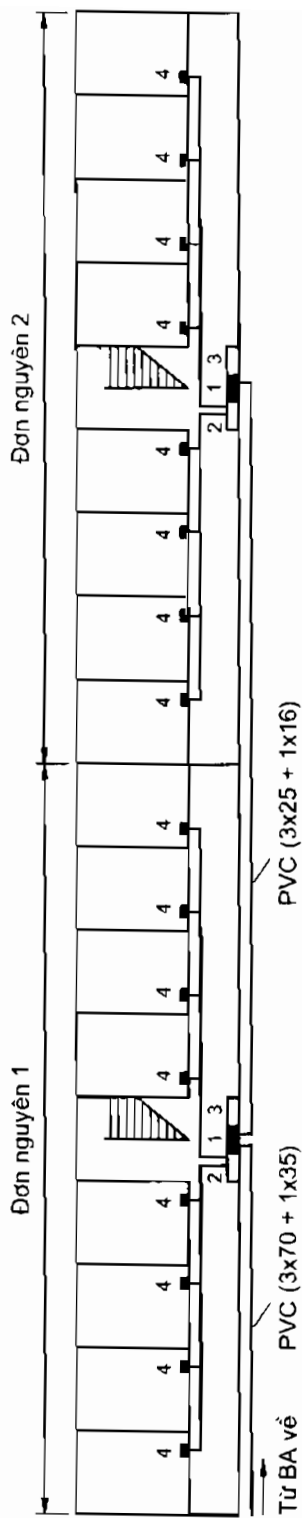
$$I_d = \frac{P_d}{\sqrt{3}U \cos \varphi} = \frac{65,018}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9} = 109,89 \text{ A}$$

Chọn áp tô mát có $I_{dm} = 160 \text{ A}$.

Các nhánh ra của tủ cấp điện cho một tầng. Dòng điện của 1 tầng bằng:

$$I_T = \frac{P_T}{\sqrt{3}U \cos \varphi} = \frac{19,123}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9} = 32,32 \text{ A}$$

Chọn áp tô mát nhánh cho 1 tầng có $I_{dm} = 63 \text{ A}$.

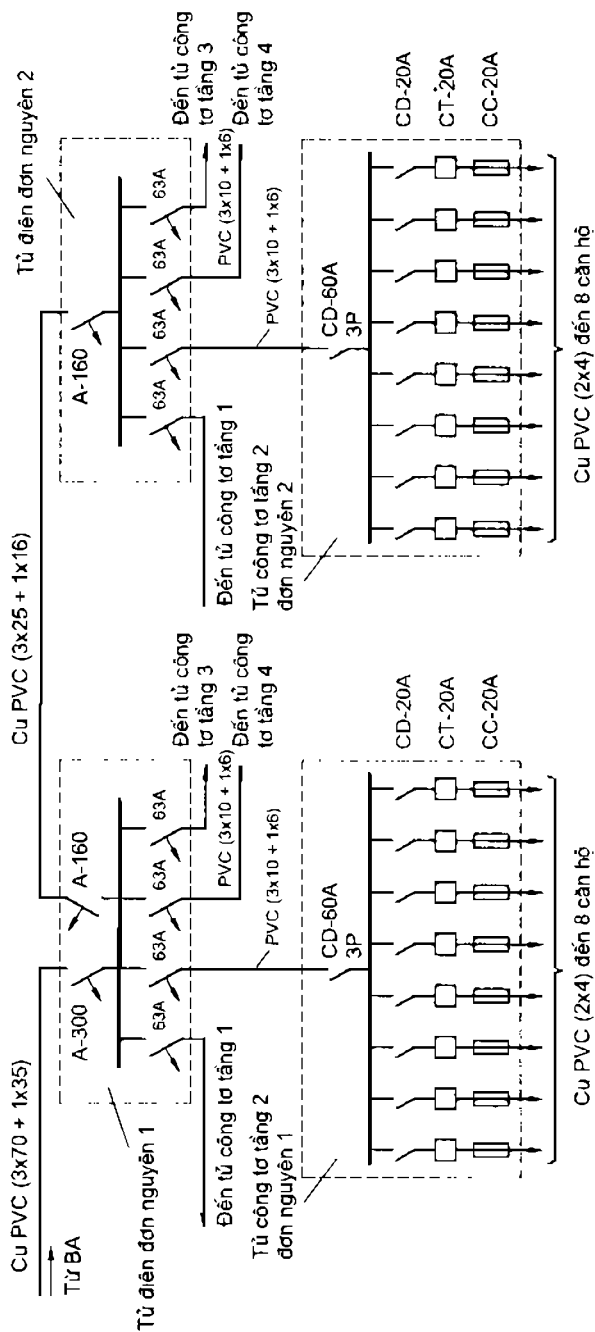


Hình 4-1. Sơ đồ cấp điện cho nhà tập thể trên mặt bằng tầng 2

(Vị tầng 1 là lối đi vào cầu thang, tủ điện được đặt trên tầng 2, treo trên tường trước cầu thang)

1. Tủ điện phân phối của cả đơn nguyên; 2. Tủ công tơ tầng 2;
3. Tủ công tơ tầng 1; 4. Cầu dao lồng của căn hộ.

Trên tầng 3 và 4, mỗi tầng chỉ đặt một tủ công tơ cho mỗi đơn nguyên, sơ đồ đi dây tương tự.



Hình 4-2. Sơ đồ nguyên lý cấp điện nhà tập thể

(các tủ công tơ tầng 1, 3, 4 có sơ đồ giống như tủ công tơ tầng 2).

d) Chọn tủ công tơ cho mỗi tầng

Tại tủ công tơ đặt:	- 1 cầu dao tổng 3 pha:	60 A
	- 8 cầu dao nhánh 1 pha:	20 A
	- 8 công tơ 1 pha 220 V:	20 A
	- 8 cầu chì:	20 A

Dòng điện cấp cho một căn hộ bằng:

$$I_h = \frac{P_b}{U \cos \varphi} = \frac{3}{220 \cdot 0,9} = 15,15 \text{ A}$$

e) Chọn cáp từ tủ điện tầng đến tủ công tơ

Với dòng điện $I_1 = 32,32 \text{ A}$ chọn cáp CUPVC (3 × 10 + 1 × 6) có $I_{cp} = 50 \text{ A}$.

g) Chọn dây dẫn đến từng căn hộ

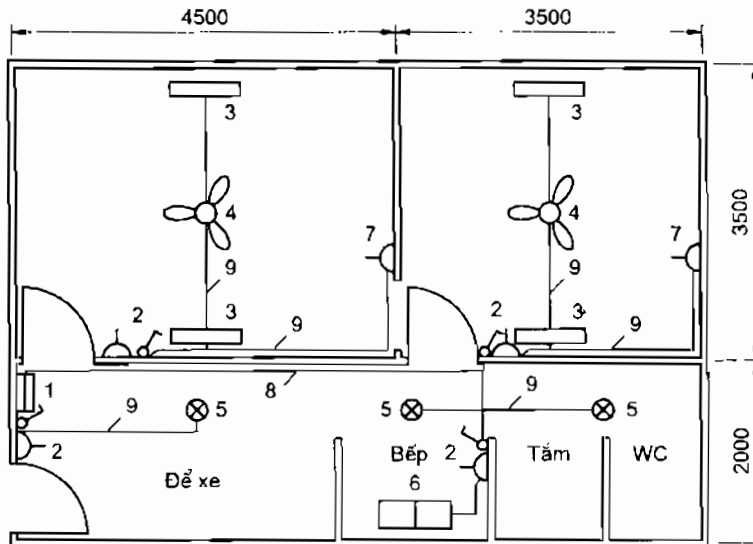
Với dòng điện $I_h = 15,15 \text{ A}$ chọn dây đồng bọc cách điện PVC (2 × 4) có $I_{cp} = 38 \text{ A}$.

Các kết quả chọn được thể hiện ở sơ đồ hình 4.2.

4.3.4. Thiết kế điện cho một căn hộ

Theo thiết kế, căn hộ gồm 2 phòng 14 m² và 10 m², khu phụ rộng 2 m chạy dọc từ ngoài vào trong bao gồm chỗ để xe, bếp, nhà tắm, vệ sinh. Phương án bố trí điện như sau:

- Đặt một cầu dao tổng vào căn hộ



Hình 4.3. Thiết kế điện nội thất một căn hộ

1. Tủ điện - cầu dao tổng;
2. Ổ cắm + công tắc;
3. Đèn tuýp;
4. Quạt;
5. Đèn sợi đốt;
6. Bếp điện kép;
7. Ổ cắm;
8. Đường dây trục M(2.2,5);
9. Đường dây nhánh M(2.1,5).

- Mỗi phòng ngủ đặt một bảng điện cấp điện, cho đèn, quạt, đài, tivi.
 - Tại bếp đặt một bảng điện dùng để đun nấu, cấp điện cho đèn nhà bếp, nhà WC.
 - Ngay cửa vào nhà đặt một bảng điện nhỏ cho đèn chỗ để xe.
 - Đường trục từ CD tổng tới bảng điện nhà bếp dùng dây đồng bọc tiết diện $2,5\text{mm}^2 \rightarrow M(2 \times 2,5)$.
 - Từ các bảng điện ra đèn, quạt, ổ cắm tivi, đài, $M(2 \times 1,5)$. Toàn bộ dây trong nhà, điện đi trong ống ghen đẹt, bảng điện bố trí cầu chì, công tắc, ổ cắm chọn loại tốt.
- Sơ đồ bố trí điện toàn căn hộ và sơ đồ lắp đặt các bảng điện cho trên hình 4.3.

4.4. THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN CHO MỘT TRƯỜNG ĐẠI HỌC

Phần này trình bày nội dung thiết kế cấp điện cho một trường đại học cỡ nhỏ nằm trong thành phố. Do điều kiện đất đai hạn chế, diện tích đất trường được cấp không rộng nhưng vẫn bao gồm đầy đủ đối tượng sử dụng điện: giảng đường, nhà làm việc, xưởng thực tập, phòng thí nghiệm, hội trường, ký túc xá sinh viên (xem hình 4.5).

Trường được chia làm 2 khu: khu học tập và khu kí túc xá có cổng ra vào riêng.

Khu học tập (khu A) bao gồm các nhà:

- Nhà A1: 4 tầng, 2 tầng dưới làm văn phòng, 2 tầng trên lớp học diện tích mỗi tầng 480 m^2 . Như vậy diện tích văn phòng 2 tầng là 960 m^2 , mỗi tầng bố trí 6 lớp học diện tích $(8 \times 10)\text{ m}^2$.
- Nhà A2: 4 tầng: tất cả làm lớp học, mỗi tầng 6 lớp, diện tích $(8 \times 10)\text{ m}^2$.
- Nhà A3: 2 tầng: tầng dưới là xưởng thực tập cơ khí với $P_0 = 100\text{ kW}$ tầng trên là các phòng thí nghiệm với tổng diện tích 400 m^2 .

Khu ký túc xá (khu B) bao gồm:

- Nhà B1, B2 - mỗi nhà 4 tầng, mỗi tầng 10 phòng, mỗi phòng diện tích 24 m^2 , đặt 6 giường tầng cho 12 sinh viên.
- Nhà B3 - 2 tầng, tầng dưới là khu thể thao 500 m^2 , tầng trên là hội trường 500 m^2 .

4.4.1. Xác định phụ tải tính toán toàn trường

a) Nhà A1

- Khu vực văn phòng: lấy suất phụ tải $P_o = 20 \text{ W/m}^2$

$$P_1 = P_o \cdot S_{A1} = 20 \cdot 960 = 19200 \text{ W} = 19,2 \text{ kW}$$

- Khu giảng đường: 2 tầng: 12 lớp, với suất phụ tải $P_o = 15 \text{ W/m}^2$

$$P_2 = 15 \cdot 12 \cdot 8 \cdot 10 = 14,4 \text{ kW}$$

Tổng phụ tải nhà A1

$$P_{A1} = 19,2 + 14,4 = 33,6 \text{ kW}$$

b) Nhà A2

$$P_{A2} = 15 \cdot 24 \cdot 8 \cdot 10 = 28,8 \text{ kW}$$

c) Nhà A3

Tầng 1: Xưởng cơ khí có công suất đặt 100 kW. Tầng 2: Phòng thí nghiệm.

Tra bảng, có hệ số nhu cầu $k_{nc} = 0,4$, thí nghiệm có $P_o = 25 \text{ W/m}^2$

Chiếu sáng $P_o = 12 \text{ W/m}^2$. Xác định được phụ tải tính toán xưởng cơ khí:

$$P_{A3} = 0,4 \cdot 100 + 12 \cdot 300 + 25 \cdot 400 = 43,6 \text{ kW}$$

Phụ tải toàn khu A:

$$P_A = 33,6 + 28,8 + 43,6 = 106 \text{ kW}$$

d) Nhà B1, B2

Kí túc xá sinh viên bố trí 6 giường tầng cho phòng 24 m².

Chọn suất phụ tải $P_o = 30 \text{ W/m}^2$

$$P_{B1} = P_{B2} = 30 \cdot 24 \cdot 40 = 28,8 \text{ kW}$$

d) Nhà B3

- Tầng 1: chọn suất phụ tải cho khu thể thao $P_o = 15 \text{ W/m}^2$

$$P_1 = 15 \cdot 500 = 7,5 \text{ kW}$$

- Tầng 2: chọn suất phụ tải cho hội trường $P_o = 20 \text{ W/m}^2$

$$P_2 = 20 \cdot 500 = 10,0 \text{ kW}$$

Vậy

$$P_{B_1} = P_1 + P_2 = 17,5 \text{ kW}$$

e) *Chiếu sáng công cộng*

Nhà thường trực và chiếu sáng công cộng gồm 20 bóng đèn 100 W

$$P_{cs} = 0,1 \cdot 20 = 2 \text{ kW}$$

Phụ tải toàn khu B là:

$$P_B = 2.28,8 + 17,5 + 2 = 77,1 \text{ kW}$$

Cuối cùng xác định được phụ tải tính toán toàn trường:

$$P_T = P_A + P_B = 106 + 77,1 = 183,1 \text{ kW}$$

$$S_T = \frac{P_T}{\cos\varphi} = \frac{183,1}{0,8} = 228,875 \text{ kVA.}$$

$\cos\varphi$ toàn trường được tính trung bình từ $\cos\varphi$ xưởng cơ khí ($= 0,6$) và $\cos\varphi$ các khu vực khác ($= 0,85$).

$$\cos\varphi = \frac{40 \cdot 0,6 + 143,1 \cdot 0,85}{183,1} \approx 0,8$$

4.4.2. Phương án cấp điện

Có thể sơ bộ so sánh hai phương án cấp điện cho trường: phương án một trạm biến áp và phương án hai trạm. Phương án một trạm đặt máy 250 kVA, phương án hai trạm đặt mỗi trạm một máy 160 kVA. Quyết định dùng phương án một trạm 250 kVA vì kinh phí xây dựng trạm rẻ hơn và các khu vực phụ tải rất tập trung chỉ cách nhau vài chục mét, tổn thất đường trục hạ áp và kinh phí đường hạ áp hai phương án không chênh nhau lắm.

Phương án cấp điện cụ thể là:

- Đặt một trạm biến áp tại khu A cạnh nhà xưởng bên trong hàng rào của nhà trường.

- Đặt trong trạm BA một tủ phân phối, trong tủ đặt một áp tô mát tổng và 6 áp tô mát nhánh, trực tiếp cấp điện đến 6 nhà A1 ÷ B3.

- Đặt 6 tuyến cáp ngầm hạ áp từ TBA đến tủ điện 6 nhà.

- Tại mỗi nhà đặt một tủ điện để cấp điện cho các tầng trong mỗi nhà.

Sơ đồ bố trí điện trên mặt bằng và sơ đồ nguyên lý cấp điện cho trên hình 4.4 và hình 4.5.

4.4.3. Lựa chọn các phần tử trên sơ đồ cấp điện

a) Chọn máy biến áp

Với $S_T = 228,875$ kVA chọn dùng máy biến áp 250 kVA do ABB chế tạo.

Bảng 4.6. Thông số kĩ thuật của máy biến áp

Công suất, kVA	U_C , kV	U_N , kV	ΔP_{ot} , W	ΔP_N , W	U_N , %	Trọng lượng, kG
250	10	0,4	640	4100	4,5	1130

b) Chọn tủ phân phối

- Vỏ tủ tự tạo có kích thước $2200 \times 700 \times 450$ mm

- Thanh cái đồng: 30×4 có $I_{cp} = 475$ A.

- Áp tô mát tổng

$$I_T = \frac{228,875}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 348,15 \text{ A}$$

Chọn áp tô mát tổng NS - 400E có $I_{dm} = 400$ A, $I_{cdm} = 15$ kA do hãng Merlin Gerin chế tạo.

- Các áp tô mát nhánh

+ Áp tô mát cấp cho A1:

$$I_{A1} = \frac{33,6}{\sqrt{3} \cdot 0,380,85} = 60,130 \text{ A}$$

Chọn áp tô mát NC - 100H có $I_{dm} = 100$ A, $I_{cdm} = 6$ kA

+ Áp tô mát cấp cho A2

$$I_{A2} = \frac{28,8}{\sqrt{3} \cdot 0,380,85} = 51,54 \text{ A}$$

Các nhà B1, B2 có công suất giống A2, đều chọn áp tô mát NC - 100H có $I_{dm} = 100$ A.

+ Áp tô mát cấp cho A3

$$I_{A3} = \frac{43,6}{\sqrt{3} \cdot 0,380,6} = 110,54 \text{ A.}$$

Chọn áp tô mát NC - 125H có $I_{dm} = 125 \text{ A}$, $I_{cdm} = 10 \text{ kA}$

+ Áp tô mát cấp cho B3 + chiếu sáng công cộng

$$I_{B3} = \frac{17,5 + 2,0}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 34,9 \text{ A}$$

Chọn áp tô mát C - 60N có $I_{dm} = 63 \text{ A}$, $I_{cdm} = 6 \text{ kA}$.

- Đặt 3 đồng hồ ampe 400/5 A; 1 đồng hồ vôn 0 - 500 V, 1 chuyển mạch vôn kế; 1 công tơ hữu công $3 \times 380/220 \text{ V}$, $3 \times 5 \text{ A}$; 1 công tơ vô công $3 \times 380 \text{ V}$, $3 \times 5 \text{ A}$; 2 bộ 6 máy biến dòng 400/5 A dùng cho công tơ và ampe kế. Tất cả do Việt Nam sản xuất.

c) Chọn cáp hạ áp từ trạm BA đến các nhà

- Cáp đến các nhà A1, A2, B1, B2, B3 đều chọn cáp đồng 4 lõi vỏ đai sắt tiết diện 10mm^2 PVC ($3 \times 10 + 1 \times 6$) có $I_{cp} = 85 \text{ A}$.

- Cáp đến nhà A3 chọn loại 16mm^2 PVC ($3 \times 16 + 1 \times 10$) có $I_{cp} = 115 \text{ A}$.

d) Chọn tủ điện cho các nhà A1, A2, B1, B2, A3, B3

Dòng điện tầng 1, 2 nhà A1

$$I_1 = \frac{9,6}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 17,18 \text{ A}$$

Vậy với các nhà A1, A2, B1, B2 chọn tủ điện như sau:

- Áp tô mát tổng chọn NC - 100H có $I_{dm} = 100 \text{ A}$, $I_{cdm} = 6 \text{ kA}$.

- Áp tô mát nhánh chọn 4 cái, mỗi áp tô mát loại C 60N có $I_{dm} = 25 \text{ A}$, $I_{cdm} \cong 6 \text{ kA}$.

Với nhà A3:

- Áp tô mát tổng chọn NC - 125H có $I_{dm} = 125 \text{ A}$, $I_{cdm} = 10 \text{ kA}$.

- Áp tô mát nhánh chọn NC - 100H có $I_{dm} = 100 \text{ A}$ và C 60N có $I_{dm} = 25 \text{ A}$.

Với nhà B3:

- Áp tô mát tổng chọn C 60N có $I_{dm} = 63 \text{ A}$, $I_{cđm} = 6 \text{ kA}$.

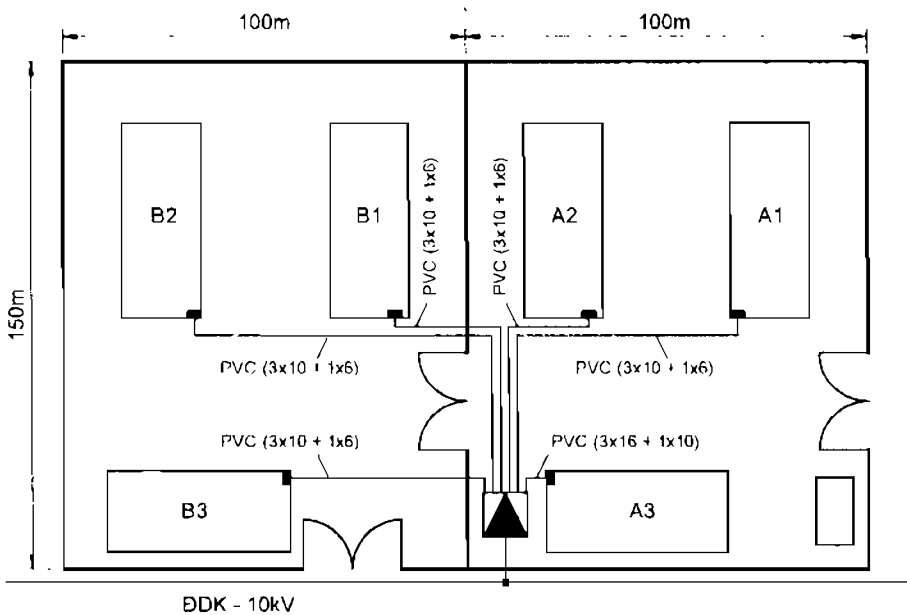
- 3 áp tô mát nhánh chọn $3 \times \text{C } 60\text{N}$ có $I_{dm} = 25 \text{ A}$, $I_{cđm} = 6 \text{ kA}$.

Ghi chú: Tất cả các áp tô mát chọn mua của hãng Merlin Gerin (Pháp)

Tất cả cáp hạ áp mua của hãng CLIPSAL (Ôxtrâylia).

d) Thiết kế điện nội thất từng nhà

- Xưởng cơ khí: Đặt một tủ động lực, cấp điện cho các máy công cụ giống như cấp điện cho một xưởng cơ khí (xem chương 2).



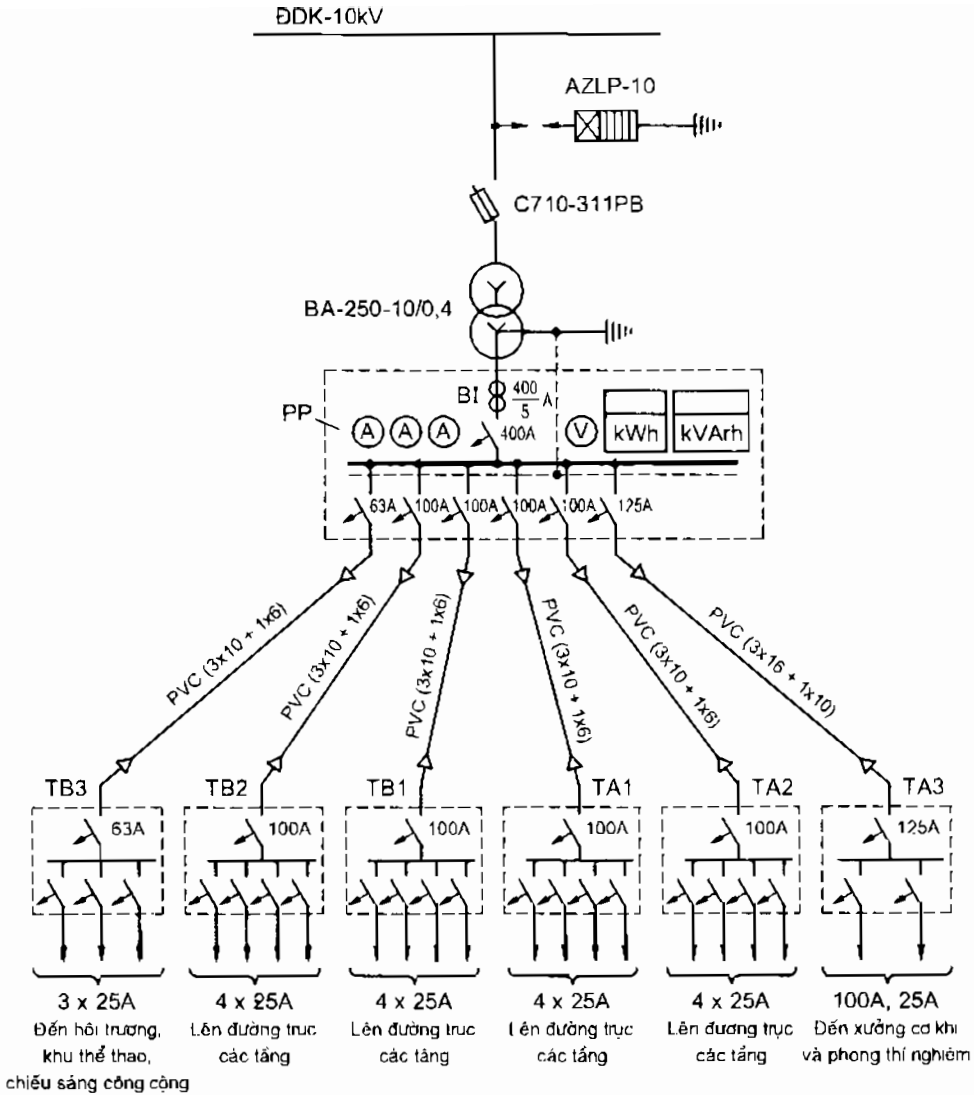
Hình 4-4. Sơ đồ cấp điện trên mặt bằng

- Các nhà còn lại: Điện dùng cho chiếu sáng, quạt thiết kế một đường trục từng tầng, từ đây cấp điện cho các bảng điện trong phòng giống như cấp điện cho các lớp học.

e) Chọn các thiết bị cao áp đặt trong trạm

- Đặt một bộ cầu chì tự rơi 10 kV loại C710 - 311 PB do CHANGE (Mĩ) chế tạo.

- Đặt một bộ chống sét van 10 kV loại AZLP - 10 do hãng COOPER (Mĩ) chế tạo.



Hình 4-5. Sơ đồ nguyên lý cấp điện cho trường đại học

4.5. THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN CHO KHU VĂN PHÒNG

Yêu cầu thiết kế cấp điện cho một khu văn phòng của hãng nước ngoài, bao gồm hai nhà làm việc 2 tầng. Các tầng nhà đều có kiến trúc giống nhau: 4 phòng lớn 50 m² và 4 phòng nhỏ 25 m² bố trí xen kẽ, ngoài ra còn 2 phòng WC và cầu thang hai đầu nhà (xem hình 4.6).

Khách hàng yêu cầu cấp điện khá cao: chiếu sáng trên mức bình thường, ngoài điều hoà nhiệt độ, còn đặt thêm quạt trần để phòng hồng điều hoà. Các thiết bị điện cao hạ áp đều phải dùng loại tốt nhất trên thị trường, kinh phí không hạn chế.

Khu văn phòng được xây dựng cách trạm biến áp trung gian 110/22 kV là 500 m.

4.5.1. Xác định công suất điện cần cấp cho khu vực văn phòng

Theo yêu cầu của khách hàng, các phòng sẽ đặt trang thiết bị như sau:

- Phòng nhỏ 25 m²

1 điều hoà	2,5 kW
2 quạt trần	0,14 kW
8 bóng tuýp	0,32 kW
Tổng	$P_d = 2,96 \text{ kW}$

- Phòng lớn 50 m²

2 điều hoà	5,0 kW
4 quạt trần	0,28 kW
16 bóng tuýp	0,64 kW
Tổng	$P_d = 5,92 \text{ kW}$

- Nhà vệ sinh

3 bóng 100 W	0,3 kW
--------------	--------

- Chiếu sáng hành lang tầng:

4 bóng 100 W	0,4 kW
--------------	--------

Để xác định phụ tải tính toán cần lưu ý: Trong các phòng, quạt trần chỉ để dự phòng, thường xuyên dùng điều hoà. Ngoài ra, cường độ làm việc của các văn phòng này rất cao, hệ số sử dụng đồng thời các phòng, các tầng trong ngày bằng 1.

Phụ tải tính toán phòng nhỏ.

$$P_{tt} = 2,5 + 0,32 = 2,82 \text{ kW}$$

Phụ tải tính toán phòng lớn.

$$P_{tt} = 5 + 0,64 = 5,64 \text{ kW}$$

Phụ tải tính toán nhà WC và hành lang bằng công suất đặt.

Với hệ số đồng thời $k_{dt} = 1$ xác định được phụ tải tính toán một tầng.

$$P_i = 4.5,64 + 4.2,82 + 0,3.2 + 0,4 = 34,84 \text{ kW}$$

Phụ tải tính toán một nhà 2 tầng

$$P_N = 2.P_i = 69,68 \text{ kW}$$

Chiếu sáng nhà xe, phòng trực, bảo vệ $P_{cs} = 3 \text{ kW}$

Vậy công suất điện cần cấp cho khu văn phòng là:

$$P_T = 2P_N + P_{cs} = 142,36 \text{ kW}$$

$$S_T = \frac{P_T}{\cos \varphi} = \frac{142,36}{0,8} = 177,95 \text{ kVA.}$$

4.5.2. Phương án cấp điện

Với công suất tính toán là 177,95 kVA, đặt riêng cho khu văn phòng một máy biến áp 180 kVA - 22/0,4 kV. Từ đây dẫn hai đường cáp hạ áp đến hai nhà. Tại mỗi nhà đặt một tủ điện để cấp điện cho hai tầng nhà. Trên mỗi tầng đi một đường dây trực chạy dọc hành lang, từ đây cấp điện cho bảng điện các phòng. Phòng nhỏ đặt một bảng điện, phòng to đặt hai bảng điện. Trong phòng, điều hoà được cấp bằng đường dây và áp tô mát riêng; đèn, quạt cấp bằng đường dây và áp tô mát riêng. Toàn bộ dây điện trong nhà đều được đi trong ống tuýp đặt ngầm trong tường.

Từ BATG về BA khu văn phòng dùng cáp cao áp 24 kV chôn ngầm dưới đất.

Sơ đồ cấp điện trên mặt bằng, sơ đồ nguyên lí cấp điện cho toàn khu văn phòng xem hình 4.7 và 4.8.

4.5.3. Lựa chọn các phần tử của hệ thống cấp điện

a) Chọn cáp cao áp 22 kV

$$I_T = \frac{S_T}{\sqrt{3}U_c} = \frac{180}{\sqrt{3}.22} = 4,73 \text{ A}$$

Chọn cáp 24 kV, lõi đồng, cách điện XLPE, vỏ bọc PVC có đai thép, do hãng ALCATEL (Pháp) sản xuất, tiết diện tối thiểu 25 mm² - PVC (3 × 25), $I_{cp} = 124 \text{ A}$.

b) Chọn trạm biến áp

Chọn dùng trạm biến áp trọn bộ loại 8FB1 - 24 kV/0,4 kV do SIEMENS chế tạo, thiết bị đóng cắt cao áp cách điện SF6, gồm 3 ngăn: ngăn cao áp, ngăn máy biến áp và ngăn hạ áp. Ngăn cao áp dùng sơ đồ cầu dao - cầu chì, ngăn hạ áp có một áp tô mát tổng và hai áp tô mát nhánh.

Tủ cao áp có $I_{\text{dm}} = 200 \text{ A}$, dòng cắt định mức $I_{\text{cắt}} = 25 \text{ kA}$, loại tủ 8DJ10.

Tủ biến áp đặt 1 máy biến áp dầu 180 kVA - 22/0,4 kV

Tủ hạ áp có dòng tổng hạ áp bằng

$$I_T = \frac{S_T}{\sqrt{3}U_{II}} = \frac{180}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 260 \text{ A}$$

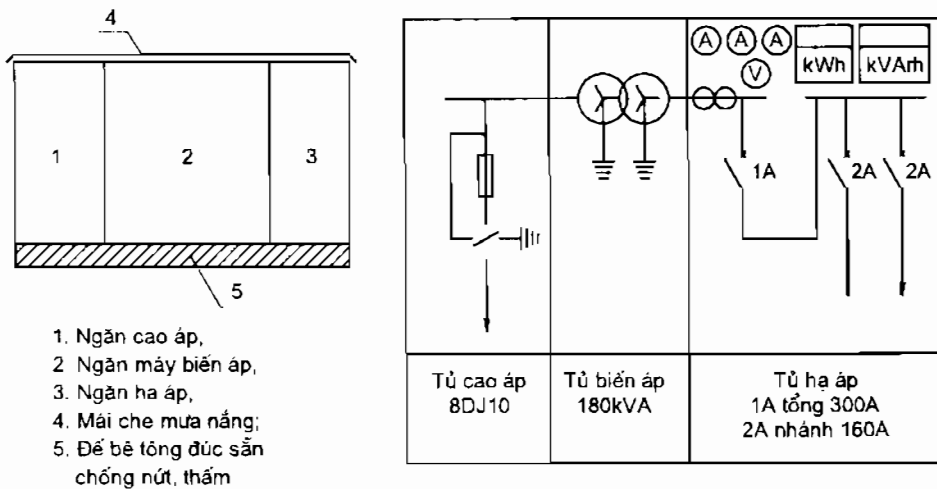
Chọn áp tô mát tổng 1A - 300 A

Dòng điện nhánh không kể đến chiếu sáng công cộng

$$I_1 = I_2 = \frac{P_N}{\sqrt{3}U \cos \varphi} = \frac{69,68}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 132,49 \text{ A}$$

Chọn áp tô mát nhánh 2 A - 160 A.

Các kết quả chọn ghi ở sơ đồ 4.6.



Hình 4-6. Trạm biến áp trọn bộ 8FB1 và sơ đồ đấu dây

c) Chọn cáp đến các nhà 1, 2

Sẽ lấy điện chiếu sáng công cộng từ nhà 1,

$$\text{Vậy } I_1 = \frac{69,68 + 3}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 138,195 \text{ A}$$

Chọn cáp đồng, 4 lõi, cách điện XLPE, vỏ PVC có đai thép, tiết diện 50mm^2 do hãng ALCATEL chế tạo có $I_p = 156 \text{ A}$.

Cáp đến nhà 2 cũng chọn cùng loại cáp CuXLPE/PVC/DSTA ($3 \times 50 + 1 \times 35$).

d) Chọn tủ điện cho hai nhà

Tủ điện cho mỗi nhà đặt tại hành lang, chỗ giữa nhà, trong tủ đặt một áp tô mát tổng và hai áp tô mát nhánh cho hai tầng.

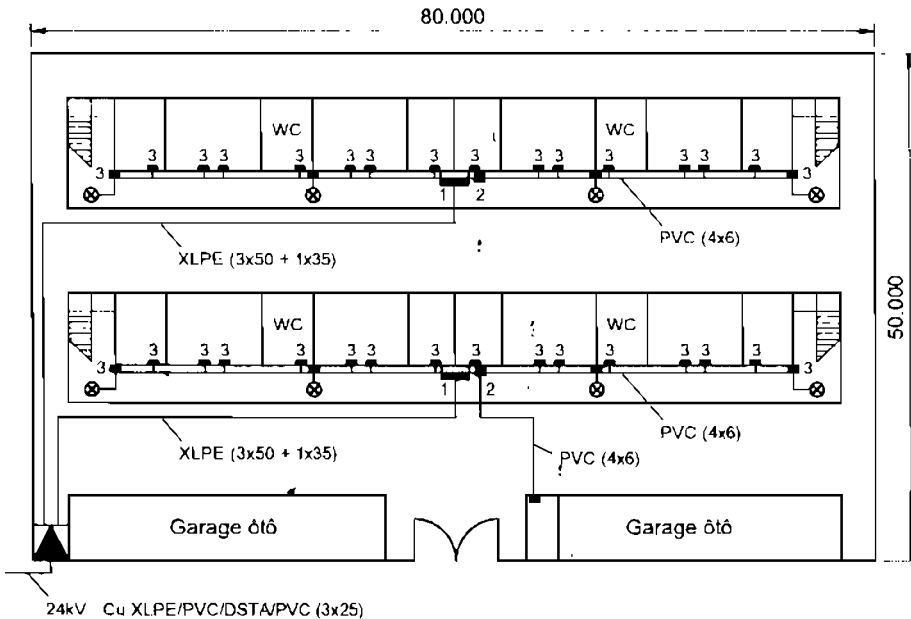
Với dòng điện nhà 1, $I_1 = 138,195 \text{ A}$; nhà 2, $I_2 = 132,49 \text{ A}$ chọn áp tô mát tổng cho mỗi nhà loại 160 A.

Dòng điện của 1 tầng hay của 1 nhánh đường dây hạ áp.

$$I_t = \frac{P_t}{\sqrt{3}U \cos \varphi} = \frac{34,84}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 66,25 \text{ A}$$

Chọn áp tô mát nhánh loại 100A.

Riêng tủ điện nhà 1 chọn thêm 1 áp tô mát nhánh cho chiếu sáng, công suất chiếu sáng $P_{cs} = 3 \text{ kW}$, $I_{cs} = 5,7 \text{ A}$, chọn loại 15 A.



Hình 4.7. Sơ đồ cấp điện trên mặt bằng tầng 1 khu nhà văn phòng

1. Tủ tổng của nhà; 2. Tủ điện tầng; 3. Bảng điện các phòng.

Tất cả các áp tô mát đều của MERLIN GERIN sản xuất.

d) Chọn cáp từ tủ điện nhà đến tủ điện tầng

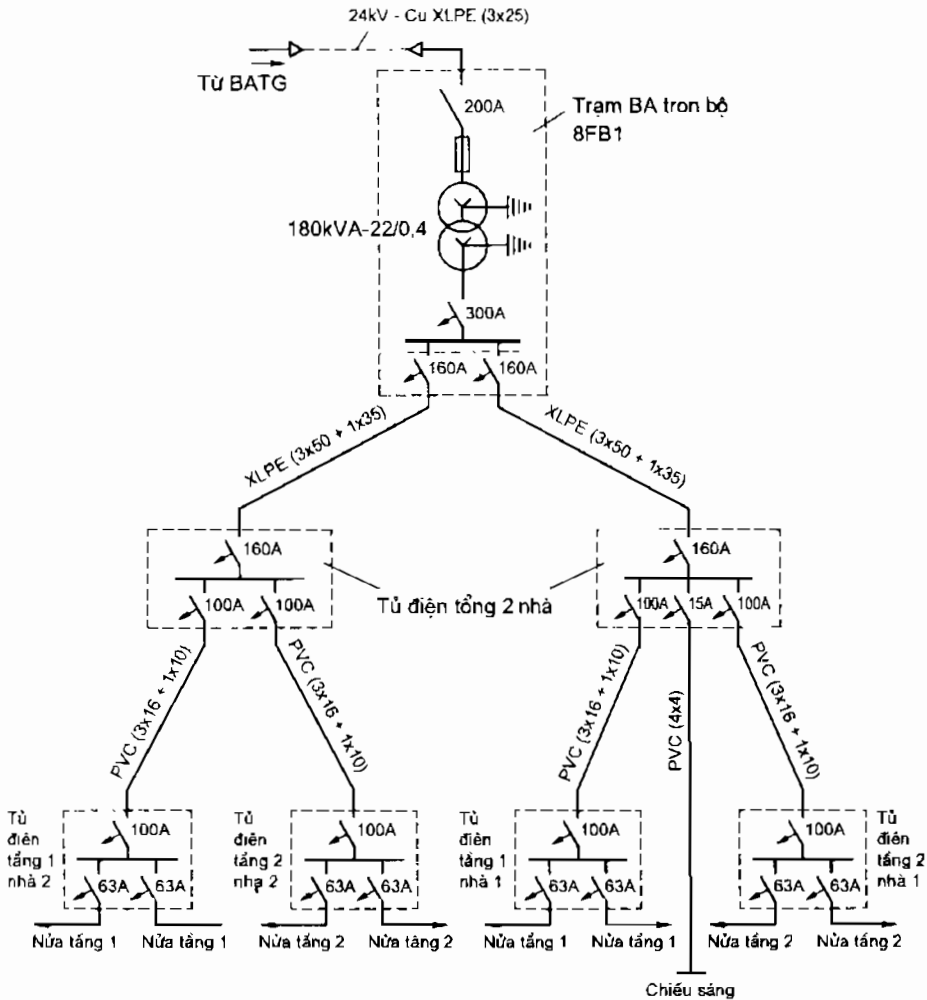
Từ trị số dòng điện tầng $I_t = 66,25 \text{ A}$ chọn cáp $16 \text{ mm}^2 \text{ PVC}$ ($3 \times 16 + 1 \times 10$), có $I_{cp} = 74 \text{ A}$.

Cấp cho chiếu sáng từ nhà 1 đến bảng điện tại nhà thường trực: PVC (4×4).

Cấp từ tủ điện lên các tầng đi trong ống thép $\phi 40$ đặt ngầm trong tường.

e) Chọn tủ điện các tầng

Mỗi tầng đặt một tủ điện nhỏ (hộp điện) ngấm trong tường, sát trần nhà. Từ đây đi ra đường trục riêng cho mỗi nửa tầng (để khi sự cố hay sửa chữa chỉ mất điện nửa tầng) trong tủ đặt một áp tô mát tổng 100 A và 2 A - 63 A của hãng Merlin Gerin.



Hình 4-8. Sơ đồ nguyên lý cấp điện cho khu nhà văn phòng

g) Chọn dây trục cho mỗi nửa tầng

Với dòng điện nửa tầng 33 A chọn đường trục là cáp một sợi, lõi đồng, tiết diện 6mm^2 . Từ đường trục lấy điện vào các bảng điện phòng qua các hộp nối.

h) Thiết kế điện nội thất phòng làm việc

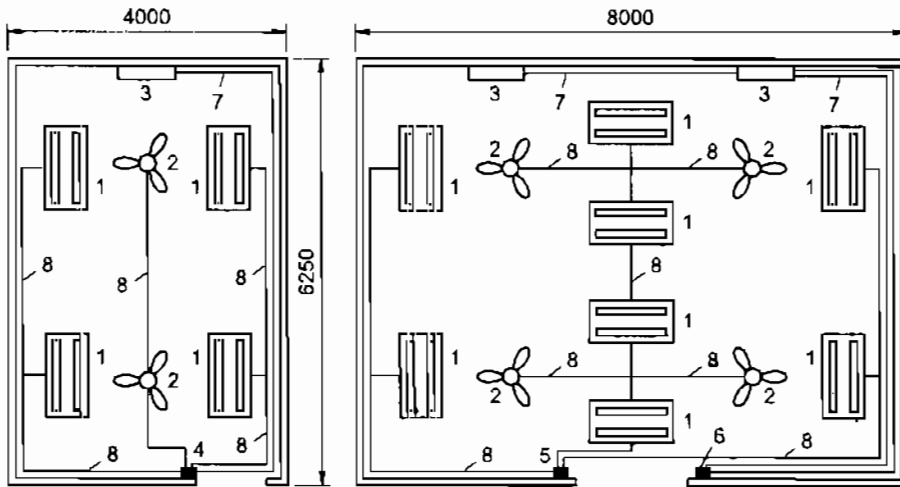
Phòng nhỏ đặt một bảng điện chìm với 3 áp tô mát 3 A - 15 A (bảng điện 4 hình 4.9):

- Một áp tô mát cấp điện cho điều hoà
- Một áp tô mát cấp điện cho quạt
- Một áp tô mát cấp điện cho đèn.

Phòng lớn đặt 2 bảng điện chìm:

- Một bảng đặt 2A - 15 A cấp điện cho 2 điều hoà (bảng điện 6 hình 4.9).
- Một bảng đặt 2A - 15 A cấp điện riêng cho đèn, quạt (bảng điện 5 hình 4.9).

Các thiết bị điện trong phòng: áp tô mát của Merlin Gerin, dây dẫn của Clipsal. Dây được đi ngầm trong ống tuýp đặt trong tường.



Hình 4.9. Sơ đồ điện nội thất trong phòng làm việc nhỏ và lớn

1. Bộ 2 đèn tuýp; 2. Quạt trần; 3. Điều hoà nhiệt độ;
4. Bảng điện chìm, 3 áp tô mát 15 A; 5,6. Bảng điện chìm 2 áp tô mát;
7. Dây cấp cho điều hoà 2,2,5 mm²; 8. Dây cấp cho quạt đèn 2,1,5 mm².

i) Thực hiện hệ thống tiếp địa tại trạm bằng các cọc L 6,3 × 6,3 × 6 dài 2,5 m với $R_d \leq 4 \Omega$ (xem chương 3), nối trung tính máy biến áp 22/0,4 kV cả 2 phía cao, hạ áp và bộ phận tiếp đất của DCL vào hệ thống tiếp địa này.

k) Thực hiện đóng cọc tiếp địa cho 2 tủ điện tổng của 2 nhà bằng một cọc L 6,3 × 6,3 × 6 có $R_d \leq 10 \Omega$, dây tiếp địa bằng thép $\phi 8$. Lưu ý, cọc và dây tiếp địa phải mạ kẽm nhúng nóng để chống gỉ.

4.6. THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN CHO MỘT KHÁCH SẠN

Khách sạn cần cấp điện nằm ở trung tâm thành phố, trên diện tích hẹp (65×25) m² bao gồm khu nhà khách hai tầng và khu phục vụ (bếp, bơm nước, giặt giũ...) một tầng nằm phía sau nhà.

Nhà khách bố trí thành 2 dãy có hành lang đi ở giữa, cầu thang cũng được bố trí giữa nhà, lùi về phía sau, tạo ra tiền sảnh đón khách. Như vậy mỗi tầng được chia làm 4 phân khu (ngăn cách bởi hành lang, tiền sảnh và cầu thang) mỗi phân khu bố trí 6 phòng khách. Tổng cộng tầng 2 có 24 phòng khách, tầng 1 chỉ có 16 phòng khách, phân khu tiếp giáp với khu phục vụ dùng làm văn phòng (24 m²), nhà ăn (100 m²), nhà kho (24 m²). Như vậy, khách sạn có 42 phòng khách tất cả. Nguồn điện cấp cho khách sạn là đường cấp 24 kV của thành phố đi ngầm ngoài vỉa hè trước cửa khách sạn.

4.6.1. Xác định công suất điện cần cấp cho khách sạn

Theo yêu cầu đặt hàng thì đây thuộc loại khách sạn mức trung bình về cấp điện, sơ bộ có thể lấy suất phụ tải cho một phòng khách là $P_0 = 4 \text{ kW}$.

Công suất cần cấp cho khách sạn là

$$P_T = P_0 \cdot P = 4 \cdot 42 = 168 \text{ kW}$$

Vì các phòng đều có tấm nóng lạnh, lấy $\cos\phi = 0,9$

$$S_T = \frac{168}{0,9} = 186,67 \text{ kVA}$$

Cũng có thể tính chính xác hơn công suất cho từng phòng, từng tầng và toàn khách sạn theo công suất đặt, cụ thể cho các khu vực mà khách hàng cung cấp.

a) Công suất tính toán cho một phòng khách

Phòng khách dự định đặt:

- 01 máy điều hoà nhiệt độ	2,5 kW
- 01 bình đun nước tắm nóng lạnh	2,8 kW
- Các phụ tải khác: tivi, radiô, tủ lạnh, quạt, đèn	1,0 kW
Tổng = 6,3 kW	

Lấy $k_{dt} = 0,8$, xác định được công suất tính toán một phòng khách là

$$P_p = 0,8 \cdot 6,3 \approx 5 \text{ kW}$$

b) Công suất tính toán tầng 2

$$P_{12} = 0,8 \cdot 5 \cdot 24 = 96 \text{ kW}$$

c) Công suất tính toán tầng 1

- 16 phòng khách:

$$P_1 = 0,85 \cdot 5 \cdot 16 = 68 \text{ kW}$$

- Phân khu nhà ăn, văn phòng, kho

Lấy suất phụ tải 20W/m^2 , tổng diện tích 150 m^2

$$P_2 = 20 \cdot 150 = 3 \text{ kW}$$

- Khu phục vụ: diện tích 50 m^2 , đặt các loại máy (bơm, giặt, quạt gió) tổng công suất 10 kW

$$P_3 = 0,8 \cdot 10 + 15 \cdot 50 = 8,75 \text{ kW}$$

- Ngoài ra còn chiếu sáng hành lang, tiền sảnh tầng 1, 2 sân để xe khoảng 2 kW .

Công suất tính toán tầng 1

$$P_{T1} = 0,85 (68 + 3 + 8,75 + 2) = 69,49 \text{ kW}$$

Công suất cần cấp điện cho khách sạn

$$P_T = P_{T1} + P_{T2} = 96 + 69,49 = 164,49 \text{ kW}$$

$$S_T = \frac{164,49}{0,9} = 182,77 \text{ kVA}$$

Trị số này xấp xỉ trị số tính sơ bộ lấy 4 kW/1 phòng khách.

4.6.2. Phương án cấp điện

Đặt một máy biến áp $200 \text{ kVA} - 22/0,4 \text{ kV}$ tại khu vực sân xe sau nhà khách. Nguồn điện được lấy từ đoạn cáp 22 kV nối với đường cáp trục 22 kV đi qua cửa khách sạn, bằng một hộp đấu nối. Vì diện tích chật, nên dùng trạm treo.

Thiết bị đóng cắt cao áp, dùng cầu dao phụ tải.

Vì khách sạn chỉ có 2 tầng, không cần đặt tủ phân phối tổng, chỉ cần đặt mỗi tầng một tủ điện riêng. Trong mỗi tủ đặt áp tô mát tổng và 4 áp tô mát nhánh cấp điện cho 4 phân khu bằng 4 đường trục. Từ các đường này, điện được đưa vào từng phòng qua các hộp nối. Trong mỗi phòng đặt 3 áp tô mát riêng cho điều hoà, bình nước nóng và phụ tải còn lại. Tất cả cáp cao, hạ áp đều chôn ngầm dưới đất. Đường dây từ tủ điện tầng đến các phòng và dây đi trong phòng đều đi trong ống tuýp đặt ngầm trong tường, tủ điện trong

phòng đặt chìm trong tường. Sơ đồ cấp điện trên mặt bằng và sơ đồ nguyên lý xem hình 4.10 và 4.11.

4.6.3. Lựa chọn các phần tử của sơ đồ cấp điện

a) Chọn máy biến áp

Chọn máy do ABB sản xuất 200 kVA - 22/0,4 kV có trung tính cao, hạ áp nối đất trực tiếp.

b) Chọn cầu dao phụ tải

Chọn loại NPS 24A2 do ABB chế tạo. Máy biến áp và cầu dao phụ tải do ABB chế tạo có thông số ghi theo bảng.

Bảng 4.7. Thông số kĩ thuật của máy biến áp

Công suất, kVA	U_c , kV	U_n , kV	ΔP_{ct} , W	ΔP_n , W	U_N , %	Trọng lượng, KG
200	22	0,4	530	3450	4	885

Bảng 4.8. Thông số kĩ thuật của cầu dao phụ tải

Loại CDPT	U_{dm} , kV	I_{dm} , A	Dòng cắt ngắn mạch $10 I_{cn}$, kA	Dòng cắt ngắn mạch max I_{qh} , kA	Dòng cắt tải định mức I_{edm} , A
NPS24A2	24	630	20	50	25

c) Chọn cáp cao áp

$$I_1 = \frac{200}{\sqrt{3} \cdot 22} = 5,25 \text{ A.}$$

Chọn cáp đồng cách điện XLPE, vỏ PVC có đai thép do hãng ALCATEL (Pháp) sản xuất, tiết diện tối thiểu 25 mm² (Cu × XLPE/PVC/DSTA/PVC (3 × 25) – 24 kV, có $I_{cp} = 124 \text{ A}$).

d) Chọn tủ điện tầng I

- Vỏ tự tạo
- Áp tô mát tổng

$$I_1 = \frac{182,27}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 277,25 \text{ A}$$

Chọn áp tô mát tổng và tất cả các áp tô mát trong khách sạn của hãng Merlin Gerin (Pháp) chế tạo.

Áp tô mát tổng chọn loại NS 400E có $I_{dm} = 400$ A; $I_{c,dm} = 15$ kA

- Áp tô mát nhánh: mỗi nhánh cấp điện cho 6 phòng trong một khu, công suất tính toán

$$P_k = 5 \cdot 6 \cdot 0,85 = 25,5 \text{ kW}$$

Dòng tính toán:

$$I_k = \frac{25,5}{\sqrt{3 \cdot 0,38 \cdot 0,9}} = 40,1 \text{ A.}$$

Chọn 4 áp tô mát nhánh loại C60 N có $I_{dm} = 63$ A, $I_{c,dm} = 6$ kA.

d) Chọn tủ tầng 2

$$I_{1,2} = \frac{96}{\sqrt{3 \cdot 0,38 \cdot 0,9}} = 162,25 \text{ A}$$

- Chọn áp tô mát tổng loại NS 225E có $I_{dm} = 225$ A, $I_{c,dm} = 7,5$ kA.

- 4 áp tô mát nhánh chọn loại C60N có $I_{dm} = 63$, $I_{c,dm} = 6$ kA.

