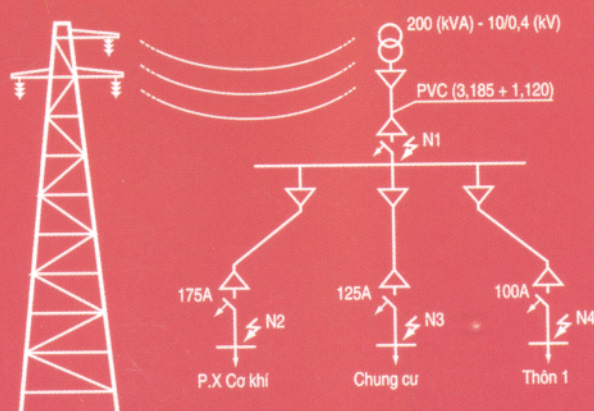


VỤ TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP - DẠY NGHỀ

GIÁO TRÌNH CUNG CẤP ĐIỆN

SÁCH DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐÀO TẠO HỆ TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

TS. NGÔ HỒNG QUANG

GIÁO TRÌNH CUNG CẤP ĐIỆN

Sách dùng cho các trường đào tạo hệ THCN

(Tái bản lần thứ năm)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

LỜI GIỚI THIỆU

Việc tổ chức biên soạn và xuất bản một số giáo trình phục vụ cho đào tạo các chuyên ngành Điện - Điện tử, Cơ khí - Động lực ở các trường THCN - DN là một sự cố gắng lớn của Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề và Nhà xuất bản Giáo dục nhằm từng bước thống nhất nội dung dạy và học ở các trường THCN trên toàn quốc.

Nội dung của giáo trình đã được xây dựng trên cơ sở kế thừa những nội dung được giảng dạy ở các trường, kết hợp với những nội dung mới nhằm đáp ứng yêu cầu nâng cao chất lượng đào tạo phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Đề cương của các giáo trình đã được Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề tham khảo ý kiến của số trường như: Trường Cao đẳng Công nghiệp Hà Nội, Trường TH Việt - Hung, Trường TH Công nghiệp II, Trường TH Công nghiệp III v.v... và đã nhận được nhiều ý kiến thiết thực, giúp cho tác giả biên soạn phù hợp hơn.

Giáo trình do các nhà giáo có nhiều kinh nghiệm giảng dạy ở các trường Đại học, Cao đẳng, THCN biên soạn. Giáo trình được biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, bổ sung nhiều kiến thức mới và biên soạn theo quan điểm mở, nghĩa là, đề cập những nội dung cơ bản, cốt yếu để tùy theo tính chất của các ngành nghề đào tạo mà nhà trường tự điều chỉnh cho thích hợp và không trái với quy định của chương trình khung đào tạo THCN.

Tuy các tác giả đã có nhiều cố gắng khi biên soạn, nhưng giáo trình chắc không tránh khỏi những khiếm khuyết. Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề đề nghị các trường sử dụng những giáo trình xuất bản lần này để bổ sung cho nguồn giáo trình đang rất thiếu hiện nay, nhằm phục vụ cho việc dạy và học của các trường đạt chất lượng cao hơn. Các giáo trình này cũng rất bổ ích đối với đội ngũ kỹ thuật viên, công nhân kỹ thuật để nâng cao kiến thức và tay nghề cho mình.

Hy vọng nhận được sự góp ý của các trường và bạn đọc để những giáo trình được biên soạn tiếp hoặc lần tái bản sau có chất lượng tốt hơn. Mọi góp ý xin gửi về NXB Giáo dục - 81 Trần Hưng Đạo - Hà Nội.

VỤ THCN - DN

14
2022

MỞ ĐẦU

Giáo trình Cung cấp điện được biên soạn theo đề cương do Vụ THCN-DN, Bộ Giáo dục & Đào tạo xây dựng và thông qua. Nội dung được biên soạn theo tinh thần ngắn gọn, dễ hiểu. Các kiến thức trong toàn bộ giáo trình có mối liên hệ lôgic chặt chẽ. Tuy vậy, giáo trình cũng chỉ là một phần trong nội dung của chuyên ngành đào tạo cho nên người dạy, người học cần tham khảo thêm các giáo trình có liên quan đối với ngành học để việc sử dụng giáo trình có hiệu quả hơn.

Khi biên soạn giáo trình, chúng tôi đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến môn học và phù hợp với đối tượng sử dụng cũng như cố gắng gắn những nội dung lý thuyết với những vấn đề thực tế thường gặp trong sản xuất, đời sống để giáo trình có tính thực tiễn cao.

Nội dung của giáo trình được biên soạn với dung lượng 100 tiết gồm : giới thiệu chung về cung cấp điện và 7 chương : *Chương 1.* Các loại lưới cung cấp điện ; *Chương 2.* Tính toán phụ tải ; *Chương 3.* Tính toán tổn thất điện áp, tổn thất công suất, tổn thất điện năng ; *Chương 4.* Trạm điện ; *Chương 5.* Lựa chọn các thiết bị điện trong lưới cung cấp điện ; *Chương 6.* Nâng cao hệ số công suất ; *Chương 7.* Tính toán chiếu sáng. Phần cuối là Bài tập đại và Phụ lục.

Tùy theo yêu cầu cụ thể có thể điều chỉnh số tiết trong mỗi chương. Trong giáo trình, chúng tôi không đề ra nội dung thực tập của từng chương, vì trang thiết bị phục vụ cho thực tập của các trường không đồng nhất. Vì vậy, căn cứ vào trang thiết bị đã có của từng trường và khả năng tổ chức cho học sinh thực tập ở các xí nghiệp bên ngoài mà trường xây dựng thời lượng và nội dung thực tập cụ thể - Thời lượng thực tập tối thiểu nói chung cũng không ít hơn thời lượng học lý thuyết của mỗi môn.

Giáo trình được biên soạn cho đối tượng là học sinh THCN, công nhân lành nghề bậc 3/7 và nó cũng là tài liệu tham khảo bổ ích cho sinh viên cao đẳng kỹ thuật cũng như kỹ thuật viên đang làm việc ở các cơ sở kinh tế của nhiều lĩnh vực khác nhau.

Mặc dù đã cố gắng nhưng chắc chắn không tránh hết khiếm khuyết. Rất mong nhận được ý kiến đóng góp của người sử dụng để lần tái bản sau được hoàn chỉnh hơn. Mọi ý kiến xin gửi về Nhà xuất bản Giáo dục - 81 Trần Hưng Đạo - Hà Nội.

Tác giả

GIỚI THIỆU CHUNG VỀ CUNG CẤP ĐIỆN

0.1. LƯỚI ĐIỆN VÀ LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN

Hệ thống điện bao gồm ba khâu : nguồn điện, truyền tải điện và tiêu thụ điện.

Nguồn điện là các nhà máy điện (nhiệt điện, thủy điện, điện nguyên tử v.v...) và các trạm phát điện (điêzen, điện gió, điện mặt trời v.v...)

Tiêu thụ điện bao gồm tất cả các đối tượng sử dụng điện năng trong các lĩnh vực kinh tế và đời sống : công nghiệp, nông nghiệp, lâm nghiệp, giao thông vận tải, thương mại, dịch vụ, phục vụ sinh hoạt...

Để truyền tải điện từ nguồn phát đến các hộ tiêu thụ người ta sử dụng lưới điện. Lưới điện bao gồm đường dây tải điện và trạm biến áp. Lưới điện nước ta hiện có nhiều cấp điện áp : 0,4kV, 6kV, 10kV, 22kV, 35kV, 110kV, 220kV và 500kV. Một số chuyên gia cho rằng trong tương lai lưới điện Việt Nam chỉ nên tồn tại năm cấp điện áp : 0,4kV, 22kV, 110kV, 220kV và 500kV.

Có nhiều cách phân loại lưới điện :

Căn cứ vào trị số của điện áp, chia ra lưới siêu cao áp (500kV), lưới cao áp (220kV, 110kV), lưới trung áp (35kV, 22kV, 10kV, 6kV), lưới hạ áp (0,4kV).

Căn cứ vào nhiệm vụ, chia ra lưới cung cấp (500kV, 220kV, 110kV), lưới phân phối (35kV, 22kV, 10kV, 6kV, 0,4kV).

Ngoài ra còn nhiều cách chia khác. Ví dụ căn cứ vào phạm vi cấp điện, chia ra lưới khu vực, lưới địa phương ; căn cứ vào số pha, chia ra lưới một pha, hai pha, ba pha ; căn cứ vào đối tượng cấp điện, chia ra lưới công nghiệp, lưới nông nghiệp, lưới đô thị v.v...

Nội dung của giáo trình cung cấp điện là nghiên cứu thiết kế, tính toán, vận hành lưới điện trung và hạ áp (từ 0,4kV đến 35kV) sao cho đảm bảo các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật và an toàn.

0.2. NHỮNG YÊU CẦU ĐỐI VỚI PHƯƠNG ÁN CUNG CẤP ĐIỆN

Bất kỳ một phương án (hoặc dự án) cung cấp điện nào cũng phải thoả mãn 4 yêu cầu cơ bản sau đây :

0.2.1. Độ tin cậy cung cấp điện

Đó là mức đảm bảo liên tục cung cấp điện tùy thuộc vào tính chất của hộ dùng điện.

Hộ loại 1 : là những hộ rất quan trọng không được để mất điện, nếu xảy ra mất điện sẽ gây ra hậu quả nghiêm trọng.

- Làm mất an ninh chính trị, mất trật tự xã hội. Đó là sân bay, hải cảng, khu quân sự, khu ngoại giao đoàn, các đại sứ quán, nhà ga, bến xe, trục giao thông chính trong thành phố v.v...

- Làm thiệt hại lớn đến nền kinh tế quốc dân. Đó là khu công nghiệp, khu chế xuất, dầu khí, luyện kim, nhà máy cơ khí lớn, trạm bơm nông nghiệp lớn v.v... Những hộ này đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế quốc dân hoặc có giá trị xuất khẩu cao đem lại nhiều ngoại tệ cho đất nước.

- Làm nguy hại đến tính mạng con người.

Hộ loại 2 : bao gồm các xí nghiệp chế tạo hàng tiêu dùng (như xe đạp, vòng bi, bánh kẹo, đồ nhựa, đồ chơi trẻ em v.v...) và thương mại, dịch vụ (khách sạn, siêu thị, trung tâm thương mại lớn v.v...). Với những hộ này, nếu mất điện sẽ bị thua thiệt về kinh tế như dân công, gây thứ phẩm, phế phẩm, phá vỡ hợp đồng cung cấp nguyên liệu hoặc sản phẩm cho khách hàng, làm giảm sút doanh số và lãi xuất v.v...

Hộ loại 3 : là những hộ không quan trọng cho phép mất điện tạm thời khi cần thiết. Đó là hộ ánh sáng sinh hoạt đô thị và nông thôn.

Cần nhớ là cách phân loại hộ dùng điện như trên chỉ là tạm thời, chỉ thích hợp với giai đoạn nền kinh tế còn thấp kém, khi kinh tế phát triển đến mức nào đó tất cả các hộ dùng điện sẽ là loại một, được cấp điện liên tục.

0.2.2. Chất lượng điện

Chất lượng điện được thể hiện ở hai chỉ tiêu : tần số (f) và điện áp (U). Một phương án cấp điện có chất lượng tốt là phương án đảm bảo trị số tần số và điện áp nằm trong giới hạn cho phép. Cơ quan Trung tâm Điều độ Quốc gia chịu trách nhiệm điều chỉnh tần số chung cho hệ thống điện. Việc đảm bảo cho điện áp tại mọi điểm nút trên lưới trung áp và hạ áp nằm trong phạm vi cho phép là nhiệm vụ của kỹ sư thiết kế và vận hành lưới cung cấp điện.

Để đảm bảo cho các thiết bị dùng điện (động cơ, đèn, quạt, tủ lạnh, ti vi v.v...) làm việc bình thường yêu cầu điện áp đặt vào cực các thiết bị dùng điện không được chênh lệch quá 5% so với trị số điện áp định mức. Độ chênh lệch điện áp so với trị số định mức gọi là *độ lệch điện áp*, ký hiệu là δU

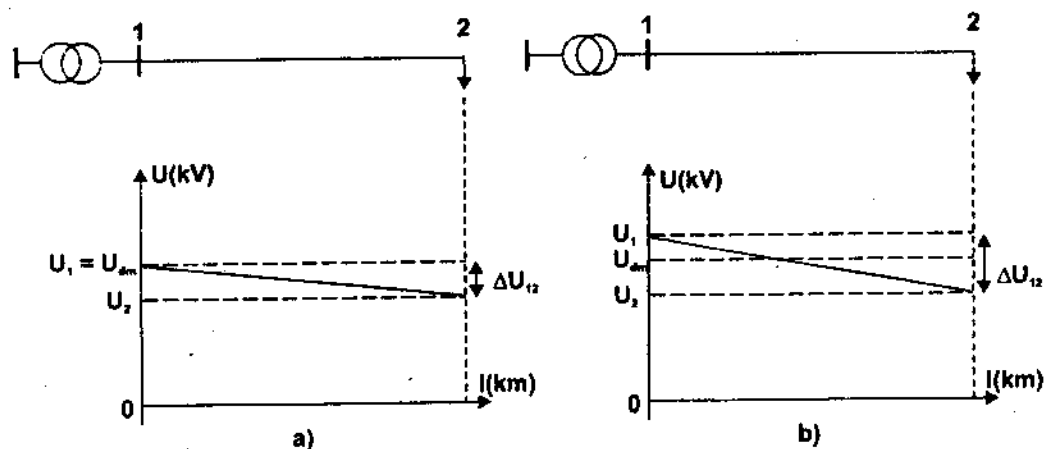
$$\delta U = U - U_{dm} \quad (0.1)$$

$$\text{Yêu cầu } |\delta U| \leq 5\% U_{dm} \quad (0.2)$$

Cần phân biệt độ lệch điện áp với *tổn thất điện áp*. Tổn thất điện áp là điện áp rơi (hoặc giáng) trên lưới điện, đó chính là hiệu số điện áp đầu và cuối nguồn trong cùng một cấp điện áp.

$$\Delta U = U_1 - U_2 \quad (0.3)$$

Tuỳ theo trị số của điện áp đầu nguồn, có thể xác định được trị số cho phép của tổn thất điện áp, đó là trị số lớn nhất của tổn thất điện áp mà độ lệch điện áp tại điểm cuối nguồn không vượt quá trị số cho phép.



Hình 0.1. Minh hoạ tổn thất điện áp và độ lệch điện áp.

Trên hình 0.1a, điện áp đầu nguồn bằng định mức, trong trường hợp này tổn thất điện trên đường dây 12 bằng độ lệch điện áp tại điểm 2.

$$\Delta U_{12} = \delta U_2$$

Trên hình 0.1b, điện áp đầu nguồn lớn hơn định mức, khi đó, về trị số, tổn thất điện trên đường dây 12 bằng tổng trị số độ lệch điện tại 1 và 2.

$$\Delta U_{12} = \delta U_1 + \delta U_2$$

Trong giai đoạn thiết kế, do không biết chính xác trị số của U_1 , để đảm bảo độ lệch điện áp tại điểm cuối không vượt ra khỏi phạm vi cho

phép, người ta coi như $U_1 = U_{dm}$ và yêu cầu tổn thất điện áp trong trường hợp đường dây bình thường không quá $5\%U_{dm}$ và trong trường hợp sự cố (đường dây kép đứt 1 lộ) không quá $10\%U_{dm}$

$$\Delta U_{bt} \leq 5\%U_{dm} \quad (0.4)$$

$$\Delta U_{sc} \leq 10\%U_{dm} \quad (0.5)$$

0.2.3. Kinh tế

Tính kinh tế của một phương án cấp điện thể hiện qua hai chỉ tiêu : Vốn đầu tư và phí tổn vận hành.

Vốn đầu tư một công trình điện bao gồm tiền mua vật tư, thiết bị, tiền vận chuyển, tiền thí nghiệm, thử nghiệm, tiền mua đất đai, đền bù hoa màu, tiền khảo sát thiết kế, tiền lắp đặt, nghiệm thu.

Phí tổn vận hành bao gồm các khoản tiền phải chi phí trong quá trình vận hành công trình điện : Tiền lương cán bộ quản lý, cán bộ kỹ thuật, công nhân vận hành, tiền bảo dưỡng định kỳ, tiền sửa chữa, trung đại tu, tiền thử nghiệm, thí nghiệm, tiền tổn thất điện năng trên công trình điện.

Thường thì hai khoản kinh phí này luôn mâu thuẫn nhau, nếu vốn đầu tư lớn thì phí tổn vận hành nhỏ và ngược lại. Ví dụ, nếu chọn tiết diện dây dẫn nhỏ thì tiền mua ít đi nhưng tiền tổn thất điện năng lại tăng lên do điện trở dây lớn hơn. Ví dụ, nếu mua thiết bị điện loại tốt thì đắt nhưng giảm được phí tổn vận hành do ít phải sửa chữa, bảo dưỡng...

Phương án cấp điện tối ưu, là phương án tổng hoà hai đại lượng trên, đó là phương án có *chi phí tính toán hàng năm* nhỏ nhất

$$Z = (a_{vh} + a_{tc})K + c.\Delta A \rightarrow \min$$

Trong đó :

a_{vh} - hệ số vận hành, với ĐDK (đường dây trên không) các cấp điện áp đều lấy $a_{vh} = 0,04$ với cáp và trạm biến áp $a_{vh} = 0,1$

a_{tc} - hệ số thu hồi vốn đầu tư tiêu chuẩn

$$a_{tc} = \frac{1}{T_{tc}}, \text{ với lưới cung cấp điện } T_{tc} = 5 \text{ năm} \rightarrow a_{tc} = 0,2$$

K - vốn đầu tư ;

ΔA - tổn thất điện năng 1 năm ;

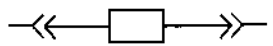
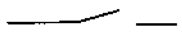
c - giá tiền tổn thất điện năng (đ/kWh)

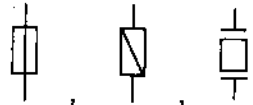
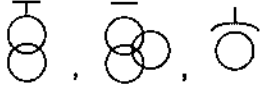
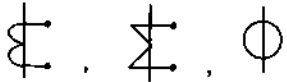
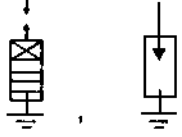
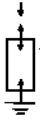
0.2.4. An toàn

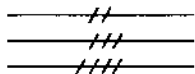
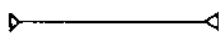
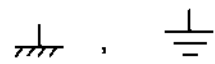
An toàn là vấn đề quan trọng, thậm chí phải đặt lên hàng đầu khi thiết kế, lắp đặt, vận hành công trình điện. An toàn cho cán bộ vận hành, an toàn cho thiết bị, công trình điện, an toàn cho người dân và các công trình dân dụng lân cận.

Người thiết kế và vận hành công trình điện phải nghiêm chỉnh tuân thủ triệt để các quy định, nội quy an toàn, ví dụ khoảng cách an toàn giữa công trình điện và công trình dân dụng, khoảng cách an toàn từ dây dẫn tới mặt đất...

0.3. MỘT SỐ KÝ HIỆU TRÊN SƠ ĐỒ CẤP ĐIỆN

TT	Thiết bị điện	Ký hiệu trên bản vẽ
1	Máy phát điện	 F , 
2	Trạm biến áp	 , 
3	Trạm phân phối	 , 
4	Máy biến áp 2 cuộn dây, 3 cuộn dây	 , 
5	Máy cắt điện	 ,  , 
6	Máy cắt hợp bộ	
7	Dao cách ly, cầu dao	
8	Dao cắt phụ tải, máy cắt phụ tải	

9	Cầu chì	
10	Máy biến áp đo lường, máy biến điện áp	
11	Máy biến dòng điện	
12	Cầu chì tự rơi	
13	Chống sét van	
14	Chống sét ống	
15	Tụ điện bù	
16	Tủ phân phối	
17	Tủ động lực	
18	Tủ chiếu sáng	
19	Thanh cái, thanh góp	
20	Dây dẫn	

21	Dây dẫn có ghi rõ số dây 2, 3, 4	
22	Đường cáp	
23	Áp tô mát	
24	Khởi động từ	
25	Động cơ điện	
26	Đèn sợi đốt	
27	Đèn tuýp	
28	Chuông điện	
29	Ổ, phích, ổ + phích	
30	Công tắc đơn, kép	
31	Quạt điện	
32	Bảng điện	
33	Nối đất	
34	Đồng hồ ampe, vôn, cosφ	
35	Công tơ vô công, hữu công	

Chương 1

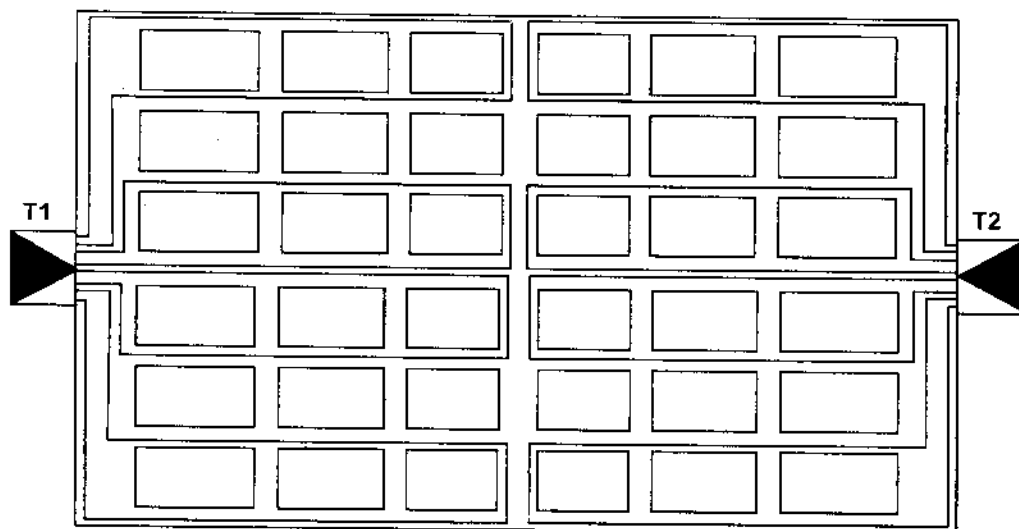
CÁC LOẠI LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN

1.1. LƯỚI ĐIỆN ĐÔ THỊ

Đô thị bao gồm thành phố lớn, nhỏ và thị trấn.

Điện áp trung áp thường sử dụng trong đô thị là 22 (kV) và 10 (kV). Mỗi thành phố tùy theo lớn, nhỏ có thể được cung cấp bởi 1, 2 hoặc nhiều trạm biến áp trung gian.

Để tăng độ tin cậy cung cấp điện, lưới trung áp thành phố thường có cấu trúc mạch vòng kín vận hành hở. Để đảm bảo an toàn và mỹ quan đô thị, lưới cung cấp điện trong thành phố, cả trung áp và hạ áp, nên dùng cáp ngầm và các trạm biến áp phân phối nên dùng kiểu trạm xây (còn gọi là trạm kín).

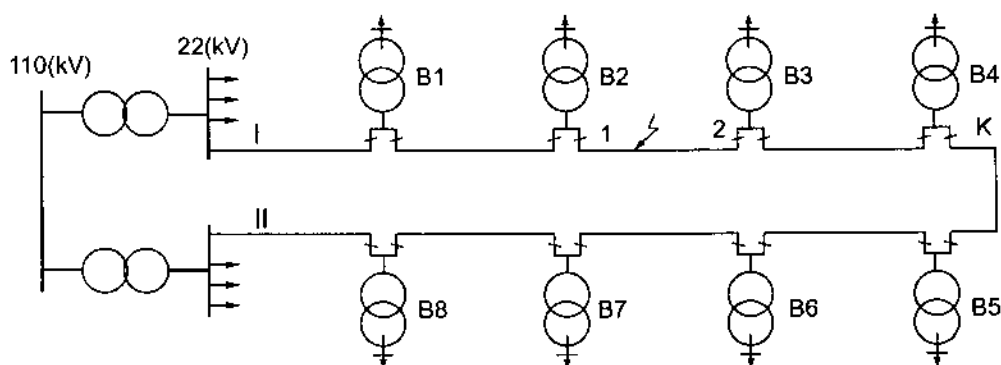


Hình 1.1. Một phương án cấp điện cho đô thị

Trên hình 1.1 giới thiệu một phương án cấp điện cho thành phố nhỏ bằng hai trạm biến áp trung gian T_1 , T_2 (110/22 (kV)), mỗi trạm có nhiệm vụ cấp điện cho một nửa thành phố bằng 4 mạch vòng cáp ngầm 22 (kV).

Sơ đồ nguyên lý mạch vòng trung áp giới thiệu trên hình 1.2. Mạch cáp ngầm nhận điện từ hai phân đoạn thanh góp 22 (kV) của trạm biến áp trung gian và cấp điện cho các trạm biến áp phân phối đấu vào mạch vòng. Bình

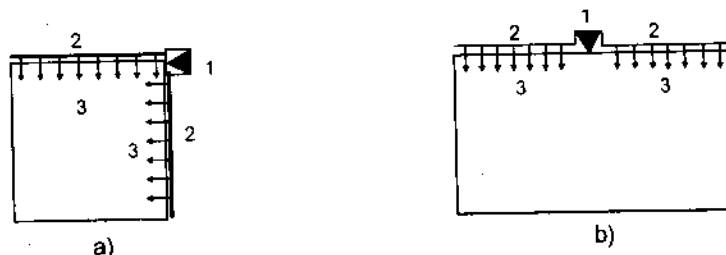
thường điểm giữa mạch vòng (điểm K) mở, mỗi nửa mạch vòng làm việc độc lập cấp điện cho 4 trạm biến áp phân phối. Giả sử có sự cố trên đoạn cáp giữa 2 trạm B3 và B4, thiết bị đóng cắt tại 1 và 2 mở ra tách phần cáp bị sự cố ra khỏi lưới để sửa chữa, điểm K đóng lại chuyển nhiệm vụ cấp điện cho B3 và B4 từ nửa mạch vòng I sang nửa mạch vòng II. Như vậy, dù xảy ra sự cố tại bất kỳ đoạn cáp nào trên mạch vòng, các trạm biến áp phân phối vẫn không bị mất điện.



Hình 1.2. Sơ đồ nguyên lý mạch vòng trung áp

Lưới cung cấp điện cho thị trấn do yêu cầu về độ tin cậy và mỹ quan không cao lắm, chỉ cần dùng các đường dây trên không hồ trung áp cấp điện cho các trạm biến áp phân phối, lưới hạ áp cũng dùng các đường dây trên không.

Đối với lưới điện đô thị cần hạn chế cáp ngầm và cả đường dây trên không vượt qua đường giao thông, vì thế mỗi trạm biến áp phân phối chỉ nên cấp điện cho các hộ tiêu thụ nằm trên cùng một phía đường. Tùy theo điều kiện cụ thể có thể đặt trạm tại các góc phố hoặc giữa dãy phố.



Hình 1.3. Phương án cấp điện hạ áp cho đô thị

- a) Trạm biến áp đặt ở góc phố
- b) Trạm biến áp đặt ở giữa phố

1. trạm biến áp 2. đường trục hạ áp 3. hộ dùng điện

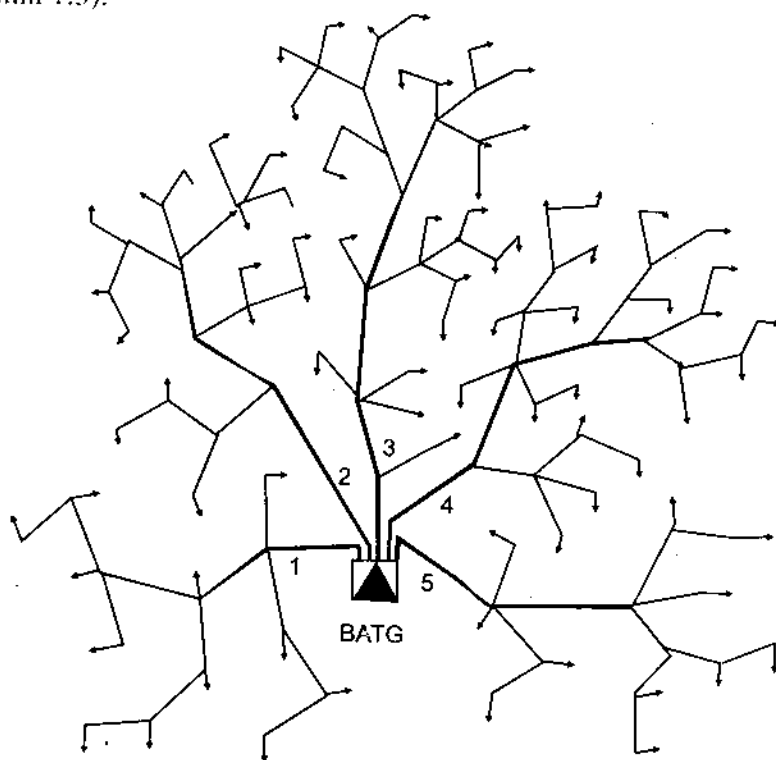
1.2. LƯỚI ĐIỆN NÔNG THÔN

Ở nông thôn, mỗi huyện thường được cấp điện từ 1 hoặc 2 trạm biến áp trung gian. Cấp điện áp 10 (kV) và 35 (kV) thích hợp cho lưới trung áp nông thôn hiện nay.

Do điều kiện địa lý và phân bố dân cư, lưới điện trung áp huyện có cấu trúc chĩa chạnh giống như thân cành nhánh của cây (hình 1.4). Từ trạm biến áp trung gian xây dựng một số đường trục trung áp, các đường rẽ nhánh từ những đường trục vươn về xã để cấp điện cho các trạm biến áp phân phối.

Tất cả các tuyến dây đều là đường dây trên không, hở ; Trạm phân phối kiểu cột (hoặc бет) là thích hợp với điều kiện nông thôn.

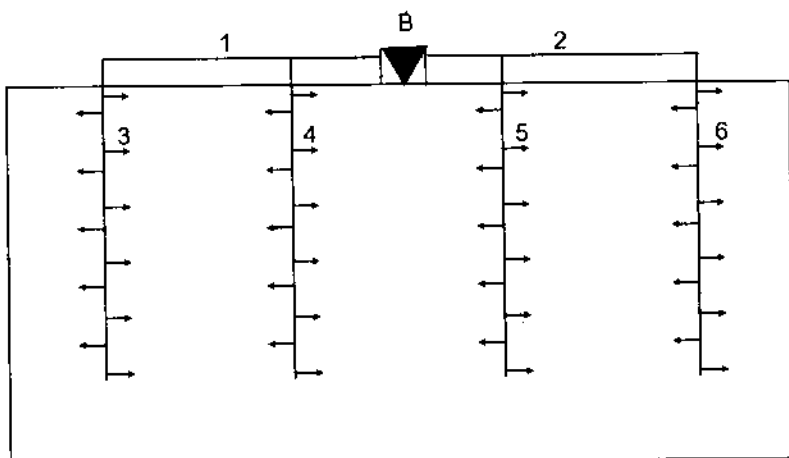
Lưới hạ áp nông thôn cũng là đường dây trên không. Để đảm bảo chất lượng điện năng và thuận tiện cho quản lý, vận hành, hiện nay mỗi thôn thường được đặt một trạm biến áp phân phối, trạm được đặt ở giữa thôn (làng) từ đây đi ra hai đường trục để cấp điện cho các đường rẽ vào ngõ xóm (hình 1.5).



Hình 1.4. Lưới điện trung áp của huyện

1, 2, 3, 4, 5 - các đường trục trung áp

→ - các trạm biến áp phân phối



Hình 1.5. Phương án cấp điện cho một thôn
1, 2 - đường trục hạ áp thôn ; 3, 4, 5, 6 - đường điện ngõ xóm

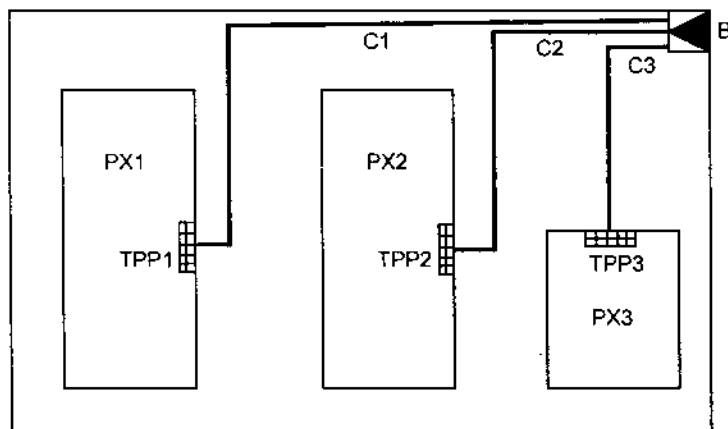
1.3. LƯỚI ĐIỆN XÍ NGHIỆP CÔNG NGHIỆP

Các xí nghiệp công nghiệp là những hộ tiêu thụ điện tập trung, công suất lớn.

Điện năng cấp cho xí nghiệp được lấy từ các trạm biến áp trung gian bằng các đường dây trung áp. Tùy theo công suất của xí nghiệp và khoảng cách từ xí nghiệp tới trạm BATG có thể chọn dùng cấp điện áp 10 (kV), 22 (kV) hoặc 35 (kV) cho thích hợp.

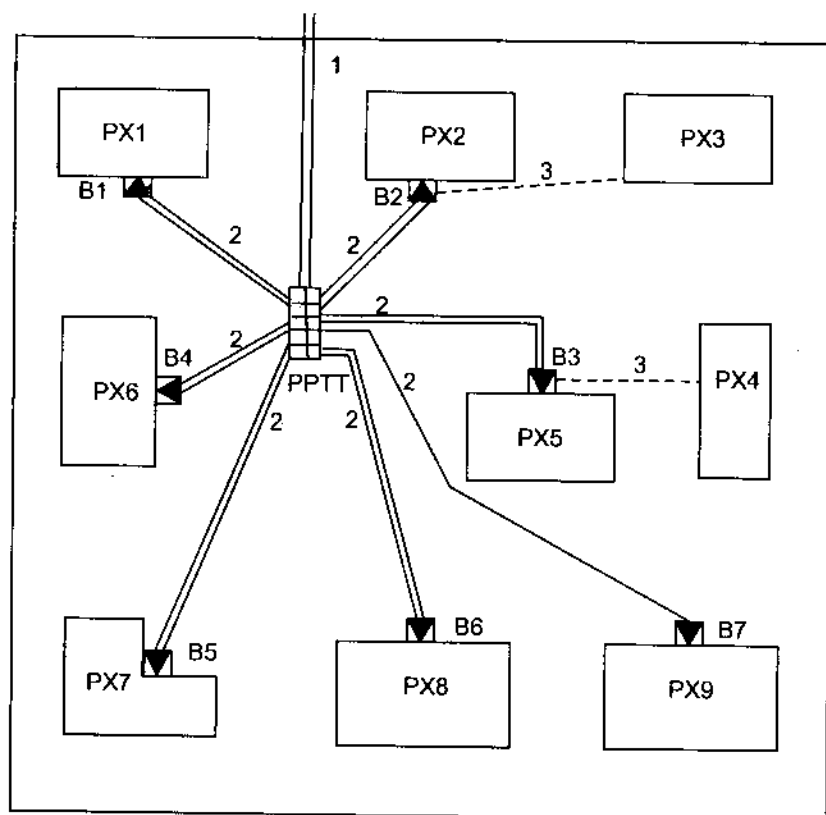
Lưới điện xí nghiệp có cấu trúc khác nhau tùy thuộc vào quy mô của xí nghiệp.

Với những xí nghiệp nhỏ chỉ có vài ba phân xưởng, công suất một vài trăm kVA chỉ cần đặt một trạm biến áp (hình 1.6).



Hình 1.6. Mặt bằng cấp điện cho xí nghiệp nhỏ
C1, C2, C3 - các đường cáp ngầm hạ áp
TPP1, TPP2, TPP3 - các tủ phân phối phân xưởng

Với những xí nghiệp quy mô lớn như xí nghiệp cơ khí trung quy mô, sản xuất máy kéo, luyện kim, liên hợp dệt v.v... bao gồm nhiều phân xưởng với tổng công suất tới vài ngàn, thậm chí hàng vạn kVA, thì quy mô lưới điện xí nghiệp cũng lớn. Trong xí nghiệp cần đặt nhiều trạm biến áp, mỗi phân xưởng lớn đặt một trạm, phân xưởng nhỏ gần nhau đặt chung một trạm. Để cấp điện cho các trạm biến áp phân xưởng (BAPX) cần đặt tại trung tâm xí nghiệp một trạm phân phối, gọi là trạm phân phối trung tâm (TPPTT). Trạm PPTT có nhiệm vụ nhận điện từ trạm biến áp trung gian về và phân phối cho các trạm BAPX. Trong trạm PPTT chỉ đặt các thiết bị đóng cắt, không đặt biến áp. Cũng có thể thực hiện phương án đặt trạm biến áp trung tâm (BATT) tại xí nghiệp ở những xí nghiệp rất lớn, cấp điện áp có thể là 35/10 - 22 (kV) hoặc 110/10 - 22 (kV).

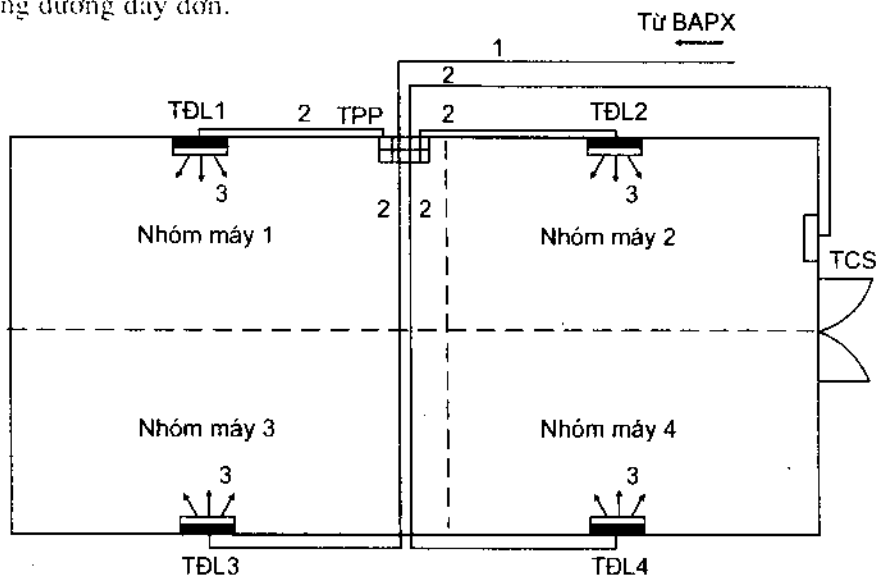


Hình 1.7. Lưới trung áp xí nghiệp quy mô lớn

1. đường dây trung áp từ BATG cấp điện cho xí nghiệp ;
2. lưới cáp ngầm trung áp của xí nghiệp ;
3. cáp ngầm hạ áp.

Trên hình 1.7 giới thiệu một phương án cấp điện cho xí nghiệp quy mô lớn. Xí nghiệp bao gồm 9 phân xưởng.

Căn cứ vào vị trí, công suất của các phân xưởng, dự định xây dựng 7 trạm biến áp phân xưởng (10 - 22/0,4kV). Các phân xưởng 1, 6, 7, 8, 9 được cấp điện bằng một trạm biến áp riêng. Phân xưởng 3 và 4 do công suất tiêu thụ nhỏ được cấp điện bằng đường cáp hạ áp kéo từ các trạm B2 và B3. Đây là xí nghiệp quan trọng trong nền kinh tế được xếp vào hộ loại 1, cần đảm bảo cấp điện liên tục. Xí nghiệp nhận điện từ trạm biến áp trung gian về bằng đường dây trung áp lộ kép. Các phân xưởng quan trọng trong xí nghiệp được đặt 2 máy biến áp và được cấp điện từ trạm PPTT bằng đường dây lộ kép. Với phân xưởng phụ, trạm biến áp chỉ đặt 1 máy và cấp điện bằng đường dây đơn.



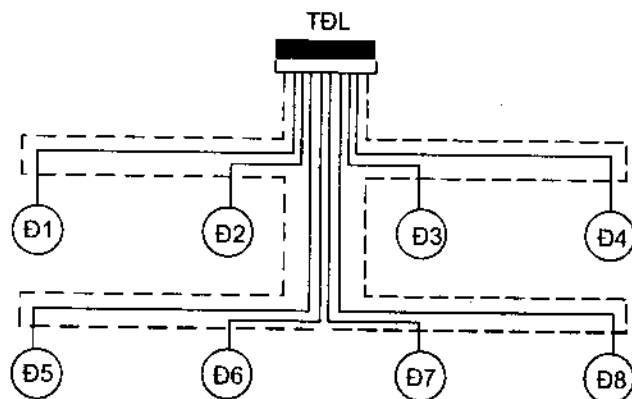
Hình 1.8. Lưới điện hạ áp phân xưởng

1. đường cáp hạ áp từ BAPX về phân xưởng ;
2. các đường cáp hạ áp cấp điện cho các TĐL, TCS ;
3. cáp từ TĐL cấp điện cho từng máy.

Để đảm bảo mỹ quan công nghiệp và an toàn, các tuyến dây trung áp trong xí nghiệp đều dùng cáp ngầm, các trạm biến áp phân xưởng đều dùng kiểu trạm xây đặt kê vào tường phân xưởng.

Lưới hạ áp xí nghiệp chính là lưới điện bên trong mỗi phân xưởng. Nói chung các thiết bị dùng điện của xí nghiệp như động cơ điện, lò điện, cầu trục... đều dùng điện áp 0,4 (kV), rất ít thiết bị chuyên dụng dùng điện áp 1 (kV) hoặc 3 (kV).

Để cấp điện cho phân xưởng người ta đặt 1 tủ phân phối (TPP) có nhiệm vụ nhận điện hạ áp từ trạm biến áp phân xưởng về cấp cho các tủ động lực (TĐL), mỗi TĐL cấp điện cho một nhóm máy. Ngoài các TĐL, trong phân xưởng còn đặt 1 tủ chiếu sáng (TCS). Tủ chiếu sáng cũng nhận điện từ tủ phân phối và cấp điện cho hệ thống đèn chiếu sáng phân xưởng. Dây dẫn từ TĐL đến các máy thường cùng cáp, nếu dùng dây bọc thì phải được luồn trong ống thép. Cáp được đi trong hệ thống rãnh gọi là rãnh cáp.



Hình 1.9. Cấp điện từ TĐL đến từng máy (đường nét đứt là rãnh cáp)

1.4. CÁC LOẠI DÂY DẪN VÀ CÁP

Để tải điện người ta dùng dây dẫn và cáp. So với dây dẫn, tải điện bằng cáp đắt hơn, nhưng mỹ quan và an toàn, vì thế cáp trung và hạ áp thích hợp với lưới điện đô thị và xí nghiệp. Tải điện bằng dây dẫn rẻ tiền, dễ sửa chữa, thay thế, thường được dùng trên lưới trung hạ áp khu vực nông thôn.

1.4.1. Các loại dây dẫn

Dây dẫn gồm hai loại : dây bọc cách điện và dây trần.

Dây bọc cách điện dùng trên lưới nội thất hạ áp. Dây bọc được chế tạo nhiều kiểu cách : dây một sợi, dây nhiều sợi, dây cứng, dây mềm, dây đơn, dây đôi (dây súp). Vật liệu làm dây bọc là đồng và nhôm. Dây bọc lõi đồng đắt hơn dây nhôm nhưng khả năng tải điện tốt hơn, ít tổn thất điện năng hơn nên được dùng rộng rãi trên mọi công trình nội thất.

Trong lưới hạ áp công nghiệp, dây bọc được luồn trong ống tuýp sắt để cấp điện cho động cơ.

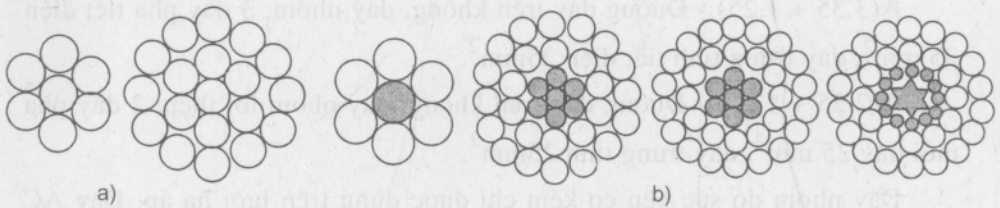
Ký hiệu dây bọc trên bản vẽ là $M(n.F)$, trong đó M là dây đồng, $n = 1$ là dây đơn, $n = 2$ là dây đôi, F là tiết diện dây (mm^2).

Ví dụ : $2M(1 \times 4)$: 2 dây bọc đơn lõi đồng tiết diện 4mm^2

M(2 × 1,5) : dây bọc kép lõi đồng, tiết diện 1,5mm²

Dây trần được dùng trên mọi cấp điện áp. Có dây nhôm trần, thép trần, đồng trần và dây nhôm lõi thép. Phổ biến nhất là dây nhôm và dây nhôm lõi thép (A và AC). Dây thép dẫn điện kém, tổn thất nhiều, thường chỉ được dùng làm dây chống sét. Dây đồng có khả năng dẫn điện tốt nhất nhưng nặng và đắt, chỉ được dùng ở những khu vực môi trường đặc biệt.

Dây nhôm và dây nhôm lõi thép thường được chế tạo từ nhiều sợi nhỏ vặn xoắn lại.



Hình 1.10. Dây nhôm và dây nhôm lõi thép các cỡ

a) dây nhôm ; b) dây nhôm lõi thép

Dây nhôm lõi thép còn gọi là dây phức hợp, trong đó phần nhôm làm nhiệm vụ dẫn điện, phần thép làm nhiệm vụ tăng độ bền cơ học.

Ký hiệu : A-50 có nghĩa là dây nhôm trần tiết diện 50mm²

AC-50 có nghĩa là dây nhôm lõi thép, tiết diện dẫn điện (nhôm) là 50mm²

Trên các bản vẽ cung cấp điện, ký hiệu đường dây trần (còn gọi là đường dây trên không, viết tắt là ĐDK) quy ước như sau :

- Đối với ĐDK cao áp và trung áp luôn luôn tải điện ba pha, nên ký hiệu không cần thiết phải chỉ rõ số pha, chỉ cần ký hiệu loại dây và tiết diện dây.

Ví dụ : AC - 120 : Đường dây trên không tải điện xoay chiều 3 pha, tiết diện 120 mm².

- Đối với ĐDK hạ áp, tùy từng khu vực cấp điện có khi tải 3 pha, 2 pha, 1 pha nên phải ghi thật chi tiết trên ký hiệu, cụ thể là :

Loại dây (n.F + 1. F₀)

Trong đó : Loại dây là A hoặc AC

n - số dây pha ;

F - tiết diện dây pha (mm²)

F_0 - tiết diện dây trung tính (mm^2)

Theo quy phạm, với đường dây 3 pha 4 dây

$$F_0 \geq \frac{1}{2} F \quad (1.1)$$

với đường dây 2 pha 3 dây hoặc 1 pha 2 dây

$$F_0 = F \quad (1.2)$$

Ví dụ :

A(3.35 + 1.25) - Đường dây trên không, dây nhôm, 3 dây pha tiết diện 35 mm^2 , dây trung tính tiết diện 25 mm^2 .

A(2.25 + 1.25) - Đường dây trên không, dây nhôm lõi thép, 2 dây pha mỗi dây 25 mm^2 , dây trung tính 25 mm^2 .

Dây nhôm do sức bền cơ kém chỉ được dùng trên lưới hạ áp. Dây AC được dùng ở mọi cấp điện áp.

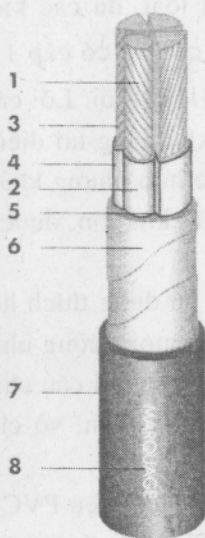
Khi lựa chọn tiết diện dây dẫn trần trung hạ áp cần lưu ý tiết diện tối thiểu theo độ bền cơ. Trị số lực kéo xuất hiện trong dây dẫn lớn nhỏ tùy thuộc khoảng cách giữa 2 cột, gọi là khoảng cột. Khi khoảng cột càng lớn, lực kéo càng lớn và dây càng phải chọn to hơn. Bảng sau đây giới thiệu tiết diện dây trần tối thiểu trên lưới trung và hạ áp.

Bảng 1.1. TIẾT DIỆN DÂY TỐI THIỂU

Loại ĐDK	Khoảng vượt $l(\text{m})$	Loại dây được dùng	Tiết diện tối thiểu (mm^2)
Hạ áp, đường ngõ xóm	20 - 30	A, AC	A - 16 AC - 10
Hạ áp, trục thôn, xã	40 - 50	A, AC	A - 25 AC - 16
Trung áp	80 - 120	AC	AC - 35

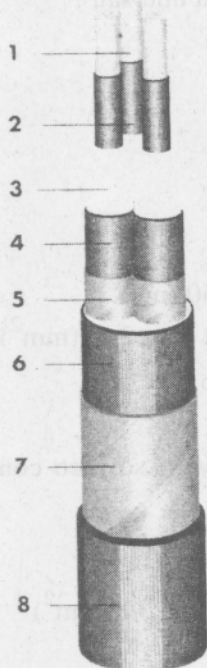
1.4.2. Các loại cáp

Cáp là loại dây dẫn đặc biệt. Trong khi cách điện giữa các dây trần là không khí thì cách điện giữa các pha của cáp là *chất cách điện*. Chất cách điện thường dùng hiện nay là PVC và XLPE. Do chất cách điện có khả năng cách điện rất cao nên kích thước của cáp rất nhỏ gọn, tiện lợi cho việc vận chuyển, lắp đặt.



Cáp 4 lõi hạ áp

1. lõi thép (trung tính)
2. lớp bảo vệ
3. lõi cáp (các pha)
4. lớp cách điện XLPE
5. giấy chèn
6. lớp thép bọc
7. vỏ cáp bằng PVC
8. mã hiệu cáp



Cáp trung áp 3 lõi

1. lõi cáp
2. lớp bọc cách điện
3. cách điện XLPE
4. lớp bọc cách điện
5. lớp bọc thép
6. lớp bọc PVC
7. lớp bọc thép
8. vỏ PVC.

Hình 1.11. Cáp hạ áp và trung áp do Alcatel chế tạo

Cáp được chế tạo hết sức đa dạng, nhiều chủng loại, đủ các kích cỡ, chế tạo với mọi cấp điện áp. Ở cấp điện áp trung và cao áp có cáp 1 lõi, 3 lõi. Ở cấp điện áp thấp ($< 1 \text{ kV}$) có cáp 1 lõi, 2 lõi, 3 lõi, 4 lõi. Lõi cáp chế tạo từ nhôm và đồng. Cáp nhôm nhẹ, rẻ tiền nhưng khả năng tải điện kém và gây tổn hao điện năng lớn. Cáp đồng giá thành cao hơn nhưng khả năng tải điện cao hơn và giảm được lượng điện năng tổn thất khá lớn, được dùng rộng rãi trên lưới cao, hạ áp.

Người ta chế tạo nhiều loại vỏ cáp khác nhau để sử dụng thích hợp tại các môi trường khác nhau. Cáp có vỏ chịu nhiệt dùng ở môi trường nhiệt độ cao (còn gọi là cáp chống cháy), cáp có vỏ đai thép dùng ở nơi cần chịu lực cơ. Ngoài ra còn chế tạo loại vỏ cáp chịu mặn, chịu ăn mòn, vỏ chì, vỏ nhôm v.v...

Cáp được gọi tên theo chất cách điện. Cáp có chất cách điện PVC được gọi là cáp PVC, cáp cách điện XLPE gọi là cáp XLPE. Khi thiết kế hoặc mua bán cáp cần chỉ rõ chất cách điện, cấp điện áp, loại lõi (đồng hay nhôm), số lượng lõi, tiết diện lõi, loại vỏ ứng với môi trường sử dụng.

Trên các bản vẽ cung cấp điện, cáp được ký hiệu như sau :

- *Cáp trung, cao áp* : n . Chất cách điện ($m \times F$)

Trong đó : n - số cáp, nếu $n = 1$ thì không cần ghi ;

Chất cách điện - PVC hoặc XLPE

m - số lõi cáp ;

F - tiết diện cáp (mm^2)

Ví dụ :

PVC(3×50) - Cáp PVC, 3 lõi, tiết diện 50 (mm^2)

3XLPE(1×240) - 3 cáp XLPE, 1 lõi, tiết diện 240 (mm^2)

- *Cáp hạ áp* : n . Chất cách điện ($m \times F + 1 \times F_0$)

Trong đó : n , m , F như trên

F_0 - tiết diện dây trung tính (mm^2), lấy trị số theo công thức

(1.1) và (1.2)

Ví dụ : PVC($3 \times 50 + 1 \times 35$)

là cáp PVC, 4 lõi, tiết diện pha 50 (mm^2), trung tính 35 (mm^2)

2XLPE($3 \times 120 + 1 \times 70$)

là 2 cáp XLPE, 4 lõi, tiết diện pha 120 (mm^2), trung tính 70 (mm^2)

3XLPE(1×150) + 1XLPE(1×95)

là 4 cáp đơn XLPE, tiết diện các pha 150 (mm^2), tiết diện cáp trung tính 95 (mm^2)

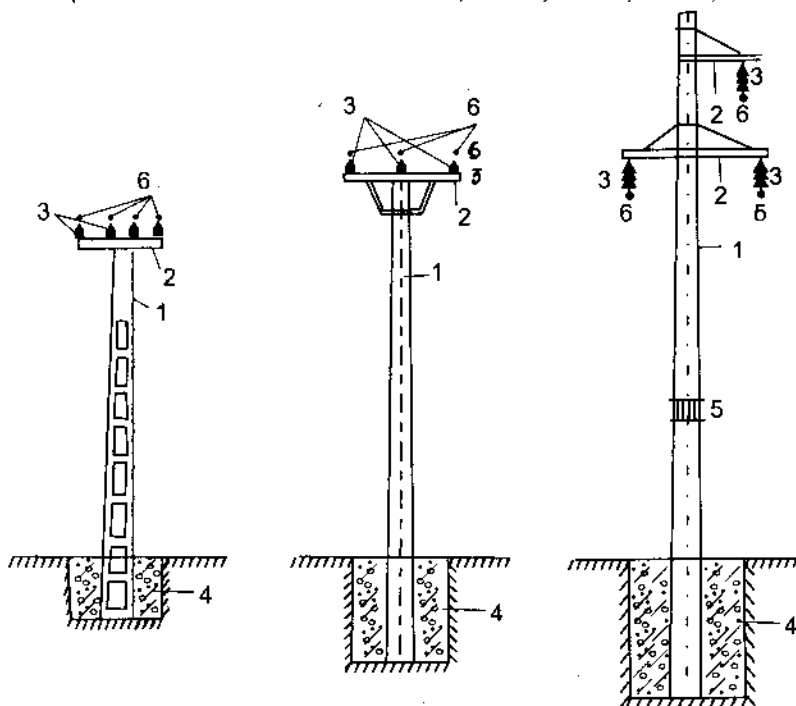
1.5. CẤU TRÚC ĐƯỜNG DÂY TẢI ĐIỆN

Đường dây tải điện trên không kí hiệu là ĐDK, ví dụ ĐDK - 35 (kV), ĐDK - 10 (kV), ĐDK - 0,4 (kV). Đường dây tải điện trên không bao gồm các phần tử : dây dẫn, sứ, xà, cột, móng, có thể còn có dây chống sét và dây néo.

1.5.1. Cột. Lưới cung cấp điện trung áp dùng 2 loại cột : cột vuông và cột ly tâm.

Cột vuông còn gọi là *cột chữ H*, thường được chế tạo cỡ 7,5m và 8,5 m, ký hiệu là H7,5 và H8,5. Cột vuông có thể chế tạo tại nhà máy, cũng có thể đúc tại chỗ. Cột H7,5 chỉ dùng trên lưới hạ áp, cột H8,5 có thể dùng trên lưới hạ áp và lưới 10 (kV).

Cột ly tâm còn gọi là *cột tròn*, ký hiệu LT được chế tạo tại nhà máy bê tông đúc sẵn. Người ta đúc sẵn các cột 10 m, 12 m và các đế cột 6 m, 8 m, 10 m. Ghép nối chúng lại với nhau (bằng măng xông hoặc mặt bích) ta có được các cột có kích cỡ khác nhau : LT10, LT12, LT16, LT20, LT22.



Hình 1.12. Một số loại cột đường dây trên không

- a) Cột H8,5 dùng trên ĐDK - 0,4 (kV)
- b) Cột LT10 dùng trên ĐDK - 10 (kV), sứ đứng
- c) Cột LT16 (ghép nối giữa đế 6 m và thân cột 10 m) dùng trên ĐDK - 35 (kV), sứ chuỗi

1. cột ; 2. xà ; 3. sứ ; 4. móng ; 5. ghép măng xông ; 6. dây dẫn

Để đáp ứng khả năng chịu lực của cột ở những vị trí khác nhau trên đường dây người ta chế tạo 4 loại cột có khả năng chịu lực khác nhau, ký hiệu là A, B, C, D, thông số kỹ thuật của chúng được nhà chế tạo cho theo bảng 1.2.

Bảng 1.2. Thông số kỹ thuật của các loại cột li tâm

Loại cột	Lực kéo ngang đầu cột N (kG)	Chiều cao cột m	Đường kính ngoài đáng cột (mm)
LT10A	3200 (320)	10	323
LT10B	4200 (420)		
LT10C	5200 (520)		
LT12A	5400 (540)	12	350
LT12B	7200 (720)		
LT12C	9000 (900)		
LT16B	9200 (920)	16	403
LT16C	11000 (1100)		
LT18B	9200 (920)	18	430
LT18C	12000 (1200)		
LT20B	9200 (920)	20	456
LT20C	10000 (1000)		
LT20D	13000 (1300)		

1.5.2. Xà

Xà dùng đỡ dây dẫn và cố định khoảng cách giữa các dây. Xà có thể làm bằng sắt hoặc bê tông. Kích thước xà tùy thuộc vào cấp điện áp của đường dây. Cấp điện áp càng cao, khoảng cách giữa các pha càng lớn, kích thước xà cũng phải tăng lên...

Trên xà có khoan sẵn các lỗ để bắt sứ. Khoảng cách giữa hai dây (cũng là khoảng cách giữa 2 lỗ khoan) thường từ $0,3 \div 0,4$ m với đường dây hạ áp, từ $0,8 \div 1,2$ m với đường dây 10 (kV), từ $1,5 \div 2$ m với đường dây 35 (kV)

1.5.3. Sứ

Sứ dùng để cách điện giữa dây và xà. Trên đường dây tải điện sử dụng hai loại sứ : sứ đứng và sứ chuỗi (hình 1.12).

Sứ đứng dùng cho cấp điện áp từ 0,4 đến 35 (kV). Sứ chuỗi đường dùng trên đường dây từ 10 (kV) trở lên. Với đường dây điện áp từ 110 (kV) trở

lên do khoảng cách giữa hai cột lớn (200 - 300 m), sứ đứng sẽ không chịu được lực kéo.

Sứ đứng có chân sắt để bắt vào xà bằng bulông. Sứ chuỗi bao gồm nhiều bát sứ ghép lại với nhau và được treo vào xà. Mỗi dây pha đường dây 10 (kV) dùng chuỗi sứ 1 bát, 22 (kV) dùng 2 bát, 35 (kV) dùng 3 bát, 110 (kV) dùng 7 bát.

1.5.4. Móng cột

Móng cột đường dây tải điện có nhiệm vụ chống lật cột. Trong vận hành cột điện luôn chịu lực kéo của dây và lực gió bão.

Tùy theo loại đất trên tuyến cột, có thể dùng các loại móng khác nhau : móng ngắn không cấp, móng có cấp, móng cọc, móng bè. Ở vùng đất tốt (như đất đồi chẳng hạn) có thể chôn thẳng cột xuống đất, không cần móng, gọi là cột không móng.

Móng cột có thể đổ bê tông tại chỗ hoặc là các móng bê tông được chế tạo sẵn vận chuyển đến đặt vào hố móng.

1.5.5. Dây néo

Tại các vị trí cột đặc biệt : cột đầu, cột cuối đường dây và cột góc (như tuyến dây đổi hướng) cột chịu lực kéo lớn về một phía. Để tăng cường chịu lực kéo cho các cột này thường dùng 2 cột (cột đôi) hoặc dây néo đặt ngược hướng lực kéo dây.

Móng của dây néo gọi là *móng néo*.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 1

1. Hãy nêu sự giống nhau và khác nhau của các loại lưới điện ?
2. Tại sao phải có các loại dây dẫn và cáp điện khác nhau ?
3. Tại sao phải dùng cột có chiều cao khác nhau ? Vì sao cột bê tông chỉ chế tạo đến chiều dài 12m ? Đường dây 220kV và 500kV chỉ dùng cột sắt, tại sao ?
4. Hãy nêu cấu trúc của một lưới điện thường gặp ?

Chương 2

2.2.1. Phụ tải điện trạm bơm

Các máy bơm nông nghiệp thường có các thang công suất 14 (kW), 20 (kW), 33 (kW), 45 (kW), 55 (kW), 75 (kW), 100 (kW), 200 (kW). Với máy bơm công suất nhỏ sử dụng điện hạ áp, máy bơm công suất lớn 100 (kW) trở lên thường dùng điện 6 (kV) hoặc 10 (kV).

Trạm bơm chia làm 2 loại : trạm bơm tưới và trạm bơm tiêu. Trạm bơm tưới làm việc hầu như quanh năm. Trạm bơm tiêu chỉ làm việc ít ngày vào những dịp úng lụt.

Phụ tải điện trạm bơm được xác định theo công thức sau :

$$P_{tt} = K_{dt} \cdot \sum_{i=1}^n K_{ti} P_{dmi} \quad (2.1)$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\varphi \quad (2.2)$$

Trong đó :

P_{tt} , Q_{tt} – phụ tải tác dụng và phản kháng tính toán của trạm bơm ;

K_{dt} – hệ số đồng thời, lấy theo thực tế

$$K_{dt} = \frac{n_{lv}}{n}$$

với n – tổng số máy bơm đặt trong trạm ;

n_{lv} – số máy bơm làm việc.

Với trạm bơm tưới đặt nhiều máy bơm người ta thường cho một máy bơm thay phiên nhau nghỉ để bảo dưỡng.

Với trạm bơm tiêu, do tính cấp bách của việc chống lũ lụt bảo vệ hoa màu, cần cho 100% máy bơm làm việc

K_t – hệ số tải

với trạm bơm tưới lấy theo thực tế,

với trạm bơm tiêu cho máy tải 100% công suất.

Như vậy, với trạm bơm tiêu trong những ngày làm việc phải cho 100% máy bơm vận hành đầy tải, nghĩa là :

$$K_t = K_{dt} = 1$$

Khi đó phụ tải điện của trạm bơm tiêu sẽ là

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n K_{dmi} \quad (2.3)$$

Trị số $\cos\varphi$ của trạm bơm lấy như sau :

với trạm bơm tiêu $\cos\varphi = \cos\varphi_{dm} \approx 0,8$ ($K_t = 1$)

với trạm bơm tưới $\cos\varphi = 0,6 \div 0,7$ tùy theo K_t

Ví dụ 2.1 : Yêu cầu xác định phụ tải điện một trạm bơm cấp huyện đặt 4 máy bơm 55 (kW) trong hai trường hợp :

GIẢI

1. Trường hợp trạm bơm tưới :

Giả thiết trạm thường xuyên cho 1 máy nghỉ bảo dưỡng, khi đó hệ số đồng thời sẽ là :

$$K_{dt} = \frac{3}{4} = 0,75$$

Hệ số tải lấy $K_t = 0,8$, từ đây xác định được phụ tải điện của trạm bơm là :

$$P_{tt} = 0,75 (0,8 \cdot 55)4 = 132 \text{ (kW)}$$

Với $\cos\varphi = 0,7$, xác định được phụ tải điện toàn phần (công suất tính toán toàn phần) của trạm bơm tưới là :

$$S_{tt} = \frac{P_{tt}}{\cos\varphi} = \frac{132}{0,7} = 188,57 \text{ (kVA)}$$

2. Trường hợp trạm bơm tiêu :

Theo công thức (2.3)

$$P_{tt} = \sum_1^n P_{dm} = 4 \times 55 = 220 \text{ (kW)}$$

Với $\cos\varphi = 0,8$ xác định được phụ tải điện toàn phần của trạm bơm tiêu là :

$$S_{tt} = \frac{220}{0,8} = 275 \text{ (kVA)}$$

2.2.2. Phụ tải điện trường học

Hiện nay ở nông thôn trường học phát triển mạnh mẽ và đều khắp, mỗi xã có trường tiểu học, trường phổ thông cơ sở, mỗi huyện có 1, 2 thậm chí 3, 4 trường phổ thông trung học.

Với các trường phổ thông, điện chỉ dùng để chiếu sáng và quạt mát, vì thế phụ tải điện được xác định theo diện tích.

Để thiết kế cấp điện cho trường cần xác định phụ tải điện từng phòng học, từng tầng, cả nhà học và toàn trường.

Phụ tải điện một phòng học xác định theo công thức :

$$P_p = P_o \cdot S \quad (2.4)$$

Trong đó :

S – diện tích phòng học (m^2). Một phòng học của trường phổ thông thường có diện tích $S = 8 \times 10 = 80 (m^2)$;

P_o – suất phụ tải trên đơn vị diện tích, $P_o = (15 - 20) (W/m^2)$

$$Q_p = P_p \cdot \text{tg}\varphi \quad (2.5)$$

Hệ số công suất $\cos\varphi$ của phòng học lấy như sau :

Nếu là đèn tuýp + quạt : $\cos\varphi = 0,8$

Nếu là đèn sợi đốt + quạt : $\cos\varphi = 0,9$

Phụ tải tính toán một tầng nhà gồm n phòng học :

$$P_T = K_{dt} \sum_1^n P_p \quad (2.6)$$

Trong đó : K_{dt} – hệ số đồng thời. Nếu các phòng học thường xuyên sử dụng hết thì $K_{dt} = 1$.

Phụ tải tính toán của cả nhà học gồm m tầng :

$$P_N = K_{dt} \sum_1^m P_T \quad (2.7)$$

với trường học thường lấy $K_{dt} = 1$.

Phụ tải phản kháng của tầng, của cả nhà cũng xác định theo P_T , P_N tương tự công thức (2.5).

Phụ tải điện của phòng trực, phòng hiệu trưởng, phòng họp giáo viên cũng tính theo (2.4) với $P_o = 20 (W/m^2)$

Ví dụ 2.2 : Yêu cầu xác định phụ tải tính toán của một trường phổ thông cơ sở của xã bao gồm nhà học 2 tầng, mỗi tầng 6 phòng học mỗi phòng có diện tích $80m^2$ và khu nhà trường trực, hiệu trưởng, phòng họp giáo viên có tổng diện tích $100 (m^2)$.

GIẢI

Phụ tải một phòng học, với $P_o = 15 (W/m^2)$, là :

$$P_p = P_o \times S = 15 \times 80 = 1200 (W) = 1,2 (kW)$$

Phụ tải tầng gồm 6 phòng học giống nhau :

$$P_T = 6 \times P_p = 6 \times 1,2 = 7,2 \text{ (kW)}$$

Phụ tải cả nhà học 2 tầng :

$$P_N = 2 \times 7,2 = 14,4 \text{ (kW)}$$

Phụ tải khu nhà trường trực, hiệu trưởng, phòng họp :

$$P_H = 20 \times 100 = 2000 \text{ (W)} = 2 \text{ (kW)}$$

Tổng phụ tải điện toàn trường :

$$P_{\Sigma} = P_N + P_H = 14,4 + 2 = 16,4 \text{ (kW)}$$

Giả thiết dùng đèn tuýp, $\cos\varphi = 0,8$, xác định được phụ tải toàn phần :

$$S_{\Sigma} = \frac{P_{\Sigma}}{\cos\varphi} = \frac{16,4}{0,8} = 20,5 \text{ (kVA)}$$

2.2.3. Phụ tải ánh sáng sinh hoạt

Đây là phụ tải điện của các hộ gia đình. Ở nông thôn, các gia đình có mức sống tương đối thấp và không chênh lệch nhau lắm.

Phụ tải tính toán của một thôn, xóm hoặc làng được xác định như sau :

$$P_{tt} = P_o \cdot H \quad (2.8)$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan\varphi \quad (2.9)$$

Trong đó : H – số hộ dân trong thôn, làng

P_o – suất phụ tải tính toán cho 1 hộ, thường lấy

$$P_o = (0,5 + 0,8) \text{ (kW/hộ)}$$

với 0,5 dành cho khu vực thuần nông

0,6 ÷ 0,8 dành cho khu vực có nghề phụ hoặc làng xóm ven đường.

Để phục vụ sinh hoạt các hộ thường dùng nhiều loại thiết bị điện gia dụng khác nhau như : đèn, quạt, tivi, radio, bếp điện, bàn là, tủ lạnh v.v... trong tính toán cung cấp điện thường lấy hệ số công suất chung là $\cos\varphi = 0,85$.

Phụ tải tính toán toàn xã bao gồm các thôn xóm, trường học, trạm bơm v.v... là :

$$P_X = K_{dt} \sum_1^n P_{tti} \quad (2.10)$$

$$Q_X = K_{dt} \sum_1^n Q_{tli} \quad (2.11)$$

$$S_X = \sqrt{P_X^2 + Q_X^2} \quad (2.12)$$

K_{dt} – hệ số đồng thời

với $n = 1,2 \rightarrow K_{dt} = 1$

$n = 3,4 \rightarrow K_{dt} = 0,9 - 0,95$

$n = 5,6,7 \rightarrow K_{dt} = 0,8 - 0,85$

$n = 8,9,10 \rightarrow K_{dt} = 0, - 0,7$

Ví dụ 2.3: Yêu cầu xác định phụ tải điện cho 1 xã nông nghiệp, bao gồm :

Thôn 1 : 300 hộ dân, thuần nông

Thôn 2 : 200 hộ dân, thuần nông

Thôn 3 : 120 hộ dân, bám mặt đường liên xã

Trường PTCS : 12 lớp học + 100 m² khu hành chính

Trạm bơm : 1 × 33 (kW)

GIẢI

Để xác định phụ tải điện toàn xã cần xác định phụ tải cho từng khu vực :

Phụ tải điện thôn 1 : là thôn thuần nông lấy $P_o = 0,5$ (kW/hộ)

$$P_1 = 0,5 \times 300 = 150 \text{ (kW)}$$

$$Q_1 = 150 \times 0,527 = 79 \text{ (kVAr)} \quad (\cos\varphi = 0,85 \rightarrow \tan\varphi = 0,527)$$

Phụ tải thôn 2 :

$$P_2 = 0,5 \times 200 = 100 \text{ (kW)}$$

$$Q_2 = 100 \times 0,527 = 52,7 \text{ (kVAr)}$$

Phụ tải thôn 3 với $P_o = 0,8$ (kW/hộ)

$$P_3 = 0,8 \times 120 = 96 \text{ (kW)}$$

$$Q_3 = 96 \times 0,527 = 50,59 \text{ (kVAr)}$$

Phụ tải trường học đã tính ở ví dụ 2.2 :

$$P_T = 16,4 \text{ (kW)}$$

$$Q_T = 16,4 \times 0,75 = 12,3 \text{ (kVAr)} \quad (\cos\varphi = 0,8 \rightarrow \tan\varphi = 0,75)$$

Phụ tải trạm bơm với $K_t = 1$

$$P_B = 22 \text{ (kW)}$$

$$Q_B = 33 \times 0,75 = 24,75 \text{ (kVAr)}$$

Lấy hệ số đồng thời $K_{dt} = 0,8$, xác định được phụ tải điện toàn xã

$$P_x = K_{dt} (P_1 + P_2 + P_3 + P_T + P_B)$$

$$P_x = 0,8 (150 + 100 + 96 + 16,4 + 33) = 316 \text{ (kW)}$$

$$Q_x = 0,8 (79 + 52,7 + 50,6 + 12,5 + 24,7) = 219 \text{ (kVAr)}$$

$$S_x = \sqrt{316^2 + 219^2} \doteq 385 \text{ (kVA)}$$

2.3. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI ĐIỆN KHU VỰC CÔNG NGHIỆP

2.3.1. Trong giai đoạn dự án khả thi

Trong giai đoạn này các nhà máy, hoặc khu công nghiệp chưa xây dựng. Cần xác định phụ tải điện để chuẩn bị nguồn điện, thiết kế và xây dựng đường dây cao áp và trạm biến áp trung gian. Thông tin thu nhận được ở giai đoạn dự án khả thi rất ít, chỉ là diện tích hoặc sản lượng.

Công thức xác định phụ tải điện cho khu chế xuất hoặc khu công nghiệp thường căn cứ vào diện tích :

$$S_{tt} = s_0 \cdot D \quad (2.13)$$

Trong đó : s_0 — suất phụ tải trên một đơn vị diện tích (ha)

D — diện tích khu chế xuất hoặc khu công nghiệp (ha)

Trị số của s_0 lấy như sau :

- Với khu công nghiệp nhẹ (dệt, may, giấy dếp, kẹo bánh...)

$$s_0 = 100 \div 200 \text{ (kVA/ha)}$$

- Với khu công nghiệp nặng (luyện kim, cơ khí, hoá chất, chế biến dầu mỏ...)

$$s_0 = 300 \div 400 \text{ (kVA/ha)}$$

Với một xí nghiệp, trong giai đoạn dự án khả thi thường biết sản lượng, công thức xác định phụ tải điện như sau :

$$P_{tt} = \frac{a \cdot M}{T_{\max}} \quad (2.14)$$

Trong đó :

a — suất điện năng chi phí để sản xuất 1 sản phẩm (kWh/lsp)

M — sản lượng, nghĩa là số sản phẩm một năm

$T_{\max}$ — thời gian sử dụng công suất lớn nhất.

Trị số của a và $T_{\max}$ tra cẩm nang

Ví dụ 2.4 : Yêu cầu xác định phụ tải điện cho một khu chế xuất trong giai đoạn dự án khả thi, dự định sẽ xây dựng sau 5 năm, biết rằng khu chế xuất được xây dựng trên diện tích 80 (ha) và là khu công nghiệp nặng.

GIẢI

Vì chỉ biết duy nhất thông tin là diện tích, phụ tải điện của khu chế xuất xác định theo (2.13). Giả thiết các nhà máy trong khu đều được trang bị máy móc hiện đại, công nghệ cao, dây chuyền sản xuất tiên tiến, chọn suất phụ tải $s_0 = 400$ (kVA/ha), phụ tải điện của khu chế xuất là :

$$S_{tt} = s_0 \cdot D = 400 \times 80 = 32.000 \text{ (kVA)}$$

Ví dụ 2.5 : Yêu cầu xác định phụ tải điện cho xí nghiệp sản xuất xe đạp, sản lượng một vạn chiếc/năm, dự định xây dựng sau 3 năm.

GIẢI

Thông tin về nhà máy tương lai là sản lượng, phải áp dụng công thức (2.14).

Tra cẩm nang với nhà máy sản xuất xe đạp $a_0 = 200$ (kWh/1xe) và $T_{\max} = 5000$ (h), xác định được phụ tải điện :

$$P_{tt} = \frac{a \cdot M}{T_{\max}} = \frac{200 \cdot 10^4}{5000} = 400 \text{ (kW)}$$

Tiếp tục tra cẩm nang được $\cos \varphi = 0,6 \rightarrow \sin \varphi = 0,8$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan \varphi = 400 \cdot \frac{0,8}{0,6} = 533 \text{ (kVAr)}$$

$$S_{tt} = \frac{P_{tt}}{\cos \varphi} = \frac{400}{0,6} = 667 \text{ (kVA)}$$

2.3.2. Trong giai đoạn xây dựng nhà xưởng

Ở giai đoạn này, thông tin mà người thiết kế điện nhận được là công suất đặt của từng phân xưởng và diện tích của các phân xưởng.

Phụ tải điện của từng phân xưởng xác định theo công thức :

$$P_{tt} = K_{nc} \cdot P_d \quad (2.15)$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan \varphi \quad (2.16)$$

Trong đó : K_{nc} - hệ số nhu cầu, tra sổ tay ;

P_d - công suất đặt của phân xưởng (kW).

$$P_d = \sum_1^n P_{dmi} \quad (2.17)$$

với P_{dm} — công suất định mức của từng máy (động cơ) ;
 n — số máy (động cơ) đặt trong phân xưởng.

Hai công thức trên xác định phụ tải điện của các máy móc đặt trong phân xưởng, còn gọi là phụ tải động lực :

Phụ tải điện chiếu sáng phân xưởng được xác định theo diện tích

$$P_{cs} = P_o \cdot D \quad (2.18)$$

Trong đó : D — diện tích phân xưởng (m^2) ;

P_o — suất chiếu sáng trên đơn vị diện tích (W/m^2).

Tuỳ theo yêu cầu, tính chất làm việc của các phân xưởng mà lấy trị số P_o thích hợp :

với các phân xưởng cơ khí, luyện kim... $P_o = 12 \div 15 (W/m^2)$

với các phân xưởng dệt, may, hoá chất... $P_o = 15 \div 20 (W/m^2)$

với kho, bãi... $P_o = 5 \div 10 (W/m^2)$

với xưởng thiết kế $P_o = 25 \div 30 (W/m^2)$

với nhà hành chính $P_o = 20 \div 25 (W/m^2)$

Trong các phân xưởng sản xuất có các động cơ, người ta không dùng đèn tuýp mà dùng đèn sợi đốt. Đèn tuýp, ánh sáng không thật, khó phân biệt màu sắc chính xác, dễ gây mệt mỏi hoa mắt, ảnh hưởng đến năng suất lao động và chất lượng sản phẩm.

Đèn tuýp dùng ở các xưởng thiết kế, phòng hành chính, nhà khách v.v...

Phụ tải chiếu sáng phản kháng của phân xưởng xác định theo công thức quen thuộc

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \lg \varphi$$

Nếu dùng đèn sợi đốt $\cos \varphi = 1 \rightarrow \lg \varphi = 0 \rightarrow Q_{cs} = 0$

Nếu dùng đèn tuýp $\cos \varphi = 0,8 \rightarrow \lg \varphi = 0,75$

Phụ tải điện toàn phân xưởng

$$P_{PX} = P_{tt} + P_{cs} \quad (2.19)$$

$$Q_{PX} = Q_{tt} + Q_{cs} \quad (2.20)$$

$$S_{PX} = \sqrt{P_{PX}^2 + Q_{PX}^2} \quad (2.21)$$

$$\cos \varphi_{PX} = \frac{P_{PX}}{Q_{PX}} \quad (2.22)$$

Sau khi lần lượt tính toán phụ tải điện các phân xưởng, ta xác định được phụ tải điện toàn xí nghiệp bao gồm n phân xưởng :

$$P_{XN} = K_{dt} \sum_1^n P_{PXi} \quad (2.23)$$

$$Q_{XN} = K_{dt} \sum_1^n Q_{PXi} \quad (2.24)$$

Từ đây sẽ tính được phụ tải toàn phần và $\cos\varphi$ của xí nghiệp theo công thức (2.21), (2.22).

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

$$\cos\varphi_{XN} = \frac{P_{XN}}{S_{XN}}$$

Ví dụ 2.6 : Một xưởng sửa chữa ô tô có công suất đặt 200 (kW), diện tích xưởng $20 \times 40 = 800 \text{ m}^2$. Yêu cầu xác định phụ tải điện.

GIẢI

Xưởng sửa chữa ô tô đặt các máy công cụ như phay, tiện, dập, khoan, mài v.v..., thực chất là một xưởng cơ khí.

Tra PL2 với xưởng cơ khí $K_{nc} = 0,2 \div 0,3$. Vì là xưởng sửa chữa, máy móc làm việc không liên tục, không tải cố định như sản xuất dây chuyền, lấy $K_{nc} = 0,3$, phụ tải tính toán động lực :

$$P_{tt} = K_{nc} \cdot P_d = 0,3 \times 200 = 60 \text{ (kW)}$$

Phụ tải chiếu sáng với $P_o = 12 \text{ (W/m}^2\text{)}$

$$P_{cs} = P_o \cdot D = 12 \cdot 800 = 9.600 \text{ (W)} = 9,6 \text{ (kW)}$$

Phụ tải toàn xưởng

$$P_X = P_{tt} + P_{cs} = 60 + 9,6 = 69,6 \text{ (kW)}$$

Vì dùng đèn sợi đốt

$$Q_{cs} = 0 \rightarrow Q_X = Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan\varphi$$

Tra sổ tay có $\cos\varphi = 0,5 \div 0,6$. Vì là xưởng sửa chữa, lấy $\cos\varphi = 0,5$.
Xác định được phụ tải điện phản kháng

$$Q_X = Q_{tt} = 60 \times 1,73 = 103,8 \text{ (kVAr)}$$

Phụ tải điện toàn phần

$$\dot{S}_X = 69,6 + j103,8 \text{ (kVA)}$$

$$S_X = \sqrt{69,6^2 + 103,8^2} = 125 \text{ (kVA)}$$

$$\cos \varphi_X = \frac{P_X}{S_X} = \frac{69,6}{125} \approx 0,56$$

Ví dụ 2.7 : Xí nghiệp cơ khí địa phương bao gồm các phân xưởng và các khu vực sau :

Phân xưởng lò, diện tích $2 \times 80 \text{ m}^2$ $P_d = 90 \text{ (kW)}$

Phân xưởng gia công, diện tích 600 m^2 $P_d = 150 \text{ (kW)}$

Phân xưởng lắp ráp, diện tích 800 m^2 $P_d = 100 \text{ (kW)}$

Nhà hành chính 2 tầng $\times 80 \text{ m}^2$

Khu kho, bãi rộng 300 m^2

Yêu cầu xác định phụ tải tính toán toàn xí nghiệp.

GIẢI

Để xác định phụ tải điện toàn xí nghiệp trước hết cần xác định phụ tải từng phân xưởng và khu vực :

1. Phân xưởng lò :

Với lò điện trở, tra sổ tay cung cấp điện được $K_{nc} = 0,8$ và $\cos \varphi = 0,9$.

Vậy :

$$P_{tt} = K_{nc} \cdot P_d = 0,8 \times 90 = 72 \text{ (kW)}$$

Với $\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \tan \varphi = 0,48$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan \varphi = 72 \times 0,48 = 34,56 \text{ (kVAr)}$$

Để xác định phụ tải chiếu sáng, lấy $P_o = 15 \text{ (W/m}^2\text{)}$

$$P_{cs} = P_o \cdot D = 15 \times 2 \times 80 = 2400 \text{ (W)} = 2,4 \text{ (kW)}$$

Vì chiếu sáng bằng đèn sợi đốt, $\cos \varphi = 1 \rightarrow \tan \varphi = 0$

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \tan \varphi = 0$$

Phụ tải điện toàn phân xưởng là :

$$P_L = P_{tt} + P_{cs} = 72 + 2,4 = 74,4 \text{ (kW)}$$

$$Q_L = Q_{tt} = 34,56 \text{ (kVAr)}$$

2. Phân xưởng gia công :

Phân xưởng gia công sử dụng các máy móc công cụ, tra PL2 với phân

xưởng cơ khí được $K_{nc} = 0,4$ và $\cos\varphi = 0,6$

$$P_{tt} = 0,4 \times 150 = 60 \text{ (kW)}$$

Với $\cos\varphi = 0,6 \rightarrow \tan\varphi = 1,33$

$$Q_{tt} = 60 \times 1,33 = 79,8 \text{ (kVAr)}$$

Dự định sử dụng đèn sợi đốt với $P_o = 15 \text{ (W/m}^2\text{)}$

$$P_{cs} = 15 \times 600 = 9000 \text{ W} = 9 \text{ (kW)}$$

$$Q_{cs} = 0$$

Vậy

$$P_{GC} = 60 + 9 = 69 \text{ (kW)}$$

$$Q_{GC} = Q_{tt} = 79,8 \text{ (kVAr)}$$

3. Phân xưởng lắp ráp :

Phân xưởng lắp ráp cũng là phân xưởng cơ khí, $K_{nc} = 0,4$ và $\cos\varphi = 0,6$

$$P_{tt} = 0,4 \times 100 = 40 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = 40 \times 1,33 = 53,2 \text{ (kVAr)}$$

Phân xưởng lắp ráp cũng dùng đèn sợi đốt, $\cos\varphi = 1$, $P_o = 15 \text{ (W/m}^2\text{)}$

$$P_{cs} = 15 \times 800 = 12000 \text{ W} = 12 \text{ (kW)}$$

$$Q_{cs} = 0$$

Vậy

$$P_{LG} = 40 + 12 = 52 \text{ (kW)}$$

$$Q_{LG} = Q_{tt} = 53,2 \text{ (kVAr)}$$

4. Khu nhà hành chính :

Phụ tải khu nhà hành chính xác định theo (2.18).

Lấy $P_o = 25 \text{ (W/m}^2\text{)}$

$$P_{HC} = P_o \cdot D = 25 \times 2 \times 80 = 4000 \text{ (W)} = 4 \text{ (kW)}$$

Vì sử dụng đèn tuýp $\cos\varphi = 0,8 \rightarrow \tan\varphi = 0,75$

$$Q_{HC} = 4 \times 0,75 = 3 \text{ (kVAr)}$$

5. Khu kho bãi :

Phụ tải điện cũng xác định theo (2.18) với $P_o = 10 \text{ (W/m}^2\text{)}$

$$P_K = 10 \times 300 = 3000 \text{ (W)} = 3 \text{ (kW)}$$

Vì dùng đèn sợi đốt $\rightarrow Q_K = 0$.

Cuối cùng xác định được phụ tải điện toàn xí nghiệp với $K_{dt} = 0,85$.

$$P_{XN} = 0,85 (74,4 + 69 + 52 + 4 + 3) = 172 \text{ (kW)}$$

$$Q_{XN} = 0,85 (34,56 + 79,8 + 53,2 + 3) = 145 \text{ (kVAr)}$$

$$S_{XN} = \sqrt{172^2 + 145^2} = 225 \text{ (kVA)}$$

$$\cos \varphi_{XN} = \frac{172}{225} = 0,76$$

2.3.3. Trong giai đoạn thiết kế chi tiết

Đây là công đoạn cuối cùng trong quá trình thiết kế cấp điện cho xí nghiệp công nghiệp. Ở giai đoạn này đã biết hết thông tin về đối tượng sử dụng điện : công suất, chủng loại động cơ, vị trí đặt trong phân xưởng và đặc tính kỹ thuật, công nghệ của chúng. Nhiệm vụ của người thiết kế là phải đề ra phương án cấp điện hợp lý cho các phân xưởng và thiết kế mạng hạ áp phân xưởng nhằm đưa điện đến từng động cơ.

Để xác định phụ tải điện phân xưởng, ta chia ra thành các nhóm máy cho các động cơ đặt gần nhau, mỗi nhóm khoảng 8 ÷ 12 máy, sau đó xác định phụ tải điện cho từng nhóm máy và cuối cùng cho cả phân xưởng.

Phụ tải tính toán cho một nhóm n máy xác định theo công thức căn cứ vào công suất trung bình P_{tb} và hệ số cực đại K_{max} .

$$P_{tt} = K_{max} \cdot P_{tb} = K_{max} \cdot K_{sd} \cdot \sum_1^n P_{đmi} \quad (2.25)$$

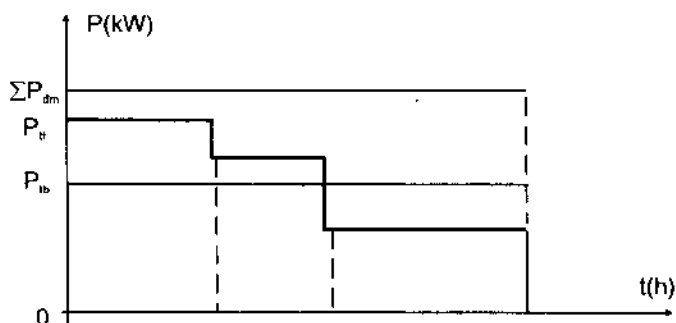
$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan \varphi$$

Trong đó : $P_{tb} = K_{sd} \cdot \sum_1^n P_{đmi}$ – công suất trung bình của nhóm máy trong thời gian khảo sát, thường lấy là 1 ca hoặc 1 ngày đêm.

$P_{đm}$ – công suất định mức của máy, nhà chế tạo cho ;

K_{sd} – hệ số sử dụng, tra PL1, ví dụ với nhóm máy công cụ tra được $K_{sd} = 0,14 \div 0,2$;

$\cos \varphi$ – hệ số công suất của nhóm máy công cụ, tra PL1 với nhóm máy công cụ $\cos \varphi = 0,5 \div 0,6$.



Hình 2.1. Minh họa các đại lượng P_{dm} , P_{tb} , P_{tt} trên biểu đồ phụ tải của nhóm máy.

K_{max} - hệ số cực đại, tra PL5 (theo K_{sd} và n_{hq}).

n_{hq} - số thiết bị dùng điện hiệu quả. n_{hq} là số thiết bị giả tưởng có công suất bằng nhau, có cùng chế độ làm việc và gây ra một phụ tải tính toán đúng bằng phụ tải tính toán do nhóm thiết bị thực tế gây ra.

Ý nghĩa của n_{hq} là ở chỗ : một nhóm máy bất kỳ bao gồm nhiều máy có công suất khác nhau, đặc tính kỹ thuật khác nhau, chế độ làm việc, quá trình công nghệ khác nhau rất khó tính chính xác phụ tải điện. Người ta đưa vào đại lượng trung gian n_{hq} nhằm giúp cho việc xác định phụ tải điện của nhóm máy dễ dàng tiện lợi mà sai số phạm phải là cho phép.

Trình tự xác định n_{hq} như sau :

1. Xác định n_1 - số động cơ có công suất lớn hơn hay bằng một nửa công suất động cơ có công suất lớn nhất.

2. Xác định P_{n_1} - công suất của n_1 động cơ trên

$$P_{n_1} = \sum_{i=1}^{n_1} P_{dmi}$$

3. Xác định các tỉ số :

$$n_* = \frac{n_1}{n}, P_* = \frac{P_{n_1}}{P_{\Sigma}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} P_{dmi}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}}$$

4. Tra PL4 (theo n_* và P_*) tìm được n_{hq*}

5. Xác định n_{hq} theo biểu thức

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

Ghi chú :

1. Nếu trong nhóm máy có thiết bị một pha thì phải quy đổi về 3 pha theo các biểu thức sau :

- Dòng điện áp pha :

$$P_{qd} = 3P_{dm} \quad (2.26)$$

- Dòng điện áp dây :

$$P_{qd} = \sqrt{3} P_{dm} \quad (2.27)$$

2. Nếu trong nhóm máy có động cơ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại thì phải quy đổi về dài hạn :

$$P_{qd} = P_{dm} \sqrt{k_d \%} \quad (2.28)$$

$k_d \%$ - Hệ số đóng điện phần trăm, lấy theo thực tế

$$k_d \% = \frac{\text{Thời gian làm việc (đóng máy)}}{\text{Thời gian khảo sát}}$$

Các động cơ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại là cần cẩu, máy nâng, cầu trục, biến áp hàn. Riêng biến áp hàn thường chế tạo một pha đấu vào điện áp dây, khi xác định phụ tải điện phải quy đổi theo (2.27) và (2.28).

Ví dụ 2.8 : Yêu cầu xác định phụ tải điện của nhóm máy công cụ có các số liệu cho theo bảng.

TT	Tên máy	P_{dm} (kW)	Đặc điểm	Số lượng
1	Cầu trục	14	$k_d \% = 36\%$	1
2	Biến áp hàn	12	$U_d, k_d \% = 49\%$	1
3	Máy mài thô	10		2
4	Máy mài tinh	7		2
5	Máy tiện	5,5		3
6	Máy khoan	4,5		3
7	Quạt gió	1,7	U_f	1

GIẢI

Trước hết phải quy đổi các thiết bị về 3 pha và dài hạn

Cầu trục

$$P_{qd} = P_{dm} \sqrt{k_d \%} = 14 \sqrt{36 \%} = 8,4 \text{ (kW)}$$

Biến áp hàn

$$P_{qd} = \sqrt{3} P_{dm} \sqrt{k_d \%} = \sqrt{3} \cdot 12 \cdot \sqrt{49 \%} = 14,57 \text{ (kW)}$$

Quạt gió

$$P_{qd} = P_{dm} = 3 \times 1,7 = 5,1 \text{ (kW)}$$

Sau khi quy đổi, cần sắp xếp lại thứ tự các máy theo độ lớn công suất

TT	Tên máy	Số lượng	P_{dm} (kW)
1	Biến áp hàn	1	14,57
2	Máy mài thô	2	10
3	Cầu trục	1	8,4
4	Máy mài tinh	2	7
5	Máy tiện	3	5,5
6	Quạt gió	1	5,1
7	Máy khoan	3	4,5

Xác định số thiết bị dùng điện hiệu quả

1. Thiết bị có công suất lớn nhất là biến áp hàn 14,57 (kW), một nửa công suất là 7,28 (kW). Vậy có 4 thiết bị có công suất lớn hơn trị số này là biến áp hàn (1), máy mài thô (2) và cầu trục (1)

$$n_1 = 4$$

2. Tổng công suất của n_1 máy :

$$P_{n1} = (14,57 + 2 \times 10 + 8,4) = 42,97 \text{ (kW)}$$

3. Xác định n_* , P_*

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{4}{13} = 0,3$$

$$P_* = \frac{42,97}{42,97 + 2 \cdot 7 + 3 \cdot 5,5 + 5,1 + 3 \cdot 4,5} = 0,47$$

4. Tra sổ tay với $n_* = 0,3$ và $P_* = 0,47$ được $n_{hq*} = 0,88$

5. Tính được

$$n_{hq} = n \cdot n_{hq*} = 13 \times 0,88 = 11,44$$

Tiếp theo, tra sổ tay với $n_{hq} = 11,44$ và $K_{sd} = 0,2$ được $K_{max} = 1,8$.

Từ đây xác định được phụ tải điện của nhóm

$$P_{tt} = K_{\max} \cdot K_{sd} \cdot \sum P_{dmi} = 1,8 \times 0,2 \times 92,37 = 33,25 \text{ (kW)}$$

Tra cẩm nang có $\cos\varphi = 0,6 \rightarrow \tan\varphi = 1,33$

$$Q_{tt} = 33,25 \times 1,33 = 44,22 \text{ (kVAr)}$$

Vậy phụ tải điện của nhóm máy là

$$S_{tt} = 33,25 + j 44,22 \text{ (kVA)}$$

2.4. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI ĐIỆN KHU VỰC ĐÔ THỊ

Đối tượng sử dụng điện ở khu vực đô thị rất đa dạng : các hộ gia đình, các trường học phổ thông, các trường đại học và chuyên nghiệp, các bệnh viện, các khách sạn, siêu thị, các văn phòng đại diện, cơ quan hành chính, các đại sứ quán v.v...

Đô thị ở đây hiểu là các thị trấn lớn, thị xã, các thành phố lớn nhỏ.

2.4.1. Phụ tải điện của các hộ gia đình

Các căn hộ gia đình là đối tượng sử dụng điện đồng đảo nhất, chiếm tỉ trọng lớn lượng điện năng tiêu thụ ở đô thị.

1. Trong giai đoạn xây dựng cơ sở hạ tầng

Cơ sở hạ tầng của đô thị là đường, điện, nước. Trong khi xây dựng đường phố, đường dẫn thoát nước cũng phải xây dựng các tuyến đường dây trung áp và các trạm biến áp phân phối. Lúc này nhà dân chưa xây dựng, thông tin thu nhận được chỉ là mặt bằng quy hoạch phố xá, để xác định phụ tải điện cần căn cứ vào chiều dài các đoạn đường phố.

Phụ tải điện một đoạn đường phố được xác định theo công thức sau :

$$P_{tt} = P_o \cdot l \quad (2.29)$$

Trong đó : l (m) - chiều dài đoạn phố

P_o (W/m) - suất phụ tải trên 1 mét chiều dài

với mức sống trung bình $P_o = 200 \div 400$ (W/m)

với mức sống cao (ví dụ phố thương mại chẳng hạn)

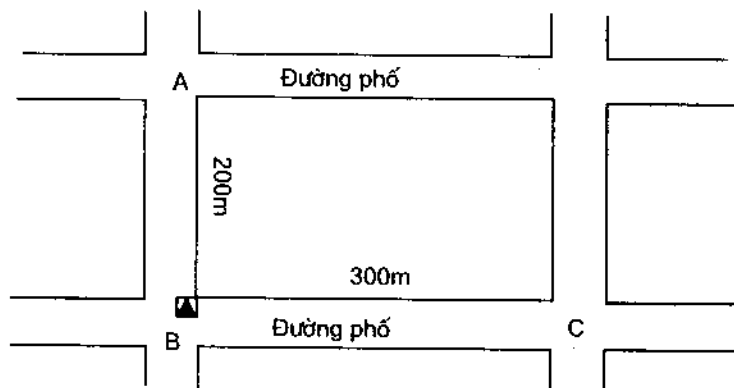
$$P_o = 500 \div 700 \text{ (W/m)}$$

Phụ tải phản kháng đoạn phố

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan\varphi$$

Trong đó, $\cos\varphi = 0,85$

Ví dụ 2.9 : Yêu cầu xác định phụ tải điện để chọn máy biến áp phân phối cấp điện cho hai mặt phố phía đường, biết rằng mặt phố AB là phố thương mại.



Hình 2.2. Trạm biến áp đặt ở góc phố cấp điện cho hai mặt phố cùng phía AB và BC

GIẢI

Trạm biến áp cấp điện cho 2 mặt phố, vậy phụ tải điện của trạm biến áp là

$$P_B = P_{AB} + P_{BC}$$

Phụ tải mỗi đoạn mặt phố xác định theo (2.29), trong đó với phố dân cư lấy

$$P_o = 300 \text{ (W/m)} = 0,3 \text{ (kW/m)}$$

với phố thương mại lấy $P_o = 0,6 \text{ (kW/m)}$

Tính được

$$P_{AB} = 0,6 \times 200 = 120 \text{ (kW)}$$

$$P_{BC} = 0,3 \times 300 = 90 \text{ (kW)}$$

Phụ tải điện hai mặt phố :

$$P_B = 120 + 90 = 210 \text{ (kW)}$$

Phụ tải toàn phần trạm biến áp cần cấp là :

$$S_B = \frac{P_B}{\cos \varphi} = \frac{210}{0,85} = 247 \text{ (kVA)}$$

2. Trong giai đoạn thiết kế chi tiết

Lúc này nhà cửa đã được xây dựng, có thiết kế chính xác số hộ dân cư trong đoạn phố, trong nhà chung cư, cũng có thể biết mức sống hoặc thiết

bị dùng điện đặt trong căn hộ gia đình.

Có hai cách xác định phụ tải : xác định phụ tải điện từ 1 căn hộ rồi tính toán phụ tải cho dãy phố hoặc khu chung cư hoặc xác định từ dãy phố, khu chung cư vào một căn hộ.

- Xác định phụ tải điện xuất phát từ căn hộ

Phương pháp này dùng khi biết chính xác thiết bị điện gia dụng đặt trong căn hộ. Phụ tải một căn hộ xác định theo công thức :

$$P_H = K_{dt} P_d = K_{dt} \sum_1^n P_{dmi} \quad (2.30)$$

Trong đó : P_d - công suất đặt của căn hộ, bằng tổng công suất định mức của các thiết bị điện gia dụng đặt trong căn hộ

$$P_{dm} = \sum_1^n P_{dmi}$$

K_{dt} - hệ số đồng thời sử dụng điện trong căn hộ, thường lấy

$$K_{dt} = 0,8.$$

với $\cos\varphi = 0,85$ tính được phụ tải phản kháng của căn hộ

$$Q_H = P_H \cdot \tan\varphi$$

Từ đây xác định được phụ tải điện của dãy phố hoặc xóm chung cư gồm n căn hộ

$$P_p = K_{dt} \cdot n \cdot P_H \quad (2.31)$$

Dãy phố thường dài khoảng 200 ÷ 400 m, gồm khoảng 20 đến 50 căn hộ, lấy $K_{dt} = 0,5 \div 0,6$.

Cũng với $\cos\varphi = 0,85$, xác định được phụ tải phản kháng của dãy phố :

$$Q_p = P_p \cdot \tan\varphi$$

Với nhà chung cư cao tầng, sau khi xác định phụ tải điện 1 căn hộ theo (2.30), cần xác định phụ tải điện 1 tầng nhà để chọn aptomat và đường trục tầng, sau đó xác định phụ tải điện toàn nhà.

Phụ tải điện 1 tầng gồm n căn hộ

$$P_T = K_{dt} \cdot \sum_1^n P_{Hi} \quad (2.32)$$

Phụ tải điện toàn toà nhà gồm m tầng

$$P_N = K_{dt} \cdot \sum_1^m P_{Ti} \quad (2.33)$$

Cuối cùng xác định được phụ tải toàn phần của toà nhà

$$S_N = \frac{P_N}{\cos \varphi} \quad (2.33)$$

Trong các công thức trên, với phụ tải ánh sáng sinh hoạt gia đình thường lấy trị số K_{dt} như sau :

$$\begin{aligned} \text{Khi số hộ } n = 1 \div 2 &\rightarrow K_{dt} = 1 \\ n = 3 \div 4 &\rightarrow K_{dt} = 0,9 \div 0,95 \\ n = 5 \div 7 &\rightarrow K_{dt} = 0,8 \div 0,85 \\ n = 8 \div 12 &\rightarrow K_{dt} = 0,7 \div 0,75 \end{aligned}$$

- Xác định phụ tải điện từ khu vực đến từng căn hộ

Khi không biết chính xác thiết bị điện đặt trong căn hộ, thường tính từ dây phố, xóm chung cư, nhà cao tầng chung cư vào căn hộ.

Phụ tải điện của cả khu vực (dây phố, xóm chung cư, nhà chung cư cao tầng) xác định theo công thức :

$$P_K = P_o \cdot H \quad (2.34)$$

Trong đó : H - số hộ dân của dây phố, xóm chung cư, nhà chung cư

P_o - phụ tải tính toán cho 1 căn hộ

với mức sống trung bình $P_o = 2 - 3$ (kW/hộ)

với mức sống khá giả $P_o = 4 - 5$ (kW/hộ)

Khá giả là khái niệm chỉ các căn hộ đã đặt nóng lạnh, máy giặt, thậm chí điều hoà.

Để xác định phụ tải toàn phần vẫn lấy $\cos \varphi = 0,85$.

Nếu là dây phố, xóm chung cư, từ (2.34) xác định phụ tải điện 1 căn hộ theo công thức.

$$P_H = \frac{P_K}{K_{dt}} \quad (2.35)$$

với $K_{dt} = 0,5 \div 0,6$.

Nếu là nhà chung cư cao tầng, từ phụ tải điện toàn nhà tính theo (2.34), xác định phụ tải điện 1 tầng và 1 căn hộ theo các công thức sau :

$$P_T = \frac{P_K}{m \cdot K_{dt}} \quad (2.36)$$

$$P_H = \frac{P_T}{n \cdot K_{dt}} \quad (2.37)$$

Hệ số đồng thời K_{dt} , tùy theo số tầng và số căn hộ trong 1 tầng mà lấy cho hợp lý.

Ví dụ 2.10 : Yêu cầu xác định phụ tải điện nhà chung cư 4 tầng, mỗi tầng 10 căn hộ, biết rằng người sống ở đây có mức sống trung bình thấp (chưa có nóng lạnh, máy giặt, điều hoà).

GIẢI

1. Xác định phụ tải điện xuất phát từ 1 căn hộ

Thiết bị điện gia dụng đặt trong căn hộ có mức sống thấp là

1. Bếp điện đôi 2 (kW)

2. Bàn là 1 (kW)

3. Đèn

4. Quạt

5. Tivi

6. Radio

} 1 (kW)

$$P_d = \sum P_{dm} \approx 4 \text{ (kW)}$$

Phụ tải điện tính cho 1 căn hộ là :

$$P_H = K_{dt} \cdot P_d = 0,8 \times 4 = 3,2 \text{ (kW)}$$

Phụ tải điện tính cho 1 tầng nhà :

$$P_T = K_{dt} \sum_1^{10} P_H = 0,7 \times 10 \times 3,2 = 22,4 \text{ (kW)}$$

Phụ tải điện tính cho cả chung cư 4 tầng :

$$P_N = K_{dt} \sum_1^4 P_T = 0,9 \times 4 \times 22,4 = 80,64 \text{ (kW)}$$

Phụ tải toàn phần của nhà chung cư :

$$S_N = \frac{P_N}{\cos \varphi} = \frac{80,64}{0,85} = 94,87 \text{ (kVA)}$$

2. Xác định phụ tải điện từ toàn nhà vào 1 căn hộ

Vì là khu chung cư mức sống thấp, lấy $P_o = 2 \text{ (kW/1 hộ)}$

Phụ tải điện toàn nhà chung cư

$$P_N = P_o \cdot H = 2 \times 4 \times 10 = 80 \text{ (kW)}$$

$$S_N = \frac{P_N}{\cos \varphi} = \frac{80}{0,85} = 94,12 \text{ (kVA)}$$

Phụ tải điện 1 tầng nhà :

$$P_T = \frac{P_K}{m.K_{dt}} = \frac{80}{4.0,9} = 22,22 \text{ (kW)}$$

Phụ tải điện 1 căn hộ :

$$P_H = \frac{P_T}{n.K_{dt}} = \frac{22,22}{10.0,7} = 3,17 \text{ (kW)}$$

2.4.2. Phụ tải điện trường đại học và chuyên nghiệp

Ở trường đại học, ngoài khu giảng đường còn có khu hành chính văn phòng, xưởng cơ khí thực tập, phòng thí nghiệm, kí túc xá, nhà thi đấu thể thao.

Với khu vực giảng đường, nhà hành chính văn phòng, phòng thí nghiệm, nhà thi đấu thể thao, phụ tải điện xác định theo công thức :

$$P_{tt} = P_o.S \quad (2.38)$$

Trong đó : $S \text{ (m}^2\text{)}$ - diện tích

Trị số P_o lấy như sau :

- Với khu giảng đường $P_o = 20 \text{ (W/m}^2\text{)}$
- Với khu hành chính văn phòng $P_o = 20 \div 25 \text{ (W/m}^2\text{)}$
- Phòng thí nghiệm $P_o = 30 \div 40 \text{ (W/m}^2\text{)}$
- Nhà thể thao $P_o = 20 \div 30 \text{ (W/m}^2\text{)}$

Phụ tải điện xưởng cơ khí xác định theo công thức :

$$P_{tt} = K_{nc}.P_d \quad (2.39)$$

Trong đó : $P_d = \sum_1^n P_{dmi}$ và K_{nc} tra theo số tay

Phụ tải điện kí túc xá sinh viên xác định theo diện tích hoặc theo đầu người. Phụ tải 1 phòng là :

$$P_{tt} = P_o.S \text{ với } P_o = 40 \div 50 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

$$\text{hoặc } P_{tt} = P_o.N \quad (2.39b)$$

với N - số sinh viên trong 1 phòng và $P_o = 100 \div 200 \text{ (W/1 sv)}$

2.4.3. Phụ tải điện khu văn phòng đại diện

Với khu văn phòng đại diện phải đạt điều hoà :

Phòng 20 - 30 m² : 1 điều hoà

30 - 50 m² : 2 điều hoà

60 - 80 m² : 3 điều hoà

80 - 100 m² : 4 điều hoà

Công suất điều hoà từng loại : 1,5 (kW), 1,8 (kW), 2 (kW), 2,2 (kW), 2,5 (kW).

Phụ tải chiếu sáng yêu cầu khá cao với $P_o = 30 \text{ (W/m}^2\text{)}$

Ngoài ra còn đặt các ổ cắm để chuẩn bị công suất điện cho các máy photo, Fax, vi tính.

Trong từng phòng lớn, nhỏ, công suất các máy móc văn phòng có thể là 2, 4, 6 (kW).

Ngoài ra còn cần đặt cả quạt, số lượng tính theo thực tế.

Vậy phụ tải điện 1 phòng làm việc của khu văn phòng là :

$$P_{tt} = P_{DH} + P_D + P_{VP} + P_Q$$

Trong đó : P_{DH} - công suất điều hoà = $n \cdot P_{IDH}$

P_D - công suất đèn, $P_D = P_o \cdot S$

P_{VP} - công suất các máy văn phòng ;

P_Q - công suất quạt = $n \cdot P_{IQ}$

Khu văn phòng dùng đèn tuýp, $\cos\phi = 0,8$.

2.4.4. Phụ tải điện khách sạn

Khách sạn bố trí thành từng buồng khách, buồng nào cũng đặt bình nóng lạnh và điều hoà.

Phụ tải điện khách sạn tính theo phụ tải từng phòng khách

$$P_{tt} = P_o \cdot K \quad (2.40)$$

Trong đó : K - số phòng khách ;

P_o - phụ tải 1 phòng khách, $P_o = 4 - 5 \text{ (kW/ 1 phòng)}$

Vì có bình nóng lạnh, lấy $\cos\phi = 0,85 \div 0,9$.

2.4.5. Phụ tải điện siêu thị, chợ, nhà hàng, công viên, cung văn hoá v.v.... cũng cần sử dụng các công thức của các đối tượng trên và căn cứ vào tính chất sử dụng điện để lựa chọn các trị số P_o thích hợp.

BÀI TẬP CHƯƠNG 2

BT2.1. Yêu cầu xác định phụ tải điện cho một khu chung cư mới xây dựng bao gồm :

- 2 nhà ở 5 tầng, mỗi tầng 12 căn hộ.
- 1 dãy phố dài 200 m, nhà dân ở cả 2 mặt đường
- 1 công viên rộng $20 \times 30 \text{ m}^2$, có đặt 4 đu quay $\times 7 \text{ (kW)}$.
- 1 trường tiểu học gồm 5 phòng học.

BT2.2. Một khu văn phòng đại diện gồm :

- 1 nhà 4 tầng, mỗi tầng 8 phòng $\times 24 \text{ m}^2$, cầu thang, 2 WC
- 1 nhà 2 tầng, mỗi tầng 6 phòng $\times 40 \text{ m}^2$, cầu thang, 2 WC
- 1 vườn hoa $(10 \times 30) \text{ m}^2$.

Yêu cầu xác định phụ tải điện cần cấp cho khu văn phòng.

BT2.3. Yêu cầu xác định phụ tải điện cho một trường dạy nghề, bao gồm :

- 1 nhà giảng đường 3 tầng $\times 5$ lớp học.
- 1 nhà 2 tầng :
 - tầng dưới hội trường 200 m^2
 - tầng trên thư viện 200 m^2
- 1 xưởng thực tập cơ khí 300 m^2 , công suất đặt $P_d = 150 \text{ (kW)}$
- 1 kí túc xá 3 tầng $\times 12$ phòng. Mỗi phòng 10 học sinh.

Chương 3

TÍNH TOÁN TỔN THẤT ĐIỆN ÁP, TỔN THẤT CÔNG SUẤT, TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG

3.1. SƠ ĐỒ THAY THẾ LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN

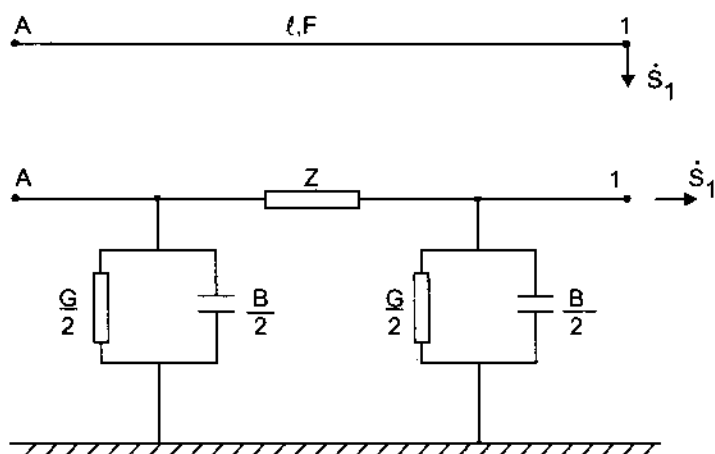
Thường dùng hai loại sơ đồ : sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế.

Sơ đồ nguyên lý là sơ đồ chấp nối các phần tử của lưới cung cấp điện (máy biến áp, đường dây, máy cắt, aptômát, cầu dao, cầu chì v.v...) nhằm mô tả cách thức cấp điện từ nguồn đến các phụ tải.

Sơ đồ thay thế là sơ đồ dùng trong quá trình tính toán lưới cung cấp điện, trên đó người ta đã thay thế các phần tử của lưới bằng các đại lượng đặc trưng cho quá trình truyền tải điện.

3.1.1. Sơ đồ thay thế đường dây tải điện

Sơ đồ thay thế đầy đủ của một đoạn đường dây tải điện là sơ đồ hình 3.1.



Hình 3.1. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đoạn đường dây tải điện dài l (km) tiết diện F (mm²)

Ba đại lượng đặc trưng cho quá trình truyền tải điện trên đường dây là Z , G và B , trong đó :

Z - tổng trở của đoạn đường dây, là 1 đại lượng phức

$$Z = R + j X \quad (3.1)$$

với R - điện trở đoạn đường dây

$$R = \rho \frac{l}{F} \quad (3.2)$$

ρ - điện trở suất của vật liệu làm dây

Có 3 loại vật liệu làm dây : nhôm (A), đồng (M) và thép (C), trong đó A, M dẫn điện, C làm tăng độ bền cơ.

$$\rho_A = 31,5 (\Omega \text{mm}^2/\text{km}), \rho_M = 18,8 (\Omega \text{mm}^2/\text{km})$$

R tượng trưng cho tổn thất công suất tác dụng do phát nóng dây dẫn.