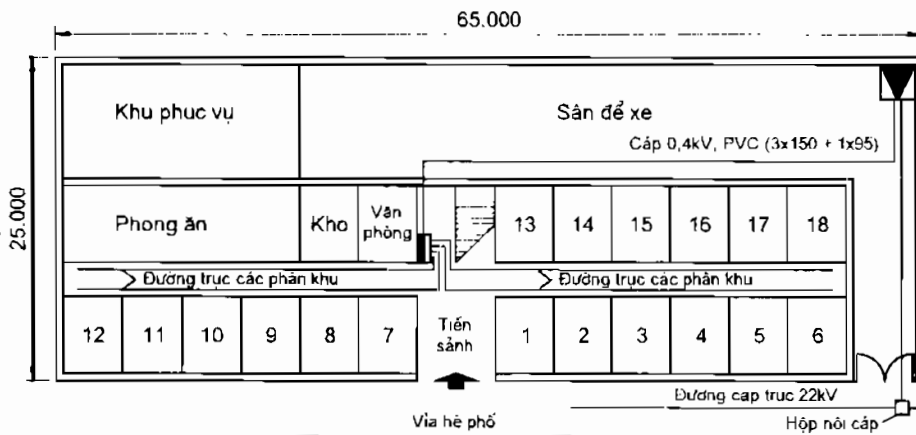
e) Chọn cáp hạ áp

- Cấp từ BA vào tủ tầng 1

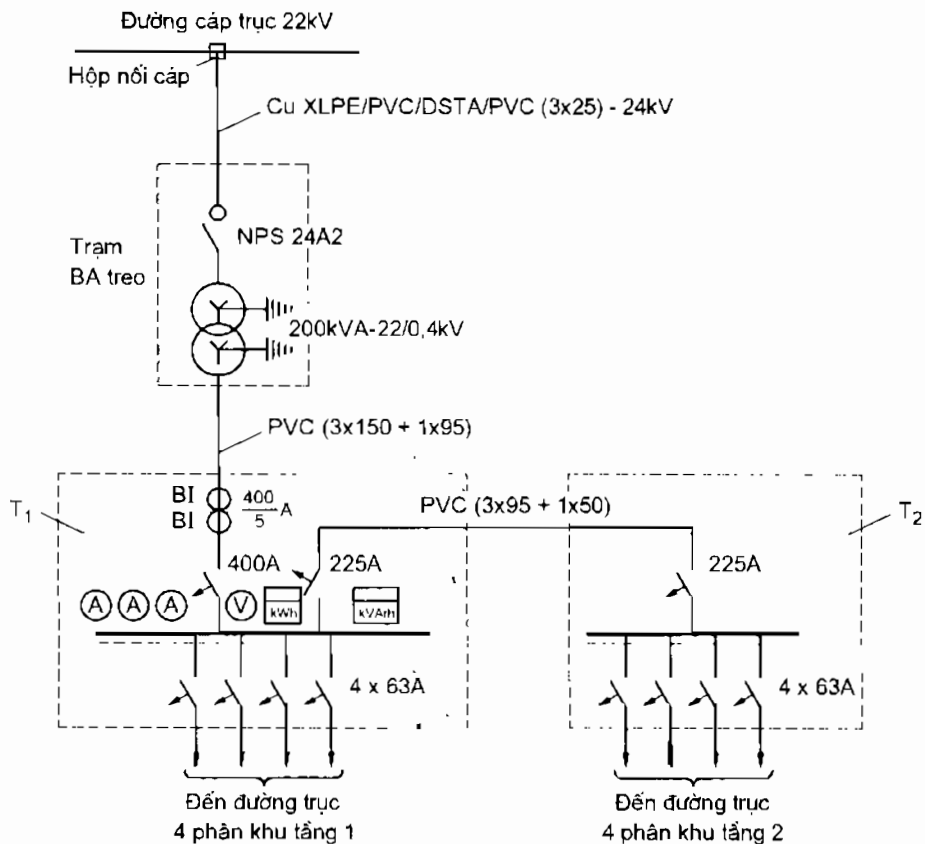
Với $I_T = 277,25$ A chọn cáp đồng, 4 lõi, cách điện XLPE vỏ PVC, có đai thép do hãng ALCA TEL (Pháp) chế tạo, tiết diện 150 mm^2 có $I_{cp} = 285$ A PVC (3 . 150 + 1.95).

- Cấp từ tủ điện tầng 1 lên tủ tầng 2

Với $I_{T2} = 162,25$ A chọn cáp PVC (3. 95 + 1.50) có $I_{cp} = 238$ A.



Hình 4-10. Sơ đồ cấp điện trên mặt bằng tầng 1 khách sạn
(sơ đồ cấp điện cho tầng 2 tương tự)



Hình 4-11. Sơ đồ nguyên lý cấp điện cho khách sạn

g) Chọn dây trực các phân khu trong tầng và thiết bị, dây dẫn trong từng phòng: tương tự thiết kế điện cho nhà văn phòng.

h) Chọn các thiết bị đo lường cho trạm biến áp

- Máy biến dòng $3 \times 400/5$ A dùng cho công tơ.
- Máy biến dòng $3 \times 400/5$ A dùng cho ampe kế.
- Ampe kế $3 \times 400/5$ A.
- Vôn kế $0 \div 500$ V, 1 cái.
- Chuyển mạch vôn kế: 1 cái.
- Công tơ hữu công 3×5 A - $3 \times 380/220$ V, 1 cái.
- Công tơ vô công 3×5 A - 3×380 V, 1 cái.
- Đèn tín hiệu: đỏ, vàng, xanh, 220 V AC - 3 cái.
- Cầu chì 5 A: 3 cái.

Chương 5

THIẾT KẾ HỆ THỐNG CẤP ĐIỆN CHO KHU VỰC NÔNG THÔN

5.1. XÁC ĐỊNH CÔNG SUẤT CẦN CẤP ĐIỆN CHO CÁC PHỤ TẢI KHU VỰC NÔNG THÔN

Các phụ tải điện chủ yếu ở nông thôn bao gồm: tưới, tiêu nước, chăn nuôi, xay xát, tuốt lúa, sửa chữa nông cụ, trạm xá, trường học và sinh hoạt.

5.1.1. Xác định công suất tưới tiêu nước

Để xác định công suất cần cấp cho tưới, tiêu nước thường căn cứ vào hệ số tưới (chống hạn) và hệ số tiêu nước (chống úng).

- Vùng đồng bằng: $P_{\text{tưới}} = 0,08 \div 0,1 \text{ kW/ha.}$
- Vùng trung du: $P_{\text{tưới}} = 0,12 \div 0,15 \text{ kW/ha.}$
- Vùng núi: $P_{\text{tưới}} = 0,18 \div 0,20 \text{ kW/ha.}$

Để chống úng thường lấy hệ số tiêu nước $P_{\text{tiêu}} = 0,35 \text{ kW/ha.}$ Ngoài ra, khi chọn máy bơm nước còn căn cứ vào độ chênh lệch mức nước, vào lưu lượng nước cần bơm. Các máy bơm nước thường có công suất 7, 14, 20, 33, 75, 200 kW.

- Máy bơm 14 kW ứng với lưu lượng bơm 300 m³/h.
- Máy bơm 20 kW ứng với lưu lượng bơm 560 m³/h.
- Máy bơm 33 kW ứng với lưu lượng bơm 1000 m³/h.
- Máy bơm 75 kW ứng với lưu lượng bơm 3000 m³/h.
- Máy bơm 200 kW ứng với lưu lượng bơm 9000 m³/h.

Với công suất máy bơm xác định như sau:

Công suất điện cần thiết tưới nước cho N ha

$$P = P_{\text{tưới}} \cdot N, \text{ kW} \tag{5-1}$$

Căn cứ vào lưu lượng nước cần bơm và độ chênh lệch mức nước, chọn công suất máy bơm P_{dm} .

Cuối cùng xác định được số lượng máy bơm cần đặt:

$$n = \frac{P_u}{P_{dm}} \quad (5-2)$$

Phụ tải tính toán của trạm bơm, đặt n máy

$$P_u = k_{dt} \sum_{i=1}^n k_{ti} P_{dmi} \quad (5-3)$$

k_{dt} - hệ số đồng thời sử dụng của n máy;

k_{ti} - hệ số tải của từng máy bơm.

Thường hệ số công suất trạm bơm khá cao, $\cos\varphi = 0,7 \div 0,8$ tùy k_{ti} .

5.1.2. Xác định công suất cấp cho chăn nuôi

Các trại nuôi lợn cần dùng điện năng vào hai khâu: chế biến thức ăn và rửa chuồng trại.

Mỗi trại chăn nuôi thường dùng 1 máy nghiền thức ăn công suất 7, 10 hoặc 14 kW, vài máy thái rau cỡ 1,7 kW (mỗi máy có thể phục vụ 100-200 đầu lợn) vài máy rửa chuồng trại từ 1,7 kW đến 2,8 kW (cho 100-200 đầu lợn). Ngoài ra còn dùng điện để thắp sáng và sưởi ấm gia súc. Như vậy, căn cứ vào quy mô của trại chăn nuôi (số đầu lợn S), dễ dàng xác định được số lượng và công suất các động cơ cần sử dụng.

Số lượng máy thái rau 1,7 kW:

$$n = \frac{S}{200} \quad (5-4)$$

Số lượng máy rửa chuồng công suất 1,7 kW:

$$n = \frac{S}{100} \quad (5-5)$$

Số lượng máy rửa chuồng công suất 2,8 kW:

$$n = \frac{S}{200} \quad (5-6)$$

Phụ tải tính toán cả nhóm máy của trại, cũng xác định theo (5-3).

5.1.3. Công suất phục vụ xay xát

Mỗi thôn thường đặt một máy xay xát, hoặc cả xã đặt chung một cụm máy xay xát 2, 3 chiếc công suất 4,5; 7; 10 hoặc 14 kW.

5.1.4. Công suất phục vụ công việc tuốt lúa

Máy tuốt lúa có thể thủ công (đạp chân) hoặc dùng điện.

Động cơ máy tuốt lúa thường có công suất 2,8 kW hoặc 4,5 kW.

Thường sau khi chia ruộng đất về các hộ nông dân, các hộ thường dùng máy tuốt thủ công, ít khi dùng điện.

5.1.5. Công suất cấp cho trạm sửa chữa nông cụ

Thường mỗi huyện có một trạm sửa chữa nông cụ, còn gọi là trạm cơ khí nông cụ. Trạm có thể sản xuất các máy tuốt lúa thủ công và sửa chữa các máy móc nông nghiệp (bơm, xay xát, chế biến thức ăn). Tại trạm thường đặt một nhóm máy công cụ như khoan, tiện, mài, cưa, hàn v.v...

Phụ tải tính toán của nhóm máy này cũng được xác định theo phương pháp công suất trung bình và hệ số cực đại, như nhóm máy trong xưởng sửa chữa cơ khí:

$$P_u = k_{\max} \cdot k_{cd} \sum_1^n P_{dm}; \quad \cos\varphi = 0,5 \div 0,6$$

5.1.6. Công suất cấp cho trường học

Trường cho các cấp ở nông thôn có thể chỉ dùng điện chiếu sáng, cũng có thể vừa chiếu sáng vừa quạt. Phụ tải tính toán thường xác định theo suất phụ tải trên đơn vị diện tích P_o , W/m², trị số P_o có thể tra theo các sổ tay kỹ thuật, trong thiết kế thực tế thường lấy

$P_o = 10\text{W/m}^2$ cho chiếu sáng

$P_o = 15\text{W/m}^2$ cho cả chiếu sáng và quạt.

Vậy phụ tải tính toán của trường học N lớp là:

$$P_u = P_o \cdot S \cdot N \quad (5-7)$$

trong đó

$S = a \cdot b$ - diện tích lớp học, m²;

$\cos\varphi = 1$ nếu chỉ chiếu sáng bằng đèn sợi đốt;

$\cos\varphi = 0,85$ - chiếu sáng bằng đèn sợi đốt và quạt;

$\cos\varphi = 0,8$ - chiếu sáng bằng đèn tuýp và quạt.

Nếu trong trường hợp có phòng làm việc của ban giám hiệu, hội trường, các khu vực này lấy $P_o = 20\text{ W/m}^2$, phòng thí nghiệm 25 - 30 W/m², phòng máy vi tính lấy $P_o = 400\text{ W/1}$ đầu máy.

5.1.7. Công suất cấp cho trạm xá, nhà hộ sinh

Điện năng ở đây chỉ dùng để thắp sáng và quạt. Thổi nấu dùng than, củi. Phụ tải tính toán xác định theo suất phụ tải trên đơn vị diện tích, tra số tay kỹ thuật. Thực tế thường lấy $P_{tt} = 8 \div 13 \text{ W/m}^2$ (8 - chỉ chiếu sáng; 13 - cả chiếu sáng và quạt). Trạm xá xã chỉ làm nhiệm vụ sơ cứu, không chữa bệnh bằng các máy móc thiết bị y tế sử dụng điện năng.

5.1.8. Công suất cấp cho bệnh viện

Bệnh viện từ cấp huyện trở lên, ngoài chiếu sáng và quạt, còn nhiều bộ phận sử dụng điện: bơm nước, các máy móc y tế khám chữa bệnh (chụp, chiếu, siêu âm v.v...), các dụng cụ vật lý trị liệu, phòng bệnh nhân, phòng khám, phòng mổ, phòng bán thuốc v.v...

Để xác định công suất tính toán cho bệnh viện có hai phương pháp.

a) Xác định phụ tải tính toán cho từng khu vực

- Khu bệnh nhân, phòng khám bệnh, bán thuốc, xét nghiệm: xác định theo suất phụ tải trên 1 m^2 , W/m^2 , tra số tay.

- Khu máy móc y tế: xác định P_{tt} theo công suất đặt và hệ số đồng thời:

$$P_{tt} = k_{tt} \cdot P_{tđ} \quad (5-8)$$

- Trạm bơm: xác định P_{tt} như trạm bơm tưới tiêu (5-3).

Cuối cùng phụ tải tính toán toàn bệnh viện:

$$P_{tt} = k_{tt} \sum_1^n P_{tt}$$

$$\cos\varphi = 0,8 \div 0,85.$$

b) Xác định phụ tải tính toán theo suất phụ tải trên một giường bệnh

$$P_{tt} = \frac{P_{tt}}{N} \quad (5-9)$$

Từ đó xác định được công suất tính toán:

$$P_{tt} = P_{tt} \cdot N \quad (5-10)$$

Trong đó N - số giường bệnh của bệnh viện.

Bệnh viện cấp huyện: $N = 200 \div 300$.

Bệnh viện cấp tỉnh: $N = 300 \div 500$.

Bệnh viện cấp TW: $N = 500 \div 1000$.

Trị số P_{00} , W/giường bệnh có thể tham khảo các số liệu sau:

Với bệnh viện cấp huyện $P_{00} = 250 \div 300$ W/1 giường bệnh.

Với bệnh viện cấp tỉnh $P_{00} = 300 \div 400$ W/1 giường.

Với bệnh viện cấp TW $P_{00} = 400 \div 500$ W/1 giường.

Phụ tải tính toán toàn bệnh viện:

$$P_{11} = P_{00} \cdot N \quad (5-11)$$

$$\cos\varphi = 0,8 \div 0,85.$$

5.1.9. Phụ tải sinh hoạt gia đình

Để xác định phụ tải tính toán khu vực sinh hoạt gia đình cho các làng, xã tốt nhất là dùng suất phụ tải cho một hộ gia đình P_{00} , W/hộ. Qua kết quả khảo sát, thống kê thực tế, thấy rằng trong thời điểm hiện nay, có thể thiết kế cấp điện cho sinh hoạt nông thôn theo số liệu sau:

- Với nông thôn vùng đồng bằng: $P_{00} = 0,5 \div 1$ kW/hộ.

- Với nông thôn ngoại thành: $P_{00} = 0,8 \div 1,2$ kW/hộ.

Phụ tải tính toán cho sinh hoạt làng, xã:

$$P_{11} = P_{00} \cdot H \quad (5-12)$$

H - số hộ gia đình trong khu vực làng, xã.

$$\cos\varphi = 0,85 \div 0,9.$$

5.2. SƠ ĐỒ CẤP ĐIỆN

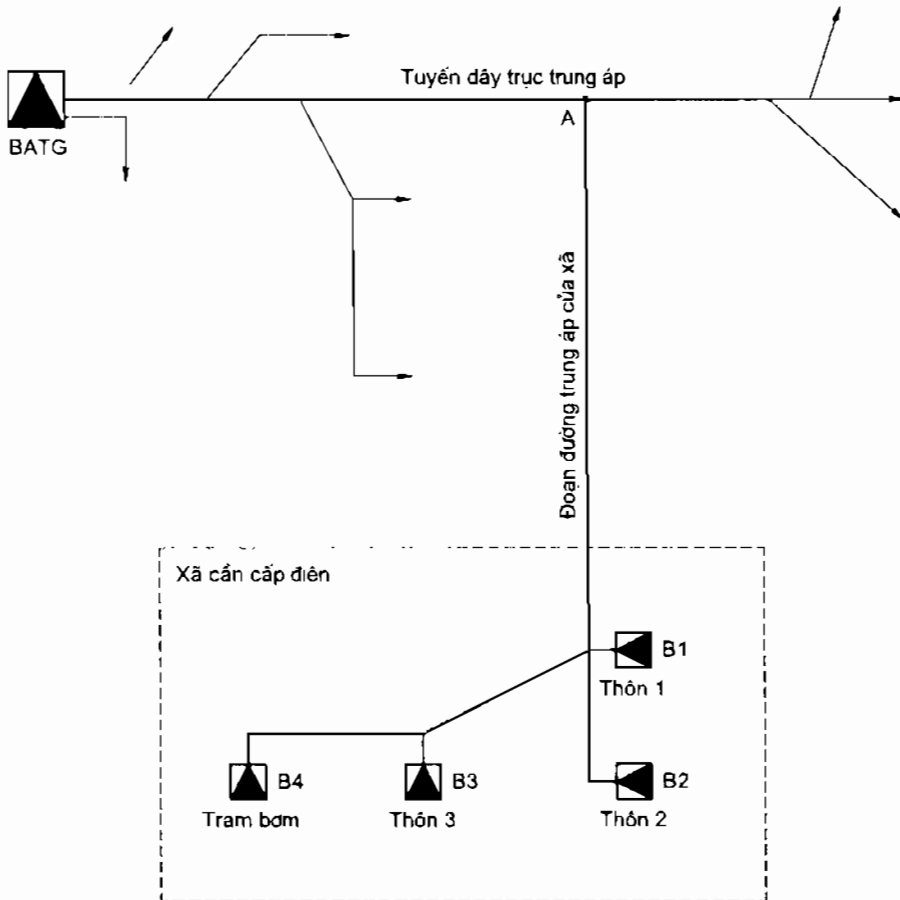
Lưới điện cần thiết kế của thôn, xã, bệnh viện... nằm trong hệ thống cấp điện của huyện. Mỗi huyện thường có 1, 2 trạm biến áp trung gian (BATG) 110 kV/35, 22, 10, 6 kV cấp điện cho phụ tải toàn huyện.

Dòng điện cấp cho một phụ tải mới thường được lấy rẽ nhánh từ một đường trục trung áp, đường trục này xuất phát từ trạm BATG, dang cấp điện liên thông đồng thời cho các phụ tải khác (hình 5.1).

Vì từ điểm rẽ A về xã khá xa (vài km) cộng với các đoạn đường trung áp trong khu vực xã vài km nữa, để đảm bảo an toàn, tin cậy cho tuyến dây trục, tại A nên đặt một dao cách li, để tiện sửa chữa hệ thống điện của xã.

Đường trung áp chọn dùng đường dây trên không ĐDK vì khoảng cách tải điện dài và điều kiện không gian cho phép. Cũng vì khoảng cách tải điện dài nên để đảm bảo chất lượng điện năng, tiết diện dây dẫn ĐDK được chọn

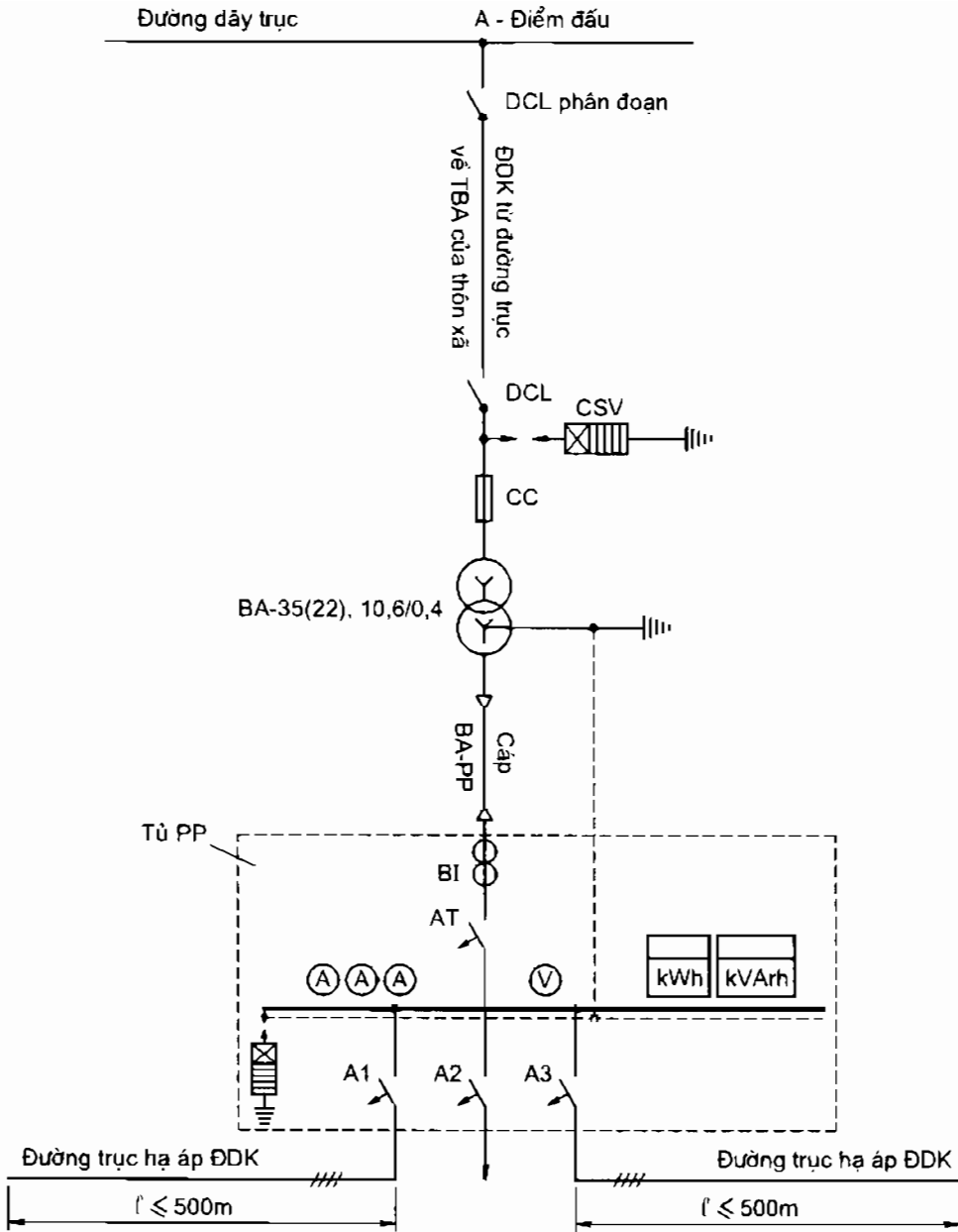
theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép. Cũng do điều kiện nông thôn cho phép, trạm biến áp thường được dùng là trạm cột (trạm bệt): máy biến áp đặt dưới đất, thiết bị cao áp đặt trên cột, tủ hạ áp đặt trong nhà xây, trạm có tường bao để tránh trâu bò và đảm bảo an toàn cho người và thiết bị. Thiết bị cao áp thường đặt DCL - CC hoặc cầu chì tự rơi (CCTR). Phía hạ áp đặt một tủ phân phối gồm một áp tô mát tổng và 2 - 4 áp tô mát nhánh, tùy số lộ ra. Cả phía cao, hạ áp đều phải đặt chống sét van (CSV), để chống sét truyền vào trạm. Có thể đặt thêm chống sét ống (CSÔ) phía đường dây cao áp.



Hình 5-1. Hệ thống cấp điện cho xã nông nghiệp (ví dụ có 4 TBA) được lấy điện từ một tuyến trực trung áp của huyện

Vì ở nông thôn hiện nay, các Sở Điện lực thực hiện phương thức bán điện tại thanh cái hạ áp trạm, nên tại tủ PP trạm cần đặt các đồng hồ vôn, ampe và các công tơ. Thường đặt 3 đồng hồ ampe, 1 đồng hồ vôn + chuyển mạch để đo điện áp dây, 1 công tơ 3 pha hữu công, 1 công tơ 3 pha vô công.

Sơ đồ nguyên lí một trạm BA nông thôn cho trên hình 5.2.



Hình 5-2. Sơ đồ nguyên lý cấp điện cho một khu vực nông thôn dùng một trạm biến áp (có thể dùng CCTR thay cho DCL - CC)

Sơ đồ kết cấu xây dựng trạm xem chương 3.

Tùy thuộc địa hình từng thôn xóm mà vạch ra phương án đi dây thích hợp (hình 5.6).

5.3. LỰA CHỌN CÁC PHẦN TỬ CỦA SƠ ĐỒ CẤP ĐIỆN

5.3.1. Chọn máy biến áp

Trạm chỉ đặt một máy, công suất máy chọn theo mục 1.3.1, chương 1.

5.3.2. Chọn DCL phân đoạn và DCL trạm

Cả hai DCL chọn cùng loại, chọn theo bảng 1.3.

5.3.3. Chọn cầu chì cao áp

Cầu chì cao áp chọn theo bảng 1.4.

5.3.4. Chọn áp tô mát

Áp tô mát tổng và áp tô mát nhánh chọn theo mục 13.9 chương 1.

5.3.5. Lựa chọn thanh góp (thanh cái) đặt trong tủ phân phối hạ áp

Các tủ phân phối hạ áp trạm BA nông thôn thường dùng tủ tự tạo, cần lựa chọn và kiểm tra hệ thống thanh góp theo bảng 1.9.

5.3.6. Lựa chọn đoạn cáp hạ áp từ BA đến tủ phân phối (3 - 5m)

- Chọn theo dòng phát nóng cho phép, công thức (1.29).
- Kiểm tra theo điều kiện ổn định dòng ngắn mạch, công thức (1.35).

5.3.7. Lựa chọn tiết diện các tuyến dây hạ áp

Dây hạ áp dùng dây A hoặc AC đi trên cột.

Để đảm bảo điện áp nhà xa nhất, nằm trong phạm vi cho phép, tiết diện dây hạ áp nông thôn được chọn theo ΔU_{cp} . Sau đó phải kiểm tra khởi động máy bơm, khi trạm bơm đặt xa trạm biến áp.

5.3.8. Lựa chọn tiết diện tuyến dây cao áp

Vì bán kính hoạt động của các tuyến dây cao áp khá xa, nên tiết diện cũng được chọn theo điều kiện tổn thất điện áp.

Sau đây trình bày phương pháp lựa chọn tiết diện dây dẫn theo ΔU_{cp} .

- Cho giá trị $x_0 = 0,35 \Omega/\text{km}$, xác định trị số thành phần tổn thất điện áp do Q gây ra trên X.

$$\Delta U'' = x_0 \frac{\sum Ql}{U_{dm}}, V \quad (5-13)$$

- Xác định trị số cho phép của thành phần tổn thất điện áp do P gây ra trên R.

$$\Delta U' = \Delta U_{cp} - \Delta U'' \quad (5-14)$$

- Xác định tiết diện dây tối thiểu đảm bảo ΔU_{cp} .

$$F = \rho \frac{\sum Ql}{U \cdot \Delta U'}, mm^2 \quad (5-15)$$

Trong hai công thức trên:

P, kW; Q, kVAr - công suất trên các đoạn đường dây;

l, km - chiều dài các đoạn đường dây;

ρ - điện trở suất của nhôm $\rho = 31,5 \Omega/mm^2 \cdot km$; U, kV; $\Delta U'$, V.

Cần căn cứ vào sơ đồ tuyến dây để xác định P, Q, l cho đúng.

Nếu chọn tiết diện tiêu chuẩn nhỏ hơn tiết diện tính toán theo (5-15) cần kiểm tra lại điều kiện $\Delta U \leq \Delta U_{cp}$.

Để đảm bảo độ lệch điện áp cuối đường dây $\Delta U \leq 5\% U_{dm}$, tùy thuộc vào điện áp thanh cái hạ áp trạm biến áp, có thể lấy $\Delta U_{cp} = (5 \div 10\%) U_{dm}$.

Cần nhớ rằng, khi tính toán các đường nhánh vào xóm ngõ, có thể coi là phụ tải phân bố đều, để tính ΔU trong các công thức trên, thay thế bằng phụ tải tập trung đặt tại giữa đường dây, có trị số bằng tổng công suất phân bố đều (xem hình 5-3).

5.3.9. Kiểm tra tiết diện dây cáp cho trạm bơm theo độ sụt điện áp khi khởi động máy bơm

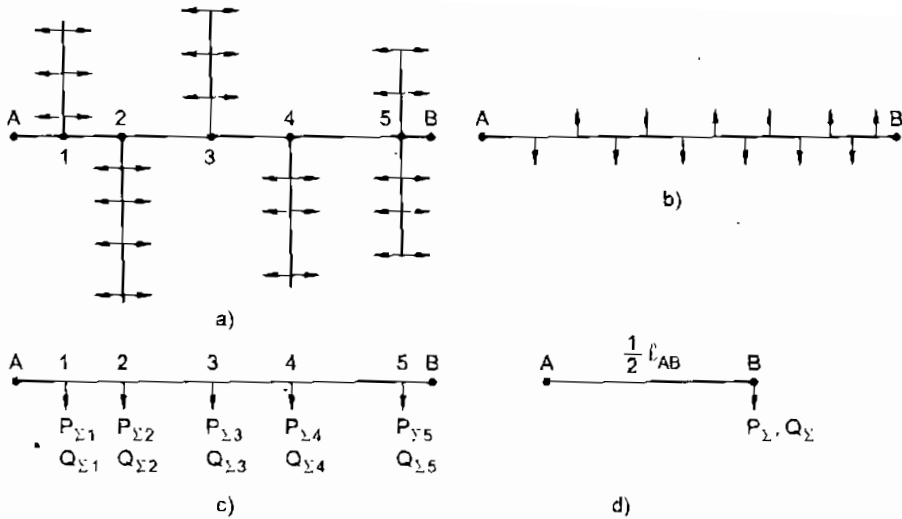
Như đã nói ở trên, nếu trạm bơm không đặt trạm biến áp riêng mà được cấp điện bằng một đường dây hạ áp từ một TBA công cộng thì nhất thiết phải kiểm tra tiết diện dây theo độ sụt áp khi khởi động một máy bơm.

- Nếu trạm bơm chỉ đặt một máy, khi máy bơm khởi động, yêu cầu độ sụt áp thoả mãn điều kiện:

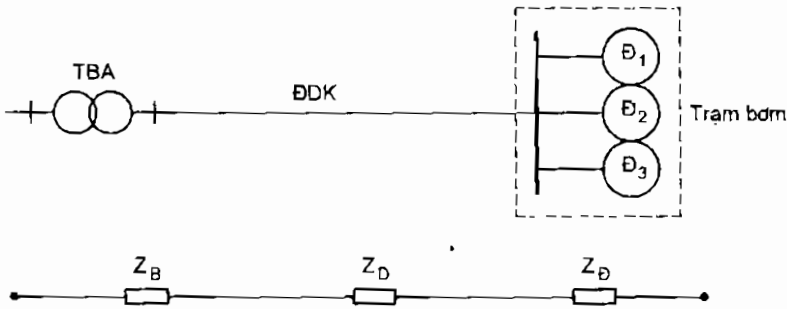
$$\Delta U\% \leq 40\% U_{dm} \quad (5-16)$$

- Nếu trạm đặt nhiều máy bơm khi khởi động một máy bơm, yêu cầu phải thoả mãn điều kiện, không làm ảnh hưởng đến sự làm việc của các máy bơm khác, điều kiện đó là:

$$\Delta U\% \leq 20\% U_{dm} \quad (5-17)$$



Hình 5-3. Sơ đồ thay thế tính tiết diện theo phương pháp tổn thất điện áp cho phép
 a, b - Sơ đồ cấp điện thực tế; c, d - Sơ đồ thay thế tương ứng



Hình 5-4. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế xác định độ sụt áp, khi khởi động một máy bơm

Phương pháp xác định độ sụt áp như sau:

$$\Delta U\% = \frac{Z_B + Z_D}{Z_B + Z_D + Z_D} \cdot 100 \quad (5-18)$$

Trong đó:

Z_B - Tổng trở máy biến áp quy về hạ áp;

Z_D - Tổng trở đường dây cấp điện cho trạm bơm;

Z_D - Tổng trở ngắn mạch của động cơ khởi động.

$$Z_D = \frac{U_{dm}}{\sqrt{3} k_{mn} I_{dm}} \quad (5-19)$$

k_{mn} - hệ số mở máy (khởi động) của động cơ máy bơm.

Lưu ý, nếu trạm đặt nhiều máy bơm với công suất khác nhau, phải cho máy bơm lớn nhất khởi động, để kiểm tra độ sụt áp.

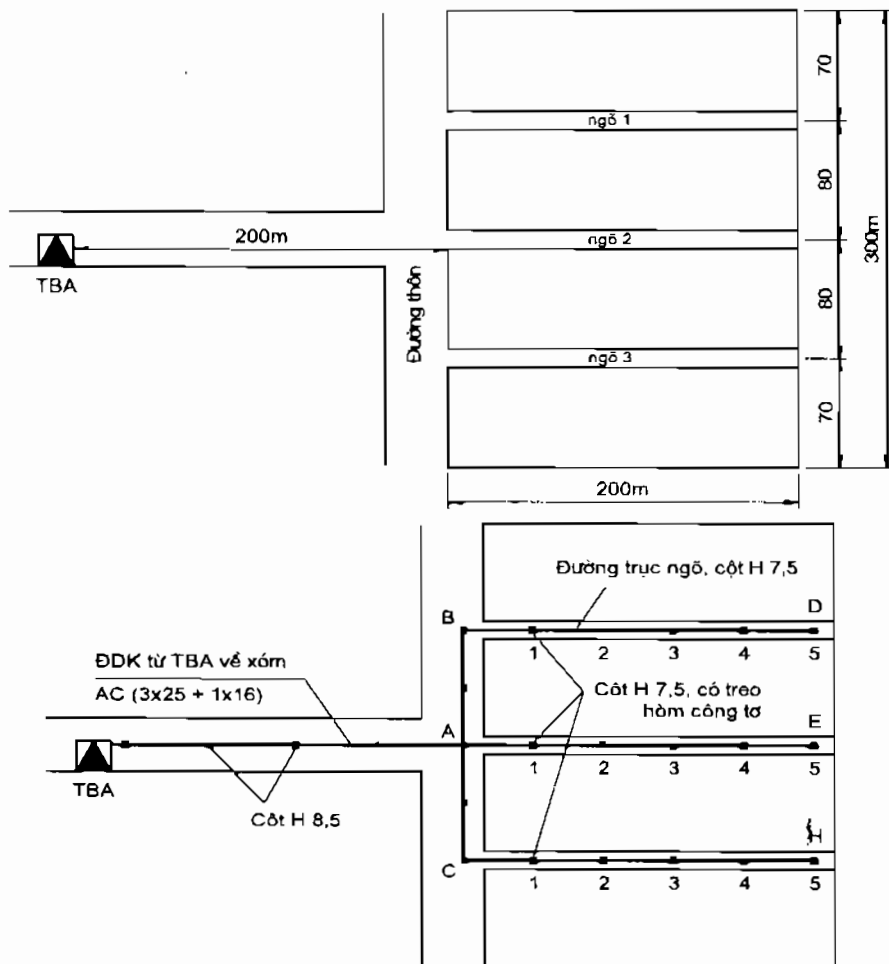
5.3.10. Tính toán nổi đất

a) Tính toán nổi đất trạm biến áp (xem chương 3).

b) Tính toán nổi đất đường dây tải điện cao, hạ áp (xem chương 1 và chương 3).

5.4. THIẾT KẾ HỆ THỐNG CẤP ĐIỆN CHO MỘT XÓM MỚI

Yêu cầu thiết kế cấp điện cho một xóm mới gồm 60 hộ dân nông nghiệp. Nhà dân được bố trí đều trên 3 ngõ xóm, mỗi ngõ 20 hộ. Nguồn điện là trạm biến áp cấp điện cho toàn thôn, nằm cách xóm 200 m (xem hình 5.6).

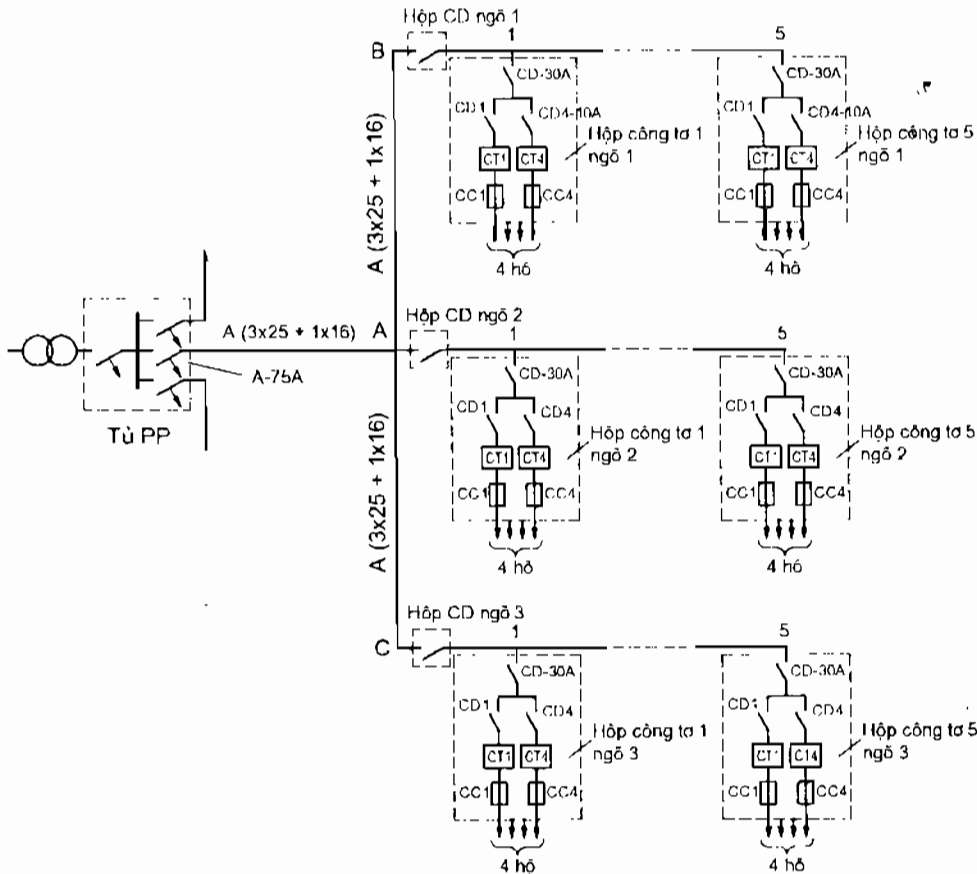


Hình 5-6. Mặt bằng địa lí xóm mới và mặt bằng cấp điện

5.4.1. Phương án cấp điện

Căn cứ vào mặt bằng địa lí, dự định sẽ kéo một đường dây trên không, dây AC về trung tâm xóm (điểm A, đầu ngõ 2), từ đây sẽ tách làm 3 tuyến dây, mỗi tuyến cấp điện cho một ngõ riêng (20 hộ dân). Phía đầu nguồn đặt 1 áp tô mát riêng cho xóm mới. Tại các cột đầu ngõ A, B, C, đặt cầu dao đầu tuyến dây mỗi ngõ. Mỗi tuyến ngõ dài 200 m, đặt 5 cột cách nhau 40 m, mỗi đầu cột đặt một hòm công tơ (4 công tơ 1 hòm). Trong mỗi hòm công tơ đặt 1 CD tổng và 4 CD nhánh cho 4 công tơ, sau mỗi công tơ đặt CC. Sơ đồ nguyên lí cấp điện cho xóm mới thể hiện trên hình 5-7.

5.4.2. Sơ đồ nguyên lí



Hình 5-7. Sơ đồ nguyên lí hệ thống cấp điện cho xóm mới

5.4.3. Lựa chọn các phần tử của hệ thống cấp điện

Phụ tải tính toán của xóm xác định theo (5-12), vì xóm mới, lấy $P_0 = 0,5 \text{ kW/hộ gia đình}$.

$$P_{tt} = P_o \cdot H = 0,5 \cdot 60 = 30 \text{ kW}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 30 \cdot 0,62 = 18,6 \text{ kVAr}$$

$$S_{tt} = \frac{P_{tt}}{\cos \varphi} = \frac{30}{0,85} = 35,3 \text{ kVA}$$

a) Chọn áp tô mát đầu nguồn

$$I_{tt} = \frac{35,3}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 53,68 \text{ A}$$

Vì điều kiện nông thôn, ít kinh phí, chọn dòng áp tô mát 75 A của CLIPSAL. (Úc).

b) Chọn dây dẫn

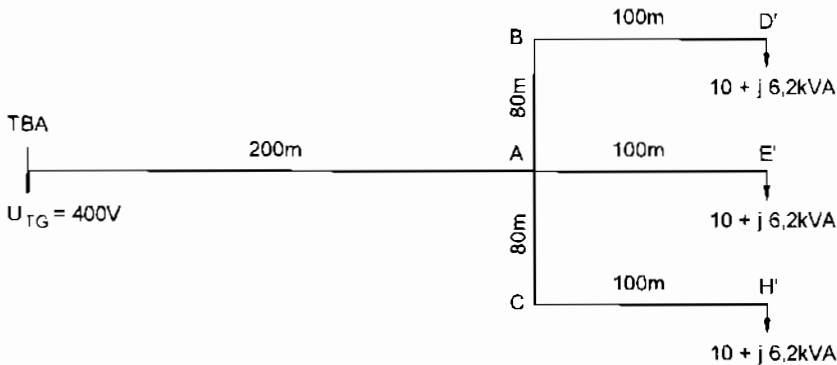
Chọn dùng ĐDK, dây nhôm cùng tiết diện. Chọn theo ΔU_{cp} .

Coi đường dây ngõ cấp điện cho 20 hộ là phân bố đều, thay bằng phụ tải tập trung ở giữa, với công suất:

$$P_{ngõ} = 20 \cdot 0,5 = 10 \text{ kW}$$

$$Q_{ngõ} = 10 \cdot 0,62 = 6,2 \text{ kVAr}$$

Sơ đồ tính toán lựa chọn dây dẫn như hình 5.8.



Hình 5-8. Sơ đồ thay thế để lựa chọn tiết diện dây dẫn

Vì điện áp thanh góp hạ áp $U = 400 \text{ V} = 105\% U_{dm}$, cho phép lấy $\Delta U_{cp} = 10\% U_{dm}$, điện áp cuối đường dây ngõ xóm vẫn đảm bảo độ lệch điện áp cho phép $\Delta U = -5\% U_{dm}$.

Chọn $x_o = 0,35 \Omega/\text{km}$, tính được:

$$\Delta U'' = \frac{0,35}{0,38} [18,6 \cdot 0,2 + 6,2(0,08 + 0,1)] = 4,45 \text{ V.}$$

$$\Delta U' = 10\%U_{dm} - \Delta U'' = 38 - 4,45 = 33,55 \text{ V.}$$

$$F = \frac{31,5}{0,38.33,55} (30.0,2 + 10.0,18) = 19,33 \text{ mm}^2.$$

Chọn dây nhôm A-25 ($3 \times 25 + 1 \times 16$).

Ghi chú: Cũng có thể chọn dây tiết diện khác nhau cho mỗi đoạn. Khi đó đoạn TBA - A chọn A-35, các đường ngõ chọn A-16, tuy nhiên có thể là không kinh tế, vì mỗi loại dây dùng với khối lượng quá ít sẽ khó mua.

c) Chọn cầu dao hộp đấu ngõ

$$I_{tt} = \frac{10}{\sqrt{3.0,38.0,85}} = 17,9 \text{ A}$$

Chọn dùng cầu dao ba pha 30A đặt trong hộp có khoá.

d) Chọn dây dẫn từ công tơ vào mỗi hộ gia đình

Lấy công suất tính toán trực tiếp cho mỗi hộ là 1 kW, điện áp pha 0,22 kV

$$I_{tt} = \frac{1}{0,22.0,85} = 5,3 \text{ A}$$

Chọn dùng dây đồng bọc nhựa cách điện CLIPSAL, tiết diện $2,5 \text{ mm}^2$, 2 sợi, M($2 \times 2,5$).

đ) Chọn các thiết bị điện đặt trong hòm công tơ

- Dây chảy cầu chì: chọn $I_{dc} = 10 \text{ A}$, 1 pha.
- Dao cách li cho mỗi hộ: $I_{dm} = 10 \text{ A}$, 1 pha.
- Dao cách li tổng ba pha: $I_{dm} = 30 \text{ A}$.
- Công tơ một pha 10A do Nhà máy Thiết bị đo Trần Nguyên Hãn chế tạo.

Các cầu dao, cầu chì trong hộp đều do nhà máy TĐĐ Đông Anh chế tạo. Các thiết bị điện đặt trong ngõ xóm, không cần kiểm tra dòng ngắn mạch vì xa nguồn.

5.5. THIẾT KẾ ĐIỆN CHO TRẠM BƠM

Yêu cầu thiết kế điện cho một trạm bơm cấp huyện nhằm tiêu úng cho 700 ha vùng trọng điểm lúa. Trạm bơm có nhiệm vụ tiêu 500.10^3 m^3 nước, sau 3 ngày.

5.5.1. Xác định công suất và số lượng máy bơm

Công suất điện cần dùng để chống úng cho 700 ha, tính theo hệ số tiêu nước 0,35 kW/ha.

$$P_{tt} = 0,35 \cdot 700 = 245 \text{ kW}$$

Dự định đặt máy bơm 33 kW, mỗi giờ bơm được 1000 m³.

Số máy bơm cần đặt:

$$n = \frac{245}{33} = 7,4 \text{ cái, lấy chẵn là } 8 \times 33 \text{ kW.}$$

Kiểm tra lại mức tiêu nước của 8 máy 33 kW trong 3 ngày:

$$8 \cdot 1000 \cdot 72 = 576 \cdot 10^3 > 500 \cdot 10^3$$

Vậy đặt 8 máy bơm 33 kW cho trạm bơm cấp huyện là hợp lí.

Trong những ngày úng, các máy bơm làm việc hết công suất, vậy:

$$P_{tt} = \Sigma P_{dm} = 264 \text{ kW}$$

$$S_{tt} = \frac{P_{tt}}{\cos \varphi} = \frac{264}{0,85} = 310,5 \text{ kVA.}$$

Với công suất này, quyết định đặt riêng cho trạm bơm một trạm biến áp, cạnh trạm bơm.

5.5.2. Vạch sơ đồ cấp điện

Phương án cấp điện cho trạm bơm như sau:

Điện được lấy về trạm bơm từ TBA trung gian của huyện 110/10 kV, cách trạm bơm 5 km, bằng đường dây trên không. Trạm đặt 1 máy biến áp, phía cao áp đặt cầu chì tự rơi, chống sét van; phía hạ áp đặt 2 tủ phân phối, mỗi tủ cấp điện cho 4 máy bơm. Tại gian máy, mỗi máy được đặt 1 cầu dao hộp, gắn trên tường để tiện thao tác. Cấp từ tủ PP tới cầu dao hộp đi nổi trên tường. Từ cầu dao tới máy bơm cấp được đi luôn trong ống thép, đặt trên mặt đất.

Sơ đồ mặt bằng và sơ đồ nguyên lí cấp điện cho trạm bơm cho trên hình 5-9, hình 5-10.

5.5.3. Lựa chọn các phần tử của hệ thống cấp điện

a) Chọn dung lượng máy biến áp

- Công suất cần cấp cho 8 máy bơm: 310,5 kVA.

- Công suất chiếu sáng:

+ Gian máy: 4 bóng \times 200 W = 0,8 kW

+ Gian sửa chữa: 1 bóng \times 200 W = 0,2 kW

+ Gian trực: 1 bóng \times 200 W = 0,2 kW

+ Chiếu sáng bảo vệ: 5 bóng \times 100 W = 0,5 kW

Tổng công suất chiếu sáng $P_{cs} = 1,7$ kW.

Tất cả dùng đèn sợi đốt $\cos\varphi = 1$. Vậy tổng công suất toàn phần chiếu sáng $S_{cs} = P_{cs}/\cos\varphi = 1,7/1 = 1,7$ kVA.

Vậy tổng công suất cần cấp cho trạm bơm:

$$S_{tt} = 310,5 + 1,7 = 312,2 \text{ kVA.}$$

Chọn máy biến áp Việt Nam do liên doanh ABB sản xuất công suất 315 kVA.

BA - 315 - 10/0,4

Loại máy	S_{dm} , kVA	U_c , kV	U_{tt} , kV	ΔP_o , W	ΔP_N , W	U_N %	Trọng lượng KG
BA-315-10/0,4	315	10	0,4	720	4850	4,5	1270

b) Chọn tiết diện dây dẫn từ BATG về TBA của trạm bơm

$$I_{tt} = I_{dmB} = \frac{315}{\sqrt{3} \cdot 10} = 18,2 \text{ A}$$

Với dòng điện tính toán nhỏ, khoảng cách tải điện ngắn (5 km), chọn tiết diện theo điều kiện nào cũng nhỏ, vậy lấy tiết diện tối thiểu quy định cho đường dây cao áp là 35 mm², chọn AC-35.

Không cần kiểm tra lại điều kiện ΔU_{cp} .

c) Chọn cầu chì tự rơi (CCTR) với $U_{dm} = 10$ kV, $I_{tt} = 18,2$ A.

Chọn CCTR do hãng Change (Mĩ) chế tạo.

Bảng 5.2. Thông số kĩ thuật của CCTR

Loại CCTR	U_{dm} , kV	I_{dm} , A	I_{cdm} , kA	Chiều dài, mm	Trọng lượng, KG
C710-112 PB	10	100	10	220	7,98

d) Chọn chống sét van (CSV)

Chọn CSV do hãng COOPER (Mĩ) chế tạo

Bảng 5.3. Thông số kĩ thuật của CSV

Loại CSV	U_{dm} , kV	Điện áp phóng điện max, kV ứng với I_s 8-20 μ s					Điện áp phóng điện định mức của CSV, kV
		3kA	5kA	10kA	20kA	30kA	
AZLP-10	10	19,4	20,8	22,1	24,5	28,8	17,0

đ) Chọn áp tô mát tổng

$$I_{tt} = 474,9 \text{ A}$$

Chọn áp tô mát do hãng MERLIN GERIN (Pháp) sản xuất, $I_{dm} = 500 \text{ A}$.

Bảng 5.4. Thông số kỹ thuật của áp tô mát tổng

Loại A	U_{dm} , kV	I_{dm} , A	$I_{cắt N}$, kA	$I_{cắt giới hạn}$, kA
C600E	0,5	500	18	25

e) Chọn áp tô mát cấp điện cho máy bơm

Mỗi áp tô mát cấp điện cho 1 máy bơm

$$I_{tt} = I_{dm} = \frac{33}{\sqrt{3 \cdot 0,38 \cdot 0,85}} = 59 \text{ A.}$$

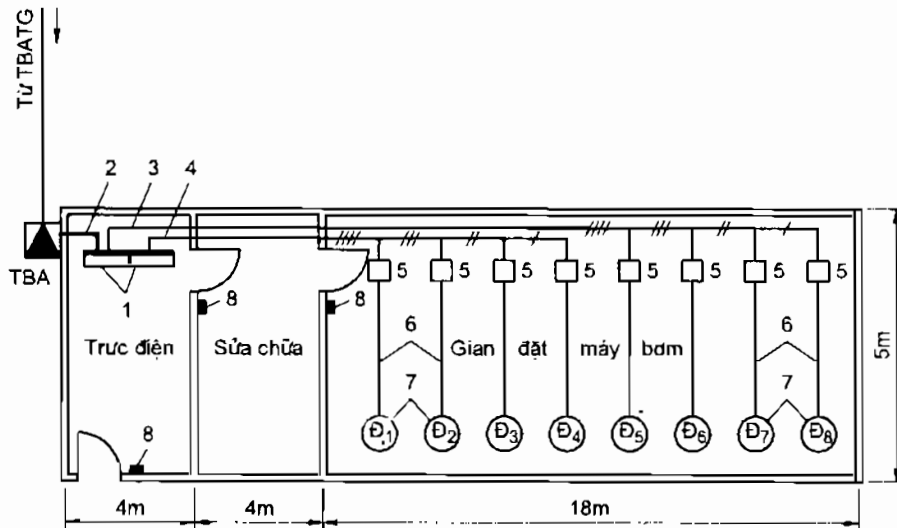
Chọn áp tô mát do hãng MERLIN GERIN chế tạo $I_{dm} = 100 \text{ A}$.

Bảng 5.5. Thông số áp tô mát nhánh

Loại A	U_{dm} , kV	I_{dm} , A	$I_{cắt N}$, kA	$I_{cắt giới hạn}$, kA
C100E	0,5	100	15	18

g) Chọn áp tô mát cho chiếu sáng

Chọn áp tô mát $I_{dm} = 15 \text{ A}$ do MERLIN GERIN chế tạo, có các thông số như bảng 5.5.



Hình 5-9. Sơ đồ mặt bằng cấp điện cho trạm bơm

1. Tủ phân phối; 2. Cáp từ BA → tủ PP; 3, 4. Cáp từ 2 tủ PP tới các hộp CD đi nổi trên tường; 5. Hộp cầu dao; 6. Cáp từ CD - máy bơm, đi trong ống sắt;
7. Máy bơm; 8. Bảng điện chiếu sáng.

h) Chọn cáp từ BA tới tủ phân phối

Chọn theo dòng cho phép

$$I_{tt} = \frac{315}{\sqrt{3.0,38}} = 479,16 \text{ A.}$$

Chọn cáp đồng 1 lõi PVC 3(1 × 185) + 1(1 × 95).

Có $I_{cp} = 521 \text{ A}$ do hãng DELTA sản xuất.

i) Chọn cáp 3 lõi từ tủ PP tới các máy bơm

$$I_{tt} = I_{dm} = \frac{33}{\sqrt{3.0,38.0,85}} = 59 \text{ A.}$$

Chọn cáp đồng 4 lõi PVC (3 × 10 + 1 × 6), có $I_{cp} = 75 \text{ A}$, do DELTA sản xuất.

k) Chọn cầu dao hộp

Chọn 8 hộp cầu dao cho 8 máy bơm, $I_{dm} = 100 \text{ A}$ do nhà máy TBĐ Đông Anh sản xuất.

l) Chọn dây chiếu sáng từ tủ PP tới các bảng điện

Chọn dùng dây đồng bọc cách điện 4M(1 × 2,5) do Việt Nam chế tạo.

m) Chọn thanh cái tủ PP

Với $I_{tt} = 479,16 \text{ A}$ chọn thanh cái làm bằng đồng, thanh tiết diện $40 \times 4 \text{ mm}$, có $I_{cp} = 625 \text{ A}$.