X tượng trưng cho tổn thất công suất phản kháng do từ hoá dây dẫn.

Trong tính toán thực tế người ta lập sẵn các bảng tra r_0 (Ω/km) và x_0 (Ω/km) trong Phụ lục, khi đó tổng trở đoạn đường dây l (km) là :

$$Z = r_0 l + j x_0 l \quad (3.3)$$

với từng dây lộ kép :

$$Z = \frac{r_0 l + j x_0 l}{2}$$

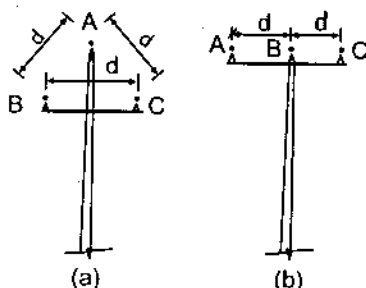
Muốn tra x_0 , ngoài biết tiết diện dây cần biết cách treo dây trên xà để xác định khoảng cách trung bình hình học D giữa các dây

$$D = \sqrt[3]{d_{AB} d_{BC} d_{CA}}$$

Nếu treo dây trên 3 đỉnh tam giác đều có $d_{AB} = d_{BC} = d_{CA}$ thì $D = d$.

Nếu treo dây trên mặt phẳng ngang $d_{AB} = d_{BC} = \frac{1}{2} d_{AC} = d$

$$D = \sqrt[3]{d \cdot 2d \cdot d} = d \sqrt[3]{2} = 1,26d$$



Hình 3.2. Treo dây dẫn trên xà
a) Trên 3 đỉnh tam giác đều ; b) Trên mặt phẳng ngang

Trong tính toán sơ bộ, có thể cho phép lấy $x_0 = 0,4 \text{ } (\Omega/\text{km})$

Với cáp, nếu không có bảng tra, lấy gần đúng $x_0 = (0,08 - 0,1) \text{ } (\Omega/\text{km})$

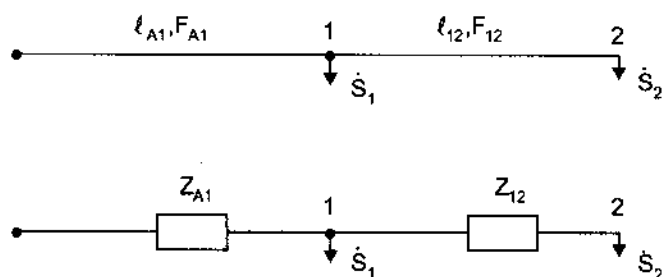
G - Điện dẫn của đoạn đường dây, tượng trưng cho tổn thất công suất tác dụng do rò điện qua sứ, cột và do văng quang điện. Văng quang điện là hiện tượng khi mà cường độ điện trường trên bề mặt dây dẫn đủ lớn làm ion hoá lớp không khí xung quanh tạo nên một vầng sáng xung quanh dây dẫn, mắt thường có thể nhìn thấy được vào những đêm ẩm ướt cuối tháng tối trời, làm tổn hao công suất.

B - Dung dẫn của đoạn đường dây. Khi dây dẫn tải điện, giữa các dây đặt gần nhau và giữa dây với đất hình thành những bản cực, kết quả là tạo ra một công suất phản kháng Q_c phóng lên đường dây. Với đường dây cao áp (110, 220 kV) nhiều khi hiện tượng này có lợi vì nó bù lại lượng công suất Q tổn thất trên điện kháng X của đường dây, nhưng lại rất nguy hiểm ở những đường dây siêu cao đặc biệt khi không tải và non tải, làm cho điện áp cuối đường dây tăng cao vượt quá trị số cho phép.

Lượng Q_c do đường dây sinh ra tỉ lệ với bình phương điện áp tải điện, với điện áp đường dây $U \leq 35 \text{ (kV)}$ lượng Q_c này nhỏ, có thể bỏ qua.

Cũng vì ở điện áp trung và hạ áp tổn thất văng quang và rò điện rất nhỏ, người ta cho phép bỏ qua đại lượng G trên sơ đồ thay thế.

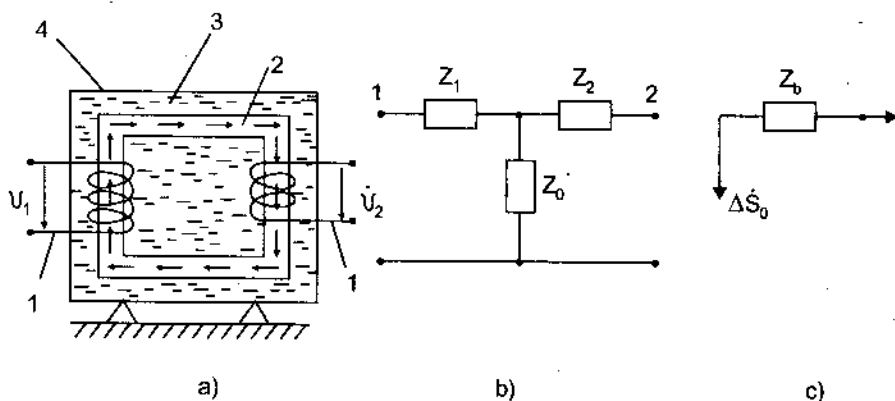
Tóm lại, với lưới cung cấp điện cho phép sử dụng sơ đồ thay thế đơn giản chỉ bao gồm tổng trở các đoạn đường dây.



Hình 3.3. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đường dây trung áp và hạ áp

3.1.2. Sơ đồ thay thế máy biến áp

Máy biến áp là thiết bị điện làm nhiệm vụ biến đổi điện áp và truyền tải công suất.



Hình 3.4. Máy biến áp hai cuộn dây

a) Minh hoạ đơn giản về cấu tạo biến áp. 1 - 2 cuộn dây, 2. lõi thép non 3. dầu biến áp, 4. vỏ máy.

b) Sơ đồ thay thế chính xác máy biến áp. Z_1, Z_2 - tổng trở hai cuộn dây, Z_0 - tổng trở lõi thép.

c) Sơ đồ thay thế gần đúng máy biến áp. Z_B - Tổng trở 2 cuộn dây biến áp, ΔS_0 - tổn thất trong lõi thép biến áp.

Máy biến áp làm việc theo nguyên tắc cảm ứng điện từ, gồm 3 bộ phận chính là cuộn dây 1, cuộn dây 2 và lõi thép non có độ dẫn từ cao. Để đặc trưng cho các lượng tổn thất trên 3 phần tử đó trong quá trình tải điện người ta dùng sơ đồ thay thế hình T với 3 đại lượng Z_1, Z_2, Z_0 . Sơ đồ này tính toán khó. Người ta thường sử dụng sơ đồ thay thế gần đúng hình Γ , sai số phạm phải là cho phép. Trong đó :

$$Z_B = R_B + j X_B \quad (3.4)$$

Trong đó : R_B - điện trở hai cuộn dây, tượng trưng cho tổn thất công suất tác dụng do phát nóng 2 cuộn dây.

X_B - điện kháng hai cuộn dây, tượng trưng cho tổn thất công suất phản kháng do từ hoá hai cuộn dây.

Với máy biến áp, nhà chế tạo cho 4 thông số sau :

ΔP_0 (W, kW) - tổn hao không tải

ΔP_N (W, kW) - tổn hao ngắn mạch, đó chính là tổn hao định mức trong 2 cuộn dây. Người ta làm thí nghiệm để đo được trị số này khi nối ngắn mạch phía thứ cấp với bơm dòng định mức vào máy biến áp.

I_0 (%) - dòng điện không tải (%)

$U_N (\%)$ - điện áp ngắn mạch (%)

Từ 4 thông số này ta có thể xác định được các đại lượng trên sơ đồ thay thế máy biến áp.

$$Z_B = \frac{\Delta P_N U_{dmB}^2}{S_{dmB}^2} \cdot 10^3 + j \frac{U_N \cdot U_{dmB}^2}{S_{dmB}} \cdot 10 \quad (\Omega) \quad (3.5)$$

Trong công thức này :

ΔP_N (kW) - nhà chế tạo cho

U_{dmB} (kV) - điện áp định mức của biến áp. Nếu định tính Z_B về phía cao áp thì lấy U_{dmB} ở phía cao, nếu định tính Z_B về phía hạ thì lấy U_{dmB} ở phía hạ.

S_{dmB} (kVA) - công suất định mức của máy biến áp.

$U_N (\%)$ - nhà chế tạo cho

$\Delta \dot{S}_0$ - tổn thất công suất trong lõi thép còn gọi là tổn thất không tải và không phụ thuộc vào trị số của công suất tải qua biến áp. Trị số $\Delta \dot{S}_0$ là không thay đổi trong suốt thời gian đóng máy vào lưới điện.

$$\Delta \dot{S}_0 = \Delta P_0 + j \Delta Q_0 \quad (3.6)$$

Trong đó : ΔP_0 - nhà chế tạo cho, tượng trưng cho tổn thất công suất tác dụng do phát nóng lõi thép

ΔQ_0 - tổn thất công suất phản kháng do từ hoá lõi thép, xác định theo công thức :

$$\Delta Q_0 = \frac{I_0 \cdot S_{dmB}}{100}$$

$$\text{Vậy} \quad \Delta \dot{S}_0 = \Delta P_0 + j \frac{I_0 \cdot S_{dmB}}{100} \quad (\text{kVA}) \quad (3.7)$$

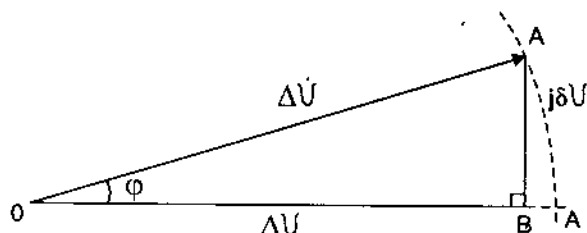
Nếu hai máy biến áp làm việc song song

$$Z_B = \frac{\Delta P_N U_{dmB}^2}{2S_{dmB}^2} \cdot 10^3 + j \frac{U_N \cdot U_{dmB}^2}{2S_{dmB}} \cdot 10 \quad (\Omega)$$

$$\text{và} \quad \Delta \dot{S}_0 = 2 \cdot \Delta P_0 + j 2 \cdot \frac{I_0 \cdot S_{dmB}}{100} \quad (\text{kVA})$$

3.2. TÍNH TOÁN TỔN THẤT ĐIỆN ÁP

Tổn thất điện áp là đại lượng phức (véc tơ phức) $\Delta \vec{U} = \Delta U + j\delta U$. Trong lưới cung cấp điện, người ta chỉ quan tâm đến trị số của tổn thất điện áp, trị số này có độ lớn xấp xỉ độ lớn của thành phần thực ΔU .



Hình 3.5. Véc tơ tổn thất $\Delta \vec{U}$ và thành phần thực ΔU

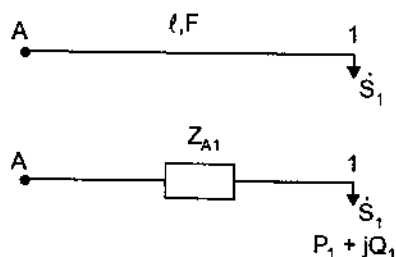
Nhìn trên hình 3.5 nhận thấy trị số (độ lớn) của véc tơ $\Delta \vec{U}$: $|\Delta \vec{U}| = OA \approx OB$ (trị số của thành phần thực ΔU). Vì thế, để đơn giản trong tính toán, có thể tính tổn thất điện áp theo trị số của thành phần thực.

Tổn thất điện áp (thành phần thực) là do công suất tác dụng gây trên điện trở R và công suất phản kháng gây trên X .

$$\Delta U = \frac{PR}{U_{dm}} + \frac{QX}{U_{dm}} = \frac{PR + QX}{U_{dm}} \quad (3.8)$$

Nếu P (kW), Q (kVar), R , X (Ω), U_{dm} (kV) thì ΔU (V)

3.2.1. Đường dây 1 phụ tải



Hình 3.6. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đường dây 1 phụ tải

Trên sơ đồ thay thế, để tính tổn thất điện áp theo (3.8), cần biến đổi công suất dạng $S \angle \cos \varphi$ về dạng $P + jQ$.

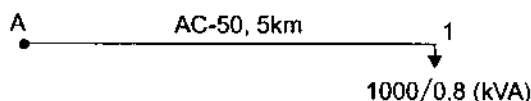
Tổn thất điện áp trên đoạn đường dây AI là :

$$\Delta U_{AI} = \frac{P_I R_{AI} + Q_I X_{AI}}{U_{dm}}$$

Trong đó $Z_{A1} = R_{A1} + j X_{A1} = r_0 l_{A1} + j x_0 l_{A1}$

và $\dot{S}_{A1} = \dot{S}_1 = S_1 \cos \varphi + j S_1 \sin \varphi$.

Ví dụ 3.1 : Đường dây trên không 10 (kV) (viết tắt là ĐDK - 10 (kV)) cấp điện cho xí nghiệp có các số liệu ghi trên hình vẽ. Yêu cầu xác định tổn thất điện áp trên đường dây.



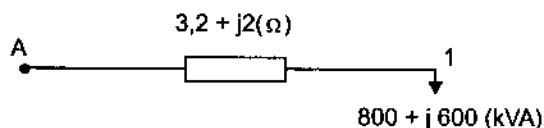
Hình 3.7. ĐDK - 10 (kV) cấp điện cho xí nghiệp

GIẢI

Trước hết cần vẽ sơ đồ thay thế đường dây. Tra PL25 với dây AC-50 có $r_0 = 0,64 (\Omega/\text{km})$, $x_0 = 0,4 (\Omega/\text{km})$

$$Z_{A1} = 0,64 \cdot 5 + j 0,4 \cdot 5 = 3,2 + j 2 (\Omega)$$

$$\begin{aligned} \dot{S}_{A1} = \dot{S}_1 &= 1000 \angle 0,8 = 1000 \cdot 0,8 + j 1000 \cdot 0,6 = \\ &= 800 + j 600 (\text{kVA}) \end{aligned}$$



Hình 3.8. Sơ đồ thay thế đường dây của ví dụ 3.1

Áp dụng công thức (3.8) xác định được tổn thất điện áp trên đường dây cấp điện cho xí nghiệp

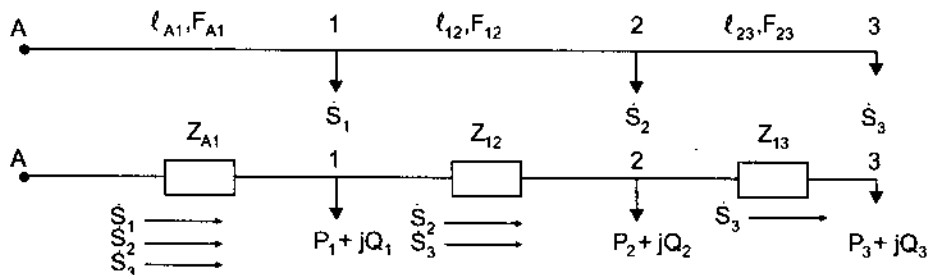
$$\Delta U_{A1} = \frac{800 \cdot 3,2 + 600 \cdot 2}{10} = 376 (\text{V})$$

Đáp án : $\Delta U_{A1} = 376 (\text{V})$

3.2.2. Đường dây n phụ tải

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

$$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_{\max} = \Delta U_{A123} = \Delta U_{A1} + \Delta U_{12} + \Delta U_{13}$$



Hình 3.9. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đường dây liên thông cấp điện cho 3 phụ tải

Với lưới điện trung và hạ áp, để tính toán tổn thất điện áp cho phép coi điện áp tại mọi điểm trên đường dây bằng U_{dm} và cho phép coi dòng công suất chạy trên các đoạn đường dây bằng công suất phụ tải, nghĩa là cho phép bỏ qua tổn thất điện áp và tổn thất công suất trên các đoạn đường sau khi tính tổn thất trên đoạn đường dây trước. Ví dụ khi tính toán đoạn 1 2, lẽ ra công suất chạy trên đoạn 1 2 bao gồm phụ tải 2, 3 ($\dot{S}_2, \dot{S}_3$) và tổn thất công suất trên đoạn 2 3, nhưng cho phép bỏ qua lượng tổn thất này, $\dot{S}_{12} = \dot{S}_2 + \dot{S}_3$.

Căn cứ vào công thức (3.8) và các lượng công suất chạy trên các đoạn xác định được tổn thất điện áp trên các đoạn như sau :

$$\Delta U_{23} = \frac{P_3 R_{23} + Q_3 X_{23}}{U_{dm}}$$

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

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

Từ đây xác định được tổn thất điện áp trên toàn bộ tuyến dây

$$\begin{aligned} \Delta U_{\Sigma} = \Delta U_{A123} = & \frac{(P_1 + P_2 + P_3) R_{A1} + (Q_1 + Q_2 + Q_3) X_{A1}}{U_{dm}} + \\ & + \frac{(P_2 + P_3) R_{12} + (Q_2 + Q_3) X_{12}}{U_{dm}} + \frac{P_3 R_{23} + Q_3 X_{23}}{U_{dm}} \end{aligned}$$

$$\text{Tổng quát } \Delta U_{\Sigma} = \frac{\sum_1^n P_{ij} R_{ij} + \sum_1^n Q_{ij} X_{ij}}{U_{dm}} \quad (3.9)$$

Trong đó : n - số đoạn đường dây

$P_{ij}Q_{ij}$ - công suất tác dụng và phản kháng chạy trên đoạn đường dây ij. Ví dụ :

công suất chạy trên đoạn A1 : $P_{A1} = (P_1 + P_2 + P_3)$

$$Q_{A1} = (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

công suất chạy trên đoạn 1 2 : $P_{12} = (P_2 + P_3)$

$$Q_{12} = (Q_2 + Q_3)$$

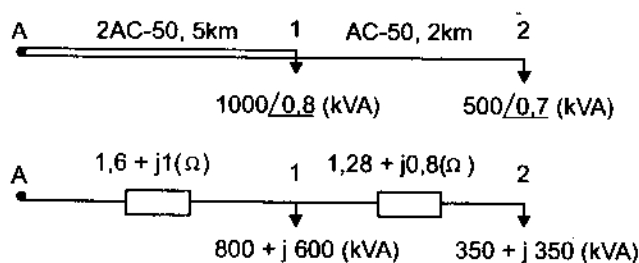
công suất chạy trên đoạn 2 3 : $P_{23} = P_3$

$$Q_{23} = Q_3$$

Ví dụ 3. 2 : ĐDK - 10 (kV) cấp điện cho 2 xí nghiệp, toàn bộ đường dây dùng AC-50, các số liệu khác cho trên hình vẽ. Yêu cầu :

1. Kiểm tra tổn thất điện áp
2. Biết $U_1 = 10,250$ (kV), cần xác định U_2, U_A .

GIẢI



Hình 3.10. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế ĐDK - 10 (kV) của ví dụ 3.2

Trước hết cần vẽ sơ đồ thay thế

$$Z_{A1} = \frac{0,64.5 + j 0,4.5}{2} = 1,6 + j 1 (\Omega)$$

$$Z_{12} = 0,64 . 2 + j 0,4 . 2 = 1,28 + j 0,8 (\Omega)$$

$$\dot{S}_1 = 1000 \angle 0,8 = 800 + j 600 \text{ (kVA)}$$

$$\dot{S}_2 = 500 \angle 0,7 = 350 + j 350 \text{ (kVA)}$$

1. Kiểm tra tổn thất điện áp

Cần xác định ΔU của đường dây và so sánh với trị số cho phép xem có thoả mãn hay không. Các biểu thức so sánh như sau :

- Khi đường dây làm việc bình thường :

$$\Delta U_{\Sigma} \leq \Delta U_{cp} = 5\% U_{dm}$$

- Khi đường dây sự cố :

$$\Delta U_{\Sigma} \leq \Delta U_{cp} = 10\% U_{dm}$$

Với đường dây trong ví dụ này, tổn thất điện áp khi đường dây làm việc bình thường là :

$$\begin{aligned} \Delta U_{\Sigma} &= \frac{(800 + 350)1,6 + (600 + 350)1}{10} + \frac{350.1,28 + 350.0,8}{10} \\ &= 279 + 72,8 = 351,8 \text{ (V)} \end{aligned}$$

Khi sự cố 1 đường dây trên đoạn A1, đường dây lộ kép chỉ còn lộ đơn, tổng trở tăng gấp đôi nên ΔU cũng tăng gấp đôi.

$$\Delta U_{sc} = 2 \cdot 279 + 72,8 = 630,8 \text{ (V)}$$

Kết quả kiểm tra :

$$\Delta U_{\Sigma} = 351,8 \text{ (V)} < \Delta U_{cp} = 5\% \cdot 10.000 = 500 \text{ (V)}$$

$$\Delta U_{sc} = 630,8 \text{ (V)} < \Delta U_{cp} = 10\% \cdot 10.000 = 1000 \text{ (V)}$$

Vậy đường dây đảm bảo yêu cầu (hoặc thoả mãn yêu cầu) về tổn thất điện áp.

2. Xác định điện áp các điểm khi biết $U_1 = 10,250 \text{ (kV)}$

$$U_2 = U_1 - \Delta U_{12} = 10,250 - 0,073 = 10,177 \text{ (kV)}$$

$$U_A = U_1 + \Delta U_{A1} = 10,250 + 0,279 = 10,529 \text{ (kV)}$$

Đáp án :

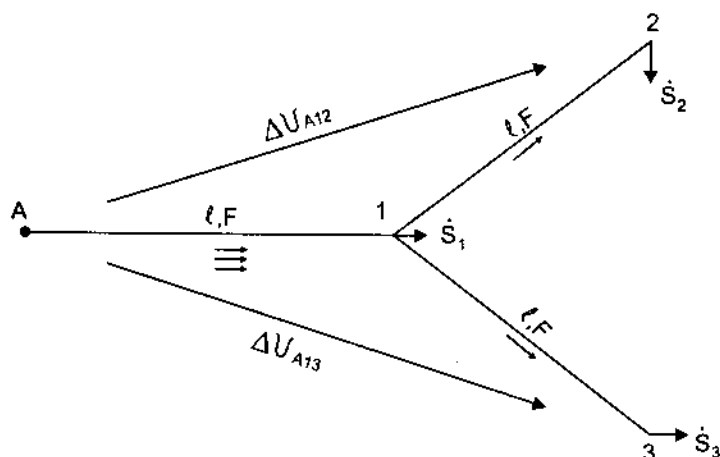
1. Đường dây đảm bảo yêu cầu ΔU .

2. $U_A = 10,529 \text{ (kV)}$, $U_2 = 10,177 \text{ (kV)}$.

3.2.3. Đường dây phân nhánh

Trên lưới cung cấp điện nhiều khi gặp đường dây phân nhánh, nghĩa là đến 1 nút nào đó thì đường dây rẽ ra thành 2, 3 tuyến theo hướng khác

nhau. Để kiểm tra tổn thất điện áp trên đường dây phân nhánh cần lưu ý rằng : tổn thất điện áp là tổn thất trên từng tuyến dây kể từ nguồn đến điểm nút xa nhất của tuyến. Ví dụ với đường dây phân nhánh trên hình 3.11, cần kiểm tra ΔU theo 2 tuyến dây : tuyến A12 và tuyến A13, tuyến có trị số ΔU lớn phải nhỏ hơn ΔU_{cp} .



Hình 3.11. Đường dây phân nhánh

$$\Delta U_{\max} = \max \left\{ \begin{array}{l} \Delta U_{A12} \\ \Delta U_{A13} \end{array} \right\} \leq \Delta U_{cp} \quad (3.10)$$

3.3. TÍNH TOÁN TỔN THẤT CÔNG SUẤT

3.3.1. Tổn thất công suất trên đường dây

Tổn thất công suất trên đường dây là một đại lượng phức

$$\Delta \dot{S} = \Delta P + j \Delta Q$$

Trong đó : ΔP - tổn thất công suất tác dụng do phát nóng trên điện trở đường dây ;

ΔQ - tổn thất công suất phản kháng do từ hoá đường dây.

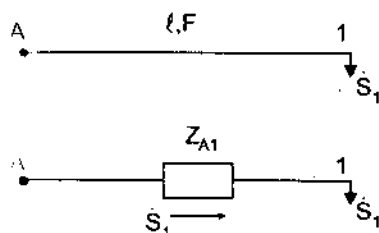
Tổn thất công suất trên đường dây xác định theo biểu thức :

$$\Delta \dot{S} = I^2 Z = \frac{S^2}{U_{dm}^2} Z = \frac{P^2 + Q^2}{U_{dm}^2} (R + j X) \quad (3.11)$$

Nếu S (kVA), P (kW), Q (kVar), Z , X , Y (Ω) và U_{dm} (kV) thì $\Delta \dot{S}$ (VA). Đơn vị công suất và tổn thất công suất thường dùng ở lưới cung

cấp điện là (kVA). Vậy muốn có kết quả là (kVA) cần phải nhân với 10^{-3} .

1. Đường dây 1 phụ tải (H.3.12)



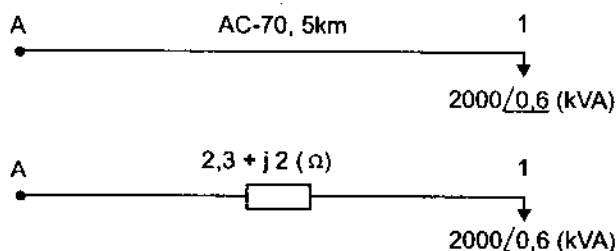
Hình 3.12. Đường dây 1 phụ tải và sơ đồ thay thế

Với đường dây 1 phụ tải, công suất chạy qua tổng trở Z_{A1} chính là phụ tải S_1 . Vậy

$$\Delta \dot{S}_{A1} = \frac{S_{A1}^2}{U_{dm}^2} Z_{A1} = \frac{S_1^2}{U_{dm}^2} Z_{A1} = \Delta P_{A1} + j \Delta Q_{A1}$$

Ví dụ 3.3 : ĐDK - 10 (kV) cấp điện cho xí nghiệp cơ khí có phụ tải điện 2000 (kVA), $\cos \varphi = 0,6$. Dây dẫn dùng AC - 70, dài 5 km (H.3.13). Yêu cầu xác định tổn thất công suất trên đường dây.

GIẢI



Hình 3.13. Đường dây 10 (kV) cấp điện cho xí nghiệp và sơ đồ thay thế

Tra bảng có $r_0 = 0,46$ (Ω/km), $x_0 = 0,4$ (Ω/km)

$$Z_{A1} = 0,46 \cdot 5 + j 0,4 \cdot 5 = 2,3 + j 2$$

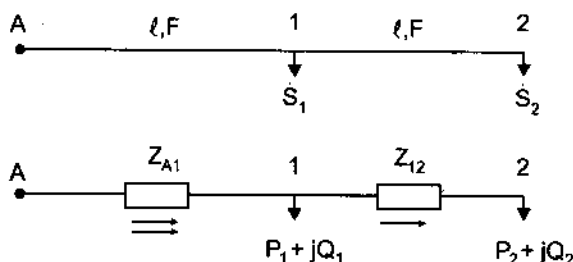
Tổn thất công suất trên đường dây :

$$\Delta \dot{S}_{A1} = \frac{2000^2}{10^2} (2,3 + j 2) = 92000 + j 80000 \text{ (VA)} =$$

$$= 92 + j 80 \text{ (kVA)}.$$

Đáp án : $\Delta \dot{S}_{A1} = 92 + j 80 \text{ (kVA)}.$

2. Đường dây n phụ tải (H.3.14)



Hình 3.14. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đường dây cấp điện cho 2 phụ tải

Cũng tương tự như khi tính toán ΔU , khi tính $\Delta \dot{S}$ coi điện áp các điểm bằng U_{dm} và coi công suất gây $\Delta \dot{S}$ trên các đoạn chỉ là công suất tải (bỏ qua $\Delta \dot{S}$ của đoạn sau)

$$\Delta \dot{S}_{\Sigma} = \Delta \dot{S}_{A12} = \Delta \dot{S}_{A1} + \Delta \dot{S}_{12}$$

$$\Delta \dot{S}_{\Sigma} = \frac{(P_1 + P_2)^2 + (Q_1 + Q_2)^2}{U_{dm}^2} Z_{A1} + \frac{S_2^2}{U_{dm}^2} Z_{12}$$

Tổng quát với đường dây n tải

$$\Delta \dot{S}_{\Sigma} = \frac{\sum_{ij}^n S_{ij}^2 \cdot Z_{ij}}{U_{dm}^2} = \frac{\sum_{ij}^n (P_{ij}^2 + Q_{ij}^2) Z_{ij}}{U_{dm}^2} \quad (3.12)$$

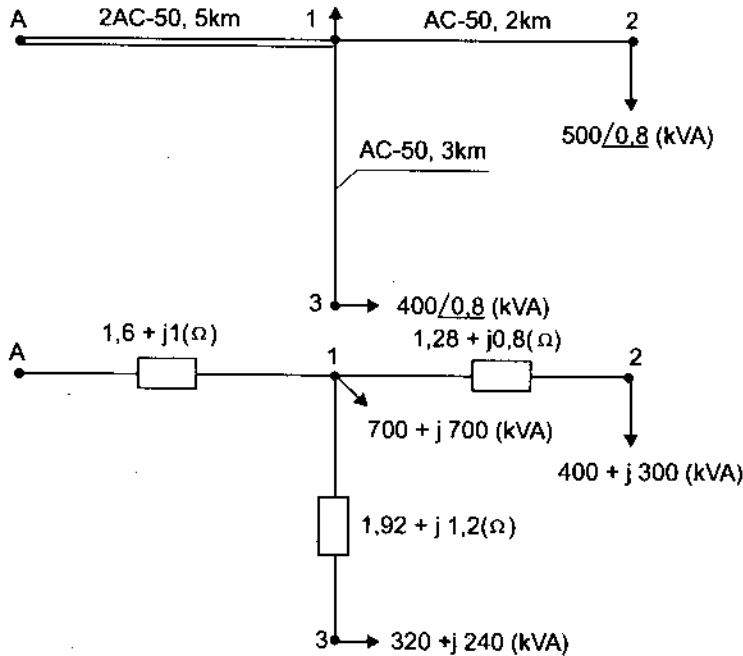
Trong đó :

- n - số đoạn đường dây hoặc số phụ tải
- S_{ij}, P_{ij}, Q_{ij} - công suất S, P, Q chạy trên đoạn đường dây ij
- Z_{ij} - tổng trở của đoạn đường dây ij
- U_{dm} - điện áp định mức của đường dây.

Ví dụ 3.4 : Đường dây trên không 10 (kV) cấp điện cho 3 phụ tải, toàn bộ dùng dây AC-50. Chiều dài các đoạn đường dây và số liệu phụ tải cho trên hình 3.15. Yêu cầu xác định tổng tổn thất công suất trên đường dây.

GIẢI

Trước hết cần vẽ sơ đồ thay thế của đường dây. Dùng công thức tính tổng trở quen thuộc và các công thức biến đổi công suất S sang P, Q được các thông số của sơ đồ thay thế.



Hình 3.15. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đường dây ví dụ 3.4

Tổng tổn thất công suất trên đường dây là :

$$\begin{aligned}\Delta \dot{S}_{\Sigma} &= \Delta \dot{S}_{A1} + \Delta \dot{S}_{12} + \Delta \dot{S}_{13} = \\ &= \frac{(P_1 + P_2 + P_3)^2 + (Q_1 + Q_2 + Q_3)^2}{U_{dm}^2} Z_{A1} + \frac{S_2^2}{U_{dm}^2} Z_{12} + \frac{S_3^2}{U_{dm}^2} Z_{13}\end{aligned}$$

Thay số vào ta có :

$$\begin{aligned}\Delta \dot{S}_{\Sigma} &= \left[\frac{(700 + 400 + 320)^2 + (700 + 300 + 240)^2}{10^2} (1,6 + j1) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{500^2}{10^2} (1,28 + j0,8) + \frac{400^2}{10^2} (1,92 + j1,2) \right] \cdot 10^{-3}\end{aligned}$$

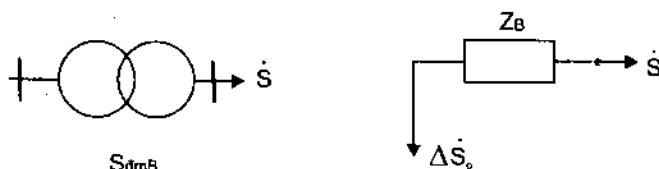
$$= (56,86 + j 35,54) + (3 + j 2) + (3,07 + j 1,92)$$

$$= 63,56 + j 39,46 \text{ (kVA)}$$

Đáp án : $\Delta \dot{S}_{\Sigma} = 63,56 + j 39,46 \text{ (kVA)}$

3.3.2. Tổn thất công suất trong trạm biến áp

1. Trạm 1 máy (H.3.16)



Hình 3.16. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế trạm biến áp 1 máy

Tổn thất công suất trong trạm biến áp chỉ là tổn thất trong các máy biến áp đặt trong trạm, các thiết bị điện khác như máy cắt, dao cách ly có tổng trở nhỏ gần như bằng 0, tổn thất công suất trên chúng là không đáng kể.

Tổn thất công suất trong máy biến áp bao gồm tổn thất trong lõi thép và tổn thất trên hai cuộn dây. Tổn thất công suất trong máy biến áp là một đại lượng phức :

$$\Delta \dot{S}_B = \Delta \dot{S}_0 + \Delta \dot{S}_{cu} = \Delta P_B + j \Delta Q_B$$

Trong đó : $\Delta \dot{S}_0 = \Delta P_0 + j \Delta Q_0 = \Delta P_0 + j \frac{I_0 S_{dmB}}{100}$

$\Delta \dot{S}_{cu}$ - tổn thất trên 2 cuộn dây có thể xác định theo 2 cách :

- Theo tổng trở biến áp

$$\Delta \dot{S}_{cu} = \frac{S^2}{U_{dm}^2} . Z_B \quad (3.13)$$

Theo ΔP_N và U_N

$$\Delta \dot{S}_{cu} = \Delta P_{cu} + j \Delta Q_{cu} = \Delta P_N \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2 + j \frac{U_N S_{dm}}{100} \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2 \quad (3.14)$$

Trong đó ΔP_N , U_N là số liệu nhà chế tạo cho với tải định mức, cần quy đổi về tải S bất kỳ bằng cách nhân với bình phương hệ số tải.

Như vậy, nếu tính tổn thất công suất trên 2 cuộn dây theo tổng trở biến áp thì :

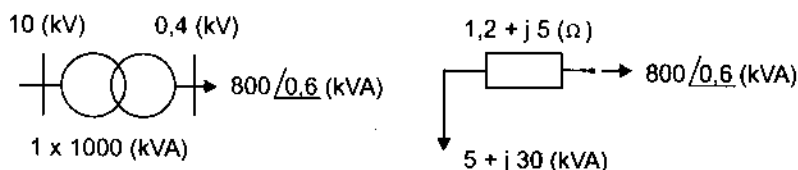
$$\Delta \dot{S}_B = \left(\Delta P_o + \frac{S^2}{U_{dmB}^2} R_B \right) + j \left(\frac{I_o S_{dmB}}{100} + \frac{S^2}{U_{dm}^2} X_B \right) \quad (3.15)$$

Nếu tính $\Delta \dot{S}_{cu}$ theo ΔP_N , U_N thì

$$\Delta \dot{S}_B = \left(\Delta P_o + \Delta P_N \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2 \right) + j \left(\frac{I_o S_{dmB}}{100} + \frac{U_N S_{dmB}}{100} \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2 \right) \quad (3.16)$$

Cần lưu ý, dù tính $\Delta \dot{S}_B$ theo (3.15) hoặc (3.16) kết quả phải là một.

Ví dụ 3.5 : Trạm biến áp cấp điện cho xí nghiệp cơ khí đặt 1 biến áp $\times$ 1000 (kVA) - 10/0,4 (kV) có các số liệu kỹ thuật $\Delta P_o = 5$ (kW), $\Delta P_N = 12$ (kW), $I_o(\%) = 3(\%)$, $U_N(\%) = 5(\%)$. Phụ tải nhà máy là $800 \angle 0,6$ (kVA) (H.3.17). Yêu cầu xác định tổn thất công suất trong trạm.



Hình 3.17. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế trạm biến áp của xí nghiệp cơ khí, ví dụ 3.5

$$\Delta \dot{S}_o = \Delta P_o + j \frac{I_o S_{dmB}}{100} = 5 + j \frac{3 \cdot 1000}{100} = 5 + j 30 \text{ (kVA)}$$

$$\begin{aligned} Z_B &= \frac{\Delta P_N U_{dmB}^2}{S_{dmB}^2} \cdot 10^3 + j \frac{U_N U_{dmB}^2}{S_{dmB}} \cdot 10 = \\ &= \frac{12 \cdot 10^2}{(1000)^2} \cdot 10^3 + j \frac{5 \cdot 10^2}{1000} \cdot 10 = 1,2 + j 5 \text{ (}\Omega\text{)} \end{aligned}$$

- Xác định $\Delta \dot{S}_{cu}$ theo Z_B :

$$\Delta \dot{S}_{cu} = \frac{S^2}{U^2} Z = \frac{800^2}{10^2} (1,2 + j5) \cdot 10^{-3} = 7,68 + j 32 \text{ (kVA)}$$

Trường hợp này tổn thất trong trạm biến áp là (công thức 3.15)

$$\Delta \dot{S}_B = (5 + 7,68) + j (30 + 32) = 12,68 + j 62 \text{ (kVA)}$$

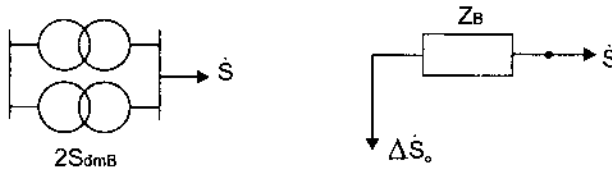
- Xác định $\Delta \dot{S}_{cu}$ theo ΔP_N và U_N (công thức 3.16)

$$\begin{aligned}\Delta \dot{S}_B &= \left(5 + 12 \left(\frac{800}{1000} \right)^2 \right) + j \left(\frac{3.1000}{100} + \frac{5.1000}{100} \left(\frac{800}{1000} \right)^2 \right) \\ &= 12,68 + j 62 \text{ (kVA)}\end{aligned}$$

Đáp án : $\Delta \dot{S}_B = 12,68 + j 62 \text{ (kVA)}$

Ghi chú : Khi làm bài tập, bài thi hoặc làm thiết kế dự án sau này, chỉ được chọn dùng một trong hai công thức (3.15) hoặc (3.16).

2. Trạm biến áp đặt 2 máy (H.3.18)



Hình 3.18. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế trạm biến áp đặt 2 máy

Với trạm biến áp đặt 2 máy, so với trạm 1 máy, tổng trở giảm đi một nửa, còn $\Delta \dot{S}_0$ tăng gấp đôi.

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

$$Z_B = \frac{\Delta P_N U_{dmB}^2}{2S_{dmB}^2} \cdot 10^3 + j \frac{1}{2} \frac{U_N U_{dm}^2}{S_{dmB}} \cdot 10 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Tổn thất công suất trong trạm 2 máy :

$$\begin{aligned}\Delta \dot{S}_B &= \left(2\Delta P_0 + \frac{1}{2} \Delta P_N \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2 \right) + \\ &\quad j \left(\frac{2I_0 S_{dmB}}{100} + \frac{1}{2} \frac{U_N S_{dmB}}{100} \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2 \right)\end{aligned} \quad (3.17)$$

Nhận xét, so với công thức tính $\Delta \dot{S}_B$ trạm 1 máy (3.16), công thức tính $\Delta \dot{S}_B$ trạm 2 máy (3.17) chỉ thêm các số 2, còn các đại lượng khác không thay đổi.

Ví dụ 3.6 : Xí nghiệp luyện kim đặt hai máy biến áp do Công ty thiết bị điện Đông Anh chế tạo $2 \times 1000 \text{ (kVA)} - 22/0,4 \text{ (kV)}$. Phụ tải xí nghiệp $S = 1500 \text{ (kVA)}$, $\cos \varphi = 0,9$. Yêu cầu xác định $\Delta \dot{S}_B$.

GIẢI

Dự định dùng công thức xác định $\Delta \dot{S}_B$ theo (3.17) không cần tính tổng trở 2 máy.

Tra PL6 với biến áp 1000 (kVA) - 22/0,4 (kV) do công ty thiết bị điện Đông Anh chế tạo có

$$\Delta P_o = 1570 \text{ (W)}, \quad I_o(\%) = 1,32 (\%)$$

$$\Delta P_N = 9500 \text{ (W)}, \quad U_N(\%) = 5 (\%)$$

Áp dụng công thức (3.17) tính được :

$$\begin{aligned} \Delta \dot{S}_B &= \left(2 \cdot 1,57 + \frac{1}{2} \cdot 9,5 \left(\frac{1500}{1000} \right)^2 \right) + j \left(2 \cdot \frac{1,3 \cdot 1000}{100} + \frac{1}{2} \cdot \frac{5 \cdot 1000}{100} \left(\frac{1500}{1000} \right)^2 \right) \\ &= 13,83 + j 82,25 \text{ (kVA)} \end{aligned}$$

$$\text{Đáp áp : } \Delta \dot{S}_B = 13,83 + j 82,25 \text{ (kVA)}$$

3.4. TÍNH TOÁN TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG

3.4.1. Điện năng A và tổn thất điện năng ΔA

Điện năng là lượng công suất tác dụng sản xuất hoặc truyền tải hoặc tiêu thụ trong một khoảng thời gian. Trong tính toán thiết kế hệ thống cung cấp điện thường lấy thời gian là 1 năm (8760 h).

Nếu công suất tác dụng không thay đổi trong thời gian khảo sát T thì điện năng tính theo biểu thức :

$$A = P \cdot T \quad (3.18)$$

Khi đó tổn thất công suất tác dụng ΔP cũng không thay đổi trong thời gian T, lượng tổn thất điện năng sẽ là :

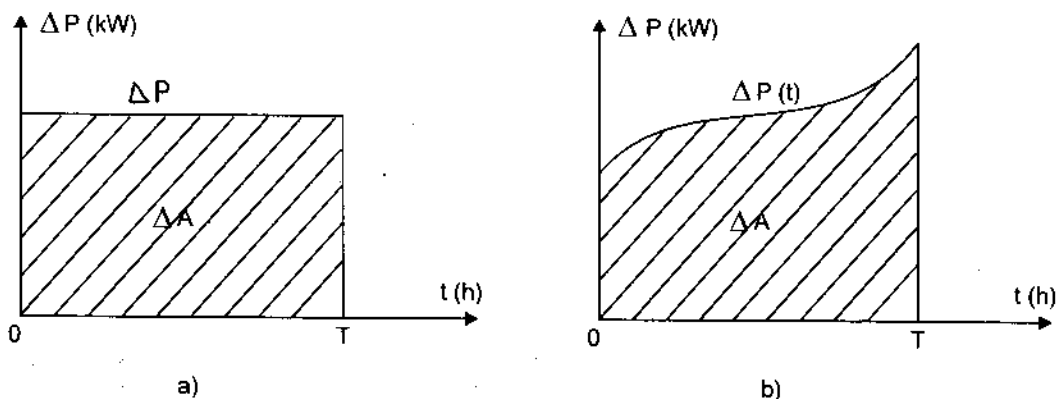
$$\Delta A = \Delta P \cdot T \quad (3.19)$$

Nếu P thay đổi nhưng có thể biểu diễn bằng hàm P(t) thì điện năng trong khoảng thời gian T có thể xác định :

$$A = \int_0^T P(t) dt \quad (3.20)$$

Và nếu ΔP cũng biểu diễn được bằng hàm $\Delta P(t)$ thì lượng tổn thất điện năng ΔA trong khoảng thời gian T cũng có thể xác định.

$$\Delta A = \int_0^T \Delta P(t) dt \quad (3.21)$$



Hình 3.19. Minh hoạ ΔA trong trường hợp :

- a) ΔP là hằng số b) ΔP là hàm thời gian

Trong thực tế, rất ít khi có thể biểu diễn được ΔP bằng một hàm thời gian (H.3.19), chỉ có thể xác định tổn thất điện năng bằng phương pháp gần đúng. Để tính gần đúng ΔA người ta dựa vào hai đại lượng sau :

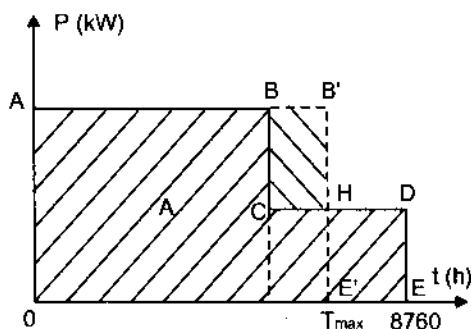
Thời gian sử dụng công suất lớn nhất : $T_{\max}$ (h)

$T_{\max}$ là thời gian nếu hệ thống cung cấp điện chỉ truyền tải công suất lớn nhất thì sẽ truyền tải được một lượng điện năng đúng bằng lượng điện năng truyền tải trong thực tế 1 năm.

Từ định nghĩa trên viết được :

$$P_{\max} \cdot T_{\max} = A \quad (3.22)$$

hoặc
$$T_{\max} = \frac{A}{P_{\max}} \quad (3.23)$$



Hình 3.20. Minh hoạ ý nghĩa của $T_{\max}$

Trên hình 3.20, giả thiết công suất P trong thời gian 1 năm diễn biến theo 2 bậc thì diện tích A chính là diện tích chắn bởi trục tung, trục hoành và đường biến thiên công suất ABCDE với đoạn AB là thời gian truyền tải

công suất cực đại. Để xác định $T_{\max}$, ta giả thiết tiếp tục kéo dài thời gian tải $P_{\max}$ đến B' , sao cho diện tích $OAB'E' =$ diện tích $OABCDE$, nghĩa là diện tích $CBB'H =$ diện tích $E'HDE$. Độ dài OE' chính là trị số của $T_{\max}$.

Về mặt lý thuyết, trị số của $T_{\max}$ xác định theo biểu thức (3.23), tuy nhiên, trong giai đoạn tính toán thiết kế hệ thống cung cấp điện chưa biết được trị số điện năng A , thường lấy trị số $T_{\max}$ như sau :

Với xí nghiệp công nghiệp tra sổ tay

Với phụ tải là điện sinh hoạt của các hộ đô thị, $T_{\max} = 4000 \div 4500$ (h)

Với phụ tải là điện sinh hoạt của các hộ nông thôn $T_{\max} = 2500 \div 3000$ (h)

Thời gian tổn thất công suất lớn nhất $\tilde{T}(h)$

$\tilde{T}$ là thời gian nếu hệ thống cung cấp điện chỉ truyền tải công suất lớn nhất thì sẽ gây ra một lượng tổn thất điện năng đúng bằng lượng tổn thất điện năng gây ra trong thực tế 1 năm.

Vì chỉ truyền tải công suất lớn nhất, sẽ có tổn thất công suất lớn nhất. Từ định nghĩa $\tilde{T}$ có thể viết :

$$\Delta P_{\max} \cdot \tilde{T} = \Delta A \quad (3.24)$$

$\tilde{T}$ được xác định gần đúng theo $T_{\max}$ theo biểu thức :

$$\tilde{T} = (0,124 + 10^{-4} T_{\max})^2 \cdot 8760 \text{ (h)} \quad (3.25)$$

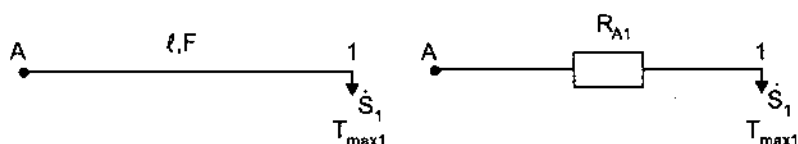
Tóm lại, nguyên tắc tính toán tổn thất điện năng như sau :

- Nếu phụ tải không đổi trong khoảng thời gian T thì tổn thất điện năng xác định theo (3.19).

- Nếu phụ tải thay đổi thì tổn thất điện năng xác định theo (3.24), trong đó $\tilde{T}$ tính theo $T_{\max}$ (3.25) với $T_{\max}$ tra sổ tay cung cấp điện.

3.4.2. Xác định tổn thất điện năng trên đường dây

1. Đường dây 1 phụ tải (H.3.21)



Hình 3.21. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế tính toán tổn thất điện năng đường dây 1 phụ tải

Để tính $\Delta P_{\max}$, cần lưu ý rằng phụ tải xác định theo các phương pháp ở chương 2 chính là phụ tải cực đại, có nghĩa là phụ tải tính toán chính là phụ tải cực đại, tổn thất công suất tính theo phụ tải tính toán là tổn thất công suất cực đại. Vì thế trên sơ đồ và trong quá trình tính toán không nhất thiết phải ghi chỉ số max vào các đại lượng S, P, Q và ΔP .

Với mục đích xác định tổn thất điện năng, đường dây chỉ cần thay thế bằng điện trở R.

Từ trị số $T_{\max 1}$ của phụ tải S_1 tính được trị số $\mathcal{T}$ theo biểu thức (3.25).

Tổn thất công suất tác dụng lớn nhất trên đường dây A1

$$\Delta P_{A1} = \frac{S_1^2}{U_{dm}^2} R_{A1}$$

Tổn thất điện năng trên đường dây A1.

$$\Delta A_{A1} = \Delta P_{A1} \cdot \mathcal{T}$$

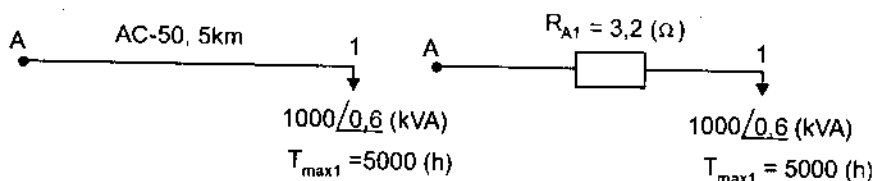
Giá tiền tổn thất điện năng 1 năm trên đường dây A1 :

$$Y_{\Delta A} = \Delta A_{A1} \cdot c \quad (3.26)$$

Trong đó : c - giá tiền 1 kWh tổn thất điện năng (đ/kWh, USD/kWh)

Ví dụ 3.7 : ĐDK - 10 (kV) cấp điện cho xí nghiệp dài 5 km, dây AC-50. Phụ tải xí nghiệp $S = 1000$ (kVA), $\cos \varphi = 0,6$, $T_{\max} = 5000$ (h). Yêu cầu xác định giá tiền tổn thất điện năng 1 năm trên đường dây, cho biết $c = 10^3$ (đ/kWh).

GIẢI



Trước hết vẽ sơ đồ thay thế:

$$R_{A1} = r_0 l = 0,64 \cdot 5 = 3,2 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Từ $T_{\max} = 5000$ (h) tính được trị số $\mathcal{T}$ theo (3.25)

$$\mathcal{T} = (0,124 + 10^{-4} \cdot 5000)^2 \cdot 8760 = 3411 \text{ (h)}$$

Tổn thất công suất lớn nhất trên đường dây

$$\Delta P_{A1} = \frac{S_1^2}{U_{dm}^2} R_{A1} = \frac{1000^2}{10^2} \cdot 3,2 \cdot 10^{-3} = 32 \text{ (kW)}$$

Tổn thất điện năng 1 năm trên đường dây :

$$\Delta A_{A1} = \Delta P_{A1} \cdot T = 32 \cdot 3411 = 109152 \text{ (kWh)}$$

Giá tiền tổn thất điện năng 1 năm trên đường dây :

$$Y_{\Delta A} = \Delta A_{A1} \cdot c = 109152 \cdot 10^3 = 109.152.000 \text{ (đ)}$$

$$\text{Đáp áp : } Y_{\Delta A} = 109.152.000 \text{ (đ)}$$

2. Đường dây n phụ tải

Với đường dây n phụ tải, ΔP_{Σ} vẫn tính theo (3.12) với sơ đồ thay thế là điện trở các đoạn đường dây, còn T thì cũng vẫn tính theo (3.25) với $T_{\max}$ là $T_{\max}$ trung bình của các phụ tải.

$$T_{\max tb} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i T_{\max i}}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (3.27)$$

Trong đó : S_i - phụ tải thứ i ;

$T_{\max i}$ - $T_{\max}$ của phụ tải thứ i ;

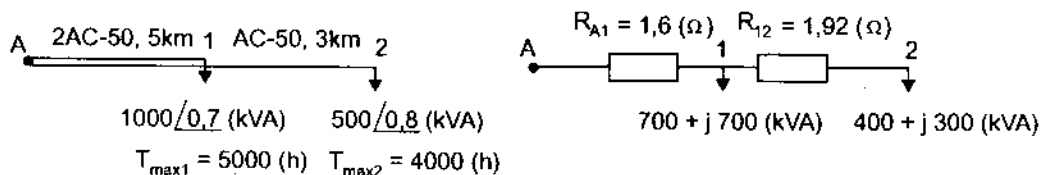
n - số phụ tải trên đường dây ;

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

Khi đó $\Delta A_{\Sigma} = \Delta P_{\Sigma} \cdot T_{tb}$

Ví dụ 3.8 : ĐDK - 10 (kV) cấp điện cho 2 phụ tải với các số liệu ghi trên hình 3.22. Yêu cầu xác định giá tiền tổn thất điện năng 1 năm, cho biết $c = 500 \text{ (đ/kWh)}$

GIẢI



Hình 3.22. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế ĐDK - 10 (kV) ví dụ 3.8

Trước hết vẽ sơ đồ thay thế đường dây, trên đó thay thế đường dây bằng các tổng trở và phụ tải dạng $P + jQ$ để tiện tính tổn thất công suất :

$$A_1 = \frac{r_0 l}{2} = \frac{0,64 \cdot 5}{2} = 1,6 \text{ } (\Omega)$$

$$R_{12} = r_0 l = 0,64 \cdot 3 = 1,92 \text{ } (\Omega)$$

$$\hat{S}_1 = S_1 \cos \varphi + j S_1 \sin \varphi = 1000(0,7 + j 0,7) = 700 + j 700 \text{ (kVA)}$$

$$\hat{S}_2 = S_2 \cos \varphi + j S_2 \sin \varphi = 500(0,8 + j 0,6) = 400 + j 300 \text{ (kVA)}$$

Tổng tổn thất công suất trên đường dây :

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_{A1} + \Delta P_{12} = \left[\frac{(700 + 400)^2 + (700 + 300)^2}{10^2} \cdot 1,6 + \frac{500^2}{10^2} \cdot 1,92 \right] \cdot 10^{-3}$$

$$= 40,16 \text{ (kW)}$$

Thời gian sử dụng công suất lớn nhất trung bình của 2 phụ tải :

$$T_{\max tb} = \frac{1000 \cdot 5000 + 500 \cdot 4000}{1000 + 500} = 4667 \text{ (h)}$$

$$\tau_{tb} = (0,124 + 10^{-4} \cdot 4667)^2 \cdot 8760 = 3056 \text{ (h)}$$

Tổn thất điện năng trên đường dây :

$$\Delta A_{\Sigma} = \Delta P_{\Sigma} \cdot \tau_{tb} = 40,16 \cdot 3056 = 122.728 \text{ (kWh)}$$

Giá tiền tổn thất điện năng 1 năm :

$$Y_{\Delta A} = \Delta A_{\Sigma} \cdot c = 122.728 \times 500 = 63.864.000 \text{ (đ)}$$

Đáp áp : $Y_{\Delta A} = 63.864.000 \text{ (đ)}$

3.4.3. Xác định tổn thất điện năng trong trạm biến áp

1. Trạm đặt 1 biến áp

Ở phần trên đã xây dựng được biểu thức tính tổn thất công suất trong trạm 1 máy biến áp

$$\Delta P_B = \Delta P_o + \Delta P_N \left(\frac{S}{S_{\text{đmB}}} \right)^2$$

Vấn đề ở đây là diễn thời gian nào vào hai số hạng trên

Vì ΔP_o là tổn thất trong lõi thép, không thay đổi trong suốt thời gian biến áp làm việc, không phụ thuộc vào sự thay đổi của phụ tải, nên thời gian để tính tổn thất điện năng do ΔP_o gây ra là thời gian khảo sát 1 năm, bằng 8760 (h).

Thành phần thứ hai của ΔP_B phụ thuộc vào phụ tải S . Trong vận hành trạm có thể xảy ra 2 trường hợp :

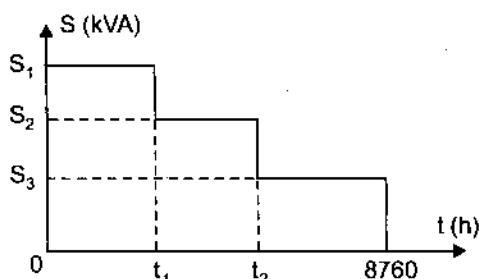
a) Khi không biết đồ thị phụ tải

Trường hợp này phải tính gần đúng tổn thất điện năng trên 2 cuộn dây theo $\bar{S}$. Tổn thất điện năng trong trạm 1 máy sẽ là :

$$\Delta A_B = \Delta P_o \cdot 8760 + \Delta P_N \left(\frac{\bar{S}}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot \tau \quad (3.28)$$

b) Khi biết đồ thị phụ tải

Trường hợp này có thể tính chính xác tổn thất điện năng trên 2 cuộn dây theo các khoảng thời gian của bậc thang công suất tải (H.3.23).