Thanh cái đồng được đặt lên hai sứ cách điện, gắn vào khung tủ, cách nhau 7 cm, đặt đứng.

Tính toán ngắn mạch:

$$Z_B = R_B + jX_B = \frac{\Delta P_N U_{dm}^2}{S_{dm}^2} \cdot 10^6 + j \frac{u_N \% U_{dm}^2}{S_{dm}} \cdot 10^4 \text{ m}\Omega$$

$$Z_B = \frac{4,85.0,38^2}{315^2} \cdot 10^6 + j \frac{4,5.0,38^2}{315} \cdot 10^4 = 7,05 + j20,62 \text{ m}\Omega$$

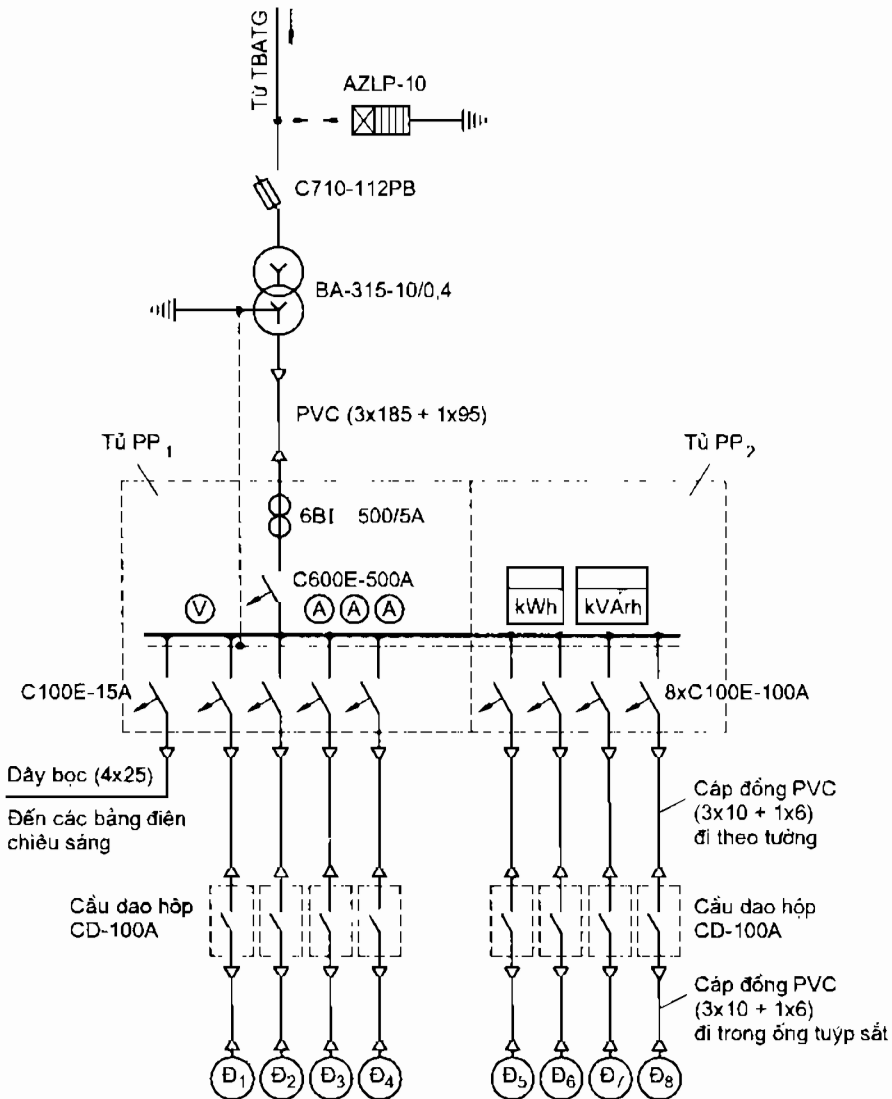
Cáp 185 do DELTA sản xuất có $r_0 = 0,099\Omega/\text{km}$, $x_0 = 0,1\Omega/\text{km}$.

Áp tô mát 500 A có điện trở tiếp xúc $r = 0,25 \text{ m}\Omega$, $x_0 \approx 0$.

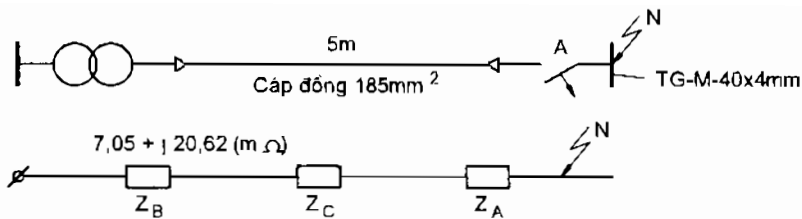
Tổng trở của cáp Z_C và tổng trở của áp tô mát Z_A nhỏ hơn rất nhiều so với tổng trở Z_B của máy biến áp 315 kVA, có thể bỏ qua. Vậy dòng điện ngắn mạch tại N bằng:

$$I_N = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{7^2 + 20^2}} = 10,9 \text{ kA}$$

$$i_{\text{vk}} = \sqrt{2} \cdot 1,8 I_N = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 10,9 = 27 \text{ kA}$$



Hình 5-10. Sơ đồ nguyên lý cấp điện cho trạm bơm



Hình 5-11. Sơ đồ tính toán ngắn mạch

Kiểm tra thanh cái đã chọn theo ổn định động và nhiệt dòng ngắn mạch như sau (công thức 2.30 ÷ 2.32).

$$F_{II} = 1,76 \cdot 10^7 \cdot \frac{70}{15} \cdot 272 = 59,8 \text{ kG.}$$

$$M = \frac{59,8 \times 70}{10} = 418,6 \text{ kGcm.}$$

$$W = \frac{40,4^2}{6} = 0,106 \text{ cm}^3.$$

$$\sigma_{II} = \frac{M}{W} = \frac{418,6}{0,106} = 3949 \text{ kG/cm}^2.$$

$$\sigma_{II} = 3949 > \sigma_{cp} = 1400 \text{ kG/cm}^2.$$

Vậy thanh cái không chịu được lực điện động khi ngắn mạch, nghĩa là không đảm bảo điều kiện ổn định động.

Chuyển thanh cái sang đặt nằm, khi đó:

$$W = \frac{4,40^2}{6} = 10,66 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{II} = \frac{418,6}{10,66} = 39,26 \text{ kG/cm}^2 < \sigma_{cp} \rightarrow \text{thoả mãn.}$$

Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt:

$$F \geq \alpha I_N \sqrt{t_{qd}}$$

t_{qd} lấy là 0,5 s.

$$F = 40 \cdot 4 = 160 > 6 \cdot 10,9 \cdot \sqrt{0,5} \rightarrow \text{thoả mãn.}$$

Từ trị số của I_N và $F_{\omega_{nh}}$, nhận thấy cáp và các áp tô mát đã chọn đều thoả mãn điều kiện ngắn mạch.

n) Chọn các đồng hồ

Trên tủ PP đặt 3 đồng hồ ampe, một đồng hồ vôn, một chuyển mạch, một công tơ hữu công, một công tơ vô công, đèn tín hiệu.

Tất cả các loại đồng hồ và công tơ đều của nhà máy Thiết bị đo Trần Nguyên Hãn chế tạo.

Chọn hai bộ 6 máy biến dòng do Nhà máy Thiết bị đo Trần Nguyên Hãn chế tạo, có tỉ số biến đổi 500/5 A, để cấp dòng cho các đồng hồ trên.

5.6. THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN CHO MỘT TRƯỜNG HỌC

Trường Trung học phổ thông (THPT) của huyện thường bao gồm các phụ tải: chiếu sáng và quạt phòng học; chiếu sáng và quạt văn phòng, phòng khách, hội trường; điện phục vụ các máy móc phòng thí nghiệm (lí, hoá, sinh, kĩ thuật công nghiệp) và chiếu sáng công cộng, bảo vệ. Xác định phụ tải tính toán và yêu cầu cấp điện cho các khu vực đều có những đặc thù khác nhau, điều này được minh hoạ qua một thiết kế cụ thể sau đây.

Yêu cầu thiết kế hệ thống cấp điện cho trường THPT bao gồm 16 phòng học (nhà A1), một hội trường, văn phòng, phòng khách, phòng trực (tầng 1 nhà A2), các phòng thí nghiệm (tầng 2 nhà A2), nhà để xe. Nguồn điện cấp cho trường là đường dây trên không 0,4 kV chạy qua trước cửa trường.

5.6.1. Xác định công suất cần cấp cho trường

a) Nhà A1: nhà 2 tầng, mỗi tầng bố trí 8 lớp học, diện tích mỗi lớp $8 \times 10 = 80 \text{ m}^2$.

Lấy $P_o = 13 \text{ W/m}^2 \rightarrow P_{o1} = 13 \cdot 16 \cdot 80 = 16,64 \text{ kW}$.

b) Nhà A2: phụ tải nhà A2 bao gồm 2 đối tượng

- Tầng 1: các phụ tải chiếu sáng và quạt: hội trường 100 m^2 , phòng trực 24 m^2 , văn phòng 24 m^2 , phòng khách 24 m^2 , tổng cộng 172 m^2 .

Lấy $P_o = 20 \text{ W/m}^2 \rightarrow P_{o2} = 20 \cdot 172 = 3,4 \text{ kW}$.

- Tầng 2: ba phòng thí nghiệm 150 m^2 , nhà kho 24 m^2 các phòng thí nghiệm lấy $P_o = 30 \text{ W/m}^2$, nhà kho lấy $P_o = 10 \text{ W/m}^2$.

$P_{o3} = 30 \cdot 150 + 10 \cdot 24 = 4,74 \text{ kW}$.

c) Nhà xe, chiếu sáng sân trường, chiếu sáng bảo vệ

- Chiếu sáng nhà xe: $3 \text{ bóng} \cdot 100 = 0,3 \text{ kW}$

- Chiếu sáng sân trường (trong những ngày họp, hội hè, học tối):

$$12 \text{ bóng} \cdot 100 \text{ W} = 1,2 \text{ kW.}$$

- Chiếu sáng bảo vệ quanh trường, cứ 30 m đặt một bóng 100 W, tổng cộng 18 bóng:

$$18 \cdot 100 \text{ W} = 1,8 \text{ kW.}$$

Công suất chiếu sáng toàn trường:

$$P_{\text{cc}} = 0,3 + 1,2 + 1,8 = 3,3 \text{ kW.}$$

d) Tổng công suất cần gấp cho trường THPT:

$$P_{\text{T}} = k_{\text{dt}} \sum_1^4 P_{\text{m}} = 0,85(26,64 + 3,40 + 4,74 + 3,3).$$

$$P_{\text{T}} = 23,9 \text{ kW}$$

Lấy hệ số công suất chung toàn trường $\cos\varphi = 0,9$.

$$S_{\text{T}} = \frac{23,9}{0,9} = 26,56 \text{ kVA}$$

5.6.2. Phương án cấp điện

Trên cơ sở mặt bằng và số liệu công suất cần cấp cho các khu vực, để ra phương án cấp điện như sau:

- Đặt một hộp cầu dao chung tại cột ĐDK - 0,4 kV.

- Đặt một tủ điện tổng tại phòng trực, lấy điện từ hộp cầu dao chung bằng một đoạn cáp.

- Trong tủ đặt một áp tô mát tổng và 4 áp tô mát nhánh:

1A cấp điện cho nhà A1.

1A cấp điện cho tầng 1 nhà A2.

1A cấp điện cho tầng 2 nhà A2.

1A cấp điện cho chiếu sáng toàn trường.

- Từ tủ đi 4 đường trực đến 4 khu vực cấp điện.

Đường 1 đến chân cầu thang nhà A1, từ đây đặt một hộp chia điện cho hai tầng, mỗi tầng có đường trực chạy học hành lang, từ đây lấy điện vào các phòng học. Mỗi phòng học đặt một bảng điện.

Đường 2 là đường trực, chạy trên tường, dọc hành lang tầng 1 nhà A2 để cấp điện cho hội trường, văn phòng, phòng khách, phòng trực, mỗi phòng đặt một bảng điện.

Đường 3 là đường trục, từ tủ điện chui sàn tầng 1 lên tầng 2 nhà A2, làm đường trục cấp điện cho nhà kho và các phòng thí nghiệm, mô. phòng đặt một bảng điện.

Đường 4 từ tủ điện tổng sang bảng điện chiếu sáng, bảng đặt hai aptômat nhánh, 1A cấp điện chiếu sáng cho nhà xe và sân trường, 1A cấp điện chiếu sáng bảo vệ quanh trường.

Sơ đồ nguyên lí và sơ đồ cấp điện trên mặt bằng cho trên hình 5-12.

5.6.3. Lựa chọn các phần tử trên sơ đồ cấp điện

a) Chọn cáp nối từ ĐDK vào tủ điện của trường

$$I_T = \frac{S_T}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{26,56}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 40,4 \text{ A.}$$

Chọn cáp PVC tiết diện 10mm^2 ($3 \times 10 + 1 \times 6$), đặt treo trên không.

b) Chọn cầu dao hộp

Chọn cầu dao hộp 60 A.

c) Chọn tủ điện

- Vỏ tủ bằng sắt tự tạo, thanh cái M-25 \times 3.

- Chọn áp tô mát tổng: với $I_T = 40,4 \text{ A}$, chọn áp tô mát có $I_{dm} = 60 \text{ A}$.

- Chọn áp tô mát cho nhà A1:

$$I_{u1} = \frac{P_1}{\sqrt{3}U \cos \varphi} = \frac{16,64}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,9} = 28,12 \text{ A.}$$

Chọn áp tô mát có $I_{dm} = 40 \text{ A}$.

- Chọn áp tô mát cho nhà A2, tầng 1:

$$I_{u2} = \frac{3,44}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,9} = 5,8 \text{ A.}$$

Chọn áp tô mát có $I_{dm} = 15 \text{ A}$.

- Chọn áp tô mát cho tầng 2 nhà A2:

$$I_{u3} = \frac{4,74}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,9} = 8 \text{ A.}$$

Chọn áp tô mát có $I_{dm} = 15 \text{ A}$.

- Chọn áp tô mát cho chiếu sáng:

$$I_{cs} = \frac{3,3}{\sqrt{3.0,38}} = 5 \text{ A.}$$

Chọn áp tô mát có $I_{dm} = 15 \text{ A}$.

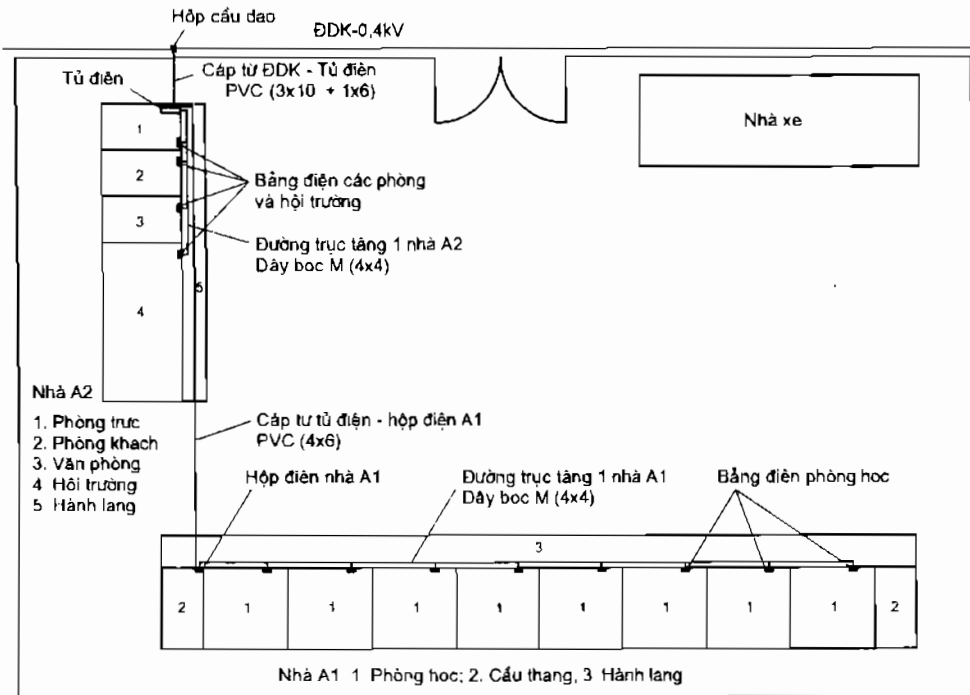
Tất cả áp tô mát đều mua của GOLDSTAR (Hàn Quốc).

d) Chọn dây dẫn

- Đường dây cấp điện cho nhà A1

+ Đoạn tủ điện - cầu thang A1 có: $I_{tt} = 28,12 \text{ A}$.

Chọn cáp đồng 4 lõi, PVC (4 × 6) có: $I_{cp} = 45 \text{ A}$.



Hình 5-12. Mặt bằng trường THPT và sơ đồ cấp điện tầng 1 nhà A1, A2. Sơ đồ cấp điện cho tầng 2 nhà A1, A2 tương tự tầng 1.

+ Đoạn đường trục mỗi tầng có: $I_{tt} = \frac{1}{2} I_{tt1} = 14 \text{ A}$.

Chọn dây đồng bọc M(4 × 4) có: $I_{cp} = 35 \text{ A}$.

- Đường dây trục tầng 1 nhà A2:

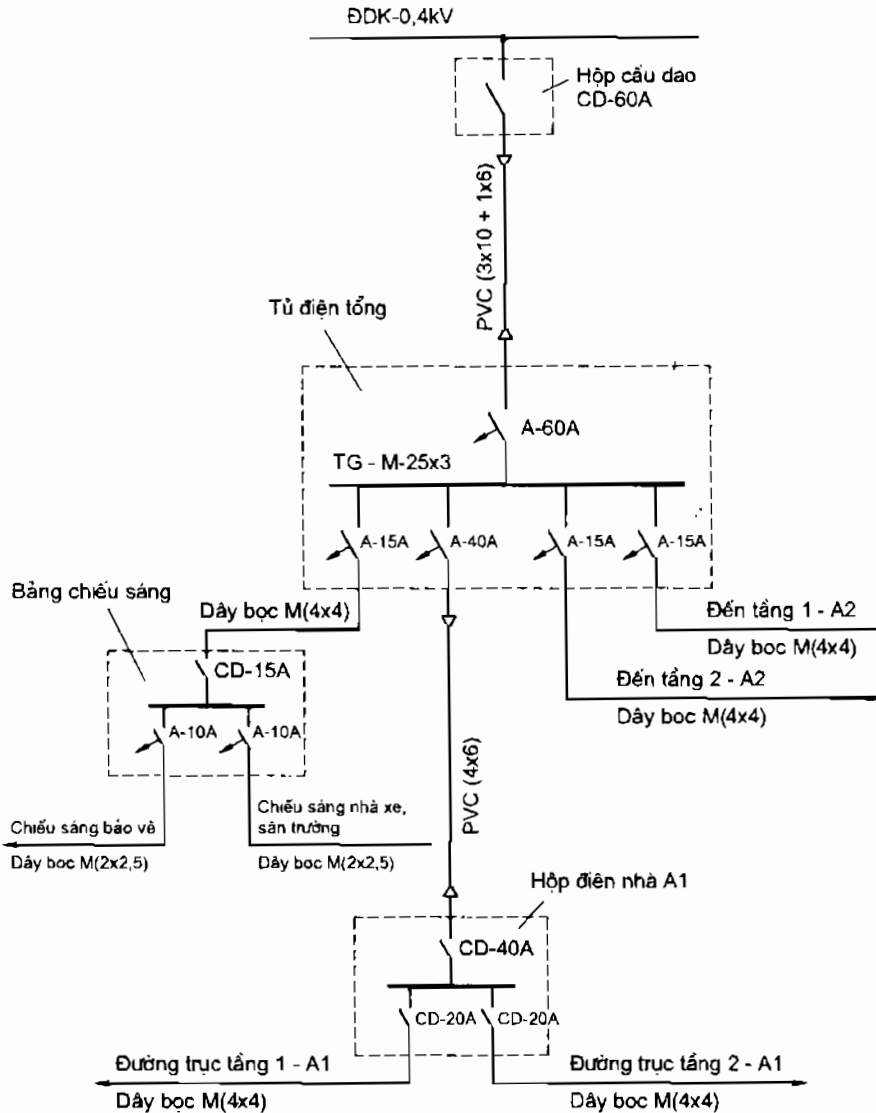
$I_{tt} = 5,8 \text{ A} \rightarrow$ chọn dây đồng bọc M(4 × 4).

- Đường dây trục tầng 2 nhà A2:

$I_{II} = 8 \text{ A} \rightarrow$ chọn dây đồng bọc $M(4 \times 4)$.

- Đường dây từ tủ điện \rightarrow bảng chiếu sáng: $M(4 \times 4)$.
- Dây từ đường trục vào các bảng điện $M(2 \times 2,5)$.
- Dây đến bóng đèn quạt $M(2 \times 1,5)$.

Toàn bộ dây dẫn trong phòng đi trong ống ghen, đường trục đi nổi theo tường, cũng trong ống ghen.



Hình 5-13. Sơ đồ nguyên lý hệ thống cấp điện cho trường THPT

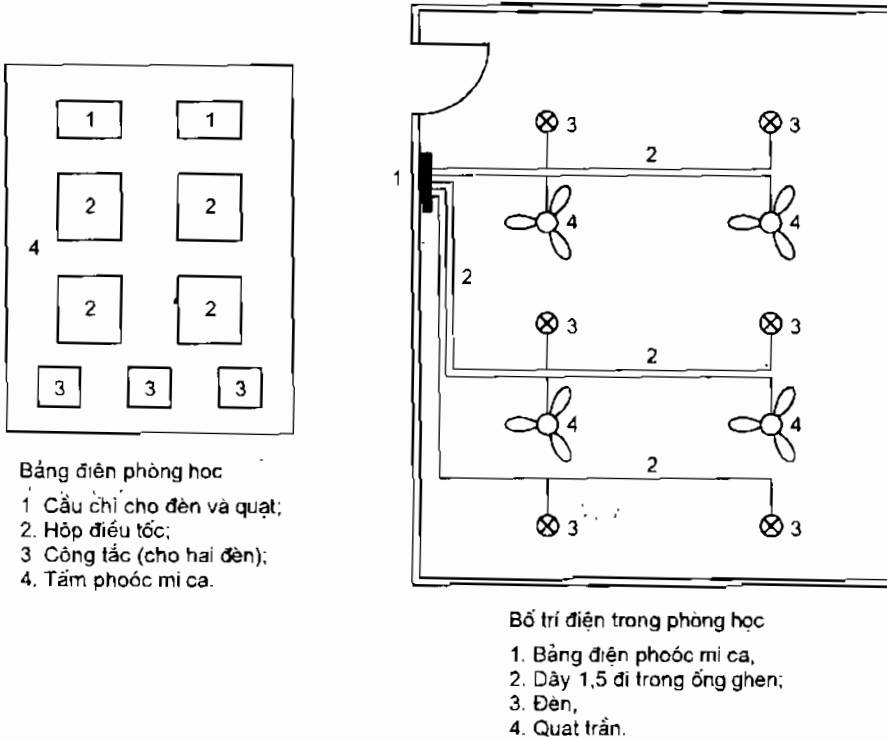
d) Chọn bảng chiếu sáng

Tại bảng chiếu sáng, đặt 1CD - 15 A và 2 áp tô mát 10 A.

e) Chọn hộp chia điện nhà AI

Hộp chia điện đặt: 1CD tổng - 40 A.

2CD tầng - 20 A.



Hình 5-14. Cấp điện cho một phòng học

g) Tiếp địa vỏ tủ điện

Để đảm bảo an toàn cần tiếp địa cho vỏ tủ điện bằng cách đóng một cọc tiếp địa bằng thép góc L $60 \times 60 \times 6$, ngay phía ngoài tường đầu hồi nhà A2, cạnh tủ điện. Vỏ tủ được nối với cọc tiếp địa bằng thép tròn $\phi 8$. Tất cả cọc tiếp địa và dây tiếp địa mạ kẽm nhúng nóng.

5.7. THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN CHO XÃ

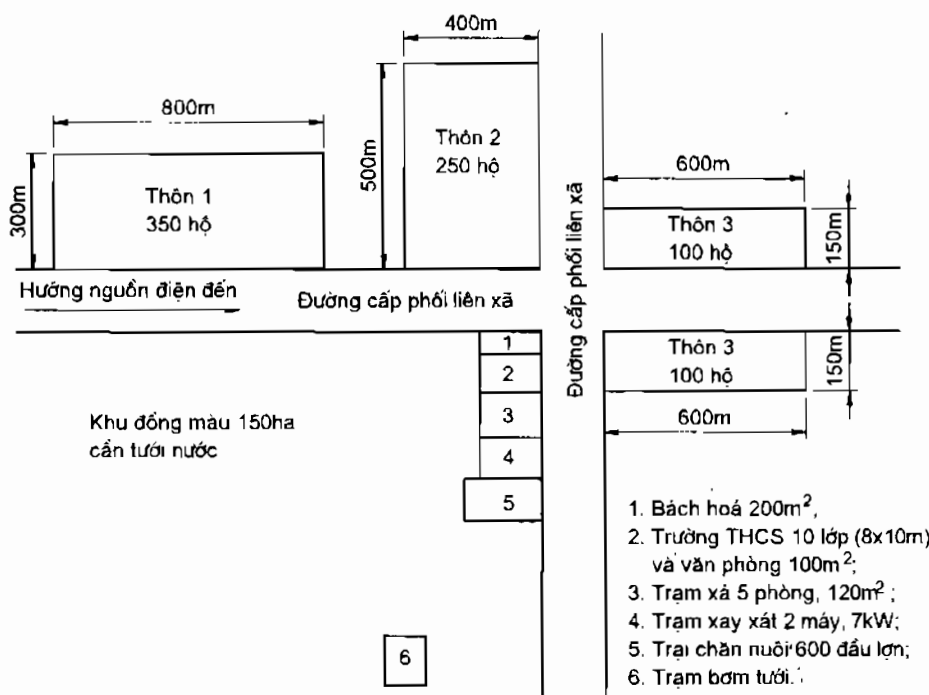
Một xã nông nghiệp thường có những đặc trưng phụ tải như sau: bơm tưới hoặc tiêu, trại chăn nuôi, trường học, trạm xá, trạm xay sát thóc gạo

hoặc nghiền thức ăn, cửa hàng bách hoá, các hộ dân cư. Khi thiết kế cấp điện cho xã cần lưu ý một số điểm sau:

- Bán kính cấp điện trên các đường trục hạ áp $l \leq 500$ m để đảm bảo chất lượng điện áp.

- Trạm bơm nên đặt biến áp riêng, trường hợp công suất trạm bơm quá nhỏ, có thể kéo điện hạ áp tới, nhưng phải kiểm tra độ sụt áp, khi khởi động động cơ.

- Nên đặt công tơ 100% cho các hộ gia đình và công tơ được tập trung treo trên cột (xem mục 5.4).



Hình 5-15. Mặt bằng xã nông nghiệp cần cấp điện

- Cần đảm bảo hành lang an toàn đường điện, tránh cây cối va đập vào đường điện khi có mưa bão.

- Cần thực hiện nối đất lặp lại cho ĐDK - 0,4 kV.

- Cần chú ý khoảng cột, độ võng, khoảng cách an toàn và tiết diện dây tối thiểu theo quy phạm.

Đề án thiết kế hệ thống cấp điện cho một xã nông nghiệp (có mặt bằng cho trên hình 5-15; nguồn điện là đường dây trên không 35 kV của huyện, cách xã 3 km). Đề án này được tiến hành như sau:

5.7.1. Xác định tổng công suất cần cấp cho xã

a) Thôn 1

Lấy suất phụ tải sinh hoạt: $P_0 = 0,5 \text{ kW/1 hộ}$.

$$P_1 = 0,5 \cdot 350 = 175 \text{ kW.}$$

$$S_1 = \frac{175}{0,85} = 205,88 \text{ kVA.}$$

b) Thôn 2

$$P_2 = 0,5 \cdot 250 = 125 \text{ kW.}$$

$$S_2 = \frac{125}{0,85} = 147 \text{ kVA.}$$

c) Thôn 3

Thôn 3 bảm mặt đường, nhiều hộ kinh doanh đời sống cao hơn thôn 1, 2.
Chọn $P_0 = 600 \text{ W/m}^2$.

$$P_3 = 0,6 \cdot 200 = 120 \text{ kW.}$$

$$S_3 = \frac{120}{0,85} = 141 \text{ kVA.}$$

d) Cửa hàng bách hoá

$$P_4 = 200 \cdot 20 \text{ W/m}^2 = 4 \text{ kW}$$

d) Trường phổ thông cơ sở

$$P_5 = P_{\text{lớp học}} + P_{\text{văn phòng}}$$

$$P_5 = 10 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 12 \text{ W/m}^2 + 100 \cdot 20 \text{ W/m}^2.$$

$$P_5 = 9,6 + 2 = 11,6 \text{ kW.}$$

e) Trạm xá

$$P_6 = 120 \cdot 15 \text{ W/m}^2 = 1,8 \text{ kW.}$$

g) Nhà xay xát

$$P_7 = k_{dt} \sum_1^2 k_i \cdot P_{dm}$$

Lấy: $k_{dt} = 1, \quad k_i = 0,9$

$$P_7 = 0,9 \cdot 14 = 12,6 \text{ kW.}$$

h) Trại chăn nuôi

Trại có 600 đầu lợn, cần dùng hai máy thái rau 2×17 kW, một máy nghiền thức ăn 4,5 kW và 3 máy bơm rửa chuồng trại $3 \times 2,8$ kW, công suất cần cấp cho trại chăn nuôi là:

$$P_x = k_{dt} \sum_1^6 k_t P_{dmu} + P_{vc}$$

Lấy: $k_{dt} = 0,85$, $k_t = 0,9$; chiếu sáng 14 bóng, mỗi bóng 100 W.

$$P_x = 0,85 \cdot 0,9 [2 \cdot 17 + 1 \cdot 4,5 + 3 \cdot 2,8] + 14 \cdot 0,1$$

$$P_x = 12,47 + 1,4 = 13,87 \text{ kW.}$$

i) Trạm bơm

Diện tích khu đồng màu là 150 ha, lấy hệ số tưới $P_{nt} = 0,1$ k W/ha.

$$P_y = P_{nt} \cdot S = 0,1 \cdot 150 = 15 \text{ kW.}$$

Chọn dùng máy bơm 20 kW, có lưu lượng nước bơm là 560 m³/h.

5.7.2. Phương án cấp điện cho xã

Căn cứ vào trị số công suất tính toán cho từng khu vực và vị trí mặt bằng địa lí, phương án cấp điện hợp lí nhất cho xã như sau:

- Đặt một trạm biến áp cho thôn 1:

Chọn máy BA - 250 - 35/0,4 do ABB chế tạo tại Việt Nam.

- Đặt một trạm biến áp cho thôn 2:

Chọn máy BA - 160 - 35/0,4 do ABB chế tạo tại Việt Nam.

- Đặt một trạm biến áp cho thôn 3:

Chọn máy BA - 160 - 35/0,4 do ABB chế tạo tại Việt Nam.

- Đặt một trạm biến áp cho các phụ tải còn lại:

$$P_\Sigma = P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9$$

$$P_\Sigma = 4 + 11,6 + 1,8 + 12,6 + 13,87 + 15$$

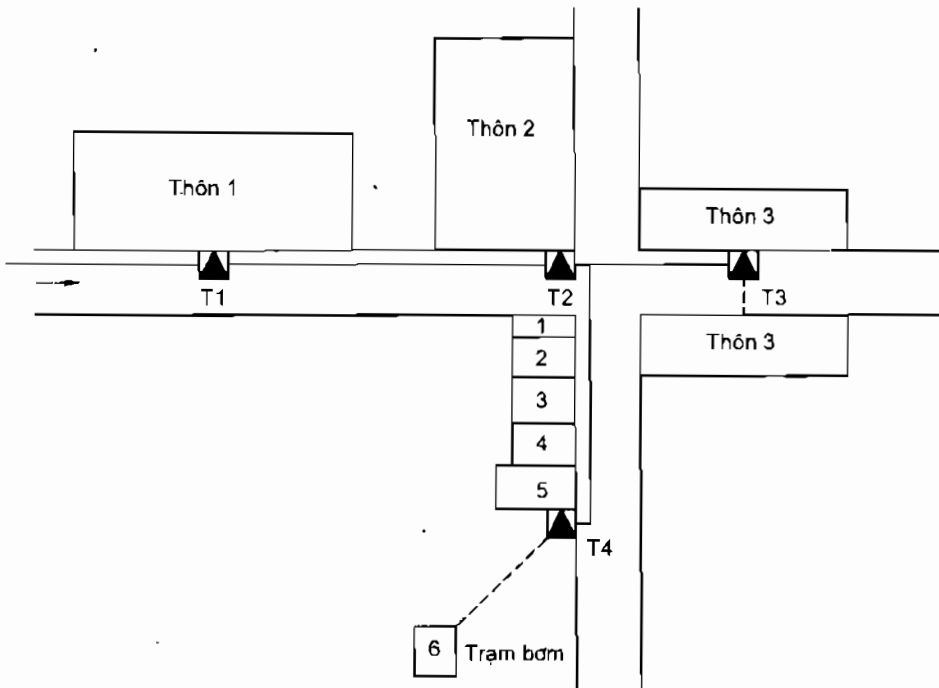
$$P_\Sigma = 58,87 \text{ kW}$$

$$S_\Sigma = \frac{58,87}{0,8} = 73,58 \text{ kVA.}$$

Chọn máy BA - 100 - 35/0,4 do ABB chế tạo. Kết quả chọn máy biến áp ghi trong bảng.

Bảng 5.6. Kết quả chọn máy biến áp cho toàn xã

Khu vực	S_{tt} , kVA	S_{dmb} , kVA	Số máy	Tên trạm	Loại trạm
Thôn 1	206	250	1	T1	Bệt
Thôn 2	147	160	1	T2	Bệt
Thôn 3	141	160	1	T3	Bệt
Trạm bơm Trại chăn nuôi Trạm xay xát Trạm xá Trường THPT Cửa hàng	87,34	100	1	T4	Bệt



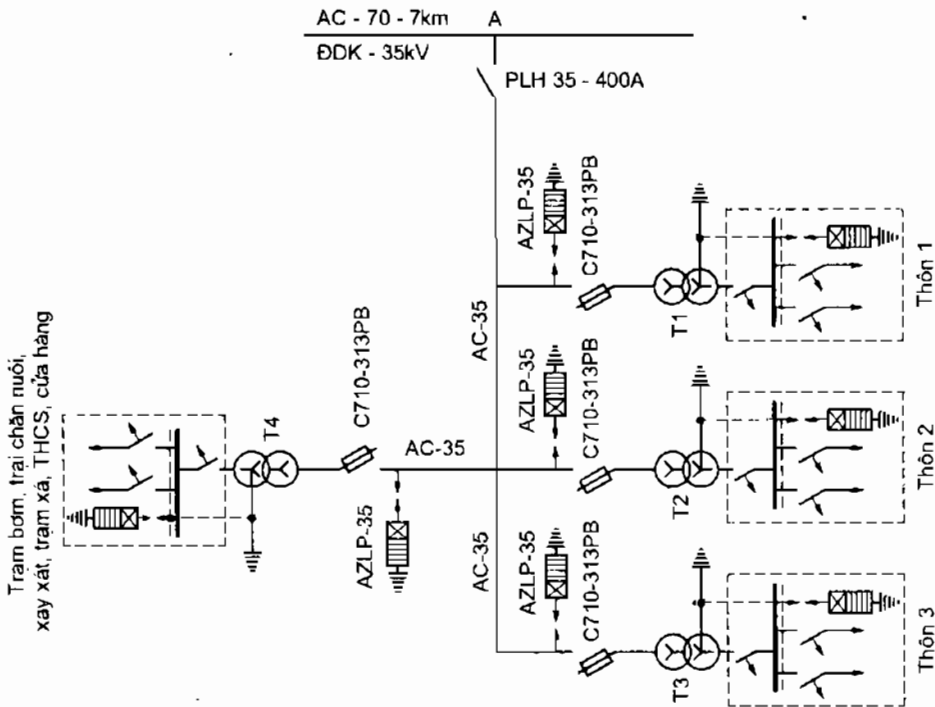
Hình 5-16. Sơ đồ bố trí trạm biến áp và mạng cao áp toàn xã

Các trạm biến áp đặt vào trung tâm của các khu vực, sao cho bán kính cấp điện là nhỏ nhất ($l \leq 500$ m). Vì điều kiện nông thôn cho phép, các trạm đều dùng loại trạm bệt, máy biến áp đặt trên bệ xi măng ngoài trời, tủ phân phối đặt trong nhà, xây mái bằng, trạm có tường bao quanh (xem chương 3).

- Phía cao áp, các trạm dừng cầu chì tự rơi và đặt chống sét van, phía hạ áp, đặt tủ phân phối, trong tủ có áp tô mát tổng và các áp tô mát nhánh. Vì các lộ 0,4 kV đi ra là đường dây trên không, nên trong các tủ phân phối cho các khu vực đều được đặt chống sét van.

5.7.3. Lựa chọn thiết bị cao áp

a) Lựa chọn tiết diện dây dẫn 35 kV từ ĐDK-35 của huyện về các TBA xã



Hình 5-17. Sơ đồ nguyên lý mạng cao áp cấp điện cho xã nông nghiệp

Dòng điện tính toán tổng toàn xã:

$$I_T = \frac{S_1}{\sqrt{3}U} = \frac{581}{\sqrt{3} \cdot 35} = 9,59 \text{ A.}$$

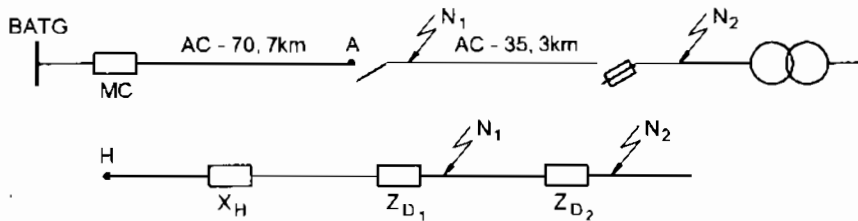
Với dòng điện này, dù xác định tiết diện theo phương pháp nào (theo J_{kt} hoặc ΔU_{cp}) đều rất bé. Vậy chọn dây AC với tiết diện tối thiểu: AC-35.

b) Tính toán ngắn mạch để lựa chọn và kiểm tra thiết bị cao áp

Theo số liệu chi nhánh điện cung cấp, từ trạm BATG của huyện về đến điểm đấu A, dài 7 km, dây AC-70, máy cắt đầu nguồn có $S_c = 2500 \text{ MVA}$. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế tính ngắn mạch cho trên hình 5-18.

$$X_H = \frac{U_{tb}^2}{S_c} = \frac{36,75^2}{2500} = 0,54 \Omega$$

$$Z_{D1} = r_{01} \cdot l_1 + jx_{01} l_1 = 0,46 \cdot 7 + j0,4 \cdot 7 = 3,22 + j2,8 \Omega.$$



Hình 5-18. Sơ đồ tính toán ngắn mạch

$$Z_{D2} = r_{02} \cdot l_2 + jx_{02} l_2 = 0,85 \cdot 3 + j0,4 \cdot 3 = 2,25 + j1,2 \Omega.$$

Vậy các dòng ngắn mạch là:

$$I_{N1} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} Z_{N1}} = \frac{36,75}{\sqrt{3} \sqrt{3,22^2 + (0,54 + 2,8)^2}} = 4,5 \text{ kA}.$$

$$I_{N2} = \frac{36,75}{\sqrt{3} \sqrt{(3,22 + 2,55)^2 + (0,54 + 2,8 + 1,2)^2}} = 2,89 \text{ kA}.$$

$$i_{kk1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 4,5 = 11,42 \text{ kA}.$$

$$i_{kk2} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 2,89 = 7,33 \text{ kA}.$$

c) Lựa chọn dao cách li phân đoạn tại điểm đấu A

Với $I_T = 9,59 \text{ A}$ chọn dùng DCL Việt Nam sản xuất (Nhà máy Thiết bị điện Đồng Anh) hoặc Liên Xô (khai thác hàng tồn kho) để giảm kinh phí.

Bảng 5.7. Thông số kĩ thuật của dao cách li

Loại DCL	U_{dm} kV	I_{dm} A	i_{kk} kA	$I_{đn}$ kA	Trọng lượng kG
PAH-35 (đặt ngoài trời)	35	400	50	15	145

d) Lựa chọn cầu chì tự rơi 35 kV cho các trạm BA của xã

Đến thời điểm này, cầu chì tự rơi 35 kV do các cơ sở Việt Nam sản xuất chưa được phép chính thức dùng trên lưới điện.

Trên thị trường hiện nay thường mua cầu chì tự rơi của hãng CHANGE (Mĩ) chế tạo, chất lượng và giá cả chấp nhận được. Trong đề án này cũng dùng cầu chì tự rơi loại C710-313 PB do CHANGE sản xuất.

Bảng 5.8. Thông số kĩ thuật của cầu chì tự rơi

Loại CCTR	U_{dm} , kV	I_{dm} , A	$I_{cắt\ dm}$, kA	Trọng lượng, kG
C710-313PB	35	100	12	12,1

Vì dòng mạch ngắn tính toán là quá nhỏ so với khả năng chịu đựng của hai thiết bị trên, không cần so sánh cụ thể.

d) Lựa chọn chống sét van

Chọn dùng loại AZLP do hãng COOPER (Mĩ) sản xuất, được dùng phổ biến trên lưới hiện nay: AZLP-35.

5.7.4. Thiết kế điện cho các thôn

Thiết kế cấp điện thôn 1. Phương án cấp điện như sau:

Toàn thôn có 6 ngõ xóm cách nhau 150 m. Trạm biến áp đặt ở giữa. Từ trạm BA sẽ bố trí hai đường dây trục 0,4 kV, mỗi đường trục cấp điện cho 3 đường nhánh. Tại cột rẽ nhánh từ đường trục đặt cho mỗi đường nhánh một cầu dao. Mỗi đường nhánh dài 120 m sẽ trồng 6 cột điện, trên mỗi cột điện đặt một hòm 10 công tơ, cấp điện cho 60 hộ trong ngõ xóm. Tổng công suất của thôn chia đều cho 6 đường nhánh.

Sơ đồ nguyên lí và sơ đồ điện trên mặt bằng cho trên hình 5-19.

a) Chọn tủ phân phối

- Áp tô mát tổng

$$I_T = \frac{206}{\sqrt{3 \cdot 0,38}} = 313,35 \text{ A}, \text{ chọn } \Lambda\text{-}400 \text{ A.}$$

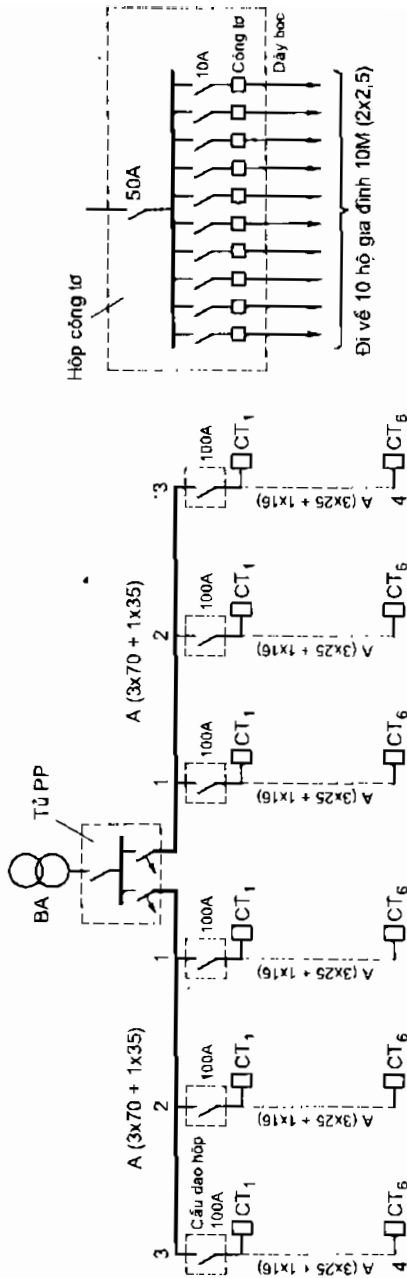
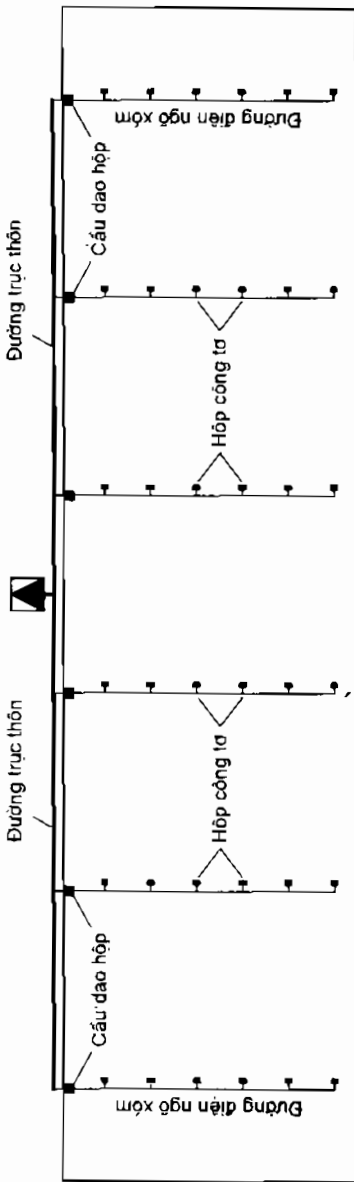
- Chọn áp tô mát nhánh

Hai áp tô mát nhánh có dòng làm việc bằng nhau, chọn cùng cỡ \rightarrow chọn $\Lambda\text{-}200 \text{ A}$.

Để giảm vốn đầu tư có thể chọn dùng các áp tô mát của CLIPSAL hoặc GOLDSTAR. Vỏ tủ tự tạo. Thanh góp làm bằng thanh đồng tiết diện 25×3 đặt nằm ngang.

b) Chọn tiết diện đường trục thôn

Sơ đồ tính toán mỗi đường trục như hình 5.20.



Hình 5-19. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ cấp điện trên mặt bằng thôn 1

Vì tổn thất điện áp trên đường dây 35 kV rất nhỏ, có thể dùng đầu phân áp thích hợp để điện áp tại thanh cái hạ áp là 400 V $\rightarrow \Delta U_{\rho} = 10\% U_{dm}$.
 Chọn $x_0 = 0,35 \Omega/\text{km}$, điện trở suất của dây nhôm $\rho = 31,5 \Omega/\text{mm}^2 \cdot \text{km}$.

$$\Delta U_{BA-3}'' = \frac{0,35}{0,38} [3 \cdot 18,6 \cdot 0,075 + 2 \cdot 18,6 \cdot 0,15 + 18,6 \cdot 0,15]$$

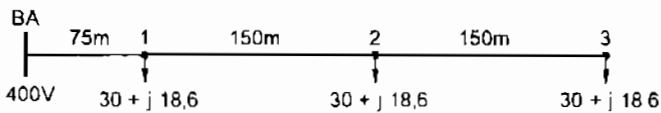
$$\Delta U_{BA-3}'' = 11,56 \text{ V}$$

$$\Delta U' = 38 - 11,56 = 26,44 \text{ V}$$

$$F = \frac{31,5}{0,38 \cdot 26,44} [3 \cdot 30 \cdot 0,075 + 2 \cdot 30 \cdot 0,15 + 30 \cdot 0,15]$$

$F = 63,48 \text{ mm}^2 \rightarrow$ chọn dây nhôm, tiết diện 70 mm^2 .

Vậy cả hai đường trục đều chọn $A(3 \times 70 + 1 \times 35)$.

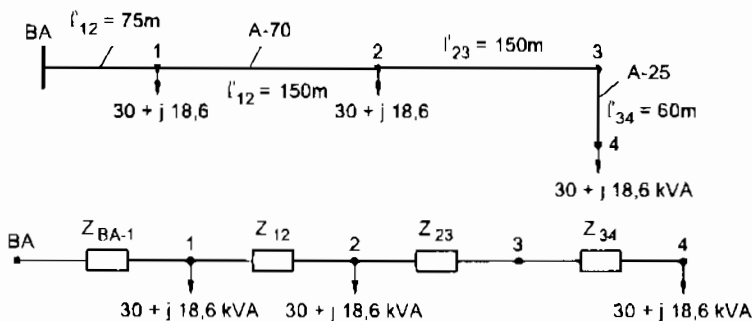


Hình 5-20. Sơ đồ tính toán đường trục thôn 1

c) Chọn tiết diện đường điện xóm

Các đường xóm có tải giống nhau, mỗi đường cấp cho 60 hộ, chọn dây nhôm, tiết diện $25 \text{ mm}^2 \rightarrow A(3 \times 25 + 1 \times 16)$.

Cần kiểm tra lại tiết diện đã chọn theo ΔU_{ρ} .



Hình 5-21. Sơ đồ kiểm tra tiết diện đã chọn của thôn 1

Với dây hạ áp, xà dài 1m đặt 4 dây cách nhau 30cm trên mặt phẳng nằm ngang, vậy khoảng cách trung bình hình học

$$D_{tb} = 1,26 \cdot 30 = 37,8 \text{ cm}$$

Tra bảng với A - 70, có $r_0 = 0,46$, $x_0 = 0,30 \Omega/\text{km}$.

A - 25, có $r_0 = 1,28$, $x_0 = 0,32 \Omega/\text{km}$.

$$\Delta U_{B\backslash A} = \frac{(90 \cdot 0,46 + 55,8 \cdot 0,3) \cdot 0,075}{0,38} + \frac{(60 \cdot 0,46 + 37,2 \cdot 0,3) \cdot 0,15}{0,38} \\ + \frac{30 \cdot (1,28 \cdot 0,060 + 0,46 \cdot 0,15) + 18,6 \cdot (0,32 \cdot 0,06 + 0,3 \cdot 0,15)}{0,38}$$

$$\Delta U_{B\backslash A} = 32,27 \text{ V} < \Delta U_{cp} = 38 \text{ V}.$$

Vậy tiết diện như trên là đạt yêu cầu.

d) Chọn cầu dao hộp cho các đường điện xóm

$$I_N = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 53,68 \text{ A}$$

Chọn cầu dao hộp loại 100 A do Nhà máy Thiết bị điện Đông Anh hoặc Điện Thông chế tạo.

d) Chọn tủ công tơ

Mỗi cột điện xóm đặt một hộp 10 công tơ cấp điện cho 10 gia đình. Cầu dao tổng chọn loại 50 A, các cầu dao nhánh chọn loại 10 A. Công tơ một pha 10 A. Cầu dao chọn mua của nội, công tơ một pha của Nhà máy Thiết bị đo Trần Nguyên Hãn. Vỏ tủ tự tạo.

e) Chọn dây từ hòm công tơ và hộ gia đình

Dùng dây bọc CLIPSAL, lõi đồng tiết diện $2,5 \text{ mm}^2 \rightarrow M(2 \times 2,5)$.

Mạng hạ áp các thôn khác được thiết kế tương tự thôn 1.

5.7.5. Chọn dây dẫn cho trạm bơm

Trạm bơm lấy điện từ trạm biến áp T4, công suất 100 kVA với chiều dài là 500 m. Tiết diện chọn theo $\Delta U_{cp} = 10\% U_{dm}$.

Cho $x_0 = 0,35 \Omega/\text{km}$

$$\Delta U' = \frac{0,35 \cdot 15 \cdot 0,5}{0,38} = 6,9 \text{ V}$$

$$\Delta U = 38 - 6,9 = 31,1 \text{ V}$$

$$F = \frac{31,5 \cdot 20 \cdot 0,5}{0,38 \cdot 31,2} = 26,3 \text{ mm}^2.$$

Chọn dây nhôm, tiết diện 35 mm²: $\Lambda(3.35 + 1.25)$.

Cần kiểm tra điều kiện khởi động máy bơm theo (5-18).

Tra bảng, máy biến áp 100 kVA-35/0,4 do ABB chế tạo có $\Delta P_0 = 0,36$ kW, $\Delta P_N = 2,050$ kW, $u_N = 4,5\%$.

$$Z_B = \frac{2.050.0,38^2}{100^2} \cdot 10^3 + j \frac{4,5.0,38^2}{100} \cdot 10 = 0,03 + j0,06 \Omega.$$

$$Z_B = 0,0671 \Omega.$$

$$Z_D = 0,85.0,5 + j0,35.0,5 = 0,425 + j0,175 \Omega, Z_D = 0,46 \Omega$$

$$Z_D = \frac{U_{dm}}{\sqrt{3} \cdot k_{mm} \cdot I_{dm}} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 5 \cdot 38} = 1,15 \Omega.$$

Độ sụt áp khi khởi động động cơ:

$$\Delta U\% = \frac{Z_B + Z_D}{Z_B + Z_D + Z_D} \cdot 100 = 34\%$$

$$\Delta U\% = 34\% < 40\% \rightarrow \text{chọn dây A-35 là thoả mãn.}$$

5.8. THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN CHO BỆNH VIỆN CẤP HUYỆN

Bệnh viện huyện, về mặt cấp điện khác hẳn trạm xá xã, không những về quy mô công suất, mà còn về tính đa dạng của các phụ tải sử dụng trong bệnh viện. Nếu không có số liệu cụ thể về bố trí các khoa, phòng và số lượng công suất các máy móc y tế, thì có thể dùng suất phụ tải tính toán cho một giường bệnh để xác định sơ bộ công suất trạm biến áp cần cấp cho bệnh viện. Khi đã biết sơ đồ mặt bằng và công suất đặt của máy móc thiết bị thì nên tính toán phụ tải cho riêng từng khu vực, từ đó xác định công suất toàn bệnh viện, đồng thời mới có số liệu chính xác để thiết kế cấp điện cho từng khu vực.

Khi thiết kế cấp điện cho bệnh viện, phải đặc biệt chú ý đến an toàn về điện. Đặc thù của phụ tải điện bệnh viện là đưa điện đến các phòng bệnh nhân, phòng mổ, mà ở đó người bệnh sử dụng bình oxy để hỗ trợ hô hấp, phòng mổ không được phép mất điện. Để phòng chống cháy nổ, các dây dẫn phải đi trong ống thép mạ kẽm, các thiết bị sử dụng loại chống nổ. Để cấp điện cho phòng mổ phải sử dụng 2 nguồn điện, một nguồn làm việc và một nguồn dự phòng.