Hình 3.23. Trạm biến áp 1 máy và đồ thị phụ tải

Tổn thất điện năng trên trạm biến áp :

$$\begin{aligned} \Delta A_B = & \Delta P_o \cdot 8760 + \Delta P_N \left(\frac{S_1}{S_{dmB}} \right)^2 t_1 + \Delta P_N \left(\frac{S_2}{S_{dmB}} \right)^2 (t_2 - t_1) + \\ & \Delta P_N \left(\frac{S_3}{S_{dmB}} \right)^2 (8760 - t_2) \end{aligned}$$

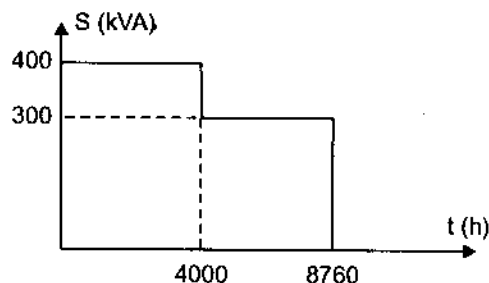
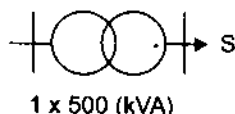
Tổng quát, với đồ thị có n khoảng bậc bất kỳ :

$$\Delta A_B = \Delta P_o \cdot 8760 + \Delta P_N \sum_{i=1}^n \left(\frac{S_i}{S_{dmB}} \right)^2 t_i \quad (3.29)$$

Trong đó : S_i - phụ tải trong khoảng thời gian t_i

Ví dụ 3.9 : Trạm biến áp xí nghiệp đặt 1 máy 500 (kVA) - 10/0,4 (kV) của Công ty Thiết bị điện Đồng Anh. Đồ thị phụ tải xí nghiệp cho theo hình 3.24. Yêu cầu xác định giá tiền tổn thất điện năng 1 năm, biết $c = 10^3$ (đ/kWh).

GIẢI



Hình 3.24. Trạm biến áp 500 (kVA) và đồ thị phụ tải xí nghiệp ví dụ 3.9

Tra PL6 với máy 500 (kVA) - 10/0,4 (kV) do Công ty Thiết bị điện Đông Anh chế tạo có : $\Delta P_o = 0,94$ (kW), $\Delta P_N = 5,21$ (kW)

Áp dụng công thức (3.29) :

$$\Delta A_B = 0,94.8760 + 5,21 \left[\left(\frac{400}{500} \right)^2 4000 + \left(\frac{300}{500} \right)^2 (8760 - 4000) \right]$$

$$= 30501 \text{ (kWh)}$$

$$Y_{\Delta A} = 30501 \cdot 10^3 = 30.501.000 \text{ (đ)}$$

$$\text{Đáp áp : } Y_{\Delta A} = 30.501.000 \text{ (đ)}$$

2. Trạm đặt 2 máy biến áp (H.3.25)

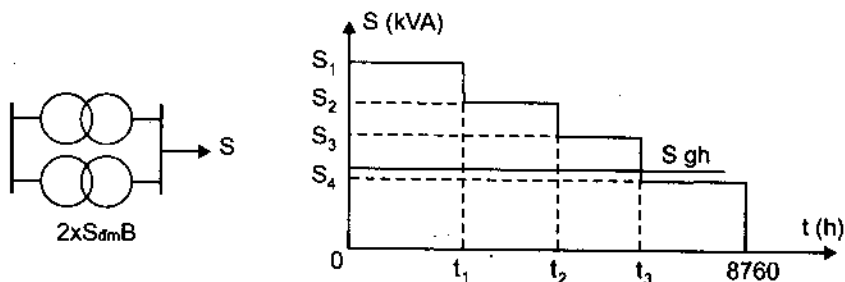
a) Khi không biết đồ thị phụ tải

Trường hợp này do không biết diễn biến của phụ tải trong năm, phải vận hành cả 2 máy quanh năm. Thời gian để tính tổn thất điện năng trong lõi thép là 8760 (h), thời gian để tính tổn thất điện năng trên hai cuộn dây là τ . Vậy tổn thất điện năng trong trạm đặt 2 máy khi không biết đồ thị phụ tải là :

$$\Delta A_B = 2 \cdot \Delta P_o \cdot 8760 + \frac{1}{2} \Delta P_N \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2 \tau \quad (3.30)$$

b) Khi biết đồ thị phụ tải

Khi biết đồ thị phụ tải, cán bộ kỹ thuật vận hành trạm cần phải xác định chế độ vận hành kinh tế trạm, nghĩa là phải xét xem ở khoảng thời gian nào, công suất tải nào nên vận hành 2 máy, 1 máy để cho tổng tổn thất công suất (cũng tức là tổn thất điện năng) trong trạm là nhỏ nhất.



Hình 3.25. Trạm biến áp đặt 2 máy và đồ thị phụ tải

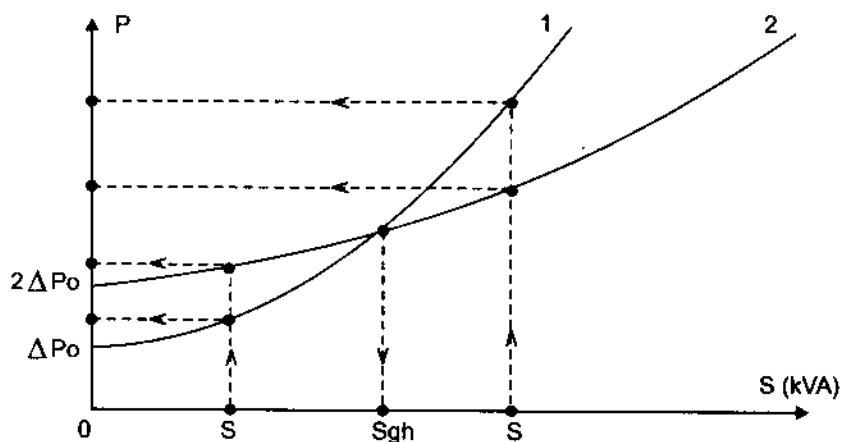
Trên hình 3.26 minh họa ý nghĩa của vận hành kinh tế trạm.

Đường cong 1 biểu diễn tổn thất công suất trong trạm khi vận hành 1 máy

$$\Delta P_1 = \Delta P_o + \Delta P_N \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2$$

Đường cong 2 biểu diễn tổn thất công suất trong trạm khi vận hành 2 máy

$$\Delta P_2 = 2\Delta P_o + \frac{1}{2}\Delta P_N \left(\frac{S}{S_{dmB}} \right)^2$$



Hình 3.26. Đường cong tổn thất công suất trong trạm biến áp trong trường hợp vận hành 1 và 2 máy biến áp.

Nhìn vào hình 3.26 ta thấy khi công suất $0 \leq S < S_{gh}$ nếu vận hành 1 máy thì tổn thất công suất trong trạm biến áp sẽ nhỏ hơn vận hành 2 máy. Ngược lại khi $S > S_{gh}$ thì vận hành 2 máy sẽ có ΔP_B nhỏ hơn.

S_{gh} chính là công suất giới hạn để chuyển chế độ vận hành trạm từ 1 máy lên 2 máy và ngược lại.

Cân bằng hai biểu thức ΔP_1 và ΔP_2 sẽ nhận được công thức xác định trị số của S_{gh} :

$$S_{gh} = S_{dmB} \sqrt{\frac{2\Delta P_o}{\Delta P_N}} \quad (3.31)$$

Sau khi xác định S_{gh} , lần lượt so sánh trị số của phụ tải trên đồ thị với S_{gh} :

với $S > S_{gh}$: vận hành 2 máy

với $S < S_{gh}$: vận hành 1 máy

Ví dụ với S_{gh} như trên hình (3.25), chế độ vận hành kinh tế trạm sẽ là :

với S_1, S_2, S_3 : vận hành 2 máy

với S_4 : vận hành 1 máy

Tổn thất điện năng 1 năm bằng :

$$\begin{aligned} \Delta A_B = & [2\Delta P_o \cdot t_1 + 2\Delta P_o(t_2 - t_1) + 2\Delta P_o(t_3 - t_2) + \Delta P_o(8760 - t_3)] + \\ & + \frac{1}{2}\Delta P_N \left(\frac{S_1}{S_{dmB}} \right)^2 t_1 + \frac{1}{2}\Delta P_N \left(\frac{S_2}{S_{dmB}} \right)^2 (t_2 - t_1) + \frac{1}{2}\Delta P_N \left(\frac{S_3}{S_{dmB}} \right)^2 (t_3 - t_2) \\ & + \Delta P_N \left(\frac{S_4}{S_{dmB}} \right)^2 (8760 - t_3) \end{aligned}$$

Đặt ΔP_o và ΔP_N làm thừa số chung có công thức tổng quát xác định tổn thất điện năng trong trạm 2 máy khi biết đồ thị phụ tải :

$$\Delta A_B = \Delta P_o \sum_1^n n_i t_i + \Delta P_N \sum_1^n \left(\frac{S_i}{S_{dmB}} \right)^2 \frac{t_i}{n_i} \quad (3.32)$$

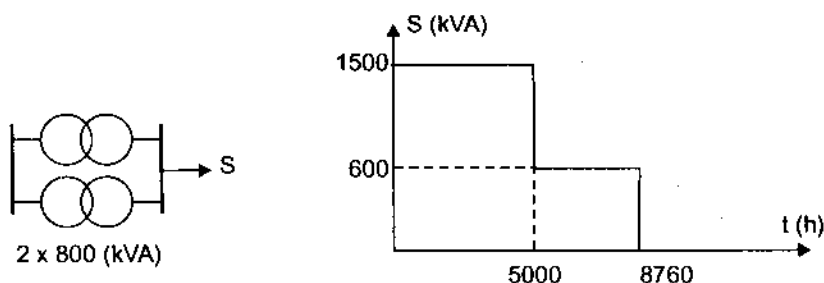
Trong đó : n_i - số máy biến áp vận hành trong khoảng thời gian t_i ;

S_i - công suất tải trong khoảng thời gian t_i ;

n - số bậc thang công suất của đồ thị phụ tải.

Ví dụ 3.10 : Một siêu thị lớn đặt hai máy biến áp 800 (kVA) - 22/0,4 (kV). Đồ thị phụ tải của siêu thị cho trên hình 3.27. Yêu cầu xác định giá tiền tổn thất điện năng 1 năm biết rằng $c = 10^3$ (đ/kWh) và máy biến áp do ABB chế tạo.

GIẢI



Hình 3.27. Trạm biến áp 2×800 (kVA) và đồ thị phụ tải của siêu thị ví dụ 3.10

Trước hết cần xác định chế độ vận hành kinh tế trạm :

Tra sổ tay với máy biến áp 800 (kVA) - 22/0,4 (kV) của ABB có :

$$\Delta P_o = 1,4 \text{ (kW)} , \Delta P_N = 10,5 \text{ (kW)}$$

Tính được trị số công suất giới hạn :

$$S_{gh} = 800 \sqrt{\frac{2.1,4}{10,5}} = 413 \text{ (kVA)}$$

So sánh với các trị số trên đồ thị phụ tải nhận thấy để đảm bảo kinh tế cần cho cả 2 biến áp vận hành quanh năm.

Áp dụng công thức (3.32) xác định được tổn thất điện năng 1 năm trong trạm :

$$\begin{aligned} \Delta A_B &= 1,4 \cdot 2 \cdot 8760 + 10,5 \left[\left(\frac{1500}{800} \right)^2 \frac{5000}{2} + \left(\frac{600}{800} \right)^2 \frac{3760}{2} \right] \\ &= 127.921 \text{ (kWh)} \end{aligned}$$

Giá tiền tổn thất điện năng 1 năm :

$$Y_{\Delta A} = 127.921 \times 10^3 \text{ (đ)} = 127.921.000 \text{ (đ)}$$

Đáp án : $Y_{\Delta A} = 127.921.000 \text{ (đ)}$

3.5. CÁC GIẢI PHÁP GIẢM TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG

Muốn giảm tổn thất điện năng cần giảm tổn thất công suất tác dụng :

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R$$

Các giải pháp đều nhằm vào mục đích tác động vào các đại lượng P, Q, R, U dẫn tới làm giảm ΔP .

3.5.1. Tăng điện áp truyền tải

Trong vận hành người ta sử dụng đầu phân áp của máy biến áp để nâng cao điện áp vận hành đường dây ở mức cao nhất có thể để làm giảm tổn thất điện năng, vì ΔP tỉ lệ nghịch với bình phương trị số điện áp.

Ở ví dụ 3.7, đường dây AC-50, dài 5 km cấp điện cho xí nghiệp có phụ tải 1000 (kVA), nếu điện áp vận hành là 10 (kV) thì tổn thất công suất đã tính được :

$$\Delta P_{10} = \frac{1000^2}{10^2} 3,2 \cdot 10^{-3} = 32 \text{ (kW)}$$

Nếu nâng điện áp vận hành lên 11 (kV) thì tổn thất công suất là

$$\Delta P_{11} = \frac{1000^2}{11^2} 3,2 \cdot 10^{-3} = 26,44 \text{ (kW)}$$

Với T = 3411 (h), số tổn thất điện năng tiết kiệm được là :

$$5,56 \times 3411 = 18965 \text{ (kWh)}$$

Và như vậy với $c = 10^3$ (đ/kW) sẽ tiết kiệm được khoản tiền :

$$10^3 \cdot 18965 = 18.965.000 \text{ (đ)}$$

Cần lưu ý rằng không thể tùy tiện nâng cao điện áp vận hành lưới điện. Nếu đầu đường dây trung áp cấp điện cho động cơ cỡ lớn (ví dụ trạm bơm) sử dụng điện áp 6,10 (kV) thì chỉ được nâng cao hơn U_{dm} là 5% (nhằm đảm bảo cho độ lệch điện áp tại cực động cơ không vượt quá 5% U_{dm}), nếu không có động cơ dùng điện áp trung áp đầu vào đường dây thì có thể nâng điện áp vận hành lên 110% U_{dm} . Với các đường dây quá tải nhiều, tải điện xa thì phải cải tạo nâng cấp điện áp, ví dụ từ 6 (kV) lên 10 (kV), 10 (kV) lên 22 (kV)...

3.5.2. Cắt giảm đỉnh

Bao gồm các giải pháp làm giảm P, vì P chính là phụ tải tính toán, phụ

tải cực đại, là trị số đỉnh của đồ thị phụ tải. Để cắt giảm P thường dùng các giải pháp sau :

1. Dùng dây chuyên công nghệ hiện đại, chi phí ít điện năng hơn để sản xuất 1 đơn vị sản phẩm.

2. Sử dụng các thiết bị điện thế hệ mới, hiệu suất cao, tiêu tốn P ít hơn.

Ví dụ :

Trong công nghiệp sử dụng các động cơ thế hệ mới, hiệu suất cao.

Trong sinh hoạt sử dụng các bóng đèn tuýp 32 (W) thay cho các bóng đèn tuýp 40 (W) v.v...

Ví dụ : 1 cơ quan dùng 1000 bóng đèn tuýp 40 W, nếu được thay thế bằng các bóng 32 (W), một năm sẽ tiết kiệm được 1 lượng điện năng là :

$$A = (1000 \times 40 - 1000 \times 32) 10^{-3} \times 4500 = 36.000 \text{ (kWh)}$$

Trong đó đã lấy $T_{\max} = 4500 \text{ (h)}$

Và số tiền tiết kiệm 1 năm, nếu lấy $c = 10^3 \text{ (đ/kWh)}$

$$36.000 \times 10^3 = 36.000.000 \text{ (đ)}$$

Số tiền tiết kiệm này đủ để trang bị 1000 bóng đèn 32 (W).

3. Tiết kiệm điện bằng cách tắt bớt đèn không cần thiết v.v...

4. Giảm tải giờ cao điểm bằng cách khuyến khích các xí nghiệp làm ca ba v.v...

3.5.3. Bù công suất phản kháng

Giải pháp này nhằm giảm lượng Q truyền tải trên lưới điện dẫn tới làm giảm ΔA . Cụ thể là :

- Dùng biện pháp hành chính phạt $\cos\varphi$ đối với các xí nghiệp khi xí nghiệp có $\cos\varphi < 0,85$, thực chất là bắt xí nghiệp phải đặt tụ điện bù tự phát lấy một phần Q để giảm lượng Q truyền tải trên lưới.

- Tiến hành bù kinh tế trên lưới cung cấp điện.

3.5.4. Giảm trị số R

Để giảm trị số R đường dây người ta dùng các giải pháp

- Dùng dây cáp đồng thay cho cáp nhôm

- Chọn tiết diện dây theo J_{kt} (dây sẽ lớn hơn và R nhỏ hơn khi chọn theo các phương pháp khác).

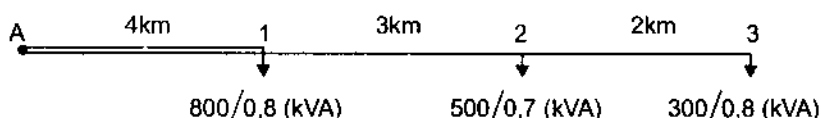
- Tăng tiết diện dây hoặc xây dựng đường dây lộ kép v.v...

Ngoài ra còn sử dụng nhiều giải pháp khác để làm giảm tổn thất điện năng như dùng sơ đồ dẫn sâu, đặt trạm đúng trọng tâm phụ tải, lựa chọn đúng dung lượng biến áp, vận hành kinh tế trạm biến áp v.v...

BÀI TẬP CHƯƠNG 3

BT3.1. Đường dây liên thông 10 (kV) cấp điện cho 3 phụ tải, toàn bộ dùng dây AC-70 các số liệu cho trên hình BT 3.1. Yêu cầu :

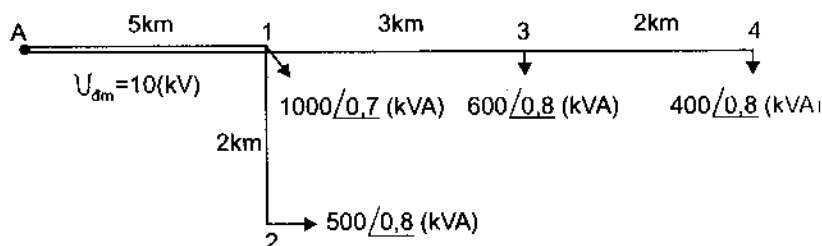
1. Kiểm tra tổn thất điện áp
2. Cho biết $U_2 = 10,180$ (kV), hãy xác định trị số điện áp U_A, U_1, U_3 .



Hình BT3.1

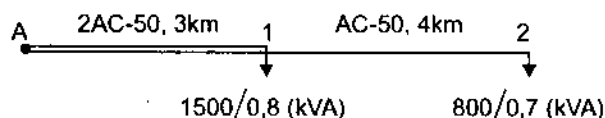
BT3.2. Đường dây phân nhánh cấp điện cho 4 phụ tải, toàn bộ dùng dây AC-50 các số liệu cho trên hình BT 3.2. Yêu cầu :

1. Kiểm tra tổn thất điện áp
2. Biết $U_3 = 9,850$ (kV) yêu cầu xác định U_A, U_1, U_2, U_4 .



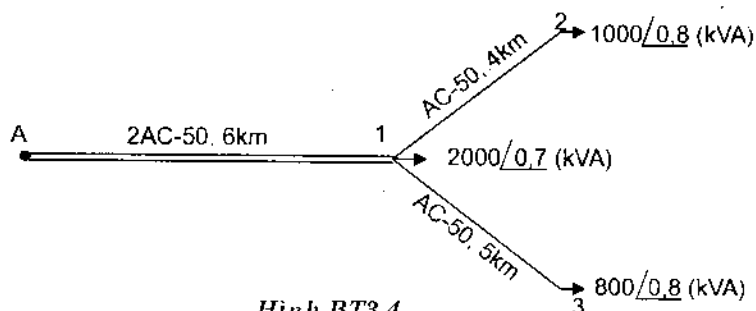
Hình BT3.2

BT3.3. Yêu cầu xác định tổn thất công suất và tổn thất điện năng :
năm trên ĐDK - 10 (kV) cấp điện cho 2 phụ tải (hình BT3.2). Biết $c = 10^3$ (đ/kWh).



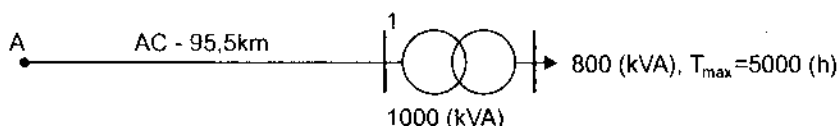
Hình BT3.3

BT3.4. Yêu cầu xác định giá tiền tổn thất điện năng 1 năm trên ĐDK - 22 (kV) cấp điện cho 3 xí nghiệp (hình BT3.4). Biết $c = 800$ (đ/kWh).



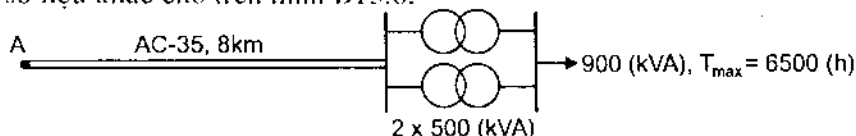
Hình BT3.4

BT3.5. Yêu cầu xác định tổn thất công suất và tổn thất điện năng trên hệ thống cung cấp điện bao gồm đường dây 10 (kV) và trạm biến áp 10/0,4(kV) cấp điện cho 1 xí nghiệp. Biết $c = 900$ (đ/kWh), các số liệu khác cho trên hình BT3.5. Máy biến áp do Công ty TĐĐ Đông Anh chế tạo.



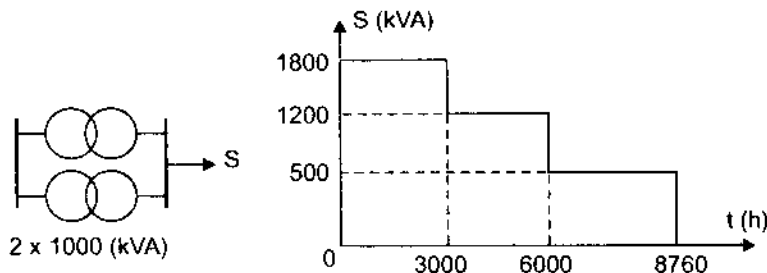
Hình BT3.5

BT3.6. Yêu cầu xác định giá tiền tổn thất điện năng 1 năm trên hệ thống cung cấp điện bao gồm đường dây lộ kép 22 (kV) và trạm 2 máy biến áp 22/0,4 (kV). Máy biến áp do ABB chế tạo. Biết $c = 0.07$ (USD/kWh). Các số liệu khác cho trên hình BT3.6.



Hình BT3.6

BT 3.7. Yêu cầu xác định giá tiền tổn thất điện năng 1 năm trên trạm biến áp đặt 2 máy 1000 (kVA) - 22/0,4 (kV), máy do ABB chế tạo. Biết $c = 0,09$ (USD/kWh). Đồ thị tải cho theo hình BT3.7.



Hình BT3.7

Chương 4

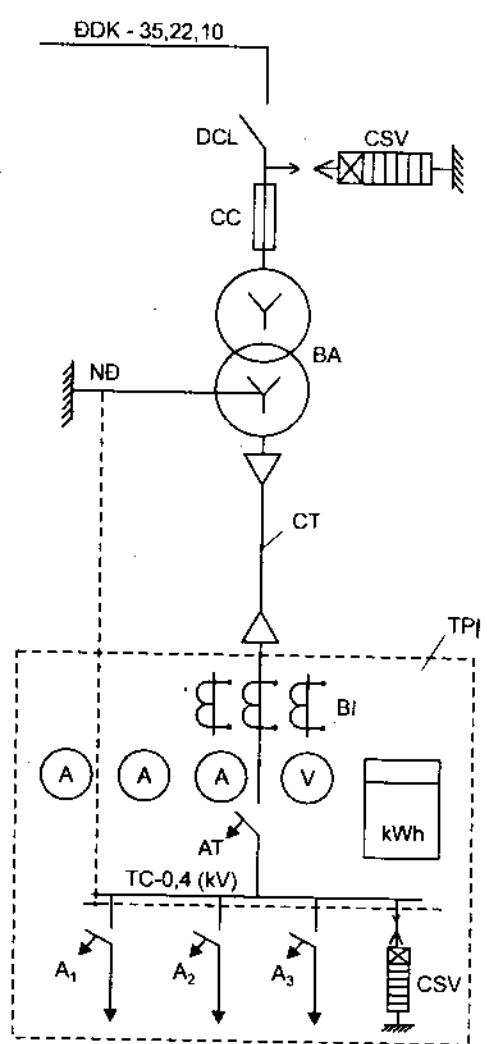
TRẠM ĐIỆN

Trong lưới cung cấp điện thường sử dụng 3 loại trạm điện (còn gọi là bất điện) : trạm phân phối, trạm biến áp trung gian và trạm biến áp phân phối.

4.1. TRẠM BIẾN ÁP PHÂN PHỐI

Trạm biến áp phân phối (TBAPP) còn gọi là trạm biến áp khách hàng có nhiệm vụ biến đổi điện áp trung áp xuống 0,4 (kV) để cấp điện cho các hộ tiêu thụ là những khách hàng của ngành điện.

Đường dây trên không trung áp
Dao cách ly trung áp
Chống sét van trung áp
Cầu chì trung áp
Máy biến áp phân phối
Hệ thống nối đất
Cáp tổng
Máy biến dòng điện
Các đồng hồ đo đếm
Áp tômát tổng
Thanh cái 3 pha và thanh cái trung tính
Các áp tômát nhánh
Chống sét van hạ áp



Hình 4.1. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp phân phối

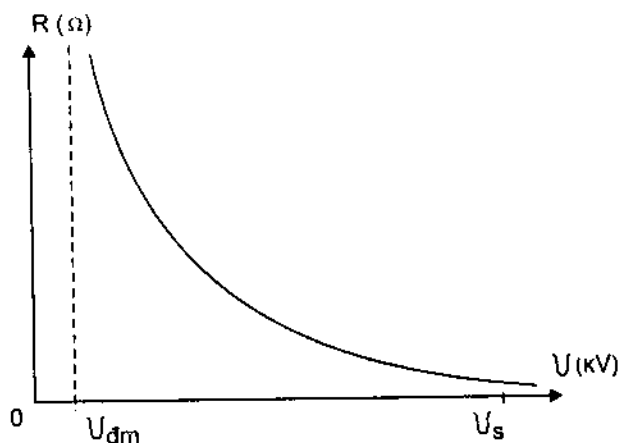
4.1.1 Sơ đồ nguyên lý

Tùy theo tính chất quan trọng của hộ tiêu thụ, TBAPP có thể đặt 1 hoặc 2 máy. Sơ đồ nguyên lý TBAPP 1 máy cho trên hình 4.1, trong đó phía cao áp đặt dao cách ly, cầu chì và chống sét van (nếu trạm được cấp điện bằng đường dây trên không), phía hạ áp đặt aptômát tổng và các aptômát nhánh, nếu 1 trong các đường hạ áp là đường dây trên không thì phải đặt chống sét van hạ áp. Ngoài ra còn phải đặt các đồng hồ đo, đếm.

Dao cách ly trung áp trong sơ đồ trạm BAPP làm nhiệm vụ cách ly giữa ĐDK trung áp và trạm biến áp phục vụ cho việc kiểm tra, bảo dưỡng, sửa chữa chống sét van, cầu chì cao áp, máy biến áp và cáp tổng cũng như hệ thống tiếp địa. Dao cách ly không có bộ phận dập hồ quang nên không cho phép đóng cắt mạch điện, tuy nhiên có thể cho phép dao cách ly đóng cắt không tải máy biến áp khi công suất máy không quá lớn (thường dưới 1000 kVA).

Dao cách ly trung áp có thể dùng loại 3 pha rời, đóng cắt từng pha (gọi là dao cách ly 1 lửa) hoặc loại liên động, đóng cắt đồng thời 3 pha. Với TBAPP ngoài trời có thể dùng 1 trong 2 loại DCL trên. Với trạm xây kín chỉ dùng loại DCL liên động.

Chống sét van làm nhiệm vụ chống sét đánh từ ngoài đường dây trên không truyền vào trạm. chống sét van được cấu tạo bằng điện trở phi tuyến có đặc tuyến mô tả trên hình 4.2.

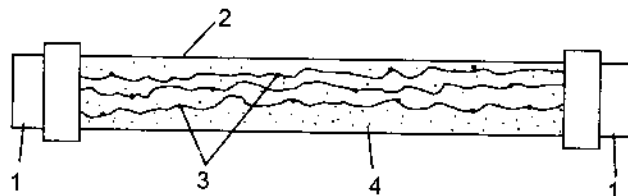


Hình 4.2. Đường đặc tuyến $R(U)$ của chống sét van

Khi điện áp bằng điện áp định mức của lưới điện thì $R = \infty$, không cho dòng điện đi qua. Khi điện áp sét đặt vào chống sét van, $R \rightarrow 0$ và chống sét van tháo toàn bộ sóng sét xuống đất.

Đầu CSV vào sơ đồ như hình 4.1, khi cần kiểm tra, sửa chữa, thay thế CSV phải cắt điện. Muốn xử lý CSV mà không ảnh hưởng đến việc cắt điện của trạm thì phải đặt riêng cho CSV một cầu dao nữa, tuy nhiên sẽ làm cho kết cấu trạm công kênh, phức tạp thêm.

Cầu chì cao áp làm nhiệm vụ bảo vệ ngăn mạch cho biến áp và cáp tổng, thường dùng loại cầu chì ống cắt thạch anh (hình 4.3)



Hình 4.3. Cấu tạo cầu chì trung áp cắt thạch anh

1. đầu tiếp điện ; 2. vỏ sứ ; 3. dây kim loại gắn hạt thiếc ; 4. cát thạch anh

Bình thường dòng điện đi từ đầu tiếp điện này qua các dây kim loại sang đầu tiếp xúc kia để vào biến áp. Khi xảy ra sự cố ngắn mạch trong biến áp hoặc cáp tổng, dòng qua dây kim loại tăng lên nhiều lần làm chảy các hạt thiếc gắn trên dây kim loại cắt đứt mạch điện. Hồ quang sinh ra sẽ bị dập tắt trong các khe hở hẹp của cát thạch anh ở đã được đổ đầy trong ống sứ.

Cáp tổng làm nhiệm vụ dẫn điện từ BA vào tủ phân phối hạ áp của TBAPP. Cũng có thể dùng thanh dẫn thay cho cáp tổng.

Áp tômát tổng làm nhiệm vụ bảo vệ quá tải cho biến áp và bảo vệ ngăn mạch cho thanh cái hạ áp.

Thanh cái hạ áp (thanh góp hạ áp) làm nhiệm vụ nhận điện từ biến áp và phân phối cho các tuyến hạ áp qua các áp tômát nhánh.

Các áp tômát nhánh làm nhiệm vụ thao tác đóng cắt đường dây, bảo vệ ngăn mạch trên các tuyến dây hạ áp

Chống sét van hạ áp làm nhiệm vụ chống sét đánh vào đường dây trên không hạ áp truyền vào trạm.

Máy biến dòng điện làm nhiệm vụ biến đổi dòng điện tải của trạm xuống 5A, cấp nguồn dòng cho các đồng hồ ampe và công tơ. Tại các trạm biến áp công cộng đặt 3 đồng hồ ampe, 1 đồng hồ vôn và 1 công tơ hữu công. Với các trạm biến áp xí nghiệp còn phải đặt thêm 1 đồng hồ $\cos\phi$ và 1 công tơ vô công.

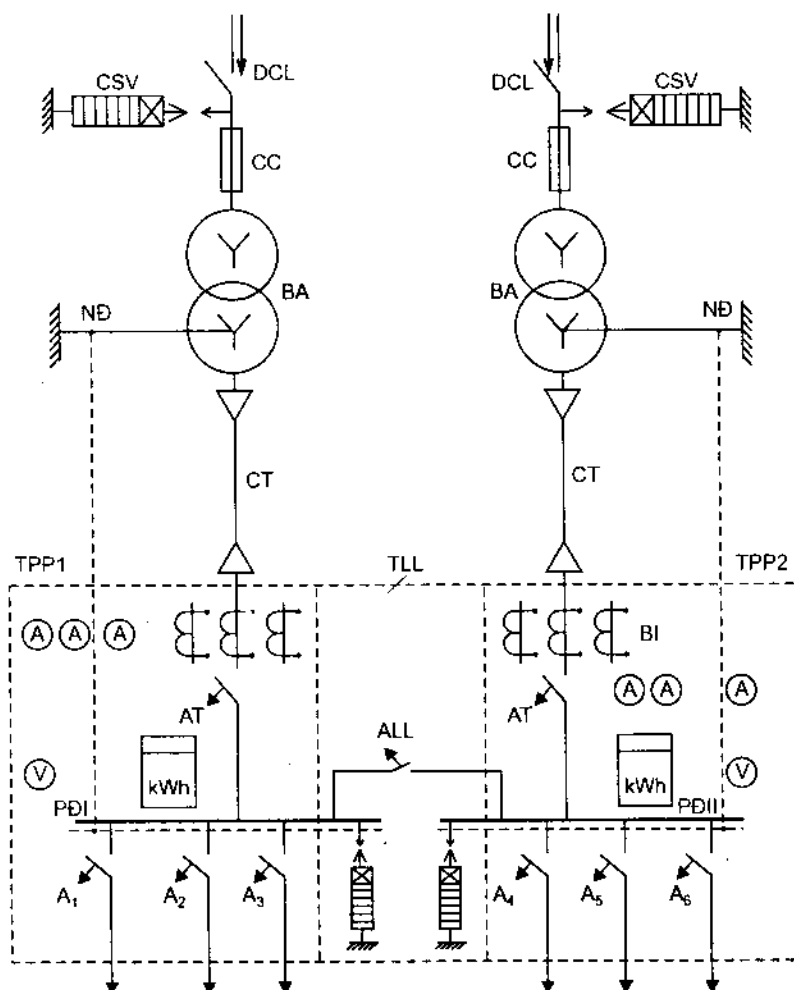
Hệ thống nối đất tại các trạm biến áp làm 3 chức năng : nối đất làm việc, nối đất an toàn và nối đất chống sét.

Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp 2 máy là chấp nối sơ đồ nguyên lý 2 TBAPP 1 máy qua áp tômát liên lạc ALL (H.4.4).

Nếu phụ tải hai phân đoạn thanh gốp bằng nhau thì nên vận hành ALL ở trạng thái thường mở để làm giảm dòng ngắn mạch hạ áp. Nếu phụ tải hai phân đoạn thanh gốp lớn bé hơn nhau nhiều thì vận hành thường đóng ALL.

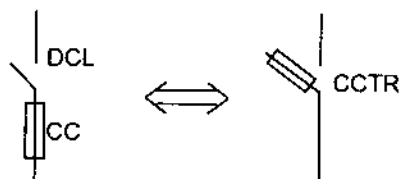
Với trạm 2 máy vẫn phải đặt đầy đủ 2 bộ CSV cao hạ áp cho mỗi biến áp và đặt đủ 2 bộ đồng hồ đo đếm cho 2 phân đoạn thanh gốp hạ áp.

Phía hạ áp thường đặt 3 tủ : 2 tủ phân phối và 1 tủ liên lạc



Hình 4.4. Sơ đồ nguyên lý TBAPP hai máy

Ở các trạm ngoài trời bộ DCL-CC trung áp có thể thay bằng bộ cầu chì tự rơi (CCTR) (H.4.5). Các trạm kín trong nhà không dùng CCTR. Bộ CCTR làm cả hai nhiệm vụ : cắt ngắn mạch và tạo khoảng cách cách ly an toàn trông thấy.



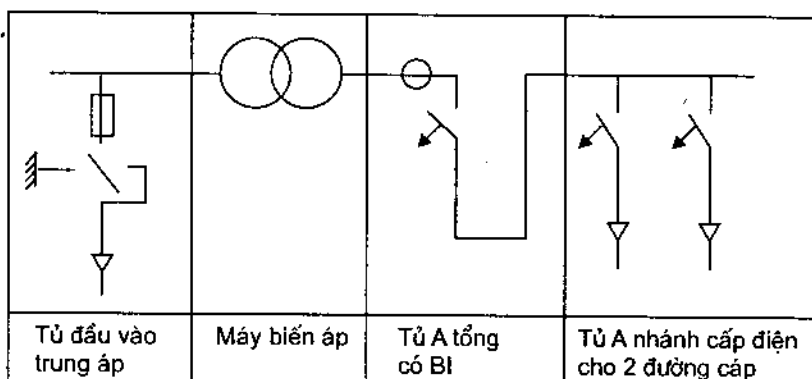
Hình 4.5. Bộ DCL-CC và bộ CCTR trung áp

Với các TBAPP công suất lớn, cấp điện cho các hộ quan trọng hoặc là đối với các đối tượng khách hàng có khả năng kinh tế thì có thể thay DCL-CC hoặc bộ CCTR bằng tủ máy cắt trung áp. Tủ máy cắt trung áp đắt hơn nhiều lần nhưng làm việc chắc chắn, tin cậy và an toàn hơn.

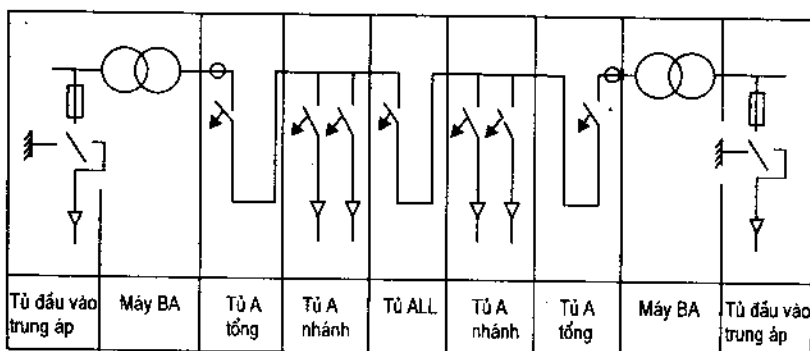
4.1.2. Sơ đồ ghép nối TBAPP

Sơ đồ ghép nối là sơ đồ bố trí các phân tử của trạm thể hiện cách sắp đặt và mối liên kết giữa các phân tử.

Dưới đây giới thiệu phương án ghép nối TBAPP một (H.4.6) và hai máy cho TBAPP (H.4.7) của xí nghiệp công suất lớn, đường trung và hạ áp đều là cáp.



Hình 4.6. Sơ đồ ghép nối TBAPP 1 máy công suất lớn, đặt riêng 1 tủ cho aptômat tổng



Hình 4.7. Sơ đồ ghép nối TBAPP 2 máy công suất lớn, mỗi A tổng và ALL đặt trong tủ riêng

4.1.3. Kết cấu xây dựng TBAPP

Có 3 kiểu kết cấu xây dựng trạm BAPP. Mỗi kiểu có ưu nhược điểm riêng. Người thiết kế cần căn cứ vào đặc điểm, điều kiện của khách hàng mà lựa chọn cho họ kiểu xây dựng thích hợp.

1. Trạm treo

Là kiểu trạm mà tất cả các thiết bị điện cao hạ áp và cả máy biến áp đều được đặt trên cột (hình 4.8).

Ưu điểm của loại trạm này là đơn giản, rẻ tiền, xây lắp nhanh, ít tốn đất. Nhược điểm là kém mỹ quan và không an toàn.

Kiểu trạm này được sử dụng ở những nơi quỹ đất hạn hẹp và điều kiện mỹ quan cho phép. Ở các thành phố, thị trấn, kiểu trạm này đang được dùng phổ biến. Tuy nhiên các đường dây trên không trung và hạ áp cùng với hàng trăm hàng ngàn trạm BAPP kiểu treo cũng làm mất mỹ quan đô thị cần phải được dần dần thay thế bằng đường cáp và trạm xây.

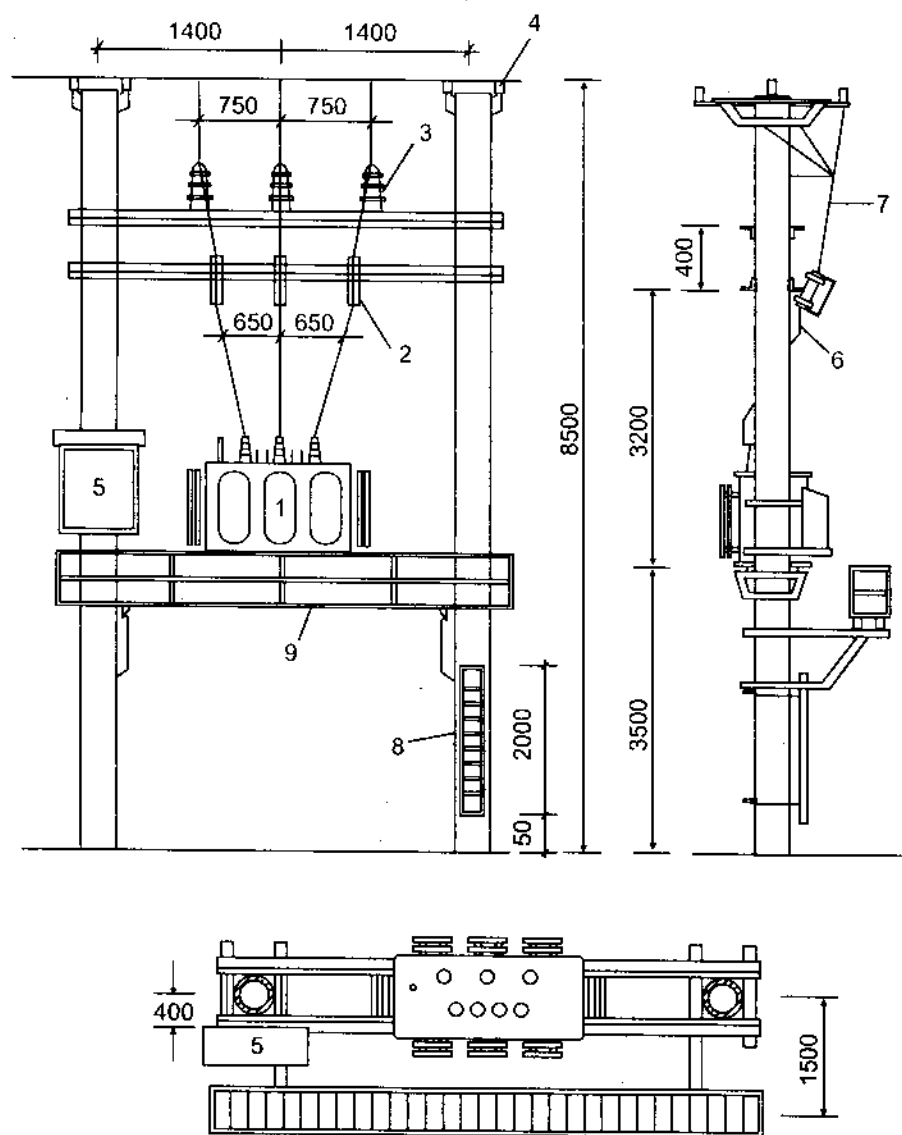
2. Trạm bêt

Với kiểu trạm này, thiết bị cao áp đặt trên cột, máy biến áp đặt dưới đất và tủ phân phối hạ áp đặt trong nhà xây mái bằng, xung quanh trạm có tường xây, trạm có cổng sắt bảo vệ (hình 4.9).

Kiểu trạm bêt rất tiện lợi cho điều kiện nông thôn, ở đây quỹ đất đai không hạn hẹp lắm, lại rất an toàn cho người và gia súc, chính vì thế hiện nay các trạm BAPP nông thôn hầu hết dùng kiểu trạm bêt.

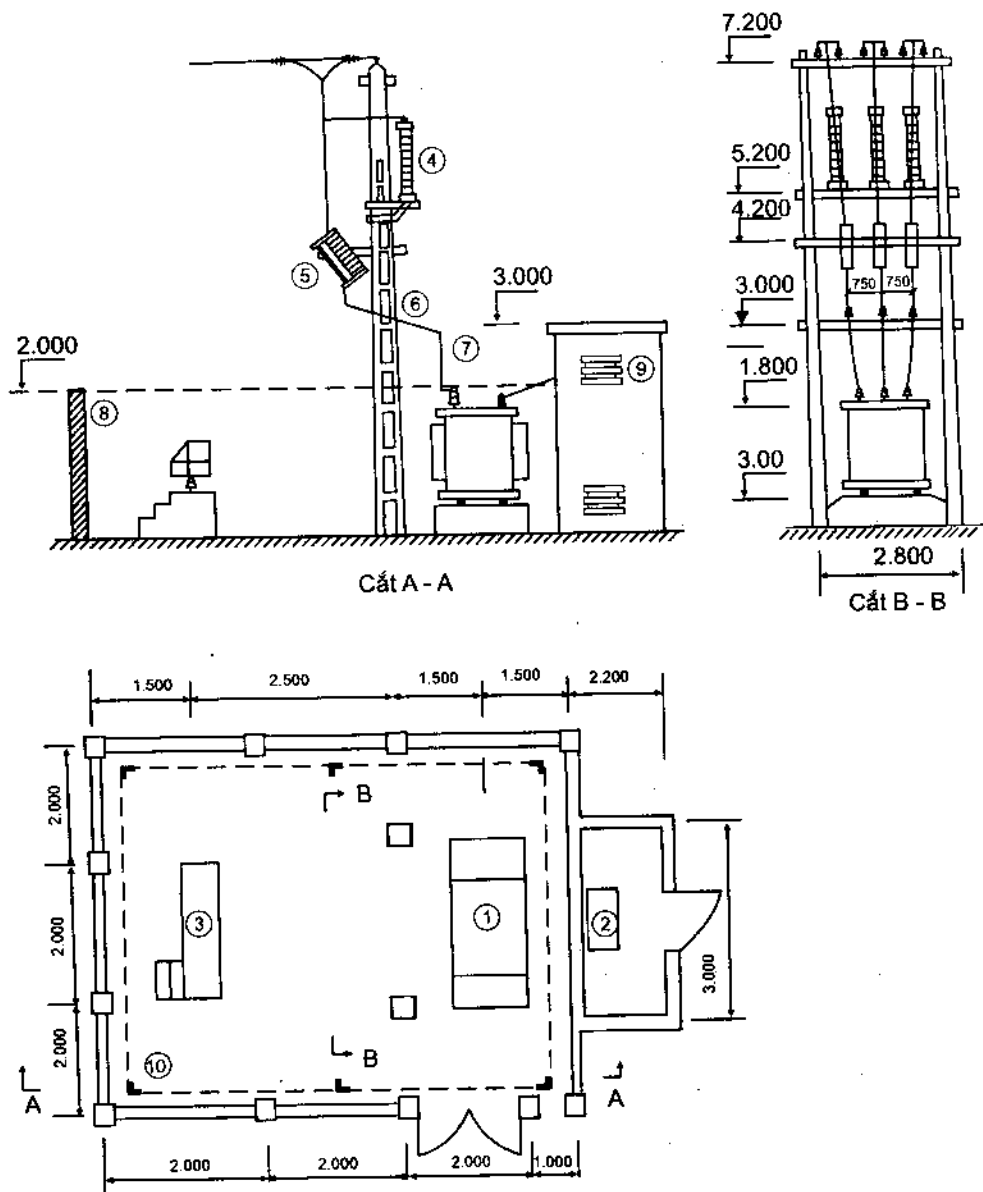
3. Trạm xây (hoặc trạm kín)

Trạm xây là kiểu trạm mà toàn bộ các thiết bị điện cao, hạ áp và máy biến áp đều được đặt trong nhà mái bằng. Nhà xây được phân ra thành nhiều ngăn để tiện thao tác, vận hành cũng như tránh sự cố lan tràn từ phần này sang phần khác. Các ngăn của trạm phải được thông hơi, thoáng khí nhưng phải đặt lưới mắt cáo, cửa sắt phải kín để phòng chim, chuột, rắn chui qua các lỗ thông hơi, khe cửa gây mất điện. Mái phải đổ dốc $(3 \div 5)^\circ$ để thoát nước. Dưới gầm bệ máy biến áp phải xây hố dầu sự cố để chứa dầu máy biến áp khi sự cố, tránh cháy nổ lan tràn (hình 4.10 ; 4.11).



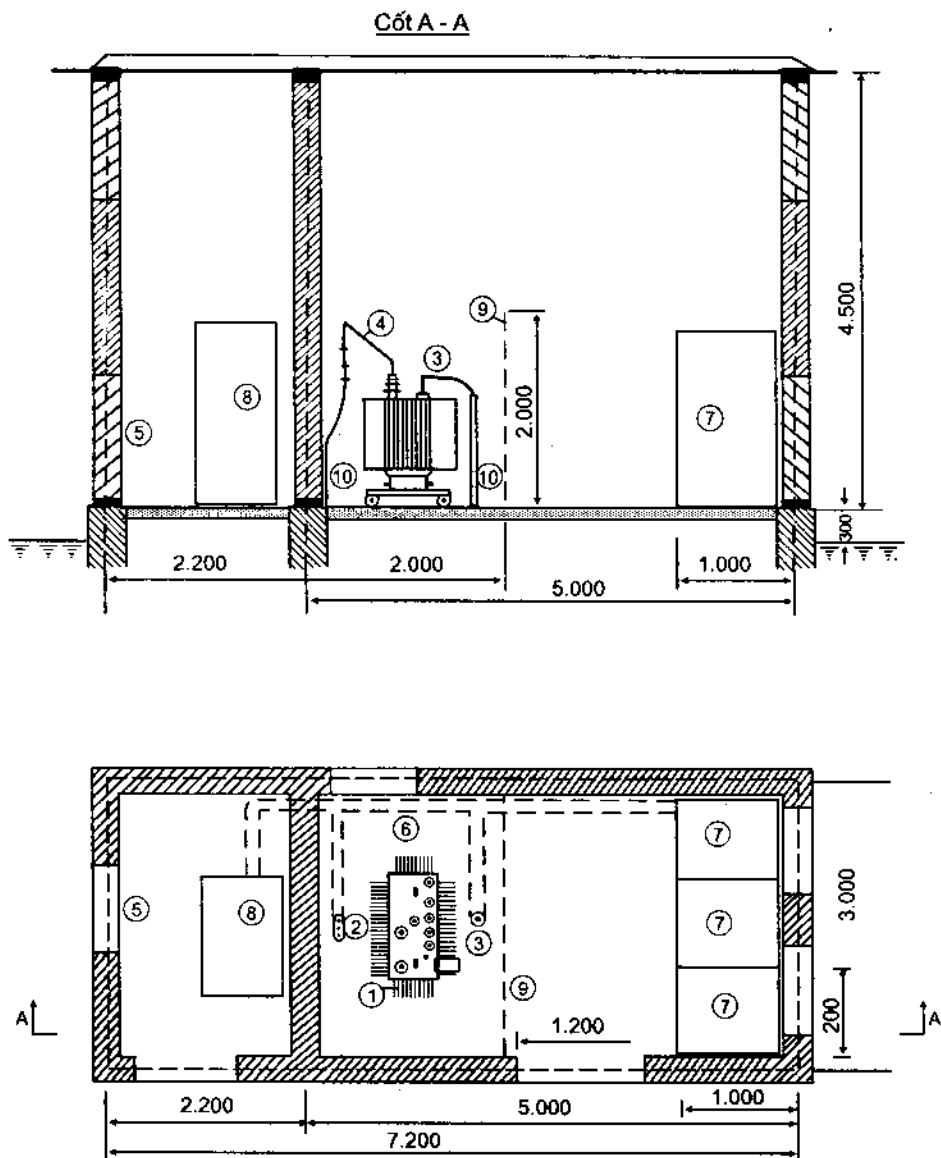
Hình 4.8. Trạm biến áp treo 320-10/0,4

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| 1. máy biến áp ; | 5. tủ phân phối hạ áp ; |
| 2. cầu chì tự rơi ; | 6. thanh đồng Φ 8 ; |
| 3. chống sét van ; | 7. dây dẫn ; |
| 4. sứ ; | 8. thang sắt ; |
| | 9. ghế cách điện. |



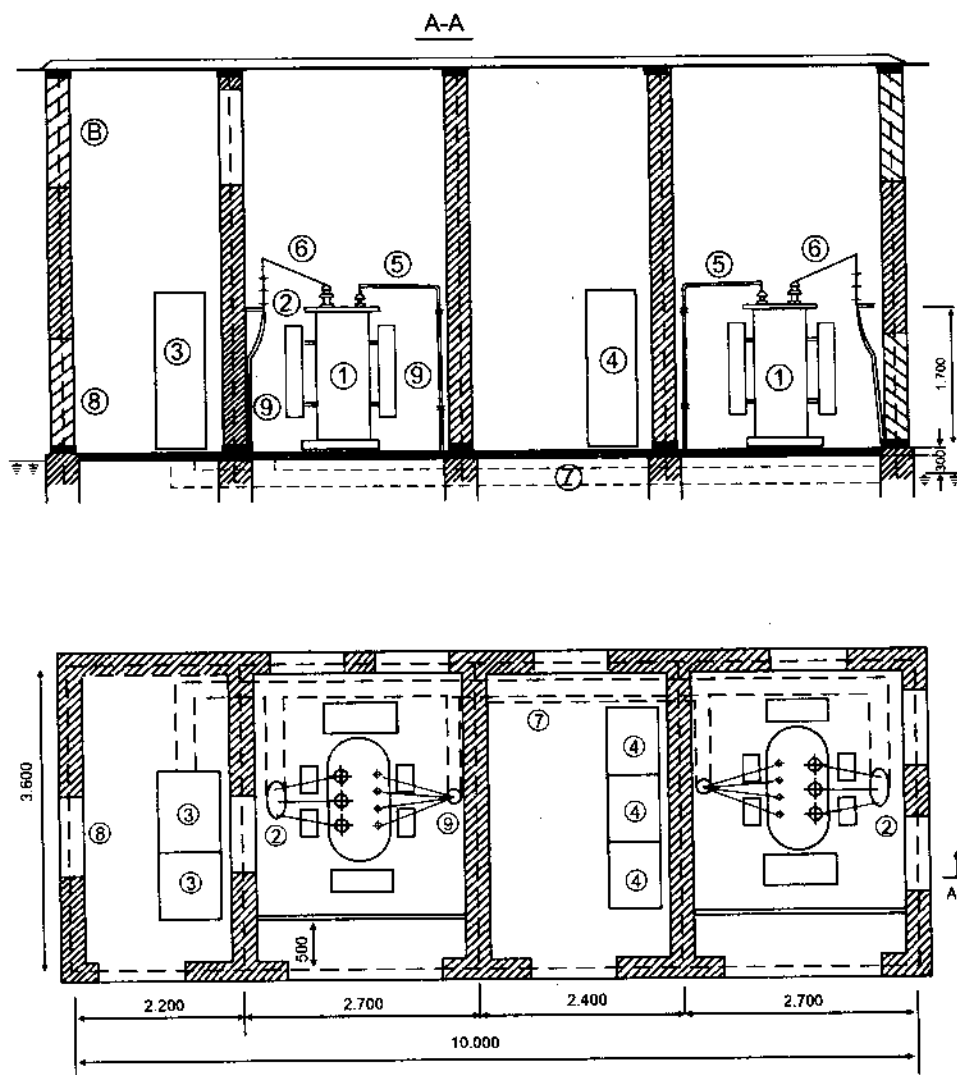
Hình 4.9. Trạm biến áp kiểu bêt 35/0,4 kV

1. bệ máy biến áp ;
2. tủ phân phối hạ áp ;
3. ghế cách điện ;
4. chống sét van ;
5. cầu chì tự rơi ;
6. sứ đỡ ;
7. thanh đồng cứng $\Phi 8$;
8. tường rào trạm ;
9. cửa thông gió có lưới chắn bên trong ;
10. hệ thống tiếp địa.



Hình 4.10. Trạm kín (trạm xây) đặt 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 ; 7. tủ hạ áp ; 8. tủ cao áp ; 9. rào chắn ; 10. ống dẫn cáp.



Hình 4.11. Trạm biến áp kiểu kín (xây, trong nhà) đặt 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 ; 9. ống dẫn cáp.

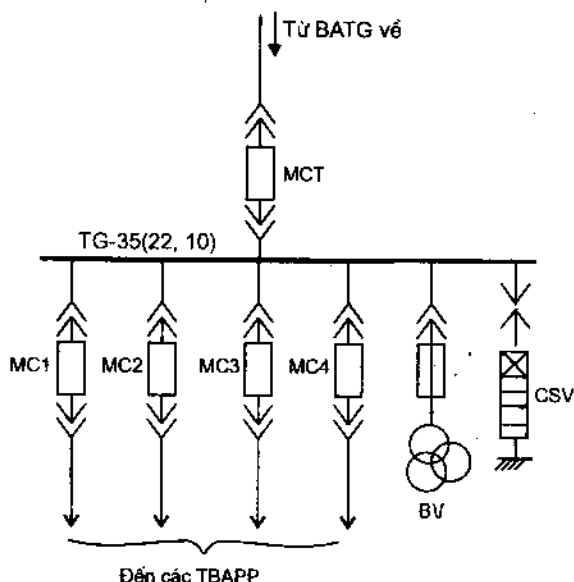
4.2. TRẠM PHÂN PHỐI

Trạm phân phối còn có tên là trạm cắt (TPP hoặc TC), trong đó không đặt biến áp mà chỉ đặt các thiết bị đóng cắt (máy cắt, dao cắt phụ tải, cầu dao - cầu chì).