Sau đây tiến hành thiết kế hệ thống cấp điện cho bệnh viện huyện 200 giường bệnh, có mặt bằng cho trên hình 5-22, các số liệu về diện tích nhà và

các số liệu máy móc thiết bị cũng cho trên hình 5-22. Trạm được cấp điện từ trạm BATG của huyện 110/10 kV, cách 1 km.

5.8.1. Xác định công suất cần cấp điện cho bệnh viện

a) Nhà A

Nhà A bao gồm các phòng chờ, phòng trực, phòng bán thuốc đông tây y, tổng diện tích 280 m².

$$\text{Lấy } P_o = 15 \text{ W/m}^2 \rightarrow P_A = 15.280 = 4,2 \text{ kW.}$$

b) Nhà B1, B2, B3

Phòng bệnh nhân: $P_o = 15 \text{ W/m}^2$, phòng khám điều trị 30 W/m²

$$P_{B1} = P_{B2} = P_{B3} = 15.300 + 30.100 = 7 \text{ kW.}$$

c) Nhà C1

Các máy y tế có $k_t = 1$, lấy $k_{dt} = 0,7$ (10 máy các loại), với chiếu sáng, lấy 15 W/m²

$$P_{C1} = 0,7.30 + 15.200.10^{-3} = 24 \text{ kW}$$

d) Nhà C2

Với phòng xét nghiệm, thí nghiệm cần ánh sáng nhiều, lấy $P_o = 25 \text{ W/m}^2$:

$$P_{C2} = 25.300 = 7,5 \text{ kW.}$$

d) Nhà C3

Với phòng ăn chọn $P_o = 15 \text{ W/m}^2$, nhà bếp $P_o = 30 \text{ W/m}^2$

$$P_{C3} = 15.200 + 30.50 = 4,5 \text{ kW.}$$

e) Trạm bơm: $P_{TB} = 14 \text{ kW.}$

g) Chiếu sáng nhà xe, nhà xác, công cộng

- Nhà xe: $2 \times 3 \text{ bóng} \cdot 100 \text{ W} = 0,6 \text{ kW}$

- Nhà xác: $6 \text{ bóng} \cdot 100 \text{ W} = 0,6 \text{ kW}$

- Chiếu sáng công cộng: $20 \text{ bóng} \cdot 100 \text{ W} = 2,0 \text{ kW}$

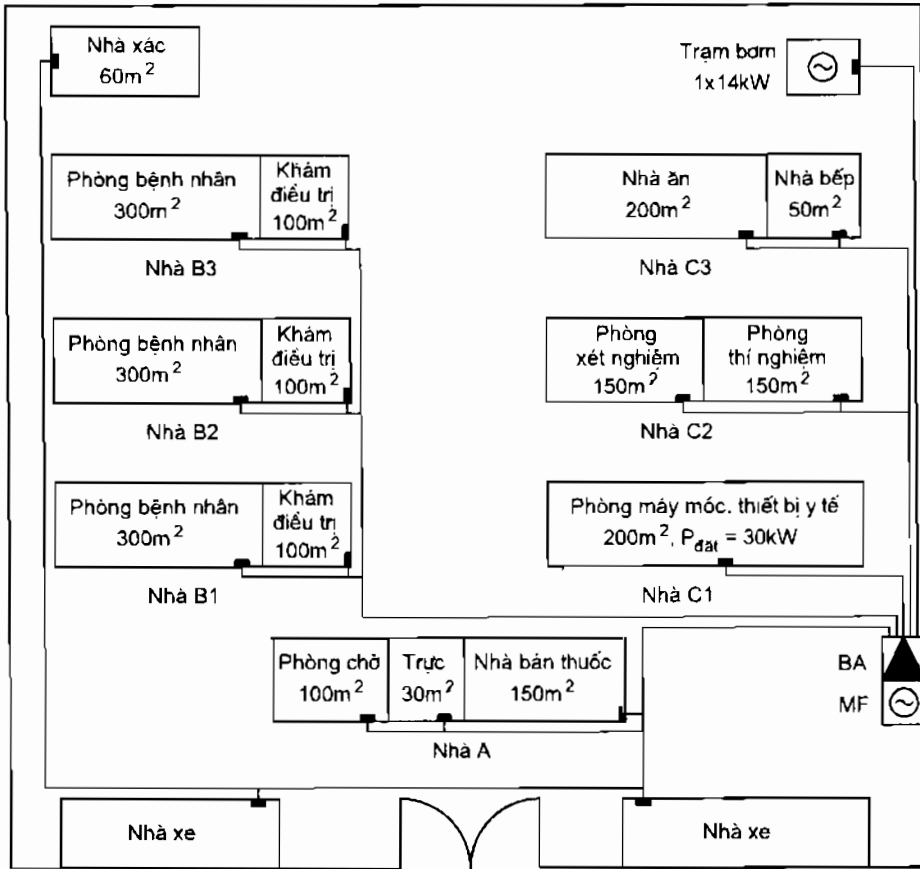
Tổng công suất chiếu sáng: $P_{cs} = 3,2 \text{ kW}$

Công suất tính toán toàn bệnh viện là:

$$P_T = k_{dt} \sum_{i=1}^n P_i = 0,85[7,2 + 21 + 24 + 7,5 + 4,5 + 14 + 3,2]$$

$$P_T = 69,19 \text{ kW}$$

$$S_T = \frac{69,19}{0,8} = 86,5 \text{ kVA.}$$



Hình 5-22. Mặt bằng bệnh viện và phương án cấp điện

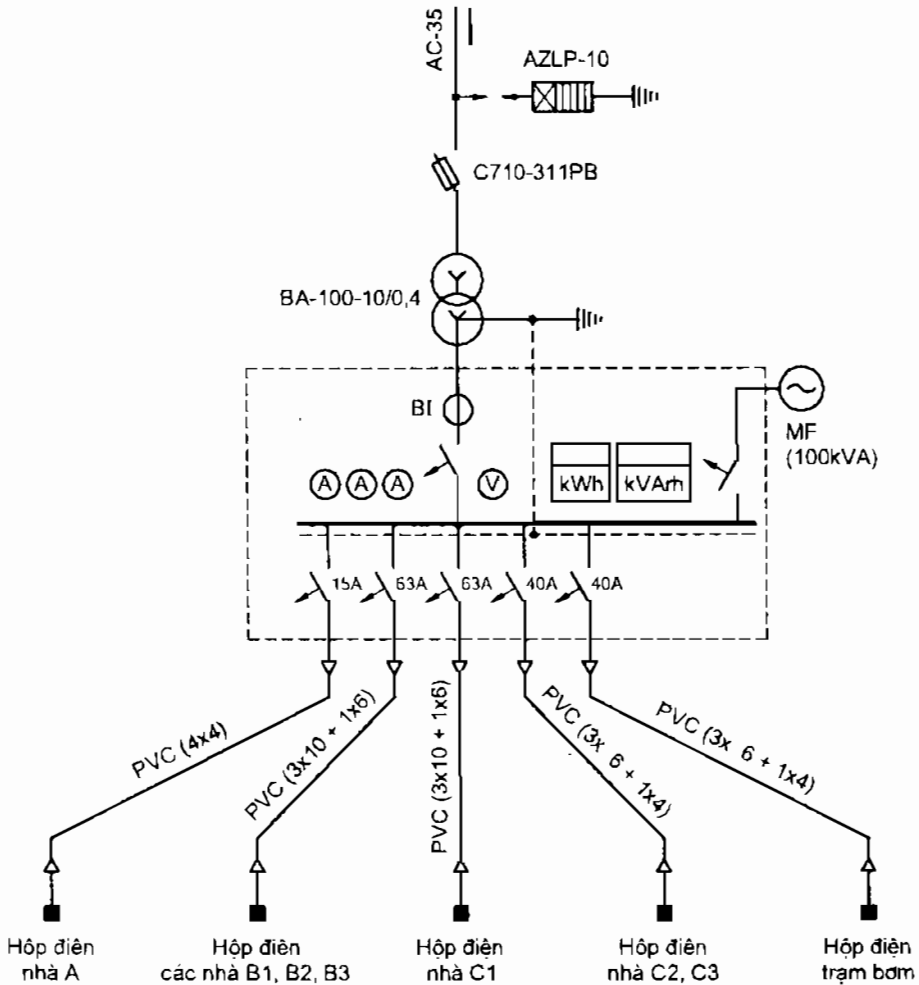
5.8.2. Phương án cấp điện

Với công suất tính được là 86,5 kVA, đặt riêng cho bệnh viện một trạm biến áp một máy 100 kVA -10/0,4 do ABB chế tạo.

Để đề phòng mất điện, có thể đặt thêm một máy phát dự phòng có bộ phận tự động đóng nguồn dự phòng khi mất điện lưới.

Trong trạm biến áp, phía cao áp đặt cầu chì tự rơi, chống sét van; phía hạ áp đặt một tủ phân phối gồm một áp tô mát tổng và 5 áp tô mát nhánh:

- Một áp tô mát cấp điện cho nhà A, nhà xe, nhà xác, chiếu sáng công cộng;
- Một áp tô mát cấp điện cho phòng máy y tế C1;
- Một áp tô mát cấp điện cho các nhà B1, B2, B3;



Hình 5-23. Sơ đồ nguyên lý cấp điện cho bệnh viện

- Một áp tô mát cấp điện cho nhà C2, C3;
- Một áp tô mát cấp điện cho trạm bơm.

Tại 5 khu vực cấp điện, mỗi khu vực đặt một hộp điện để chia điện cho các phụ tải trong khu vực. Thể hiện ở sơ đồ hình 5-22 và 5-23.

5.8.3. Lựa chọn các phần tử của hệ thống cấp điện

a) *Tiết diện dây dẫn từ BATG - TBA của bệnh viện.*

Chọn dùng ĐDK, dây AC tiết diện tối thiểu AC-35.

b) *Chống sét van* chọn loại AZLP-10 của COOPER.

c) *Cầu chì tự rơi* chọn loại C710-112PB của CHANGE.

d) *Áp tô mát tổng:*

$$I_T = \frac{86,5}{\sqrt{3.0,38}} = 131,57 \text{ A}$$

Chọn áp tô mát 160 A của Merlin Gerin NS160N-160A.

d) *Áp tô mát cho nhà A*

$$I_A = \frac{3,2}{\sqrt{3.0,38.0,9}} = 5,4 \text{ A.}$$

Chọn áp tô mát do M.G sản xuất V40H-15A.

e) *Áp tô mát đến các nhà B*

$$I_B = \frac{21}{\sqrt{3.0,38.0,8}} = 39,93 \text{ A}$$

Chọn áp tô mát 63 A của M.G → C60N - 63A

g) *Áp tô mát cho C1*

$$I_{C1} = \frac{24}{\sqrt{3.0,38.0,8}} = 45,63 \text{ A, chọn C60N - 63A}$$

h) *Áp tô mát cho C2, C3*

$$I_{C2} = \frac{7,5+4,5}{\sqrt{3.0,38.0,8}} = 22,8 \text{ A} \rightarrow \text{V40H - 40A của M. G.}$$

i) *Áp tô mát cho trạm bơm*

$$I_{TB} = \frac{14}{\sqrt{3.0,38.0,8}} = 26,6 \text{ A} \rightarrow \text{V40H - 40A của M. G.}$$

k) *Chọn các đường cáp*

Tất cả đều chọn dùng cáp PVC của CLIPSAL, lõi đồng.

- Cáp đến nhà A: PVC (4 × 4)
- Cáp đến nhà B: PVC (3 × 10 + 1 × 6)
- Cáp đến nhà C1: PVC (3 × 10 + 1 × 6)

- Cấp đến nhà C2, C3: PVC ($3 \times 6 + 1 \times 4$)
- Cấp đến trạm bơm: PVC ($3 \times 6 + 1 \times 4$)

5.8.4. Thiết kế điện cho các nhà

- Các nhà A, B1, B2, B3, C2, C3 điện chủ yếu phục vụ chiếu sáng và quạt, thiết kế tương tự trường học (xem mục 5.6), đường trục dùng dây bọc M(4×4), từ đường trục vào các bảng điện dùng dây bọc M($2 \times 2,5$), từ bảng điện đến đèn, quạt dùng dây M($2 \times 1,5$). Các dây điện đi trong ống thép mạ kẽm $\phi 21$.

- Tại nhà C1 bố trí một tủ động lực nhỏ, cấp điện tương tự như cấp điện cho một nhóm phụ tải công nghiệp (xem mục 2.4).

- Trạm bơm chỉ có một máy bơm, tại trạm chỉ cần đặt một cầu dao hộp 30A do Nhà máy TBĐ Đông Anh sản xuất.

Chương 6

THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG

6.1. LỰA CHỌN SỐ LƯỢNG, CÔNG SUẤT BÓNG ĐÈN

Đối tượng cần thiết kế chiếu sáng có thể là nhà xưởng, phòng thí nghiệm, hội trường, văn phòng đại diện v.v... Cần căn cứ vào yêu cầu chiếu sáng của khách hàng, vào kinh nghiệm và tài liệu tham khảo để tiến hành thiết kế chiếu sáng.

6.1.1. Tính toán sơ bộ

Ở bước thiết kế sơ bộ, hoặc với đối tượng chiếu sáng không yêu cầu chính xác cao, có thể dùng phương pháp tính toán gần đúng, theo các bước sau:

- Lấy một suất chiếu sáng P_{cs} , W/m² sao cho phù hợp với yêu cầu khách hàng.
- Xác định công suất tổng cần cấp cho chiếu sáng khu vực, có diện tích S, m²

$$P_{cs} = P_{cs} \cdot S, \text{ kW} \quad (6.1)$$

- Xác định số lượng đèn: chọn công suất một bóng đèn P_b , từ đây dễ dàng xác định số lượng bóng đèn:

$$n = \frac{P_{cs}}{P_b} \quad (6.2)$$

- Bố trí đèn trong khu vực (theo cụm hoặc theo dãy).

6.1.2. Tính toán theo phương pháp hệ số sử dụng

Trình tự tính toán theo phương pháp này như sau:

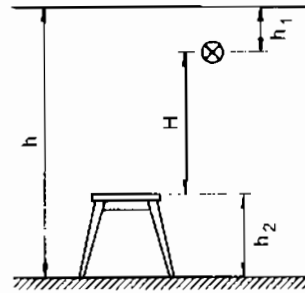
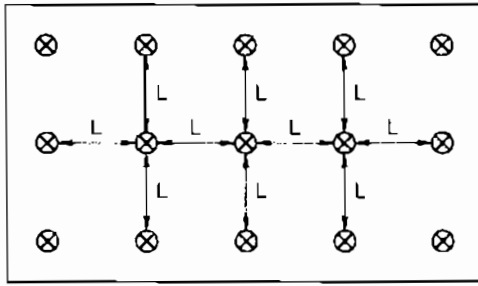
- Xác định độ treo cao đèn: $H = h - h_1 - h_2$

Trong đó:

h - độ cao của nhà, xưởng;

h_1 - khoảng cách từ trần đến bóng đèn, thường $h_1 = 0,5 \div 0,7$ m;

h_2 - độ cao mặt bàn làm việc, thường $0,7 \div 0,9$ m.



Hình 6-1. Bố trí đèn trên mặt bằng và mặt đứng

- Từ bảng 6.1 tra được tỉ số L/H , xác định được khoảng cách giữa hai đèn kề nhau L , m.

- Căn cứ vào bố trí đèn trên mặt bằng, mặt cắt, xác định hệ số phản xạ của tường, trần $\rho_{t\ddot{u}}^*$, $\rho_{t\ddot{u}}^*$, %

- Xác định chỉ số của phòng kích thước $a \times b$:

$$\varphi = \frac{a \cdot b}{H(a + b)} \quad (6.4)$$

- Từ $\rho_{t\ddot{u}}^*$, $\rho_{t\ddot{u}}^*$, φ tra bảng tìm ra hệ số sử dụng $k_{s\ddot{u}}^*$

- Xác định quang thông của đèn:

$$F = \frac{kESZ}{nk_{s\ddot{u}}^*}, \text{ lumen} \quad (6.5)$$

trong đó

k - hệ số dự trữ (bảng 6.2);

E - độ rọi (lx) (bảng 6.3);

S - diện tích nhà, m^2 ;

Z - hệ số tính toán, thường $Z = 0,8 \div 1,4$;

n - số bóng đèn, xác định sau khi bố trí đèn trên mặt bằng.

Từ đây, tra bảng tìm công suất bóng đèn có F tương ứng.

Bảng 6.1. Tỉ số L/H hợp lí cho các đối tượng chiếu sáng

Loại đèn và nơi sử dụng	L/H bố trí nhiều dãy		L/H bố trí 1 dãy		Chiều rộng giới hạn của nhà xưởng khi bố trí 1 dãy
	Tốt nhất	max cho phép	Tốt nhất	max cho phép	
Chiếu sáng nhà xưởng, dùng chao mờ hoặc sắt tráng men	2,3	3,2	1,9	2,5	1,3H
Chiếu sáng nhà xưởng, dùng chao vân nạng	1,8	2,5	1,8	2,0	1,2H
Chiếu sáng cơ quan, văn phòng	1,6	1,8	1,5	1,8	1,0H

Bảng 6.2. Hệ số dự trữ

Tính chất môi trường	Số lần lau bóng ít nhất 1 tháng	Hệ số dự trữ	
		Đèn tuýp	Đèn sợi đốt
Phòng nhiều bụi, khô, tro, mờ hỏng	4	2	1,7
Phòng có mức bụi, khô, mờ hỏng trung bình	3	1,8	1,5
Phòng ít bụi, khô, tro, mờ hỏng	2	1,5	1,3

Bảng 6.3. Độ rọi tiêu chuẩn của các khu vực chiếu sáng E

Tính chất của khu vực làm việc	E_{min} , lx
- Phân xưởng yêu cầu độ chiếu sáng cao (pha chế hoá chất, cơ khí chính xác, đồng hồ, điện tử v.v...) - Phòng thí nghiệm - Phòng làm việc yêu cầu độ sáng cao (phòng thiết kế, can vè, văn phòng đại diện v.v...)	30
- Nhà xưởng có yêu cầu chiếu sáng trung bình - Các phòng làm việc yêu cầu độ sáng bình thường	20
Khu vực yêu cầu mức chiếu sáng thấp	10
Đường đi lại, vận chuyển chính trong xí nghiệp	3
Cầu thang, nhà cầu	2

6.1.3. Thông số kỹ thuật của bóng đèn

Dưới đây, bảng 6.4, bảng 6.5 trình bày thông số kỹ thuật đèn tuýp (hay còn gọi là đèn huỳnh quang) và đèn sợi đốt (hay còn gọi là đèn dây tóc).

Bảng 6.4. Thông số kỹ thuật của đèn tuýp

Công suất, W	Điện áp, V	Quang thông F, lumen với đèn ánh sáng trắng	Quang thông F, lumen với đèn ánh sáng ban ngày	Thời gian sử dụng, h
30	220	1230	1080	2500
40	220	1720	1520	2500

Bảng 6.5. Thông số kỹ thuật của bóng đèn sợi đốt

Công suất, W	Quang thông F, lm		Thời gian sử dụng, h
	110V	220V	
15	124	111	1000
25	222	197	
45	376	336	
60	670	506	
75	904	684	
100	1327	1004	
150	2217	1722	
200	3100	2528	
300	4926	4224	
500	8715	7640	
750	12375	10875	
1000	20500	18300	

Với chiếu sáng, tùy theo đối tượng chiếu sáng và yêu cầu của khách hàng, người thiết kế lựa chọn loại đèn cho phù hợp. Ở các xưởng sản xuất ít, thường dùng đèn sợi đốt, vì đèn tuýp nhạy với điện áp (khi $U < 180 \text{ V}$, đèn tắt) và ánh sáng không thật. Ở những khu vực cần ánh sáng thật để phân biệt màu sắc (như cần xem phản ứng hoá học chuyển hoá màu sắc, độ kết tủa v.v...) thì chỉ nên dùng đèn sợi đốt. Đèn tuýp ít phát nhiệt, không gây nóng bức, tạo cảm giác mát mẻ, sang trọng, thường dùng trong sinh hoạt, văn phòng.

Hai loại bóng đèn có nguyên lí làm việc khác nhau, nên các thông số kĩ thuật cũng khác nhau.

6.2. CÁC YÊU CẦU MẠNG ĐIỆN CHIẾU SÁNG

6.2.1. Với hệ thống cấp điện cho sinh hoạt, chiếu sáng được cấp chung với mạng điện, cấp cho các phụ tải khác.

Với hệ thống cấp điện cho xưởng máy, nên để cho điện chiếu sáng đi theo mạng riêng (đường dây riêng, tủ điện riêng), tránh cho việc đóng mở động cơ, làm dao động điện áp lớn trên cực đèn, làm thay đổi độ sáng của đèn.

6.2.2. Độ lệch điện áp mạng động lực cho phép $\pm 5\% U_{dm}$, với mạng chiếu sáng chỉ cho phép $\pm 2,5\% U_{dm}$.

6.2.3. Tủ chiếu sáng nên dùng áp tô mát (cả tổng, cả nhánh), để khi mất điện (vì lí do nào đó) có thể đóng trở lại nhanh, không mất thời gian thay dây chì).

6.2.4. Tủ, bảng chiếu sáng nên đặt gần cửa ra vào của nhà xưởng, phòng làm việc.

6.2.5. Tại các nhà xưởng, ngoài chiếu sáng làm việc, còn cần thiết kế chiếu sáng sự cố, đề phòng mất điện lưới. Nguồn chiếu sáng sự cố thường là bộ ắc quy 12 V, 24 V, 36 V, chỉ nhằm mục đích chiếu sáng an toàn cho công nhân vận hành khi mất điện lưới.

6.2.6. Lựa chọn áp tô mát cho tủ chiếu sáng, cũng theo công thức như chọn áp tô mát mạng động lực.

6.2.7. Lựa chọn dây dẫn, cáp cho mạng chiếu sáng, cũng chọn theo dòng phát nóng cho phép, và phải kiểm tra theo điều kiện kết hợp với thiết bị bảo vệ

$$k \cdot I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{0,8} \quad \text{nếu bảo vệ cầu chì} \quad (6.6)$$

$$k \cdot I_{cp} \geq \frac{I_{kdnh}}{1,5} \quad \text{nếu bảo vệ áp tô mát} \quad (6.7)$$

6.2.8. Cần hết sức lưu ý việc phân pha cho đều, để dòng điện 3 pha cân bằng, sẽ giảm tổn hao điện năng so với khi dòng điện 3 pha không cân bằng và tránh trường hợp điện áp quá chênh lệch trên cực đèn, ở đầu và cuối đường dây.

6.3. THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG CHO MỘT XƯỞNG CƠ KHÍ

Yêu cầu thiết kế chiếu sáng cho một xưởng cơ khí, diện tích $20 \times 50 = 1000 \text{ m}^2$, bố trí gian, phòng làm việc như hình 6.2.

6.3.1. Xác định số lượng, công suất bóng đèn

Vì là xưởng sản xuất, dự định dùng đèn sợi đốt. Chọn độ rọi $E = 30 \text{ lx}$.

Căn cứ vào trần nhà cao 4,5 m, mặt công tác $h_2 = 0,8 \text{ m}$, độ cao treo đèn cách trần: $h_1 = 0,7 \text{ m}$. Vậy

$$H = 4,5 - 0,8 - 0,7 = 3 \text{ m}.$$

Tra bảng, với đèn sợi đốt, bóng vạng năng có L/H xác định được khoảng cách giữa các đèn

$$L = 1,8H = 5,4 \text{ m}$$

Căn cứ vào bề rộng phòng (20 m) chọn $L = 5 \text{ m}$.

Đèn sẽ được bố trí làm 4 dãy, cách nhau 5 m, cách tường 2,5 m tổng cộng 36 bóng, mỗi dãy 9 bóng.

Xác định chỉ số phòng:

$$\varphi = \frac{a.b}{H(a+b)} = \frac{20.50}{3(20+50)} \approx 5$$

Lấy hệ số phản xạ của tường 50%, của trần 30%, tìm được hệ số sử dụng $k_{sd} = 0,48$.

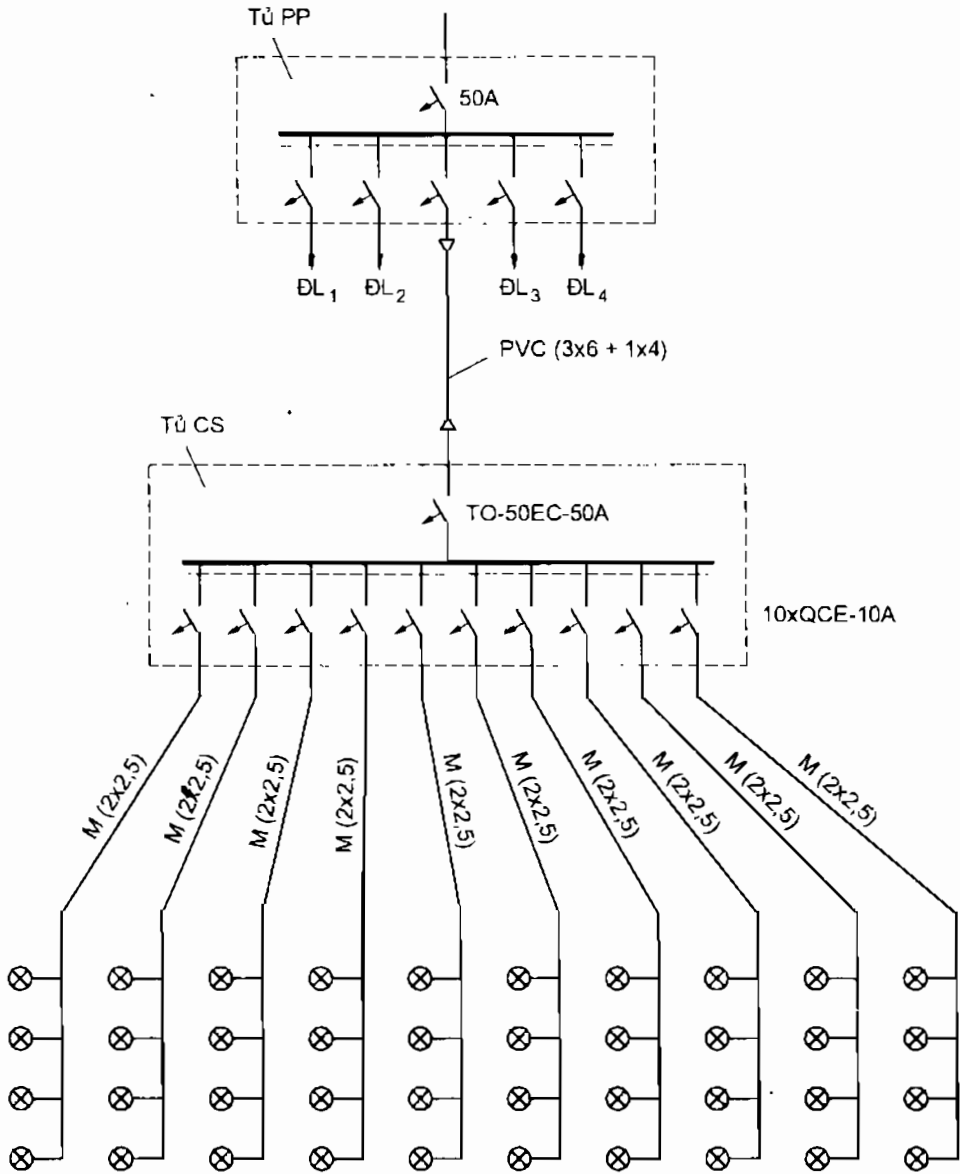
Lấy hệ số dự trữ $k = 1,3$, hệ số tính toán $Z = 1,1$, xác định được quang thông mỗi đèn là:

$$F = \frac{kESZ}{nk_{sd}} = \frac{1,3.30.1000.1,1}{36.0,48} = 2483 \text{ lumen}$$

Tra bảng, chọn bóng 200 W có $F = 2528 \text{ lumen}$.

Ngoài chiếu sáng trong phòng sản xuất, còn đặt thêm 4 bóng cho 2 phòng thay quần áo, phòng WC. Tổng cộng công suất toàn xưởng cần:

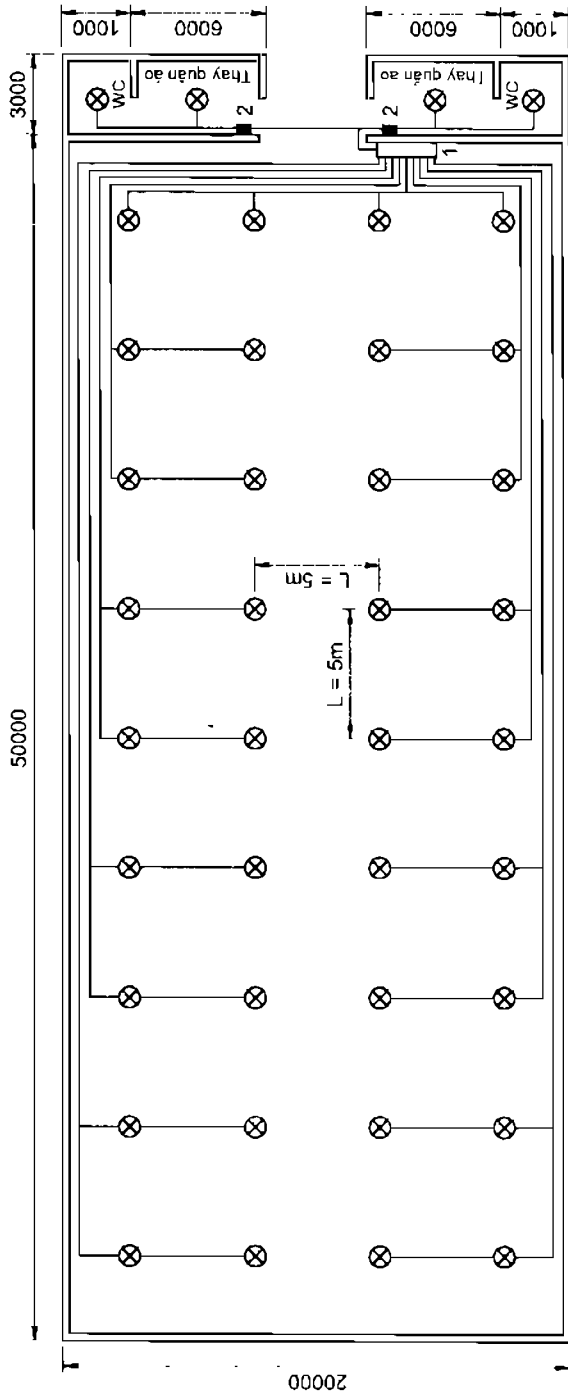
$$36 \text{ bóng} \cdot 200 \text{ W} + 4 \text{ bóng} \cdot 100 \text{ W} = 7,6 \text{ kW}.$$



Hình 6-2. Sơ đồ nguyên lý mạng chiếu sáng xưởng cơ khí

6.3.2. Thiết kế mạng điện chiếu sáng

Đặt riêng một tủ chiếu sáng cạnh cửa ra vào, lấy điện từ tủ PP của xưởng. Tủ gồm một áp tô mát tổng 3 pha và 10 áp tô mát nhánh một pha, mỗi áp tô mát nhánh cấp điện cho 4 bóng đèn. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ cấp điện trên mặt bằng như hình 6.3.



Hình 6-3. Sơ đồ mạng điện chiếu sáng xưởng cơ khí

1. Tủ điện chiếu sáng; 2. Bảng điện nhà thay quần áo và WC

a) Chọn cáp từ tủ PP tới tủ CS

$$I_{cs} = \frac{P_{cs}}{\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{7,6}{\sqrt{3.0,38}} = 11,56 \text{ A (dùng đèn sợi đốt } \cos\varphi = 1).$$

Chọn cáp đồng, 4 lõi, vỏ PVC, do Clipsal sản xuất; tiết diện 6 mm² có:

$$I_{cp} = 45 \text{ A} \rightarrow \text{Cu PVC (3} \times 6 + 1 \times 4)$$

b) Chọn áp tô mát tổng

Với $I_{II} = 11,56 \text{ A} \rightarrow$ chọn áp tô mát tổng 50 A, 3 pha, do Đài Loan sản xuất TO-50EC - 50A.

c) Chọn các áp tô mát nhánh

Các áp tô mát nhánh chọn giống nhau, mỗi áp tô mát cấp điện cho 4 bóng. Dòng qua áp tô mát (1 pha):

$$I_n = \frac{4.0,2}{0,22} = 3,64 \text{ A}$$

Chọn 10 áp tô mát 1 pha, $I_{dm} = 10 \text{ A}$, do Đài Loan chế tạo.

$$10 \times \text{QCE} - 10\text{A}$$

d) Chọn dây dẫn từ áp tô mát nhánh đến cụm 4 đèn

Chọn dây đồng bọc, tiết diện 2,5 mm² \rightarrow Cu PVC(2 \times 2,5) có $I_{cp} = 27 \text{ A}$.

d) Kiểm tra điều kiện chọn dây kết hợp với áp tô mát

- Kiểm tra cáp Cu PVC(3 \times 6 + 1 \times 4) hệ số hiệu chỉnh $k = 1$

$$45 \text{ A} > \frac{1,25.50}{1,5} = 41,6 \text{ A}$$

- Kiểm tra dây 2,5 mm²

$$27 \text{ A} > \frac{1,25.10}{1,5} = 8,33 \text{ A}$$

e) Kiểm tra độ lệch điện áp

Vì đường dây ngắn, các dây đều được chọn vượt cấp, không cần kiểm tra sụt áp.

6.4. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG KHI DÙNG ĐÈN TUÝP

6.4.1. Tính gần đúng

Cũng như với chiếu sáng bằng đèn sợi đốt, khi thiết kế chiếu sáng không cần chính xác lắm, chỉ cần tính toán đơn giản, theo các bước:

- Căn cứ vào đối tượng cần chiếu sáng, chọn suất chiếu sáng trên đơn vị diện tích thích hợp, xác định công suất cần cấp cho khu vực:

$$P_{cs} = P_o \cdot S$$

- Xác định số bóng đèn:

$$n = \frac{P_{cs}}{P_b}$$

P_b - công suất một đèn tuýp thường dùng loại đèn 40 W (1,2 m)

- Bố trí hợp lí đèn trên khu vực.

- Thiết kế mạng điện chiếu sáng (chọn dây dẫn, cầu chì, áp tô mát v.v...)

6.4.2. Tính chính xác

Trong trường hợp khách hàng yêu cầu thiết kế chiếu sáng chính xác, với độ rọi E nào đó, cần tiến hành theo 2 giai đoạn:

a) Giai đoạn 1: Thiết kế sơ bộ, theo suất chiếu sáng, tìm được số lượng bóng đèn và sơ bộ bố trí đèn trên khu vực.

b) Giai đoạn 2: Kiểm tra độ rọi theo yêu cầu

Công thức xác định độ rọi, tại một điểm nào đó cần kiểm tra:

$$E_i = \frac{F}{1000h} \sum e_i, lx$$

trong đó: F - quang thông trên đơn vị nguồn sáng

$$F = \frac{n \cdot F_o}{L}, lm/m$$

n - số bóng đèn trong nguồn sáng;

F_o - quang thông 1 bóng đèn, lm;

L - chiều dài nguồn sáng, m.

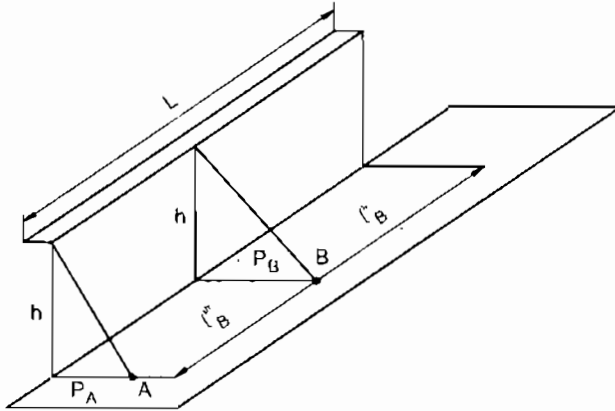
$\sum e_i$ - tổng độ rọi tương đối trên điểm cần kiểm tra.

Trị số của e_i tìm được bằng cách tra đồ thị theo hai tỉ số $\frac{p}{h}$ và $\frac{l}{h}$ (hình 6.5).

trong đó: h - chiều cao nguồn sáng

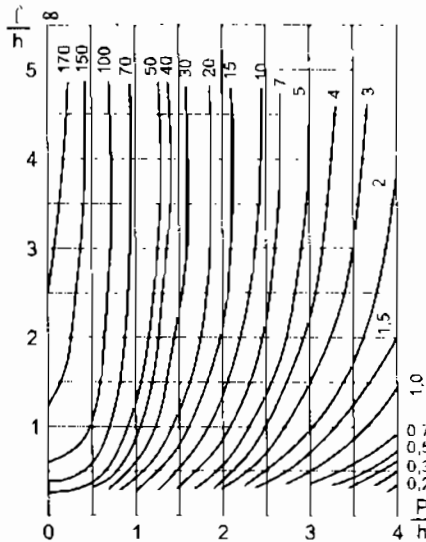
p - khoảng cách từ điểm cần kiểm tra độ rọi tới nguồn sáng trên mặt phẳng ngang;

l - chiều dài nguồn sáng từ điểm kiểm tra về 2 phía.



Hình 6-4. Xác định độ rọi từ nguồn sáng dài L

A - Điểm ngoài biên; $I'_A = L$, $I''_A = 0$; B - điểm nào đó có L'_B và L''_B



Hình 6-5. Đồ thị xác định độ rọi theo $\frac{p}{h}$ và $\frac{l}{h}$

6.5. THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG CHO VĂN PHÒNG ĐẠI DIỆN

Cần cấp điện chiếu sáng cho khu văn phòng đại diện, gồm 6 phòng 24 m², ở đây điện cho điều hoà được cấp bằng đường riêng.

Vì tính chất làm việc là khu văn phòng đại diện nước ngoài, cần được chiếu sáng liên tục, độ sáng cao và sang trọng, khách hàng không yêu cầu độ rọi chính xác là bao nhiêu. Phòng sẽ được đặt hệ thống đèn tuýp, với suất chiếu sáng 20 W/m². Chỉ cần tính toán theo phương pháp gần đúng.

6.5.1. Xác định số lượng, công suất bóng đèn cho một phòng

Công suất chiếu sáng một phòng:

$$P_{\text{c}} = 20 \cdot 24 = 480 \text{ W}$$

Chọn dùng đèn tuýp dài 1,2 m, công suất 40 W, ánh sáng trắng.

Số lượng bóng đèn cần đặt trong phòng

$$n = \frac{480}{40} = 12 \text{ bóng.}$$

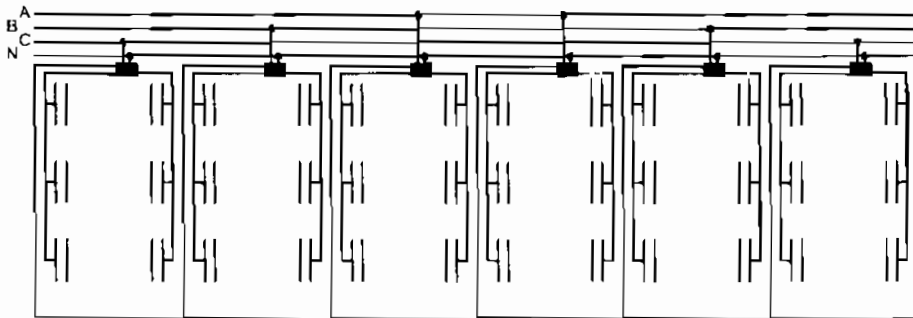
6.5.2. Bố trí đèn trong phòng

Vì đây là phòng làm việc, bàn làm việc được kê làm 2 dãy, dọc theo chiều dài phòng, nên cũng sẽ bố trí đèn thành 2 dãy, mỗi dãy có 3 cụm, mỗi cụm 2 bóng (xem hình 6.6).

6.5.3. Sơ đồ cấp điện

Trong mỗi phòng, đặt áp tô mát riêng cho chiếu sáng, từ bảng điện chìm dây dẫn đi về 2 phía, chôn ngầm trong tường, cấp điện cho 2 dãy bóng đèn. Đường điện trực, cấp điện cho chiếu sáng các phòng, chạy ngầm trong ống tuýp, dọc hành lang. Từ đây điện được lấy vào các phòng, phân đều cho các pha.

Cách lựa chọn dây trực, áp tô mát, dây dẫn trong phòng, tương tự như cấp điện cho khu văn phòng (xem mục 4.5 chương 4).



Hình 6-8. Sơ đồ cấp điện chiếu sáng khu văn phòng đại diện

6.6. THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG CHO MỘT PHÒNG THIẾT KẾ

Yêu cầu thiết kế chiếu sáng cho một phòng thiết kế diện tích $8 \times 12 \text{ m}^2$ với độ rọi không bé hơn 300 lx.

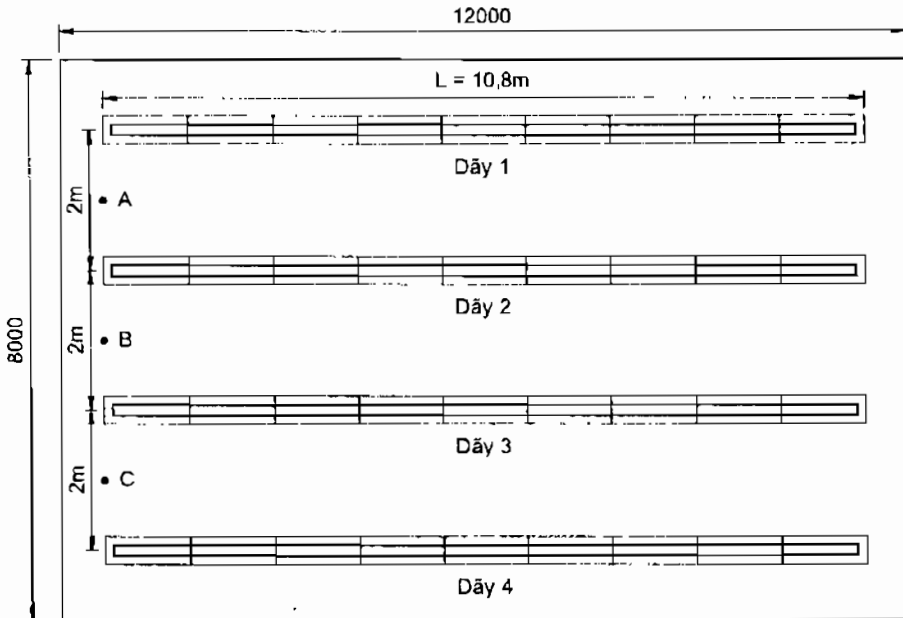
6.6.1. Sơ bộ chọn số lượng, công suất và bố trí đèn

Chọn suất chiếu sáng $P_0 = 30 \text{ W/m}^2$, xác định được công suất chiếu sáng cho cả phòng thiết kế

$$P_{\Sigma} = 30 \cdot 8 \cdot 12 = 2,88 \text{ kW}$$

Chọn loại bóng tuýp dài 1,2 m, công suất 40 W, số lượng bóng đèn cần đặt:

$$n = \frac{2,88}{0,04} = 72 \text{ bóng.}$$



Hình 6-7. Sơ đồ bố trí đèn trong phòng thiết kế

Sơ đồ bố trí đèn thành 4 dãy, cách nhau 2 m, mỗi dãy đặt 9 máng đèn, mỗi máng có 2 bóng (loại 1,2 m) ($9 \times 2 = 18$ bóng). Độ treo cao đèn $h = 2,2 \text{ m}$.

6.6.2. Kiểm tra độ rọi

Điểm có độ rọi bé nhất nằm ở biên. Cần kiểm tra điểm A, B, C. Tra bảng với quang thông đèn tuýp 40 W, ánh sáng ban ngày $F_0 = 1520 \text{ lm}$, xác định được quang thông trên đơn vị nguồn quang là:

$$F = 9.2 \frac{1520}{10.8} = 2533 \text{ lm/m}$$

a) Xác định độ rọi tại điểm A

- Độ rọi tương đối tại A do dây 1 và 2

$$\frac{p}{h} = \frac{l}{2.2} = 0,45; \quad \frac{l'}{h} = \frac{10,8}{2,2} = 4,9$$

Tra đồ thị với 0,45 và 4,9 tìm được $e_1 = e_2 = 125 \text{ lx}$.

- Độ rọi tương đối tại A do dây 3:

$$\frac{p}{h} = \frac{3}{2.2} = 1,36; \quad \frac{l'}{h} = \frac{10,8}{2,2} = 4,9$$

Tra đồ thị được $e_3 = 40 \text{ lx}$.

- Độ rọi tương đối tại A do dây 4:

$$\frac{p}{h} = \frac{5}{2.2} = 2,27; \quad \frac{l'}{h} = \frac{10,8}{2,2} = 4,9$$

Tra đồ thị được $e_4 = 12 \text{ lx}$.

Tổng độ rọi tương đối tại A là $\Sigma e = 2.125 + 40 + 12 = 302 \text{ lx}$

Độ rọi trên điểm A là:

$$E_A = \frac{2533}{1000.2,2} .302 = 347 \text{ lx} = E_C$$

b) Độ rọi tại điểm B

- Độ rọi từ dây 2, 3: $e_2 = e_3 = 125 \text{ lx}$

- Độ rọi từ dây 1, 4: $e_1 = e_4 = 40 \text{ lx}$

Vậy tổng độ rọi tương đối tại B là: $\Sigma e = 2.125 + 2.40 = 330 \text{ lx}$.

Độ rọi trên điểm B là:

$$E_B = \frac{2533}{1000.2,2} .330 = 379,5 \text{ lx}$$

Vậy bố trí đèn như trên, thoả mãn yêu cầu độ rọi, không bé hơn 300 lx của khách hàng đề ra.

6.7. THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG NGOÀI TRỜI

Tùy theo đối tượng, tùy theo mục đích, có nhiều hình thức chiếu sáng ngoài trời với các thiết bị, công suất và quy mô khác nhau.

6.7.1. Chiếu sáng bảo vệ

Loại chiếu sáng này thường dùng cho cơ quan, xí nghiệp, trường học nhằm mục đích bảo vệ, đi lại trong nội bộ, không yêu cầu cao về mỹ quan và độ sáng.

Thông thường cách 20 m đặt một bóng 100 W, có chao sắt tráng men bảo vệ mưa nắng.

Cột đèn chiếu sáng bảo vệ nội bộ cũng không nhất thiết phải chuẩn hoá: có thể lợi dụng cột điện lực, cọc hàng rào, đầu hồi tường.

6.7.2. Chiếu sáng đường phố

Để chiếu sáng đường phố, thường dùng cột đèn riêng bằng thép hoặc bê tông cốt thép, thường 20-30 m một cột, có thể dùng bóng đèn thông thường 200-250 W, bóng thuỷ ngân cao áp, bóng compact và các loại đèn khác.

Cột đèn có thể bố trí một dãy bên đường, một dãy ở giữa hoặc hai dãy hai bên, tùy theo độ rộng của đường phố.

- Phố rộng 8-10 m: bố trí 1 dãy đèn bên đường.
- Phố rộng 15-25 m: bố trí 1 dãy ở giữa.
- Phố rộng trên 25 m: bố trí 2 dãy 2 bên.

6.7.3. Chiếu sáng đèn pha

Đèn pha dùng để chiếu sáng một khoảng rộng, cũng có khi dùng chiếu hắt lên công trình, để tăng vẻ đẹp kiến trúc về ban đêm.

Độ treo cao đèn pha tùy thuộc công suất đèn.

Thông thường đèn công suất: 500 W treo cao 10-15 m.

1000 W treo cao 18-22 m.

Các đối tượng cấp điện trong cuốn sách này như trường học, cơ quan, khu văn phòng đại diện, cũng thường dùng một vài ngọn đèn pha để chiếu sáng, vừa bảo vệ, vừa làm tăng vẻ đẹp công trình.

Trên đây chỉ giới thiệu sơ bộ về chiếu sáng công cộng thông dụng cho cơ quan, trường học, xí nghiệp. chiếu sáng công cộng ở đây chỉ mang tính chất bảo vệ hoặc mĩ quan.

Việc thiết kế chính xác chiếu sáng theo độ rọi yêu cầu, cho các đối tượng có yêu cầu chiếu sáng đặc biệt như sân vận động, đại lộ, quảng trường quốc gia, khu di tích lịch sử v.v... không nằm trong phạm vi của cuốn sách này.

Chương 7

THIẾT KẾ LẮP ĐẶT TỤ ĐIỆN BÙ, NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT

7.1. XÁC ĐỊNH CÔNG SUẤT VÀ VỊ TRÍ ĐẶT TỤ ĐIỆN BÙ

Bộ tụ điện bù được thiết kế lắp đặt cho các đối tượng dùng điện có hệ số công suất thấp như trạm bơm, xưởng, xí nghiệp v.v... nhằm nâng hệ số công suất $\cos\varphi$ đến 0,95.

Tổng công suất phản kháng cần bù cho đối tượng, để nâng hệ số công suất từ $\cos\varphi_1$ đến $\cos\varphi_2$ là:

$$Q_b = P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) \quad (7.1)$$

trong đó: P - công suất tác dụng tính toán của đối tượng

$\operatorname{tg}\varphi_1, \operatorname{tg}\varphi_2$ - ứng với $\cos\varphi_1, \cos\varphi_2$

7.1.1. Vị trí đặt bộ tụ bù

Có lợi nhất về mặt giảm tổn thất điện áp, điện năng cho đối tượng dùng điện là đặt phân tán các bộ tụ bù cho từng động cơ điện. Tuy nhiên, nếu đặt phân tán quá sẽ không có lợi về vốn đầu tư, về quản lý vận hành. Vì vậy, đặt tụ bù tập trung hay phân tán, phân tán đến mức nào là tùy thuộc vào cấu trúc hệ thống cấp điện của đối tượng.

- Với trạm bơm: vì các máy bơm đặt cạnh nhau và gần trạm biến áp, nên tốt nhất là đặt tập trung một tủ tụ bù, cạnh tủ phân phối của trạm bơm.

- Với xưởng cơ khí: vì chỉ có một nhà xưởng, bộ tụ được đặt tập trung cạnh tủ phân phối.

- Với xí nghiệp cỡ nhỏ: cũng có thể đặt tập trung bộ tụ tại thanh cái hạ áp trạm biến áp, hoặc có thể đặt phân tán ra từng phân xưởng. Ngoài các phân xưởng, nếu còn có động cơ đặc biệt, công suất lớn, đặt độc lập, cũng nên đặt riêng một bộ tụ bù.

- Với xí nghiệp cỡ lớn: sơ bộ có thể tính bù cho xí nghiệp, bằng cách đặt các bộ tụ tại thanh cái hạ áp các trạm biến áp phân xưởng. Nếu có đầy đủ số liệu về cấu trúc hệ thống cấp điện và phụ tải của các phân xưởng, thì phải thực hiện đặt tụ bù cho từng phân xưởng, mới đạt hiệu quả cao của việc đặt bù.

- Khi giá tiền 1kVAr thiết bị bù cao, hạ áp chênh lệch nhau nhiều, có thể so sánh, đề ra phương án đặt thiết bị bù riêng cho phía cao, hạ áp hoặc đặt bù đồng thời cả hai phía.

7.1.2. Phân phối công suất bù trong nội bộ xí nghiệp

Sau khi xác định tổng công suất bù Q_b , nếu định bù phân tán, cần phải xác định công suất bù cho từng điểm đặt bộ tụ, sao cho hiệu quả bù cao nhất. Thường mạng điện xí nghiệp có dạng hình tia, công suất bù tại điểm i nào đó được xác định theo công thức:

$$Q_{bi} = Q_i - (Q_{\Sigma} - Q_b) \frac{R_{id}}{R_i} \tag{7.2}$$

trong đó:

Q_{Σ} - công suất phản kháng toàn xí nghiệp;

Q_b - tổng công suất bù, xác định theo (7.1);

Q_i - công suất phản kháng tại điểm i ;

Q_{bi} - công suất bù cần đặt tại điểm i ;

R_i - điện trở nhánh i ;

R_{id} - điện trở tương đương cả mạng.

Nếu trong mạng điện, có chỗ phân nhánh thì cần biến đổi các nhánh song song thành một nhánh tương đương, rồi lại áp dụng công thức hình tia (7.2) để tính công suất bù.

7.2. THIẾT KẾ LẮP ĐẶT BỘ TỤ BÙ CHO MỘT TRẠM BƠM CAO ÁP

Yêu cầu thiết kế, lắp đặt bộ tụ bù cho trạm bơm 6 kV tiêu ứng của huyện, đặt 6 máy bơm 75 kW. Khi làm việc, hệ số công suất của trạm bơm có trị số 0,7, yêu cầu đặt tụ điện để nâng hệ số công suất lên 0,95.

Theo công thức (7.2), xác định được công suất bộ tụ cần đặt để đưa $\cos\varphi_1 = 0,7$ lên $\cos\varphi_2 = 0,95$ là:

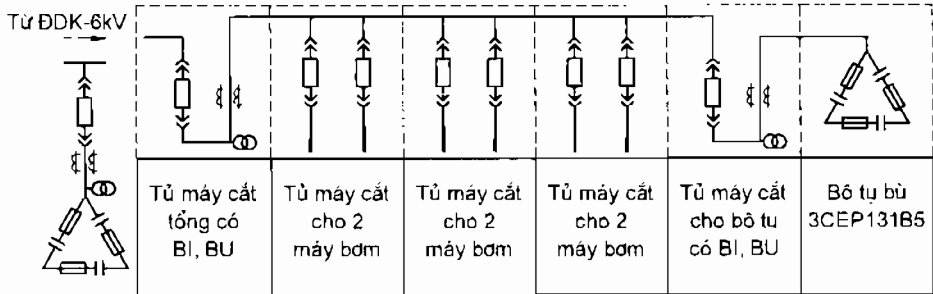
$$Q_b = 6.75 (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) = 6 \cdot 75(1 - 0,33)$$

$$Q_b = 301,5 \text{ kVAr}$$

Chọn dùng loại tụ 6,6 kV, CEP 131 B5 của hãng Cooper (Pháp), có dung lượng 100 kVAr một pha, ba bộ đấu theo hình tam giác, có cầu chì bảo vệ riêng từng bộ và thao tác bằng máy cắt. Để đo đếm, điều khiển máy cắt và bộ tụ, có đặt BU và BI. Sơ đồ nguyên lí và sơ đồ lắp đặt bộ tụ và máy cắt cho trên hình 7.1.

Tổng dung lượng bù $Q_b = 3.100 = 300 \text{ kVAr}$

Trong sơ đồ trên, BU còn được dùng làm điện trở phóng điện khi cắt bộ tụ bù.



Hình 7-1. Sơ đồ nguyên lí đấu bộ tụ bù và sơ đồ lắp đặt tủ bộ tụ bù cùng các tủ điện 6 kV trong trạm bơm

7.3. LỰA CHỌN BỘ TỤ BÙ NÂNG CAO $\cos\varphi$ CHO XƯỜNG CƠ KHÍ

Yêu cầu lựa chọn bộ tụ bù để nâng cao $\cos\varphi$ của một xưởng cơ khí lên 0,95. Công suất tính toán của xưởng là $80 + j106 \text{ kVA}$. Xét khả năng giảm công suất máy biến áp khi đặt bộ tụ bù.

Hệ số công suất của xưởng trước khi đặt bù:

$$\cos\varphi = \frac{80}{\sqrt{80^2 + 106^2}} \approx 0,6$$

Công suất bộ tụ cần đặt để nâng hệ số công suất từ 0,6 lên 0,95 là:

$$Q_b = P(\text{tg}\varphi_1 - \text{tg}\varphi_2) = 80(1,33 - 0,33) = 80 \text{ kVAr}$$

Công suất tính toán toàn phần của xưởng trước và sau khi đặt bù:

$$S_1 = \sqrt{80^2 + 106^2} = 133 \text{ kVA}$$

$$S_2 = \sqrt{80^2 + 26^2} = 84 \text{ kVA}$$

Vậy nếu không đặt bộ tụ bù, phải chọn máy biến áp 160 kVA, sau khi đặt bù chỉ cần chọn đặt máy 100 kVA.

Chọn dùng 2 bộ tụ 3 pha, công suất mỗi bộ 40 kVAr, đấu song song, do Liên Xô (cũ) chế tạo, hiện đang có bán tại Việt Nam $2 \times \text{KC2} - 0,38 - 40 - 3\text{Y1}$. Bộ tụ được bảo vệ bằng áp tô mát, công tắc tơ K dùng để đóng mở tự động bộ tụ, cuộn điện cảm L lõi không khí tự chế bằng cách quấn từ 10 ÷ 12 vòng, bằng đúng tiết diện dây nối vào bộ tụ, để hạn chế dòng điện đóng ban đầu vào bộ tụ. Trong tủ tụ bù có đặt bóng đèn làm điện trở phóng điện.

Điện trở phóng điện được xác định theo công thức

$$R_{\text{pd}} = 15 \cdot \frac{U_n^2}{Q} \cdot 10^6 \cdot \Omega \quad (7.3)$$

trong đó:

Q - dung lượng của bộ tụ, kVAr;

U - điện áp pha, V.

Trong trường hợp bù cho xưởng cơ khí 80 kVAr, điện trở phóng điện cần có trị số

$$R_{\text{pd}} = 15 \cdot \frac{0,22}{80} \cdot 10^6 = 9075 \Omega$$

Dùng bóng 40 W làm điện trở phóng điện, có

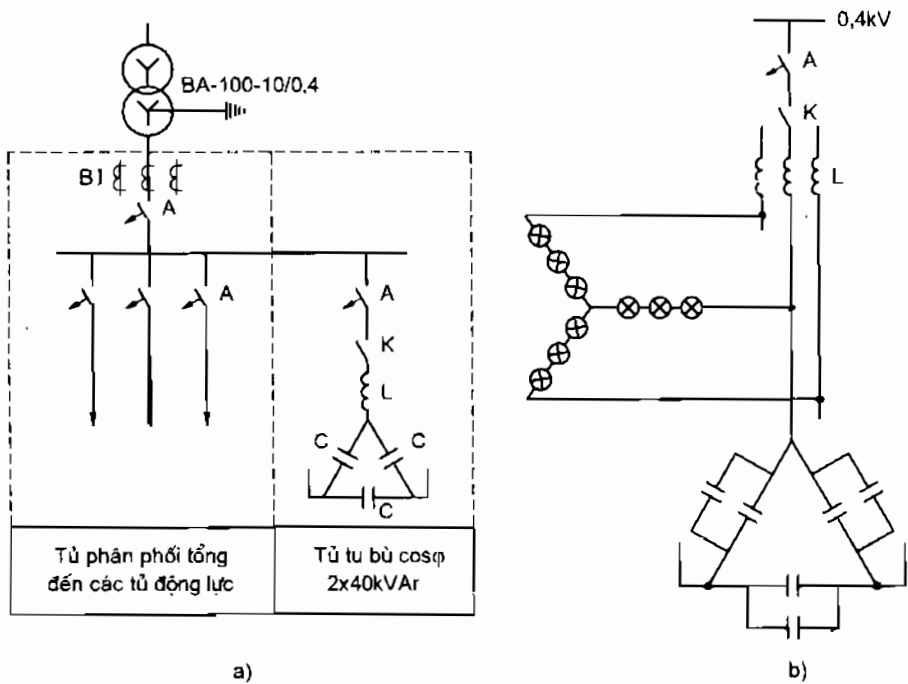
$$R = \frac{U_p^2}{40} = \frac{220^2}{40} = 1210 \Omega$$

Số bóng đèn cần dùng

$$n = \frac{9075}{1210} = 7,5 \text{ bóng.}$$

Như vậy sẽ dùng 9 bóng loại 40 W, điện áp 220 V, mỗi pha 3 bóng làm điện trở phóng điện cho bộ tụ. Với công nghệ mới hiện nay, nhà chế tạo đã đặt sẵn điện trở phóng điện bên trong tủ bù, rất thuận tiện cho việc lắp đặt.

Sơ đồ nguyên lí và sơ đồ lắp đặt tủ tụ bù cho trên hình 7.2

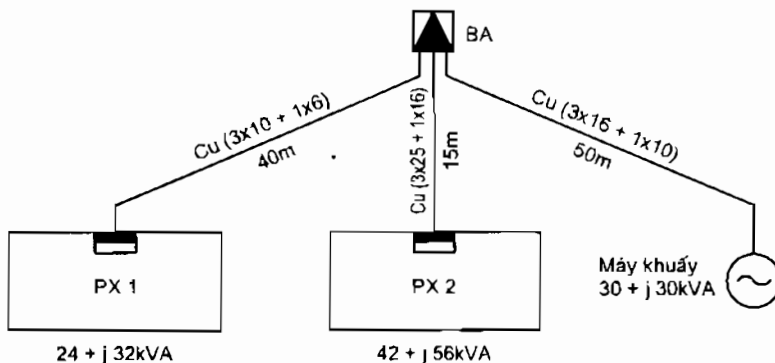


Hình 7-2. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ lắp đặt tủ tụ bù $\cos\phi$ trong trạm biến áp

- a) Sơ đồ tổng hợp trạm biến áp và tủ tụ bù
- b) Sơ đồ chi tiết nối dây cuộn cảm và bóng đèn làm điện trở phóng điện

7.4. THIẾT KẾ BÙ $\cos\phi$ CHO XÍ NGHIỆP CỎ NHỎ

Một xí nghiệp có mặt bằng cấp điện như hình 7.3. Yêu cầu tính toán thiết kế bù dùng tụ điện, sao cho $\cos\phi$ của xí nghiệp nâng lên 0,95.



Hình 7-3. Mặt bằng hệ thống cấp điện cho xí nghiệp

Với hệ thống cấp điện trên, tối ưu hơn cả là bù phân tán tại 3 điểm: phân xưởng 1, phân xưởng 2 và cực động cơ máy khuấy 30 kW.

Công suất tổng của xí nghiệp:

$$\dot{S} = 24 + j32 + 42 + j56 + 30 + j30$$

$$\dot{S} = 96 + j118 \text{ kVA}$$

Hệ số công suất của xí nghiệp:

$$\cos \varphi = \frac{96}{\sqrt{96^2 + 118^2}} = 0,63$$

Để nâng $\cos \varphi$ từ 0,63 lên 0,95 cần đặt một dung lượng tụ bù:

$$Q_n = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) = 96(1,23 - 0,33) = 86 \text{ kVAr}$$

Bảng 7.1. Tính toán thông số của mạng hạ áp xí nghiệp

Thứ tự	Đường dây	l, m	F, mm ²	Loại dây	r ₀ , Ω/km	R, Ω
1	BA - PX1	40	10	Cáp đồng	2	0,08
2	BA - PX2	15	25	Cáp đồng	0,8	0,012
3	BA - MK	50	16	Cáp đồng	1,25	0,062

Điện trở tương đương toàn mạng hạ áp:

$$R_{td} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = 0,009 \text{ } \Omega$$

Công suất bù tụ cần bù tại các điểm, được xác định theo công thức (7.2)

Công suất bù tại PX1:

$$Q_{b1} = 32 - (118 - 86) \frac{0,009}{0,08} = 28,4 \text{ kVAr.}$$

Công suất bù tại PX2:

$$Q_{b2} = 56 - (118 - 86) \frac{0,009}{0,012} = 32 \text{ kVAr.}$$

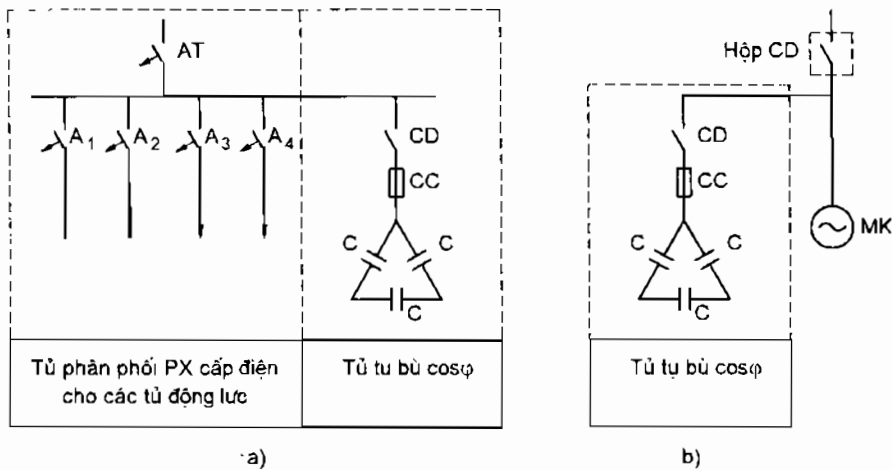
Công suất bù tại máy khuấy:

$$Q_{b3} = 30 - (118 - 86) \frac{0,009}{0,062} = 25,6 \text{ kVAr.}$$

Căn cứ kết quả tính toán trên, chọn dùng 3 tủ tụ bù do Liên Xô chế tạo, với trị số lớn hơn và gần nhất, đặt cạnh 2 tủ phân phối PX1, PX2 và tại cực của động cơ máy khuấy. Chọn điện trở phóng điện của các bộ tụ bằng đèn 40 W, công thức tính toán tương tự (7.3). Sơ đồ lắp đặt như hình 7.4.

Bảng 7.2. Thông số các bộ tụ bù đặt cho xí nghiệp

Thứ tự	Vị trí đặt	Loại tủ bù	Số pha	Q_b , kVAR	Số lượng
1	Phân xưởng 1	KC2-0,38-28-3Y1	3	28	1
2	Phân xưởng 2	KC2-0,38-36-3Y3	3	36	1
3	Máy khuấy	KC2-0,38-28-3Y1	3	28	1

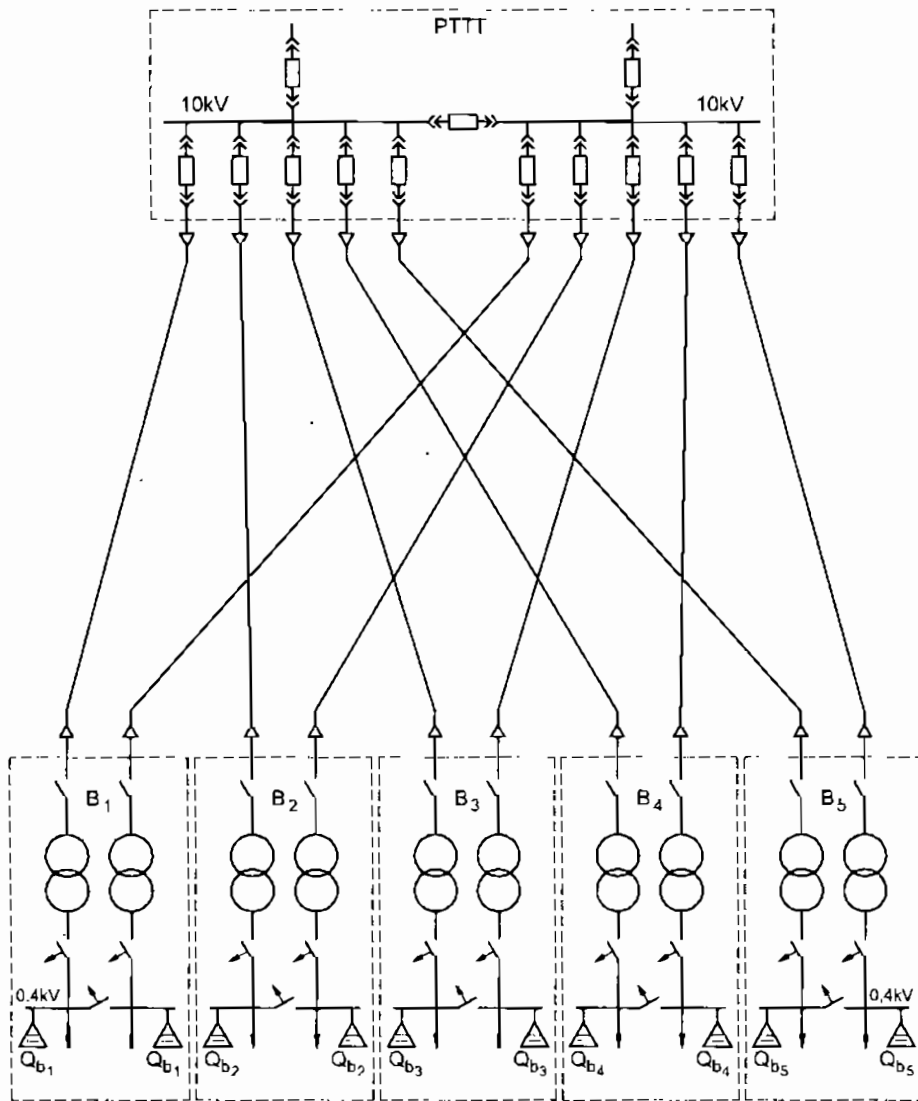


Hình 7-4. Sơ đồ lắp đặt tủ bù $\cos\phi$ tại các vị trí

- a) Tủ phân phối và tủ tụ bù của PX1 và PX2
- b) Máy khuấy và tủ tụ bù máy khuấy.

7.5. THIẾT KẾ, LẮP ĐẶT BỘ TỤ ĐIỆN BÙ ĐỂ NÂNG CAO $\cos\phi$ CHO XÍ NGHIỆP QUY MÔ LỚN

Xí nghiệp quy mô lớn bao gồm nhiều phân xưởng, nhiều trạm biến áp. Phương pháp tốt nhất vẫn là đặt tủ điện bù $\cos\phi$ phân tán tại các phân xưởng (cạnh các tủ phân phối phân xưởng) và tại cực các động cơ cỡ lớn (máy khuấy, máy bơm, máy nén khí v.v...).



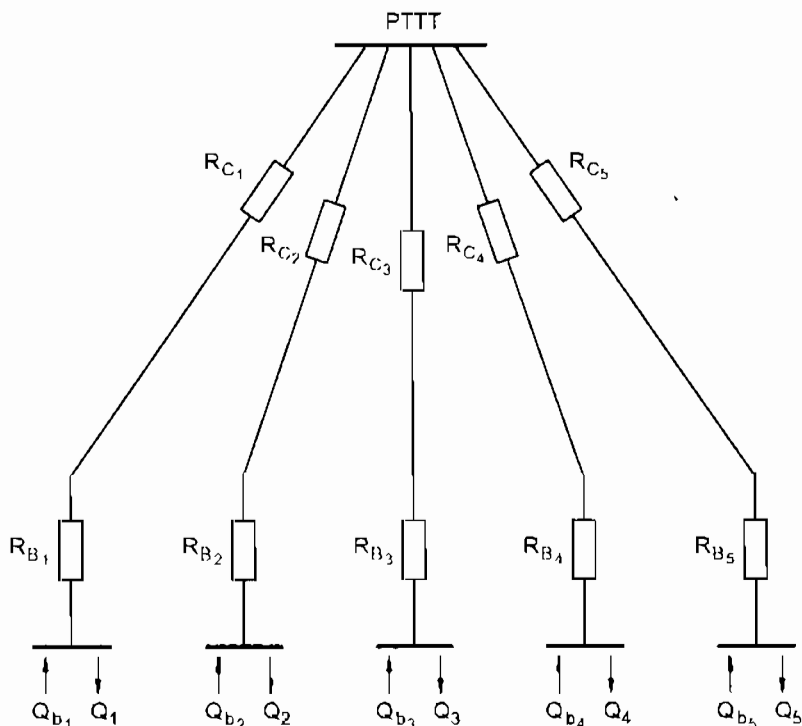
Hình 7-5. Sơ đồ nguyên lý cấp điện của xí nghiệp

Tuy nhiên, trong bước tính toán sơ bộ, vì thiếu các số liệu của mạng điện phân xưởng nên để nâng cao hệ số công suất toàn xí nghiệp, có thể coi như các tụ tụ bù được đặt tập trung tại thanh cái hạ áp các trạm biến áp phân xưởng.

Yêu cầu thiết kế lắp đặt các bộ tụ tụ bù đặt tại thanh cái các trạm BAPX để nâng $\cos\phi$ lên 0,95 cho một xí nghiệp công nghiệp địa phương, có hệ thống cấp điện cho trên hình 7.5.

Bảng 7.3. Số liệu tính toán các đường cáp cao áp 10kV

Thứ tự	Đường cáp	Loại cáp	F, mm ²	l, m	r ₀ , Ω/km	R _C , Ω
1	Lộ kép PPTT-B1	Cáp Nhât, lõi đồng, cách điện XLPE, vỏ PVC có đai thép	16	50	1,47	0,0368
2	Lộ kép PPTT-B2		16	70	1,47	0,0515
3	Lộ kép PPTT-B3		16	100	1,47	0,0735
4	Lộ kép PPTT-B4		16	80	1,47	0,0588
5	Lộ kép PPTT-B5		16	120	1,47	0,0882



Hình 7-6. Sơ đồ thay thế mạng cao áp xí nghiệp, dùng để tính toán công suất bù tại thanh cái hạ áp các trạm biến áp PX

Bảng 7.4. Số liệu tính toán các trạm biến áp phân xưởng

Tên trạm	S _{tt} , kVA	S _{đmB} , kVA	Số máy	R _B , Ω
B1	600 + j400	560	2	1,5
B2	450 + j600	560	2	1,5
B3	500 + j500	560	2	1,5
B4	400 + j300	320	2	3
B5	300 + j300	320	2	3

Bảng 7.5. Kết quả tính toán điện trở các nhánh

Thứ tự	Tên nhánh	R_b, Ω	R_{ct}, Ω	$R = R_b + R_{ct}, \Omega$
1	PPTT-B1	1,5	0,0368	1,5368
2	PPTT-B2	1,5	0,0515	1,5515
3	PPTT-B3	1,5	0,0735	1,5735
4	PPTT-B4	3	0,0588	3,0588
5	PPTT-B5	3	0,0882	3,0882

Điện trở tương đương toàn mạng cao áp:

$$R_{td} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}} = 0,389 \Omega$$

Căn cứ số liệu bảng 7.4, xác định được công suất tính toán và $\cos\varphi$ toàn xí nghiệp:

$$S = 2250 + j2100 \text{ kVA}$$

$$\cos\varphi = \frac{2250}{\sqrt{2250^2 + 2100^2}} = 0,73$$

Từ đây tính được tổng công suất phản kháng cần bù để nâng $\cos\varphi$ của xí nghiệp từ 0,73 lên 0,95:

$$Q_b = P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) = 2250(0,935 - 0,33)$$

$$Q_b = 1350 \text{ kVAr}$$

Áp dụng công thức (7.2), xác định được dung lượng bù tại thanh cái các trạm BAPX như sau:

$$Q_{b1} = 400 - (2100 - 1350) \frac{0,389}{1,5368} = 210 \text{ kVAr.}$$

$$Q_{b2} = 600 - (2100 - 1350) \frac{0,389}{1,5515} = 412 \text{ kVAr.}$$

$$Q_{b3} = 500 - (2100 - 1350) \frac{0,389}{1,5735} = 315 \text{ kVAr.}$$

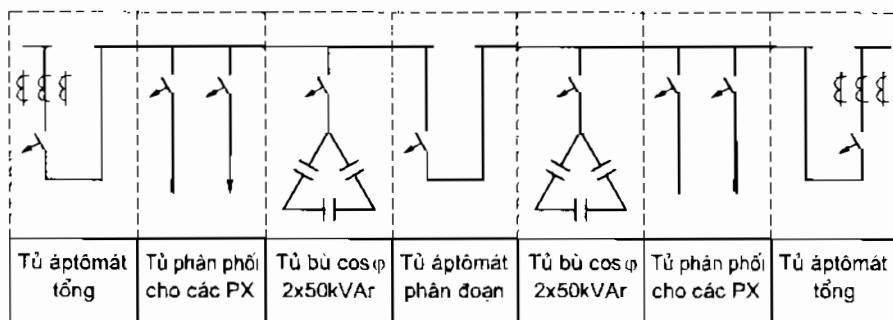
$$Q_{b4} = 300 - (2100 - 1350) \frac{0,389}{3,0588} = 206 \text{ kVAr.}$$

$$Q_{b5} = 300 - (2100 - 1350) \frac{0,389}{3,0882} = 207 \text{ kVAr.}$$

Tại mỗi trạm biến áp, vì phía 0,4 kV dùng thanh cái phân đoạn, nên dung lượng bù được phân đều cho hai nửa thanh cái. Chọn dùng các loại tụ điện bù 0,38 kV của Liên Xô (cũ) đang có bán tại Việt Nam.

Bảng 7.6. Kết quả tính toán và đặt tụ bù $\cos\phi$ tại các trạm BAPX

Tên trạm	Q_p , kVAr theo tính toán	Loại tụ bù	Số pha	Q, kVAr	Số lượng
B1	210	KC2-0,38-50-3Y3	3	50	4
B2	421	KC2-0,38-50-3Y3	3	50	8
B3	315	KC2-0,38-40-3Y1	3	40	8
B4	206	KC2-0,38-50-3Y3	3	50	4
B5	207	KC2-0,38-50-3Y3	3	50	4



Hình 7-7. Sơ đồ lắp đặt tụ bù $\cos\phi$ trạm B1
(các trạm BA khác lắp đặt tương tự).

Chương 8

THỦ TỤC TRIỂN KHAI CÁC BƯỚC THỰC HIỆN MỘT CÔNG TRÌNH CẤP ĐIỆN

8.1. NỘI DUNG CÁC BƯỚC THỰC HIỆN MỘT CÔNG TRÌNH CẤP ĐIỆN

Để thực hiện một công trình cấp điện, cần phải tiến hành các bước và các thủ tục sau đây:

8.1.1. Ký kết hợp đồng

Tuỳ theo yêu cầu của bên A, khả năng của bên B, có thể ký kết hợp đồng thiết kế và cả thi công công trình cấp điện. Trong trường hợp khối lượng công trình chưa xác định được chính xác ngay từ đầu, có thể ký hợp đồng nguyên tắc hay hợp đồng sơ bộ. Hợp đồng chính thức sẽ được ký sau khi khảo sát (đo đạc), thiết kế, hoặc ký các hợp đồng phát sinh, hợp đồng bổ sung trong quá trình thực hiện hợp đồng.

8.1.2. Xin cấp công suất, điểm đầu

Sau khi ký kết hợp đồng, phải làm tờ trình lên cơ quan điện lực (Sở Điện lực hoặc chi nhánh điện) xin cấp điện. Tờ trình cần cung cấp đủ thông tin cần thiết về đối tượng xin cấp điện (vị trí địa lí, tính chất, mục đích sử dụng điện, công suất tổng hợp xin cấp, số cột và số tuyến đường dây xin cấp điểm đầu...) để cơ quan điện lực đối chiếu với khả năng nguồn và công suất các tuyến đường dây hiện trạng trong khu vực, sẽ quyết định bằng văn bản công suất và điểm đầu cấp điện hợp lí.

8.1.3. Xin cấp giấy phép cấp đất xây dựng trạm biến áp và đường dây

Công trình điện nằm trong công trình xây dựng nhà máy, nhà chung cư, nhà hàng, khách sạn v.v... Thường chủ đầu tư đã xin giấy phép xây dựng công trình điện cùng với giấy phép xây dựng nhà máy, nhà chung cư... Nếu từ điểm đầu đi vào trạm biến áp, đi bằng đường cáp ngầm, phải xin phép Ủy

ban nhân dân quận, huyện cho phép đào hè đường và giấy phép ghi trực tiếp trên bản vẽ thi công.

Công trình cải tạo, xây mới ở xã, phường nếu chưa có giấy phép cấp đất xây dựng đường dây và trạm biến áp, cùng với chủ đầu tư xin giấy phép cấp đất của Ủy ban nhân dân quận, huyện cho công trình điện ở xã, phường. Sau khi có giấy phép, người thiết kế, cùng với cán bộ địa chính xã, phường giao mặt bằng xây dựng trạm và giao mặt bằng tuyến đường dây cao, hạ áp. Trên cơ sở mặt bằng được giao, cùng với bản đồ địa chính tỉ lệ 1/500 sẽ thiết kế các hạng mục công trình điện trên đó.

8.1.4. Công tác khảo sát, điều tra, thu thập số liệu

Ngoài mục đích thu thập đầy đủ số liệu về phụ tải điện, để thiết kế chính xác hệ thống cấp điện, công tác khảo sát còn phục vụ cho việc vạch tuyến đường dây, xác định vị trí đặt trạm biến áp. Sau khi thống nhất tuyến đường dây, vị trí đặt trạm biến áp, bên A cần chuẩn bị hành lang đường điện, như di chuyển nhà cửa, cây cối, mô mả, đèn bù đất đai, hoa màu. Khi đi khảo sát cần hết sức lưu ý các vị trí đặc biệt trên tuyến đường dây sẽ đi qua như vị trí vượt đê, vượt đường giao thông, vượt ao hồ, đầm lầy, vượt đường dây điện lực, vượt đường dây thông tin v.v... Đo chính xác các khoảng cột có trên tuyến đường dây. Đặc biệt khảo sát các công trình ngầm dưới đất mà đường dây đi qua. Ví dụ như ống dẫn ngầm xăng dầu, theo quy phạm, đường dây thiết kế phải cách ống ngầm xăng dầu 50 m.

8.1.5. Công tác thiết kế

Một bản thiết kế công trình cấp điện bao gồm ba nội dung: Thuyết minh tính toán, các bản vẽ và dự toán kinh phí. Mỗi phần đóng riêng thành tập. Tuy nhiên với những công trình cấp điện nhỏ, như thiết kế trạm biến áp, thiết kế cấp điện cho một nhà tập thể, số lượng trang viết và bản vẽ ít thì có thể đóng chung thành một quyển.

8.1.6. Tổ chức thi công

Đây là khâu cực kì quan trọng, nhiều khi quyết định lỗ, lãi của công trình. Thường người ta phải lập ra một biểu đồ tiến độ thi công, trong đó quy định chặt chẽ thời gian hoàn thành từng hạng mục công trình, từ đầu cho đến khi kết thúc công trình, bao gồm thời gian tập kết, bảo quản nguyên vật liệu, thời gian triển khai công việc từng ngày, thời gian thử nghiệm, nghiệm thu công trình, tiết kiệm thời gian, hạn chế lãng phí, thất thoát nguyên vật liệu,

sử dụng đúng nhân lực, điều hành tối ưu phương tiện thi công (xe, cầu...) là những bí quyết trong tổ chức thi công công trình. Ngoài năng lực tổ chức, điều hành, người cán bộ phụ trách thi công cần có lương tâm nghề nghiệp, có trách nhiệm cao. Kiên quyết làm đúng thiết kế, đúng kỹ thuật, không lấp đặt vào công trình điện những thiết bị không được phép, những thiết bị chưa thí nghiệm, thử nghiệm.

Trong tổ chức thi công, cần chú ý đến đường vận chuyển vào công trình, đảm bảo an toàn cho người và thiết bị. Chú ý đến phong tục, tập quán của địa phương nơi xây dựng công trình, không để xảy ra sự việc đáng tiếc.

8.1.7. Nghiệm thu, bàn giao, công trình

8.1.8. Quyết toán, thanh lý hợp đồng

8.2. NỘI DUNG CHI TIẾT MỘT BẢN ĐỀ ÁN THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN

8.2.1. Phần thuyết minh thường bao gồm 3 nội dung:

a) Giới thiệu chung

- Giới thiệu những văn bản, pháp lệnh, quy định liên quan tới công trình cấp điện.

- Giới thiệu nội dung cấp điện.

- Giới thiệu đối tượng cấp điện: tình hình địa lí, dân cư, mức sống, các thiết bị, máy móc sử dụng điện v.v... Tóm lại, cần giới thiệu đầy đủ thông tin để có thể xác định đúng công suất và mức độ tin cậy cấp điện cho đối tượng.

b) Tính toán kỹ thuật

Phần này trình bày vắn tắt phương pháp, kết quả tính toán công suất, tính toán lựa chọn các phần tử trên sơ đồ cấp điện (máy biến áp, máy cắt, áp tô mát, dao cách li, cầu chì, dây dẫn và cáp cao, hạ áp v.v...). Phải chỉ rõ tuyến dây, vị trí đặt trạm, chỉ rõ từng loại thiết bị mua của nước nào, hãng nào, các thông số kỹ thuật của chúng.

c) Các giải pháp an toàn

Phần này chỉ rõ những giải pháp cần áp dụng để đảm bảo an toàn như tiếp địa cột, tiếp địa tủ điện, hòm công tơ, kiểm tra khoảng cách an toàn, các giải pháp phòng cháy, nổ v.v...

8.2.2. Phần bản vẽ

Các bản vẽ phải đủ để minh họa nội dung thiết kế. Ví dụ, về trạm biến áp phải có bản vẽ sơ đồ nguyên lí, mặt bằng, mặt cắt, bản vẽ xà, ghế cách điện v.v... Về đường dây phải có bản vẽ mặt bằng, mặt cắt dọc tuyến, các bản vẽ xà, móng, cột v.v...

Trên các bản vẽ phải chú thích thiết bị, với đầy đủ kích thước 3 chiều, với các thông số kĩ thuật đặc trưng từng thiết bị. Ví dụ với máy biến áp, phải ghi rõ công suất, điện áp cao, hạ áp; với cáp phải ghi rõ kí hiệu chủng loại, số lõi, tiết diện các lõi v.v...

8.2.3. Phần dự toán

Phần này bao gồm một bản tổng hợp dự toán, một bản dự toán vật tư thiết bị, một bản dự toán nhân công.

Định giá các chủng loại vật tư thiết bị, định mức nhân công cho từng hạng mục công việc, phải căn cứ vào các định mức, các quy định của ngành điện lực, ngành xây dựng hoặc các liên ngành điện - xây dựng. Trong trường hợp dự toán khác với định mức, phải làm bổ sung một bản chênh lệch giá, để trình bên A xét (thường cuối cùng sẽ đi đến một thoả hiệp nào đó).

Nội dung và trình tự các hạng mục trong bảng tổng hợp dự toán, (xem mẫu bảng dưới đây). Trong đó:

- Thiết bị là các máy móc mua trọn bộ, ví dụ máy biến áp.
- Lưu thông phí cho thiết bị thường là 1%.
- Chi phí vật liệu là tổng kinh phí mua vật liệu lấy kết quả từ bảng dự toán vật tư, nguyên vật liệu.
- Lưu thông phí cho vật liệu, thường là 4% chi phí vật liệu.
- Tổng số công nhân, lấy kết quả từ bảng dự toán công nhân. Tiền lương ngày, lấy từ lương cơ bản nhân với các hệ số (theo quy định).
- Chi phí máy là chi phí cho cầu, máy hàn, máy ép đầu cốt v.v...
- Định mức cho từng máy với từng loại công việc, lấy theo quy định.
- Tiền thử nghiệm cho từng hạng mục, lấy theo quy định.
- Thiết kế phí lấy theo quy định: Thường với trạm biến áp, lấy theo định mức cỡ công suất máy; với đường dây, lấy theo định mức trên 1 km; điện nội thất, lấy khoảng 2,5% kinh phí xây lắp.
- Chi phí chung lấy theo quy định, khoảng 67,5% chi phí vật liệu.

- Lãi định mức lấy theo quy định khoảng 9 - 10% chi phí lắp đặt.
- Chi phí ban quản lí (nếu có) khoảng 1% chi phí xây lắp.
- Chi phí nghiệm thu, bàn giao khoảng 0,5% ÷ 1% chi phí xây lắp.

Bảng tổng hợp dự toán (mẫu)

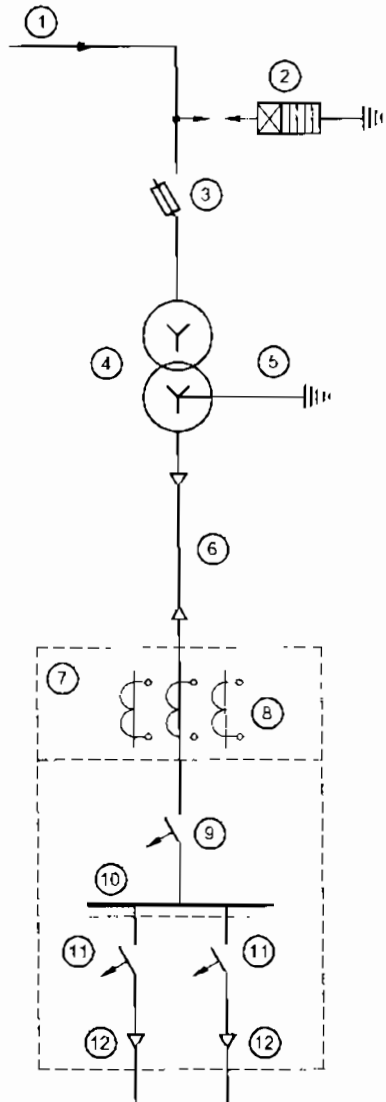
A. THIẾT BỊ		
1. Tiến thiết bị		
2. Lưu thông phí		
	Công A	
B. LẮP ĐẶT		
I. Chi phí trực tiếp		
a) Chi phí vật liệu		
1. Tiến vật liệu		
2. Lưu thông phí		
	Công a	
b) Chi phí nhân công		
1. Tiến lương		
2. Các khoản phụ cấp		
c) Chi phí máy		
d) Chi phí chung		
	Công I	
II. Lãi định mức		
III. Thử nghiệm		
	Công B	
C. CHI PHÍ KHÁC		
1. Thiết kế phí		
2. Chi phí ban quản lí		
3. Chi phí nghiệm thu bàn giao		
	Công C	
Cộng (A + B + C)		

Thành tiền: (bằng số)

(bằng chữ)

8.3. LẬP DỰ TOÁN KINH PHÍ CHO MỘT TRẠM BIẾN ÁP

Yêu cầu lập dự toán kinh phí cho trạm biến áp treo đã thiết kế, có sơ đồ nguyên lí cho trên hình 8.1 và các thiết bị đặt trên trạm cho theo bảng 8.1. Trạm được treo trên 2 cột bê tông li tâm LT10, lấy điện từ cột đường dây 10 kV, cách 15 m qua bộ xà nách. Tủ điện hạ thế cũng được đặt trên cột với đầy đủ các loại đồng hồ đo đếm như ampe kế, vôn kế, công tơ kWh, kVarh, đèn tín hiệu.



Hình 8-1. Sơ đồ nguyên lí trạm BA treo

Bảng 8.1. Thống kê thiết bị trạm

Thứ tự	Thiết bị	Quy cách
1	Dây dẫn	AC-50
2	Chống sét	AZLP-10 (cooper)
3	CC tự rơi	C710-311PB (change)
4	Biến áp	250-10/0,4 (ABB)
5	HT tiếp địa	6 cọc L 60×60×6
6	Cáp tổng	PVC Cu(3×150+1×95)+E95
7	Tủ hạ áp	Tự tạo
8	Bộ đo đếm	BI400/5 + các đồng hồ
9	Áp tô mát tổng	400 A, (Fuzi Nhật)
10	Thanh cái	Đồng 40×4
11	Áp tô mát nhánh	200 A, (Fuzi Nhật)
12	Cáp ra	PVC Cu(3×70+1×50)+E50

Bảng tổng hợp dự toán

A. THIẾT BỊ		
1. Tiền thiết bị		47.000.000đ
2. Lưu thông phí 1%		470.000đ
	Cộng A	47.470.000đ
B. LẮP ĐẶT		
I. Chi phí trực tiếp		
a) Chi phí vật liệu		
1. Tiền vật liệu		26.682.000đ
2. Lưu thông phí 4%		1.067.200đ
	Cộng a	27.749.200đ
b) Chi phí nhân công		
1. Tiền lương		697.090đ
57,25 công . 10,034 . 1213,5		
c) Chi phí máy		
		800.000đ
d) Chi phí chung 67,5%		
		470.535đ
	Cộng I	29.716.825đ
II. Lãi định mức 9% (I)		
		2.674.514đ
III. Thuế nghiệm		
		1.020.000đ
	Cộng B	33.411.339đ

C. CHI PHÍ KHÁC		
1. Thiết kế phí 250 kVA . 20000đ/kVA		5.000.000đ
2. Chi phí ban quản lí 1% (B)		334.113đ
3. Chi phí nghiệm thu bàn giao 0,5% (B)		167.056đ
	Công C	5.501.169đ
Cộng (A + B + C)		86.382.508đ

Thành tiền: 86.382.508đ (Tám sáu triệu, ba trăm tám hai ngàn, năm trăm linh tám đồng).

Bảng dự toán vật tư, nguyên vật liệu

Thứ tự	Tên vật tư, vật liệu	Quy cách	Đơn vị	Số lượng	Đơn giá, đ	Thành tiền, đ
	VẬT TƯ					
1	Máy biến áp 250 kVA-10/0,4	ABB chế tạo	cái	1	47.000.000	47.000.000
	NGUYÊN LIỆU					
2	Dây dẫn từ đường trục 10 kV	AC-50	kg	15	25.000	375.000
3	Chống sét van 10 kV	AZLP-10, 100 Cooper	cái	1	1.150.000	1.150.000
4	Cầu chì tự rơi 10 kV	710-311PB, Change	cái	1	2.300.000	2.300.000
5	Cáp hạ áp tổng, đồng, 3 lõi	PVC(3.150+1.95)+E95	m	7	300.000	2.100.000
6	Vỏ tủ điện hạ áp	600 400.1400	cái	1	1.000.000	1.000.000
7	Áp tô mát tổng	400 A, Nhật	cái	1	3.200.000	3.200.000
8	Áp tô mát nhánh	200 A, Nhật	cái	2	2.500.000	5.000.000
9	Biến dòng điện	400/5 A	cái	3	55.000	165.000
10	Đồng hồ ampe	0-400 A	cái	3	55.000	165.000
11	Đồng hồ vôn	0-450 V	cái	1	60.000	60.000
12	Chuyển mạch vôn kế	Đài Loan	cái	1	80.000	80.000
13	Công tơ 3 pha (kWk + kVAh)	NM dụng cụ đo	cái	2	150.000	300.000
14	Đồng làm thanh cái	M 40x4	kg	9	42.000	378.000
15	Đồng thanh cái nhánh	M 25x3	kg	5	42.000	210.000
16	Sứ thanh cái	Thanh Trì	quả	8	10.000	80.000
17	Cọc tiếp địa	L 60x60x6	cái	6	100.000	600.000
18	Thanh nối tiếp địa	40x4	m	22	20.000	440.000
19	Dây nối tiếp địa	thép Ø10	m	20	5.000	100.000
20	Cột bê tông li tam LT10	XN BT Đông Anh	cái	2	2.000.000	4.000.000

Làm tiếp địa dẹt 40x4	m	22	0,05	1,11
Sơn, treo biển báo			1	1
Làm đầu cột các loại	cái	11	0,2	2,2
Tổng A				57,25 công
B. THỬ NGHIỆM				
Máy biến áp 250 kVA	cái	1	350.000	350.000
Cầu chì tự rơi 10 kV	bộ	1	50.000	50.000
Chống sét 10 kV	bộ	1	50.000	50.000
Cáp hạ áp 500 V	m	7	50.000	50.000
Áp tô mát 500 V	cái	3	50.000	150.000
Hệ thống tiếp địa	HT	1	120.000	120.000
Thử nghiệm công tơ, đồng hồ	cái	5	50.000	250.000
Tổng B				1.020.000
C. CHI PHÍ MÁY				
Cầu 5 tấn	ca	1	500.000	500.000
Máy hàn	ca	1	200.000	200.000
Máy ép đầu cốt	ca	1	100.000	100.000
Tổng C				800.000

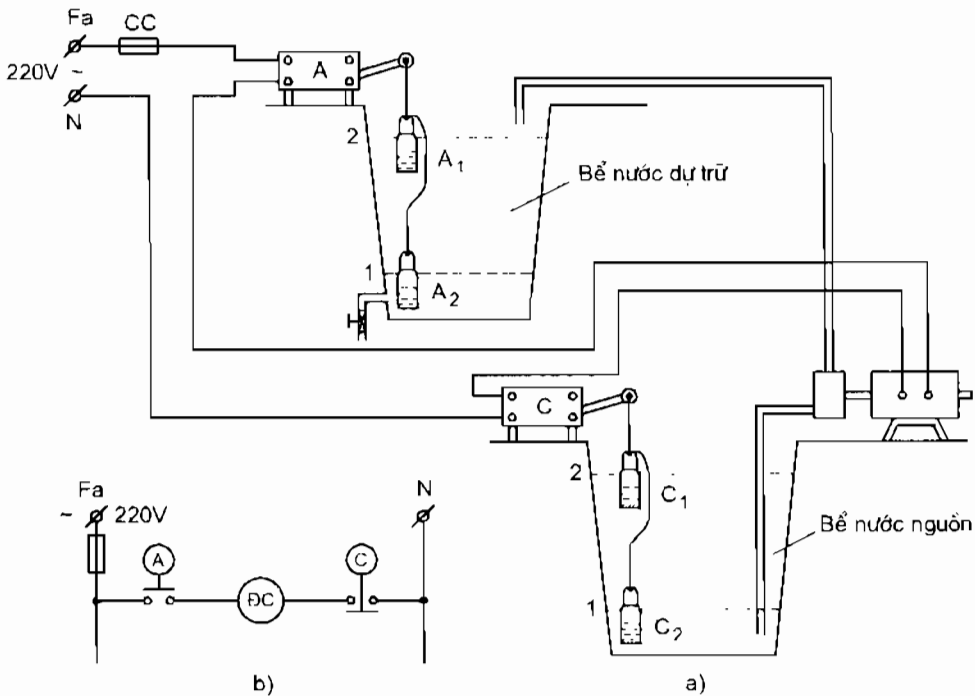
Chương 9

MỘT SỐ MẠCH TỰ ĐỘNG

DÙNG TRONG CÔNG NGHIỆP VÀ TRONG GIA ĐÌNH

9.1. TỰ ĐỘNG BƠM NƯỚC LÊN NHÀ TẦNG

Dưới đây giới thiệu sơ đồ tự động đơn giản, phù hợp cho một hộ gia đình, dùng động cơ một pha, công suất nhỏ.



Hình 9-1. Sơ đồ bơm nước tự động lên nhà tầng
a) Sơ đồ tổng hợp, b) Sơ đồ nguyên lý

9.1.1. Nguyên tắc làm việc của sơ đồ

Theo công tắc phao người ta chế tạo với dòng điện làm việc bình thường 5 A, điện áp 220 V, tiêu chuẩn này phù hợp với các động cơ bơm nước có công suất dưới 1 kW, điện áp 220 V, đảm bảo công tắc phao đóng mở trực tiếp, máy bơm làm việc được lâu dài.

Để công tắc phao làm việc được theo ý muốn, khi bể nước cạn cả 2 quả phao A_1 , A_2 hạ xuống, đóng tiếp điểm A, động cơ bơm nước có điện, chạy máy bơm. Khi bể nước đầy cả 2 quả phao A_1 , A_2 nổi lên, mở tiếp điểm A, động cơ bơm mất điện, ngừng bơm. Phao C đặt ở bể nước nguồn, nếu bể nước nguồn cạn nước, cả 2 quả phao C_1 , C_2 hạ xuống mở tiếp điểm C, động cơ bơm hở mạch, dừng máy bơm.

9.1.2. Nguyên tắc làm việc của công tắc phao

Công tắc phao có bán trên thị trường gồm: một công tắc hành trình và 2 quả phao, giống như 2 chai nhựa có nắp đậy kín. Liên kết giữa 2 phao với công tắc hành trình bằng dây nylon. Tùy theo bể nước dự trữ, mà buộc quả phao có độ dài ngắn khác nhau, phù hợp với bể nước của mỗi gia đình.

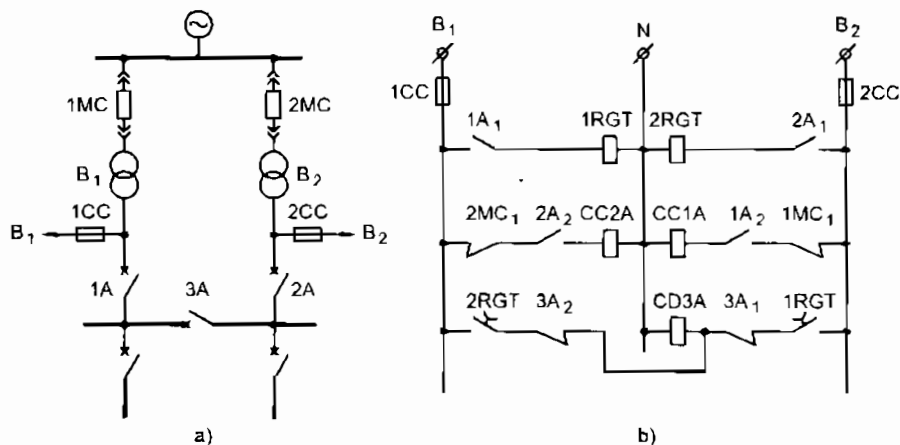
Để công tắc phao làm việc được theo ý muốn, khi bể nước cạn đóng công tắc, bơm nước làm việc; khi bể đầy, công tắc phao mở tiếp điểm, ngắt mạch, bơm nước ngừng làm việc. Người ta chế tạo sao cho tổng trọng lượng 2 quả phao đủ để đóng tiếp điểm, trọng lượng 1 quả phao giữ tiếp điểm ở vị trí đóng, chỉ khi cả 2 quả phao nổi lên, tiếp điểm mới mở ra. Để đảm bảo an toàn khi có dao động ở mặt nước bể và thoả mãn các yêu cầu trên, phải đổ vào quả phao A_1 là 6/10, quả phao A_2 là 5/10 lượng nước, tổng lượng nước ở 2 quả phao A_1 , A_2 lớn hơn lượng nước 1 quả phao, giúp cho công tắc phao làm việc ổn định hơn.

Sự làm việc của 2 quả phao A_1 , A_2 : Khi bể nước dự trữ ở dưới mức 2, phao A_1 hạ xuống, nhưng công tắc phao chưa đóng, vì phao A_1 có 6/10 lượng nước, chưa đủ trọng lượng đóng tiếp điểm. Nước ở bể dự trữ hạ xuống dưới mức 1, phao A_1 , A_2 hạ xuống, tổng trọng lượng 2 phao đủ để đóng tiếp điểm, động cơ bơm làm việc và bơm nước lên bể. Nước trong bể dự trữ tăng dần lên quá mức 1, phao A_2 nổi lên, trọng lượng phao A_1 đủ giữ tiếp điểm ở vị trí đóng. Bơm nước tiếp tục làm việc, nước trong bể dự trữ dâng lên đến điểm 2, phao A_1 , A_2 cùng nổi lên, tiếp điểm phao A mở ra, bơm nước mất điện, ngừng làm việc. Quá trình tiếp diễn, bể cạn chạy máy bơm, bể đầy dừng máy bơm, hoàn toàn tự động.

9.2. TỰ ĐỘNG ĐÓNG NGUỒN ĐIỆN DỰ PHÒNG (ATS)

9.2.1. Tự động đóng máy cắt phân đoạn

Thông thường trạm biến áp của xí nghiệp có hai máy biến áp vận hành song song, phía thanh cái hạ áp vận hành theo kiểu hờ, nghĩa là máy cắt phân đoạn, nối hai thanh cái phía hạ áp thường mở, mục đích để giảm nhẹ việc chọn các thiết bị phía hạ áp, dẫn đến giảm giá thành xây dựng (hình 9-2). Với sơ đồ quen thuộc này rất có hiệu quả, giới thiệu với bạn đọc để tham khảo.



Hình 9-2. Sơ đồ tự động đóng máy cắt phân đoạn

a) Sơ đồ mạch động lực; b) Sơ đồ mạch điều khiển tự động

Ghi chú

- 1MC, 2MC: Máy cắt điện hợp bộ điện áp cao
- 1MC₁, 2MC₁: Tiếp điểm phụ thường kín máy cắt hợp bộ
- 1A, 2A, 3A: Máy cắt không khí, nếu có kết cấu đóng cắt tự động và dòng điện lớn. Loại dòng điện nhỏ gọi là áp tô mát
- 1A₁, 1A₂, 2A₁, 2A₂: Tiếp điểm phụ thường hở của máy cắt không khí 1A, 2A.
- 3A₁, 3A₂: Tiếp điểm phụ thường kín của máy cắt không khí 3A
- CC1A, CC2A: Cuộn cắt máy cắt không khí 1A, 2A
- CD3A: Cuộn đóng máy cắt không khí 3A
- 1RGT, 2RGT: Rô le trung gian có thời gian mở chậm, cùng với tiếp điểm phụ tương ứng của chúng
- 1CC, 2CC: cầu chì bảo vệ mạch điều khiển

Khi vận hành bình thường, máy cắt 3A mở, nếu có sự cố 1 trong 2 máy biến áp (MBA), các máy cắt điện của MBA bị sự cố cắt ra, thanh cái nối với MBA bị sự cố mất điện, thời điểm này máy cắt 3A đóng lại, hộ tiêu thụ lại được cung cấp điện liên tục. Lưu ý, công suất 1 MBA đủ cấp cho phụ tải hai thanh góp. Nếu công suất 1 MBA không đủ, trước khi đóng máy cắt 3A, cắt bớt phụ tải không quan trọng ở cả hai thanh góp, sau đó đóng máy cắt 3A.

Sơ đồ mạch điện tự động đóng máy cắt 3A, được trình bày ở hình 9.2. Nguyên tắc làm việc của sơ đồ như sau:

Vì một lí do nào đó, các máy cắt của MBA bị sự cố cắt ra, tiếp điểm phụ thường kín của máy cắt đóng lại, đưa nguồn điện qua tiếp điểm role trung gian RGT đến cuộn đóng CD3A của máy cắt 3A, máy cắt 3A đóng lại, phụ tải phía thanh cái hạ áp của MBA bị sự cố được cấp điện, bởi MBA còn lại không bị sự cố.

Trong sơ đồ tiếp điểm phụ của máy cắt $1MC_1$, $2MC_1$ mắc nối tiếp với tiếp điểm phụ thường hở $1A_2$, $2A_2$ của máy cắt 1A, 2A. mục đích là để khi một trong hai máy cắt 1MC, 2MC phía cao áp cắt ra, sẽ đưa nguồn điều khiển đến cuộn cắt, cắt máy cắt phía hạ áp MBA bị sự cố, đảm bảo đóng nguồn dự trữ nhanh chóng, thuận lợi.

Mục đích dùng role trung gian có thời gian mở chậm RGT là chỉ cho tín hiệu đóng máy cắt 3A một lần, vì nếu sau khi đóng máy cắt 3A, ngăn mạch trên thanh cái hạ áp chưa bị loại trừ, bảo vệ đặt tại máy cắt 3A mở máy cắt phân đoạn 3A ra, nếu lại cho tín hiệu đóng máy cắt 3A lần nữa, chỉ làm hư hỏng thêm máy cắt 3A. Như vậy, máy cắt 3A phải làm việc nhiều lần ở dòng điện lớn, dẫn đến phải sửa chữa nhiều.

Vấn đề còn lại ở sơ đồ là tính thời gian mở chậm của tiếp điểm role trung gian RGT. Nếu gọi $t_{đ}$ là thời gian cần thiết để đóng máy cắt 3A, $t_{đt}$ là thời gian dự trữ, thì thời gian mở chậm của RGT bằng:

$$t_{RGT} = t_{đ} + t_{đt}$$

Đối với mỗi thiết bị cụ thể, biết được loại máy cắt đã chọn, tra số tay sẽ biết được thời gian đóng của máy cắt, từ đó tính được t_{RGT} . Theo kinh nghiệm, nếu lấy $t_{RGT} = 0,3 \div 0,5$ s sẽ thoả mãn với mọi loại máy cắt điện.

Từ sơ đồ đóng máy cắt phân đoạn trên, trong thực tế ứng dụng đóng nguồn điện dự phòng rất phong phú, như cung cấp điện an toàn cho một cuộc họp lớn, cuộc mít tinh lớn có thể sử dụng loại công tắc tơ có 2 bộ tiếp điểm (1 bộ thường kín và một bộ thường hở). Khi công tắc tơ đóng, một bộ tiếp điểm thường hở làm việc, cấp nguồn cho phụ tải; khi mất điện, công tắc tơ mở ra, đóng bộ tiếp điểm thường kín, như vậy phụ tải được tự động cấp điện liên tục từ hai nguồn đến.

9.2.2. Tự động đưa nguồn điện dự phòng điêzen vào làm việc (ATS)

Nhược điểm của sơ đồ đóng máy cắt phân đoạn là khi mất nguồn điện, làm cho bộ tiêu thụ mất điện. Để cung cấp điện liên tục, phải xây dựng nguồn điện lưới thứ hai, cũng có nhiều lí do, nguồn điện lưới thứ hai không thực hiện được, thường xí nghiệp chọn giải pháp xây dựng thêm nguồn điện dự phòng điêzen.