Trong lưới cung cấp điện, người ta thường xây dựng các TPP trung áp làm nhiệm vụ nhận điện từ trạm biến áp trung gian về và phân phối cho các trạm biến áp phân phối trong khu vực.

4.2.1. Sơ đồ nguyên lý

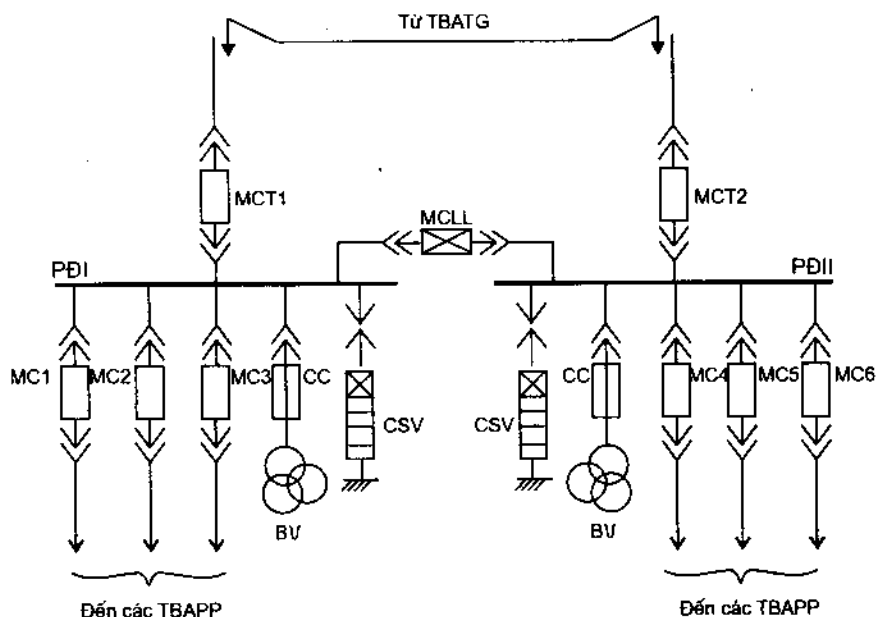
Tuỳ theo tính chất quan trọng của các TBAPP mà quyết định sử dụng sơ đồ TPP là sơ đồ 1 hệ thống thanh góp (1HTTG) (hình 4.12) hay sơ đồ 1 hệ thống thanh góp phân đoạn (1HTTGPĐ) (hình 4.13).



Hình 4.12. Sơ đồ nguyên lý trạm phân phối trung áp dùng sơ đồ 1HTTG

Trong TPP đặt CSV để chống sét đánh từ ngoài đường dây truyền vào trạm, ngoài ra còn đặt máy biến áp 3 cuộn dây dùng biến đổi điện áp sơ cấp (trung áp) xuống 100 (V) và $\frac{100}{\sqrt{3}}$ (V) để cấp nguồn áp này cho các mạch đo lường, bảo vệ, tín hiệu, điều khiển. Trong BU 3 cuộn dây có cuộn tam giác hở để phát hiện và báo chạm đất 1 pha.

Máy cắt liên lạc MCLL giữa 2 phân đoạn thanh góp thường mở để cho trị số dòng ngắn mạch trên thanh góp giảm đi một nửa nhằm chọn máy cắt và các thiết bị điện khác rẻ tiền hơn. Tuy nhiên, nếu phụ tải hai phân đoạn thanh góp phân bố không đều thì phải vận hành MCLL thường đóng.

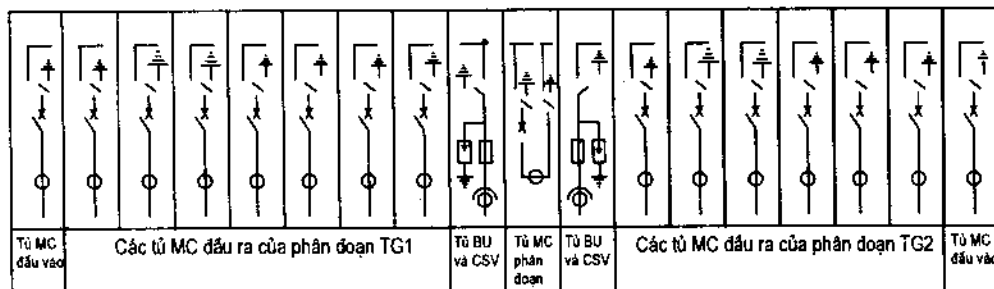


Hình 4.13. Sơ đồ nguyên lý TPP trung áp dùng sơ đồ 1HTTGPĐ bằng MCLL

Tất cả các máy cắt hợp bộ trên 2 sơ đồ TPP có thể thay bằng máy cắt phụ tải (bộ dao cắt phụ tải - cầu chì). Dùng máy cắt hay dao cắt phụ tải - cầu chì là tùy thuộc tính quan trọng của phụ tải và khả năng kinh phí của hộ tiêu thụ.

4.2.2. Sơ đồ ghép nối

Hình 4.14 giới thiệu sơ đồ ghép nối TPP trung áp dùng sơ đồ 1HTTGPĐ. Ngoài các tủ máy cắt đầu vào (máy cắt tổng MCT) và các tủ máy cắt đầu ra (ví dụ có 14 tủ MC đầu ra), còn dùng 2 tủ đặt chung BU và CSV, CSV ở đây dùng loại không khe hở (trên hình 4.12 và 4.13 là loại có khe hở phóng điện)

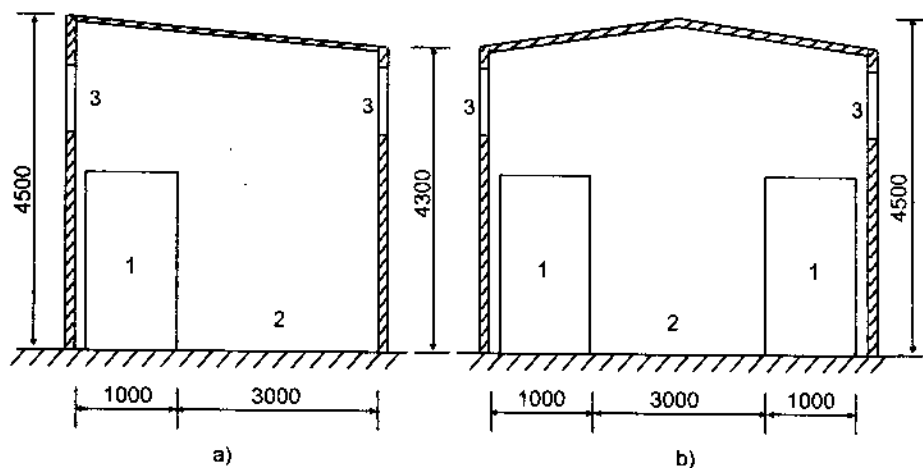


Hình 4.14. Sơ đồ ghép nối trạm phân phối dùng sơ đồ 1HTTG phân đoạn

4.2.3. Kết cấu xây dựng

TPP có thể xây dựng kiểu trạm hở ngoài trời hoặc trạm kín (trong nhà) TPP trung áp thường dùng các tủ máy cắt hợp bộ (hoặc tủ DCPT - CC hợp bộ) rất gọn nhỏ, nếu dùng kiểu kết cấu trạm kín không yêu cầu diện tích đất lớn, tiện lợi cho quản lý, vận hành, sửa chữa.

Nếu TPP cỡ nhỏ chỉ gồm số lượng tủ không nhiều lắm thì nên dùng loại kết cấu nhà hẹp, tủ xếp 1 dãy với hành lang phục vụ 1 phía. Còn với TPP lớn, số lượng tủ nhiều thì nên dùng loại kết cấu nhà rộng hơn, tủ xếp 2 dãy với hành lang ở giữa phục vụ chung 2 dãy (hình 4.15)



Hình 4.15. Kết cấu xây dựng trạm phân phối trung áp kiểu trạm kín (trạm trong nhà)

a) Tủ bố trí 1 dãy b) Tủ bố trí 2 dãy

1. tủ đóng cắt ; 2. hành lang thao tác ; 3. thông gió

4.3. TRẠM BIẾN ÁP TRUNG GIAN

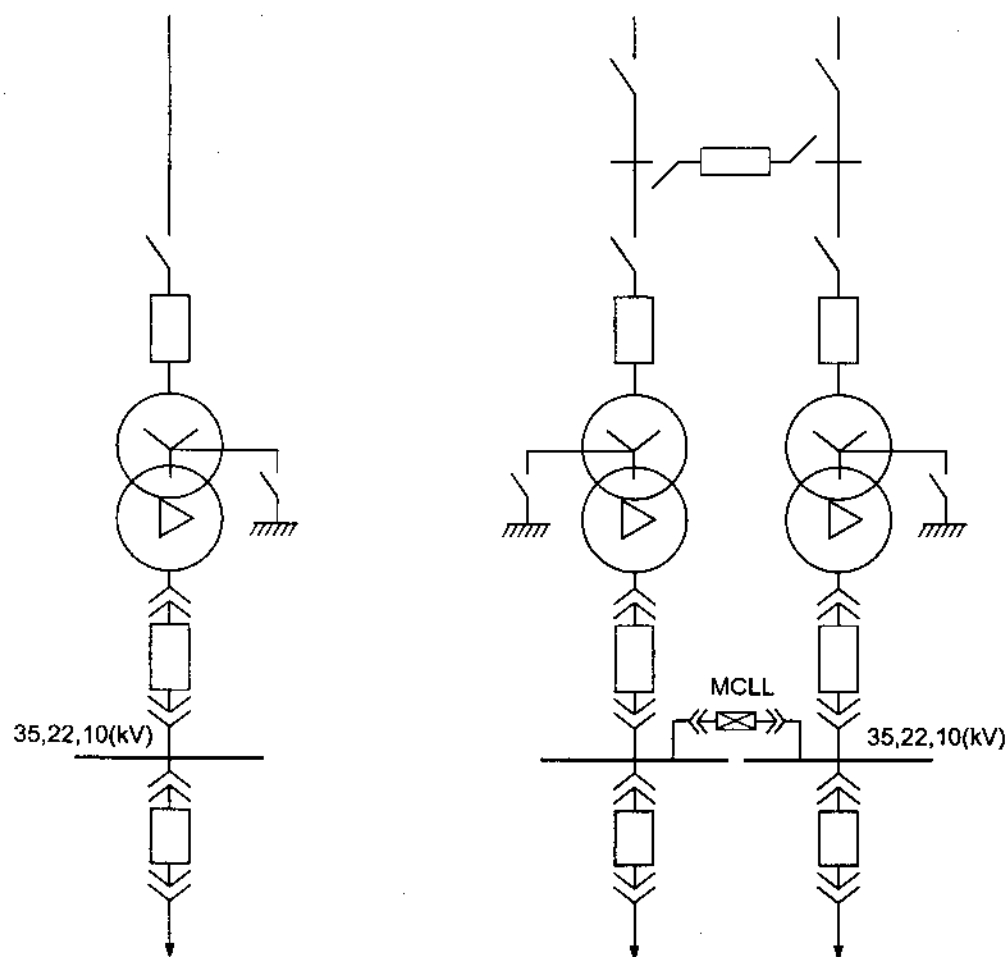
Lưới cung cấp điện được cấp điện từ các trạm biến áp trung gian (BATG) thường là 110/35, 22, 10 (kV) hoặc 35/22, 10 (kV). Tùy theo tính chất quan trọng của lưới cung cấp điện mà các trạm trung gian này có thể đặt 1 hoặc 2 máy.

4.3.1. Sơ đồ nguyên lý trạm BATG (H.4.16)

Với trạm BATG 1 máy, phía 110 (kV) dùng DCL-MC 110 (kV) phía hạ áp (35, 22, 10 (kV)) dùng sơ đồ 1 hệ thống thanh góp và các máy cắt hợp bộ.

Với trạm BATG 2 máy, phía 110 (kV) dùng sơ đồ cầu. Nếu các máy biến áp thường xuyên phải đóng cắt (ví dụ khi phụ tải cực tiểu cắt bớt 1 máy) thì dùng sơ đồ cầu ngoài nghĩa là đặt máy cắt về phía biến áp. Ngược lại, nếu đường dây 110 (kV) dài, sự cố nhiều mà biến áp lại ít phải đóng cắt

thì dùng sơ đồ cầu trong, đặt máy cắt ra ngoài đường dây. Hình 4.16 giới thiệu sơ đồ nguyên lý TBATG đặt 1 và 2 BA.



Hình 4.16. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp trung gian 110/35, 22, 10 (kV).

a) Trạm 1 biến áp ; b) Trạm 2 biến áp

4.3.2. Kết cấu xây dựng

Với TBATG 110/35, 22, 10 (kV) thường phía cao áp và biến áp đặt hở ngoài trời, còn phần trung áp đặt trong nhà phân phối giống như kết cấu xây dựng trạm phân phối hình 4.15.

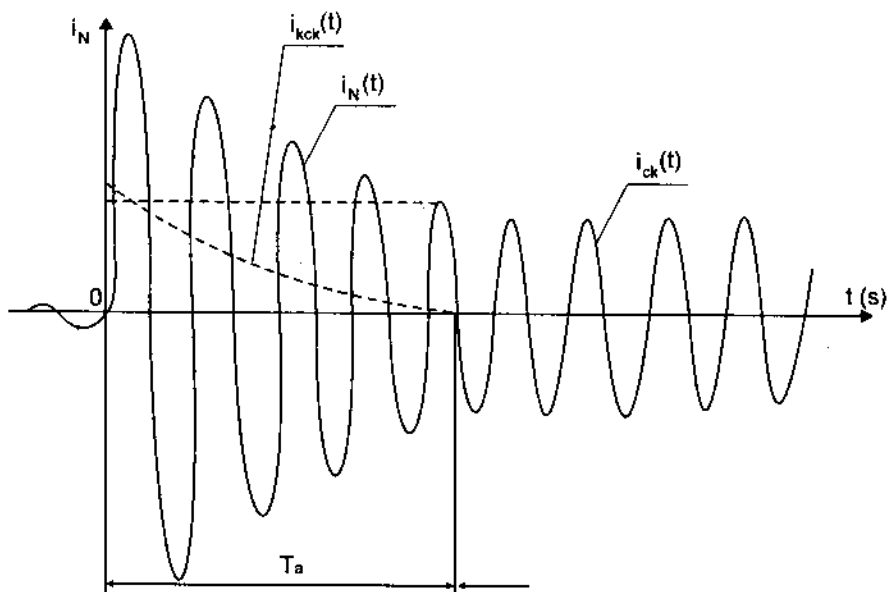
4.4. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH TRONG HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

4.4.1. Khái niệm về ngắn mạch

Ngắn mạch là hiện tượng vì lý do nào đó mạch điện bị chập lại ở 1 điểm nào đó làm cho tổng trở nhỏ đi và dòng điện trong mạch điện tăng lên đột ngột. Việc tăng dòng điện lên lớn quá mức sẽ dẫn đến hai hậu quả nghiêm trọng.

- Làm xuất hiện lực điện động rất lớn có khả năng phá huỷ kết cấu của các thiết bị điện, tiếp tục gây chập chập cháy nổ.
- Làm tăng nhiệt độ lên cao phá huỷ các đặc tính cách điện, từ đó cũng gây ra chập chập cháy nổ phá huỷ thiết bị điện.

Diễn biến của dòng điện ngắn mạch biểu diễn trên hình 4.17



Hình 4.17. Diễn biến của dòng điện ngắn mạch theo thời gian

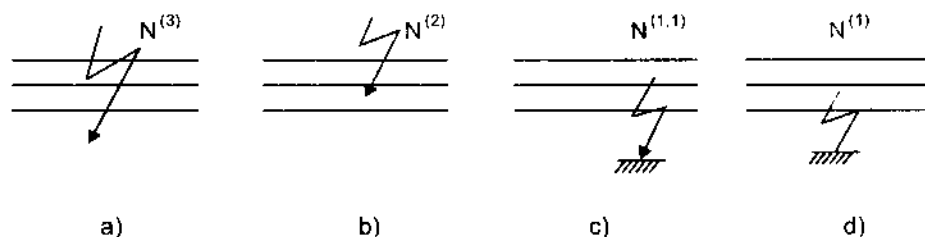
Dòng điện ngắn mạch theo thời gian có thể phân tích thành 2 thành phần : dòng điện thành phần chu kỳ và dòng điện thành phần không chu kỳ :

$$i_N(t) = i_{ck}(t) + i_{kck}(t) \quad (4.1)$$

Trên hình 4.17, T_a là hằng số thời gian của dòng điện ngắn mạch. Sau T_a dòng điện thành phần không chu kỳ tắt, chỉ còn lại thành phần dòng điện chu kỳ chạy trong mạch điện.

Có nhiều dạng ngắn mạch (H.4.18): ngắn mạch 3 pha, ngắn mạch 2 pha, ngắn mạch 2 pha chạm đất, ngắn mạch 1 pha chạm đất... Thông thường

ngắn mạch 3 pha là nguy hiểm nhất. Trong lưới trung áp 35, 10, 6 (kV) là lưới có trung tính cách điện, dòng ngắn mạch 1 pha chạm đất nhỏ, gọi là *dòng chạm đất 1 pha*, người ta cho phép tiếp tục vận hành 2 giờ kể từ lúc xảy ra ngắn mạch, sau 2 giờ không phát hiện và khắc phục được sự cố thì mới cắt mạch điện. Máy biến điện áp 3 cuộn dây, trong đó có bố trí cuộn tam giác hở làm nhiệm vụ phát hiện và báo chạm đất 1 pha trong lưới trung áp trung tính cách điện.



Hình 4.18. Các dạng ngắn mạch

a) 3 pha ; b) 2 pha ; c) 2 pha - đất ; d) 1 pha - đất.

4.4.2. Tính toán ngắn mạch trung áp

Ngắn mạch trong lưới trung áp được coi là ngắn mạch xa nguồn, tại đó dòng ngắn mạch thành phần không chu kỳ đã tắt, chỉ còn dòng ngắn mạch chu kỳ. Dòng ngắn mạch chu kỳ còn gọi là dòng ngắn mạch siêu quá độ hoặc dòng ngắn mạch vô cùng (với khái niệm về thời gian của dòng ngắn mạch, nghĩa là sau T_a) có trị số hiệu dụng :

$$I_{ck} = I_{\infty} = I'' = I_N \quad (4.2)$$

Vì không biết kết cấu lưới điện quốc gia cho nên không thể tính được tổng trở của hệ thống điện. Để tính ngắn mạch trung áp cho phép coi nguồn công suất cấp cho điểm ngắn mạch là công suất cắt định mức của máy cắt đầu đường dây đặt tại trạm biến áp trung gian, khi đó điện kháng gần đúng của hệ thống xác định theo công thức :

$$X_H = \frac{U_{tb}^2}{S_{cdm}} \quad (4.3)$$

Trong đó : U_{tb} - điện áp trung bình của lưới điện (kV)

$$U_{tb} = 1,05 U_{dm} \quad (4.4)$$

S_{cdm} - công suất cắt định mức của máy cắt đầu nguồn đặt tại trạm BATG cấp điện cho điểm ngắn mạch (MVA).

$$S_{cdm} = \sqrt{3} U_{dm} I_{cdm} \quad (4.5)$$

với U_{dm} , I_{cdm} là điện áp định mức và dòng điện cắt ngắn mạch định mức của máy cắt.

Nếu trên lưới đang dùng máy cắt trung áp của Liên Xô cũ (bị mất Catalog) có thể lấy :

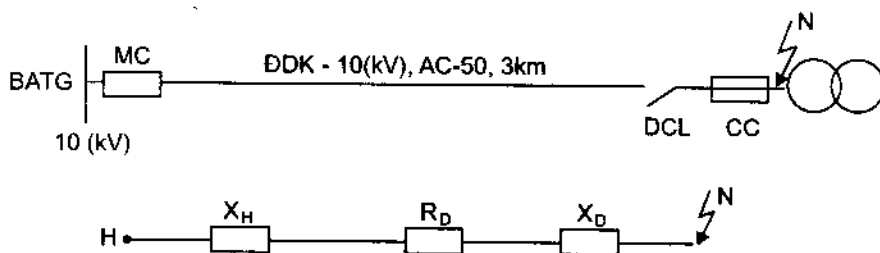
$$S_{cdm} = (250 \div 300) \text{ (MVA)}$$

Trị số dòng điện ngắn mạch xoay chiều 3 pha xác định theo công thức :

$$I_N = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} Z_N} \text{ (kA)} \quad (4.6)$$

Z_N - tổng trở ngắn mạch, tức là tổng trở từ nguồn đến điểm ngắn mạch.

Ví dụ 4.1 : Trạm biến áp phân phối của xí nghiệp được cấp điện từ trạm biến áp trung gian bằng đường dây trên không AC-50 cách 3 km. Biết rằng máy cắt 10 kV đặt tại trạm trung gian cấp điện cho trạm biến áp xí nghiệp là máy của Liên Xô cũ đã mất catalog. Yêu cầu tính toán dòng điện ngắn mạch để lựa chọn và kiểm tra dao cách ly và cầu chì trung áp của trạm BAPP.



Hình 4.19. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế tính ngắn mạch trung áp cho ví dụ 4.1

Căn cứ vào máy cắt Liên Xô cũ, lấy $S_{cdm} = 250$ (MVA), tính được điện kháng hệ thống theo (4.3)

$$X_H = \frac{U_{tb}^2}{S_{cdm}} = \frac{1,05 \cdot 10^2}{250} = 0,42 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Tổng trở 3 km đường dây AC-50:

$$\dot{Z}_D = R_D + j X_D = r_0 l + j x_0 l = 0,64 \cdot 3 + j 0,4 \cdot 3 = 1,92 + j 1,2 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Trị số dòng điện ngắn mạch 3 pha sau cầu chì trung áp là :

$$I_N = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3}Z_N} = \frac{10,5 \cdot 10}{\sqrt{3} \sqrt{R_D^2 + (X_H + X_D)^2}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \sqrt{1,92^2 + (0,42 + 1,2)^2}} = 2,4 \text{ (kA)}$$

Đáp án : $I_N = 2,4 \text{ (kA)}$

Ghi chú : Cũng ví dụ trên, để cấp điện cho xí nghiệp, trạm BATG đặt máy cắt HVF do ABB chế tạo, $U_{dm} = 12 \text{ (kV)}$, $I_N = 31,5 \text{ (kA)}$.

Điện kháng hệ thống :

$$X_H = \frac{10,5^2}{\sqrt{3} \cdot 12 \cdot 31,5} = 0,17 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Lúc này, trị số dòng ngắn mạch sẽ bằng

$$I_N = \frac{10,5}{\sqrt{3} \sqrt{1,92^2 + (0,17 + 1,2)^2}} = 2,44 \text{ (kA)}$$

4.4.3. Tính toán ngắn mạch hạ áp

Ngắn mạch hạ áp là ngắn mạch xa nguồn. Để tính toán ngắn mạch hạ áp cho phép coi trạm TBAPP là nguồn. Khi đó tổng trở hệ thống chính là tổng trở của trạm biến áp.

$$Z_B = \frac{\Delta P_N U_{dmB}^2}{n \cdot S_{dmB}^2} 10^6 + \frac{U_N U_{dmB}^2}{n \cdot S_{dmB}} 10^4 \text{ (m}\Omega\text{)} \quad (4.7)$$

Trong đó : ΔP_N , U_N - tổn hao ngắn mạch (kW) và điện áp ngắn mạch (%) của biến áp, nhà chế tạo cho

U_{dmB} , S_{dmB} - điện áp định mức (kV) và công suất định mức (kVA) của biến áp.

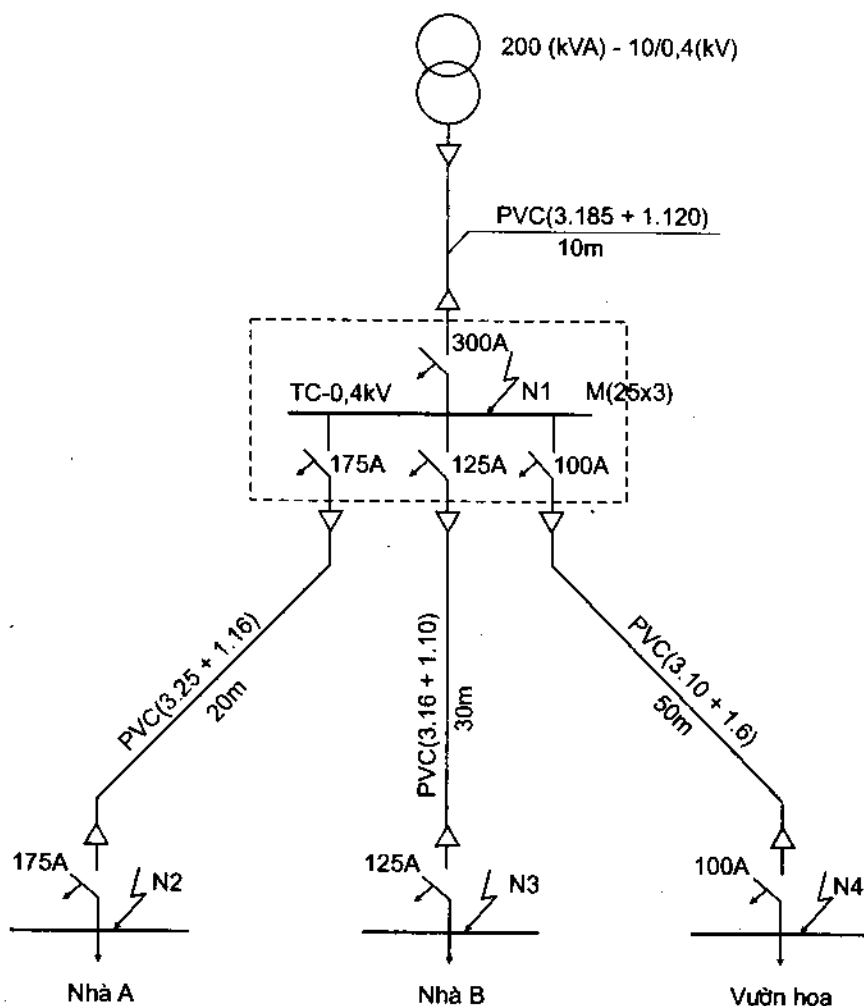
n - số máy biến áp đặt trong trạm.

Ví dụ 4.2 : Trạm biến áp công cộng đặt 1 biến áp 200 (kVA) - 10/0,4 (kV) cấp điện cho khu chung cư gồm 2 nhà tầng và 1 vườn hoa có các số liệu trên hình 4.20. Yêu cầu tính toán ngắn mạch để kiểm tra các thiết bị hạ áp đã chọn.

GIẢI

Cần tính ngắn mạch NI để kiểm tra cáp tổng, thanh cái 0,4 (kV), aptômát tổng và các aptômát nhánh của tủ phân phối. Tiếp theo cần tính các

điểm ngắn mạch N2, N3, N4 tại thanh cái tủ điện nhà A, B và vườn hoa để kiểm tra các đường hạ áp, các aptômát và thanh cái trong tủ điện 3 khu vực trên.



Hình 4.20. Sơ đồ nguyên lý cấp điện cho khu chung cư

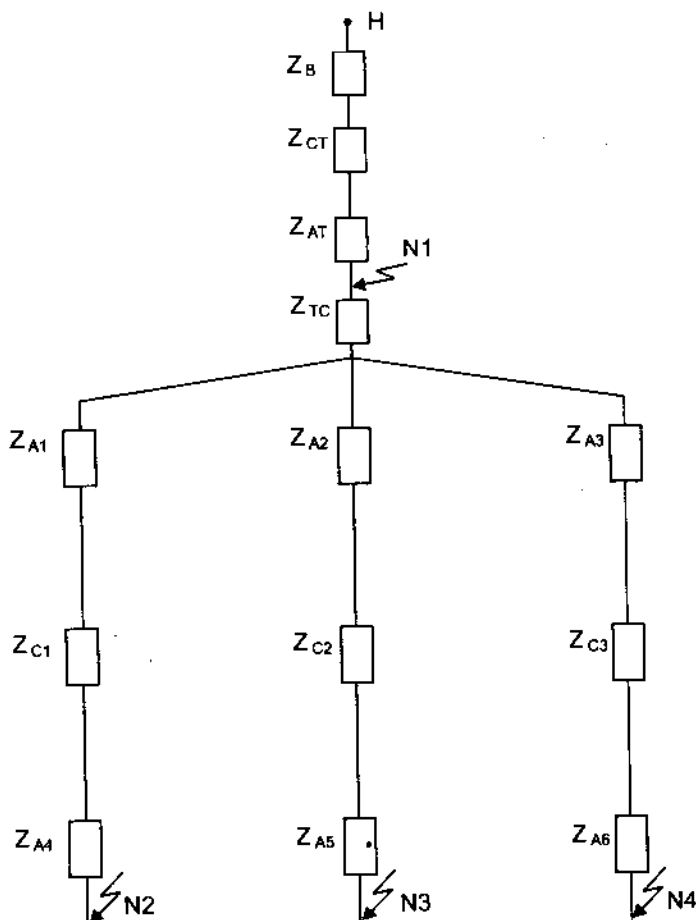
Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch như sau (hình 4.21) :

Tổng trở biến áp

Tra sổ tay với máy biến áp 200 (kVA) - 10/0,4 (kV) của ABB có

$\Delta P_N = 3,45$ (kW) ; $U_N = 4,5$ (%), tính được :

$$Z_B = \frac{3,45 \cdot 0,4^2}{200^2} \cdot 10^6 + j \frac{4,5 \cdot 0,4^2}{200} \cdot 10^4 = 13,8 + j 36 \text{ (m}\Omega\text{)}$$



Hình 4.21. Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch hạ áp ví dụ 4.2

Tổng trở cáp tổng

Tra PL22 với cáp PVC 4 lõi, tiết diện $185 \text{ (mm}^2\text{)}$ do CADIVI chế tạo có $Z_o \approx r_o + j x_o \approx 0,1 + j 0,1 \text{ (}\Omega/\text{km)}$

$$Z_{CT} = 0,1 \cdot 10 + j 0,1 \cdot 10 = 1 + j 1 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Tổng trở áp tô mát tổng

Tra sổ tay với áp tô mát 300 A có :

Điện trở tiếp xúc của áp tô mát $R_{ix} = 0,5 \text{ (m}\Omega\text{)}$, điện trở của cuộn dây bảo vệ quá dòng $R_{bv} = 0,25 \text{ (m}\Omega\text{)}$, điện kháng $X_{bv} = 0,2 \text{ (m}\Omega\text{)}$

$$Z_{AT} = (0,5 + 0,25) + j 0,2 = 0,75 + j 0,2 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Tổng trở thành góp đồng M(25 × 3), tra sổ tay

$$Z_{TG} = 0,27 + j 0,2 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Tổng trở các aptômát

$$\text{Với A1 - 175 (A) : } Z_{A1} = (0,4 + 0,4) + j 0,4 = 0,8 + j 0,4 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$\text{Với A2 - 125 (A) : } Z_{A2} = (1 + 0,7) + j 0,6 = 1,7 + j 0,6 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$\text{Với A3 - 100 (A) : } Z_{A3} = (1,3 + 0,75) + j 0,86 = 2,05 + j 0,86 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Tổng trở các đoạn cáp : Tra sổ tay

$$\begin{aligned} \text{Với C1 - PVC (3}\times\text{25+1.16) : } Z_{C1} &= 0,73 \times 20 + j 0,1 \times 20 \\ &= 14,6 + j 2 \text{ (m}\Omega\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Với C2 - PVC (3}\times\text{16+1.10) : } Z_{C2} &= 1,15 \times 30 + j 0,1 \times 30 \\ &= 34,6 + j 3 \text{ (m}\Omega\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Với C3 - PVC (3}\times\text{10+1.16) : } Z_{C3} &= 1,83 \times 50 + j 0,1 \times 50 \\ &= 91,5 + j 5 \text{ (m}\Omega\text{)} \end{aligned}$$

Tiếp theo, tính các trị số tổng trở ngắn mạch :

$$\begin{aligned} Z_{N1} = Z_{BA} + Z_{CT} + Z_{AT} &= (13,8 + j 36) + (1 + j 1) + (0,75 + j 0,2) = \\ &= 15,55 + j 37,2 \text{ (m}\Omega\text{)} \end{aligned}$$

$$Z_{N1} = \sqrt{15,55^2 + 37,2^2} = 40,32 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$\begin{aligned} Z_{N2} &= Z_{N1} + Z_{TC} + Z_{A1} + Z_{C1} + Z_{A1} = \\ &= (15,57 + j 37,2) + (0,27 + j 0,2) + (0,8 + j 0,4) + \\ &\quad + (14,6 + j 2) + (0,8 + j 0,4) \\ &= 32,02 + j 40,2 \text{ (m}\Omega\text{)} \end{aligned}$$

$$Z_{N2} = \sqrt{32,02^2 + 40,2^2} = 51,38 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$\begin{aligned} Z_{N3} &= Z_{N1} + Z_{TC} + Z_{A2} + Z_{C2} + Z_{A2} = \\ &= (15,15 + j 37,2) + (0,27 + j 0,2) + (1,7 + j 0,6) + \\ &\quad + (34,5 + j 3) + (1,7 + j 0,6) \\ &= 53,72 + j 41,6 \text{ (m}\Omega\text{)} \end{aligned}$$

$$Z_{N3} = \sqrt{53,72^2 + 41,6^2} = 67,9 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$Z_{N4} = Z_{N1} + Z_{TC} + Z_{A3} + Z_{C3} + Z_{A3} =$$

$$\begin{aligned}
 &= (15,15 + j 37,2) + (0,27 + j 0,2) + (2,05 + j 0,86) + \\
 &\quad + (91,5 + j 5) + (2,05 + j 0,86) \\
 &= 111,42 + j 44,12
 \end{aligned}$$

$$Z_{N4} = \sqrt{111,42^2 + 44,12^2} = 119,84 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Trị số dòng điện ngắn mạch tại các điểm là :

$$I_{N1} = \frac{400}{\sqrt{3.40,32}} = 5,73 \text{ (kA)}$$

$$I_{N2} = \frac{400}{\sqrt{3.51,38}} = 4,5 \text{ (kA)}$$

$$I_{N3} = \frac{400}{\sqrt{3.67,94}} = 3,4 \text{ (kA)}$$

$$I_{N4} = \frac{400}{\sqrt{3.119,84}} = 1,93 \text{ (kA)}$$

$$\text{Đáp án : } I_{N1} = 5,73 \text{ (kA)}$$

$$I_{N2} = 4,5 \text{ (kA)}$$

$$I_{N3} = 3,4 \text{ (kA)}$$

$$I_{N4} = 1,93 \text{ (kA)}$$

Nhận xét : So với tổng trở của biến áp và tổng trở các tuyến cáp hạ áp thì trị số tổng trở Z_{CT} , Z_{AT} , Z_{TC} , Z_{A1} , Z_{A2} , Z_{A3} rất nhỏ, khi không cần tính thật chính xác có thể bỏ qua, khi đó việc tính toán sẽ tiến hành thuận lợi và nhanh chóng.

$$I_{N1} = \frac{400}{\sqrt{3} Z_B} = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{13,8^2 + 36^2}} = \frac{400}{\sqrt{3.38,55}} = 5,99 \text{ (kA)}$$

$$I_{N2} = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{(13,8 + 14,6)^2 + (36 + 2)^2}} = 4,88 \text{ (kA)}$$

$$I_{N3} = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{(13,8 + 34,5)^2 + (36 + 3)^2}} = 3,72 \text{ (kA)}$$

$$I_{N4} = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{(13,8 + 91,5)^2 + (36 + 5)^2}} = 2,04 \text{ (kA)}$$

So các kết quả này với đáp án chính xác thấy các trị số dòng ngắn mạch có tăng chút ít, sai số này là cho phép.

4.5. NỐI ĐẤT TRẠM BIẾN ÁP VÀ ĐƯỜNG DÂY TẢI ĐIỆN

Trong lưới cung cấp điện người ta thực hiện nối đất với nhiều mục đích khác nhau. Nối đất làm việc, nối đất an toàn, nối đất chống sét.

4.5.1. Nối đất trong trạm biến áp

Hệ thống nối đất (còn gọi là hệ thống tiếp địa) trong trạm biến áp thực hiện cả 3 chức năng : làm việc, chống sét, an toàn.

Quy phạm quy định về trị số điện trở nối đất R_d của hệ thống nối đất như sau (đối với vùng đồng bằng)

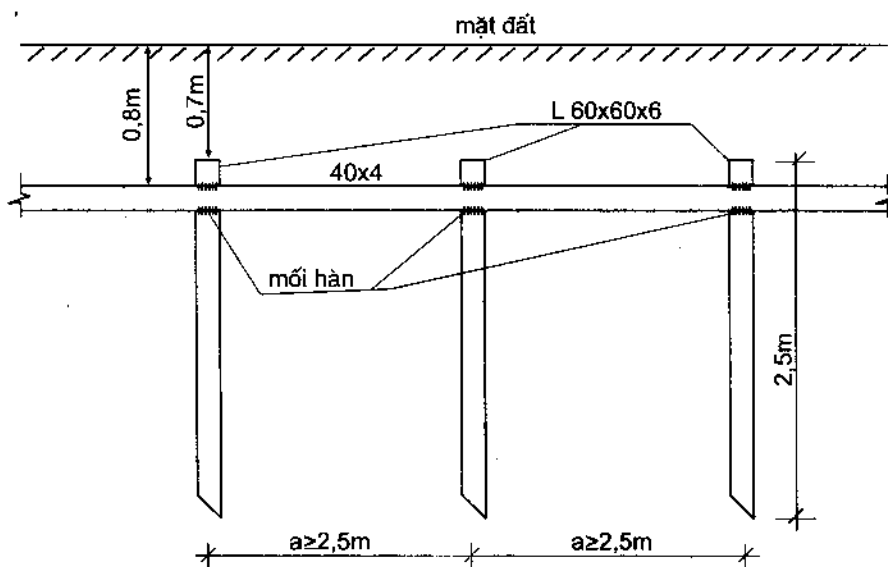
Với trạm BAPP : $R_d \leq 4 (\Omega)$

Với trạm BATG điện áp $U_{dm} \leq 35 (kV)$: $R_d \leq 1 (\Omega)$

Với trạm BATG điện áp $U_{dm} \geq 110 (kV)$: $R_d \leq 0,5 (\Omega)$

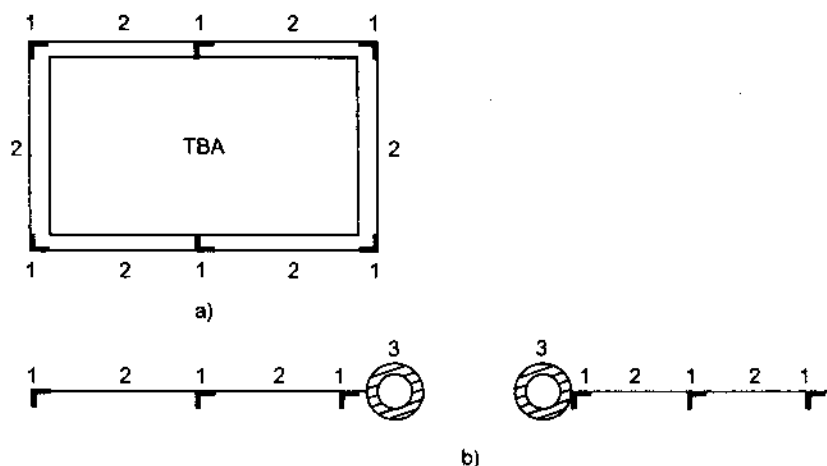
Kết cấu hệ thống nối đất của trạm biến áp như sau :

Người ta sử dụng cọc sắt góc $L70 \times 70 \times 7$ hoặc $L60 \times 60 \times 6$ dài 2,5 m, đóng ngập sâu xuống đất 0,7 m, các cọc này được nối với nhau bằng cách hàn vào thép thanh 40×4 mm ở độ sâu 0,8 m, hai cọc gần nhau đảm bảo khoảng cách $a \geq 2,5$ m, tạo thành mạch vòng xung quanh trạm (H.4.22).



Hình 4.22. Kết cấu hệ thống nối đất trạm biến áp

Với trạm treo đặt ở hè phố, do bề ngang hè phố hẹp, không thể thực hiện hệ thống nối đất mạch vòng kín (H.4.23a) thì dùng hình tia nối đất (H.4.23b).



Hình 4.23. Hai hình thức nối đất cho TBAPP

a) Nối đất mạch vòng ; b) Nối đất hình tia

1. cọc thép góc ; 2. thanh nối 40×4 ; 3. cột trạm treo.

Việc nối từ các thiết bị trong trạm vào hệ thống nối đất được thực hiện như sau : Từ hệ thống nối đất làm sẵn 3 đầu nối (còn gọi là con bài).

1. Trung tính máy biến áp nối vào 1 con bài bằng dây đồng mềm có tiết diện tối thiểu $95 \text{ mm}^2 \rightarrow M - 95$

2. Đuôi của 3 chống sét van nối với nhau và nối với 1 con bài của hệ thống nối đất bằng dây thép $\Phi 10$

3. Toàn bộ các phần bằng sắt của trạm (cổng sắt, xà sắt, vỏ biến áp, vỏ tủ phân phối, cửa sắt) nối vào 1 con bài bằng thép $\Phi 10$.

4.5.2. Nối đất đường dây tải điện

Có hai loại nối đất đường dây tải điện.

1. Nối đất chống sét và an toàn

Về nối đất này quy phạm quy định :

Với các ĐDK trung áp 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 v.v...

Quy phạm quy định trị số điện trở nối đất R_d của 1 cột như sau :

- Vùng đồng bằng (điện trở suất của đất $\rho < 10^4 \Omega/\text{cm} \rightarrow R_d \leq 10 (\Omega)$)
- Vùng trung du ($\rho = 10^4 \div 5.10^4 \Omega/\text{cm}$) $\rightarrow R_d \leq 15 (\Omega)$
- Vùng núi ($\rho = 5.10^4 \div 10.10^4 \Omega/\text{cm}$) $\rightarrow R_d \leq 20 (\Omega)$

Thường với vùng đồng bằng, điện trở suất của đất nhỏ, mỗi cột chỉ cần nối đất 1 cọc là đạt trị số cho phép, vùng trung du và miền núi phải tăng số cọc theo hình tia cho tới khi đạt trị số cho phép.

2. Nối đất trung tính lặp lại

Đây là hình thức nối đất riêng cho ĐDK - 0,4 (kV), đề phòng mất trung tính nối đất tại trạm biến áp, làm cháy hàng loạt các động cơ 1 pha ở xí nghiệp và cháy các thiết bị điện gia dụng (đèn, tivi, radio, tủ lạnh v.v....)

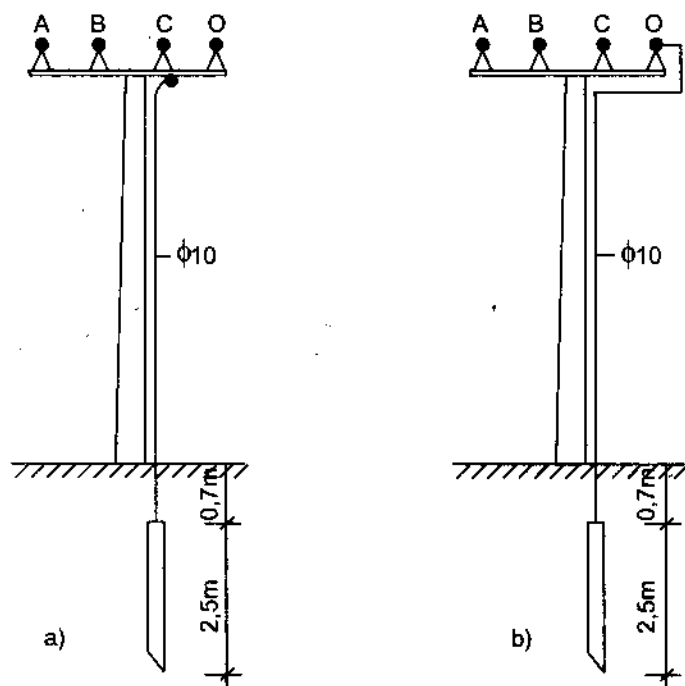
Theo quy phạm, cứ khoảng 4, 5 cột lại phải thực hiện nối đất trung tính lặp lại.

Cần phân biệt nối đất lặp lại và nối đất chống sét, an toàn.

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.

Hình 4.24 minh họa hai hình thức nối đất kể trên.



Hình 4.24. Nối đất đường dây 0,4 (kV)

a) Nối đất chống sét, an toàn ; b) Nối đất trung tính lặp lại

4.5.3. Tính toán R_d của hệ thống nối đất

Trình tự tính toán hệ thống nối đất như sau :

1. Xác định điện trở nối đất của 1 cọc (thanh thép góc L60 × 60 × 6)

$$R_{lc} = 0,00298 \rho \quad (4.8)$$

với ρ - điện trở suất của đất (Ω/cm). Từ số liệu ρ đo được cần nhân với hệ số mùa để tìm trị số lớn nhất trong năm :

$$\rho_{\max} = k_m \cdot \rho \text{ (}\Omega/\text{cm)} \quad (4.9)$$

2. Xác định sơ bộ số cọc theo biểu thức :

$$n = \frac{R_{lc}}{\eta_c R_{yc}} \quad (4.10)$$

Trong đó : η_c - hệ số sử dụng cọc, tra sổ tay ;

R_{yc} - điện trở nối đất yêu cầu, $R_{yc} = 4 \text{ (}\Omega\text{)}$

3. Xác định điện trở thanh nối

$$R_t = \frac{0,366 \rho_o}{l} \log \frac{2l^2}{bt} \quad (4.11)$$

Trong đó : ρ_o - điện trở suất của đất ở độ sâu chôn thanh (0,8 m) ;

l - chiều dài (chu vi) mạch vòng, cm ;

b - bề rộng thanh nối, $b = 4 \text{ cm}$;

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

Điện trở nối đất thực tế của thanh nối xét đến hệ số sử dụng thanh η_t , tra sổ tay :

$$R'_t = \frac{R_t}{\eta_t} \text{ (}\Omega\text{)} \quad (4.12)$$

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

$$R_c = \frac{4R'_t}{R'_t - 4} \text{ (}\Omega\text{)} \quad (4.13)$$

5. Số cọc cần đóng là :

$$n = \frac{R_{lc}}{\eta_c R_c} \quad (4.14)$$

Ví dụ 4.3 : Yêu cầu tính toán nối đất cho cột đường dây 10 (kV) cấp điện cho nông thôn ngoại thành Hà Nội, biết rằng điện trở suất của vùng đất đường dây đi qua là $\rho = 0,2 \cdot 10^4 \text{ (}\Omega/\text{cm)}$

GIẢI

Dự định dùng cọc L $50 \times 60 \times 6$ dài 2,5 m, có điện trở nối đất tính theo (4.8) kết hợp với (4.9) trong đó lấy hệ số mùa $k_m = 1,5$

$$R_{lc} = 0,00298 \cdot k_m \cdot 0,2 \cdot 10^4 = 8 (\Omega)$$

So với yêu cầu $R_d \leq 10 (\Omega)$, mỗi cột chỉ cần đóng 1 cọc.

Ví dụ 4.4 : Cần tính toán thiết bị hệ thống nối đất cho một trạm BAPP kiểuбет, kích thước $(6 \times 9) \text{ m}$, biết $\rho = 0,4 \cdot 10^4 (\Omega/\text{cm})$.

GIẢI

Dự định thiết kế hệ thống nối đất cho trạm BAPP bằng một mạch vòng kín bao quanh trạm, cọc dùng thép góc L $60 \times 60 \times 6$ và thanh nối là thép dẹt $40 \times 4 \text{ mm}$ (xem hình 4.25).

Lấy $k_m = 1,5$, tính được điện trở nối đất 1 cọc :

$$R_{lc} = 0,00298 \cdot 1,5 \cdot 0,4 \cdot 10^4 = 17,34 (\Omega)$$

Xác định số cọc :

$$n = \frac{R_{lc}}{\eta_c \cdot R_{yc}} = \frac{17,34}{0,8 \cdot 4} = 5,4 \text{ cọc} \approx 6 \text{ cọc}$$

Trong đó tra sổ tay có $\eta_c = 0,8$

Mạch vòng sẽ đi bên trong tường rào trạm có chu vi $l = 2(a + b) = 2(5 + 6) = 22 \text{ m}$. Thép dẹt chôn ở độ sâu $0,8 \text{ m}$. Tính điện trở nối đất ở độ sâu này phải nhân với hệ số 3. Điện trở của thanh thép nối :

$$R_t = \frac{0,366 \cdot 0,4 \cdot 1,5 \cdot 10^4 \cdot 3}{2200} \times \log \frac{2 \cdot 2200^2}{4 \cdot 80} = 13,4 (\Omega)$$

1,5 : hệ số mùa

Tra bảng tìm được $\eta_t = 0,45$, tính được điện trở nối đất thực tế của thanh nối :

$$R'_t = \frac{13,4}{0,45} = 29,77 (\Omega)$$

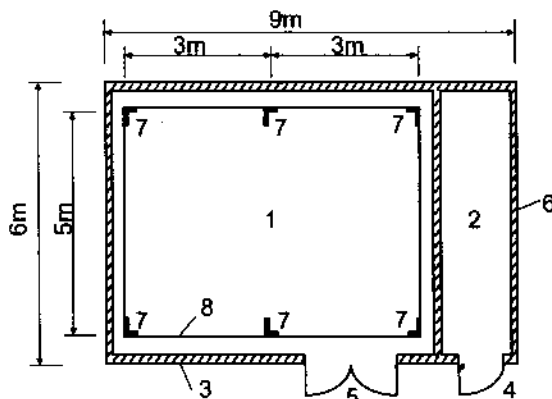
Điện trở nối đất cần thiết của n cọc là :

$$R_c = \frac{4 \cdot 29,77}{29,77 - 4} = 4,6 (\Omega)$$

Số cọc cần phải đóng là :

$$n = \frac{R_{lc}}{\eta_c \cdot R_c} = \frac{17,34}{0,8 \cdot 4,6} = 4,6 \text{ cọc}$$

Căn cứ vào mặt bằng trạm, quyết định đặt 6 cọc như hình 4.25. Điện trở nối đất thực tế nhỏ hơn 4Ω .



Hình 4.25. Mặt bằng trạm BAPP kiểu bêt và hệ thống nối đất

1. phần ngoài trời ; 2. nhà phân phối hạ áp ; 3. tường bảo vệ
4. cửa nhà phân phối ; 5. cống trạm ; 6. tường nhà phân phối
7. cọc nối đất ; 8. thanh nối

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CHƯƠNG 4

Câu hỏi :

1. Phân tích ưu nhược điểm của 2 sơ đồ TPPTT : sơ đồ 1HTTG và sơ đồ 1HTTGPĐ.
2. Phân tích ưu nhược điểm và sự làm việc của 3 bộ thiết bị đóng cắt trung áp : máy cắt hợp bộ, máy cắt phụ tải (DCPT-CC), bộ cầu dao cầu chì (CD-CC).

Bài tập

BT4.1. Yêu cầu thiết kế nối đất cho cột ĐDK-35 (kV) đi qua vùng trung du có điện trở đất $\rho = 2.10^4 (\Omega/\text{cm})$.

BT4.2. Yêu cầu thiết kế hệ thống nối đất cho trạm biến áp kiểu xây của một xí nghiệp đặt ở vùng trung du có điện trở đất $\rho = 3.10^4 (\Omega/\text{cm})$, kích thước trạm $(5 \times 12)\text{m}$.

Chương 5

LỰA CHỌN CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN TRONG LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN

Hệ thống điện bao gồm các thiết bị điện được chấp nối với nhau theo một nguyên tắc chặt chẽ tạo nên một cơ cấu đồng bộ, hoàn chỉnh. Mỗi thiết bị điện cần được lựa chọn đúng để thực hiện tốt chức năng trong sơ đồ cấp điện và góp phần làm cho hệ thống cung cấp điện vận hành đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật, kinh tế và an toàn.

5.1. LỰA CHỌN MÁY BIẾN ÁP

Trong sơ đồ cấp điện, máy biến áp có vai trò rất quan trọng, làm nhiệm vụ biến đổi điện áp và truyền tải công suất. Nguyên tắc cấu tạo và làm việc của máy biến áp đã được minh họa trên hình 3.4.

Người ta chế tạo máy biến áp rất đa dạng, nhiều kiểu cách, kích cỡ, nhiều chủng loại. Người thiết kế cần căn cứ vào đặc điểm của đối tượng dùng điện (khách hàng) để lựa chọn hợp lý máy biến áp.

Thường ký hiệu máy biến áp như sau :

Kiểu máy - Công suất - U_1/U_2

Ví dụ : 4JB 5444 - 3LA - 250 - 24/0,4 là máy biến áp phân phối do Siemens chế tạo, kiểu 4JB 5444 - 3LA, công suất 250 (kVA), điện áp $U_1 = 24$ (kV), $U_2 = 0,4$ (kV).

TM - 5600 - 35/10 là máy biến áp hai cuộn dây, dầu, công suất 5600 (kVA), điện áp $U_1 = 35$ (kV), $U_2 = 10$ (kV) do Liên Xô (cũ) chế tạo.

Cũng có khi ký hiệu đơn giản hơn :

Kiểu - công suất/điện áp cao

Ví dụ : 8CB8 - 400/35 là biến áp phân phối, khô, công suất 400 (kVA) điện áp 35/0,4 (kV) do ChongQing chế tạo.

Lựa chọn máy biến áp bao gồm lựa chọn số lượng, công suất, chủng loại, kiểu cách và các tính năng khác của biến áp.

Số lượng biến áp đặt trong một trạm : phụ thuộc vào độ tin cậy cung cấp điện cho phụ tải của trạm đó.

- Với phụ tải quan trọng không được phép mất điện, phải đặt hai biến áp.
- Với các xí nghiệp hàng tiêu dùng, khách sạn, siêu thị (hệ loại 2) thường đặt 1 biến áp cộng với máy phát dự phòng.

- Với các hệ ánh sáng sinh hoạt thường chỉ đặt trạm 1 máy.

Công suất máy biến áp được chọn theo các công thức sau :

với trạm 1 máy $S_{dmB} \geq S_{tt}$ (5.1)

với trạm 2 máy $S_{dmB} \geq \frac{S_{tt}}{1,4}$ (5.2)

Trong đó : S_{dmB} - công suất định mức của máy biến áp, nhà chế tạo cho ;

S_{tt} - công suất tính toán, nghĩa là công suất yêu cầu lớn nhất của phụ tải, xác định theo chương 2 ;

1,4 - hệ số quá tải K_{qt} .

Cần lưu ý rằng hệ số quá tải phụ thuộc thời gian quá tải. Lấy $K_{qt} = 1,4$ là ứng với điều kiện thời gian như sau : quá tải không quá 5 ngày 5 đêm, mỗi ngày quá tải không quá 6 giờ. Nếu không thoả mãn điều kiện thời gian trên phải tra đồ thị tìm K_{qt} trong sổ tay cung cấp điện hoặc không cho quá tải.

Hai công thức (5.1) và (5.2) chỉ dùng để chọn máy biến áp chế tạo trong nước hoặc với máy biến áp ngoại nhập đã nhiệt đới hoá.

Khi sử dụng máy ngoại nhập chưa nhiệt đới hoá cần phải đưa vào công thức hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ K_{hc} kể đến sự chênh lệch nhiệt độ giữa môi trường chế tạo và môi trường sử dụng máy.

$$K_{hc} = 1 - \frac{\theta_1 - \theta_2}{100} \quad (5.3)$$

Trong đó : θ_1 - nhiệt độ môi trường sử dụng ($^{\circ}\text{C}$) ;

θ_2 - nhiệt độ môi trường chế tạo ($^{\circ}\text{C}$).

Ví dụ : Nếu dùng máy biến áp Nga ở Việt Nam thì

$$K_{hc} = 1 - \frac{24 - 5}{100} = 0,81$$

với 24 - nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) trung bình ở Hà Nội ;

5 - nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) trung bình ở Mátxcơva.

Khi đó, công thức (5.1), (5.2) có dạng :

$$S_{dmB} \geq \frac{S_{tt}}{K_{hc}} \quad (5.4)$$

$$S_{dmB} \geq \frac{S_{II}}{1,4K_{hc}} \quad (5.5)$$

Cũng cần lưu ý là máy biến áp rất ít xảy ra sự cố, nếu như khảo sát thống kê được trong hộ loại 1 có một số phần trăm nào đó hộ loại 3 có thể cắt điện khi cần thiết với thời gian kể trên thì khi 1 biến áp sự cố, biến áp còn lại chỉ cần cấp điện cho hộ loại 1. Kết quả là sẽ lựa chọn được cỡ máy nhỏ hơn, hợp lý hơn. Công thức chọn công suất máy cho trạm 2 máy sẽ là :

$$S_{dmB} \geq \frac{S_I}{1,4} \quad (5.6)$$

Ví dụ 5.1 : Yêu cầu chọn máy biến áp cho khu chung cư có phụ tải điện $S_{II} = 300$ (kVA), điện áp trung áp 22 (kV).