Một số xí nghiệp, do yêu cầu sản xuất không cho phép mất điện lâu quá, ví dụ như xí nghiệp bánh kẹo, nếu mất điện quá 3 phút, dây chuyền nướng bánh sẽ bị cháy toàn bộ mẻ bánh trong lò, gây thiệt hại về kinh tế. Trong một số trường hợp khí CO sinh ra nhiều, có thể dẫn đến nổ lò, gây hư hại nghiêm trọng. Xí nghiệp gạch, dùng lò tuynen, nếu mất điện, các con lăn không chuyển động, sẽ bị hỏng. Xí nghiệp rượu, nếu mất điện quá lâu, các máy rung ngừng làm việc, quá trình lên men kém, ảnh hưởng đến chất lượng và sản lượng rượu.

Do những đòi hỏi trên, việc tự động hoá nguồn điện dự phòng điêzen là yêu cầu cần thiết.

1. Những yêu cầu khi thực hiện tự động hoá nguồn điện điêzen

- a) Khi mất điện lưới bất kì lí do gì cũng phải khởi động điêzen.
- b) Khi có điện lưới trở lại phải tự động dừng điêzen.
- c) Khi mất điện lưới lâu dài, xét thấy vận hành nguồn điện điêzen không kinh tế và do nhu cầu sản xuất, chỉ cần giải quyết xong một nhiệm vụ nào đó thì chỉ cần vận hành điêzen trong thời gian ngắn, sau đó tự động dừng điêzen.

2. Để đảm bảo an toàn cho điêzen và máy phát điện trong quá trình vận hành cần:

a) Điêzen chỉ khởi động 1 lần đến 3 lần cho mỗi lần mất điện, nếu khởi động lần thứ nhất không thành công, cho tín hiệu khởi động tiếp lần thứ 2, không thành công, khởi động tiếp lần thứ 3, cũng không thành công, dừng hẳn việc khởi động điêzen.

b) Khi có dao động điện áp lưới hoặc điện áp lưới chập chờm (có điện rồi lại mất, sau lại có điện), trong trường hợp này phải có thiết bị ngăn ngừa điêzen khởi động nhiều lần có hại cho điêzen. Biện pháp khắc phục, sau mỗi lần khởi động điêzen, cho điêzen chạy thêm từ 3 đến 5 phút, sau đó mới dừng điêzen.

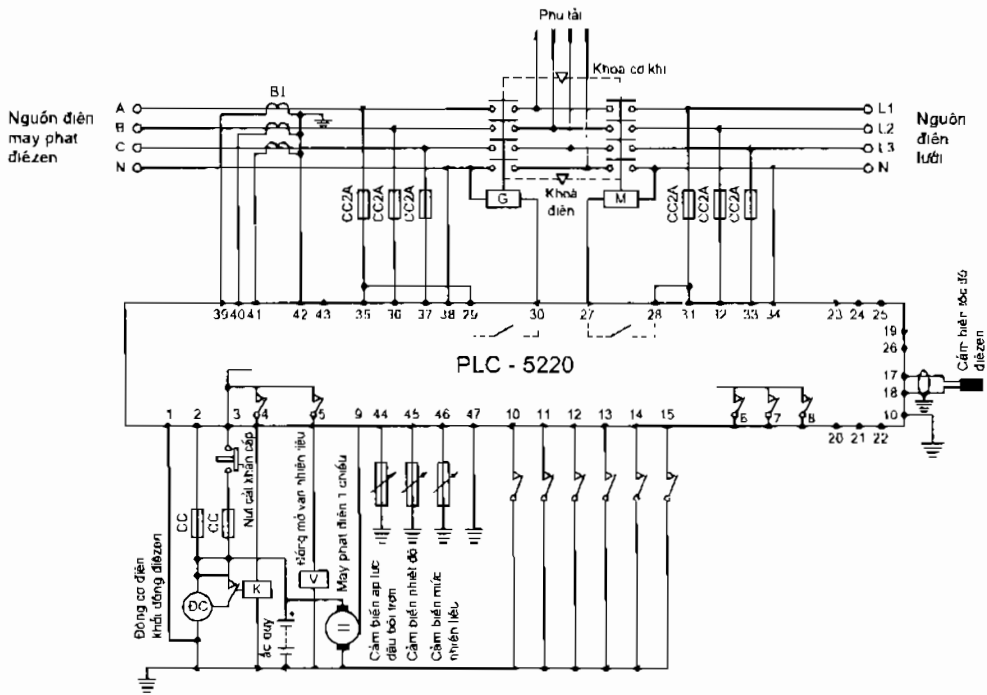
c) Khi mất áp lực dầu bôi trơn, mất áp lực nước làm mát, nhiệt độ dầu bôi trơn, nhiệt độ nước làm mát quá mức cho phép, phải dừng điêzen.

d) Các diêzen là những động cơ 2 kì nên có lắp bánh đà, do vậy khi dừng diêzen, thường sau một khoảng thời gian nhất định, diêzen mới dừng hẳn. Trong thời gian diêzen chưa dừng hẳn mà phát tín hiệu khởi động lại diêzen, bộ li hợp bánh răng khởi động sẽ lao vào làm vỡ bánh răng ở bánh đà, phá hỏng phần khởi động. Vì vậy chỉ khởi động lại diêzen khi diêzen đã dừng hẳn.

e) Sau khi diêzen đạt được tốc độ định mức, điện áp máy phát không thành lập được hoặc không đạt được điện áp tối thiểu cũng dừng diêzen.

g) Khi điện áp máy phát đạt được giá trị định mức, liền sau đó cho tín hiệu chạy máy bơm dầu bôi trơn, máy bơm nước làm mát, quạt gió nếu có.

Dưới đây là các sơ đồ mạch điện cơ bản thực hiện việc tự động hoá nguồn dự phòng diêzen thoả mãn các yêu cầu trên.



Hình 9-3. Sơ đồ tự động chuyển đổi nguồn điện dự phòng diêzen và lưới điện (ATS)

9.2.3. Nguyên tác làm việc của sơ đồ

1. Giới thiệu các phần tử trong sơ đồ

Bộ máy phát điện diêzen gồm có: Động cơ diêzen công suất 640 mã lực (HP), tốc độ quay 1500 vòng/phút. Tự động ổn định tốc độ quay bằng thiết

bị điện tử. Khi tốc độ quay lớn hơn 1500 vòng/phút, PLC cho tín hiệu đóng bớt van nhiên liệu vào điêzen, khi tốc độ quay nhỏ hơn 1500 vòng/phút, mở thêm van nhiên liệu vào điêzen.

Máy phát điện được nối cùng trục với động cơ điêzen, công suất $S_{dm} = 500$ kVA, điện áp $U_{dm} = 400$ V, tần số $f_{dm} = 50$ Hz. Kích từ cho máy phát điện chính, dùng máy phát điện kích từ phụ đặt cùng trục với máy phát điện chính. Thực chất máy phát điện kích từ phụ cũng là máy phát điện xoay chiều 3 pha. Cuộn dây cảm ứng đặt ở rôto máy phát kích từ phụ, điện áp cảm ứng này được chỉnh lưu cầu 3 pha gắn ở trên trục của máy phát kích từ phụ, dòng điện chỉnh lưu qua dây dẫn, đi theo rãnh trục vào cuộn dây kích từ của máy phát điện chính.

Để giữ điện áp ổn định ở mức 400 V, sử dụng thiết bị tự động điều chỉnh điện áp (AVR). Bàn đầu AVR lấy điện áp cảm ứng ở cuộn dây stato máy phát điện kích từ phụ, do từ dư của máy tạo ra, điện áp này được chỉnh lưu đưa thẳng vào cuộn dây kích từ của máy phát kích từ phụ. Sau đó AVR lấy tín hiệu bàn đầu là áp, sau đó là dòng điện ở máy phát điện chính, để giữ điện áp ổn định cho máy phát điện chính, bằng cách thay đổi dòng điện kích từ ở máy phát điện kích từ phụ.

Ưu điểm của phương pháp dùng máy kích từ phụ là không phải dùng chổi than, công suất điều chỉnh của bộ AVR nhỏ, quán tính điều chỉnh nhỏ, dẫn đến tốc độ điều chỉnh điện áp nhanh hơn.

Trong sơ đồ dùng 2 công tắc tơ: G cho điện áp máy phát, M cho điện áp lưới, dòng điện định mức của công tắc tơ 800 A. Điện áp điều khiển của cuộn dây đóng cắt là 220 V xoay chiều. Hai công tắc tơ được khoá bằng điện và khoá bằng cơ khí. Mục đích để hai công tắc tơ không đồng thời cùng đóng. Khoá điện, sử dụng tiếp điểm phụ thường kín, mắc nối tiếp với mạch đóng. Khi công tắc tơ thứ nhất đóng, tiếp điểm phụ của nó mở ra, sẽ mở mạch điều khiển cuộn đóng công tắc tơ thứ hai và ngược lại. Khoá bằng cơ khí rất khác nhau phụ thuộc vào loại công tắc tơ sử dụng.

Bộ PLC đa chức năng, nhà cung cấp đã cài đặt các chế độ làm việc mà khách hàng yêu cầu. Bộ PLC lấy tín hiệu trực tiếp từ nguồn điện áp lưới và nguồn điện áp máy phát điêzen, đồng thời lấy tín hiệu từ nguồn dòng điện máy phát thông qua BI, lấy tín hiệu từ cảm biến tốc độ, tín hiệu áp lực dầu, nhiệt độ, mức nhiên liệu của động cơ điêzen để điều khiển, bảo vệ máy phát điện và động cơ điêzen trong các trường hợp làm việc không bình thường và sự cố.

2. Nguyên tắc làm việc của sơ đồ

Bình thường, khi có điện áp lưới, bộ PLC ưu tiên cài đặt đóng công tắc tơ M, phụ tải làm việc với điện áp lưới. Vì một nguyên nhân nào đó, mất điện áp lưới, bộ PLC cho tín hiệu tới rơle K, sau đó K đóng tiếp điểm đưa nguồn vào cuộn dây khởi động, động cơ khởi động quay, kéo diêzen quay theo. Tốc độ quay của diêzen do động cơ khởi động kéo đạt đến giới hạn nào đó, đồng thời ở thời điểm này, bộ PLC cho tín hiệu tới van V, mở van nhiên liệu vào diêzen, diêzen khởi động; sau thời gian ngắn sẽ đạt đến định mức, điện áp máy phát được thành lập và đạt giá trị định mức. PLC cho tín hiệu đóng công tắc tơ G, phụ tải sử dụng nguồn điện diêzen.

Nếu điện áp diêzen không thành lập được, bộ PLC cho tín hiệu dừng diêzen.

Khi điện áp lưới cố định trở lại, bộ PLC cho tín hiệu cắt công tắc tơ G, đóng công tắc tơ M, phụ tải sử dụng điện áp lưới. PLC được cài đặt sau 3 phút mới cho dừng diêzen, để tránh trường hợp điện áp lưới chập chờn, không phải khởi động diêzen nhiều lần.

Khi diêzen đang làm việc, máy phát điện một chiều tự động nạp điện cho ắc quy, dung lượng của ắc quy 180 Ah, điện áp 24 V một chiều. Sau mỗi lần khởi động, ắc quy tiêu hao năng lượng, cần phải nạp bổ sung. Dòng điện nạp nên dùng bằng 1/8 đến 1/10 dung lượng của ắc quy; ắc quy để lâu cũng tự tiêu hao năng lượng và cần nạp bổ sung. Vì vậy, ngoài máy phát điện một chiều đi cùng với máy phát điện diêzen, cần phải thiết kế thêm một máy biến áp chính lưu, sử dụng nguồn điện áp lưới, tự động nạp điện cho ắc quy, giữ cho ắc quy luôn được nạp đầy, điện áp ổn định. Vai trò của ắc quy rất quan trọng trong sơ đồ chuyển đổi nguồn điện (ATS), là nguồn nuôi cho bộ PLC và khởi động cho diêzen.

Trong quá trình diêzen đang khởi động, có điện áp lưới trở lại, PLC ưu tiên cho tín hiệu đóng công tắc tơ M, phụ tải sử dụng điện áp lưới. Đồng thời PLC vẫn cho tín hiệu khởi động diêzen tiếp tục, cho đến khi khởi động thành công. Nếu điện áp lưới còn duy trì, sau 3 phút, bộ PLC cho tín hiệu dừng diêzen.

Bộ PLC cài đặt khởi động diêzen 3 lần. Khởi động lần thứ nhất không thành công, bộ PLC cho tín hiệu khởi động diêzen lần thứ 2, nếu không thành công, bộ PLC lại cho tín hiệu khởi động diêzen lần thứ 3; nếu tiếp tục không thành công, bộ PLC cho tín hiệu dừng hẳn việc khởi động diêzen. Khoảng cách giữa mỗi lần khởi động là 30s.

Nếu mất áp lực dầu bôi trơn, nhiệt độ cao quá mức cho phép, hết nhiên liệu và những bất thường khác ở máy phát điện, bộ PLC cho tín hiệu dừng diêzen.

Có thể thao tác bằng tay các chế độ làm việc của máy, trên bàn phím của bộ PLC.

9.3. BỘ KHỞI ĐỘNG MỀM DỪNG CHO ĐỘNG CƠ

9.3.1. Giới thiệu chung

Động cơ không đồng bộ 3 pha dùng rộng rãi trong công nghiệp, vì chúng có cấu trúc đơn giản, làm việc tin cậy, nhưng có nhược điểm là dòng điện khởi động lớn, gây ra sụt áp trong lưới điện. Phương pháp tối ưu hiện nay là sử dụng bộ điều khiển điện tử để hạn chế dòng điện khởi động, đồng thời điều chỉnh tăng mômen mở máy một cách hợp lí, vì vậy các chi tiết của động cơ chịu độ dồn nén về cơ khí ít hơn, tăng tuổi thọ và làm việc an toàn cho động cơ. Ngoài việc tránh dòng đỉnh trong khi khởi động động cơ, còn làm cho điện áp nguồn ổn định hơn, không gây ảnh hưởng xấu đến các thiết bị khác trong lưới.

Phương pháp khởi động được áp dụng ở đây là cần hạn chế điện áp ở đầu cực động cơ, tăng dần điện áp theo một chương trình thích hợp để điện áp tăng tuyến tính từ một giá trị xác định đến định mức. Đó là quá trình khởi động mềm (ramp). Toàn bộ quá trình khởi động được điều khiển đóng mở thyristor bằng bộ vi xử lí 16 bit với các cổng vào/ra tương ứng, tần số giữ không đổi theo tần số điện áp lưới. Ngoài ra còn cung cấp những giải pháp tối ưu nhờ nhiều chức năng như khởi động và dừng mềm, dừng đột ngột, phanh dòng trực tiếp, tiết kiệm năng lượng điện khi non tải. Có các chức năng bảo vệ động cơ như bảo vệ quá tải, mất một pha...

Những ứng dụng điển hình của bộ khởi động mềm:

- Động cơ điện cho chuyên chở vật liệu.
- Động cơ bơm.
- Động cơ vận hành non tải lâu dài.
- Động cơ có bộ chuyển đổi (ví dụ hộp số, băng tải...).
- Động cơ có quán tính lớn (quạt, máy nén, bơm, băng truyền, thang máy, máy công cụ, máy nghiền, máy cắt, máy dệt, máy ép, lò, máy khuấy...).

Những đặc điểm khác:

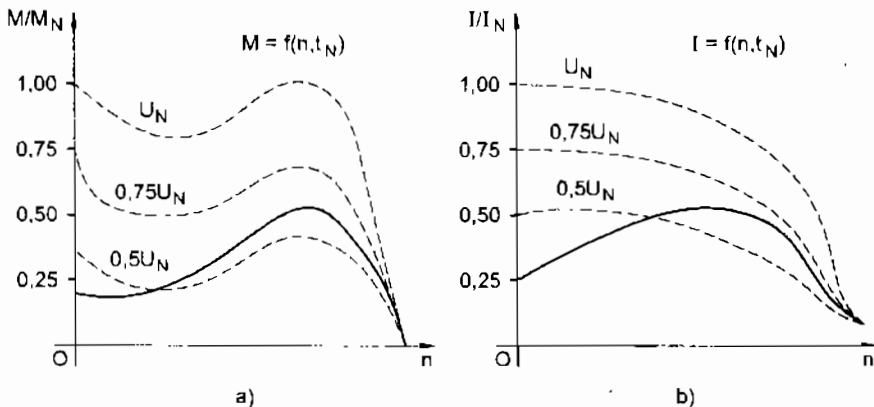
- Bền vững, tiết kiệm không gian lắp đặt, dễ dàng phối hợp với nguồn nuôi động cơ.
- Nhiều chức năng khởi động, vận hành liên tục và dừng rất phong phú.
- Lắp đặt và đặt chức năng dễ dàng.
- Có chức năng điều khiển và bảo vệ.
- Khoảng điện áp sử dụng 200 - 500 V, tần số 45-65 Hz.
- Có phần mềm chuyên dụng đi kèm.

9.3.2. Kỹ thuật khởi động và dừng

a) Những nét chính

Mạch lực của hệ khởi động mềm gồm 3 cặp thyristor, đấu song song ngược cho 3 pha. Vì mômen động cơ tỉ lệ với bình phương điện áp, dòng điện tỉ lệ với điện áp, mômen gia tốc và dòng điện khởi động được hạn chế thông qua điều chỉnh trị số hiệu dụng của điện áp. Quy luật điều chỉnh này trong khi khởi động và dừng nhờ điều khiển pha (kích, mở 3 cặp thyristor song song ngược) trong mạch lực. Như vậy, hoạt động của bộ khởi động mềm hoàn toàn dựa trên việc điều khiển điện áp khi khởi động và dừng, tức là chỉ có trị số hiệu dụng của điện áp là thay đổi.

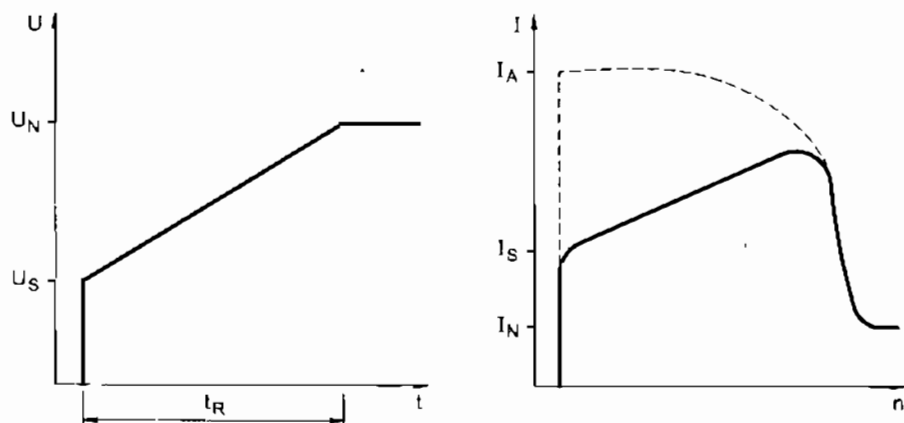
Nếu dừng động cơ, mọi tín hiệu kích mở thyristor bị cắt và dòng điện dừng tại điểm qua không kế tiếp của điện áp nguồn.



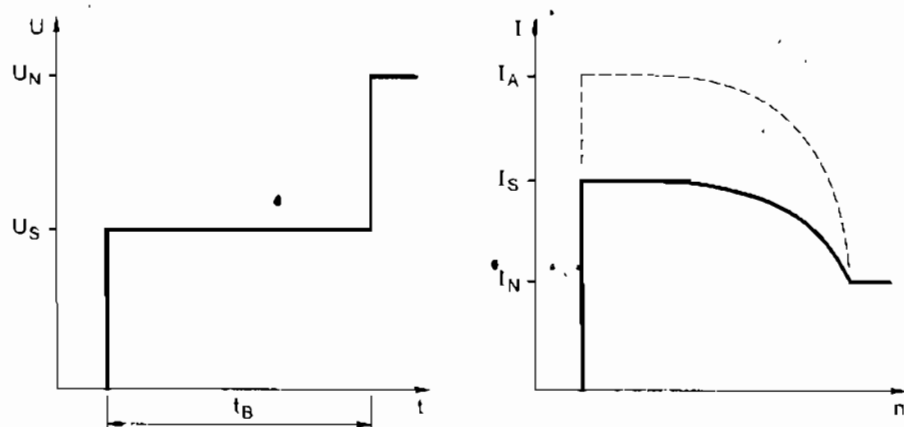
Hình 9-4. Đường cong mômen và dòng điện của động cơ

Hình 9-4. Đường cong mômen và dòng điện tại mỗi giá trị hằng của điện áp nguồn, so với điện áp định mức, được thể hiện bằng các đường chấm... Đường liền nét là đặc tuyến khi điện áp là hàm của thời gian.

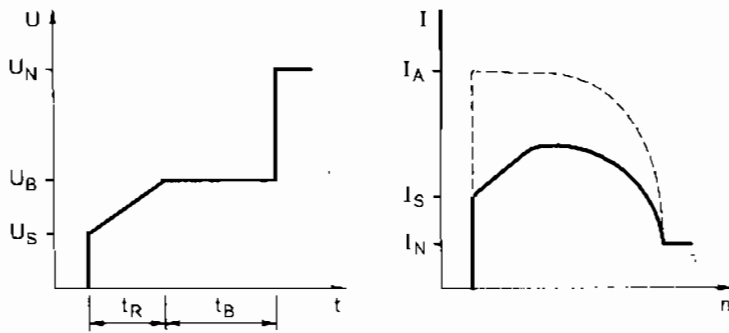
Dạng khởi động mềm đơn giản nhất trên hình 9-5 là hàm thoai thoai (ramp) điện áp do bộ vi xử lí bên trong thiết bị điều khiển. Việc tăng điện áp tuyến tính từ giá trị ban đầu xác định (có thể điều chỉnh được từ 20 đến 100% điện áp nguồn) tới điện áp lưới sau thời gian đặt.



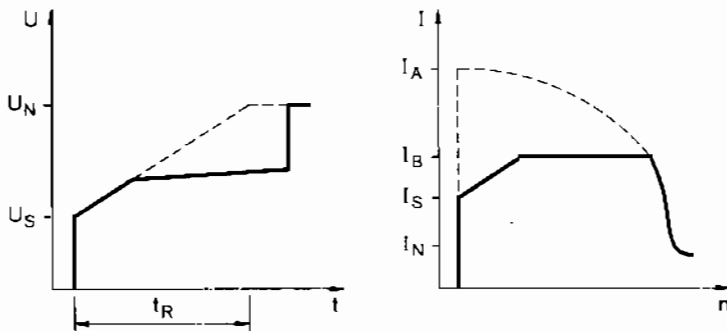
Hình 9-5. Điện áp và dòng điện của động cơ khi khởi động mềm có ramp điện áp



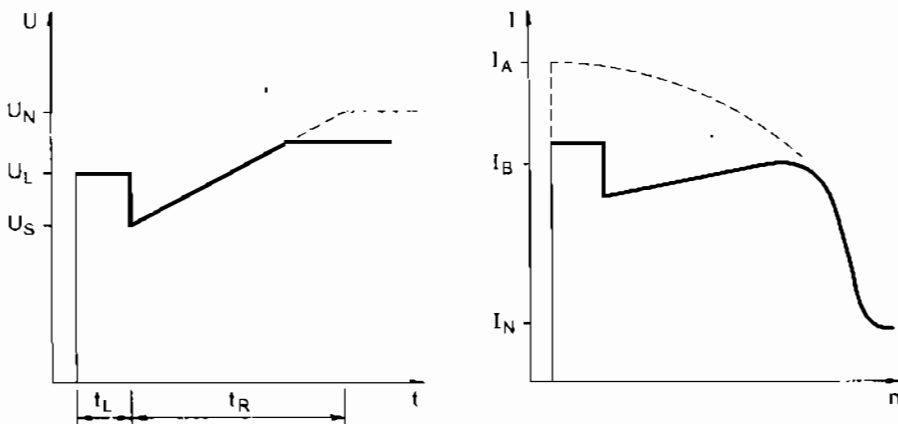
Hình 9-6. Điện áp và dòng điện của động cơ khi khởi động mềm có hạn chế điện áp



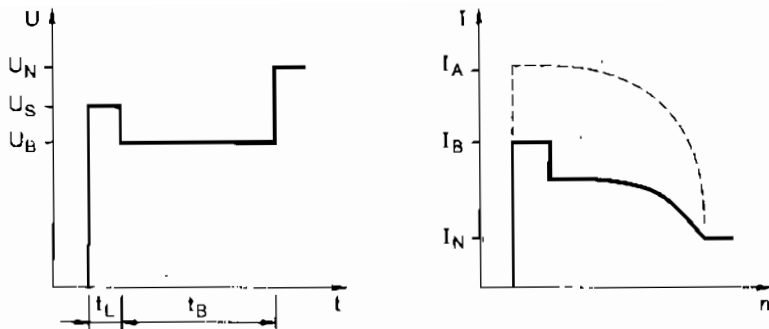
Hình 9-7. Điện áp và dòng điện của động cơ khi khởi động mềm có ramp điện áp và hạn chế điện áp



Hình 9-8. Điện áp và dòng điện của động cơ khi khởi động mềm có ramp điện áp và hạn chế dòng điện



Hình 9-9. Điện áp và dòng điện của động cơ khi khởi động xung có ramp điện áp và hạn chế dòng điện

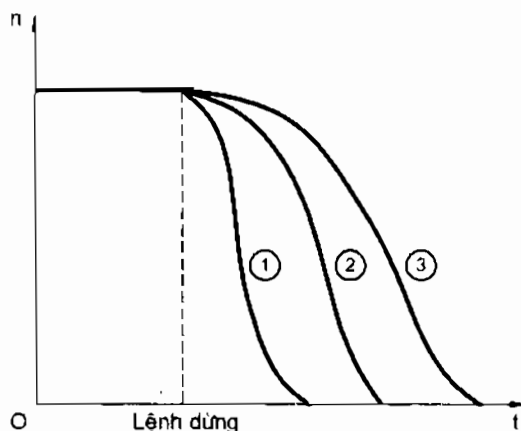


Hình 9-10. Điện áp và dòng điện của động cơ khi khởi động xung có hạn chế điện áp

b) Chú thích

- I_A : dòng điện ban đầu khi khởi động trực tiếp.
- I_B : dòng điện giới hạn.
- I_S : dòng điện bắt đầu ramp điện áp.
- I_N : dòng điện định mức động cơ.
- U_S : điện áp bắt đầu ramp.
- U_N : điện áp định mức lưới điện.
- U_L : điện áp khởi động cần thiết.
- U_B : điện áp giới hạn.
- t_L : độ dài xung khởi động.
- t_R : thời gian ramp.
- t_S : thời gian giới hạn.
- ω, n : tốc độ động cơ.

Nếu phát hiện động cơ đạt tốc độ yêu cầu, trước khi hết thời gian đặt của bộ khởi động mềm, điện áp vào lập tức được tăng lên 100% điện áp lưới, đó là chức năng phát hiện tăng tốc, không những làm thoải mái điện áp như hình 9-5. Bộ khởi động mềm còn đưa ra nhiều cách khác để điều khiển động



Hình 9-11. Đường cong tốc độ động cơ với các chức năng

1. Hãm động năng;
2. Dừng tự do;
3. Dừng mềm.

cơ (xem từ hình 9-6 đến 9-10). Điều này giúp bộ khởi động mềm lựa chọn tối ưu đặc tính động cơ, phù hợp với đặc tính tải.

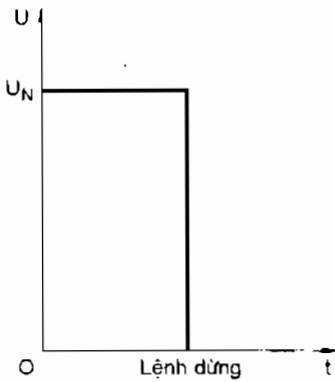
9.3.3. Dừng tự do theo quán tính

Nếu điện áp cấp bị cắt trực tiếp, động cơ chạy theo quán tính cho tới khi dừng trong khoảng thời gian xác định. Thời gian dừng với mômen quán tính nhỏ có thể rất ngắn, cần tránh trường hợp này để đề phòng sự phá huỷ về cơ và dừng tải đột ngột, không như mong muốn.

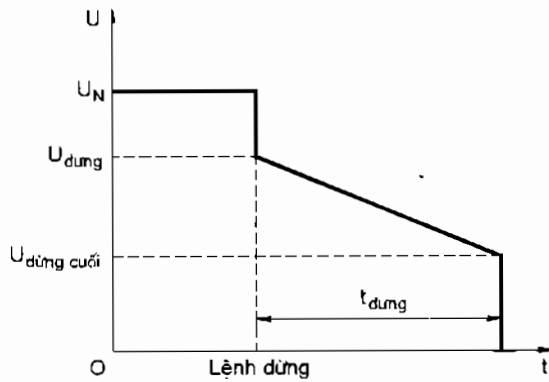
9.3.4. Dừng mềm

Không nên cắt trực tiếp các động cơ có mômen quán tính nhỏ như băng chuyền, thang máy, máy nâng để đảm bảo không gây nguy hiểm cho người và thiết bị được chuyên chở, hoặc máy cuốn chỉ khi dừng đột ngột có thể làm đứt chỉ, kẹt sản phẩm.

Nhờ chức năng dừng mềm mà điện áp động cơ được giảm từ từ trong khoảng từ 1 đến 20 s, tùy thuộc yêu cầu. Điện áp ban đầu cho dừng mềm $U_{\text{dừng}} = 0.9U_N$ và điện áp cuối quá trình vào khoảng 0,85 điện áp ban đầu. Thời gian ramp điện áp tới 1000 s cùng điện áp đầu và cuối quá trình dừng mềm, đặt theo chương trình.



Hình 9-12. Điện áp động cơ khi dừng tự do



Hình 9-13. Điện áp động cơ khi dừng mềm

Như vậy, thực chất dừng mềm là cố ý kéo dài quá trình dừng bằng cách, giảm từ từ điện áp nguồn cung cấp vào động cơ. Nếu trong quá trình dừng mà có lệnh khởi động, thì quá trình dừng này lập tức bị huỷ bỏ và động cơ được khởi động trở lại.

Động cơ, role, dây dẫn phải được chọn chịu được dòng điện lớn trong quá trình dừng.

9.3.5. Tiết kiệm năng lượng khi non tải

Nếu động cơ điện vận hành không tải hay non tải, trong trường hợp này bộ khởi động mềm giúp tiết kiệm điện năng, nhờ giảm điện áp động cơ tới giá trị U_0 . Việc giảm điện áp, từ đó làm giảm dòng điện, dẫn đến giảm bớt cả tổn hao đồng, tổn hao sắt.

$$P_{\text{tiết}} = P_{\text{Fedm}} \left(\frac{U_0}{U_N} \right)^2$$

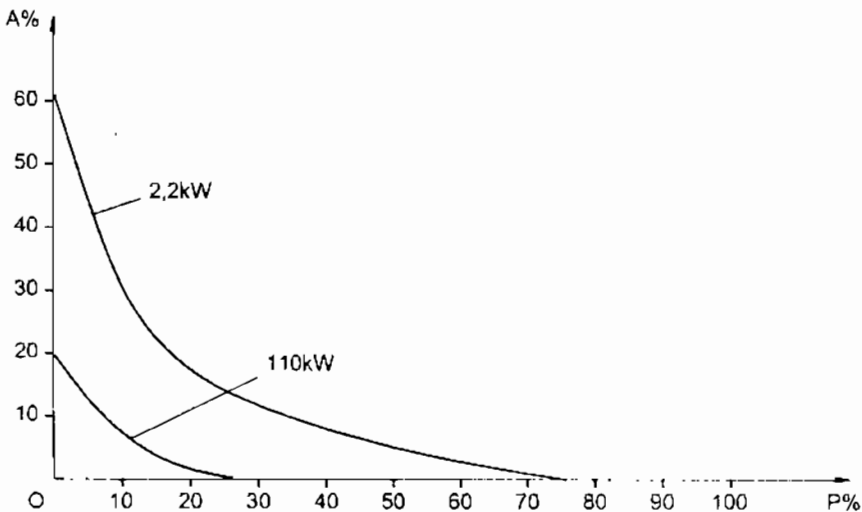
P_{Fedm} - Công suất tổn hao sắt định mức;

$P_{\text{tiết}}$ - Công suất tổn hao sắt tiết kiệm được.

Trong khi vận hành ở chế độ tiết kiệm năng lượng, nhờ điều chỉnh liên tục điện áp vào mà động cơ được cấp năng lượng vừa đủ, tạo ra mômen cần thiết. Nếu tải tăng đột ngột, cũng chỉ tăng từ điện áp vào sao cho không có độ giật đáng kể ở vận tốc. Năng lượng tiết kiệm được phụ thuộc vào loại động cơ, điện áp định mức, số đôi cực, thời gian vận hành non tải.

Sự tiết kiệm năng lượng so với khi vận hành bằng 100% điện áp lưới của một động cơ 4 cực khi non tải, được thể hiện trên hình 9.14.

Từ đồ thị ta thấy, ở 10% tải định mức có thể tiết kiệm được từ 4 đến 40% năng lượng so với mức tiêu thụ ở điện áp định mức, tùy thuộc vào kiểu và kích cỡ động cơ.



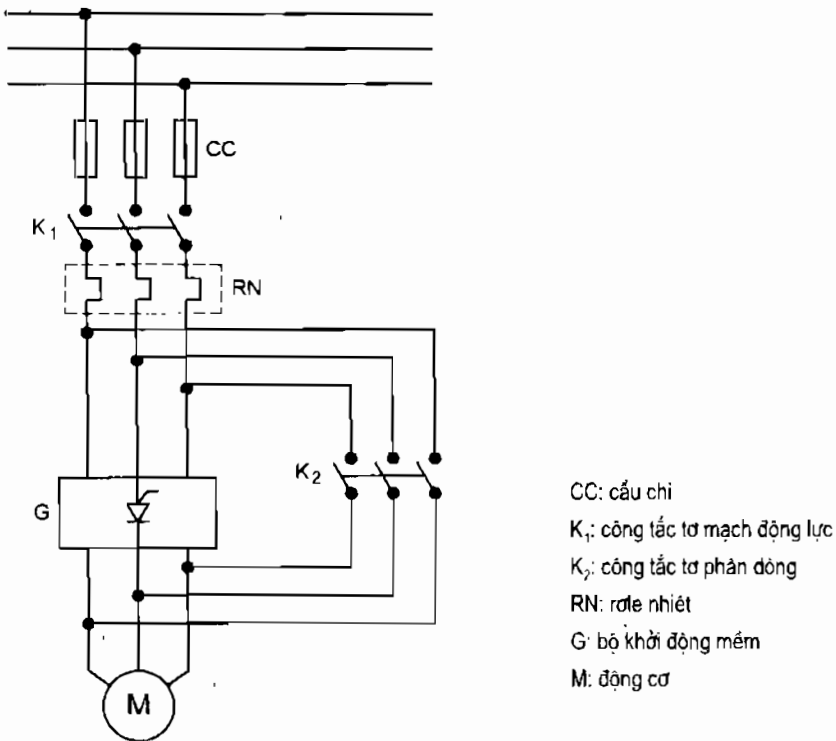
Hình 9-14. Đồ thị sự tiết kiệm năng lượng của động cơ điện 4 cực

Bảng 9.1. Tiết kiệm điện năng cho động cơ 4 cực vận hành ở 10% tải định mức và độ trượt $s = 2\%$

Công suất định mức động cơ, kW	Mức tiết kiệm năng lượng tiêu thụ so với dùng toàn bộ điện áp nguồn, %
<5	30
55	10
110	4
>110	1

9.3.6. Vận hành liên tục

Ở chế độ này, khối lực có thể chịu tải tối đa tới 115% dòng điện định mức, phát hiện mọi sự bất thường có thể xảy ra như: mất dòng điện ở 1 pha, lỗi kích mở thyristor, công tắc tơ phân dòng K2 chưa đóng.



Hình 9.15. Mạch vòng có công tắc tơ phân dòng

Công tắc tơ phân dòng dùng để giảm tổn thất năng lượng trên các thyristor, đảm bảo khối lực làm việc tốt hơn, vì nó được làm mát nhanh tới nhiệt độ môi trường, trước khi có khởi động mới.

Công tắc tơ phân dòng được đóng mở bằng rơle “hết khởi động”. Trong vòng 2 s sau khi kết thúc quá trình tăng tốc, tiếp điểm của nó đóng lại.

Cách chọn công tắc tơ phân dòng là chỉ cần chọn theo dòng điện làm việc của động cơ. Dù có sử dụng công tắc tơ phân dòng, khởi động mềm vẫn cho phép vận hành ở mọi chế độ dừng như: dừng tự do, dừng mềm, hãm động năng...

9.3.7. Bảo vệ và điều khiển

Giám sát thời gian khởi động và hạn chế dòng điện.

Hạn chế tần số đóng cắt.

Phát hiện tăng tốc.

Bảo vệ quá tải về nhiệt của các thiết bị điện tử.

Tất các chức năng phát hiện tăng tốc và giám sát thời gian hoạt động.

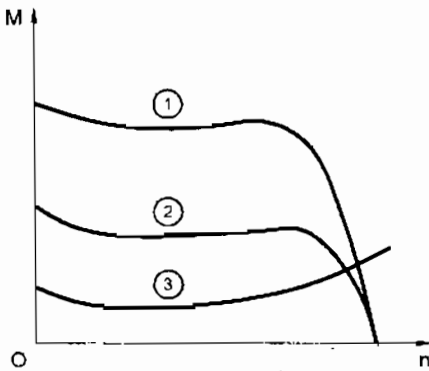
Ví dụ: Chọn thiết bị khởi động mềm cho động cơ bơm, công suất động cơ 90 kW điện áp 3×380 V.

1. Đặc tính tải $M \sim \omega^2$.

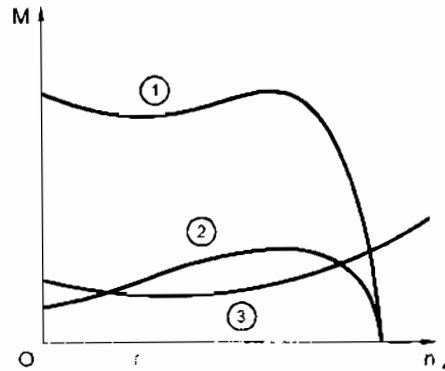
2. Lưu ý. Đối với bơm, khi khởi động và dừng phải ngăn chặn hiện tượng sóng áp lực tạo thành do sự tăng giảm cột nước. Hiện tượng này không chỉ phá huỷ bơm, mà còn cả hệ thống ống và van một chiều.

3. Biện pháp. Sử dụng bộ khởi động mềm và dừng mềm. Nó giúp kéo dài tuổi thọ động cơ rõ rệt. Chức năng dừng mềm được gắn với khối có bảo vệ thiết bị tĩnh. Vì bơm có mômen quán tính nhỏ, có thể chọn trực tiếp loại khởi động mềm phù hợp từ các catalô, mà không cần tính toán gì đặc biệt.

4. Chọn các thông số đặt. Điện áp ban đầu không nên quá cao, vì có thể không tránh được sóng áp lực khi khởi động (hình 9.16); cũng không nên quá thấp (hình 9.17) có thể làm động cơ khởi động kéo dài trong suốt quá trình tăng tốc tới tốc độ định mức, mômen động cơ cần giữ ở mức lớn hơn tải 15% giá trị mômen sinh ra, ứng với điện áp định mức.



Hình 9-16



Hình 9-17

1. Động cơ khởi động trực tiếp ; 2. Động cơ khởi động mềm có dừng 3RW 2238 ; 3. Tải

Căn cứ vào công suất động cơ, ta chọn bộ khởi động mềm loại Sikostart 3RW 2238 (bảng 9.2) có công suất định mức 132 kW, dùng phương án khởi động mềm có hạn chế dòng điện với các thông số sau:

- Thời gian ramp điện áp: $t_R = 10s$.
- Dòng điện giới hạn: $I_B = 3I_N$ (I_N : dòng điện định mức của động cơ).
- Điện áp đầu quá trình ramp: $U_S = 70\%U_N$.

Bảng 9.2. Thông số kĩ thuật của bộ khởi động mềm

Số thứ tự	Loại máy	Dòng điện	Công suất	Dòng điện	Công suất
		40°C AC-3	40°C AC-3	55°C AC-3	55°C AC-3
		A	kW	A	kW
1	3RW 2221	7	3	5,5	2,2
2	3RW 2223	10,5	4	9	4
3	3RW 2225	22	11	16	7,5
4	3RW 2226	28	15	22	11
5	3RW 2227	35	18,5	32	15
6	3RW 2228	45	22	37	18,5
7	3RW 2230	50	25	45	22
8	3RW 2231	70	37	63	30
9	3RW 2234	100	55	85	45
10	3RW 2236	135	75	110	55
11	3RW 2235	160	90	140	75
12	3RW 2237	200	110	170	90
13	3RW 2238	235	132	205	110
14	3RW 2240	285	160	250	132
15	3RW 2242	450	250	355	200
16	3RW 2243	560	315	450	250
17	3RW 2245	700	400	560	315
18	3RW 2247	865	500	700	400
19	3RW 2250	1200	710	1000	560

9.4. TỰ ĐỘNG ĐIỀU CHỈNH CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG ĐỂ NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT $\cos\phi$ (BÙ $\cos\phi$)

Các xí nghiệp công nghiệp sử dụng nhiều động cơ điện, máy hàn điện và các thiết bị có cuộn dây lõi thép khác, đều làm cho $\cos\phi$ thấp. Đặc biệt các thiết bị vận hành non tải, hoặc không tải với thời gian dài lại càng làm cho $\cos\phi$ xấu hơn. Để nâng cao hệ số công suất $\cos\phi$ cho xí nghiệp, trước

hết dùng các biện pháp bù tự nhiên, ít tốn kém. Nếu biện pháp bù tự nhiên không đạt được trị số $\cos\varphi$ mong muốn, phải tiến hành tính toán bù công suất phản kháng cho xí nghiệp.

Đồ thị phụ tải từng phân xưởng và toàn bộ xí nghiệp thay đổi từng giờ, từng ngày nên $\cos\varphi$ thay đổi theo phụ tải. Để đáp ứng được sự thay đổi này, phải tự động hoá quá trình bù công suất phản kháng mới đạt được trị số $\cos\varphi$ thích hợp, mang lại hiệu quả kinh tế cao.

Ở đây chỉ giới hạn ở phần dùng tụ điện để bù công suất phản kháng, vì dùng tụ điện có ưu điểm giá thành mua thiết bị và lắp đặt cho 1 kVAr, cũng như chi phí vận hành giảm nhiều so với đặt các thiết bị bù khác. Trừ trường hợp xí nghiệp dùng các động cơ đồng bộ, để các động cơ đồng bộ quá kích từ, sẽ phát công suất phản kháng (công nghệ cho phép), động cơ đồng bộ đóng vai trò như một máy bù đồng bộ. Trong trường hợp này, nên tính toán so sánh kinh tế giữa sử dụng động cơ đồng bộ của xí nghiệp và đặt tụ bù mới cho xí nghiệp.

Nhược điểm dùng tụ điện là thay đổi công suất phản kháng không được bằng phẳng, vì nếu chia nhỏ công suất phản kháng, dẫn đến chia nhỏ số tụ, sau đó lần lượt đóng vào lưới điện xí nghiệp theo công suất phản kháng yêu cầu, như vậy sẽ sử dụng nhiều thiết bị đóng cắt, sơ đồ nối dây phức tạp, làm tăng giá thành lắp đặt.

Việc chia nhỏ công suất phản kháng cần bù, phụ thuộc vào bộ PLC (thiết bị điều khiển đóng cắt tự động bộ tụ). Trên thị trường bộ PLC có 2 loại, loại 4 đầu và 6 đầu ra và loại 4 đầu vào 12 đầu ra. Như vậy công suất phản kháng cần bù chia thành 6 bộ tụ, lần lượt tự động đóng từ 1 đến 6 bộ tụ hoặc chia thành 12 bộ tụ, lần lượt đóng tự động từ 1 đến 12 bộ tụ vào lưới xí nghiệp cho đến khi đạt yêu cầu $\cos\varphi$ đã cài đặt ở bộ PLC.

Ví dụ: Xác định dung lượng bù và tự động hoá quá trình bù đặt tại thanh cái hạ áp của trạm biến áp xí nghiệp có công suất tổng:

$$S = 280 + j350 \text{ kVA}$$

Cần nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi_1 = 0,62$ lên $\cos\varphi_2 = 0,95$

Kết quả tính toán như sau:

1. Tính tổng dung lượng bù của xí nghiệp và lựa chọn nhóm tụ điện

$$\begin{aligned} Q_{\text{bù}} &= P(\text{tg}\varphi_1 - \text{tg}\varphi_2) \\ &= 280(1,25 - 0,33) = 257,6 \text{ kVAr} \end{aligned}$$

Trong đó

- $\operatorname{tg}\varphi_1 = 1.25$ tương ứng với $\cos\varphi_1$ trước khi bù

- $\operatorname{tg}\varphi_2 = 0.33$ tương ứng với $\cos\varphi_2$ sau khi bù

Chọn bộ điều khiển tự động PLC Mikro của Malaysia có 4 đầu vào, 6 đầu ra. Chia công suất phản kháng cần bù 257.6 kVAr thành 6 nhóm tụ, với tỉ lệ 1: 2: 2: 2: 2: 2, có nghĩa là nhóm 1 có dung lượng bằng 1/2 các nhóm tụ còn lại, cụ thể như sau:

$$\text{Nhóm 1: } Q_1 = \frac{257,6}{12} = 21,5 \text{ kVAr}$$

Từ nhóm 2 đến nhóm 6 ($Q_2 \div Q_6$) = $2Q_1 = 43 \text{ kVAr}$

Tra bảng chọn tụ điện nhóm 1: $Q_1 = 25 \text{ kVAr}$, 3 pha 415 V, có điện trở tiêu điện tích dư đặt sẵn trong tụ, của hãng Shizuky - Nhật Bản chế tạo. Các nhóm tụ còn lại từ Q_2 đến Q_6 chọn 5 bộ tụ 50 kVAr 3 pha 415 V cũng của hãng trên.

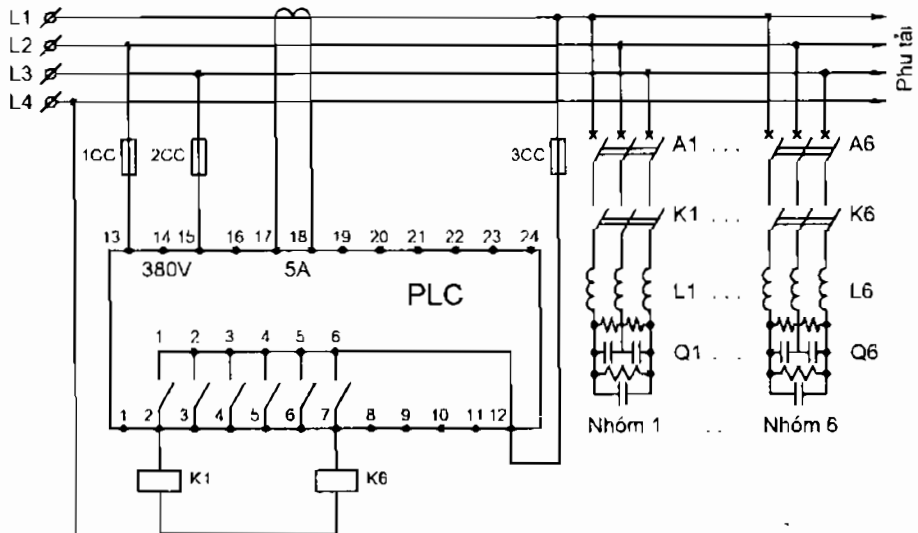
Tổng dung lượng bù sau khi đã chọn:

$$Q_b = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 = 25 + 5 \times 50 = 275 \text{ kVAr}$$

Lớn hơn dung lượng bù tính toán; $Q_{\text{bù}} = 257,6 \text{ kVAr}$

Như vậy việc lựa chọn thoả mãn yêu cầu bù cho xí nghiệp.

2. Vẽ sơ đồ mạch điện tự động đóng các nhóm tụ vào thanh cái hạ áp của trạm biến áp xí nghiệp như sau:



Hình 9-18. Sơ đồ tự động đóng các nhóm tụ điện vào thanh cái hạ áp

3. Lựa chọn các phần tử của sơ đồ

a) Chọn máy biến dòng BI

Máy biến dòng BI, dùng cho bộ PLC, lấy dòng điện phụ tải tổng và điện áp dây đưa vào bộ PLC, ở đây được so sánh pha giữa điện áp dây và dòng điện, nếu cài đặt ở bộ PLC khi góc lệch pha $\cos\varphi < 0,85$, bộ PLC cho tín hiệu đi đóng bộ tụ, nếu $\cos\varphi > 0,95$ bộ PLC cho tín hiệu đi cắt bộ tụ.

Dòng điện phụ tải tổng

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U} = \frac{\sqrt{280^2 + 350^2}}{\sqrt{3380}} = 680 \text{ A}$$

chọn máy biến dòng 800/5 A do Vinakip - Việt Nam chế tạo

b) Chọn áp tô mát và công tắc tơ

Cho nhóm 1, xem bộ tụ phát hết công suất, dòng điện tính toán nhóm 1 bằng:

$$I_{111} = \frac{Q_1}{\sqrt{3}U} = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3380}} = 38 \text{ A}$$

Tra bảng, chọn áp tô mát MCCB-NI63-IIW có $I_{dm} = 50 \text{ A}$, $I_{c,dm} = 10 \text{ kA}$, 3 cực, do hãng Mitsubishi - Nhật Bản chế tạo.

Tra bảng chọn công tắc tơ với công suất đóng cắt bộ tụ 25 kVAr, loại N50 3 cực, có $I_{dm} = 80 \text{ A}$, điện áp làm việc ở tiếp điểm 440 V, điện áp định mức điều khiển đóng mở công tắc tơ 220 V xoay chiều.

Tương tự cho nhóm 2 đến nhóm 6, dòng điện tính toán bằng:

$$I_{11} = \frac{Q_2}{\sqrt{3}U} = \frac{50 \cdot 10^3}{\sqrt{3380}} = 76 \text{ A}$$

Tra bảng chọn 5 áp tô mát MCCB-NI125-CW có $I_{dm} = 100 \text{ A}$, $I_{c,dm} = 10 \text{ kA}$, 3 cực. Do hãng Mitsubishi - Nhật Bản chế tạo.

Tra bảng chọn 5 công tắc tơ, với công suất đóng cắt bộ tụ 50 kVAr loại N80, 3 cực có $I_{dm} = 135 \text{ A}$, điện áp làm việc ở tiếp điểm 440 V, điện áp định mức điều khiển đóng mở công tắc tơ 220 V xoay chiều. Tất cả công tắc tơ cùng do hãng Mitsubishi - Nhật Bản chế tạo.

c) Chọn tiết diện dây

- Chọn tiết diện dây dẫn cho nhóm 1 (Tra bảng chọn theo I_{cp}):

Cáp đồng bọc PVC $1 \times 4 \text{ mm}^2$, có $I_{cp} = 53 \text{ A}$ do Việt Nam chế tạo

$$k_1 k_2 I_{cp} \geq I_{11} \rightarrow 1 \cdot 1 \cdot 53 > 38 \text{ A} \quad (k_1 = 1, k_2 = 1)$$

Kiểm tra theo điều kiện bảo vệ bằng áp tô mát

$$k_1 k_2 I_{cp} \geq \frac{I_{kđnhiệt}}{1,5} \rightarrow 53 > \frac{1,25.50}{1,5} = 41,6 \text{ A}$$

Việc chọn như trên đạt yêu cầu.

- Chọn tiết diện dây cho nhóm 2 đến nhóm 6

Tra bảng chọn cáp đồng bọc PVC $1 \times 10 \text{ mm}^2$, có $I_{cp} = 87 \text{ A}$ do Việt Nam chế tạo ($k_1 = 1$, một sợi đặt trong 1 rãnh $k_2 = 1$).

$$k_1 k_2 I_{cp} \geq I_u \rightarrow 1.1.87 > 76 \text{ A}$$

Kiểm tra theo điều kiện bảo vệ bằng áp tô mát

$$k_1 k_2 I_{cp} \geq \frac{I_{kđnhiệt}}{1,5} \rightarrow 87 > \frac{1,25.100}{1,5} = 83,3 \text{ A}$$

Chọn như trên đạt yêu cầu.

- Cuộn điện cảm L_1 : quấn 10 vòng bằng chính dây cáp nhóm 1.

- Cuộn điện cảm L_2 : quấn 10 vòng cũng bằng dây cáp nhóm 2 đến nhóm 6. Lõi các cuộn điện cảm bằng không khí.

Các cuộn điện cảm từ L_1 đến L_n mắc nối tiếp với bộ tụ, mục đích hạn chế dòng điện đóng ban đầu vào bộ tụ, bảo vệ bộ tụ, nâng cao tuổi thọ cho bộ tụ điện.

Bản thân các tụ điện tiêu thụ một lượng nhỏ công suất tác dụng do tổn hao điện môi, đồng thời trong bộ tụ đặt điện trở tiêu điện tích, khi cắt bộ tụ khỏi lưới điện. Do vậy, trong thời gian tụ vận hành, tụ điện rất nóng; khi lắp đặt phải có thêm quạt gió phía sau tủ, thổi trực tiếp vào tụ, để làm mát tụ điện.

Việc chọn dung lượng bù nhóm 1 bằng một nửa dung lượng bù các nhóm còn lại là để đề phòng trường hợp ở một thời điểm nào đó, đóng các tụ có dung lượng lớn (từ nhóm 2 đến nhóm 6), $\cos\varphi$ của xí nghiệp có thể lớn hơn 0,95. Bộ PLC cho tín hiệu cắt nhóm tụ có dung lượng lớn, có thể làm cho $\cos\varphi$ của xí nghiệp nhỏ hơn 0,85. Bộ PLC cho tín hiệu đóng nhóm tụ vào lưới xí nghiệp, lại làm cho $\cos\varphi > 0,95$ - bộ PLC cho tín hiệu cắt nhóm tụ có dung lượng lớn. Cứ như vậy sẽ làm cho công tác đóng cắt nhiều lần, có hại cho thiết bị đóng cắt, vì vậy chọn nhóm tụ 1 bằng một nửa nhóm tụ có dung lượng lớn sẽ phù hợp hơn trong trường hợp này.

Việc cài đặt bộ PLC cụ thể xem giáo trình Điện dân dụng và công nghiệp do Nhà xuất bản Giáo dục ấn hành.

Phụ lục

Bảng 1. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

B.1.1. Trị số trung bình k_{sd} và $\cos\varphi$ của các nhóm thiết bị điện

Nhóm thiết bị	k_{sd}	$\cos\varphi$
Nhóm máy gia công kim loại (tiện, cưa, bào, mài, khoan v.v...)		
- Cửa các phân xưởng cơ khí	0,2-0,4	0,6-0,7
- Cửa phân xưởng sửa chữa cơ khí	0,14-0,2	0,5-0,6
- Cửa các phân xưởng làm việc theo dây chuyền	0,5-0,6	0,7
Nhóm máy của phân xưởng rèn	0,25-0,35	0,6-0,7
Nhóm máy của phân xưởng đúc	0,3-0,35	0,6-0,7
Nhóm động cơ làm việc liên tục (quạt gió, máy bơm, máy nén khí...)	0,6-0,7	0,7-0,8
Nhóm động cơ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại (cầu trục, cần cẩu, palăng)	0,05-0,1	0,4-0,5
Nhóm máy vận chuyển làm việc liên tục (băng tải, băng chuyền...)	0,6-0,7	0,65-0,75
Nhóm lò điện (lò điện trở, lò sấy)		
- Lò điện trở làm việc liên tục	0,7-0,8	0,9-0,95
- Lò cảm ứng	0,75	0,3-0,4
- Lò cao tần	0,5-0,6	0,7
Nhóm máy hàn		
- Biến áp hàn hồ quang	0,3	0,35
- Thiết bị hàn nổi, hàn đường, nung tản đinh	0,35-0,4	0,5-0,6
Nhóm máy dệt	0,7-0,8	0,7-0,8

B.1.2. Suất phụ tải chiếu sáng cho các khu vực

Đối tượng chiếu sáng	$P_{\alpha}, W/m^2$
1	2
Chiếu sáng công nghiệp	
Phân xưởng cơ khí và hàn	13-16
Phân xưởng rèn dập và nhiệt luyện	15
Phân xưởng chế biến gỗ	14
Phân xưởng đúc	12-15
Phân xưởng nổi hơi	8-10
Trạm bơm và trạm khí nén	10-15
Trạm axêtilen (nhà máy)	20
Trạm axit (nhà máy)	10
Các trạm biến áp và biến đổi	12-15
Gara ôtô	10-15
Trạm cứu hoả	10
Cửa hàng và các kho vật liệu	10
Kho vật liệu dễ cháy	16
Các đường hầm cấp nhiệt	16
Phòng thí nghiệm trung tâm của nhà máy	20
Phòng làm việc	15
Phòng điều khiển nhà máy	20
Các toà nhà sinh hoạt của phân xưởng	10
Đất đai trống của xí nghiệp, đường đi	0,15-0,22
Trung tâm điều khiển nhà máy điện và trạm biến áp	25-30
Chiếu sáng sinh hoạt	
Trường học	10-15
Cửa hàng	15-20
Nhà công cộng (rap hát, chiếu bóng)	14-16
Hội trường	15-20
Đường phố chính	7-10W/m
Đường phố nhỏ	2-5W/m

B.1.3. Trị số trung bình k_{nc} và $\cos\phi$ của các phân xưởng

Tên phân xưởng	k_{nc}	$\cos\phi$
Phân xưởng cơ khí lắp ráp	0,3-0,4	0,5-0,6
Phân xưởng nhiệt luyện	0,6-0,7	0,7-0,9
Phân xưởng rèn, dập	0,5-0,6	0,6-0,7
Phân xưởng đúc	0,6-0,7	0,7-0,8
Phân xưởng sửa chữa cơ khí	0,2-0,3	0,5-0,6
Phân xưởng nhuộm, tẩy, hấp	0,65-0,7	0,8-0,9
Phân xưởng nên khí	0,6-0,7	0,7-0,8
Phân xưởng mộc	0,4-0,5	0,6-0,7
Phòng thí nghiệm, nghiên cứu khoa học	0,7-0,8	0,7-0,8
Nhà hành chính, quản lí	0,7-0,8	0,8-0,9

B.1.4. Trị số trung bình T_{max} và $\cos\phi$ của các xí nghiệp

Tên xí nghiệp	T_{max}	$\cos\phi$
Xí nghiệp cơ khí chế tạo máy	4500-5000	0,60-0,70
Xí nghiệp chế tạo vòng bi	5000-5500	0,70-0,75
Xí nghiệp chế tạo dụng cụ	3000-4000	0,62-0,70
Xí nghiệp gia công gỗ	3000-3500	0,65-0,70
Xí nghiệp hoá chất	5500-6000	0,8-0,84
Xí nghiệp đường	4800-5200	0,7-0,8
Xí nghiệp luyện kim	5000-5500	0,75-0,88
Xí nghiệp bánh kẹo	5000-5300	0,7-0,75
Xí nghiệp ô tô máy kéo	4000-4500	0,72-0,8
Xí nghiệp in	3000-3500	0,75-0,82
Xí nghiệp dệt	4800-5500	0,7-0,8

B.1.5. Bảng tính n_{hq}^* theo n^* và P^*

$\frac{n_1}{n} = n^*$	$P^* = \frac{\sum P_1}{\sum P}$																		
	0,1	0,15	0,20	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0
0,02	0,71	0,51	0,36	0,26	0,19	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,01	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
0,03	0,81	0,64	0,48	0,36	0,27	0,21	0,16	0,13	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
0,04	0,86	0,72	0,57	0,44	0,34	0,27	0,22	0,18	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04
0,05	0,90	0,79	0,61	0,51	0,41	0,33	0,26	0,22	0,18	0,15	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05
0,06	0,92	0,83	0,70	0,58	0,47	0,38	0,31	0,26	0,21	0,18	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06
0,08	0,94	0,89	0,79	0,68	0,57	0,48	0,40	0,33	0,28	0,24	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,09	0,08	0,08
0,10	0,95	0,92	0,85	0,76	0,66	0,56	0,47	0,40	0,31	0,29	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09
0,15		0,95	0,93	0,88	0,80	0,72	0,67	0,56	0,48	0,42	0,37	0,32	0,28	0,25	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
0,20			0,95	0,93	0,89	0,83	0,76	0,69	0,61	0,54	0,47	0,42	0,37	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19
0,25				0,95	0,93	0,90	0,85	0,78	0,71	0,61	0,57	0,51	0,45	0,41	0,36	0,32	0,29	0,26	0,24
0,30					0,95	0,94	0,90	0,86	0,80	0,73	0,66	0,60	0,53	0,48	0,43	0,39	0,35	0,32	0,29
0,35						0,95	0,94	0,91	0,86	0,81	0,74	0,68	0,62	0,56	0,50	0,45	0,41	0,37	0,33
0,40							0,95	0,93	0,91	0,86	0,81	0,75	0,69	0,63	0,57	0,52	0,47	0,42	0,38
0,45								0,95	0,93	0,91	0,87	0,81	0,76	0,70	0,64	0,58	0,52	0,47	0,43
0,50									0,95	0,94	0,91	0,87	0,82	0,76	0,70	0,64	0,58	0,53	0,48
0,55										0,95	0,94	0,91	0,87	0,82	0,75	0,69	0,63	0,57	0,52
0,60											0,95	0,94	0,91	0,87	0,81	0,75	0,69	0,63	0,57
0,65												0,95	0,94	0,91	0,86	0,81	0,71	0,68	0,62
0,70													0,95	0,94	0,90	0,86	0,80	0,73	0,66
0,75														0,95	0,91	0,90	0,85	0,78	0,71
0,80															0,95	0,91	0,89	0,83	0,76
0,85																0,95	0,93	0,88	0,80
0,90																	0,95	0,92	0,85
1,00																			0,95

B.1.6. Bảng tra trị số k_{max} theo k_{sd} và n_{hq}

n_{hq}	Giá trị k_{max} khi k_{sd}									
	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	2,00	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	1,37	1,28	1,18	1,08	1,03
10	2,42	2,10	1,84	1,60	1,36	1,34	1,26	1,16	1,07	1,03
12	2,24	1,96	1,75	1,52	1,32	1,28	1,23	1,15	1,07	1,03
14	2,10	1,85	1,67	1,45	1,28	1,25	1,20	1,13	0,17	1,03
16	1,99	1,77	1,61	1,41	1,26	1,23	1,18	1,12	1,07	1,03
18	1,91	1,70	1,55	1,37	1,24	1,21	1,16	1,11	1,06	1,03
20	1,84	1,65	1,50	1,34	1,21	1,20	1,15	1,11	1,06	1,03
25	1,71	1,55	1,40	1,28	1,19	1,17	1,14	1,10	1,06	1,03
30	1,62	1,46	1,34	1,24	1,17	1,16	1,13	1,10	1,05	1,03
35	1,56	1,41	1,30	1,21	1,15	1,15	1,12	1,09	1,05	1,02
40	1,50	1,37	1,27	1,19	1,14	1,13	1,12	1,09	1,04	0,02
45	1,45	1,33	1,25	1,17	1,13	1,12	1,11	1,08	1,04	1,02
50	1,40	1,30	1,23	1,16	1,12	1,11	1,10	1,08	1,04	1,02
60	1,32	1,25	1,19	1,14	1,10	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	1,09	1,10	1,08	1,06	1,03	1,02
90	1,23	1,18	1,13	1,10	1,08	1,09	1,08	1,05	1,02	1,02
100	1,21	1,17	1,12	1,10	1,07	1,08	1,07	1,05	1,02	1,02
120	1,19	1,16	1,12	1,09	1,06	1,07	1,07	1,05	1,02	1,02
140	1,17	1,15	1,11	1,08	1,05	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

Bảng 2. CÁC THÔNG SỐ MÁY BIẾN ÁP (MBA)

B.2.1. Thông số kỹ thuật MBA 3 pha 2 cuộn dây do ABB chế tạo

Công suất kVA	Điện áp kV	ΔP_{01} , W	ΔP_{N1} , W	U_{N1} , %	Kích thước, mm Dài-Rộng-Cao	Trọng lượng, kg
1	2	3	4	5	6	7
31,5	35/0,4	150	700	4,5	890-680-1310	420
50	6,3/0,4	200	1250	4	860-705-1325	510
	10/0,4	200	1250	4,5	860-705-1325	510
	22/0,4	200	1250	4	860-705-1325	510
	35/0,4	240	1250	4,5	920-730-1365	467
75	35/0,4	280	1400	4,5	920-730-1255	525
100	6,3/0,4	320	2050	4	900-730-1365	630
	10/0,4	320	2050	4,5	900-730-1365	630
	22/0,4	320	2050	4	900-730-1365	630
	35/0,4	320	2050	4,5	1010-750-1445	695
160	6,3/0,4	500	2950	4	1260-770-1420	820
	10/0,4	500	2950	4,5	1260-770-1420	820
	22/0,4	500	2950	4	1260-770-1420	820
	35/0,4	530	2950	4,5	1160-765-1495	945
180	6,3/0,4	530	3150	4	1260-770-1420	880
	10/0,4	530	3150	4,5	1260-770-1420	880
	22/0,4	530	3150	4	1260-770-1420	880
	35/0,4	580	3150	4,5	1160-765-1495	968
200	6,3/0,4	530	3450	4	1290-780-1450	885
	10/0,4	530	3450	4,5	1290-780-1450	885
	22/0,4	530	3450	4	1290-780-1450	885
	35/0,4	600	3450	4,5	1350-815-1530	1040
250	6,3/0,4	640	4100	4	1370-820-1485	1130
	10/0,4	640	4100	4,5	1370-820-1485	1130
	22/0,4	640	4100	4	1370-820-1485	1130
	35/0,4	680	4100	4,5	1430-860-1550	1166
315	6,3/0,4	720	4850	4	1380-865-1525	1270
	10/0,4	720	4850	4,5	1380-865-1525	1270
	22/0,4	720	4850	4	1380-865-1525	1270
	35/0,4	800	4850	4,5	1470-870-1605	1402
400	6,3/0,4	840	5750	4	1620-1055-1500	1440
	10/0,4	840	5750	4,5	1620-1055-1500	1440
	22/0,4	840	5750	4	1620-1055-1500	1440
	35/0,4	920	5750	4,5	1640-1040-1630	1650
500	6,3/0,4	1000	7000	4	1535-930-1625	1695
	10/0,4	1000	7000	4,5	1535-930-1625	1695
	22/0,4	1000	7000	4	1535-930-1625	1695
	35/0,4	1150	7000	4,5	1585-955-1710	1866
630	6,3/0,4	1200	8200	4	1570-940-1670	1970
	10/0,4	1200	8200	4,5	1570-940-1670	1970
	22/0,4	1200	8200	4	1570-940-1670	1970
	35/0,4	1300	8200	4,5	1620-940-1750	2218
800	6,3/0,4	1400	10500	5	1770-1075-1695	2420
	10/0,4	1400	10500	5,5	1770-1075-1695	2420
	22/0,4	1400	10500	5	1770-1075-1695	2420
	35/0,4	1520	10500	6,5	1755-1020-1755	2520
1000	6,3/0,4	1750	13000	5	1765-1065-1900	2910
	10/0,4	1750	13000	5,5	1765-1065-1900	2910
	22/0,4	1750	13000	5	1765-1065-1900	2910
	35/0,4	1900	13000	6,5	1840-1080-1900	3051
> 1000				Sản xuất theo đơn đặt hàng		

B.2.2. Trạm biến áp trọn bộ do Siemens chế tạo

Loại trạm	8FB10	8FB11	8FB12	8FB15	8FB16	8FB17
Bố trí các phân tử trong TBATB						
BA-biến áp						
C-cao áp						
H-hạ áp						
S_{dm} , kVA	630	630	630	1000	1000	1000
Kích thước						
Dài	3290	2570	2100	3860	3120	2350
Rộng	1300	2100	2100	1500	2300	2300
Cao	1650	1650	1650	1700	1700	1700
Trọng lượng, KG	2280	2530	2400	3400	3800	3600

- Ghi chú:
- Trạm có mái che mưa nắng, chịu va đập
 - Đế trạm bằng bê tông đúc sẵn loại đặc biệt chống thấm, chịu nước, chịu va đập.
 - Cách điện SF₆, không cần bảo trì.

B.2.3. Thông số kỹ thuật MBA 3 pha 2 cuộn dây do Việt Nam chế tạo

Loại	Công suất định mức, kVA	Điện áp định mức, kV		Tổn thất, W		Hiệu suất định mức, %	U _N % của U _{dm}	i ₀ % của I _{dm}
		Caọ áp	Hạ áp	Không tải khi U _{dm}	Ngắn mạch khi U _{dm}			
20-6,6/0,4	20	6,6	0,4	180	600	96,25	5,5	9
50-6,6/0,4	50	6,6	0,4	350	1325	96,75	5,5	7
50-10/0,4	50	10	0,4	440	1325	96,50	5,5	8
50-35/0,4	50	35	0,4	520	1325	96,85	6,5	9
100-6,6/0,4	100	6,6	0,4	600	2400	97,09	5,5	6,5
100-10/0,4	100	10	0,4	730	2400	96,96	5,5	7,5
100-35/0,4	100	35	0,4	900	2400	96,81	6,5	8,0
180-6,6/0,4	180	6,6	0,4	1000	4000	97,30	5,5	6,0
180-10/0,4	180	10	0,4	1200	4100	97,14	5,5	7,0
180-35/0,4	180	15	0,4	1500	4100	96,97	6,5	8,0
320-6,6/0,4	320	6,6	0,4	1600	6070	97,66	5,5	6,0
320-10/0,4	320	10	0,4	1900	6200	97,54	5,5	7,0
320-35/0,4	320	35	0,4	2300	6200	97,41	6,5	7,5
320-35/6,6	320	35	6,6	2300	6200	97,41	6,5	7,5
320-35/10,5	320	35	10,5	2300	6200	97,41	6,5	7,5
560-6,6/0,4	560	6,6	0,4	2500	9400	97,87	5,5	6,0
560-10/0,4	560	10	0,4	2500	9400	97,77	5,5	6,0
560-35/6,6	560	35	0,4	3350	9400	97,77	6,5	6,5
560-35/6,6	560	35	0,6	3350	9400	97,77	6,5	6,5
560-35/10,5	560	35	10,5	3350	9400	97,77	6,5	6,5
750-6,6/0,4	750	6,6	0,4	4100	11900	97,91	5,5	6,0
750-10/0,4	750	10	0,4	4100	11900	97,91	5,5	6,0
750-35/0,4	750	35	0,4	4100	11900	97,91	6,5	6,5
750-35/6,6	750	35	0,6	4100	11900	97,91	6,5	6,5
1000-10/0,4	1000	10	0,4	4900	15000	98,05	5,5	5,0

Tiếp B.2.3

Loại	Công suất định mức, kVA	Điện áp định mức, kV		Tổn thất, W		Hiệu suất định mức, %	$U_N\%$ của U_{dm}	$i_0\%$ của I_{dm}
		Cao áp	Hạ áp	Không tải khi U_{dm}	Ngắn mạch khi U_{dm}			
1000-10,5/6,3	1000	10,5	6,3	4900	15000	98,05	5,5	5,0
1000-35/0,4	1000	35	0,4	5100	15000	98,03	6,5	5,5
1000-35/6,6	1000	35	6,6	5100	15000	98,03	6,5	5,5
1000-35/10,5	1000	35	10,5	5100	15000	98,03	6,5	5,5
1800-31,5/6,3	1800	31,5	6,3	8300	24000	98,3	6,5	5,0
1880-35/6,6	1800	35	6,6	8300	24000	98,3	6,5	5,0
1800-38,5/6,3	1800	38,5	6,3	8300	24000	98,3	6,5	5,0
3200-35/6,6	3200	35	6,6	11500	37000	98,51	7,0	4,5
3200-35/10,5	3200	35	10,5	11500	37000	98,51	7,0	4,5
5600-35/6,6	5600	35	6,6	1850	57000	98,67	7,5	4,5
5600-35/10,5	5600	35	10,6	18500	57000	98,67	7,5	4,5

Bảng 3. THIẾT BỊ TRUNG ÁP

B.3.1. Thông số kỹ thuật các tủ hợp bộ 7,2 – 24 kV dùng cho trạm biến áp phân phối do SIEMENS chế tạo

Loại tủ	Cách điện	Đặc điểm sử dụng	U_{dm} , kV	I_{dm} , A lộ cáp	I_{dm} , A lộ MBA	I_{N1} , kA 1s	I_{Nmax} , kA	Thiết bị đóng cắt
8DJ10	SF_6		7,2	630	200	25	63	Dao cắt phụ tải
			12	630	200	21	52	
			24	630	200	16	40	
8DJ20	SF_6	Dùng cho trạm treo, một máy	7,2	630	200	10	25	Dao cắt phụ tải
			12	630	200	10	25	
			24	630	200	10	25	
8DJ40	SF_6	Dùng nơi đất hẹp	7,2	-	-	-	-	Dao cắt phụ tải
			12	630	200	20	50	
			24	630	200	16	40	
8DH10	SF_6	Tủ có thể mở rộng	7,2	1250	200	25	63	Dao cắt phụ tải
			12	1250	200	25	63	Cầu chì
			24	1250	200	16	50	Thiết bị đo lường
8AA20	Không khí		7,2	630	630	20	50	Dao cắt phụ tải
			12	630	630	20	50	Cầu chì
			24	630	630	16	40	Thiết bị đo lường

Ghi chú : • Có thể thay đổi các thiết bị đóng cắt đặt trong tủ

• Có thể lựa chọn sơ đồ tủ thích hợp (Siemens có 38 sơ đồ mẫu)

B.3.2. Thông số kỹ thuật các tủ máy cắt 7,2 – 36 kV đặt tại trạm BATG và TPP do SIEMENS chế tạo

Loại tủ	Cách điện	Loại trạm	I _{dm} , A của thanh cái			I _{dm} , A các nhánh			I _{np} , kA max			I _{np} , kA 1-3s						
			7,2	12	24	36	7,2	12	24	36	7,2	12	24	36	7,2	12	24	36
8BJ50	Không khí	1HTTG	2500	2500	2500	-	2500	2500	2000	-	0	0	-	-	40	40	25	-
		2HTTG																
8BK20	Không khí	1HTTG	4000	4000	2500	2500	4000	4000	2000	2500	125	125	125	80	50	50	25	31,5
		2HTTG																
8BH30	Không khí	1HTTG	4000	4000	-	-	400	400	-	-	-	-	-	50	50	-	-	
8BK40	Không khí	1HTTG	5000	5000	5000	-	5000	5000	5000	-	160	160	160	63	63	63	-	
8BK41	Không khí	Máy phát	-	-	-	-	12500	12500	12500	-	225	225	225	80	80	80	-	
8DC11	SF ₆	1HTTG	1250	1250	1250	-	1250	1250	1250	-	63	63	63	25	25	25	-	
8DA10	SF ₆	1HTTG	3150	3150	3150	2500	2500	2500	2500	2500	110	110	110	40	40	40	40	
8DB10	SF ₆	2HTTG	3150	3150	3150	2500	2500	2500	2500	2500	110	110	110	40	40	40	40	
8FG10	Không khí	Máy phát	-	-	-	-	1250	1250	1250	-	225	225	225	80	80	80	-	

- Ghi chú :**
- Tủ 8BK30 đặt công tắc tơ dùng cho động cơ cao áp
 - Có thể thay máy cắt trong các tủ trên bằng các thiết bị khác như cầu chì, dao cắt phụ tải
 - Mỗi loại tủ chế tạo với nhiều loại sơ đồ đấu nối khác nhau (xem chào hàng của siemens)

B.3.3. Thông số kỹ thuật cấu chi tự rơi do CHANGE (M) chế tạo

Loại	$U_{LV\ max}$ KV	I_{dm} A	I_N kA	Trọng lượng, KG
C710-123PB	7,8	200	12	8,26
C710-112PB	15	100	10	7,88
C710-114PB	15	100	16	7,98
C710-133PB	15	300	12	8,03
C710-433PB	15	300	12	8,03
C710-222PB	15	200	10	8,48
C710-211PB	27	100	8	8,07
C710-213PB	27	100	12	8,16
C710-233PB	27	300	12	8,25

B.3.4. Thông số kỹ thuật cấu dao phụ tải do ABB chế tạo

Số thứ tự	Các loại theo ký hiệu	U_{dm} KV	I_{dm} A	I_N		$I_{N\ max}$ kA	Công suất cắt		Công suất cắt đường/cáp-chất tải/Bộ tụ 1 pha		Công suất cắt		
				1s kA	3s kA		Tải thuần	Số lần hoạt động	Dòng điện	Số lần hoạt động	kA	Số lần hoạt động	
1	NPS 24 B1/A1...A4	24	400	400	10	40	25A/24kV	100	20	15	20	5	7
2	NPS 24 B1-K4J2		400	16	10	40	250A	100	-/20/-	250/10/-	-/20/-	8	50
3	NPS 24 B1-K5J2		400	16	10	40	630A/400A	10/100	-/20/-	630/10/-	-/20/-	8	50
4	NPS 24 A2/A1	24	630	20	16	50	25A/24kV	100	20	15	20	5	5
5	NPS 24 A2-J2/A1		630	20	16	50	32A/15 KV	100	20	15	20	5	5
6	NPS 24 A2 - K2/A1	24	630	20	16	50	630A/200A	10/150	20	200/50/200	20	12,5	16
7	NPS 24 A2-K2-J2/A1		630	20	16	50	630A/200A	10/150	20	200/50/200	20	12,5	16
8	NPS 36 A2/A1	36	630	16	16	40	16A	100	20	10	20	5	5
9	NPCN 564 B		630	16	10	40	16A	100	20	10	20	5	5

B.3.5. Thông số kỹ thuật cầu dao phụ tải do Siemens chế tạo

Loại	U_{dm} , kV	I_{dm} , A	Số lần cắt	I_{Nmax} , kA	I_N 1-3s, kA
3CJ1461	12	630	20	50	23
3CJ1361	12	630	20	65	26
3CJ1561	24	630	20	45	20
3CJ1661	24	630	20	45	20

B.3.6. Thông số kỹ thuật cầu chì cao áp do SIEMENS chế tạo

U_{dm}	I_{dm}	Kích thước		$I_{cắt N}$	$I_{cắt N min}$	Tổn hao công suất	Loại cầu chì	Khối lượng
		Dài	Đường kính					
kV	A	mm		kA	kA	W		kg
3,6/7,2	6	192	69	80	25	13	3GD1 101-2B	1,8
	10	192	69	80	56	9	3GD1 102-2B	1,8
	16	192	69	80	62	12	3GD1 103-2B	1,8
	20	192	69	80	62	16	3GD1 104-2B	1,8
	25	192	69	80	120	18	3GD1 105-2B	1,8
	32	192	69	80	158	20	3GD1 106-2B	1,8
	40	192	69	80	200	22	3GD1 108-2B	1,8
	50	192	69	80	225	34	3GD1 110-2B	1,8
	63	192	69	80	300	35	3GD1 113-2B	1,8
	80	192	69	80	350	51	3GD1 116-2B	1,8
	100	192	69	80	400	78	3GD1 120-2B	1,8
	125	442	88	63	500	63	3GD1 125-4D	5,8
	160	442	88	63	875	63	3GD1 132-4D	5,8
	200	442	88	63	1260	78	3GD1 140-4D	5,8
	250	442	88	63	1260	100	3GD1 150-4D	5,8
12	6	292	69	63	25	18	3GD1 201-3B	2,6
	10	292	69	63	56	10	3GD1 202-3B	2,6
	16	292	69	63	62	16	3GD1 203-3B	2,6
	20	292	69	63	62	19	3GD1 204-3B	2,6
	25	292	69	63	120	24	3GD1 205-3B	2,6
	32	292	69	63	158	27	3GD1 206-3B	2,6
	40	292	69	40	200	31	3GD1 208-3B	2,6
	50	292	69	40	225	40	3GD1 210-3B	2,6
	63	292	69	40	300	42	3GD1 213-3B	2,6
	80	292	69	40	350	62	3GD1 216-3B	2,6
	100	292	69	40	400	85	3GD1 220-3B	2,6
	125	442	88	40	500	110	3GD1 225-4D	5,8
160	442	88	40	875	240	3GD1 232-4D	5,8	
24	6	442	69	40	25	35	3GD1 401-3B	3,8
	10	442	69	40	56	22	3GD1 402-3B	3,8
	16	422	69	40	62	33	3GD1 403-3B	3,8
	20	442	69	40	62	37	3GD1 404-3B	3,8
	25	442	69	40	120	46	3GD1 405-3B	3,8
	32	422	69	31,5	270	50	3GD1 406-3B	3,8
	40	442	69	31,5	315	52	3GD1 408-3B	3,8
	50	442	69	31,5	315	63	3GD1 410-3B	3,8

Tiếp B.3.6

U_{dm}	I_{dm}	Kích thước		$I_{cắt N}$	$I_{cắt N min}$	Tổn hao công suất	Loại cấu chi	Khối lượng
		Dài	Đường kính					
kV	A	mm		kA	kA	W		kg
	63	442	88	31,5	432	65	3GD1 413-3B	5,8
	80	442	88	31,5	475	95	3GD1 416-3B	5,8
	100	422	88	31,5	540	131	3GD1 420-3B	5,8
36	6	537	69	31,5	25	65	3GD1 601-3B	4,6
	10	537	69	31,5	56	28	3GD1 602-3B	4,6
	16	537	69	31,5	62	47	3GD1 603-3B	4,6
	20	537	69	31,5	120	56	3GD1 604-3B	4,6
	25	537	88	31,5	120	70	3GD1 605-3B	4,6
	40	537	88	31,5	230	78	3GD1 606-3B	6,8
				31,5	315	90	3GD1 608-3B	6,8

B.3.7. Thông số kĩ thuật chống sét van 3-30kV do Cooper (Mĩ) chế tạo

U_{dm} , kV	Giá đỡ ngang	Giá đỡ khung	Giá đỡ MBA và đường dây	Giá đỡ côngxôn kiểu dàn khung	Giá đỡ hình khối
3	AZLP501B3	AZLP519B3	AZLP531A3	AZLP531B3	AZLP519C3
6	AZLP501B6	AZLP519B6	AZLP531A6	AZLP531B6	AZLP519C6
9	AZLP501B9	AZLP519B9	AZLP531A9	AZLP531B9	AZLP519C9
10	AZLP501B10	AZLP519B10	AZLP531A10	AZLP531B10	AZLP519C10
12	AZLP501B12	AZLP519B12	AZLP531A12	AZLP531B12	AZLP519C12
15	AZLP501B15	AZLP519B15	AZLP531A15	AZLP531B15	AZLP519C15
18	AZLP501B18	AZLP519B18	AZLP531A18	AZLP531B18	AZLP519C18
21	AZLP501B21	AZLP519B21	AZLP531A21	AZLP531B21	AZLP519C21
24	AZLP501B24	AZLP519B24	AZLP531A24	AZLP531B24	AZLP519C24
27	AZLP501B27	AZLP519B27	AZLP531A27	AZLP531B27	AZLP519C27
30	AZLP501B30	AZLP519B30	AZLP531A30	AZLP531B30	AZLP519C30

B.3.8. Thông số kỹ thuật máy biến dòng điện do SIEMENS chế tạo

Kiểu	Thông số kỹ thuật	4MA72	4MA74	4MA76
Hình hộp	$U_{đm}$, kV	12	24	36
	U chịu đựng tần số công nghiệp 1', kV	28	50	70
	U chịu đựng xung 1,2/50 μ s, kV	75	125	170
	$I_{1đm}$, A	20-2500	20-2500	20-2000
	$I_{2đm}$, A	1 hoặc 5	1 hoặc 5	1 hoặc 5
	$I_{đđ\ nh\ 1s}$, kA	80	80	80
	$I_{đđ\ d\ 5s}$, kA	120	120	120
	Trọng lượng, kG	20	25	25
		4MB12	4MB13	4MB14
Hình xuyên	$U_{đm}$, kV	12	36	24
	U chịu đựng tần số công nghiệp 1', kV	28	70	50
	U chịu đựng xung 1,2/50 μ s, kV	75	170	128
	$I_{1đm}$, A	1500-4000	1500-6000	1500-4000
	$I_{2đm}$, A	1 hoặc 5	1 hoặc 5	1 hoặc 5
	$I_{đđ\ nh\ 1s}$, kA	80	80	80
	$I_{đđ\ d\ 5s}$, kA	120	120	120
	Trọng lượng, kG	26	34	26
		4ME12	4ME14	4ME16
Hình trụ	$U_{đm}$, kV	12	24	36
	U chịu đựng tần số công nghiệp 1', kV	28	50	70
	U chịu đựng xung 1,2/50 μ s, kV	57	125	170
	$I_{1đm}$, A	5-1200	5-1200	5-1200
	$I_{2đm}$, A	1 hoặc 5	1 hoặc 5	1 hoặc 5
	$I_{đđ\ nh\ 1s}$, kA	80	80	80
	$I_{đđ\ d\ 5s}$, kA	120	120	120
	Trọng lượng, kG	38	42	50

B. 3.9. Thông số kỹ thuật máy biến áp đo lường do SIEMENS chế tạo

Kiểu	Thông số kỹ thuật	1 hệ thống thanh góp		2 hệ thống thanh góp			
		4MR12	4MR14	4MR22	4MR24		
Hình hộp	U_{dm} , kV	12	24	12	24		
	U chịu đựng tần số công nghiệp 1 ^o , kV	28	50	28	50		
	U chịu đựng xung 1,2/50 μ s, kV	75	125	75	175		
	U_{1dm} , kV	$11,5/\sqrt{3}$	$22/\sqrt{3}$	11,5	22		
	U_{2dm} , V	100 $\sqrt{3}$, 110/ $\sqrt{3}$, 120 $\sqrt{3}$		100, 110, 120			
	Tải định mức, VA	350	500	400	400		
	Trọng lượng, kG	18	28	18	30		
		1 hệ thống thanh góp			2 hệ thống thanh góp		
		4MR52	4MR54	4MR56	4MR62	4MR64	4MR66
Hình xuyên	U_{dm} , kV	12	24	36	12	24	36
	U chịu đựng tần số công nghiệp 1 ^o , kV	28	50	70	28	50	70
	U chịu đựng xung 1,2/50 μ s, kV	75	125	170	75	125	170
	U_{1dm} , kV	$11,5/\sqrt{3}$	$22/\sqrt{3}$	$35/\sqrt{3}$	11,5	22	35
	U_{2dm} , V	100/ $\sqrt{3}$, 110/ $\sqrt{3}$, 120/ $\sqrt{3}$			100, 110, 120		
	Tải định mức, VA	600	600	800	600	600	800
	Trọng lượng, kG	25	35	60	25	35	70
		1 hệ thống thanh góp			2 hệ thống thanh góp		
		4MS32	4MS34	4MS36	4MS42	4MS44	4MS46
Hình trụ	U_{dm} , kV	12	24	36	12	24	36
	U chịu đựng tần số công nghiệp 1 ^o , kV	28	50	70	35	55	75
	U chịu đựng xung 1,2/50 μ s, kV	75	125	170	75	125	170
	U_{1dm} , kV	$12/\sqrt{3}$	$22/\sqrt{3}$	$35/\sqrt{3}$	12	22	35
	U_{2dm} , V	100/ $\sqrt{3}$, 110/ $\sqrt{3}$, 120/ $\sqrt{3}$			100, 110, 120		
	Tải định mức, VA	400	400	400	500	500	900
	Trọng lượng, kG	45	45	55	40	45	77

Bảng 4. CÁC LOẠI ÁP TÔ MẮT
B.4.1. Thông số kĩ thuật các loại áp tô mắ t từ 16 đến 3200A do Merlin Gerin chế tạo

Loại A Thông số kỹ thuật	16-250A NS250N	160-400A NS400N	250-630 NS630N	320-800A C801N	400-1000A C1001N	500-1250A C1251N	625-1250A CM1250N	800-1600A CM 1600N	1000-2000A CM2000N	1250-2500A CM2500N	1600-3200A CM3200N
Số cực	2-3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3
$I_{đm. A}$	250	400	630	800	1000	1250	1250	1600	2000	2500	3200
$U_{đm. VA}$	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690
$I_N KV$	8	10	10	25	25	25	50	50	50	50	50

B.4.2. Thông số kĩ thuật các loại áp tô mắ t từ 800 đến 6300A do Merlin Gerin chế tạo

Loại A Thông số kĩ thuật	M08	M10	M12	M16	M20	M25	M32	M40	M50	M63
Số cực	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4
$I_{đm. A}$	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300
$U_{đm. VA}$	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690
$I_N KV$	40	40	40	40	55	55	75	75	85	85

B.4.5. Thông số kĩ thuật aptômat chống giật từ 200 đến 800A (ELCB) do Mitsubishi (Nhật Bản) chế tạo

Khung dòng điện	400	400	400	400	400	630
Mã, kí hiệu	NV400-CW	N400-SW	NV400-SEW	NV400-HEW	NV400-REW	NV630-CW
$I_{\text{to đm}}$ (mA)	(30) 100, 200, 500, Lựa chọn	(30), 100, 200, 500, Lựa chọn	(30), 100, 200, 500, Lựa chọn	(30) 100, 200, 500, Lựa chọn	100, 200, 500 Lựa chọn	100, 200, 500 Lựa chọn
$I_{\text{đm}}$ (A)	250, 300, 350, 400	250, 300, 350, 400	200, 400 Điều chỉnh	200 – 400 Điều chỉnh	200 – 400 Điều chỉnh	500, 600, 630
U_{dm} (V)	100 – 440	100 – 440	100 – 440	100 – 440	100 – 440	100 – 440
$I_{\text{đm}}$ (kA)	15	15	15	20	20	20
Số cực	3	3	3	3	3	3

Tiếp B.4.5

Khung dòng điện	630	630	630	800	800
Mã, kí hiệu	NV630-SW	NV630-SEW	NV630-HEW	NV800-SEW	NV800-HEW
$I_{\text{to đm}}$ (mA)	100, 200, 500 Lựa chọn	100, 200, 500, Lựa chọn	100, 200, 500 Lựa chọn	100, 200, 500, Lựa chọn	100, 200, 500 Lựa chọn
$I_{\text{đm}}$ (A)	500, 600, 630	300 – 630 Điều chỉnh	300 – 630 Điều chỉnh	400 – 800 Điều chỉnh	400 – 800 Điều chỉnh
U_{dm} (V)	100 – 440	100 – 440	100 – 440	100 – 440	100 – 440
$I_{\text{đm}}$ (kA)	25	25	25	25	35
Số cực	3	3	3	3	3

B.4.6. Thông số kĩ thuật aptomat từ 6 đến 63A (MCB) do Mitsubishi (Nhật Bản) chế tạo

Mã, kí hiệu	BH-D6					BH-D10	
	I_{dn} (A)	6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	1, 2, 4, 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63
U_{dm} (V)	230/400	400	400	400	230	440	440
$I_{cđm}$ (kA)	6	6	6	6	6	10(230/400V)	10(400V)
Số cực	1	2	3	4(3+N)	2(1+N)	1	2

Tiếp B.4.6

Mã, kí hiệu	BH-D10		BH-DN	BV-D		BV-DN
	I_{dn} (A)	1, 2, 4, 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63		1, 2, 4, 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	6, 10, 16, 20	
U_{dm} (V)	440	440	230	230	230/400	230
$I_{cđm}$ (kA)	10 (400V)	10(400V)	4, 5	6	6	4, 5
Số cực	3	4(3+N)	2(1+N)	2(1+N)	4(3+N)	2(1+N)
Độ nhạy dòng điện rò $I_{r0\ dđm}$ (mA)			30.300	30.300	30.300	30.100.300

B.4.7. Thông số kĩ thuật aptomat từ 630 đến 6300 (ACB) do Mitsubishi (Nhật Bản) chế tạo

Mã, kí hiệu	AE630-SW	AE1000-SW	AE1250-SW	AE1600-SW	AE2000-SWA	AE2000-SW
I_{dm} (A)	630	1000	1250	1600	2000	2000
$U_{đc}$ (V)	690	690	690	690	690	690
$I_{cđc}$ (kA)	65	65	65	65	65	75
Số cực	3 4	3 4	3 4	3 4	3 4	3 4

Tiếp B.4.7

Mã, kí hiệu	AE2500-SW	AE3200-SW	AE4000-SWA	AE4000-SW	AE5000-SW	AE6300-SW
I_{dm} (A)	2500	3200	4000	4000	5000	6300
$U_{đc}$ (V)	690	690	690	690	690	690
$I_{cđc}$ (kA)	75	75	75	85	85	85
Số cực	3 4	3 4	3 4	3 4	3 4	3 4

Ghi chú. Áp tô mát có dòng điện định mức từ 2000A trở lên gọi là máy cắt không khí (Air circuit Breaker).

Bảng 5. CẦU CHỈ HẠ ÁP
B.5.1. Thông số kỹ thuật cầu chì điện áp thấp
kiểu ống ПП – 2 do Liên Xô chế tạo

Dòng điện định mức của cầu chì (A)	Dòng điện định mức của dây chảy (A)	Dòng điện cắt giới hạn của dòng xoay chiều khi điện áp : (A)		
		220V	380V	500V
15	6, 10, 15	1200	8000	7000
60	15, 20, 25, 34, 45, 60	5500	4500	3500
100	60, 80, 100	11.000	11.000	10.000
200	100, 125, 160, 200	11.000	11.000	10.000
350	200, 225, 260, 300, 350	10.000	13.000	11.000
600	350, 430, 500, 600	15.000	23.000	20.000
1000	600, 700, 850, 1000	15.000	20.000	20.000

B.5.2. Thông số kỹ thuật của cầu chì điện áp thấp
kiểu ПН-2 và ППН, do Liên Xô chế tạo

Kiểu	Dòng điện định mức, A		Dòng điện cắt giới hạn, kA
	Của cầu chì	Của dây chảy	
ППН	40	6, 10, 15, 20, 25, 30, 40	-
ПН-2-100	100	30, 40, 50, 60, 80, 100	50
ПН-2-250	250	80, 100, 120, 150, 200, 250	40
ПН-2-400	400	200, 250, 300, 400	25
ПН-2-600	600	300, 400, 500, 600	25

Bảng 6. TỤ ĐIỆN HẠ ÁP
B.6.1. Thông số kỹ thuật tụ điện bù cosφ do Liên Xô chế tạo

Loại	Công suất danh định, kVAr	Điện dung danh định, μF	Kiểu chế tạo	Chiều cao H, mm	Khối lượng, kg
1	2	3	4	5	6
Loại 1					
KM1-3,15-12-2Y1	12	3,8	Một pha	466	-
KM1-6,3-12-2Y1	12	1,0	"	506	-
KM1-10,5-12-2Y1	12	0,35	"	546	-
KM2-3,15-24-2Y1	24	7,7	"	781	-
KM2-8,3-24-2Y1	24	1,9	"	821	-
KM2-10,5-24-2Y1	24	0,7	"	861	-
Loại 2					
KC1-0,022-3Y1	6	395	Một pha và ba pha	472	-
KC1-0,38-14-3Y1	14	309		472	-

Loại	Công suất danh định, kVA _r	Điện dung danh định, μF	Kiểu chế tạo	Chiều cao H, mm	Khối lượng, kg
KC1-0,5-14-3Y1	14	178		472	-
KC1-0,66-16-3Y1	14	117		472	-
KC2-0,22-12-3Y3	12	790		725	-
KC2-0,38-36-3Y3	36	794		725	-
KC2-0,5-36-3Y3	36	458		725	-
KC2-0,66-40-3Y3	40	292		739	-
KC2-0,220-12-3Y1	12	790		787	-
KC2-0,38-28-3Y1	28	618		787	-
KC2-0,5-28-3Y1	28	357		787	-
KC2-0,66-32-3Y1	32	234		787	-
Loại 3					
KC1-0,22-8-3Y3	8	526	Một pha và ba pha _q	410	30
KC1-0,38-25-3Y3	25	551		410	30
KC1-0,66-25-3Y3	25	183		418	30
KC1-0,22-8-3Y1	8	526		472	30

**Bảng 7. ĐIỆN TRỞ, ĐIỆN KHÁNG CUỘN DÂY
VÀ ĐIỆN TRỞ TIẾP XÚC CỦA CẦU DAO, ÁP TÔ MÁT**

**3.7.1. Điện trở và điện kháng của cuộn dây bảo vệ quá dòng điện và
của áp tô mát, mΩ**

Dòng điện định mức của cuộn dây, A	50	70	100	140	200	400	600
X, mΩ	2,7	1,3	0,86	0,55	0,28	0,1	0,094
r, mΩ ở nhiệt độ 65°C	5,5	2,35	1,30	0,74	0,36	0,15	0,12

B.7.2. Điện trở tiếp xúc của cầu dao và áp tô mát, mΩ

Dòng điện định mức, A	50	70	100	140	200	400	600	1000
Áp tô mát	1,3	1,0	0,75	0,65	0,6	0,4	0,25	-
Cầu dao	-	-	0,5	0	0,4	0,2	0,15	0,08

Bảng 8. TỦ PHÂN PHỐI HẠ ÁP

B.8.1. Tủ phân phối hạ áp của hãng SAREL (Pháp)

Sarel chỉ chế tạo các loại vỏ tủ chứ không lắp đặt sẵn các thiết bị đóng cắt vào trong tủ. Với 3 kích thước : cao từ 1200 đến 2200 mm ; rộng từ 600 đến 1200 mm và sâu từ 400 đến 800 mm với các tổ hợp khác nhau, cách bố trí cánh tủ khác nhau v.v... Sarel đã tạo ra hàng trăm mẫu tủ khác nhau. Trên khung tủ đã làm sẵn các lỗ gá dày đặc để có thể gá lắp các giá đỡ tùy ý tùy

theo thiết bị chọn lắp đặt. Tủ Sarel vững chắc, đa chức năng, dễ tháo lắp, linh hoạt với kích cỡ tùy thích của khách hàng, được đặt tiện lợi trên mặt nền láng xi măng. Dưới đây giới thiệu một số trong hàng trăm mẫu tủ của Sarel.

Kích thước khung tủ, mm			Số cánh cửa tủ	Cánh tủ phẳng	Cánh tủ phẳng khung phẳng	Cánh tủ tráng men
Cao	Rộng	Sâu				
1			2	3	4	5
1800	600	400	1	61264	67564	61564
		500	1	61265	67565	61565
		600	1	61266	67566	61566
		800	1	61268	67568	61568
	800	400	1	61274	67574	61574
		500	1	64275	67575	61575
		600	1	61276	67576	61576
	1000	400	2	61279	67579	61579
		400	1	61479	67779	61779

Bảng 9. CÁC SỐ LIỆU VỀ DÂY DẪN VÀ DÂY CÁP ĐIỆN

B.9.1. Đặc tính cơ lý của dây dẫn

Vật liệu dây dẫn	Trọng lượng riêng, N/dm ³	Cường độ giới hạn đứt, N/mm ²	Môđun đàn hồi, N/mm ²	Hệ số nhiệt nở dài, độ-1
Đồng kéo cứng	87,2	382	127.10 ³	17.10 ⁻⁶
Đồng đỏ	87,2	529	127.10 ³	18.10 ⁻⁶
Nhôm	26,5	147 – 157(+)	61,6.10 ³	23.10 ⁻⁶
Hợp kim andorây (AL, Mg, Si)	26,5	294 – 343	(55-55,8).10 ³	23.10 ⁻⁶
Thép :				
đơn ПГО	77	540	196.10 ³	12.10 ⁻⁶
bện ПГС và ПМС	77	636 – 685(++)	196.10 ³	12.10 ⁻⁶
trong dây nhôm lõi thép và dây thép chống sét	77	1175	196.10 ³	12.10 ⁻⁶

B.9.2. Các số liệu tính toán của dây đồng và dây nhôm

Tiết diện định mức, mm ²	Tiết diện tích toán, mm ²	Đường kính tính toán của dây dẫn, mm	Điện trở khi nhiệt độ 20°C, Ω/km, không lớn hơn	Khối lượng tính toán của dây dẫn, kg/km
M				
4	3,94	2,2	4,65	35
6	5,85	2,7	3,06	52
10	9,79	3,5	7,81	87
16	15,5	5,0	1,20	140
25	24,5	6,3	0,74	221
35	34,1	7,5	0,54	323
50	48,5	8,9	0,39	439
70	68,3	10,7	0,28	618
95	92,5	12,5	0,20	837
120	117	14,0	0,158	1058
150	148	15,8	0,123	1338
185	180	17,4	0,103	1627
240	234	19,9	0,078	2120
300	288	22,1	0,062	2608
400	389	25,6	0,047	3521
A				
16	15,9	5,1	1,98	41
25	24,7	6,4	1,28	68
35	34,4	7,5	0,92	95
50	49,5	9,0	0,64	136
70	69,3	10,7	0,46	191
95	93,3	12,4	0,34	257
120	117	14,0	0,27	322
150	148	15,8	0,21	407
185	183	17,5	0,17	503
240	239	20,0	0,132	656
300	298	22,4	0,106	817
400	396	25,8	0,080	1087
500	501	29,1	0,063	1376
600	604	32,0	0,052	1658

B.9.3. Số liệu tính toán của dây nhôm lõi thép

Tiết diện định mức của dây dẫn, mm ²	Tiết diện tính toán của dây dẫn, mm ²		Đường kính tính toán, mm		Điện trở khi nhiệt độ +20°C, Ω/km, không lớn hơn	Khối lượng tính toán của dây dẫn, kg/km
	Phần nhôm dẫn điện của dây dẫn	Lõi thép	Dây dẫn	Lõi thép		
AC						
10	10,1	1,13	4,4	1,2	3,12	36
16	15,3	2,50	5,4	1,8	2,06	62
25	22,8	3,80	6,6	2,2	1,38	92
35	36,9	6,20	8,4	2,8	0,85	150
50	48,3	8,0	9,6	3,2	0,65	196
70	68,0	11,3	11,4	3,8	0,46	275
95	95,4	15,9	13,5	4,5	0,33	386
120	115	22,0	15,2	6,0	0,27	492
150	148	26,6	17,0	6,6	0,21	617
185	181	34,4	19,0	7,5	0,17	771
240	238	43,1	21,6	8,4	0,132	997
300	295	56,3	24,2	9,6	0,107	1257
400	395	72,2	28,0	11,0	0,080	1660
ACO						
150	148	17,8	16,6	5,4	0,21	559
185	181	22,0	18,4	6,0	0,17	687
240	243	31,7	21,6	7,2	0,130	937
300	291	37,2	23,5	7,8	0,108	1098
400	392	49,5	27,2	9,0	0,080	1501
500	482	59,7	30,2	10,0	0,065	1836
600	578	72,2	33,1	11,0	0,055	2206
700	712	93,3	37,1	12,5	0,044	2756
ACY						
120	116	26,6	15,5	6,6	0,28	530
150	147	34,4	17,5	7,5	0,21	678
185	185	43,1	19,6	8,4	0,17	850
240	241	56,3	22,4	9,6	0,131	1111
300	297	72,2	25,2	11,0	0,106	1390
400	400	93,3	29,0	12,5	0,079	1840

B.9.4. Cảm kháng của đường dây trên không $\frac{\Omega \cdot 10^{-3}}{\text{km}}$

Khoảng cách trung bình hình học của dây dẫn, m	Đường kính dây dẫn, mm													
	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24	28	32
0,6	359	347	337	329	322	316	305	295	-	-	-	-	-	-
0,8	376	364	356	347	340	333	322	312	-	-	-	-	-	-
1,0	391	379	370	361	354	347	336	326	-	-	-	-	-	-
1,25	404	393	383	376	368	362	350	340	-	-	-	-	-	-
1,50	416	404	394	386	379	372	352	351	-	-	-	-	-	-
1,75	426	415	404	396	389	383	371	363	-	-	-	-	-	-
2,0	433	422	413	404	396	391	379	370	361	354	347	-	-	-
2,5	-	-	426	419	411	404	393	383	376	368	362	-	-	-
3,0	-	-	437	429	422	416	404	394	386	379	372	-	-	-
3,5	-	-	488	439	432	426	415	404	396	389	383	-	-	-
4,0	-	-	456	448	441	433	422	413	404	396	391	379	370	361
4,5	-	-	-	-	448	441	432	419	412	404	398	386	378	369
5,0	-	-	-	-	455	448	436	426	419	411	404	393	383	376
5,5	-	-	-	-	461	454	442	432	425	418	410	399	389	381
6,0	-	-	-	-	466	460	448	436	429	422	416	404	394	386
6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	421	410	400	391
7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	426	415	404	396
7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	430	419	409	400
8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	433	422	413	404
8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	438	426	416	408

Chú thích. Cảm kháng của đường dây có đường kính không nêu trong bảng này được tính theo cách nội suy.

B.9.5. Dung dẫn của đường dây trên không $\frac{1}{\Omega \text{km}} \cdot 10^{-6}$

Khoảng cách trung bình hình học giữa các dây dẫn, m	Đường kính dây dẫn, mm									
	9	10	12	14	16	18	20	24	28	32
3,0	2,68	2,73	2,82	2,90	2,95	3,01	3,06	-	-	-
3,5	2,62	2,66	2,73	2,82	2,87	2,93	2,98	-	-	-
4,0	-	2,61	2,68	2,75	2,82	2,87	2,92	3,01	3,08	3,16
4,5	-	2,56	2,62	2,70	2,76	2,82	2,86	2,94	3,02	3,10
5,0	-	2,53	2,60	2,66	2,71	2,76	2,82	2,89	2,97	3,03
5,5	-	2,49	2,56	2,62	2,67	2,72	2,77	2,86	2,93	2,99
6,0	-	2,46	2,53	2,59	2,64	2,68	2,73	2,82	2,90	2,95
6,5	-	-	-	-	-	-	2,70	2,77	2,85	2,91
7,0	-	-	-	-	-	-	2,66	2,73	2,82	2,87
7,5	-	-	-	-	-	-	2,64	2,71	2,78	2,84
8,0	-	-	-	-	-	-	2,61	2,68	2,75	2,82
8,5	-	-	-	-	-	-	2,59	2,66	2,73	2,78

Chú thích. Dung dẫn của đường dây có đường kính không nêu trong bảng này được tính theo cách nội suy.