GIẢI

Vì cấp điện cho khu chung cư, trạm đặt 1 máy.

Sử dụng công thức (5.1)

$$S_{dmB} \geq 300 \text{ (kVA)}$$

Chọn máy 315 (kVA) do ABB chế tạo : 315 - 22/0,4

Trường hợp này nếu dùng máy Nga, theo công thức (5.4)

$$S_{dmB} \geq \frac{300}{0,81} = 370 \text{ (kVA)}$$

Chọn máy BAPP do Nga chế tạo : TM-400-22/0,4.

Ví dụ 5.2 : Yêu cầu chọn máy biến áp cho trạm biến áp nhà máy luyện kim có phụ tải điện $S_{II} = 1200$ (kVA) trong hai trường hợp : không biết số % phụ tải loại 3 và biết phụ tải loại 3 là 20%.

GIẢI

Trạm cấp điện cho nhà máy luyện kim phải đặt 2 máy biến áp.

Khi không biết số phụ tải loại 3 của nhà máy, khi sự cố 1 máy biến áp, máy còn lại phải cấp đủ công suất 1200 (kVA).

Áp dụng công thức (5.2)

$$S_{dmB} \geq \frac{1200}{1,4} = 857 \text{ (kVA)}$$

Chọn dùng 2 máy biến áp do CTTPĐ Đông Anh chế tạo, công suất 1000 (kVA)

$$2 \times 1000 - 22/0,4$$

Trường hợp khảo sát thống kê được trong nhà máy có 20% phụ tải loại 3 (ví dụ nhà kho, nhà hành chính, phân xưởng sửa chữa...)

Áp dụng công thức (5.6)

$$S_{dmB} \geq \frac{S_I}{1,4} = \frac{80\% \cdot 1200}{1,4} = 685 \text{ (kVA)}$$

Chọn dùng 2 máy biến áp do CTTBD Đồng Anh chế tạo, công suất 750 (kVA)

$$2 \times 750 = 1500$$

So sánh hai phương án chọn máy :

Phương án chọn 2 máy 1000 (kVA) có lợi là khi 1 máy sự cố không phải cắt điện phụ tải loại 3 nhưng có hại là vốn đầu tư lớn, hệ số tải nhỏ.

$$K_t = \frac{S_{tt}}{2S_{dmB}} = \frac{1200}{2000} = 0,6$$

Phương án chọn 2 máy 750 (kVA) có lợi là vốn đầu tư nhỏ, hệ số tải cao

$$K_t = \frac{1200}{1500} = 0,8$$

Tuy nhiên, khi sự cố 1 máy, máy còn lại cho phép tải 1,4 sẽ phải cắt 1 lượng tải loại 3 là :

$$1200 - 1,4 \cdot 750 = 150 \text{ (kVA)}$$

Số % tải phải cắt :

$$\frac{1200}{1500} \times 100 = 12,5 \%$$

Nghĩa là không cần cắt hết 20% phụ tải loại 3.

5.2. LỰA CHỌN MÁY CẮT ĐIỆN

Máy cắt điện, ký hiệu MC, là thiết bị đóng cắt mạch điện cao áp (trên 1000V). Ngoài nhiệm vụ đóng, cắt điện phụ tải phục vụ cho công tác vận hành, máy cắt còn có chức năng cắt dòng điện ngắn mạch để bảo vệ các phần tử của hệ thống cung cấp điện.

Máy cắt cũng được chế tạo nhiều chủng loại, nhiều kiểu cách, mẫu mã. Có máy cắt ít dầu, máy cắt nhiều dầu, máy cắt không khí, máy cắt chân không, máy cắt khí SF₆.

Máy cắt hợp bộ (MCHB) là loại máy cắt chế tạo thành tủ, trong đó đặt sẵn máy cắt và hai dao cách ly, loại này dùng rất tiện lợi cho các trạm biến áp hoặc trạm phân phối kiểu trong nhà.

Máy cắt phụ tải (MCPT) bao gồm dao cắt phụ tải dùng kết hợp với cầu chì, trong đó dao cắt phụ tải dùng để đóng cắt dòng phụ tải còn cầu chì (CDPT-CC) để cắt dòng ngắn mạch. Máy cắt phụ tải rẻ tiền hơn nhưng làm việc không chắc chắn, tin cậy bằng máy cắt.

Máy cắt điện được chọn và kiểm tra theo các điều kiện ghi trong bảng 5.1 ; 5.2.

Bảng 5.1. CÁC ĐIỀU KIỆN CHỌN VÀ KIỂM TRA MÁY CẮT

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmMC} \geq U_{dmLD}$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmMC} \geq I_{cb}$
Dòng cắt định mức (kA)	$I_{Cdm} \geq I''_N$
Công suất cắt định mức (MVA)	$S_{Cdm} \geq S''_N$
Dòng điện ổn định động (kA)	$I_{odd} \geq i_{xk}$
Dòng điện ổn định nhiệt (kA)	$I_{odnh} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh, dm}}}$

Bảng 5.2. ĐIỀU KIỆN CHỌN VÀ KIỂM TRA MÁY CẮT PHỤ TẢI

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmMC} \geq U_{dmLD}$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmMC} \geq I_{cb}$
Dòng ổn định động (kA)	$I_{odd} \geq i_{ck}$
Dòng ổn định nhiệt (kA)	$I_{odnh} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh, dm}}}$
Dòng điện định mức của cầu chì (A)	$I_{dmcc} \geq I_{cb}$
Dòng cắt định mức của cầu chì (kA)	$I_{cdm} \geq I''$
Công suất cắt định mức của cầu chì (MVA)	$S_{cdm} \geq S''$

Trong 2 bảng trên :

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

I_{cb} - dòng điện cường bức, nghĩa là dòng điện làm việc lớn nhất đi qua máy cắt, xác định theo sơ đồ cụ thể ;

I_{∞} , I'' - dòng ngắn mạch vô công và siêu quá độ, trong tính toán

ngắn mạch lưới cung cấp điện, coi ngắn mạch là xa nguồn, các trị số này bằng nhau và bằng dòng ngắn mạch chu kỳ.

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

$$i_{xk} = 1,8 \cdot \sqrt{2} I_N \quad (5.7)$$

S'' - công suất ngắn mạch

$$S'' = \sqrt{3} U_{tb} \cdot I'' \quad (5.8)$$

$t_{nh,đm}$ - thời gian ổn định nhiệt định mức, nhà chế tạo cho tương ứng với $I_{nh,đm}$ (I_{odnh})

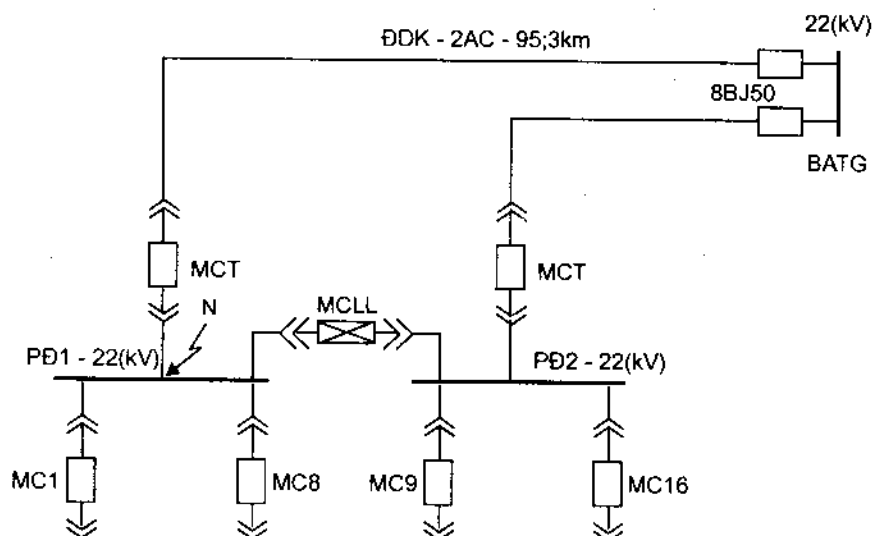
t_{qd} - thời gian quy đổi, xác định bằng cách tính toán và tra đồ thị.

Trong tính toán thực tế lưới trung áp, người ta cho phép lấy t_{qd} bằng thời gian tồn tại ngắn mạch, nghĩa là bằng thời gian cắt ngắn mạch

$$\text{Vậy : } I_{cdm} = I_{nh,đm} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_c}{t_{nh,đm}}} \quad (5.9)$$

Các thiết bị điện có $I_{dm} > 1000$ (A) không cần kiểm tra ổn định nhiệt.

Ví dụ 5.3 : Trạm phân phối trung tâm 22 (kV) của một nhà máy cỡ lớn có sơ đồ cho trên hình 5.1. Yêu cầu lựa chọn các máy cắt hợp bộ trên sơ đồ. Biết công suất tính toán của nhà máy là 8000 (kVA). Nhà máy được cấp điện từ trạm biến áp trung gian 110/22 (kV) cách 3 km bằng ĐDK - 2 AC - 95, máy cắt đầu nguồn loại 8BJ50 của Siemens có $I_{cdm} = 25$ (kA).



Hình 5.1. Trạm phân phối trung tâm 22 (kV) của nhà máy dùng sơ đồ 1HTTG phân đoạn bằng MCLL

GIẢI

Khi 1 đường dây cung cấp cho trạm phân phối bị sự cố, toàn bộ phụ tải tính toán của nhà máy truyền tải qua đường dây còn lại và máy cắt tổng. Dòng cường bức tính được như sau :

$$I_{cb} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{8000}{\sqrt{3}.22} = 210 \text{ (A)}$$

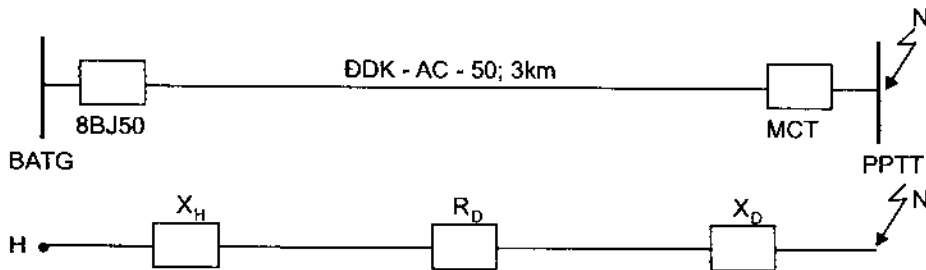
Dòng cường bức qua các máy cắt nhánh bé hơn rất nhiều.

Chọn dùng tủ máy cắt hợp bộ 8DC11 cách điện SF₆ do Siemens chế tạo có các thông số kỹ thuật ghi trong bảng.

Loại tủ	U _{dm} (kV)	I _{dm} (A)	I _{Nmax} (kA)	I _{N3s} (kA)
8DC11	24	1250	125	25

Để kiểm tra khả năng cắt ngắn mạch, cần tính dòng ngắn mạch qua MCT, MCLL và các máy cắt nhánh từ MC1 đến MC16.

Chỉ cần tính 1 điểm ngắn mạch trên thanh góp 22 (kV) của trạm phân phối trung tâm. Máy cắt liên lạc thường mở. Sơ đồ tính toán ngắn mạch trên hình 5.2.



Hình 5.2. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch

Sử dụng các công thức (4.3), (4.4), (4.6) tính được

$$X_H = \frac{U_{tb}^2}{S_{cdm}} = \frac{23^2}{\sqrt{3}.24.25} = 0,51 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$Z_D = r_0 l + j x_0 l = 0,33. 3 + j 0,4. 3 = 0,99 + j 1,2 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$I_N = I' = I_{\infty} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3}Z_N} = \frac{23}{\sqrt{3}.\sqrt{0,99^2 + (0,51+1,2)^2}} = 6,58 \text{ (kA)}$$

BẢNG KIỂM TRA MÁY CẮT ĐÃ CHỌN

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmMC} = 24 > U_{dmLD} = 22$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmMC} = 1250 > I_{cb} = 210$
Dòng cắt định mức (kA)	$I_{cdm} = 25 > I'' = 6,58$
Công suất cắt định mức (MVA)	$S_{cdm} = 1038 > S'' = \sqrt{3}.23.6,58 = 240$
Dòng ổn định động (kA)	$I_{odd} = 125 > i_{xk} = 1,8\sqrt{2}.6,58 = 16,8$

Không cần kiểm tra ổn định nhiệt của MC vì có $I_{dm} = 1250 \text{ (A)} > 1000 \text{ (A)}$

Vậy chọn 19 tủ máy cắt 8DC11 cho trạm PPTT của nhà máy.

Ví dụ 5.4 : Trạm biến áp phân phối 1000 (kVA) - 22/0,4 (kV) cấp điện cho khách sạn dùng máy cắt phụ tải (DCPT-CC) 22 (kV). Biết dòng ngắn mạch sau cầu chì trung áp $I'' = 8 \text{ (kA)}$, yêu cầu lựa chọn máy cắt phụ tải cho TBAPP.

GIẢI

Dòng cường bức qua máy cắt chính là dòng định mức của biến áp với giả thiết không cho biến áp quá tải (nếu cho biến áp quá tải thì :

$I_{qt} = 1,25I_{dmB}$ (trạm 1 máy), $I_{qt} = 1,4I_{dmB}$ (trạm 2 máy))

$$I_{cb} = I_{dmB} = \frac{1000}{\sqrt{3}.22} = 26,27 \text{ (A)}$$

Chọn dùng dao cắt phụ tải của ABB kết hợp với bộ cầu chì ống của Siemens có các thông số kỹ thuật ghi trong bảng.

THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA DAO CẮT PHỤ TẢI DO ABB CHẾ TẠO

Loại dao cắt phụ tải	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N3s} (kA)
NPS 24 B1/A1	24	400	40	10

THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA CẦU CHÌ ỐNG DO SIEMENS CHẾ TẠO

Loại cầu chì ống	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N3s} (kA)
3GD1 406-4B	24	32	31,5	27

Căn cứ vào dòng ngắn mạch đã cho, lập bảng kiểm tra bộ DCTT - CC.

BẢNG KIỂM TRA DCTT - CC ĐÃ CHỌN

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmCDPT-CC}=24 > U_{dmLD} = 22$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmCDPT} = 400 > I_{cb} = 16,27$
Dòng ổn định động (kA)	$I_{d,dm} = 40 > \sqrt{2}.1,8.8 = 20,3$
Dòng ổn định nhiệt (kA)	$I_{nh,dm} = 10 > 8.\sqrt{\frac{0,8}{3}}$
Dòng điện định mức cc (A)	$I_{dmcc} = 32 > I_{cb} = 26,27$
Dòng cắt định mức cc (kA)	$I_{cdmcc} = 40 > I'' = 8$
Công suất cắt định mức cc (MVA)	$S_{cdm} = \sqrt{3}.24.40 > \sqrt{3}.8.23$

5.3. LỰA CHỌN CẦU CHÌ, DAO CÁCH LY

Cầu chì là phần tử "yếu" nhất trong hệ thống cung cấp điện do người thiết kế tạo ra nhằm cắt đứt mạch điện khi có dòng điện lớn quá trị số cho phép đi qua. Vì thế chức năng của cầu chì là bảo vệ quá tải và ngắn mạch. Cần lưu ý là dây chì chế tạo rất khó đồng nhất tiết diện và khó khử hết tạp chất nên làm việc không được tin cậy lắm, không cắt dòng thật chính xác, vì thế chức năng chủ yếu là bảo vệ ngắn mạch, cầu chì chỉ làm dự phòng bảo vệ quá tải cho aptômat hoặc khởi động từ.

Dao cách ly (còn gọi là cầu dao) có nhiệm vụ chủ yếu là cách ly phần có điện và phần không có điện tạo khoảng cách an toàn trông thấy phục vụ cho công tác sửa chữa, kiểm tra, bảo dưỡng. Sở dĩ không cho phép dao cách ly đóng cắt mạch khi đang mang tải vì không có bộ phận dập hồ quang. Tuy nhiên, có thể cho phép dao cách ly đóng, cắt không tải biến áp khi công suất máy không lớn (thường nhỏ hơn 1000 (kVA)).

Cầu chì và dao cách ly được chế tạo với mọi cấp điện áp.

Trong lưới cung cấp điện, cầu chì có thể dùng riêng rẽ, nhưng thường dùng kết hợp với dao cách ly hoặc dao cắt phụ tải. Dao cách ly cũng có thể dùng riêng rẽ, nhưng thường dùng kết hợp với máy cắt và cầu chì.

5.3.1. Lựa chọn dao cách ly, cầu chì cao áp

Trong lưới điện cao áp, cầu chì thường dùng ở các vị trí sau :

- Bảo vệ máy biến điện áp
- Kết hợp với dao cắt phụ tải thành bộ máy cắt phụ tải trung áp để bảo vệ các đường dây.

- Đặt phía cao áp (6, 10, 22, 35 (kV)) các trạm biến áp phân phối để bảo vệ ngắn mạch cho máy biến áp.

Cầu chì được chế tạo nhiều loại, nhiều kiểu, ở điện áp trung phổ biến nhất là cầu chì ống (xem lại hình 4.3). Cũng nhắc lại là, ở điện áp trung người ta còn dùng cầu chì tự rơi (CCTR) thay cho bộ cầu dao - cầu chì (CD-CC).

Trong lưới cung cấp điện trung và cao áp, dao cách ly ít dùng riêng rẽ, thường dùng kết hợp.

- Kết hợp với máy cắt trong tủ máy cắt hoặc trong bộ MC-DCL
- Kết hợp với cầu chì trung áp đặt tại các trạm BAPP

Cầu chì và cầu dao cách ly trung, cao áp được chọn và kiểm tra theo các điều kiện ghi trong bảng 5.3 ; 5.4.

Bảng 5.3. CÁC ĐIỀU KIỆN CHỌN VÀ KIỂM TRA DAO CÁCH LY

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmDCL} \geq U_{dmLD}$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmDCL} \geq I_{cb}$
Dòng điện ổn định động (kA)	$I_{d.dm} \geq i_{xk}$
Dòng điện ổn định nhiệt (kA)	$I_{nh.dm} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.dm}}}$

Bảng 5.4. CÁC ĐIỀU KIỆN CHỌN VÀ KIỂM TRA CẦU CHÌ

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmcc} \geq U_{dmLD}$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmcc} \geq I_{cb}$
Dòng cắt định mức (kA)	$I_{dm} \geq I''$
Công suất cắt định mức (MVA)	$S_{cdm} \geq S''$

Ví dụ 5.5 : Trạm biến áp của 1 xã nông nghiệp đặt 1 máy biến áp 320 (kVA) điện áp 10/0,4 (kV). Biết rằng trạm được cấp điện từ TBATG 35/10 (kV) của huyện cách 3 km bằng ĐDK - 10, dây AC - 35. Máy cắt đầu đường dây là của Liên Xô (cũ) đã mất catalog. Yêu cầu tính toán 2 phương án :

1. Chọn cầu chì tự rơi 10 (kV) cho trạm
2. Chọn DCL-CC 10 (kV) cho trạm

GIẢI

Dòng điện lớn nhất qua dao cách ly và cầu chì chính là dòng quá tải máy biến áp. Ở các máy biến áp cấp điện cho nông thôn, do non tải suốt ngày, buổi tối có thể cho phép quá tải với $K_{qt} = 1,25$.

Dòng cường bức qua DCL và CC là :

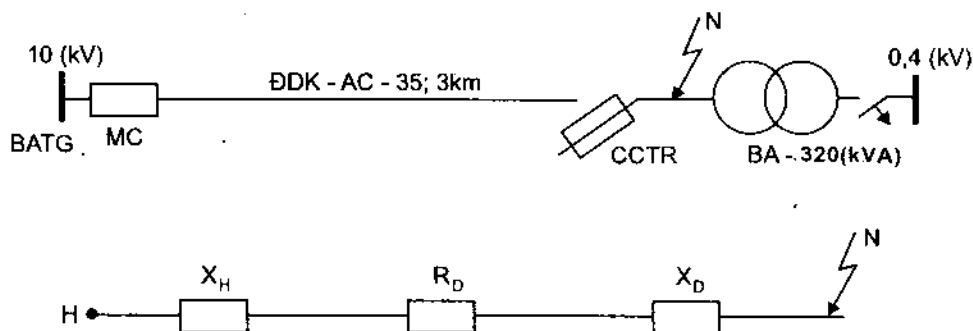
$$I_{cb} = I_{qtB} = 1,25 I_{dmB} = 1,25 \cdot \frac{320}{\sqrt{3} \cdot 10} = 27,75 \text{ (A)}$$

1. Phương án dùng cầu chì tự rơi

Chọn cầu chì tự rơi 10 (kV) do Chance chế tạo có các thông số kỹ thuật ghi trong bảng

Loại CCTR	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N3s} (kA)
C710-112PB	12	100	10	7,88

Cần tính ngắn mạch để kiểm tra CCTR đã chọn.



Hình 5.3. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế tính ngắn mạch ví dụ 5.5

Lấy trị số S_{cdm} của máy cắt 10 (kV) do Liên xô (cũ) chế tạo là 250 (MVA), điện kháng của hệ thống

$$X_H = \frac{U_{tb}^2}{S_{cdmMC}} = \frac{10,5^2}{250} = 0,44 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Tổng trở đường dây AC-35 dài 3 km là :

$$\dot{Z}_D = r_o l + j x_o l = 0,92 \cdot 3 + j 0,4 \cdot 3 = 2,76 + j 1,2 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Trị số dòng điện ngắn mạch qua CCTR là :

$$I_N = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} \sqrt{R_D^2 + (X_H + X_D)^2}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \sqrt{2,76^2 + (0,44 + 1,2)^2}} = 1,9 \text{ (kA)}$$

Căn cứ vào I_N kiểm tra CCTR đã chọn, kết quả ghi trong bảng

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmcc} = 12 > U_{dmLD} = 10$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmcc} = 100 > I_{cb} = 27,75$
Dòng cắt định mức (kA)	$I_{cdm} = 10 > I_N = 1,9$
Công suất cắt định mức (MVA)	$S_{cdm} = \sqrt{3}.12.10 > \sqrt{3}.10.5.1,9$

2. Phương án dùng DCL-CC

Căn cứ vào $I_{cb} = 27,75$ (A) chọn dao cách ly 3DC điện áp 12 (kV) và cầu chì ống 3GD do Siemens chế tạo có các thông số kỹ thuật ghi trong bảng.

BẢNG CHỌN DAO CÁCH LY

Loại DCL	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N3} (kA)
3DC	12	400	40	10

BẢNG CHỌN CẦU CHÌ

Loại CC	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N3} (kA)
3GD1-120-2B	12	100	80	40

Để kiểm tra ổn định điện động dao cách ly cần tính trị số dòng ngắn mạch xung kích :

$$i_{xk} = 1,8.\sqrt{2} I_N = 1,8.\sqrt{2}.1,9 = 4,79 \text{ (kA)}$$

KẾT QUẢ KIỂM TRA DAO CÁCH LY

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmDCL} = 12 > U_{dmLD} = 10$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmDCL} = 400 > I_{cb} = 27,75$
Dòng điện ổn định động (kA)	$I_{d.dm} = 40 > 4,79$
Dòng điện ổn định nhiệt (kA)	$I_{nh.dm} = 10 > 1,9\sqrt{\frac{0,8}{3}}$

BẢNG KẾT QUẢ KIỂM TRA CẦU CHÌ

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmcc} = 12 > U_{dmLD} = 10$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmcc} = 100 > I_{cb} = 27,75$
Dòng cắt định mức (kA)	$I_{cdm} = 80 > I_N = 1,9$
Công suất cắt định mức (MVA)	$S_{cdm} = \sqrt{3} \cdot 12 \cdot 80 > \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 5 \cdot 1,9$

5.3.2. Lựa chọn cầu dao, cầu chì hạ áp

Ở lưới hạ áp thường gọi dao cách ly là cầu dao. Người ta chế tạo cầu dao 1 pha, 2 pha, 3 pha với số cực khác nhau : 1 cực, 2 cực, 3 cực, 4 cực. Về khả năng đóng cắt, cầu dao được chế tạo gồm hai loại :

- Cầu dao (thường, không tải) chỉ làm nhiệm vụ cách ly, đóng cắt không tải hoặc dòng nhỏ

- Cầu dao phụ tải làm nhiệm vụ cách ly và đóng cắt dòng phụ tải.

Cầu chì hạ áp cũng được chế tạo gồm 3 loại.

- Cầu chì thông thường (không làm nhiệm vụ cách ly, cắt tải)

- Cầu chì cách ly có 1 đầu cố định, 1 đầu mở ra được như dao cách ly làm nhiệm vụ cách ly như cầu dao.

- Cầu chì cắt tải là cầu chì cách ly có thể đóng cắt dòng phụ tải như cầu dao phụ tải.

Người ta cũng chế tạo bộ cầu dao - cầu chì theo 2 loại :

- Bộ cầu dao - cầu chì thông thường

- Bộ cầu dao phụ tải - cầu chì

Bảng 5.5 chỉ ra ký hiệu, sơ đồ và chức năng của từng loại cầu dao, cầu chì hạ áp.

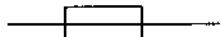
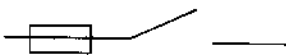
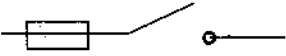
Cầu chì hạ áp được đặc trưng bởi 2 đại lượng :

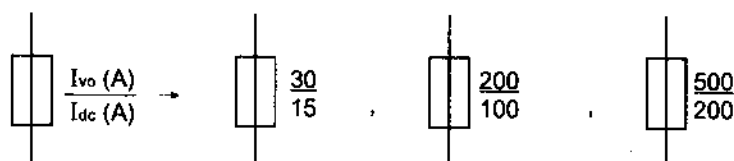
I_{dc} - dòng định mức của dây chảy cầu chì, A ;

I_{v0} - dòng định mức của vỏ cầu chì (bao gồm cả đế và nắp).

Khi lựa chọn cầu chì hạ áp phải lựa chọn cả I_{dc} và I_{v0} . Thường chọn I_{v0} lớn hơn I_{dc} vài cấp để khi dây chảy đứt vì quá tải, ngắn mạch hoặc khi cần tăng tải ta chỉ cần thay dây chảy chứ không cần thay vỏ. Ký hiệu đầy đủ cầu chì hạ áp cho trên hình 5.4.

Bảng 5.5. CÁC LOẠI CẦU DAO, CẦU CHÌ HẠ ÁP

Loại	Ký hiệu	Chức năng
Cầu dao (dao cách ly)	 CD (DCL)	Cách ly, đóng cắt dòng nhỏ
Cầu dao phụ tải (dao cắt tải)	 CDPT	Cách ly, đóng cắt dòng phụ tải
Cầu chì	 CC	Bảo vệ quá tải và ngắn mạch
Cầu chì cách ly	 CCCL	Bảo vệ quá tải và ngắn mạch, cách ly
Cầu chì cắt tải	 CCCT	Bảo vệ quá tải và ngắn mạch Đóng cắt dòng điện phụ tải
Bộ cầu dao - cầu chì	 CD - CC	Bảo vệ quá tải và ngắn mạch, cách ly
Bộ cầu dao phụ tải - cầu chì	 CDPT - CC	Bảo vệ quá tải và ngắn mạch Đóng cắt dòng điện phụ tải



Hình 5.4. Ký hiệu đầy đủ cầu chì hạ áp và các ví dụ.

Cũng cần lưu ý là :

Khi nói cầu chì 100 (A) phải hiểu cầu chì có $I_{v0} = 100$ (A)

Khi nói bộ cầu dao - cầu chì 100 (A) phải hiểu là

$$I_{CD} = I_{vôCC} = 100 \text{ (A)}$$

Trong lưới hạ áp cầu chì và cầu dao thường được đặt khá xa nguồn (TBAPP) vì thế dòng ngắn mạch qua chúng đủ nhỏ, nên không cần kiểm tra các đại lượng liên quan đến dòng ngắn mạch.

1. Lựa chọn cầu dao hạ áp

Cầu dao hạ áp được chọn theo 2 điều kiện :

$$U_{dmCD} \geq U_{dmLD} \quad (5.10)$$

$$I_{dmCD} \geq I_{tt} \quad (5.11)$$

Trong đó : U_{dmCD} - Điện áp định mức của cầu dao, thường chế tạo 220 (V), 230 (V), 250 (V), 380 (V), 400 (V), 440 (V), 500 (V), 690 (V).

U_{dmLD} - Điện áp định mức của lưới điện hạ áp, có trị số 220 (V) (điện áp pha), hoặc 380 (V) (điện áp dây).

Ngoài ra, còn phải chú ý đến số pha, số cực, khả năng cắt tải, trong nhà, ngoài trời v.v...

2. Lựa chọn cầu chì hạ áp

a) Trong lưới điện thấp sáng, sinh hoạt

Cầu chì được chọn theo 2 điều kiện

$$U_{dmCC} \geq U_{dmLD} \quad (5.12)$$

$$I_{dc} \geq I_{tt} \quad (5.13)$$

Trong đó :

U_{dmCC} - điện áp định mức của cầu chì, chế tạo các cỡ điện áp như với cầu dao ;

I_{dc} - dòng định mức của dây chảy, (A), nhà chế tạo cho ;

I_{tt} - dòng điện tính toán, là dòng lâu dài lớn nhất chạy qua dây chảy cầu chì, (A).

- Với phụ tải 1 pha (ví dụ các thiết bị điện gia dụng)

$$I_{tt} = I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{pdm} \cos \varphi} \quad (5.14)$$

Trong đó : U_{pdm} - điện áp pha định mức, bằng 220 (V)

$\cos \varphi$ - hệ số công suất

với đèn sợi đốt, bàn là, bếp điện, bình nóng lạnh, $\cos \varphi = 1$

với quạt, tủ lạnh, điều hoà, đèn tuýp, $\cos \varphi = 0,8$

với cân hộ gia đình, $\cos\varphi = 0,85$

với lớp học dùng quạt + đèn sợi đốt, $\cos\varphi = 0,9$

với lớp học dùng quạt + đèn tuýp, $\cos\varphi = 0,8$.

- Với phụ tải 3 pha :

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3}U_{dm} \cos\varphi} \quad (5.15)$$

Trong đó : U_{dm} - điện áp dây định mức, bằng 380 (V) ;

$\cos\varphi$ - lấy theo phụ tải.

b) Trong lưới điện công nghiệp

Phụ tải chủ yếu của lưới công nghiệp là các máy móc công cụ, các động cơ. Sơ đồ cấp điện cho các động cơ giới thiệu trên hình 5.7. Khởi động từ (KĐT) làm nhiệm vụ đóng mở và bảo vệ quá tải cho động cơ. Cầu chì chỉ làm nhiệm vụ bảo vệ ngắn mạch cho động cơ và dây dẫn.

- Cầu chì bảo vệ 1 động cơ

Cầu chì bảo vệ 1 động cơ chọn theo 2 điều kiện :

$$I_{dc} \geq I_{tt} = K_t \cdot I_{dmĐ} \quad (5.16)$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm}}{\alpha} = \frac{K_{mm} \cdot I_{dmĐ}}{\alpha} \quad (5.17)$$

Trong đó : K_t - hệ số tải của động cơ, nếu không biết lấy $K_t = 1$;

$I_{dmĐ}$ - dòng định mức của động cơ tính theo công thức :

$$I_{dmĐ} = \frac{P_{dmĐ}}{\sqrt{3}U_{dm} \cos\varphi_{dm} \eta} \quad (5.18)$$

Trong đó : $U_{dm} = 380$ (V) là điện áp định mức lưới 3 pha hạ áp

$\cos\varphi_{dm}$ - hệ số công suất định mức của động cơ, nhà chế tạo cho, thường $\cos\varphi = 0,8$;

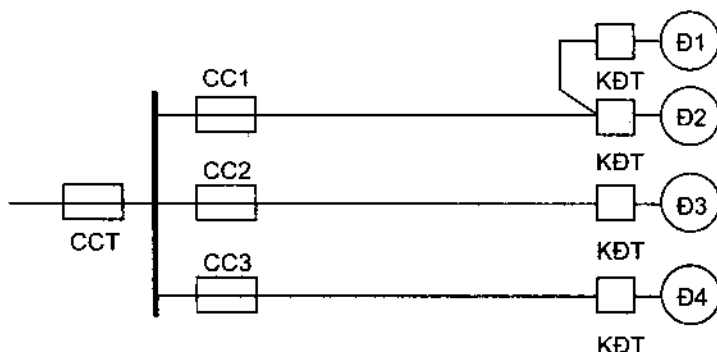
η - hiệu suất của động cơ, nếu không biết lấy bằng 1 ;

K_{mm} - hệ số mở máy của động cơ, nhà chế tạo cho, thường $K_{mm} = 5, 6, 7$.

α - hệ số, lấy như sau :

với động cơ mở máy nhẹ (hoặc không tải) như máy bơm, máy cắt gọt kim loại $\alpha = 2,5$

với động cơ mở máy nặng (có tải) như cân cầu, cầu trục, máy nâng $\alpha = 1,6$



Hình 5.5. Cầu chì bảo vệ 1 động cơ (CC2, CC3), bảo vệ 2 động cơ (CC1) và cả nhóm động cơ (CCT)

- Cầu chì bảo vệ 2, 3 động cơ

Trong thực tế, cụm 2, 3 động cơ nhỏ hoặc 1 động cơ lớn cùng 1, 2 động cơ nhỏ ở gần có thể được cấp điện chung 1 đường dây và được bảo vệ chung bằng 1 cầu chì (như Đ1, Đ2 trên hình 5.5)

Trường hợp này cầu chì được chọn theo 2 điều kiện sau :

$$I_{dc} \geq \sum_{i=1}^n K_{ti} I_{dmi} \quad (5.19)$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm \max} + \sum_{i=1}^{n-1} K_{ti} I_{dmi}}{\alpha} \quad (5.20)$$

α lấy theo tính chất của động cơ mở máy.

- Cầu chì tổng bảo vệ nhóm động cơ

Cầu chì tổng được chọn theo 3 điều kiện

$$I_{dc} \geq I_{tt} \quad (5.21)$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm}}{\alpha} \quad (5.22)$$

Điều kiện (5.21) ; (5.22) là điều kiện chọn lọc, nghĩa là CCT chỉ chảy khi có ngắn mạch trên thanh cái tủ điện, còn khi xảy ra ngắn mạch tại động cơ nào hoặc dây dẫn nào thì chỉ cầu chì nhánh đó chảy, đảm bảo cho cả nhóm không bị mất điện. Muốn vậy, người ta quy ước phải chọn I_{dc} của cầu chì tổng lớn hơn ít nhất là 2 cấp so với I_{dc} của cầu chì nhánh lớn nhất.

Trong các công thức (5.21) và (5.22), dòng điện tính toán của nhóm có thể xác định theo 2 cách :

Nếu biết K_t thì xác định theo (5.19)

Nếu không biết K_t thì xác định theo (2.25), tức là xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình và hệ số cực đại

Khi I_{tt} xác định theo (5.19) điều kiện 2 tính theo (5.20)

Khi I_{tt} xác định theo (2.25) điều kiện 2 tính theo biểu thức :

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mmmax} + (I_{tt} - K_{sd} \cdot I_{dm})}{\alpha} \quad (5.23)$$

Trong đó : $K_{sd} I_{dm}$ - ứng với động cơ có I_{mmmax}

Ví dụ 5.7 : Yêu cầu lựa chọn cầu chì bảo vệ bóng đèn sợi đốt 100 (V).

GIẢI

Bóng đèn sợi đốt dùng điện áp 220 (V) và $\cos\varphi = 1$, cầu chì chọn theo (5.13) và (5.14)

$$I_{dc} \geq I_{tt} = \frac{P_{dm}}{U_{dm} \cdot \cos\alpha} = \frac{100}{220} = 0,45 \text{ (A)}$$

Vậy chọn cầu chì hạ áp có $I_{dc} = 2 \text{ (A)}$, $I_{v0} = 5 \text{ (A)}$

Ví dụ 5.8 : Yêu cầu chọn bộ cầu dao - cầu chì tổng cho 1 căn hộ gia đình có công suất đặt 4 kW.

GIẢI

Phụ tải tính toán căn hộ gia đình khi biết P_d xác định theo (2.30)

$$P_{tt} = K_{dt} \cdot P_d = 0,8 \cdot 4 = 3,2 \text{ (kW)}$$

Dòng điện tính toán căn hộ

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{U_{dm} \cdot \cos\alpha} = \frac{3,2}{0,22 \cdot 0,85} = 17,1 \text{ (A)}$$

Chọn dùng bộ CD-CC 30 (A), có :

$$I_{dmCD} = I_{v0CC} = 30 \text{ (A)}, I_{dc} = 20 \text{ (A)}$$

Ví dụ 5.9 : Yêu cầu chọn các bộ CD-CC cho tủ điện của nhà giảng đường 2 tầng, mỗi tầng 6 lớp học.

GIẢI

Phụ tải tính toán 1 lớp học xác định theo (2.4) của một tầng nhà học theo (2.6). Kết quả đã tính được (xem ví dụ 2.2).

Phụ tải tính toán 1 tầng nhà 6 lớp và cả nhà 2 tầng là :

$$P_{trT} = 7,2 \text{ (kW)}$$

$$P_{trN} = 14,4 \text{ (kW)}$$

Dòng tính toán tầng (mỗi tầng được cấp điện cả 3 pha) và cả nhà :

$$I_{trT} = \frac{7.200}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 13,69 \text{ (A)}$$

$$I_{trN} = 2 \times 13,69 = 27,38 \text{ (A)}$$

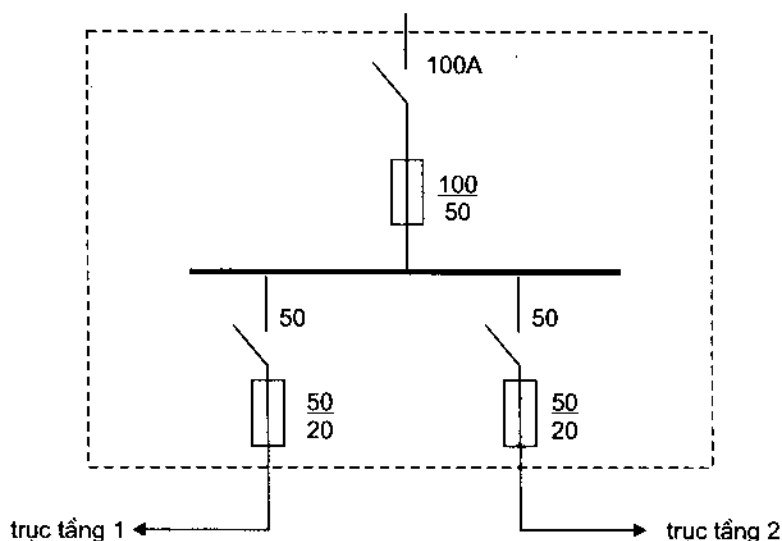
Vậy chọn bộ CD-CC tầng 50 (A), có

$$I_{dmCD} = I_{vôCC} = 50 \text{ (A)} ; I_{dc} = 20 \text{ (A)}$$

Chọn bộ CD-CC nhà 100 A, có

$$I_{dmCD} = I_{vôCC} = 100 \text{ (A)} ; I_{dc} = 50 \text{ (A)}$$

Kết quả lựa chọn các bộ CD-CC cho nhà giảng đường ghi trên hình 5.6.



Hình 5.6. Tủ điện nhà giảng đường và các bộ CD-CC đã chọn

Ví dụ 5.10 : Yêu cầu lựa chọn 3 cầu chì nhánh và bộ CD-CC tổng cho tủ điện cấp điện cho 4 động cơ có các thông số kỹ thuật cho trong bảng sau:

Động cơ	$P_{dm}(\text{kW})$	$\cos\varphi$	K_{mm}	K_t	η
Máy mài	10	0,8	5	0,8	0,9
Cầu trục	8	0,8	7	0,8	0,9
Máy phay	10	0,8	5	0,8	0,9
Máy khoan	4,5	0,8	7	0,8	0,9

GIẢI

Lựa chọn CC1 :

$$I_{dc} \geq I_{ttĐ1} = 0,8 \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 0,8 \cdot 21,125 = 16,9 \text{ (A)}$$

$$I_{dc} \geq \frac{5 \cdot 21,125}{2,5} = 42,25 \text{ (A)}$$

Chọn cầu chì hạ áp có $I_{dc} = 50 \text{ (A)}$, $I_{v0} = 100 \text{ (A)}$

Lựa chọn CC2 :

$$I_{dc} \geq I_{ttĐ2} = 0,8 \frac{8}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 0,8 \cdot 16,9 = 13,52 \text{ (A)}$$

$$I_{dc} \geq \frac{7 \cdot 16,9}{1,6} = 73,9 \text{ (A)}$$

Chọn cầu chì hạ áp có $I_{dc} = 80 \text{ (A)}$, $I_{v0} = 100 \text{ (A)}$

Lựa chọn CC3 :

Cầu chì bảo vệ 2 động cơ

$$I_{dc} \geq \sum_1^2 K_{ti} I_{dmi} = 0,8 \cdot \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8 \cdot 0,9} + 0,8 \frac{4,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8 \cdot 0,9} =$$

$$= 0,8 \cdot 21,125 + 0,8 \cdot 9,5 = 24,5 \text{ (A)}$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mmĐ3} + K_{t4} I_{dmĐ4}}{\alpha} = \frac{5 \cdot 21,125 + 0,8 \cdot 9,5}{2,5} = 45,29 \text{ (A)}$$

Chọn cầu chì hạ áp có $I_{dc} = 50 \text{ (A)}$, $I_{v0} = 100 \text{ (A)}$

Lựa chọn CCT :

$$I_{dc} \geq \sum_1^4 K_{ti} I_{dmi} = 0,8 [21,125 + 16,9 + 21,125 + 9,5] = 59,92 \text{ (A)}$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mmĐ2} + \sum_1^3 K_{ti} I_{dmi}}{\alpha} = \frac{7 \cdot 16,9 + 0,8 [21,125 + 21,125 + 9,5]}{1,6}$$

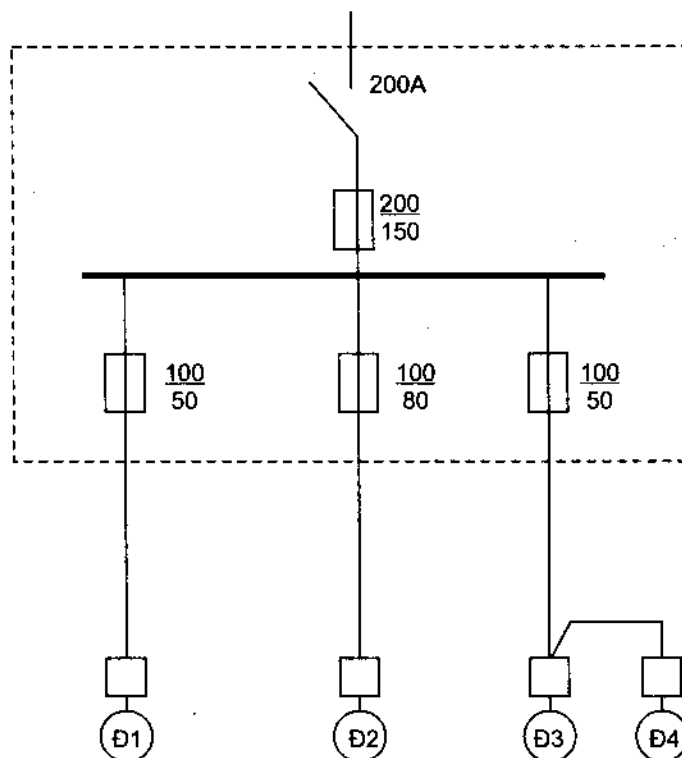
$$= 89,25 \text{ (A)}$$

Theo kết quả tính toán trên, lẽ ra có thể chọn $I_{dc} = 100 \text{ (A)}$.

Nhưng theo điều kiện chọn lọc, chọn bộ CD-CC có $I_{dc} = 150 \text{ (A)}$

$$I_{v0} = I_{CCT} = 200 \text{ (A)}$$

Kết quả lựa chọn cầu chì ghi trên hình 5.7.



Hình 5.7. Sơ đồ tủ điện và kết quả lựa chọn cầu chì

5.4. LỰA CHỌN ÁP TÔ M Á T

Áp tô m á t là thiết bị đóng cắt hạ áp có chức năng bảo vệ quá tải và ngắn mạch.

Do có ưu điểm hơn hẳn cầu chì là khả năng làm việc chắc chắn, tin cậy, an toàn, đóng cắt đồng thời 3 pha và có khả năng tự động hoá cao nên áp tô m á t mặc dù có giá đắt hơn vẫn ngày càng được dùng rộng rãi trong lưới điện hạ áp công nghiệp, dịch vụ cũng như lưới điện sinh hoạt.

Áp tô m á t được chế tạo với điện áp khác nhau : 400 (V), 440 (V), 500 (V), 600 (V), 690(V).

Người ta cũng chế tạo các loại áp tô m á t 1 pha, 2 pha, 3 pha với số cực khác nhau : 1 cực, 2 cực, 3 cực, 4 cực. Ký hiệu của áp tô m á t cho ở bảng dưới đây :

Ký hiệu						
Số cực	1 cực	1 cực + TT	2 cực	3 cực	3 cực + TT	4 cực

Ngoài aptômát thông thường, người ta còn chế tạo loại aptômát chống rò điện. Aptômát chống rò tự động cắt mạch điện nếu dòng rò có trị số 30 mA, 100 mA hoặc 300 mA tùy loại.

Aptômát được chọn theo 3 điều kiện

$$U_{dmA} \geq U_{dmLD} \quad (5.24)$$

$$I_{dmA} \geq I_{tt} \quad (5.25)$$

$$I_{cdmA} \geq I_N \quad (5.26)$$

Ví dụ 5.11 : Yêu cầu chọn aptômát tổng cho căn hộ gia đình có công suất đặt là 6 (kW).

GIẢI

Phụ tải tính toán căn hộ

$$P_{tt} = K_{dt} \cdot P_d = 0,8 \cdot 6 = 4,8 \text{ (kW)}$$

Căn hộ dùng điện áp 220 (V), $\cos\varphi = 0,85$

$$I_{tt} = \frac{4,8}{0,22 \cdot 0,85} = 25,66 \text{ (A)}$$

Có thể chọn aptômát 32 (A), ở đây dự phòng phát triển phụ tải, chọn dòng aptômát 1 pha G4CB 1040 C do Clipsal chế tạo có $I_{dm} = 40 \text{ (A)}$, $I_{cdm} = 6 \text{ (kA)}$

Không cần kiểm tra điều kiện cắt ngắn mạch vì xa nguồn.

Ví dụ 5.12 : Trạm biến áp phân phối 250 (kVA), điện áp 10/0,4 (kV) cấp điện cho hai dây phố, mỗi dây có công suất tính toán 100 (kW). Yêu cầu lựa chọn các aptômát đặt trong tủ phân phối của trạm.

GIẢI

Dòng điện tính toán của mỗi dây phố là :

$$I_{tt1} = I_{tt2} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 178,95 \text{ (A)}$$

Chọn aptômát nhánh A1, A2

$$I_{dmA1} = I_{dmA2} \geq I_{tt} = 178,95$$

Chọn aptômát NS 225E có $I_{dmA} = 200$ (A) do Merlin Gerin chế tạo.

Lưu ý rằng aptômát tổng và cáp tổng thường được chọn theo dòng định mức của biến áp.

$$I_{dmAT} \geq I_{dmB} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 361,27 \text{ (A)}$$

Chọn aptômát NS 400E có $I_{dm} = 400$ (A) cũng của Merlin Gerin .

Các số liệu kỹ thuật của các aptômát đã chọn cho trong bảng

Áptômát	Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)
AT	NS 225 E	500	400	15
A1, A2	NS 400 E	500	200	7,5

Vì các aptômát đặt rất gần nguồn (biến áp) cần phải được kiểm tra theo dòng ngắn mạch.

Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch cho trên hình 5.8

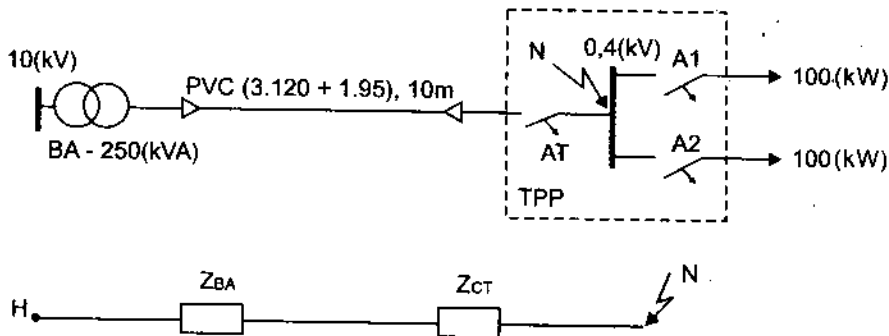
Tổng trở máy biến áp 250 - 10/0,4 quy về phía hạ là :

$$\dot{Z}_B = \frac{4,1 \cdot 0,4^2}{250^2} \cdot 10^6 + j \frac{4,5 \cdot 0,4^2}{250} \cdot 10^4 = 10,5 + j 28,8 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Trong đó $\Delta P_N = 4,1$ (kW) , U_N (%) = 4,5 (%) (tra sổ tay)

Tổng trở đoạn cáp tổng, 4 lõi đồngPVC (3 × 120 + 1.95) dài 10 m

$$\dot{Z}_C = \left(18,8 \cdot \frac{0,01}{120} + j0,1 \cdot 0,01 \right) 10^3 = 1,25 + j 1 \text{ (m}\Omega\text{)}$$



Hình 5.8. Sơ đồ nguyên lý TBAPP và sơ đồ thay thế tính ngắn mạch tại thanh cái 0,4 (kV)

Bỏ qua tổng trở AT, tính được dòng ngắn mạch tại thanh cái 0,4 (kV)

$$I_N = \frac{400}{\sqrt{3}\sqrt{(10,5 + 1,25)^2 + (28,8 + 1)^2}} = 7,15 \text{ (kA)}$$

Không cần tính ngắn mạch sau A1, A2 vì các aptômát nhánh đã chọn có $I_{cdm} = 7,5 \text{ (kA)} > I_N$.

Vậy chọn các aptômát như trên là hợp lý.

Ghi chú : Các máy biến áp phân phối cấp điện cho khu vực dân cư thường xuyên non tải, trong các giờ cao điểm (5 giờ chiều → 7 giờ chiều) có thể cho phép quá tải 25%.

Dòng quá tải của biến áp 250 (kVA) là

$$I_{qt} = 1,25 \cdot I_{dmB} = 1,25 \cdot 361,27 = 451,6 \text{ (A)}$$

Khi vận hành phải chỉnh định bộ phận tác động nhiệt sao cho khi dòng qua AT lớn hơn 451,6 (A) thì phải cắt. Muốn vậy phải chỉnh định AT-400 (A) có hệ số khởi động nhiệt là :

$$K_{kđnh} = \frac{I_{qtB}}{I_{dmAT}} = \frac{451,6}{400} = 1,13$$

5.5. LỰA CHỌN THANH GÓP

Thanh góp còn gọi là thanh cái hoặc thanh dẫn. Thanh góp được dùng trong các tủ động lực, tủ phân phối hạ áp, trong các tủ máy cắt, các trạm phân phối trong nhà, ngoài trời. Với các tủ điện cao hạ áp và trạm phân phối trong nhà dùng thanh góp cứng với trạm phân phối ngoài trời thường dùng thanh góp mềm.

Người ta chế tạo thanh góp nhiều kiểu dáng, chủng loại. Có thanh góp bằng đồng và bằng nhôm. Thanh góp nhôm thường chỉ dùng với dòng điện nhỏ, thanh góp đồng dùng cho mọi trị số dòng điện.

Về hình dáng, thanh góp phổ biến nhất có hình chữ nhật, khi dòng điện lớn có thể ghép 2, 3 thanh cho 1 pha, cũng có thể dùng thanh góp tròn, hình máng, hình vành khuyên.

Trong lưới cung cấp điện, phía trung áp thường dùng các tủ hợp bộ, trong đó đã đặt sẵn thanh góp và nhà chế tạo đã cho khả năng chịu các dòng ổn định động, ổn định nhiệt. Các tủ phân phối, tủ động lực cần phải tính toán, thiết kế, lắp đặt cho phù hợp với từng đối tượng sử dụng. Thanh cái đặt trong các tủ phân phối của TBAPP, tủ phân phối của khu chung cư, phân xưởng hoặc trong các tủ động lực phân xưởng, tủ tầng nhà cao tầng

thường có dòng không lớn lắm, chỉ cần dùng thanh góp chữ nhật.

Thanh góp trong lưới cung cấp điện được chọn theo dòng phát nóng và kiểm tra theo điều kiện ổn định động, ổn định nhiệt dòng ngắn mạch.

Bảng 5.6. CÁC ĐIỀU KIỆN CHỌN VÀ KIỂM TRA THANH GÓP

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
Dòng điện phát nóng lâu dài cho phép (A)	$K_1 K_2 I_{cp} \geq I_{cb}$
Khả năng ổn định động (kG/m ²)	$\sigma_{cp} \geq \sigma_{tt}$
Khả năng ổn định nhiệt (mm ²)	$F \geq \alpha I_{\infty} \sqrt{t_{qd}}$

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 làm thanh góp

với thanh góp nhôm $\sigma_{cp} = 700 \text{ kG/cm}^2$

với thanh góp đồng $\sigma_{cp} = 1400 \text{ kG/cm}^2$

σ_{tt} - ứng suất tính toán xuất hiện trong thanh góp do tác động của lực điện động dòng ngắn mạch

$$\sigma_{tt} = \frac{M}{W} \text{ (kG/cm}^2\text{)} \quad (5.27)$$

M - mômen uốn tính toán

$$M = \frac{F_{tt} l}{10} \text{ (kGm)} \quad (5.28)$$

F_{tt} - Lực tính toán do tác động của dòng ngắn mạch

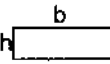
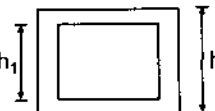
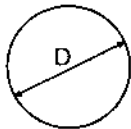
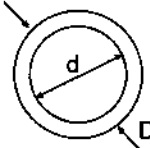
$$F_{tt} = ,76.10^{-2} \frac{l}{a} i_{xk} \text{ (kG)} \quad (5.29)$$

l - khoảng cách giữa các sứ của 1 pha, cm ;

a - khoảng cách giữa các pha, cm ;

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

Bảng 5.7. MÔMEN CHỐNG UỐN CỦA CÁC LOẠI THANH GÓP

Thanh chữ nhật		Thanh chữ nhật rỗng	Thanh tròn	Thanh tròn rỗng
Đặt đứng	Đặt ngang			
				
$W = \frac{bh^2}{6}$	$W = \frac{bh^2}{6}$	$W = \frac{h^3 - h_1^3}{6}$	$W = \frac{\pi D^3}{32}$	$W = \frac{\pi(D^3 - d^3)}{32}$

Ví dụ 5.13 : Yêu cầu lựa chọn thanh gắp đặt trong tủ phân phối hạ áp của trạm biến áp 315 (kVA) - 10/0,4 (kV).

GIẢI

Dòng điện lớn nhất qua thanh gắp là dòng định mức của biến áp

$$I_{dmB} = \frac{S_{dmB}}{\sqrt{3} U_{dmB}} = \frac{315}{\sqrt{3} 0,4} = 455,2 \text{ (A)}$$

Tra sổ tay chọn thanh gắp đồng chữ nhật M40 × 4 có $I_{cp} = 625 \text{ (A)}$

Cần tính toán dòng ngắn mạch để kiểm tra ổn định động, ổn định nhiệt.

Tổng trở biến áp quy về hạ áp với $P_N = 4,85 \text{ (kW)}$, $U_N = 4,5\%$ (tra sổ tay)

$$\dot{Z}_B = \frac{4,85 \cdot 0,4^2}{315^2} \cdot 10^6 + j \frac{4,5 \cdot 0,4^2}{315} \cdot 10^4 = 7 + j 20 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Bỏ qua trị số Z_{CT} và Z_{AT} coi $Z_N \approx Z_B$

Trị số dòng ngắn mạch chu kỳ :

$$I_N = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{7^2 + 20^2}} = 10,9 \text{ (kA)}$$

Trị số dòng ngắn mạch xung kích :

$$i_{xk} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10,9 = 27 \text{ (kA)}$$

Dự định đặt 3 thanh gắp cách nhau 15 cm, mỗi thanh đặt trên 2 sứ khung tủ cách nhau 70 cm.

$$F_{tt} = 1,68 \cdot 10^{-2} \frac{70}{15} \cdot 27 = 2,22 \text{ kG}$$

$$M = \frac{2,22 \cdot 70}{10} = 15,54 \text{ kGcm}$$

Mômen chống uốn của thanh đồng M 40 × 4 (mm) đặt đứng :

$$W = \frac{40 \cdot 4^2}{6} = 0,106 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{tt} = \frac{M}{W} = \frac{15,54}{0,106} = 146,6 \text{ kG/cm}^2$$

Với $\alpha = 6$, $t_{qd} = t_c = 0,5 \text{ s}$ kết quả kiểm tra thanh góp ghi trong bảng sau

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Dòng phát nóng lâu dài cho phép (A)	$K_1 K_2 I_{cp} = 1.1.625 > I_{cb} = 455,2$
Khả năng ổn định động (kG/m ²)	$\sigma_{cp} = 1400 > \sigma_{tt} = 146,6$
Khả năng ổn định nhiệt (mm ²)	$F = 40 \times 4 = 160 > 6.10,9 \sqrt{0,5} = 46$

Vậy dùng thanh góp đồng M 40 × 4 (mm) đặt đứng là thoả mãn

5.6. LỰA CHỌN DÂY DẪN VÀ CÁP

5.6.1. Giới thiệu chung về các phương pháp và phạm vi áp dụng

Có 3 phương pháp lựa chọn tiết diện dây dẫn và cáp:

1. Chọn tiết diện theo mật độ kinh tế của dòng điện J_{kt} .

J_{kt} (A/mm²) là số ampe lớn nhất trên 1 mm² tiết diện kinh tế. Tiết diện chọn theo phương pháp này sẽ có lợi về kinh tế.

Phương pháp chọn tiết diện dây theo J_{kt} áp dụng với lưới điện có điện áp $U \geq 110$ (kV), bởi vì trên lưới này không có thiết bị sử dụng điện trực tiếp đấu vào, vấn đề điện áp không cấp bách, nghĩa là yêu cầu không thật chặt chẽ.

Lưới trung áp đô thị và xí nghiệp nói chung khoảng cách tải điện ngắn, thời gian sử dụng công suất lớn cũng được chọn theo J_{kt} .

2. Chọn tiết diện theo điện áp cho phép ΔU_{cp}

Phương pháp lựa chọn tiết diện này lấy chỉ tiêu chất lượng điện làm

điều kiện tiên quyết. Chính vì thế, nó được áp dụng để lựa chọn tiết diện dây cho lưới điện nông thôn, thường đường dây tải điện khá dài, chỉ tiêu điện áp rất dễ bị vi phạm.

3. Chọn dây dẫn theo dòng phát nóng lâu dài cho phép J_{cp}

Phương pháp này tận dụng hết khả năng tải của dây dẫn và cáp, áp dụng cho lưới hạ áp đô thị, công nghiệp và sinh hoạt.

Bảng 5.8. PHẠM VI ÁP DỤNG CÁC PHƯƠNG PHÁP LỰA CHỌN TIẾT DIỆN DÂY DẪN VÀ CÁP

Lưới điện	J_{kt}	ΔU_{cp}	J_{cp}
Cao áp	Mọi đối tượng	—	—
Trung áp	Đô thị, công nghiệp	Nông thôn	—
Hạ áp	—	Nông thôn	Đô thị, công nghiệp

Tiết diện đủ chọn theo phương pháp nào cũng phải thoả mãn các điều kiện kỹ thuật sau đây :

$$\Delta U_{bt} \leq \Delta U_{btcp} \quad (5.30)$$

$$\Delta U_{sc} \leq \Delta U_{sccp} \quad (5.31)$$

$$I_{sc} \leq I_{cp} \quad (5.32)$$

Trong đó :

ΔU_{bt} , ΔU_{sc} - là tổn thất điện áp lúc đường dây làm việc bình thường và khi đường dây bị sự cố nặng nề nhất (đứt 1 đường dây trong lộ kép, đứt đoạn dây trong mạch kín) ;

ΔU_{btcp} , ΔU_{sccp} - trị số ΔU cho phép lúc bình thường và sự cố.

với $U \geq 110$ (kV) : $\Delta U_{cpbt} = 10\% U_{dm}$

$$\Delta U_{cpsc} = 20\% U_{dm}$$

với $U \leq 35$ (kV) : $\Delta U_{cpbt} = 5\% U_{dm}$

$$\Delta U_{cpsc} = 10\% U_{dm}$$

I_{sc} , I_{cp} - dòng điện sự cố lớn nhất qua dây dẫn và dòng điện phát nóng lâu dài cho phép.

Ngoài ra, tiết diện dây dẫn đường dây trên không phải thoả mãn các điều kiện về độ bền cơ học và tổn thất vầng quang (xem bảng 1.1)

Riêng với cáp ở mọi cấp điện áp phải thoả mãn điều kiện ổn định nhiệt dòng ngắn mạch

$$F \geq \alpha \cdot I_x \sqrt{t_{qd}} \quad (5.33)$$

Trong đó : α - hệ số, với nhôm $\alpha = 11$, với đồng $\alpha = 6$.

t_{qd} - thời gian quy đổi, với ngắn mạch trung, hạ áp cho phép

lấy $t_{qd} = t_c$ (thời gian cắt ngắn mạch), thường $t_c = (0,5 \div 1)s$

5.6.2. Lựa chọn tiết diện theo J_{kt}

Trình tự lựa chọn tiết diện theo phương pháp này như sau :

1. Căn cứ vào loại dây định dùng (dây dẫn hoặc cáp) và vật liệu làm dây (nhôm hoặc đồng) và trị số T_{max} tra bảng chọn trị số J_{kt} .

Bảng 5.9. 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 A. AC	1,3	1,1	1
Cáp đồng	3,5	3,1	2,7
Cáp nhôm	1,6	1,4	1,2

Nếu đường dây cấp điện cho nhiều phụ tải có T_{max} khác nhau thì xác định trị số trung bình của T_{max} theo biểu thức :

$$T_{max\text{tb}} = \frac{\sum S_i T_{max\ i}}{\sum S_i} \approx \frac{\sum P_i T_{max\ i}}{\sum P_i} \quad (5.34)$$

Trong đó S_i , P_i là phụ tải điện (phụ tải tính toán) của hộ tiêu thụ

2. Xác định trị số dòng điện lớn nhất chạy trên các đoạn dây :

$$I_{ij} = \frac{S_{ij}}{n \cdot \sqrt{3} U_{dm}} = \frac{P_{ij}}{n \cdot \sqrt{3} U_{dm} \cos \varphi} \quad (5.35)$$

với n - số lộ đường dây (lộ đơn $n = 1$, lộ kép $n = 2$)

3. Xác định tiết diện kinh tế từng đoạn

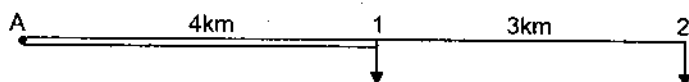
$$F_{ktij} = \frac{I_{ij}}{J_{kt}} \quad (5.36)$$

Căn cứ vào trị số F_{kij} tính được, tra sổ tay tìm tiết diện tiêu chuẩn gần nhất bé hơn.

4. Kiểm tra tiết diện đã chọn theo các điều kiện kỹ thuật từ (5.30) đến (5.33). Nếu có 1 điều kiện không thoả mãn, phải nâng tiết diện lên 1 cấp và thử lại.

Ví dụ 5.14 : Yêu cầu lựa chọn dây dẫn cho đường dây 10 (kV) cấp điện cho 2 xí nghiệp như hình 5.9. Các số liệu phụ tải cho trong bảng.

Phụ tải	S (kVA)	$\cos\varphi$	$T_{\max}$ (h)
Xí nghiệp 1	2000	0,8	5200
Xí nghiệp 2	1000	0,7	4000



Hình 5.9. Đường dây 10 (kV) cấp điện cho 2 xí nghiệp

GIẢI

Vì đường dây cấp điện cho xí nghiệp (có chiều dài ngắn, $T_{\max}$ lớn) chọn tiết diện theo J_{kt} , dây AC.

$$T_{\max th} = \frac{2000.5200 + 1000.4000}{2000 + 1000} = 4800 \text{ (h)}$$

Từ $T_{\max th} = 4800$ (h) và dây AC tra bảng 5.9 có $J_{kt} = 1,1$ (A/mm²)

- Trị số dòng trên các đoạn :

$$I_{12} = \frac{S_2}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 57,8 \text{ (A)}$$

$$I_{A1} = \frac{\sqrt{(P_1 + P_2)^2 + (Q_1 + Q_2)^2}}{2\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{\sqrt{(1600 + 700)^2 + (1200 + 710)^2}}{2\sqrt{3} \cdot 10} = 86,4 \text{ (A)}$$

- Tiết diện kinh tế mỗi đoạn :

$$F_{12} = \frac{57,8}{1,1} = 52,5 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$F_{A1} = \frac{86,4}{1,1} = 78,5 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Tra bảng tiết diện tiêu chuẩn chọn dây gần nhất bé hơn

Đoạn 12 chọn AC-50 có $\dot{Z}_0 = 0,64 + j 0,368 (\Omega/\text{km})$

Đoạn A1 chọn 2AC-70 có $\dot{Z}_0 = 0,46 + j 0,36 (\Omega/\text{km})$

- Kiểm tra các tiêu chuẩn kỹ thuật :

Tổn thất điện áp lớn nhất lúc bình thường (không dây nào bị đứt)

$$\Delta U_{\max} = \Delta U_{A12} = \Delta U_{A1} + \Delta U_{12}$$

$$\Delta U_{\max} = \frac{(1600 + 700)0,46,4 + (1200 + 710)0,36,4}{2.10} + \frac{700.0,64,3 + 710.0,368,3}{10}$$

$$= 349,1 + 212,7 = 561,8 (\text{V})$$

$$\Delta U_{\max} = 561,8 (\text{V}) > \Delta U_{\text{bicip}} = 5\% U_{\text{dm}} = 500 (\text{V})$$

Cần nâng tiết diện đoạn A1 lên 95 mm^2 có $\dot{Z}_0 = 0,33 + j 0,34 (\Omega/\text{km})$

$$\Delta U_{\max} = \frac{(1600 + 700)0,33,4 + (1200 + 710)0,34,4}{2.10} + 212,7 = 281,8 + 212,7 = 494,5 (\text{V})$$

$$\Delta U_{\max} = 494,5 (\text{V}) < \Delta U_{\text{bicip}} = 500 (\text{V})$$

- Khi sự cố một lộ trên đường lộ kép A1, tổn thất điện áp trên đoạn A1 tăng gấp đôi :

$$\Delta U_{\text{sc}} = 2\Delta U_{A1} + \Delta U_{A2} = 28,18 + 212,7 = 776,5 (\text{V})$$

$$\Delta U_{\text{sc}} = 776,5 (\text{V}) < \Delta U_{\text{sccp}} = 10\% U_{\text{dm}} = 1000 (\text{V})$$

- Khi sự cố 1 lộ trên lộ kép A1, dòng điện trên đường còn lại tăng gấp đôi

$$I_{\text{sc}} = 2I_{A1} = 2 \cdot 86,4 = 172,8 (\text{A})$$

$$I_{\text{sc}} = 172,8 (\text{A}) < I_{\text{cp}} = 325 (\text{A})$$

Vậy chọn dây dẫn cho toàn bộ đường dây như sau :

Đoạn A1 : 2AC - 95

Đoạn 12 : AC - 50.

5.6.3. Chọn tiết diện dây dẫn theo ΔU_{cp}

Xuất phát từ nhận xét : khi thiết diện dây dẫn thay đổi thì điện trở thay đổi theo còn điện kháng rất ít thay đổi, tra sổ tay thấy $x_0 (\Omega/\text{km})$ có giá trị

$x_0 = 0,33 \div 0,45$ bất kể cỡ dây dẫn và khoảng cách giữa các pha. Vì thế có thể cho 1 trị số x_0 ban đầu nằm trong khoảng giá trị trên thì sai số phạm phải là không lớn.

Tổn thất điện áp xác định theo biểu thức đã biết :

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U_{dm}} = \frac{PR}{U_{dm}} + \frac{QX}{U_{dm}} = \Delta U' + \Delta U''$$

Khi cho giá trị x_0 , tính được :

$$\Delta U'' = \frac{QX}{U_{dm}} = x_0 \frac{Ql}{U_{dm}}$$

Từ đây xác định được $\Delta U' = \Delta U_{cp} - \Delta U''$

$$\text{Mặt khác } \Delta U' = \frac{PR}{U_{dm}} = \frac{P \cdot \rho \cdot l}{F \cdot U_{dm}}$$

Suy ra

$$F = \frac{\rho Pl}{U_{dm} \Delta U'}$$

Vậy trình tự xác định tiết diện dây theo phương pháp này như sau :

1. Cho 1 trị số x_0 lân cận 0,4 (Ω/km), trường hợp tổng quát đường dây n tải, tính được

$$\Delta U'' = \frac{x_0}{U_{dm}} \sum Q_{ij} l_{ij} \quad (5.37)$$

2. Xác định thành phần $\Delta U'$

$$\Delta U' = \Delta U_{cp} - \Delta U'' \quad (5.38)$$

3. Xác định tiết diện tính toán theo ΔU_{cp} :

$$F = \frac{\rho}{U_{dm} \Delta U'} \sum Pl \quad (5.39)$$

Chọn tiết diện tiêu chuẩn gần nhất lớn hơn.

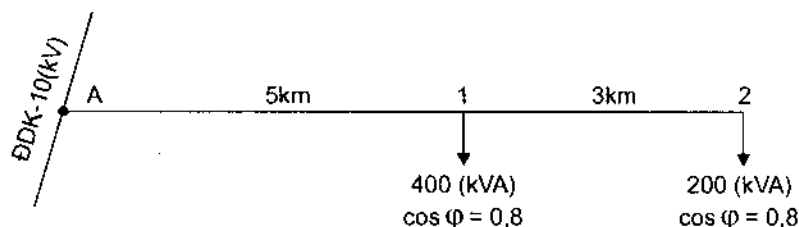
4. Kiểm tra lại tiết diện đã chọn theo các tiêu chuẩn kỹ thuật (5.30), (5.31), (5.32).

Trong các công thức trên :

$$Q \text{ (kVAr)}, P \text{ (kW)}, l \text{ (km)}, \Delta U' \text{ (V)}, U_{dm} \text{ (kV)}$$

Ví dụ 5.15 : ĐDK - 10 (kV) cấp điện cho 2 phụ tải nông thôn từ điểm

A trên đường trục 10 (kV) của huyện. Cho biết tổn thất điện áp cho phép từ điểm rẽ A về đến phụ tải 2 là 3% U_{dm} (H.5.10). Yêu cầu xác định tiết diện dây dẫn cho đường dây A12.



Hình 5.10. Đường dây cấp điện cho 2 phụ tải

GIẢI

Dây được chọn theo ΔU_{cp} , loại dây AC.

Cho $x_0 = 0,35$ (Ω/km)

$$\Delta U'' = \frac{0,35}{10} [(400 \cdot 0,6 + 200 \cdot 0,6)5 + (200 \cdot 0,6)3] = 75,6 \text{ (V)}$$

$$\Delta U' = 3\% U_{dm} - \Delta U'' = 300 - 75,6 = 224,4 \text{ (V)}$$

Tiết diện tính toán :

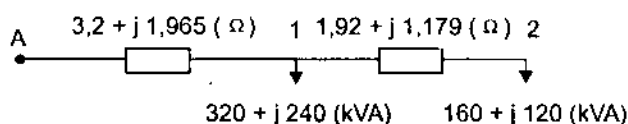
$$F = \frac{31,5}{10 \cdot 224,4} [(400 \cdot 0,8 + 200 \cdot 0,8)5 + (200 \cdot 0,8)3]$$

$$= 40,43 \text{ mm}^2$$

Chọn tiết diện tiêu chuẩn $50 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{AC} - 50$.

Kiểm tra lại :

Tra sổ tay với dây AC-50, treo trên 3 đỉnh tam giác đều cách 2 m có $r_0 = 0,64$ (Ω/km), $x_0 = 0,393$ (Ω/km).



Hình 5.11. Sơ đồ thay thế đường dây 10 (kV) ví dụ 5.15

$$Z_{A1} = 0,64 \cdot 5 + j 0,393 \cdot 5 = 3,2 + j 1,965 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$Z_{A2} = 0,64 \cdot 3 + j 0,393 \cdot 3 = 1,92 + j 1,179 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$\Delta U_{A12} = \frac{(320 + 160)3,2 + (240 + 120)1,965}{10} + \frac{160 \cdot 1,92 + 120 \cdot 1,179}{10} = 269,2 \text{ (V)}$$

$$\Delta U_{A12} = 269,2 \text{ (V)} < \Delta U_{cp} = 300 \text{ (V)}$$

Vậy chọn dây AC-50 cho toàn tuyến là hợp lý.

Đáp án : Chọn dây AC-50.

5.6.4. Chọn tiết diện theo I_{cp}

Công thức xác định tiết diện theo I_{cp} rất đơn giản

$$K_1 K_2 I_{cp} \geq I_{tt} \quad (5.40)$$

Trong đó :

K_1 - hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ kể đến sự chênh lệch nhiệt độ môi trường chế tạo và môi trường đặt dây, tra sổ tay ;

K_2 - hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ, kể đến số lượng cáp đặt chung 1 rãnh, tra sổ tay ;

I_{cp} - dòng phát nóng cho phép, nhà chế tạo cho ứng với từng loại dây, từng tiết diện dây, tra sổ tay ;

I_{tt} - dòng điện làm việc lớn nhất (dài hạn) qua dây.

Tiết diện dây sau khi chọn theo (5.40) phải thử lại mọi điều kiện kỹ thuật, ngoài ra còn phải kiểm tra điều kiện kết hợp với các thiết bị bảo vệ.

Nếu bảo vệ bằng cầu chì :

$$K_1 K_2 I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{\alpha} \quad (5.41)$$

$\alpha = 3$, với mạch động lực (cấp điện cho các máy)

$\alpha = 0,8$, với mạch sinh hoạt.

Nếu bảo vệ bằng aptômát :

$$K_1 K_2 I_{cp} \geq \frac{1,25 I_{dmA}}{1,5} \quad (5.42)$$

với $1,25 I_{dmA}$ là dòng khởi động nhiệt ($I_{kd.nh}$) của aptômát, trong đó 1,25 là hệ số cắt quá tải của aptômát.

Ví dụ 5.16 : Yêu cầu lựa chọn dây dẫn cấp điện cho động cơ máy mài có số liệu kỹ thuật cho theo bảng dưới đây, biết rằng dây dẫn đi chung 1 rãnh với 5 dây khác, nhiệt độ môi trường $+30^\circ\text{C}$, dây được bảo vệ bằng cầu chì có $I_{dc} = 50 \text{ A}$.

Động cơ	$P_{dm}(kW)$	$\cos\phi$	K_{mm}	η
Máy mài	10	0,8	5	0,9

GIẢI

Dòng điện lâu dài lớn nhất qua máy mài là dòng định mức :

$$I_{tt} = I_{dmD} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 21,125 \text{ (A)}$$

Tra bảng chọn cáp đồng 4 lõi PVC (3 . 2,5 + 1 . 2,5) có $I_{cp} = 36 \text{ (A)}$

Từ nhiệt độ môi trường tra sổ tay có $K_1 = 0,94$

với 6 cáp đi chung 1 rãnh tra sổ tay có $K_2 = 0,75$

$$K_1 K_2 I_{cp} = 0,94 \cdot 0,75 \cdot 36 = 25,38 \text{ (A)} > I_{tt} = 21,125 \text{ (A)}$$

Thử lại điều kiện kết hợp cầu chì bảo vệ

$$K_1 K_2 I_{cp} = 25,38 \text{ (A)} > \frac{I_{dc}}{3} = \frac{50}{3} = 16,67 \text{ (A)}$$

Không cần kiểm tra ΔU vì đường dây ngắn.

Không cần kiểm tra ổn định nhiệt dòng ngắn mạch vì xa nguồn.

Ví dụ 5.17 : Yêu cầu lựa chọn đường dây trục hạ áp cho 1 căn hộ gia đình có công suất đặt $P_d = 6 \text{ (kW)}$, biết rằng căn hộ được bảo vệ bằng cầu chì tổng $I_{dc} = 30 \text{ (A)}$.

GIẢI

Công suất tính toán của căn hộ

$$P_{tt} = K_{dt} \cdot P_d = 0,8 \cdot 6 = 4,8 \text{ (kW)}$$

Dòng điện tính toán :

$$I_{tt} = \frac{4,8}{0,22 \cdot 0,85} = 25,67 \text{ (A)}$$

Dự định dùng dây bọc nhựa lõi đồng đi trong ống nhựa trên tường :

vì dùng dây nội $K_1 = 1$

vì đi riêng rẽ $K_2 = 1$

Tra sổ tay chọn dây bọc lõi đồng, dây dúp M (2 x 2,5) có $I_{cp} = 30 \text{ (A)}$

$$K_1 K_2 I_{cp} = 30 \text{ (A)} > I_{tt} = 25,67 \text{ (A)}$$

Thử lại điều kiện kết hợp cầu chì :

$$K_1 K_2 I_{cp} < \frac{I_{dc}}{\alpha} = \frac{30}{0,8} = 37,5 \text{ (A)}$$

Điều kiện này không đảm bảo phải chọn dây M (2 x 4) có $I_{cp} = 41$ (A).

Đáp án: chọn dây M (2 x 4)

Ví dụ 5.18 : Yêu cầu lựa chọn cáp tổng hạ áp dẫn điện từ máy biến áp 250 (kVA) = 10/0,4 (kV) sang tủ phân phối của trạm dài 10 m (H.5.12), biết máy biến áp không cho phép quá tải, nhiệt độ $t = +25^{\circ}\text{C}$.

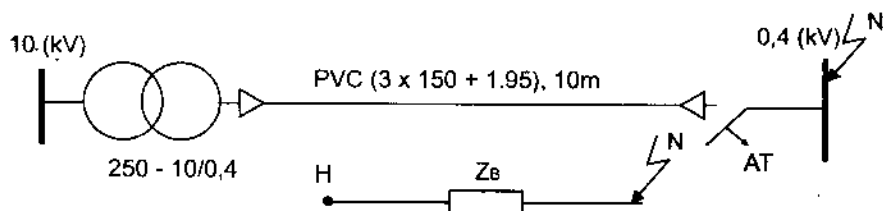
GIẢI

Vì máy biến áp không cho phép quá tải, dòng lớn nhất qua cáp là dòng định mức của biến áp

$$I_{tt} = I_{dmD} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 361,27 \text{ (A)}$$

Chọn dây cáp đồng 4 lõi do Lens chế tạo PVC (3.150 + 1.95) có $I_{cp} = 397$ (A) vì $t = +25^{\circ}\text{C}$ nên $K_1 = 1$, cáp đi riêng $K_2 = 1$.

Vì cáp tổng ở rất gần nguồn (TBA), nên cần phải kiểm tra ổn định nhiệt dòng ngắn mạch hạ áp với sơ đồ thay thế như sau :



Hình 5.12. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế tính ngắn mạch hạ áp TBAPP

Để tính ngắn mạch, có thể bỏ qua tổng trở đoạn cáp và AT.

$$\dot{Z}_B = \frac{4,1 \cdot 0,4^2}{250^2} \cdot 10^6 + j \frac{4,5 \cdot 0,4^2}{250} \cdot 10^4 = 10,5 + j 28,8 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Trong đó $\Delta P_N = 4,1$ (kW) , $U_N = 4,5(\%)$ - tra sổ tay với biến áp do ABB chế tạo.

$$I_N = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{10,5^2 + 28,8^2}} = 7,3 \text{ (kA)}$$

Muốn đảm bảo ổn định nhiệt tiết diện cáp 150 phải thỏa mãn biểu thức

$$F = 150 \geq \alpha \cdot I_{\infty} \sqrt{t_c}$$

Lấy $\alpha = 6$, $t_c = 0,8\text{s}$ và $I_{\infty} = I_N = 7,3$ (kV)

Điều kiện trên hoàn toàn thoả mãn

$$F = 150 \geq 6 \cdot 7,3 \sqrt{0,8} = 39 \text{ mm}^2.$$

Không cần kiểm tra ΔU vì dây quá ngắn.

Vậy chọn cáp tổng PVC(3 × 150 + 1.95)

Đáp án : PVC(3 × 150 + 1.95)

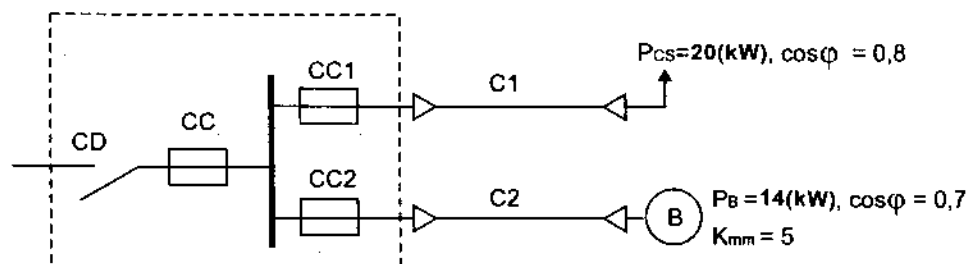
BÀI TẬP CHƯƠNG 5

BT5.1. Yêu cầu lựa chọn bộ CD-CCT và các cầu chì nhánh đặt trong tủ động lực cấp điện cho 1 nhóm máy công cụ có các số liệu cho trong bảng dưới đây.

Động cơ	$P_{dm}(kW)$	$\cos\varphi$	K_{mm}	K_t	η
Máy mài	12	0,8	5	0,8	0,9
Máy khoan	7,5	0,8	5	0,8	0,9
Máy tiện 1	5	0,8	5	0,8	0,9
Máy tiện 2	4	0,8	5	0,8	0,9
Quạt gió	1,7	0,8	5	0,8	0,9

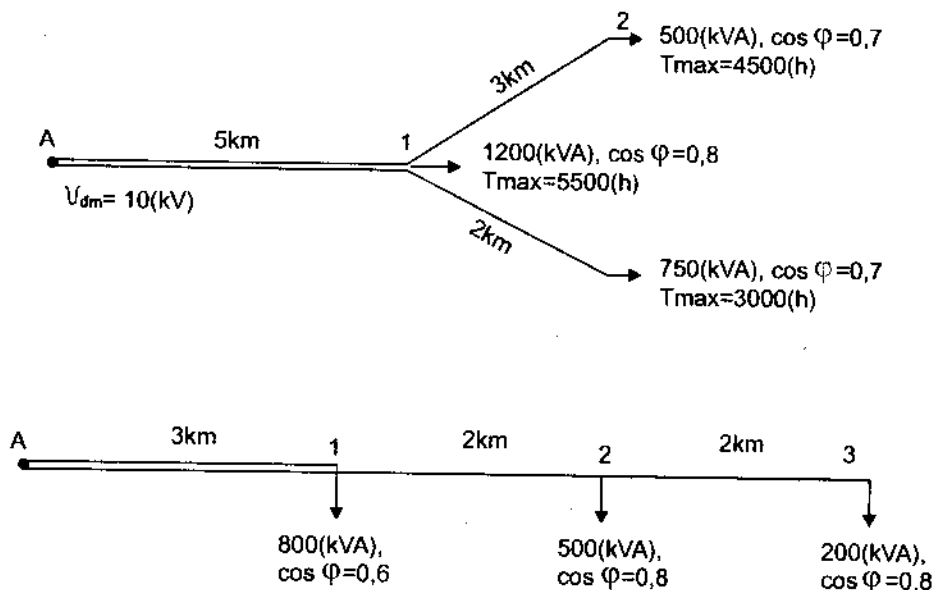
BT5.2. Yêu cầu lựa chọn bộ CD-CC hộp bảo vệ đường dây vào 1 xóm ngõ có 25 hộ dân nông nghiệp.

BT5.3. Yêu cầu chọn bộ CD-CCT và 2 cầu chì nhánh trong hộp điện cấp điện cho 1 máy bơm và 1 phụ tải chiếu sáng, sau đó chọn dây dẫn tới máy bơm và tới phụ tải chiếu sáng, không yêu cầu kiểm tra ΔU và điều kiện ngắn mạch. Các số liệu cho trên hình BT5.3.



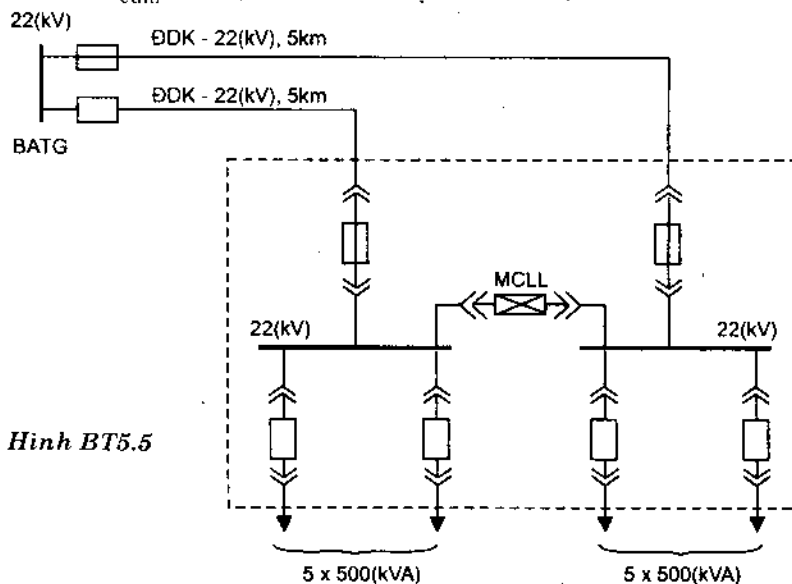
Hình BT5.3

822.



Hình BT5.4

BT.5.5. Trạm phân phối 22 kV cấp điện cho 10 phụ tải. Trạm nhận điện từ trạm BATG 110/22 (kV) cách 5 km qua 2 máy cắt đầu nguồn của Siemens có $I_{\text{cdm}} = 40$ (kA). Các số liệu cho trên hình BT5.5.



Hình BT5.5

Yêu cầu :

1. Lựa chọn dây dẫn ĐDK-22 (kV) cấp điện cho trạm PP.
2. Lựa chọn toàn bộ các máy cắt trong trạm PP.

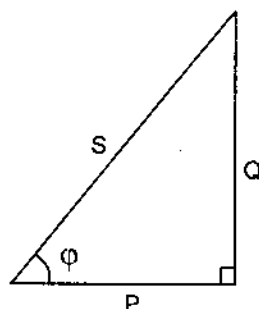
Chương 6

NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT

6.1. HỆ SỐ CÔNG SUẤT VÀ Ý NGHĨA CỦA VIỆC NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT

Các đại lượng biểu diễn công suất có liên quan mật thiết với nhau qua tam giác công suất

S - công suất toàn phần
P - công suất tác dụng
Q - công suất phản kháng
 φ - góc giữa S và P



Hình 6.1. Tam giác công suất

Trị số của góc φ có ý nghĩa rất quan trọng

Nếu $\varphi \downarrow$ thì $P \uparrow$, $Q \downarrow$; khi $\varphi = 0$ thì $P \equiv S$, $Q = 0$

Nếu $\varphi \uparrow$ thì $P \downarrow$, $Q \uparrow$; khi $\varphi = 90^\circ$ thì $Q \equiv S$, $P = 0$

Trong nghiên cứu và tính toán thực tế người ta thường dùng khái niệm hệ số công suất ($\cos\varphi$) thay cho góc giữa S và P (φ).

Khi $\cos\varphi$ càng nhỏ (tức φ càng lớn) thì lượng công suất phản kháng tiêu thụ (hoặc truyền tải) càng lớn và công suất tác dụng càng nhỏ, ngược lại $\cos\varphi$ càng lớn (tức φ càng nhỏ) thì lượng Q tiêu thụ (hoặc truyền tải) càng nhỏ.

Lượng Q truyền tải trên lưới điện các cấp từ nhà máy điện đến hộ tiêu thụ càng lớn càng gây tổn thất lớn trên lưới điện.

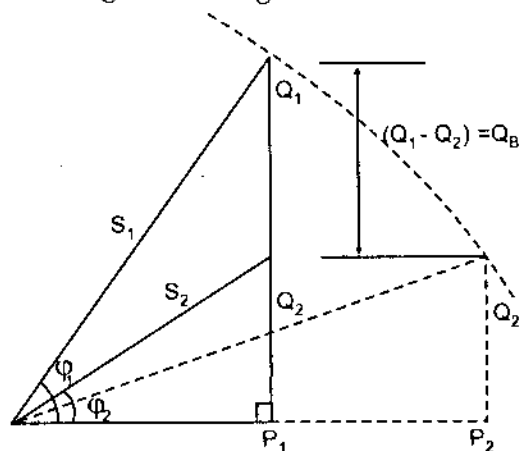
Các xí nghiệp công nghiệp sử dụng nhiều động cơ không đồng bộ ba pha, thường xuyên non tải hoặc không tải, tiêu thụ lượng Q rất lớn, $\cos\varphi$ thấp, ví dụ các xí nghiệp cơ khí thường có $\cos\varphi = 0,5 \div 0,6$. Lượng Q mà các xí nghiệp công nghiệp tiêu thụ chiếm khoảng $65\% \div 70\%$ tổng công suất Q phát ra từ các nhà máy điện.

Nếu các xí nghiệp công nghiệp, bằng các giải pháp kỹ thuật nâng cao $\cos\varphi$, nghĩa là làm giảm lượng công suất phản kháng truyền tải trên lưới điện từ các nhà máy điện đến xí nghiệp, thì sẽ dẫn tới làm tăng tính kinh tế vận hành lưới điện. Cụ thể là :

1. Làm giảm tổn thất điện áp trên lưới điện

Giả thiết công suất tác dụng không đổi, $\cos\varphi$ của xí nghiệp tăng từ $\cos\varphi_1$ lên $\cos\varphi_2$, nghĩa là lượng công suất phản kháng truyền tải giảm từ Q_1 xuống Q_2 . Khi đó, do $Q_1 > Q_2$

$$\Delta U_1 = \frac{PR + Q_1 X}{U} > \frac{PR + Q_2 X}{U} = \Delta U_2$$



Hình 6.2. Trùng số Q tương ứng với trùng số góc φ

2. Làm giảm tổn thất công suất trên lưới điện

$$\Delta \dot{S}_1 = \frac{P^2 + Q_1^2}{U^2} Z > \frac{P^2 + Q_2^2}{U^2} Z = \Delta \dot{S}_2$$

3. Làm giảm tổn thất điện năng trên lưới điện

$$\Delta A_1 = \frac{P^2 + Q_1^2}{U^2} R \cdot T > \frac{P^2 + Q_2^2}{U^2} R \cdot T = \Delta A_2 R$$

nhận thấy $\Delta \dot{S}$ và ΔA giảm tỉ lệ với bình phương lượng giảm Q .

4. Làm tăng khả năng tải của đường dây và biến áp.

Từ hình 6.2 nhận thấy $S_2 < S_1$, nghĩa là đường dây và biến áp chỉ cần tải công suất S_2 sau khi giảm lượng Q truyền tải. Nếu đường dây và máy biến áp đã chọn để tải S_1 thì với Q_2 có thể tải lượng P lớn hơn (xem hình

6.2). Điều này cho thấy, khi làm giảm Q có thể làm tăng khả năng tải công suất P của đường dây và máy biến áp (từ P_1 lên P_2).

Các giải pháp làm tăng $\cos\varphi$ của xí nghiệp công nghiệp được gọi bằng một thuật ngữ là *BÙ COS φ* .

6.2. CÁC GIẢI PHÁP BÙ COS φ TỰ NHIÊN

Bù cos φ tự nhiên cũng là một thuật ngữ chỉ những giải pháp không cần đặt thiết bị bù mà đã làm tăng được trị số $\cos\varphi$. Đó chính là những giải pháp đơn giản, rẻ tiền làm giảm lượng tiêu thụ Q của xí nghiệp. Các giải pháp bù $\cos\varphi$ tự nhiên thường dùng là :

6.2.1. Thay động cơ thường xuyên non tải bằng động cơ có công suất bé hơn

Trị số $\cos\varphi$ của động cơ tỉ lệ với hệ số tải của động cơ, động cơ càng non tải thì $\cos\varphi$ càng thấp.

Mỗi xí nghiệp công nghiệp lớn có hàng ngàn động cơ các loại, nếu các động cơ thường xuyên non tải được thay bằng động cơ có công suất nhỏ hơn (làm cho hệ số tải tăng lên) thì sẽ làm cho $\cos\varphi$ từng động cơ tăng lên dẫn đến $\cos\varphi$ của toàn xí nghiệp tăng lên đáng kể.

Ví dụ, động cơ máy tiện 10 (kW), nhưng do quá trình gia công chỉ cần sử dụng công suất 5,5 (kW), khi đó hệ số tải :

$$K_t = \frac{5,5}{10} = 0,55$$

Nếu thay động cơ máy tiện bằng động cơ 7 (kW), sẽ có hệ số tải

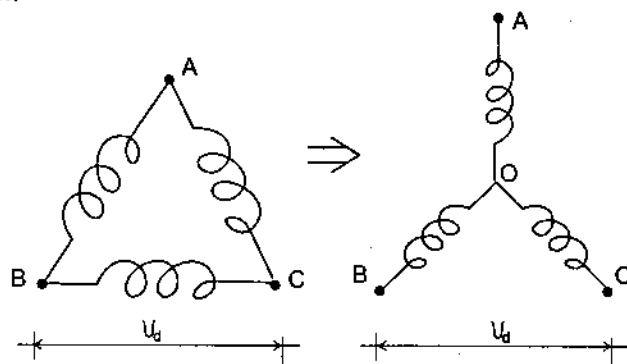
$$K_t = \frac{5,5}{7} \approx 0,8$$

Kinh nghiệm chỉ ra rằng :

- Với những động cơ có $K_t < 0,45$ thì nên thay
- Với những động cơ có $K_t > 0,75$ không nên thay
- Với những động cơ có $K_t = 0,45 + 0,75$ cần phải so sánh kinh tế 2 phương án : thay và không thay, xem phương án nào có lợi hơn, sau đó mới quyết định có thay động cơ non tải đó bằng động cơ có công suất nhỏ hơn không.

6.2.2. Giảm điện áp đặt vào cực động cơ thường xuyên non tải

Đây cũng là giải pháp làm tăng hệ số tải của động cơ làm cho $\cos\varphi$ động cơ tăng lên.



Hình 6.3. Đổi nối tam giác $\rightarrow$ sao

Từ hình 6.3 thấy rằng khi các cuộn dây động cơ đấu tam giác thì mỗi cuộn chịu điện áp dây. Khi động cơ thường xuyên non tải ta chuyển đổi đấu nối tại cực động cơ để chuyển thành nối sao thì điện áp đặt trên 2 cuộn là

U_d , mỗi cuộn chỉ chịu điện áp pha, mà $U_{pha} = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$, nghĩa là đã làm cho

công suất động cơ giảm $\sqrt{3}$ lần.

Công suất động cơ đấu tam giác $P = \sqrt{3} U_d I \cos\varphi$

Công suất động cơ sau khi đấu sao $P' = \sqrt{3} U_f I \cos\varphi$

Với công suất làm việc thực tế P_{lv} không đổi thì hệ số tải đã được nâng cao :

$$K'_t = \frac{P_{lv}}{P'} > K_t = \frac{P_{lv}}{P} \text{ (do } P' < P \text{)}$$

6.2.3. Tăng cường chất lượng sửa chữa động cơ

Động cơ sau khi sửa chữa thường có $\cos\varphi$ thấp hơn so với trước sửa chữa, mức độ giảm thấp $\cos\varphi$ tùy thuộc vào chất lượng sửa chữa động cơ.

Mỗi xí nghiệp lớn thường xuyên có hàng trăm động cơ thay nhau sửa chữa, chính thế ở những xí nghiệp này phải xây dựng phân xưởng sửa chữa cơ khí, chủ yếu làm nhiệm vụ sửa chữa động cơ.

Nếu chất lượng sửa chữa đảm bảo sẽ góp phần không nhỏ vào việc giảm mức tiêu thụ Q của động cơ sau sửa chữa và góp phần làm tăng $\cos\varphi$ của xí nghiệp. Vì thế, tăng cường chất lượng sửa chữa động cơ rất cần được

các xí nghiệp công nghiệp lưu ý đúng mức.

Tóm lại, bằng các giải pháp tổng hợp và đồng bộ kể trên, chắc chắn sẽ giúp cho $\cos\varphi$ của xí nghiệp được nâng cao trước khi sử dụng các thiết bị bù, điều này đem lại lợi ích kinh tế rõ rệt cho các xí nghiệp.

Ví dụ, một xí nghiệp cơ khí trung quy mô có tổng công suất tính toán là $P = 10.000$ (kW), $\cos\varphi = 0,5$, lượng Q tiêu thụ sẽ là :

$$Q = P \cdot \tan\varphi = 10.000 \times 1,732 = 17.320 \text{ (kVAr)}.$$

Giả sử sử dụng các giải pháp bù nhân tạo nêu trên nâng được $\cos\varphi$ lên 0,6, khi đó lượng Q tiêu thụ chỉ còn :

$$Q = 10.000 \times 1,33 = 13.300 \text{ (kVAr)}$$

nghĩa là giảm được một lượng tiêu thụ Q là :

$$17.320 - 13.300 = 4.020 \text{ (kVAr)}$$

Như vậy xí nghiệp bớt được khoản tiền mua, lắp đặt, quản lý, bảo dưỡng 4.020 (kVAr) tự bù.

6.3. CÁC THIẾT BỊ BÙ $\cos\varphi$

Bù $\cos\varphi$ tại xí nghiệp là một thuật ngữ của ngành điện, thực chất là xí nghiệp tự đặt thiết bị phát ra Q để tự túc một phần hoặc toàn bộ nhu cầu tiêu thụ Q trong xí nghiệp, làm giảm lượng Q truyền tải trên lưới điện cung cấp cho xí nghiệp.

Thiết bị để phát ra Q thường dùng trên lưới điện là máy bù và tụ bù. Máy bù, hay còn gọi là máy bù đồng bộ, là động cơ đồng bộ chạy quá kích thích chỉ phát ra Q . Ưu khuyết điểm của hai loại thiết bị bù này giới thiệu trong bảng 6.1.

Bảng 6.1. SO SÁNH ĐẶC TÍNH KINH TẾ - KỸ THUẬT CỦA MÁY BÙ VÀ TỤ BÙ

Máy bù	Tụ bù
Cấu tạo, vận hành, sửa chữa phức tạp	Cấu tạo, vận hành, sửa chữa đơn giản
Đắt	Rẻ
Tiêu thụ nhiều điện năng $\Delta P = 5 \text{ (}\%) Q_b$	Tiêu thụ ít điện năng $\Delta P = (2 - 5) \text{ (}\%) Q_b$
Tiếng ồn lớn	Yên tĩnh
Điều chỉnh Q_b trơn	Điều chỉnh Q_b theo cấp

Qua bảng so sánh trên, nhận thấy tụ bù có nhiều ưu điểm hơn máy bù, nhược điểm duy nhất của tụ là công suất Q_b phát ra không tròn mà thay đổi theo cấp (bậc thang) khi tăng, giảm số tụ bù. tuy nhiên, điều này không quan trọng, vì bù $\cos\varphi$ mục đích là làm sao cho $\cos\varphi$ của xí nghiệp lớn hơn $\cos\varphi$ quy định là 0,85 chứ không cần có trị số thật chính xác. Thường bù $\cos\varphi$ lên trị số từ 0,9 đến 0,95.

Tóm lại, trên lưới điện xí nghiệp công nghiệp, dịch vụ và dân dụng chỉ nên bù bằng tụ điện.

6.4. PHÂN PHỐI TỐI ƯU CÔNG SUẤT BÙ TRÊN LƯỚI ĐIỆN XÍ NGHIỆP

6.4.1. Xác định tổng công suất phản kháng cần bù

Từ hình 6.2, nếu công suất tác dụng không thay đổi thì ứng với $\cos\varphi_1$ có :

$$Q_1 = P \cdot \operatorname{tg}\varphi_1$$

với $\cos\varphi_2$ có :

$$Q_2 = P \cdot \operatorname{tg}\varphi_2$$

Công suất cần bù tại xí nghiệp để nâng hệ số công suất của xí nghiệp từ $\cos\varphi_1$ lên $\cos\varphi_2$ là :

$$Q_b = Q_1 - Q_2 = P \operatorname{tg}\varphi_1 - P \operatorname{tg}\varphi_2$$

$$Q_b = P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) \quad (6.1)$$

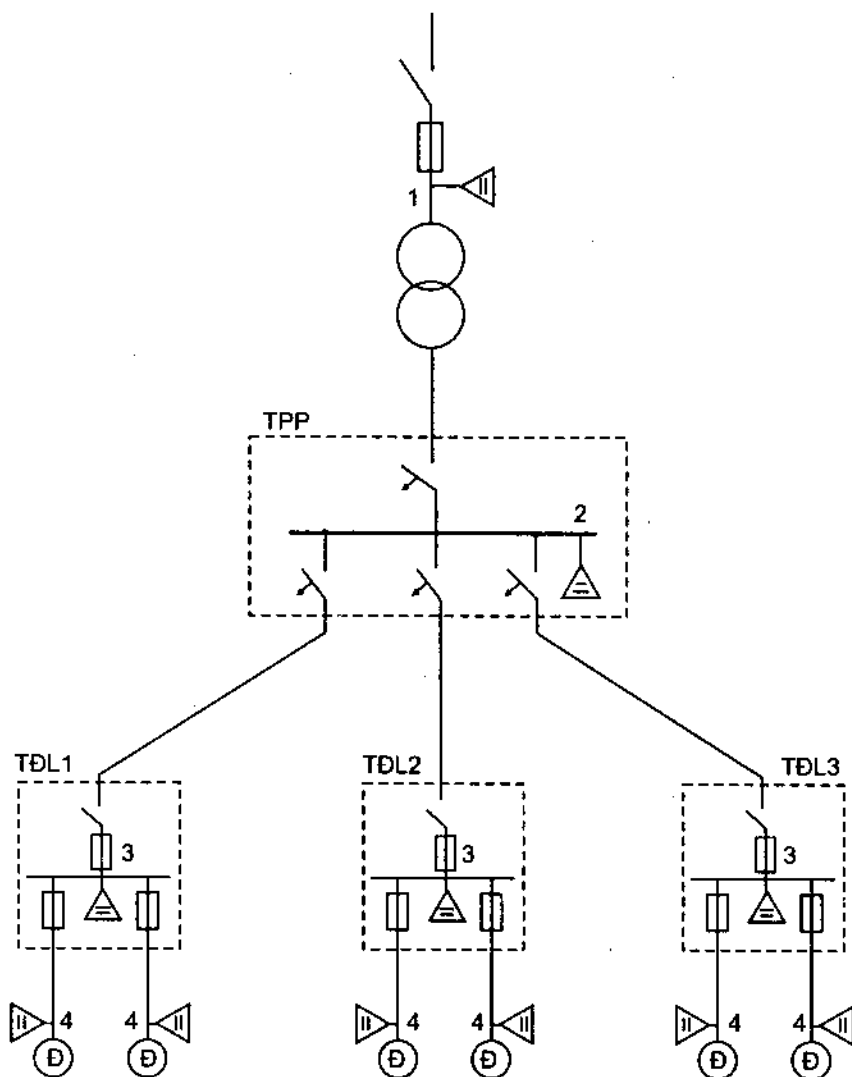
Trong đó : P - công suất tác dụng tính toán của xí nghiệp (kW)

6.4.2. Phân phối tối ưu công suất bù

Trên hình 6.4, giới thiệu các vị trí có thể đặt tụ bù $\cos\varphi$ trên lưới điện xí nghiệp.

1. Đặt tụ bù phía cao áp của xí nghiệp : Đặt tại vị trí này có lợi là giá tụ cao áp thường rẻ hơn tụ hạ áp, tuy nhiên chỉ làm giảm tổn thất điện năng từ 1 trở lên lưới điện, không giảm được tổn thất điện năng trong trạm biến áp và lưới hạ áp xí nghiệp.

2. Đặt tụ bù tại thanh cái hạ áp của TBA xí nghiệp. Tụ điện đặt tại vị trí này, so với vị trí 1, làm giảm thêm tổn thất điện năng trong trạm biến áp và cũng không làm giảm tổn thất điện năng trên lưới hạ áp xí nghiệp.



Hình 6.4. Vị trí đặt tụ bù trên lưới điện xí nghiệp

3. Đặt tụ bù tại các tủ động lực. Đặt tụ bù tại các điểm này làm giảm được tổn thất điện năng trên các đường dây từ tủ phân phối tới các tủ động lực và trong trạm biến áp xí nghiệp.

4. Đặt tụ bù tại cực của tất cả động cơ. Đặt bù tại cực động cơ có lợi nhất về giảm tổn thất điện năng, tuy nhiên vốn đầu tư sẽ cao và tăng chi phí quản lý, vận hành, bảo dưỡng tụ.

Đặt bù ở những vị trí nào với công suất bao nhiêu là lời giải của bài toán "Phân phối tối ưu thiết bị bù trong lưới điện xí nghiệp". Giải chính xác bài toán này rất khó khăn và phức tạp.

Trong thực tế, để bù $\cos\varphi$ cho xí nghiệp, tùy theo quy mô của xí nghiệp và kết cấu lưới điện xí nghiệp, người ta tiến hành bù như sau :

1. Với 1 xưởng sản xuất hoặc xí nghiệp nhỏ nên đặt tập trung tụ bù tại thanh cái hạ áp trạm biến áp xí nghiệp

2. Với xí nghiệp loại vừa có 1 trạm biến áp và một số phân xưởng với công suất khá lớn và khá xa trạm biến áp, để giảm tổn thất điện năng trên các đường dây từ TBA đến các phân xưởng có thể đặt phân tán tụ bù tại các tủ phân phối phân xưởng và tại cực động cơ có công suất lớn (năm, bảy chục kW).

3. Với xí nghiệp quy mô lớn bao gồm hàng chục phân xưởng, thường lưới điện khá phức tạp bao gồm trạm phân phối trung tâm và nhiều trạm biến áp phân xưởng, khi đó để xác định vị trí và công suất bù thường tính theo 2 bước :

- Bước 1 : xác định công suất bù đặt tại thanh cái hạ áp tất cả các TBA phân xưởng.

- Bước 2 : phân phối công suất bù của từng trạm (đã xác định được từ bước 1) cho các phân xưởng mà trạm biến áp đó cấp điện.

4. Cũng có thể xét đặt bù toàn bộ phía cao áp, hoặc 1 phần bù bên cao, 1 phần bù bên hạ áp tùy thuộc vào độ chênh lệch giá tụ cao và hạ áp.

Trong trường hợp bù tụ nhiều điểm (trường hợp 2 và 3), công suất bù tối ưu tại điểm i nào đó xác định theo biểu thức :

$$Q_{bi} = Q_i - (Q_{\Sigma} - Q_{b\Sigma}) \frac{R_{id}}{R_i} \quad (6.2)$$

Trong đó :

Q_i - công suất phản kháng yêu cầu tại nút i ;

Q_{Σ} - tổng công suất phản kháng yêu cầu, $Q_{\Sigma} = \sum_1^n Q_i$;

$Q_{b\Sigma}$ - tổng công suất bù, xác định theo (6.1) (hoặc theo bước 1 của trường hợp 3) ;

R_i - điện trở nhánh đến vị trí nút i ;

R_{id} - điện trở tương đương của lưới điện

$$R_{td} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}} \quad (6.3)$$

Lời giải của (6.2) chỉ lấy giá trị tương đương (≥ 0), nếu xuất hiện 1 lời giải âm thì có nghĩa là tại đó không nên đặt bù, tại đó $Q_b = 0$, ta bỏ ẩn đó đi và giải lại bài toán ($n - 1$) ẩn, cứ thế cho đến khi nào được 1 tập nghiệm dương.

Ví dụ 6.1 : Một xưởng cơ khí nông nghiệp công suất 100 (kW) $\cos\varphi = 0,6$. Yêu cầu xác định công suất bộ tụ bù để nâng $\cos\varphi$ lên 0,9.

GIẢI

Với $\cos\varphi = 0,6 \rightarrow \tan\varphi = 1,33$

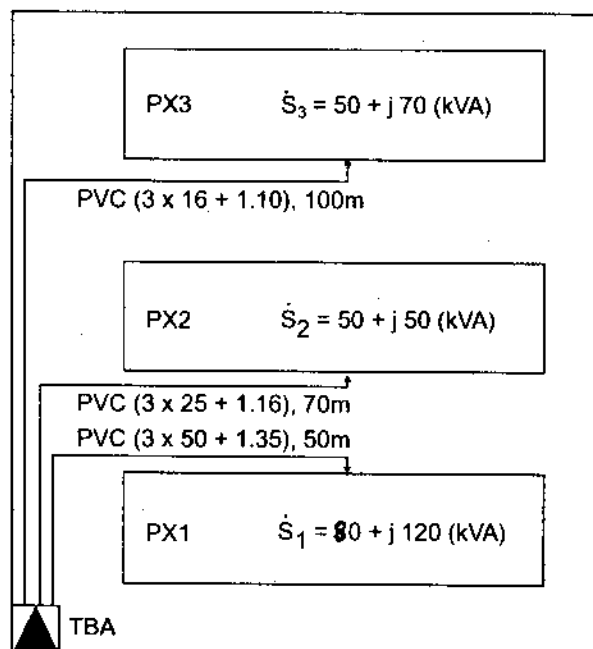
Với $\cos\varphi = 0,9 \rightarrow \tan\varphi = 0,48$

Tổng công suất bộ tụ bù là :

$$Q_b = P(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) = 100 (1,33 - 0,48) = 85 \text{ (kVar)}$$

Chọn dùng 3 bộ tụ bù công suất 30 (kVar), điện áp 400 (V) do Dac Yeong chế tạo.

Ví dụ 6.2 : Xí nghiệp cơ khí gồm 3 phân xưởng có mặt bằng và số liệu phụ tải cho trên hình 6.5. Yêu cầu đặt tụ bù bên cạnh các tủ phân phối của 3 phân xưởng để nâng $\cos\varphi$ lên 0,95.



Hình 6.5. Mặt bằng cấp điện cho xí nghiệp

GIẢI

Tổng công suất tính toán của xí nghiệp

$$\dot{S} = \dot{S}_1 + \dot{S}_2 + \dot{S}_3 = 180 + j 240 \text{ (kVA)}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{Q}{P} = \frac{240}{180} = 1,33$$

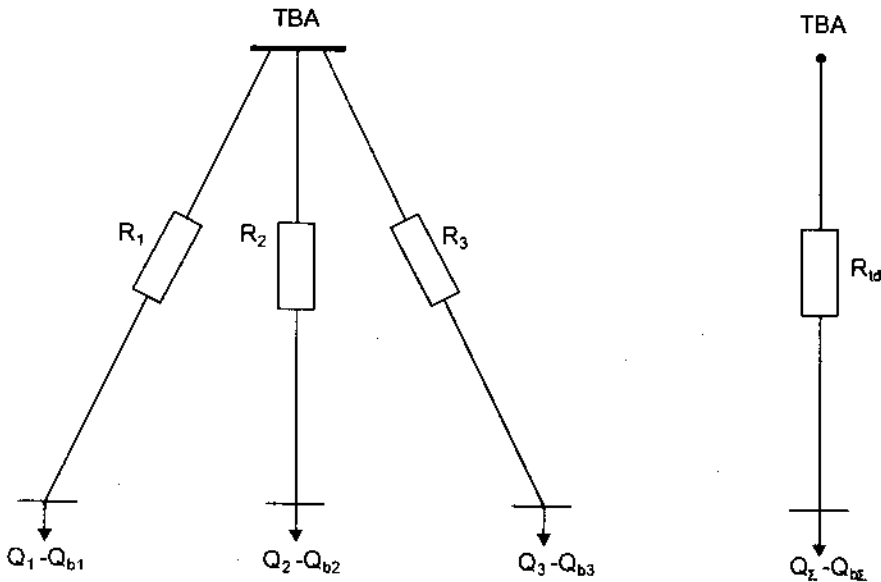
$$\cos \varphi_2 = 0,95 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi_2 = 0,33$$

Tổng công suất phản kháng cần bù tại 3 phân xưởng để nâng $\cos \varphi$ của xí nghiệp lên 0,95 là :

$$Q_{b\Sigma} = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) = 180 (1,33 - 0,33) = 180 \text{ (kVar)}$$

Các đường cáp từ TBA về 3 phân xưởng dùng cáp do CADIVI chế tạo có các số liệu cho ở bảng sau :

Đường dây	Loại cáp	l (m)	r_o (Ω/km)	R (Ω)
TBA-PX1	PVC(3×50+1.35)	50	0,387	0,0194
TBA-PX2	PVC(3×25+1.16)	70	0,727	0,0509
TBA-PX3	PVC(3×16+1.10)	100	1,15	0,115



Hình 6.6. Sơ đồ thay thế và sơ đồ tương đương lưới điện hạ áp dùng xác định Q_{bi}

Điện trở tương đương của lưới điện hạ áp xí nghiệp

$$R_{td} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{0,0194} + \frac{1}{0,0505} + \frac{1}{0,115}} = 0,0126 (\Omega)$$

Áp dụng công thức :

$$Q_{bi} = Q_i - (Q_{\Sigma} - Q_{b\Sigma}) \frac{R_{td}}{R_i}$$

Xác định được công suất các tụ bù đặt tại 3 phân xưởng :

$$Q_{b1} = 120 - (240 - 180) \cdot \frac{0,0126}{0,0194} = 81 \text{ (kVAr)}$$

$$Q_{b2} = 50 - (240 - 180) \cdot \frac{0,0126}{0,0509} = 35 \text{ (kVAr)}$$

$$Q_{b3} = 70 - (240 - 180) \cdot \frac{0,0126}{0,115} = 64 \text{ (kVAr)}$$

Chọn dùng các bộ tụ bù do Dac Yeong chế tạo có các thông số kỹ thuật cho trong bảng sau

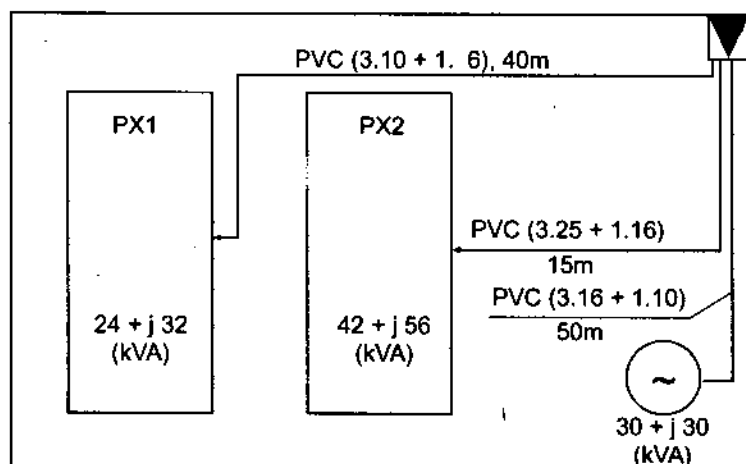
Nơi đặt	Loại tụ	Số lượng	Q_b (kVAr)	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	Số pha
PX1	DLE-4D40 K5S	2	40	440	52,4	3
PX2	DLE-4D40 K5S	1	40	440	52,4	3
PX3	DLE-4D75 K5S	1	75	440	98,4	3

BÀI TẬP CHƯƠNG 6

BT6.1. Một siêu thị lớn, có phụ tải tính toán $P = 600$ (kW), $\cos\varphi = 0,7$. Yêu cầu lựa chọn tụ bù đặt tại thanh cái hạ áp TBA siêu thị để nâng $\cos\varphi$ lên 0,9.