B.9.6. Điện trở và điện kháng của thanh cái phẳng

Kích thước, mm	r_0 , khi 65°C, mΩ/m		x_0 (đồng và nhôm), mΩ/m			
	Đồng	Nhôm	Khi khoảng cách trung bình hình học, mm			
			100	150	200	300
25 × 3	0,268	0,475	0,179	0,200	0,295	0,244
30 × 3	0,223	0,394	0,163	0,189	0,206	0,235
30 × 4	0,167	0,296	0,163	0,189	0,206	0,235
40 × 4	0,125	0,222	0,145	0,170	0,189	0,214
40 × 5	0,100	0,177	0,145	0,170	0,189	0,214
50 × 5	0,080	0,142	0,137	0,156	0,180	0,200
50 × 6	0,067	0,118	0,127	0,156	0,180	0,200
60 × 6	0,056	0,099	0,119	0,145	0,163	0,189
60 × 8	0,042	0,074	0,119	0,145	0,163	0,189
80 × 8	0,031	0,055	0,102	0,126	0,145	0,179
80 × 10	0,025	0,044	0,102	0,126	0,145	0,170
100 × 10	0,020	0,035	0,090	0,113	0,133	0,157

B.9.7. Thông số kỹ thuật của dây nhôm do hãng LENS (Pháp) chế tạo

Tiết diện		Số sợi và đường kính 1 sợi	Đường kính ngoài cùng	Trọng lượng	Khả năng chịu lực	r_0 ở 20°C
Định mức	Thực tế					
mm ²	mm ²	mm	mm	kg/km	daN	Ohm/km
16	15,89	7/1,70	5,1	44	290	1,8018
25	24,25	7/2,10	6,3	67	425	1,1808
35	34,36	7/2,50	7,5	94	585	0,8332
50	49,48	7/3,00	9,0	135	810	0,5786
50	48,36	19/1,80	9,0	133	860	0,5950
70	65,82	19/2,10	10,5	181	1150	0,4371
95	93,27	19/2,50	12,5	256	1595	0,3084
120	117,00	19/2,80	14,0	322	1910	0,2459
150	114,10	37/2,25	15,2	406	2570	0,1960
185	181,60	37/2,50	17,5	501	3105	0,1587
240	242,54	61/2,25	20,2	670	4015	0,1191
300	299,43	61/2,50	22,5	827	4850	0,09650
400	400,14	61/2,89	26,0	1105	6190	0,07221
500	499,83	61/3,23	29,1	1381	7600	0,05781
625	626,20	91/2,96	32,6	1733	9690	0,04625
800	802,10	91/3,35	36,8	2219	12055	0,03611
1000	999,71	91/3,74	41,1	2766	14845	0,02897

B.9.8. Thông số kỹ thuật dây nhôm lõi thép do hãng LENS (Pháp) chế tạo

Định mức A/C	Tiết diện			Số sợi và đường kính 1 sợi		d ngoài	Trọng lượng			Khả năng chịu lực	r ₀ ở 20°C
	Thực tế			A	C		A	C	AC		
	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm		mm	mm	kG/km		
16/2,5	15,3	2,5	17,8	6/1,80	1/1,80	5,4	42	20	62	595	1,8780
25/4,0	23,8	4,0	27,8	6/2,25	1/2,25	6,8	65	32	97	920	1,2002
35/6,0	34,3	5,7	40,0	6/2,70	1/2,70	8,1	94	46	140	1265	0,8352
44/32,0	44,0	31,7	75,7	14/2,00	7/2,40	11,2	122	250	372	4500	0,6573
50/8,0	48,3	8,0	56,3	6/3,20	1/3,20	9,6	132	64	196	1710	0,5946
50/30	51,2	29,8	81,0	12/2,33	7/2,33	11,7	141	237	378	4380	0,5643
70/12	69,9	11,4	81,3	26/1,85	7/1,44	11,7	193	91	284	2680	0,4130
95/15	94,4	15,3	109,7	26/2,15	7/1,67	13,6	260	123	383	3575	0,3058
95/55	96,5	56,3	152,8	12/3,20	7/3,20	16,0	266	446	712	7935	0,2992
105/75	105,7	75,5	181,5	14/3,10	19/2,25	17,5	292	599	891	10845	0,2735
120/20	121,6	19,8	141,4	26/2,44	7/1,90	15,5	336	158	494	4565	0,2374
120/70	122,0	71,3	193,3	12/3,60	7/3,60	18	337	564	901	10000	0,2364
150/30	127,9	29,8	157,7	30/2,33	7/2,33	16,3	353	238	591	5760	0,2259
150/25	148,9	24,2	173,1	26/2,70	7/2,10	17,1	411	194	605	5525	0,1939
170/40	171,8	40,1	211,9	30/2,70	7/2,70	18,9	475	319	794	7675	0,1682
185/30	183,8	29,8	213,6	26/3,00	7/2,33	19	507	239	746	6620	0,1571
210/35	209,1	34,1	243,2	26/3,20	7/2,49	20,3	577	273	850	7490	0,1380
210/50	212,1	49,5	262,6	30/3,00	7/3,00	21	587	394	981	9390	0,1362
230/30	230,9	29,8	260,7	24/3,50	7/2,33	21	638	239	877	7310	0,1249
240/40	243,0	39,5	282,5	26/3,45	7/2,68	21,9	671	316	987	8640	0,1188
265/35	263,7	34,1	297,8	24/3,74	7/2,49	22,4	728	274	1002	8305	0,1094
300/50	304,3	49,5	353,7	26/3,86	7/3,00	24,5	840	396	1236	10700	0,09487
305/40	304,6	39,5	344,1	54/2,68	7/2,68	24,1	843	317	1160	9940	0,09490
340/30	339,3	29,8	369,1	48/3,00	7/2,33	25	938	242	1180	9290	0,08509
380/50	382,0	49,5	431,5	54/3,00	7/3,00	27	1056	397	1453	12310	0,07573
385/35	386,0	34,1	420,1	48/3,20	7/2,49	26,7	1067	277	1344	10480	0,07478
435/55	434,3	56,3	490,6	54/3,20	7/3,20	28,8	1203	450	1653	13645	0,06656
450/40	448,7	39,5	488,2	48/3,45	7/2,68	28,7	1241	320	1561	12075	0,06434
490/40	390,3	63,6	553,9	54/3,40	7/3,40	30,6	1356	510	1866	15310	0,05896
495/35	394,1	34,1	528,2	45/3,74	7/2,49	29,9	1363	283	1646	12180	0,05846
510/45	510,2	45,3	555,5	48/3,68	7/2,87	30,7	1413	365	1778	13665	0,05655
550/70	550,0	71,3	621,3	54/3,60	7/3,60	32,4	1520	572	2092	17060	0,05259
560/50	561,7	49,5	611,2	48/3,86	7/3,00	32,2	1553	401	1954	14895	0,05140
570/40	565,5	39,5	610,3	45/4,00	7/2,68	32,2	1563	325	1888	13900	0,05108
650/45	698,8	45,3	653,49	45/4,30	7/2,87	34,4	1791	372	2163	15552	0,0442
680/85	678,8	86,0	764,8	54/4,00	19/2,40	36	1866	702	2570	21040	0,04260
1045/4	1045,58	45,3	1090,9	72/4,30	7/2,87	43	2879	370	3249	21787	0,0277

B.9.9. Cáp nhôm hạ áp cách điện PVC do hãng LENS chế tạo

F, mm ²	d, mm			M, kg/km	r ₀ , Ω/km ở 20°C	I _{cp} , A	
	Lõi	Vỏ				Trong nhà	Ngoài trời
		min	max				
Cấp 1 lõi							
1 × 16	4,5	8,5	10,5	113	1,91	87	84
1 × 25	5,7	10,3	12,5	161	1,20	111	101
1 × 35	6,6	11,4	13,5	200	0,868	134	126
1 × 50	8,6	12,7	15,0	249	0,641	160	154
1 × 70	10,2	14,4	17,0	333	0,443	197	198
1 × 95	11,9	16,2	19,0	431	0,320	234	241
1 × 120	13,8	17,9	21,0	523	0,253	266	280
1 × 150	15,2	19,9	23,0	641	0,206	300	324
1 × 185	17,0	21,9	25,5	782	0,164	337	371
1 × 240	19,1	25,1	28,5	1018	0,125	388	439
1 × 300	21,4	27,5	31,0	1228	0,100	440	508
1 × 400	24,4	31,1	34,5	1536	0,0778	515	663
1 × 500	28,8	35,9	38,5	2026	0,0605	583	770
1 × 630	32,4	39,9	43,0	2569	0,0469	662	899
Cấp 2 lõi							
2 × 16	4,5	14,5	18,5	352	1,91	104	91
2 × 25	5,7	17,5	22,0	494	1,20	133	108
2 × 35	6,6	19,5	24,5	626	0,868	160	135
Cấp 3 lõi							
3 G 16	4,5	15,5	19,5	388	1,91	87	77
3 G 25	5,7	19,0	23,5	558	1,20	111	97
3 G 35	6,6	21,0	26,0	690	0,868	134	120
3 G 50	8,6	24,5	29,0	742	0,641	160	146
3 G 70	10,2	28,5	34,0	1380	0,443	197	187
3 G 95	11,9	32,5	38,5	1293	0,320	234	227
3 G 120	13,8	36,0	42,5	1574	0,253	266	263
3 G 150	15,2	40,0	47,5	1912	0,206	300	304
3 G 185	17,0	44,5	53,0	2355	0,164	337	347
3 G 240	19,1	50,5	59,5	3186	0,125	388	409
3 G 300	21,4	56,0	66,0	5203	0,100	440	471
Cấp 3 lõi + trung tính							
3 × 70 + 50	9,75/8,10	31,1	36,2	1635	0,443/0,641	197	187
3 × 95 + 50	11,20/8,10	34,7	40,6	1579	0,320/0,641	234	227
3 × 120 + 70	12,60/9,75	38,9	45,4	1917	0,253/0,443	266	263
3 × 150 + 70	15,2/9,75	42,6	49,5	2330	0,206/0,443	300	304
3 × 240 + 95	18,00/11,20	53,2	61,5	3863	0,125/0,320	388	409

B. 9.10. Cáp đồng hạ áp 1, 2, 3 lõi cách điện PVC do LENS chế tạo

F, mm ²	d, mm			M, kg/km	r ₀ , Ω/km ở 20°C	I _{cao} , A	
	Lõi	Vỏ				Trong nhà	Ngoài trời
		min	max				
Cấp 1 lõi							
1 × 1,5	1,4	5,3	6,6	49	12,1	31	24
1 × 2,5	1,8	5,7	7,0	61	7,41	41	33
1 × 4	2,25	6,2	7,6	79	4,61	53	45
1 × 6	2,90	6,9	8,2	105	3,08	66	58
1 × 10	3,80	7,7	9,2	150	1,83	87	80
1 × 16	4,8	8,5	10,5	211	1,15	113	107
1 × 25	6,0	10,3	12,5	319	0,727	144	138
1 × 35	7,1	11,4	13,5	425	0,524	174	169
1 × 50	8,4	12,7	15,0	555	0,387	206	207
1 × 70	10,10	14,4	17,0	766	0,268	254	268
1 × 95	11,1	16,2	19,0	969	0,193	301	328
1 × 120	12,6	17,9	21,0	1233	0,153	343	382
1 × 150	14,0	19,9	23,0	1507	0,124	387	441
1 × 185	15,6	21,9	25,5	1876	0,0991	343	506
1 × 240	17,9	25,1	28,5	2433	0,0754	501	599
1 × 300	20,1	27,5	31,0	2957	0,0601	565	693
1 × 400	23,2	31,1	34,5	3905	0,0470	662	825
1 × 500	26,2	35,9	38,5	4980	0,0366	750	946
1 × 630	29,7	39,9	43,0	6360	0,0283	850	1088
Cấp 2 lõi							
2 × 1,5	1,4	8,8	10,5	127	12,1	37	26
2 × 2,5	1,8	9,6	11,5	155	7,41	48	36
2 × 4	2,25	10,5	13,0	211	4,61	63	49
2 × 6	2,90	11,5	14,0	285	3,08	80	63
2 × 10	3,80	13,0	16,0	390	1,83	104	86
2 × 16	4,8	14,5	18,5	535	1,15	136	115
2 × 25	6,0	17,5	22,0	830	0,727	173	149
2 × 35	7,1	19,5	24,5	1105	0,524	208	185
Cấp 3 lõi + trung tính							
3 × 35 + 25(*)	7,1/6,0	24,6	27,3	1680	0,524/0,727	174	158
3 × 50 + 35	8,4/7,1	26,6	31,1	2225	0,387/0,524	206	192
3 × 70 + 35(*)	10/7,1	31,1	36,2	2985	0,268/0,524	254	246
3 × 70 + 50	10/8,4	31,1	36,2	3120	0,268/0,387	254	246
3 × 95 + 50	11,1/8,4	34,7	40,6	3910	0,193/0,387	301	298
3 × 120 + 70	12,6/10	38,9	45,4	5090	0,153/0,268	343	346
3 × 150 + 70	14,0/10	42,6	49,5	6055	0,124/0,268	397	395
3 × 185 + 70	15,6/10	47,1	54,4	7400	0,0991/0,268	434	450
3 × 240 + 95	17,9/11,1	53,2	61,5	9600	0,0754/0,193	501	538

**B.9.11. Cáp 6-10kV cách điện XLPE có đại thép vỏ PVC
do hãng ALCATEL (Pháp) chế tạo**

F	r_0		L_0	C_0	I_{ca}							
					Vùng mát (30°C)				Vùng nóng (50°C)			
					Trong nhà		Ngoài trời		Trong nhà		Ngoài trời	
					A		A		A		A	
mm ²	Ω/km		mH/km	$\mu F/km$	Cu		Al		Cu		Al	
	Cu	Al			Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al		
Cáp 1 lõi												
25	0,927	-	0,42	0,19	173	-	157	-	134	-	124	-
35	0,668	1,113	0,40	0,21	206	160	189	147	160	124	149	116
50	0,494	0,822	0,38	0,24	244	189	228	177	188	146	180	139
70	0,342	0,568	0,36	0,27	299	231	286	221	230	178	225	174
95	0,247	0,411	0,34	0,30	358	278	350	272	275	214	275	214
120	0,196	0,325	0,33	0,33	406	316	404	314	312	242	318	247
150	0,159	0,265	0,32	0,35	455	354	460	357	349	271	361	281
185	0,128	0,211	0,31	0,39	515	401	530	413	394	307	417	325
240	0,098	0,162	0,30	0,43	596	467	627	491	456	357	493	386
300	0,079	0,130	0,30	0,48	672	528	723	568	513	403	568	446
400	0,063	0,102	0,29	0,54	761	603	839	664	581	460	659	522
500	0,051	0,081	0,28	0,60	850	681	956	765	648	519	751	601
630	0,042	0,064	0,27	0,67	952	774	1097	891	725	589	862	700
800	0,035	0,052	0,26	0,75	1053	872	1246	1032	801	663	979	811
1000	0,030	0,044	0,26	0,83	1149	971	1389	1189	873	738	1091	934
1200	-	0,039	0,26	0,87	-	1025	-	1248	-	782	-	983
Cáp 3 lõi												
25	0,927	1,539	0,47	0,19	154	119	138	108	123	95	110	85
35	0,668	1,113	0,45	0,21	183	142	166	129	146	113	132	102
50	0,494	0,822	0,43	0,24	216	168	198	154	173	134	158	122
70	0,342	0,568	0,41	0,27	264	205	246	191	210	163	195	152
95	0,247	0,411	0,39	0,30	317	246	299	232	252	196	238	184
120	0,196	0,325	0,38	0,33	360	280	343	266	286	222	272	212
150	0,159	0,265	0,37	0,35	404	314	389	302	320	249	309	240
185	0,128	0,211	0,36	0,39	456	356	444	346	361	282	353	275
240	0,098	0,162	0,34	0,43	526	412	521	407	417	326	414	324
300	0,079	0,130	0,34	0,48	592	466	596	468	469	368	474	373
400	0,063	0,102	0,33	0,52	671	533	689	547	530	422	548	438

**B.9.12. Cáp 12-24kV cách điện XLPE có đai thép,
vỏ PVC do hãng ALCATEL chế tạo**

F	r ₀		L ₀	C ₀	I _{co}									
					Vùng mát (30°C)				Vùng nóng (50°C)					
	Ω/km				mH/km	μF/km	Trong nhà		Ngoài trời		Trong nhà		Ngoài trời	
	Cu	Al					A	A	A	A				
mm ²	Cu	Al	mH/km	μF/km	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al		
Cáp 1 lõi														
25	0,927	-	0,46	0,13	173	-	163	-	134	-	129	-		
35	0,668	1,113	0,44	0,15	206	159	197	152	160	124	155	120		
50	0,494	0,822	0,42	0,17	245	188	236	183	189	146	186	144		
70	0,342	0,568	0,39	0,19	297	230	294	228	231	179	232	180		
95	0,247	0,411	0,38	0,21	356	276	359	279	275	214	283	220		
120	0,196	0,325	0,36	0,22	405	314	414	321	312	243	326	253		
150	0,159	0,265	0,35	0,24	453	352	469	365	349	271	370	288		
185	0,128	0,211	0,34	0,26	513	399	540	420	395	307	426	331		
240	0,098	0,162	0,33	0,29	593	465	637	498	457	357	502	393		
300	0,079	0,130	0,32	0,32	670	526	732	574	514	404	577	453		
400	0,063	0,102	0,31	0,36	761	601	848	670	593	460	668	528		
500	0,051	0,081	0,30	0,39	851	679	966	771	651	520	761	607		
630	0,042	0,064	0,29	0,44	956	773	1108	896	730	591	873	706		
800	0,035	0,052	0,28	0,48	1060	873	1260	1037	809	666	992	817		
1000	0,030	0,044	0,28	0,53	1157	975	1403	1194	882	742	1104	940		
1200	-	0,039	0,27	0,56	-	1029	-	1253	-	787	-	989		
Cáp 3 lõi														
25	0,927	1,539	0,55	0,13	154	120	143	111	124	96	114	89		
35	0,668	1,113	0,51	0,15	184	142	172	133	147	114	137	106		
50	0,494	0,822	0,49	0,17	217	168	204	158	174	135	163	126		
70	0,342	0,568	0,46	0,19	265	206	253	196	212	165	201	156		
95	0,247	0,411	0,44	0,21	318	247	306	238	254	197	244	189		
120	0,196	0,325	0,42	0,22	360	280	350	272	287	223	279	217		
150	0,159	0,265	0,41	0,24	404	314	397	308	322	250	316	246		
185	0,128	0,211	0,40	0,26	456	356	453	353	362	283	361	281		
240	0,098	0,162	0,38	0,29	527	412	533	416	419	328	425	332		
300	0,079	0,130	0,37	0,31	594	466	609	477	472	370	485	380		
400	0,063	0,102	0,36	0,35	672	533	698	553	533	423	557	441		

B.9.13. Cấp đồng 3 lõi, 18 – 36 kV, cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC do hãng FURUKAWA chế tạo

F_{dm} 1 lõi	Hình dạng	d 1 lõi	Độ dày lớp XLPE	Độ dày lớp PVC bên trong	d ngoài PVC bên trong	d sợi đây thép mạ	Độ dày vỏ PVC	d ngoài cùng	Trong lượng	I_{cp} ngoài trời 40°C	I_{cp} dưới đất 25°C	r_0 ở 20°C D.C	r_0 ở 90°C A.C	C_0	x_0 với 50 kg	I_N 1s
mm ²		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kG/km	A	A	Ω/km	Ω/km	Ω/km	$\mu F/km$	kA
50		8,1	1,8	63,3	3,15	3,4	78	9220	205	200	0,387	0,494	0,13	0,137	7,15	
70		9,7	1,8	66,8	3,15	3,5	82	10400	255	240	0,268	0,342	0,15	0,129	10,0	
95		11,4	1,9	71,1	3,15	3,6	86	11800	310	290	0,193	0,247	0,16	0,123	13,5	
120		12,8	2,0	74,3	3,15	3,7	89	13000	350	325	0,153	0,196	0,18	0,118	17,1	
150	Vấn xoắn	14,3	2,0	77,5	3,15	3,8	93	14300	395	365	0,124	0,159	0,19	0,114	21,4	
185		16,0	2,1	81,4	3,15	4,0	97	16100	450	410	0,0991	0,128	0,20	0,110	26,4	
240		18,4	2,2	86,8	3,15	4,1	103	18600	520	470	0,0754	0,0978	0,22	0,105	34,3	
300		20,6	2,3	91,7	3,15	4,3	108	21200	590	525	0,0601	0,0789	0,24	0,102	42,9	
400		23,3	2,4	97,7	3,15	4,5	114	24700	665	585	0,0470	0,0629	0,26	0,0981	57,2	
500		26,3	2,5	104,3	3,15	4,7	121	28700	750	650	0,0366	0,0506	0,29	0,0847	71,5	

Bảng 10. DÒNG ĐIỆN CHO PHÉP (I_{CP})

B.10.1. Dòng điện cho phép của dây không bọc (dây trần), A

Tiết diện, mm ²	Dây đồng		Dây nhôm			Dây nhôm lõi thép	
	Dòng điện cho phép, A		Tiết diện mm ²	Dòng điện cho phép, A		Mã hiệu dây dẫn	Dòng điện cho phép khi đặt ngoài trời, A
	Đặt ngoài trời	Đặt trong nhà		Đặt ngoài trời	Đặt trong nhà		
4	50	25	10	75	55	AC - 16	105
6	70	35	16	105	80	AC - 25	135
10	95	60	25	135	110	AC - 35	170
16	130	100	35	170	135	AC - 50	220
25	180	140	50	215	170	AC - 70	275
35	220	175	70	265	215	AC - 95	335
50	270	220	95	325	260	Ac - 120	380
70	340	280	120	375	310	AC - 150	445
95	415	340	150	440	370	AC - 185	515
120	485	405	185	500	425	AC - 240	610
-	-	-	240	610	-	AC - 300	700
-	-	-	-	-	-	AC - 400	800
-	-	-	-	-	-	ACY - 300	710
-	-	-	-	-	-	ACY - 400	865

B.10.2. Dòng điện phụ tải cho phép của dây dẫn và dây chum ruột đồng có cách điện bằng cao su và policlovinin, A

Tiết diện ruột, mm	Dây dẫn để lộ ở ngoài	Dây dẫn một ruột đặt trong cùng một ống		
		Hai dây	Ba dây	Bốn dây
0,5	11	-	-	-
0,75	15	-	-	-
1	17	16	15	14
1,5	23	19	17	16
2,5	30	27	25	25
4	41	38	35	30
6	50	46	42	40
10	80	70	60	50
16	100	85	80	75
25	140	115	100	90
35	170	135	125	115
50	215	185	170	150
70	270	225	210	185
95	330	275	255	225
120	385	315	290	260
150	440	360	330	-
185	510	-	-	-
240	605	-	-	-
300	695	-	-	-
400	830	-	-	-

Khi xác định số dây dẫn đặt trong cùng một ống thì không tính đến dây trung tính của hệ thống điện xoay chiều ba pha bốn dây.

B.10.3. Dòng điện phụ tải cho phép của dây dẫn ruột nhôm có cách điện bằng cao su và policlovinin, A

Tiết diện ruột, mm	Dây dẫn để lộ ở ngoài	Dây dẫn một ruột đặt trong cùng một ống		
		Hai dây	Ba dây	Bốn dây
2,5	24	20	19	19
4	32	28	28	23
6	39	36	32	30
10	55	50	47	39
16	80	60	60	55
25	105	85	80	70
35	130	100	95	85
50	165	140	130	120
70	210	175	165	140
95	255	215	200	175
120	295	245	220	200
150	340	275	255	-
185	390	-	-	-
240	465	-	-	-
300	535	-	-	-
400	645	-	-	-

Khi xác định số dây dẫn đặt trong cùng một ống thì không tính đến dây trung tính của hệ thống điện xoay chiều ba pha bốn dây.

B.10.4. Dòng điện phụ tải cho phép của cáp ruột đồng có cách điện bằng giấy tẩm nhựa thông và nhựa không chảy có vỏ chì hay nhôm đặt trong đất, A

Tiết diện ruột, mm ²	Cáp ba ruột		Cáp bốn ruột
	6 kV	10 kV	dưới 1 kV
	Nhiệt độ cho phép của ruột cáp, °C		
	65	60	80
4	-	-	50
6	-	-	60
10	80	-	85
16	105	95	115
25	135	120	150
35	160	150	175
50	200	180	215
70	245	215	265
95	295	265	310
120	340	310	350
150	390	355	395
185	440	400	450
240	510	460	-

B.10.5. Dòng điện phụ tải cho phép của cáp ruột đồng có cách điện bằng giấy tẩm nhựa thông và nhựa không chảy, vỏ chì hay nhôm đặt trong không khí, A

Tiết diện ruột, mm ²	Cáp ba ruột		Cáp bốn ruột
	6 kV	10 kV	dưới 1 kV
	Nhiệt độ cho phép của ruột cáp, °C		
	65	60	80
4	-	-	35
6	-	-	45
10	55	-	60
16	65	60	80
25	90	85	100
35	110	105	120
50	145	135	145
70	175	165	185
95	215	200	215
120	250	240	260
150	290	270	300
185	325	305	340
240	375	350	-

B.10.6. Dòng điện phụ tải cho phép của cáp ruột nhôm có cách điện bằng giấy tẩm nhựa thông và nhựa không chảy, vỏ chì hay nhôm đặt trong đất, A

Tiết diện ruột, mm ²	Cáp ba ruột		Cáp bốn ruột
	6 kV	10 kV	dưới 1 kV
	Nhiệt độ cho phép của ruột cáp, °C		
	65	60	80
4	-	-	38
6	-	-	46
10	60	-	65
16	80	75	90
25	105	90	115
35	125	115	135
50	155	140	165
70	190	165	200
95	225	205	240
120	260	240	270
150	300	275	305
185	300	310	345
240	390	355	-

**B.10.7. Dòng điện phụ tải cho phép của cáp ruột nhôm
có cách điện bằng giấy tẩm nhựa thông và nhựa không chảy,
vỏ chì hay nhôm đặt trong không khí, A**

Tiết diện ruột, mm ²	Cáp ba ruột		Cáp bốn ruột
	6 kV	10 kV	dưới 1 kV
	Nhiệt độ cho phép của ruột cáp, °C		
	65	60	80
4	-	-	27
6	-	-	35
10	42	-	45
16	50	46	60
25	70	65	75
35	85	80	95
50	110	105	110
70	135	130	140
95	165	155	165
120	190	185	200
150	225	210	230
185	250	235	260
240	290	270	-

**B.10.8. Dòng điện phụ tải cho phép của cáp
có cách điện bằng giấy tẩm nhựa cách điện, vỏ bằng chất policlovinin
(mã hiệu BM, BM, ABM, ABM) đặt trong đất, A**

Tiết diện, mm ²	Cáp dưới 1 kV			
	Ruột đồng		Ruột nhôm	
	Ba ruột	Bốn ruột	Ba ruột	Bốn ruột
	Nhiệt độ cho phép của ruột 65°C			
4				
6	50	40	40	30
10	70	60	55	45
16	90	80	70	60
25	125	115	95	90
35	150	135	115	105
50	190	170	145	130
70	230	205	175	160

B.10.9. Dòng điện phụ tải lâu dài cho phép của thanh cái bằng đồng và bằng nhôm (nhiệt độ tiêu chuẩn của môi trường xung quanh là +25°C)

Kích thước mm ²	Tiết diện của một thanh, mm ²	Khối lượng, kg/m		Dòng điện cho phép, A					
		Đồng	Nhôm	Mỗi pha một thanh		Mỗi pha ghép hai thanh		Mỗi pha ghép ba thanh	
				Đồng	Nhôm	Đồng	Nhôm	Đồng	Nhôm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25 × 3	75	0,668	0,203	340	265	-	-	-	-
30 × 3	90	0,800	0,234	405	305	-	-	-	-
30 × 4	120	1,066	0,324	475	365	-	-	-	-
30 × 4	160	1,424	0,432	625	480	-	-	-	-
40 × 5	200	1,780	0,540	700	540	-	-	-	-
50 × 5	250	2,225	0,675	860	665	-	-	-	-
50 × 6	300	2,676	0,810	955	740	-	-	-	-
60 × 5	300	2,670	0,810	1025	705	-	-	-	-
60 × 6	360	3,204	0,972	1125	870	1740	1350	2240	1700
60 × 8	480	4,272	1,295	1320	1025	2160	1680	2790	2180
60 × 10	600	5,310	1,620	1175	1155	2560	2010	3300	2650
80 × 6	480	4,272	1,295	1480	1150	2110	1630	2720	2100
80 × 8	640	5,698	1,728	1690	1320	2620	2040	3370	2620
80 × 10	800	7,100	2,160	1900	1180	3100	2410	3990	3100
100 × 6	600	5,340	1,620	1810	1125	2170	1935	3170	2500
100 × 8	800	7,120	2,160	2080	1625	3060	2390	3930	3050
100 × 10	1000	8,900	2,700	2310	1820	3610	2860	4650	3640
120 × 8	960	8,460	2,600	2400	1900	3100	2650	4340	3380
120 × 10	1200	10,650	3,240	2650	2070	4100	3200	5200	4100

B.10.10. Hệ số hiệu chỉnh k, về nhiệt độ của môi trường xung quanh đối với phụ tải của cáp, dây dẫn cách điện và không cách điện

Nhiệt độ tiêu chuẩn của môi trường xung quanh °C	Nhiệt độ lớn nhất cho phép của dây, °C	Hệ số k, khi nhiệt độ của môi trường xung quanh là, °C											
		-5	-0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
15	80	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68
25		1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74
25	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
15	65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
25		1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
15	60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,47
25		1,36	1,31	1,25	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54

**B.10.11. Hệ số hiệu chỉnh k_2 về số dây cáp
cùng đặt trong một hầm cáp hoặc một rãnh dưới đất**

Khoảng cách giữa các sợi cáp, mm	Số sợi cáp					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

**Bảng 11. CÁC SỐ LIỆU VỀ CƠ KHÍ ĐƯỜNG DÂY ĐIỆN
DIỆN TRỞ SUẤT CỦA ĐẤT**

B.11.1. Các tải trọng của dây đồng $\times 10^3$ M/m.mm²

Mã hiệu dây	Vùng khí hậu	g_1	g_2	g_3
M-10	I	87	139	165
	II		178	198
	III		226	242
	IV		295	308
	V		126	154
M-16	II	89,5	159	183
	III		197	222
	IV		265	280
	V		101	135
	VI		128	157
M-25	III	90	164	186
	IV		214	231
	V		85,4	124
	VI		108	140
	VII		138	163
M-35	IV	89,5	180	200
	V		71,2	114
	VI		90,3	149
	VII		149	163
	VIII		63,8	103
M-50	II	89,3	81	103
	III		103	134
	IV		134	163
	V		54,8	81
	VI		69,5	103
M-70	III	89,5	88,5	115
	IV		115	149
	V		48,6	81
	VI		62	103
	VII		78,5	103
M-95	IV	89,2	103	134
	V		134	163
	VI		81	103
	VII		62	103
	VIII		78,5	103

B.11.2. Trị số ξ dùng tính toán móng neo

$\frac{d}{h}$	Góc ma sát trong của đất φ				
	30	40	50	60	70
0.8	0.306	0.386	0.485	0.600	0.793
0.6	0.480	0.540	0.615	0.700	0.845
0.4	0.653	0.693	0.743	0.800	0.897
0.2	0.827	0.847	0.872	0.900	0.948

B.11.3. Điện trở suất ρ của đất

Đất	$\rho \times 10^4 \Omega/\text{cm}$
Cát	7
Cát pha	3
Đất đen	2
Đất sét, đất sét pha sỏi	1
Độ dày của lớp đất sét (1-3m)	1
Đất vườn ruộng	0.4
Đất bùn	0.2

B.11.4. Hệ số hiệu chỉnh điện trở suất của đất k

Cực nối đất	k_1	k_2	k_3
- Thanh dẹt chôn nằm ngang cách mặt đất 0,5m	6,5	5,0	4,5
- Thanh dẹt chôn nằm ngang cách mặt đất 0,8m	3,0	2,0	1,6
- Cọc thép, ống thép, cọc thép góc được đóng sâu cách mặt đất 0,5 – 0,8m	2,0	1,5	1,4

Chú thích : k_1 đất khô

k_2 đất ẩm trung bình.

k_3 đất ẩm

Các số liệu khác về cơ khí đường dây tham khảo giáo trình Cung cấp điện, hệ cao đẳng.

Bảng 12. CÁC SỐ LIỆU VỀ CHIẾU SÁNG

B.12.1. Hệ số sử dụng k_{sd} của một số loại đèn

Loại đèn	Sợi đốt vụn nắng			Sợi đốt vụn nắng			Sợi đốt dùng cho phòng làm việc			Đèn huỳnh quang			Đèn huỳnh quang loại kín			
	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	
$P_{đm}, \%$	10	30	50	10	30	50	10	30	50	70	10	30	50	30	50	70
$P_{đm}, \%$	21	24	28	14	17	21	19	21	25	27	22	29				
	27	30	34	19	22	26	24	27	31	32	27	33	28	31	32	37
	32	35	38	23	26	29	29	31	34	29	35	38				
	35	38	41	26	28	32	32	34	37	26	31	33	37	41	40	45
	38	40	44	26	30	34	34	36	39	29	33	39	43	41	41	46
	40	42	45	30	32	35	36	38	40	31	34	41	43	45	46	50
	42	44	46	31	33	36	37	39	41	32	36	42	46	43	49	46
	44	46	48	33	35	37	39	41	43	34	38	43	48	47	50	54
	46	48	51	35	36	40	41	43	46	37	41	46	51	50	52	58
	48	50	53	37	39	41	43	44	48	39	43	48	53	56	57	61
	50	52	55	39	40	43	44	46	49	41	45	50	55	56	58	62
	52	54	56	40	42	45	46	48	51	43	47	52	57	60	62	66
	54	55	59	42	44	46	48	49	52	45	48	54	58	60	63	67
	55	57	60	43	45	47	49	51	53	47	51	55	60	62	64	69
	56	58	61	44	46	48	50	52	54	49	52	57	63	65	67	70
	57	59	62	45	47	49	51	52	55	50	54	58	64	66	68	72
	58	60	63	46	48	50	52	54	57	52	56	60	65	67	69	74
				46	48	50	52	54	57	52	56	60	65	67	69	74

Chỉ số của phòng ϕ

B.12.2. Công suất và quang thông của đèn sợi đốt loại mới nhất (Pháp)

P, W	Sợi đốt tiêu chuẩn 220/230 V		Đèn halôgen 220/230 V	
	F, ℓm	P, W	F, ℓm	P, W
15	120	150	2200	100
25	220	200	3000	300
40	430	300	5000	600
60	740		8700	1000
75	970	1000	18700	1500
100	1390	1500	27700	2000

B.12.3. Công suất và quang thông các môđun đèn phóng điện 20/240 V thông dụng – không kể ống huỳnh quang (Pháp)

Natri áp suất thấp	P, W	18	35	55	90	135	180	
	F, ℓm	1800	4800	8000	22500	33000		
Natri cao áp bóng sáng	P, W	50	70	150	210	250	350	400
	F, ℓm	3300	5800	14000	18000	25000	34000	47000
Halôgen	P, W	35	70	150	250	400	1000	2000
	F, ℓm	2400	5000	11200	17000	32500	93000	185000
Bóng huỳnh quang loại cao áp	P, W	50	80	125	250	400	700	1000
	F, ℓm	2000	3800	6300	13500	23000	42000	60000
Ánh sáng hỗn hợp	P, W			160	250	500		
	F, ℓm			3150	5700	14000		

B.12.4. Các đèn huỳnh quang khởi động bằng stactơ

Công suất, W	Kích thước, ℓ, mm ; d, mm		Đui	Màu sắc	Quang thông, ℓm	Chỉ dẫn theo yêu cầu của bạn	
6	212	16	Điểm kép	Blanc Z	200	Đèn 6W BZ	03 600
8	288	16	Điểm kép		330	Đèn 8W BZ	03 700
20	590	38	Điểm kép		930	Đèn 20 W BZ 3500	04 000
20	590	38	Điểm kép	Blanc 3500	1100	Đèn 20W B1	04 001
20	590	38	Điểm kép		1150	Đèn 20W L1	04 002
20	590	38	Điểm kép		1000	Đèn 20 W RF	04 003
20	590	38	Điểm kép		850	Đèn 40W BZ	04 004
40	1200	38	Điểm kép		2450	Đèn 40W BZ	04 300
40	1200	38	Điểm kép		2900	Đèn 40W B 3500	04 301
40	1200	38	Điểm kép		3200	Đèn 40W B1	04 302
40	1200	38	Điểm kép		2450	Đèn 40 W L1	04 303
40	1200	38	Điểm kép		2100	Đèn 40 W RF	04 304
40	1200	38	Điểm kép		2900	Đèn ATF 40	04 308
80	1500	38	Điểm kép	Blancz	4550	Đèn 80/65W BZ	05 200
65					3750		
80	100	38	Điểm kép		5900	Đèn 80/65W B1	05 202
65					5100		

Công suất	Kích thước		Đèn tròn			Chỉ dẫn theo yêu cầu của bạn	
			Đui	Màu sắc	Quang thông		
32	305	32	4 chân	Blanc Z	1440	Đèn CL 32W BZ	04 200
40	410	32	4 chân	Blan Z	1950	Đèn CL 40W BZ	04 800

Bảng 13. CÁC SỐ LIỆU VỀ CÔNG TẮC TƠ, KHỞI ĐỘNG TỬ VÀ ROLE NHIỆT

B.13.1. Thông số kĩ thuật công tắc tơ loại S-N do Mitsubishi (Nhật Bản) chế tạo

Mã, kí hiệu	S-N10	S-N11	S-N12	S-N18	S-N20	S-N21	S-N25	S-N35	S-N50	S-N65
Dòng điện định mức ở nhiệt độ cho phép	I_{dn} (A)	20	20	25	32	32	50	60	80	100
Điện áp cách điện định mức	$U_{cđ}$ (V)	690	690	690	690	690	690	690	690	690
Công suất vận hành định mức động cơ 3 pha 380/440V loại AC-3	$P_{đv}$ kW (hp)	4(5-12)	5,5(7-12)	5,5(7-12)	7,5(10)	11(15)	15(20)	18,5(25)	22(30)	30(40)
Điện áp định mức cuộn dây	$U_{cđ}$ (V)	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Tiếp điểm phụ	Tiêu chuẩn đặc biệt	1 NO 1 NC	1 NO 1 NC	1 NO+1 NC 2 NO	1 NO+1 NC 2 NO	2 NO+2 NC	2 NO+2 NC	2 NO+2 NC	2 NO+2 NC	2 NO+2 NC
Số cực chính	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Tiếp B.13.1

Mã, kí hiệu	S-N80	S-N95	S-N125	S-N150	S-N180	S-N220	SN-300	S-N400	S-N600	S-N800
Dòng điện định mức ở nhiệt độ cho phép	I_{dn} (A)	135	150	150	200	260	260	350	450	800
Điện áp cách điện định mức	$U_{cđ}$ (V)	690	690	690	690	690	690	690	690	690
Công suất vận hành định mức động cơ 3 pha 380/440V loại AC-3	$P_{đv}$ kW (hp)	45(60)	55(75)	60(80)	75(100)	90(125)	132(180)	160(210)	220(300)	330(450)
Điện áp định mức cuộn dây	$U_{cđ}$ (V)	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Tiếp điểm phụ	Tiêu chuẩn đặc biệt	2 NO+2 NC	2 NO+2 NC	2 NO+2 NC	2 NO+2 NC	2 NO+2 NC	2 NO+2 NC	2 NO+2 NC	2 NO+2 NC	2 NO+2 NC
Số cực chính	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Ghi chú : 1. Với động cơ đảo chiều quay chọn 2 công tắc tơ. Ví dụ S-2XN11.

2. Điện áp định mức cuộn dây là điện áp để điều khiển đóng, cắt công tắc tơ.

3. Tiếp điểm phụ theo tiêu chuẩn đã lắp đặt ở công tắc tơ. Nếu có nhu cầu thêm tiếp điểm phụ phải đặt hàng hoặc mua thêm. Tại công tắc tơ có vị trí để gắn thêm tiếp điểm phụ.

B.13.2. Thông số kỹ thuật khởi động từ (điện áp xoay chiều) do Mitsubishi (Nhật Bản) chế tạo

IP20 Kiểu hộp che	MS - N10 (KP)	MS - N11 (KP)	MSO - N12 (KP)	MS - N20 (KP)	MS - N21 (KP)	MS - N25 (KP)	MS - N35 (KP)	MS - N50 (KD)	MS - N65 (KP)
IP00 Kiểu hở	MSO - N10 (KP) (CX)	MSO - N11 (KP) (CX)	MSO - N12 (KP) (CX)	MSO - N18 (KP) (CX)	MSO - N21 (KP) (CX)	MSO - N25 (KP) (CX)	MSO - N35 (KP) (CX)	MSO - N50 (KD) (CX)	MSO - N65 (KP) (CX)

Tiếp B.13.2

IP20 Kiểu hộp che	MS - N80 (KP)	MS - N95 (KP)	MSO - N125 (KP)	MS - N250 (KP)	MS - N180 (KP)	MS - N220 (KP)	MS - N300 (KP)	MS - N400 (KP)
IP00 Kiểu hở	MSO - N80 (KP) (CX)	MSO - N95 (KP) (CX)	MSO - N125 (KP) (CX)	MSO - N150 (KP) (CX)	MSO - N180 (KP) (CX)	MSO - N220 (KP) (CX)	MSO - N300 (KP) (CX)	MSO - N400 (KP) (CX)

B.13.3. Role nhiệt bảo vệ quá tải do Mitsubishi (Nhật Bản) chế tạo

Bảo vệ quá tải với 3 phần tử nhiệt 2 phần tử nhiệt	TH - N12 KP (CX)	TH - N18K(P)(CX)	TH - N20K(P)(CX)	TH - N20TAK(P)(CX)
	TH-N12(CX)	TH0-N18 (CX)	TH-N20(CX)	TH-N20TA(CX)
Dây điều chỉnh rate nhiệt	0,1 ÷ 0,16 (0,12A)	1,7 - 2,5 (2,1 A)	0,2 ÷ 0,32 (0,24 A)	2 ÷ 3 (2,5 A)
	0,14 ÷ 0,22 (0,17A)	2 ÷ 3 (2,5 A)	0,28 - 0,42 (0,35 A)	2,8 ÷ 4,4 (3,6 A)
	0,2 ÷ 0,32 (0,24 A)	2,8 ÷ 4 (3,6 A)	0,4 ÷ 0,6 (0,5 A)	4 - 6 (5 A)
	0,28 ÷ 0,4 (0,35 A)	4 - 6 (5A)	0,55 ÷ 0,85 (0,7 A)	5,2 ÷ 8 (6,6 A)
	0,4 ÷ 0,6 (0,5 A)	5,2 - 8 (6,6 A)	0,7 ÷ 1,1 (0,9 A)	7 - 11 (9 A)
	0,55 ÷ 0,85 (0,7 A)	7 - 11 (9A)	1 + 1,6 (1,3 A)	9 - 13 (11 A)
	0,7 ÷ 1,1 (0,9 A)	9 - 13 (11 A)	1,4 - 2 (1,7 A)	12 ÷ 18 (15 A)
	1 + 1,6 (1,3 A)	7 - 11 (9 A)	1,7 - 2,5 (2,1 A)	16 ÷ 22 (19 A)
	1,4 ÷ 2 (1,7 A)	9 - 13 (11 A)		12 ÷ 18 (15 A)

B.13.3

Bảo vệ quá tải với 3 phần tử nhiệt	TH-N60K(CX)	TH-N60TAKP	TH-N120KP	TH-N120TAKP	TH-N220RHKP	TH-N400RHKP	TH-N800KP
2 phần tử nhiệt	TH-N60(CX)	TH-N60TA	TH-N120	TH-N120TA	TH-N220RH	TH-N400RH	TH-N800
Dây điều chỉnh nhiệt	12 ÷ 18 (15 A) 18 ÷ 26 (22 A) 24 ÷ 34 (29 A) 30 ÷ 40 (35 A) 34 ÷ 50 (42 A) 43 ÷ 65 (54 A)	54 ÷ 80 (67 A) 65 ÷ 100 (82 A) 85 ÷ 105 (95 A)	34 ÷ 50 (42 A) 43 ÷ 65 (54 A) 54 ÷ 80 (67 A) 65 ÷ 100 (82 A)	85 ÷ 125 (105 A) 100 ÷ 150 (125 A)	65 ÷ 100 (82 A) 85 ÷ 125 (105 A) 100 ÷ 150 (125 A) 120 ÷ 180 (150 A) 140 ÷ 220 (180 A) 170 ÷ 250 (210 A)	85 ÷ 125 (105 A) 100 ÷ 150 (125 A) 120 ÷ 180 (150 A) 140 ÷ 220 (180 A) 200 ÷ 300 (250 A)	200 ÷ 300 (250 A) 260 ÷ 400 (320 A) 400 ÷ 600 (500 A) 520 ÷ 800 (660 A)

Chú thích :- AC - 3 : Phụ tải loại động cơ điện xoay chiều

- IP (Ingress protection) : Kí hiệu chuẩn quốc tế về độ kín và chống tác động của vật rắn vào thiết bị. Sau chữ IP con số 2 con số. Chữ số thứ nhất gần IP đặc trưng cho kích cỡ vật rắn và đập vào thiết bị có 7 cấp, đánh số từ 0 ÷ 6. Chữ số thứ 2 đặt sau chữ số thứ nhất, chỉ mức độ bảo vệ chống sự xâm nhập của nước vào thiết bị có 9 cấp, đánh số từ 0 ÷ 8 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

- Khi lựa chọn khởi động từ có hai loại : loại hộp kín (hộp che) và loại không có hộp che (kiểu hở). Hộp kín đặt hàng nơi cung cấp thiết bị. Loại hở (kiểu hở) mua công tắc từ và rơle nhiệt riêng biệt nhau, sau đó ghép nối rơle nhiệt vào công tắc từ bằng khớp nối sẽ có khởi động từ theo mong muốn

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ngô Hồng Quang, *Thiết kế hệ thống cung cấp điện cho xí nghiệp*, ĐHBK - 1993.
2. Phan Đăng Khải, Ngô Hồng Quang, Trần Bách, Đặng Quốc Thống, *Hệ thống cung cấp điện*, Giáo trình ĐHBK - 1978.
3. Nguyễn Công Hiền, Đặng Ngọc Dinh, *Giáo trình cung cấp điện*, Nxb Đại học và Trung học Chuyên nghiệp, 1984.
4. Ngô Hồng Quang, *Cơ khí đường dây*, Giáo trình ĐHBK - 1975.
5. Đặng Ngọc Dinh, Ngô Hồng Quang, Bùi Ngọc Thư, Nguyễn Hiền, *Quy hoạch và thiết kế mạng điện địa phương*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, 1970.
6. Bùi Ngọc Thư, *Mạng điện*, Nxb Đại học và Trung học Chuyên nghiệp, 1964.
7. Ngô Hồng Quang, Vũ Văn Tâm, *Thiết kế cấp điện*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, 1998.
8. Vũ Văn Tâm, *Giáo trình Điện dân dụng và công nghiệp*, Nxb Giáo dục, 2004.
9. A.A. Fedorov, *Sách tra cứu về cung cấp điện xí nghiệp công nghiệp*. Nxb Cầu Vồng, 1981, bản dịch của bộ môn Hệ thống điện.
10. Jean Barry, Jean Yves, Kersulee, *Sơ đồ điện*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, 1996, bản dịch của Lê Văn Doanh và Võ Thanh Sơn.
11. Partrica Van Deplanque, *Kỹ thuật chiếu sáng*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, bản dịch của Lê Văn Doanh và Đặng Văn Đào.
12. K. B. Raina, S. K. Bhattacharya, *Thiết kế điện, dự toán và giá thành*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, 1966, bản dịch của Phạm Văn Niên.
13. Power Engineering Guide Transmission and Distribution và các Catalog chào hàng của Siemens (Đức).
14. Các Catalog chào hàng của ABB, Cooper (Mĩ), Change (Mĩ), Merlin Gerin (Pháp), Lens (Pháp), Furukawa (Nhật Bản), Mitsubishi (Nhật Bản).
15. Các đề án thiết kế của Sở Điện lực Hà Nội, Thái Bình...

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Lời giới thiệu	3
Chương 1. TÂM QUAN TRỌNG VÀ NHỮNG YÊU CẦU KHI THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN	
1.1. Tâm quan trọng của thiết kế cấp điện	5
1.2. Những yêu cầu của bản thiết kế cấp điện	7
1.3. Tóm tắt công thức lựa chọn thiết bị điện	9
1.4. Tính tổn thất điện áp, tổn thất công suất, tổn thất điện năng và giá thành tổn thất điện năng	22
1.5. Tính toán ngắn mạch trong hệ thống cung cấp điện	32
1.6. Tính toán nối đất	34
1.7. Những kí hiệu thường dùng trong thiết kế cấp điện	38
Chương 2. THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN CHO PHÂN XƯỞNG, NHÀ MÁY, XÍ NGHIỆP	
2.1. Những yêu cầu đối với bản thiết kế cấp điện cho phân xưởng, nhà máy, xí nghiệp	41
2.2. Xác định trị số phụ tải tính toán phục vụ cho thiết kế cấp điện	41
2.3. Vạch sơ đồ cấp điện	45
2.4. Thiết bị trạm phân phối, trạm biến áp	49
2.5. Lựa chọn các thiết bị hạ áp ở tủ phân phối và tủ động lực	52
2.6. Lựa chọn tiết diện dây dẫn và dây cáp điện	55
2.7. Thiết kế hệ thống cấp điện cho một xí nghiệp công nghiệp	55
2.8. Thiết kế hệ thống cung cấp điện cho một xưởng (hoặc phân xưởng) sửa chữa cơ khí	69
Chương 3. THIẾT KẾ TRẠM BIẾN ÁP - PHẦN CƠ KHÍ ĐƯỜNG DÂY VÀ NỐI ĐẤT CHO CỘT	
3.1. Tính toán dây dẫn	89
3.2. Tính toán cột	95

3.3. Thiết kế tính toán kiểm tra móng cột	103
3.4. Xác định chiều cao cột vượt sông	108
3.5. Kiểm tra khoảng cách cho phép tại điểm đường dây điện lực vượt qua đường dây thông tin	110
3.6. Thiết kế tuyến đường dây hạ áp	111
3.7. Thiết kế tuyến đường dây trung áp	122
3.8. Thiết kế trạm biến áp	130

Chương 4. THIẾT KẾ HỆ THỐNG CẤP ĐIỆN CHO KHU VỰC ĐÔ THỊ

4.1. Xác định công suất cần cấp cho các đối tượng sử dụng điện	139
4.2. Phương án cấp điện cho các đối tượng khu vực đô thị	143
4.3. Thiết kế cung cấp điện cho một nhà tập thể	145
4.4. Thiết kế cấp điện cho một trường đại học	151
4.5. Thiết kế cấp điện cho khu văn phòng	157
4.6. Thiết kế cấp điện cho một khách sạn	164

Chương 5. THIẾT KẾ HỆ THỐNG CẤP ĐIỆN CHO KHU VỰC NÔNG THÔN

5.1. Xác định công suất cần cấp điện cho các phụ tải khu vực nông thôn	169
5.2. Sơ đồ cấp điện	173
5.3. Lựa chọn các phần tử của sơ đồ cấp điện	176
5.4. Thiết kế hệ thống cấp điện cho một xóm mới	179
5.5. Thiết kế điện cho trạm bơm	182
5.6. Thiết kế cấp điện cho một trường học	189
5.7. Thiết kế cấp điện cho xã	194
5.8. Thiết kế cấp điện cho bệnh viện cấp huyện	205

Chương 6. THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG

6.1. Lựa chọn số lượng, công suất bóng đèn	211
6.2. Các yêu cầu mạng điện chiếu sáng	214
6.3. Thiết kế chiếu sáng cho một xưởng cơ khí	215
6.4. Phương pháp tính toán chiếu sáng khi dùng đèn tuýp	219

6.5. Thiết kế chiếu sáng cho văn phòng đại diện	221
6.6. Thiết kế chiếu sáng cho một phòng thiết kế	222
6.7. Thiết kế chiếu sáng ngoài trời	224
Chương 7. THIẾT KẾ LẮP ĐẶT TỤ ĐIỆN BÙ, NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT	
7.1. Xác định công suất và vị trí đặt tụ điện bù	226
7.2. Thiết kế lắp đặt bộ tụ bù cho một trạm bơm cao áp	227
7.3. Lựa chọn bộ tụ bù nâng cao $\cos\varphi$ cho xưởng cơ khí	228
7.4. Thiết kế bù $\cos\varphi$ cho xí nghiệp cỡ nhỏ	230
7.5. Thiết kế, lắp đặt bộ tụ điện bù để nâng cao $\cos\varphi$ cho xí nghiệp quy mô lớn	232
Chương 8. THỦ TỤC TRIỂN KHAI CÁC BƯỚC THỰC HIỆN MỘT CÔNG TRÌNH CẤP ĐIỆN	
8.1. Nội dung các bước thực hiện một công trình cấp điện	237
8.2. Nội dung chi tiết một bản đề án thiết kế cấp điện	239
8.3. Lập dự toán kinh phí cho một trạm biến áp	242
Chương 9. MỘT SỐ MẠCH TỰ ĐỘNG DỪNG TRONG CÔNG NGHIỆP VÀ TRONG GIA ĐÌNH	
9.1. Tự động bơm nước lên nhà tầng	247
9.2. Tự động đóng nguồn điện dự phòng (ATS)	249
9.3. Bộ khởi động mềm dùng cho động cơ	255
9.4. Tự động điều chỉnh công suất phản kháng để nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ (bù $\cos\varphi$)	265
Phụ lục	269
Tài liệu tham khảo	312

Chịu trách nhiệm xuất bản :

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung :

Chủ tịch HĐQT kiêm Giám đốc Công ty CP Sách ĐH - DN TRẦN NHẬT TÂN

Biên tập và sửa bản in :

TRẦN NGỌC KHÁNH

Trình bày bìa :

BÍCH LA

Chế bản :

NGUYỄN THU HƯƠNG

GIÁO TRÌNH THIẾT KẾ CẤP ĐIỆN

Mã số: 7B756Y9 – DAI

In 1.000 bản (QĐ : 64), khổ 16 x 24 cm. In tại Công ty Cổ phần In Phúc Yên.

Địa chỉ : Đường Trần Phú, thị xã Phúc Yên, Vĩnh Phúc.

Số ĐKKH xuất bản : 427 – 2009/CXB/2 – 975/GD.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 10 năm 2009.



CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ
HEVOBCO
25 HÀN THUYỀN - HÀ NỘI
Website : www.hevobco.com.vn



VƯƠNG MIỆN KIM CƯƠNG
CHẤT LƯỢNG QUỐC TẾ

TÌM ĐỌC

GIÁO TRÌNH DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐẠI HỌC, CAO ĐẲNG KỸ THUẬT
CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 1. Lưới điện | PGS. TS. Trần Bách |
| 2. Cung cấp điện | TS. Ngô Hồng Quang |
| 3. Giáo trình Thiết kế cấp điện | Vũ Văn Tầm - Ngô Hồng Quang |
| 4. Nhà máy điện và trạm biến áp | PGS. Nguyễn Hữu Khải |
| 5. Vật liệu điện | PGS. TS. Nguyễn Đình Thắng |
| 6. Truyền động điện | PGS. TS. Bùi Đình Tiểu |
| 7. Kỹ thuật điện | PGS. TS. Đặng Văn Đào |
| 8. Lý thuyết mạch điện | PGS. TS. Lê Văn Bằng |

Bạn đọc có thể mua sách tại các Công ty Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương hoặc các Cửa hàng sách của Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam :

- Tại TP. Hà Nội : 25 Hàn Thuyên ; 187 Giảng Võ ; 232 Tây Sơn ; 23 Trưng Tiên.
- Tại TP. Đà Nẵng : 15 Nguyễn Chí Thanh ; 62 Nguyễn Chí Thanh.
- Tại TP. Hồ Chí Minh : Cửa hàng 451B - 453, Hai Bà Trưng - Quận 3 ;
240 Trần Bình Trọng - Quận 5.
- Tại TP. Cần Thơ : 5/5, đường 30/4.

Website : www.nxbgd.com.vn



Giá: 42.000đ