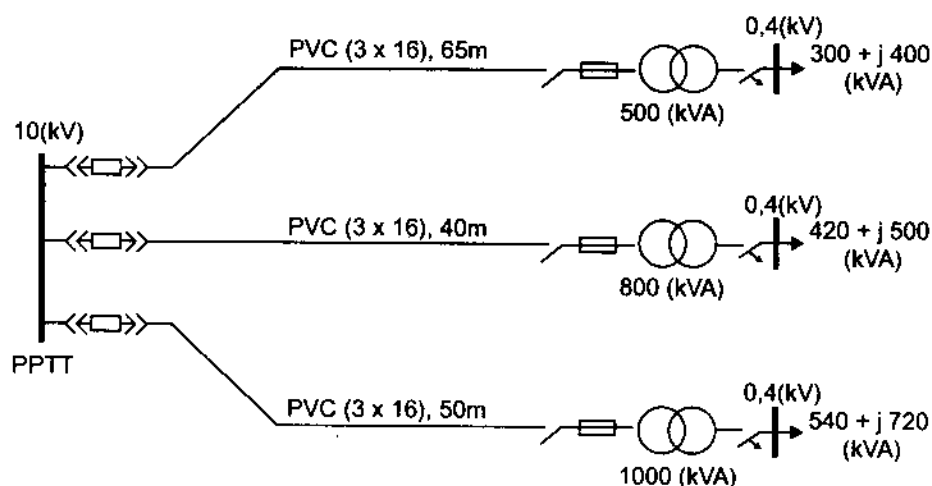
BT 6.2. Một trạm bơm cao áp 10 kV đặt 5 máy bơm 200 (kW) $\cos\varphi = 0,7$. Yêu cầu lựa chọn tụ bù 10 (kV) cho trạm bơm để nâng $\cos\varphi$ lên 0,9.

BT 6.3. Một xí nghiệp gồm 2 phân xưởng và 1 động cơ bơm nước, có mặt bằng cấp điện và số liệu phụ tải cho trên hình BT6.1. Yêu cầu lựa chọn tụ bù để nâng $\cos\varphi$ lên 0,95.



Hình BT6.3

BT 6.4 Lưới điện cao áp của xí nghiệp bao gồm 1 trạm phân phối trung tâm và 3 trạm biến áp phân xưởng. Các số liệu cho trên hình vẽ. Yêu cầu xác định công suất tự bù đặt tại thanh cái hạ áp các trạm biến áp để nâng hệ số công suất lên 0,9.



Hình BT6.4

Chương 7

TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG

7.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ CHIẾU SÁNG

Chiếu sáng đóng vai trò hết sức quan trọng trong đời sống sinh hoạt cũng như trong sản xuất công nghiệp. Nếu ánh sáng thiếu sẽ gây hại mắt, hại sức khỏe, làm giảm năng suất lao động, gây ra thứ phẩm phế phẩm, gây tai nạn lao động... Đặc biệt, có những công việc không thể tiến hành được nếu thiếu ánh sáng hoặc ánh sáng không thật (nghĩa là không giống ánh sáng ban ngày) như bộ phận kiểm tra chất lượng máy, bộ phận pha chế hoá chất, bộ phận nhuộm màu...

Có nhiều cách phân loại các hình thức chiếu sáng.

- Căn cứ vào đối tượng cần chiếu sáng chia ra chiếu sáng dân dụng và chiếu sáng công nghiệp. Chiếu sáng dân dụng bao gồm chiếu sáng cho căn hộ gia đình, các cơ quan, trường học, bệnh viện, khách sạn,... Chiếu sáng công nghiệp nhằm cung cấp ánh sáng cho các khu vực sản xuất như nhà xưởng, kho bãi. v.v...

- Căn cứ vào mục đích chiếu sáng chia ra chiếu sáng chung, chiếu sáng cục bộ, chiếu sáng sự cố : chiếu sáng chung tạo nên độ sáng đồng đều trên toàn bộ diện tích cần chiếu sáng (phòng khách, hội trường, nhà hàng, phân xưởng ...). Chiếu sáng cục bộ là hình thức tập trung ánh sáng vào 1 điểm hoặc 1 diện tích hẹp (bàn làm việc, chi tiết cần gia công chính xác như tiện, khoan, đường chỉ máy khâu...). Chiếu sáng sự cố là hình thức chiếu sáng dự phòng khi xảy ra mất điện lưới nhằm mục đích an toàn cho con người trong các khu vực sản xuất hoặc nơi tập trung đông người (nhà hát, hội trường...)

- Ngoài ra còn chia ra chiếu sáng trong nhà, ngoài trời, chiếu sáng trang trí, chiếu sáng bảo vệ...

Mỗi hình thức chiếu sáng có yêu cầu riêng, đặc điểm riêng, dẫn tới phương pháp tính toán, cách sử dụng loại đèn, bố trí đèn khác nhau.

7.2. MỘT SỐ ĐẠI LƯỢNG DÙNG TRONG TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG

7.2.1. Quang thông

Năng lượng do một nguồn sáng phát ra qua một diện tích trong một đơn vị thời gian gọi là *thông lượng* của *quang năng*. Nhưng ánh sáng của

nguồn quang phát ra gồm nhiều sóng điện từ có độ dài sóng khác nhau, do đó năng lượng của nguồn quang điện biểu thị bằng biểu thức :

$$E_{\lambda_1\lambda_2} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} e_{\lambda} d\lambda \quad (7.1)$$

Trong đó : e_{λ} - hàm phân bố năng lượng ;

λ - bước sóng ;

$E_{\lambda_1\lambda_2}$ - thông lượng của quang năng từ λ_1 đến λ_2 .

Thông lượng toàn phần :

$$E = \int_0^{\infty} e_{\lambda} d\lambda \quad (7.2)$$

Trong nguồn quang có công suất khá lớn, nhưng có các bước sóng khác nhau, sẽ gây cho mắt ta cảm giác khác nhau. Do đó, người ta đưa thêm vào khái niệm *độ rõ*, kí hiệu V_{λ} .

Cuối cùng, người ta định nghĩa quang thông là tích phân của thông lượng quang năng và hàm độ rõ V_{λ} .

$$F = \int_0^{\infty} V_{\lambda} e_{\lambda} d\lambda \quad (7.3)$$

Đơn vị của quang thông là Lumen (lm)

7.2.2. Cường độ ánh sáng

Nếu có 1 nguồn sáng S bức xạ theo mọi phương, trong góc đặc dw nó truyền đi một quang thông dF thì đại lượng dF/dw gọi là cường độ ánh sáng của nguồn sáng trong phương đó :

$$I = \frac{dF}{dw} \quad (7.4)$$

Nếu dF tính bằng lumen, góc đặc tính bằng stê-ra-di-an thì cường độ ánh sáng tính bằng nến quốc tế, gọi tắt là *Nến*, kí hiệu Cd, 1Cd = 1lm/1st.

7.2.3. Độ trung và độ rọi

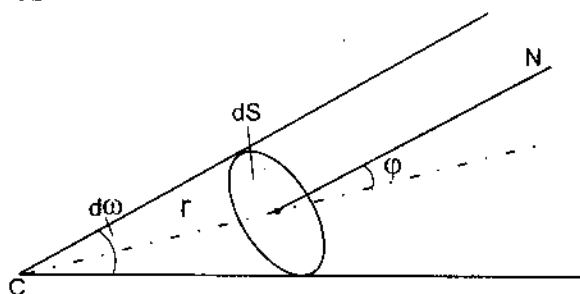
Một nguồn sáng có kích thước giới hạn, trên đó lấy một diện tích dS, quang thông bức xạ theo mọi phương của góc đặc 2π gọi là dF thì độ trung của nguồn sáng được định nghĩa :

$$R = \frac{dF}{dS} \quad (7.5)$$

Như vậy độ trung là quang thông bức xạ trên một đơn vị diện tích của nguồn.

Ngược lại, độ rọi là phần quang thông tới trên một đơn vị diện tích dS. Độ rọi ký hiệu là E

$$E = \frac{dF}{dS} \quad (7.6)$$



Hình 7.1. Minh họa xác định độ rọi

Giả thiết có nguồn sáng C, diện tích được chiếu sáng dS có phương pháp tuyến N (hình 7.1), thông lượng của nguồn C đi qua diện tích dS là $dF = Id\omega$,

$$d\omega = \frac{dS \cos \varphi}{r^2} \quad (7.7)$$

r là khoảng cách từ C đến tâm dS.

Thay vào công thức (7.6) ta có

$$E = \frac{dF}{dS} = \frac{IdS \cos \varphi}{r^2 dS} = \frac{I \cos \varphi}{r^2} \quad (7.8)$$

Vậy độ rọi của nguồn sáng tỷ lệ thuận với cường độ ánh sáng và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách từ nguồn tới tâm diện tích được chiếu sáng, ngoài ra còn phụ thuộc vào hướng tới của nguồn.

Tóm lại, người ta định nghĩa mật độ quang thông rơi trên một bề mặt gọi là độ rọi, đơn vị là lux (viết tắt là lx)

$$E = \frac{F}{S} \quad (7.9)$$

Trong đó : F - quang thông của nguồn sáng (lm) ;

S - diện tích chiếu sáng (m^2)

Bảng 7.1 giới thiệu một số trị số độ rọi cho các khu vực khác nhau được quy định ở Pháp, ở ta có thể lấy thấp hơn.

Bảng 7.1. TRỊ SỐ ĐỘ RỌI QUY ĐỊNH Ở PHÁP

Đối tượng chiếu sáng	Độ rọi (lx)
Phòng làm việc	400 ÷ 600
Nhà ở	150 ÷ 300
Đường phố	20 ÷ 50
Cửa hàng, kho tàng	100
Phòng ăn	200 ÷ 300
Phòng học, phòng thí nghiệm	300 ÷ 500
Phòng vẽ, siêu thị	750
Công nghiệp màu	1000
Công việc với các chi tiết rất nhỏ	> 1000

7.3. CÁC LOẠI ĐÈN

Để tạo ra nguồn sáng người ta thường dùng các loại đèn điện, thông dụng nhất là đèn sợi đốt và đèn tuýp.

7.3.1. Đèn sợi đốt

Đèn sợi đốt còn gọi là đèn dây tóc được dùng rộng rãi trong các lĩnh vực do cấu tạo đơn giản, lắp đặt dễ dàng. Nguyên tắc làm việc của đèn sợi đốt dựa trên cơ sở bức xạ nhiệt. Khi dòng điện đi qua sợi dây tóc, dây tóc sẽ phát sáng và phát quang. Vật liệu làm dây tóc thường là Vonfram, Tungsten vụn xoắn ốc hoặc để thẳng mắc dính trên các cực phụ và hai cực chính trong bóng đèn. Nhiệt độ của dây tóc trong bóng có thể lên tới 2500 - 3000°C. Trong bóng có thể chứa khí trơ hoặc chân không. Thường bóng công suất nhỏ thì hút chân không, bóng công suất lớn (trên 75 W) thì nạp khí trơ.

Ưu điểm của đèn sợi đốt :

- Nối trực tiếp vào lưới điện
- Kích thước nhỏ
- Rẻ tiền
- Bật sáng ngay
- Tạo ra màu sắc ấm áp
- $\cos \varphi$ cao ($= 1$)

Nhược điểm chủ yếu là tổn điện và phát nóng. Ngoài ra, tính năng của đèn thay đổi đáng kể theo biến thiên điện áp nguồn. Mọi biến thiên điện dẫn tới biến thiên dòng điện và do đó biến thiên sợi đốt nóng làm ảnh hưởng đến quang thông và tuổi thọ của đèn. Ví dụ, nếu điện áp giảm đi 10% tuổi thọ đèn là 3700(h), khi quá điện áp 5% tuổi thọ của đèn nhỏ hơn 500 (h).

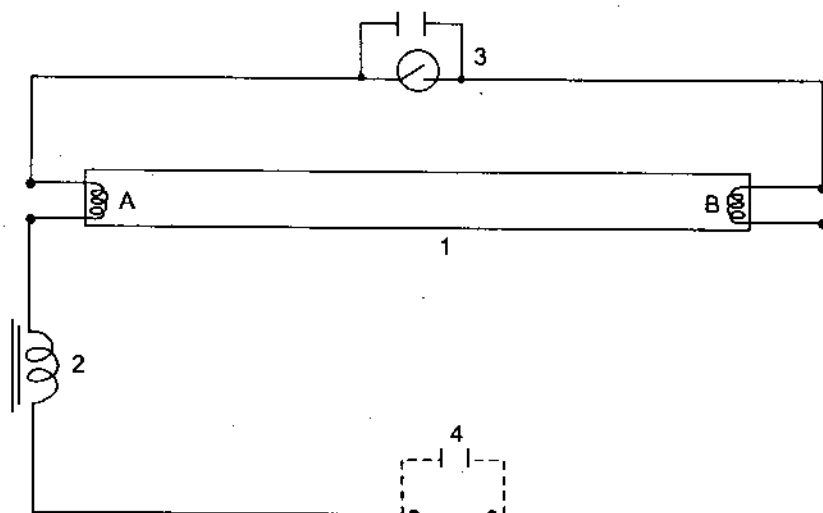
Bảng 7.2. THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA BÓNG ĐÈN SỢI ĐỐT

Công suất (W)	Quang thông				Thời gian sử dụng (h)
	12 (V)	30 (V)	110 (V)	220 (V)	
10	100	—	66	—	
15	—	—	124	111	
25	—	200	222	197	
40	500		376	336	
60	—		670	506	
75	—	—	904	684	
100	—	—	1327	1004	1000
150	—	—	2217	1722	
200	—	—	3100	2528	
300	—	—	4926	4224	
500	—	—	6715	7640	
750	—	—	12375	10875	
1000	—	—	30500	18300	

7.3.2. Đèn tuýp

Đèn tuýp còn gọi là đèn huỳnh quang. Nguyên tắc phát quang của loại đèn này dựa trên cơ sở phóng điện của các chất khí. Sau khi rút chân không người ta nạp vào trong bóng một ít khí ar-gôn và thủy ngân. Phía mặt trong ống bôi một ít bột huỳnh quang. Hai điện cực đặt ở hai đầu ống. Sơ đồ nối dây đèn tuýp cho trên hình 7.2. Khi đóng điện hai đầu cực của Stác-te có điện thế khá lớn làm cho stác-te phóng điện, mạch điện được nối liền. Hai điện cực A và B của bóng được đốt nóng. Sự đốt nóng này là cần thiết cho sự phóng điện trong đèn. Khi stác-te đã phóng điện thì điện thế trên hai cực của nó giảm xuống, nhiệt lượng trên stác-te cũng giảm, tiếp điểm của stác-te

mở ra. Hiện tượng quá độ trong mạch điện xảy ra làm cho đèn phóng điện từ cực A sang B. Các sóng điện từ phóng từ A sang B và ngược lại có tần số lớn, các sóng này đập vào màn huỳnh quang ở vách bóng và phát ra các tia bức xạ thứ cấp (lần 2), ở các bước sóng này mắt người ta mới cảm thấy được.



Hình 7.2. Sơ đồ nối dây đèn tuýp

1. bóng đèn ; 2. chấn lưu ; 3. stacte ; 4. tụ điện bù $\cos\varphi$

Ưu điểm của đèn tuýp :

- Hiệu suất quang học lớn
- Diện tích phát quang lớn
- Tuổi thọ cao
- Khi điện áp thay đổi trong phạm vi cho phép, quang thông giảm ít (1%)

Nhược điểm của đèn tuýp là :

- Chế tạo phức tạp, giá thành cao, $\cos\varphi$ thấp
- Quang thông phụ thuộc nhiệt độ, phạm vi phát quang cũng phụ thuộc nhiệt độ. Khi nhiệt độ dưới 15°C thì stacte làm việc khó khăn
- Khi đóng điện đèn không sáng ngay

Bảng 7.3. THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA ĐÈN TUYẾT

Công suất (W)	Điện áp (V)	Ánh sáng trắng		Ánh sáng ban ngày		Thời gian sử dụng (h)
		Quang thông (lm)	lm/W	Quang thông (lm)	lm/W	
30	220	1230	41	1080	36	2500
40	220	1720	43	1520	38	2500
100	220	—	—	4000	—	—
200	220	1990	—	8000	—	—

Ngoài hai loại đèn sợi đốt và huỳnh quang còn dùng các đèn khác như đèn khí natri áp suất thấp, đèn khí natri áp suất cao, đèn halôgen kim loại v.v...

7.3.3. Các loại chao đèn

Chao đèn là bộ phận bao bọc ngoài bóng đèn. Nó được dùng để phân phối lại quang thông của bóng đèn một cách hợp lý và theo yêu cầu nhất định.

Chao đèn còn có tác dụng làm cho mắt khỏi bị chói, bảo vệ cho bóng khỏi va đập, bụi bẩn hoặc khỏi phá hủy bởi các khí ăn mòn...

Theo cách phân bố quang thông, chao đèn được chia ra làm 3 loại : chao đèn chiếu trực tiếp, chao đèn phản xạ và chao đèn khuếch tán. Chao đèn chiếu trực tiếp có thể tập trung hơn 90% quang thông của nguồn sáng xuống phía dưới. Ngược lại, chao đèn phản xạ tập trung hơn 90% quang thông của nguồn sáng lên phía trên rồi phản xạ trở xuống. Chao đèn khuếch tán tạo ra ánh sáng khuếch tán chứ không chiếu sáng trực tiếp.

7.4. NỘI DUNG THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG

Nội dung một bản thiết kế chiếu sáng bao gồm :

1. Lựa chọn loại đèn, công suất, số lượng bóng đèn
2. Bố trí đèn trong không gian cần chiếu sáng
3. Thiết kế lưới điện chiếu sáng
 - Sơ đồ nguyên lý lưới chiếu sáng
 - Lựa chọn các thiết bị bảo vệ : aptômát, cầu chì.

Aptômát được chọn theo các điều kiện :

$$U_{dmA} \geq U_{dmLD}$$

$$I_{dmA} \geq I_{It}$$

$$I_{cdaA} \geq I_N$$

Cầu chì được chọn theo các điều kiện

$$U_{dmCC} \geq U_{dmLD}$$

$$I_{dc} \geq I_u$$

Cầu chì hạ áp thường dùng ở xa nguồn nên dòng ngắn mạch nhỏ, không cần kiểm tra điều kiện cắt dòng ngắn mạch. Với cầu chì cấp trên vẫn phải đảm bảo điều kiện chọn lọc.

Áp tô mát có cấu tạo phức tạp và đắt, tuy nhiên do làm việc tin cậy và thao tác đóng lại nhanh làm cho thời gian mất điện ngắn nên ngày càng được dùng nhiều trong lưới điện chiếu sáng dân dụng và công nghiệp:

- Lựa chọn dây dẫn

Dây dẫn trong lưới điện chiếu sáng hạ áp chọn theo dòng phát nóng cho phép

$$K_1 K_2 I_{cp} \geq I_{It}$$

K_1 - hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ, kể đến sự chênh lệch giữa nhiệt độ môi trường chế tạo và nhiệt độ môi trường sử dụng, tra sổ tay ;

K_2 - hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ, kể đến số lượng dây hoặc cáp đi chung
1 ống (hoặc 1 rãnh) ;

I_{cp} - dòng cho phép của dây ứng với tiết diện cần chọn, nhà chế tạo cho, tra sổ tay.

Phải kiểm tra dây dẫn đã chọn theo điều kiện kết hợp với thiết bị bảo vệ.

Nếu bảo vệ bằng áp tô mát

$$K_1 K_2 I_{cp} \geq \frac{1,25 I_{dmA}}{1,5}$$

Nếu bảo vệ bằng cầu chì

$$K_1 K_2 I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{0,8}$$

Ngoài ra, khi cần thiết, còn phải kiểm tra dây theo điều kiện tổn thất điện áp (nếu đường dây dài) và điều kiện ổn định nhiệt dòng ngắn mạch (nếu gần nguồn).

Ghi chú : Các công thức chọn A, CC và dây dẫn đã giới thiệu ở chương 5, ở đây chỉ liệt kê lại.

7.5. THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG DÂN DỤNG

Chiếu sáng dân dụng bao gồm chiếu sáng cho các khu vực ánh sáng sinh hoạt như nhà ở, hội trường, trường học, cơ quan, văn phòng đại diện, cửa hàng, siêu thị, bệnh viện v.v... Ở những khu vực này yêu cầu chiếu sáng chung, không đòi hỏi thật chính xác trị số độ rọi cũng như các thông số kỹ thuật khác.

Trong chiếu sáng dân dụng, tùy theo khả năng kinh phí, tùy theo mức độ yêu cầu mỹ quan có thể sử dụng mọi loại đèn : đèn sợi đốt, đèn tuýp, đèn halôgen, đèn natri cao, thấp áp.

Trình tự thiết kế chiếu sáng dân dụng như sau :

1. Căn cứ vào tính chất của đối tượng cần chiếu sáng , chọn suất phụ tải chiếu sáng P_0 (W/m^2) thích hợp, từ đây tính được tổng công suất chiếu sáng cho khu vực có diện tích S (m^2)

$$P_{cs} = P_0 \cdot S \quad (7.10)$$

2. Chọn loại đèn, công suất đèn P_d , xác định tổng số bóng đèn cần lắp trong khu vực :

$$n = \frac{P_{cs}}{P_d} \quad (7.11)$$

3. Căn cứ vào diện tích cần chiếu sáng, vào số lượng bóng đèn, vào tính chất yêu cầu sử dụng ánh sáng mà chọn cách bố trí đèn thích hợp (bố trí rải đều hay thành rãnh, thành cụm, số lượng bóng trong mỗi cụm v.v...)

4. Vẽ sơ đồ đấu dây từ bảng điện đến từng bóng đèn. Đó là bản vẽ mặt bằng cấp điện chiếu sáng.

5. Vẽ sơ đồ nguyên lý lưới điện chiếu sáng

6. Lựa chọn và kiểm tra các phần tử trên sơ đồ (áp tômát, cầu chì, thanh cái, dây dẫn)

Ghi chú : Trong tính toán chiếu sáng dân dụng đô thị bao gồm cả tính toán thiết kế cho quạt. Trong trường hợp này có 2 cách làm

- Lấy suất phụ tải chung cho cả chiếu sáng và quạt, sau đó trừ công suất quạt (lấy theo thực tế) tìm được công suất chiếu sáng

- Lấy riêng suất phụ tải cho chiếu sáng để tính toán thiết kế chiếu sáng, còn quạt lấy theo thực tế, tính toán riêng.

Ví dụ 7.1 : Yêu cầu thiết kế chiếu sáng cho 1 siêu thị nhỏ, diện tích $10 \times 10 = 100\text{m}^2$.

GIẢI

Siêu thị yêu cầu mức độ chiếu sáng cao. Chọn suất chiếu sáng

$$P_o = 30 \text{ W/m}^2$$

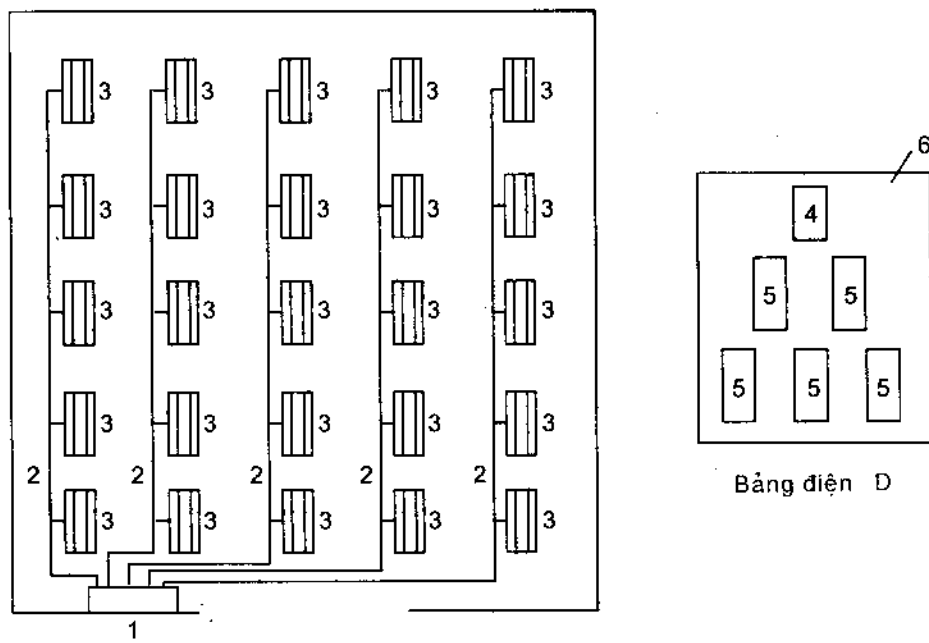
Tổng công suất cần cấp cho chiếu sáng siêu thị

$$P = P_o \cdot S = 30 \cdot (10 \times 10) = 3000 \text{ (W)}$$

Chọn dùng đèn tuýp, dài 1,2 m, công suất 40 (W). Số lượng bóng đèn cần dùng là

$$n = \frac{3000}{40} = 75 \text{ bóng}$$

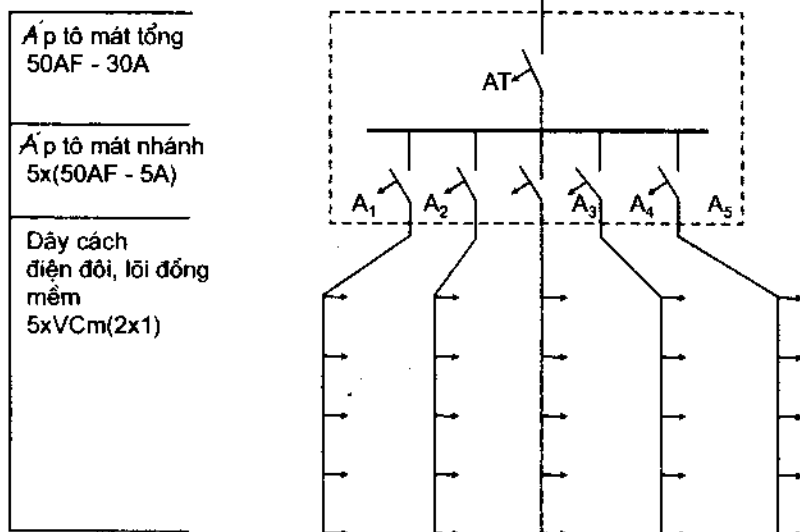
Số lượng này được bố trí thành 5 dãy, mỗi dãy 15 bóng chia làm 5 cụm, mỗi cụm 3 bóng. Mặt bằng bố trí đèn và đi dây cho trên hình 7.3.



Hình 7.3. Mặt bằng cấp điện chiếu sáng cho siêu thị

- 1, 6. bảng điện ; 2. dây đến 5 cụm đèn ; 3. cụm đèn ;
4. aptomat tổng ; 5. các aptomat nhánh.

Sơ đồ nguyên lý lưới điện chiếu sáng cho siêu thị như sau :



Hình 7.4. Sơ đồ nguyên lý cấp điện chiếu sáng cho siêu thị

Lựa chọn aptômát tổng AT :

$$I_{dmAT} \geq I_{tt} = \frac{3000}{220 \times 0,8} = 17,045 \text{ (A)}$$

Chọn aptômát 30 A do LG chế tạo.

Lựa chọn các aptômát nhánh :

Có 5 A nhánh, đồng tính toán mỗi nhánh là dòng của 15 đèn

$$I_{dmAi} \geq I_{tt} = \frac{15 \times 40}{220 \times 0,8} = 3,409 \text{ (A)}$$

Chọn dùng 5 aptômát 5A do LG chế tạo.

Thông số kỹ thuật của các aptômát cho trong bảng sau

Tên aptômát	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	Loại	Kiểu	Số cực	I_{cdm} (kA)	Số lượng
AT	600	30	50AF	ABE 53a	3	2,5	1
A1,A2,A3, A4,A5	600	5	50AF	ABE 53a	3	2,5	5

Không cần kiểm tra điều kiện cắt ngắn mạch vì xa nguồn.

Lựa chọn dây dẫn cho 5 dãy đèn

$$K_1 K_2 I_{cp} \geq I_{tt} = 3,409 \text{ (A)}$$

Dự định dùng dây đồng bọc nhựa hạ áp, lõi mềm nhiều sợi do CADIVI chế tạo, đi riêng rẽ : $K_1 = K_2 = 1$.

Chọn dùng dây đôi mềm tròn loại VCm (2×1) có $I_{cp} = 10$ (A)

Kiểm tra điều kiện kết hợp aptômát bảo vệ.

$$I_{cp} = 10 \text{ (A)} \gg \frac{1,25 \cdot I_{dmA}}{2,5} = \frac{1,25 \cdot 5}{1,5}$$

Vậy chọn dây VCm (2×1) cho các dây đèn là thỏa mãn.

Không cần kiểm tra điều kiện tổn thất điện áp (vì ngắn)

Không cần kiểm tra ổn định nhiệt dòng ngắn mạch (vì xa nguồn)

7.6. THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG CÔNG NGHIỆP

Với các nhà xưởng sản xuất công nghiệp thường là chiếu sáng chung khi cần tăng cường ánh sáng tại điểm làm việc đã có chiếu sáng cục bộ.

Vì là phân xưởng sản xuất, yêu cầu khá chính xác về độ rọi tại mặt bàn công tác, nên để thiết kế chiếu sáng cho khu vực này thường dùng phương pháp hệ số sử dụng.

Trình tự tính toán theo phương pháp này như sau :

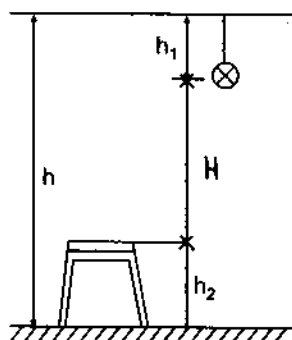
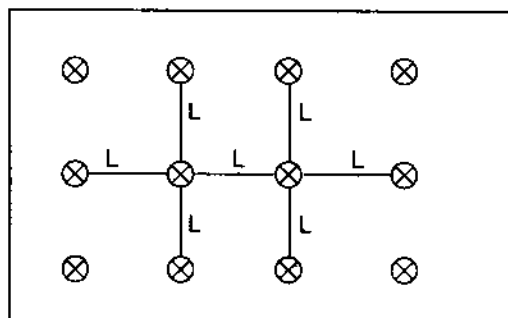
1. Xác định độ treo cao đèn

$$H = h - h_1 - h_2 \quad (7.12)$$

Trong đó : h - độ cao của nhà xưởng

h_1 - khoảng cách từ trần đến bóng đèn

h_2 - độ cao mặt bàn làm việc



Hình 7.5. Bố trí đèn trên mặt bàn và mặt đứng

2. Xác định khoảng cách giữa 2 đèn kề nhau (L) theo tỷ số hợp lý L/H , tra theo bảng 7.4.

Bảng 7.4. TỈ SỐ L/H HỢP LÝ 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 vụn nung	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

3. Căn cứ vào sự bố trí đèn trên mặt bằng, mặt cắt xác định hệ số phản xạ của tường, trần $\rho_{tr}, \rho_{tr}, (\%)$

4. Xác định chỉ số của phòng (có kích thước $a \times b$)

$$\varphi = \frac{a \times b}{H(a + b)} \quad (7.13)$$

5. Từ $\rho_{tr}, \rho_{tr}, \varphi$ tra bảng tìm hệ số sử dụng K_{sd}

6. Xác định quang thông của đèn

$$F = \frac{KESZ}{n.K_{sd}} \text{ (lumen)} \quad (7.14)$$

Trong đó : K - hệ số dự trữ, tra bảng 7.5 ;

E - độ rọi (lx) theo yêu cầu của nhà xưởng ;

S - diện tích nhà xưởng (m^2) ;

Z - hệ số tính toán $Z = 0,8 \div 1,4$;

n - số bóng đèn được xác định chính xác sau khi bố trí đèn trên mặt bằng.

7. Tra sổ tay tìm công suất bóng có $F \geq F$ tính toán theo (7.14)

8. Vẽ sơ đồ cấp điện chiếu sáng trên mặt bằng

9. Vẽ sơ đồ nguyên lý cấp điện chiếu sáng

10. Lựa chọn các phần tử trên sơ đồ nguyên lý

Bảng 7.5. 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
Nhiều bụi khói, tro, mỡ hóng	4	2	1,7
Mức khói, bụi, mỡ hóng trung bình	3	1,8	1,5
Ít bụi khói, tro, mỡ hóng	2	1,5	1,3

Ví dụ 7.2 : Yêu cầu thiết kế chiếu sáng cho phân xưởng cơ khí có diện tích $S = 20 \times 50 = 1000 \text{ m}^2$.

GIẢI

1. Xác định số lượng, công suất bóng

Nội dung phần này bao gồm các hạng mục từ 1 đến 7 trong trình tự tính toán nêu trên.

Vì là xưởng sản xuất, dự định dùng đèn sợi đốt, $\cos\varphi = 1$

Chọn độ rọi cho chiếu sáng chung là $E = 30 \text{ lx}$.

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 đèn sợi đốt, bóng vạng năng có $L/H = 1,8$, xác định được khoảng cách giữa các đèn

$$L = 1,8 \cdot H = 1,8 \cdot 3 = 5,4 \text{ m}$$

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 2,4 m tổng cộng 36 bóng, mỗi dãy 9 bóng (hình 7.6).

Xác định chỉ số phòng

$$\varphi = \frac{a \cdot b}{H(a + b)} = \frac{20 \cdot 50}{3(20 + 50)} \approx 5$$

Lấy hệ số phản xạ tường 50%, trần 30%, tra sổ tay 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 :

$$F = \frac{KESZ}{n.K_{sd}} = \frac{1,3.30.1000.1,1}{36.0,48} = 2483 \text{ lumen}$$

Tra bảng chọn bóng sợi đốt 200 W có $F = 2528$ lumen.

Ngoài chiếu sáng trong nhà xưởng, còn đặt thêm 4 bóng 100 (W) cho 2 phòng thay quần áo và 2 phòng WC. Tổng công suất chiếu sáng toàn xưởng

$$P = 36 \times 200 + 4 \times 100 = 7600 \text{ (W)} = 7,6 \text{ (kW)}$$

2. Thiết bị lưới điện chiếu sáng

Đặt riêng 1 tủ chiếu sáng cạnh cửa ra vào lấy điện từ tủ phân phối phân xưởng về. Tủ gồm 1 aptômát 3 pha và 10 aptômát nhánh 1 pha, mỗi aptômát cấp điện cho 4 bóng đèn. Sơ đồ cấp điện trên mặt bằng và sơ đồ nguyên lý cho trên hình 7.6 và 7.7.

- Chọn aptômát đặt tại tủ phân phối và AT đặt tại tủ chiếu sáng

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} U_{dm} \cos \varphi} = \frac{7,6}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 1} = 11,56 \text{ (A)}$$

Chọn dùng aptômát 3 pha 50 A do Clipsal chế tạo có thông số ghi trong bảng.

Tên aptômát	Mã số	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	Số cực	I_{dm} (kA)
AT và A đặt tại tủ PP	G4CB3050C	400	50	3	6

- Chọn cáp từ tủ PP tới tủ chiếu sáng :

Chọn cáp đồng 4 lõi vỏ PVC do Clipsal chế tạo, tiết diện 6 mm^2 có

$$I_{cp} = 45 \text{ (A)} \rightarrow \text{PVC}(3 \times 6 + 1,4)$$

$$K_1 K_2 I_{cp} = 1 \cdot 1 \cdot 45 > I_{tt} = 11,56 \text{ (A)}$$

- Chọn aptômát nhánh

$$I_{tt} = \frac{4 \times 20}{220 \cdot 1} = 3,64 \text{ (A)}$$

Tên aptômát	Số lượng	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)	Số cực	Mã số
Aptômát nhánh	10	400	10	6	2	G4CB2010C

- Chọn dây dẫn từ A nhánh đến cụm 4 đèn

với $I_{tt} = 3,64 \text{ (A)}$ chọn dây đồng bọc nhựa, tiết diện $2,5 \text{ mm}^2$ có $I_{cp} = 27 \text{ (A)} \rightarrow \text{M}(2 \times 2,5)$

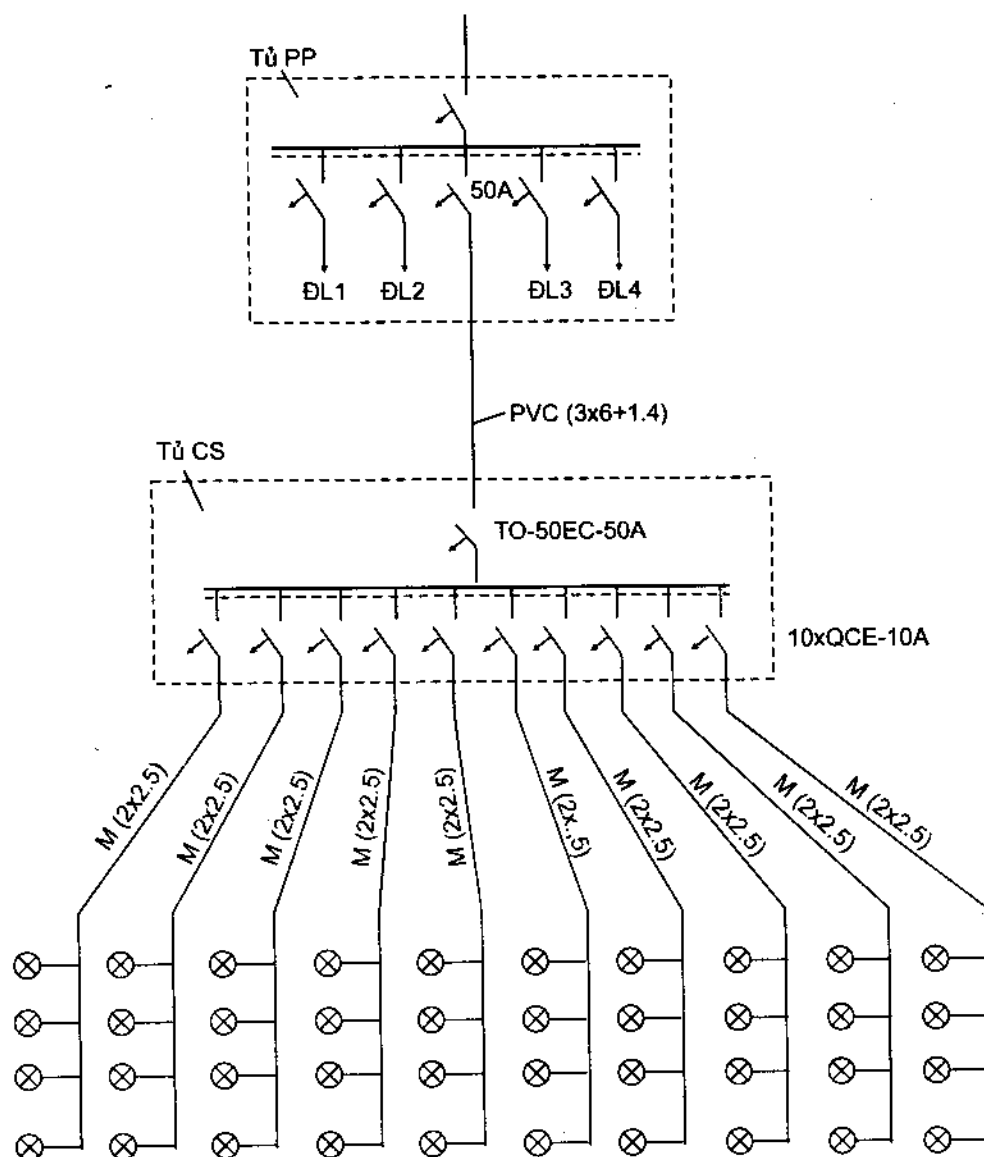
Kiểm tra dây dẫn kết hợp aptômát bảo vệ.

với dây PVC (3 × 6 + 1,4) :

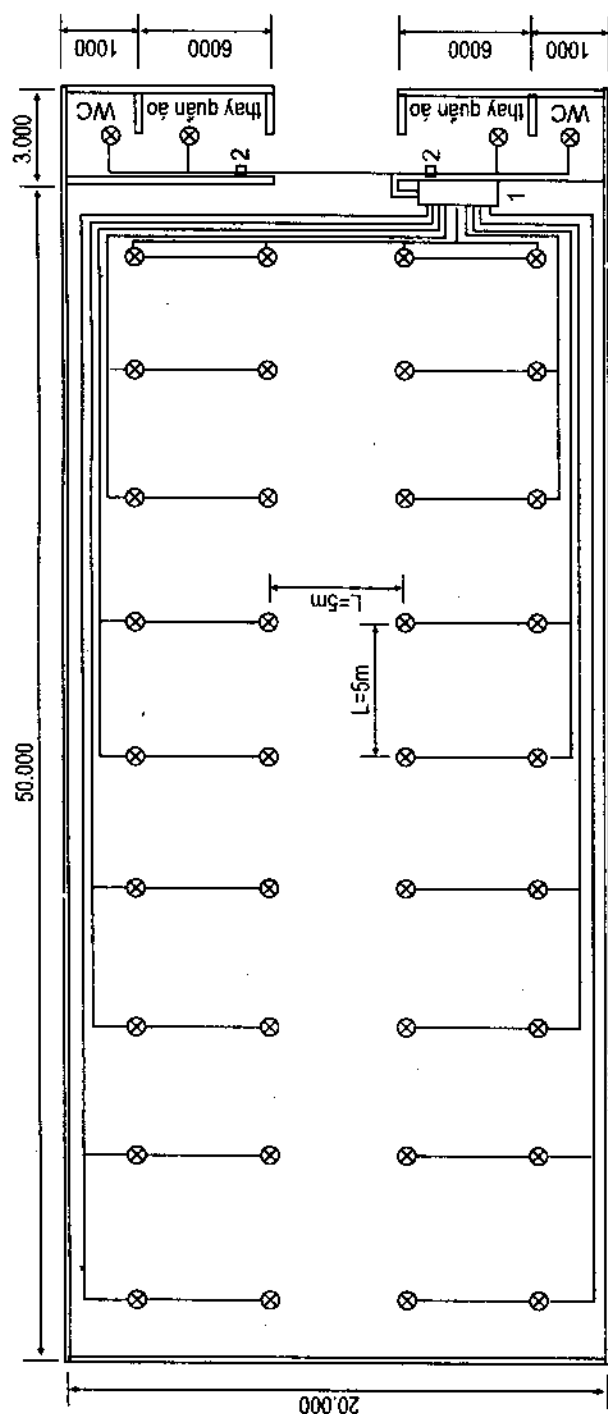
$$45 \text{ (A)} > \frac{1,25 \cdot 50}{1,5} = 41,6 \text{ (A)}$$

với dây M (2 × 2,5) :

$$27 \text{ (A)} > \frac{1,25 \cdot 10}{1,5} = 8,33 \text{ (A)}$$



Hình 7.6. Sơ đồ nguyên lý mạng chiếu sáng xưởng cơ khí



Hình 7.7. Sơ đồ mạng điện chiếu sáng xuống cơ khí

1. tủ điện chiếu sáng ; 2. bảng điện nhà thay quần áo và WC

BÀI TẬP CHƯƠNG 7

BT 7.1. Yêu cầu thiết kế chiếu sáng và quạt cho 1 lớp học kích thước $(8 \times 10) \text{ m}^2$.

BT 7.2. Yêu cầu thiết kế chiếu sáng cho 1 phòng làm việc của văn phòng đại diện nước ngoài, kích thước $(4 \times 6) \text{ m}^2$.

BT 7.3. Yêu cầu thiết kế chiếu sáng cho 1 hội trường có diện tích $S = (12 \times 20) \text{ m}^2$.

BT 7.4. Yêu cầu thiết kế hệ thống chiếu sáng chung cho phân xưởng may xuất khẩu kích thước $(15 \times 30) \text{ m}^2$. Yêu cầu độ rọi 100 (lx) .

BÀI TẬP DÀI

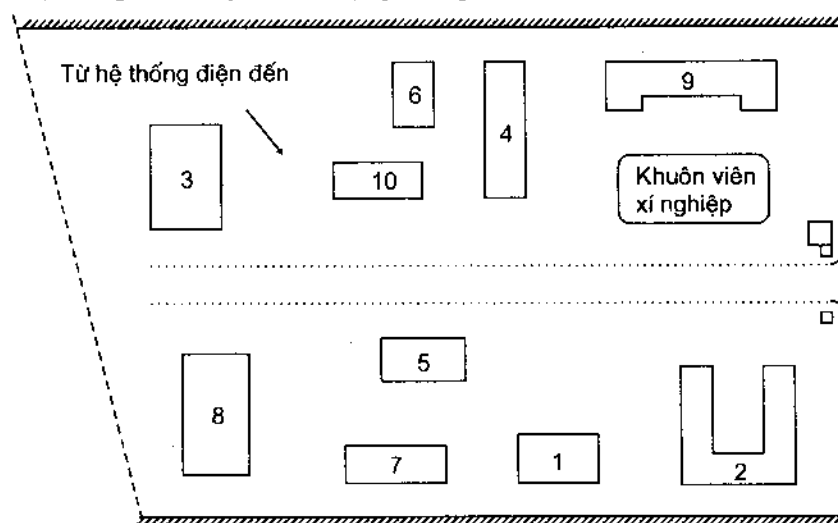
BTD 1

Đề tài : Thiết kế mạng cao áp nhà máy cơ khí địa phương.

Số liệu cho :

1. Mặt bằng nhà máy và danh sách phụ tải
2. Trạm biến áp trung gian 110/10 (kV) cách 3 km.

Mặt bằng nhà máy cơ khí địa phương



Tỉ lệ : 1 : 2500

Phụ tải của nhà máy cơ khí địa phương

Số trên mặt bằng	Tên phân xưởng	Công suất đặt (kW)
1	Phân xưởng kết cấu kim loại	2100
2	Phân xưởng lắp ráp cơ khí	2500
3	Phân xưởng đúc	550
4	Phân xưởng nén khí	800
5	Phân xưởng rèn	1200
6	Trạm bơm	350
7	Phân xưởng sửa chữa cơ khí	525
8	Phân xưởng gia công gỗ	350
9	Bộ phận hành chính và ban quản lý	100 (chưa kể chiếu sáng)
10	Bộ phận thử nghiệm	470

Hướng dẫn nội dung chi tiết

Mở đầu : Giới thiệu về nhà máy : quy mô (diện tích, số phân xưởng, công suất đặt), sản lượng (sản xuất gì, số lượng sản phẩm 1 năm), tầm quan trọng của nhà máy với địa phương (tỉnh, thành phố) hoặc với nền kinh tế quốc dân và tầm quan trọng của việc cung cấp điện.

Chương 1 : Xác định phụ tải tính toán nhà máy

1. Công thức xác định phụ tải động lực ; giải thích các đại lượng
2. Công thức xác định phụ tải chiếu sáng
3. Xác định phụ tải từng phân xưởng
 - + Phụ tải động lực
 - + Phụ tải chiếu sáng
 - + Phụ tải P, Q và S của phân xưởng
4. Vẽ biểu đồ phụ tải. Biểu đồ phụ tải của mỗi phân xưởng là 1 hình tròn (gạch chéo là phụ tải động lực, phần nhai quạt để trắng là phụ tải chiếu sáng)

Chương 2 : Vạch phương án mạng cao áp

1. Xác định vị trí trạm phân phối trung tâm (TPPTT)
2. Xác định số lượng, vị trí, công suất của trạm biến áp phân xưởng (TBAPX)
3. Lựa chọn sơ đồ TPPTT, sơ đồ các TBAPX (trạm 1, 2 máy)
4. Vẽ sơ đồ đi dây trên mặt bằng.
5. Sơ đồ nguyên lý mạng cao áp (10 kV) nhà máy

Chương 3 : Lựa chọn các phần tử của mạng cao áp

1. Lựa chọn tiết diện đường dây trên không ĐDK - 10 (kV) từ Trạm biến áp trung gian (TBATG) về TPPTT.
2. Lựa chọn các máy cắt điện
3. Lựa chọn các tuyến cáp từ TPPTT đến các TBAPX.
4. Lựa chọn dao cách ly và cầu chì cao áp đặt tại các TBAPX
5. Tính toán ngắn mạch để kiểm tra thiết bị điện đã chọn
 - Tính ngắn mạch tại các thanh cái TPPTT
 - Tính ngắn mạch tại các thanh cái cao áp các TBAPX
 - Kiểm tra các thiết bị đã chọn.

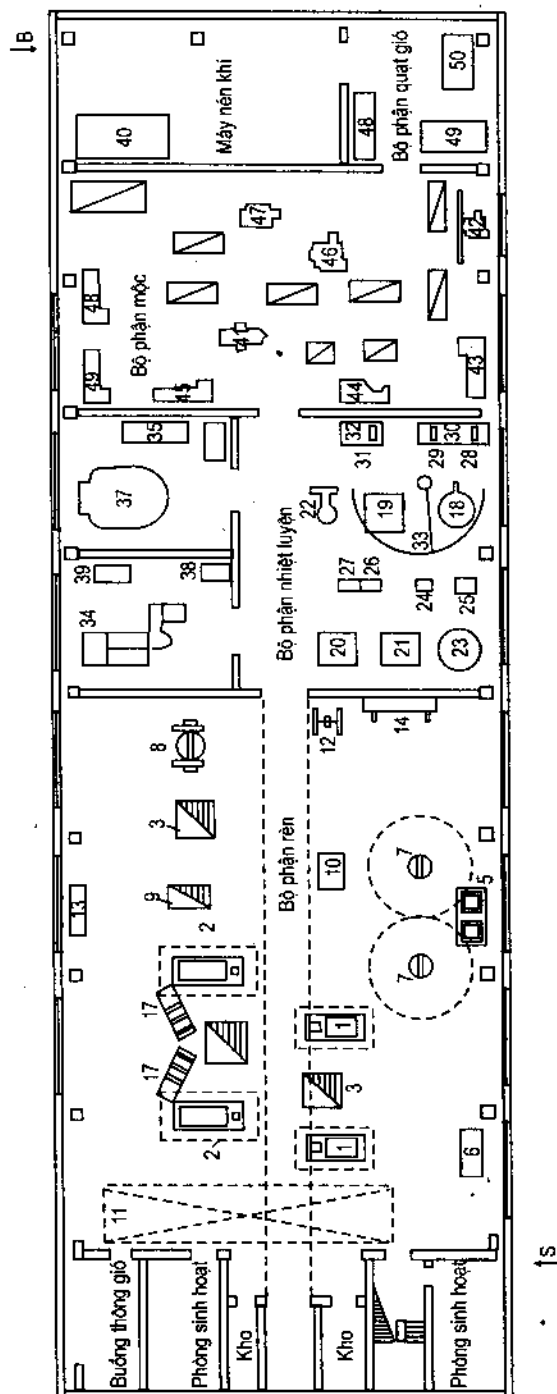
BTD 2

Đề tài : Thiết kế
cấp điện cho xưởng sửa
chữa cơ khí

Số liệu cho :

- Mặt bằng xưởng
- Danh sách máy

kèm theo



Danh mục các thiết bị, số lượng, công suất của xưởng sửa chữa cơ khí.

TT	Tên máy	Số lượng	Công suất		
			1	2	
	Bộ phận rèn				
1	Búa hơi để rèn	2	10	28	
2	Búa hơi để rèn	2	28	10	
3	Lò rèn	2	4,5	3,2	
4	Lò rèn	1	6	6	
5	Quạt gió	1	2,6	2,5	
6	Quạt thông gió	1	2,5	2,8	
8	Máy ép ma sát	1	10	12	
9	Lò điện	1	15	10	
11	Dầm treo có palăng điện	1	4,8	4,8	
12	Máy mài sắc	1	3,2	4,5	
13	Quạt li tâm	1	7	9	
17	Máy biến áp	2	2,2	2,2	$U_d = 380(V)$ $k_d = 25\%$
	Bộ phận nhiệt luyện				
18	Lò chạy bằng điện	1	30	35	
10	Lò điện để hoá cứng linh kiện	1	90	90	
20	Lò điện	1	30	36	
21	Lò điện để rèn	1	30	30	
22	Lò điện	1	36	20	
23	Lò điện	1	20	36	
24	Bể dầu	1	4	4	
25	Thiết bị để tôi bánh răng	1	18	15	
26	Bể dầu có tăng nhiệt	1	3	3	
28	Máy đo độ cứng đầu côn	1	0,6	0,6	
30	Máy mài sắc	1	0,25	0,25	
33	Cầu trục có Faiang điện	1	1,3	1,3	
34	Thiết bị tôi cao tần	1	80	80	
37	Thiết bị đo bì	1	23	20	
40	Máy nén khí	1	45	45	
	Bộ phận mộc				
41	Máy bào gỗ	1	4,5	7	
42	Máy khoan đứng	1	4,5	3,2	
44	Máy cưa	1	4,5	3,2	
46	Máy bào gỗ	1	7	4,5	
47	Máy cưa tròn	1	4,5	7	
	Bộ phận quạt gió				
48	Quạt gió	1	12	9	
49	Quạt gió số 9	1	9	12	
50	Quạt gió số 14	1	18	18	

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

Có 2 cột công suất, khi làm bài chỉ chọn một

Hướng dẫn nội dung chi tiết

Chương 1. Xác định phụ tải tính toán xưởng sửa chữa cơ khí

1. Phân nhóm phụ tải ($3 \div 5$ nhóm)
2. Xác định phụ tải tính toán từng nhóm (theo K_{max} và P_{tb})
3. Xác định phụ tải tính toán chiếu sáng (theo diện tích)
4. Xác định P, Q, S, cosφ toàn xưởng.

Chương 2. Phương án cấp điện cho xưởng

1. Vị trí trạm biến áp
2. Số lượng máy trong trạm
3. Xác định công suất máy
4. Sơ đồ tủ phân phối, vị trí đặt (hình vẽ)
5. Sơ đồ các tủ động lực, vị trí đặt (hình vẽ)
6. Phương án đi dây (cáp) từ TBA về các tủ động lực
7. Sơ đồ điện trên mặt bằng
8. Sơ đồ nguyên lý lưới điện xưởng cơ khí.

Chương 3. Lựa chọn các phần tử trong sơ đồ

1. Lựa chọn cáp tổng, aptômat tổng, các aptômat nhánh
2. Lựa chọn thanh góp
3. Lựa chọn cáp từ TPP tới các TĐL
4. Lựa chọn CCT và các CC nhánh trong các tủ ĐL
5. Lựa chọn dây dẫn (cáp) từ TĐL tới từng động cơ
6. Tính ngắn mạch hạ áp, kiểm tra các thiết bị đã chọn

Chương 4. Thiết kế trạm biến áp

1. Sơ đồ nguyên lý chi tiết TBA
2. Tính toán nối đất TBA
3. Kết cấu trạm : loại trạm, mặt bằng, mặt cắt.

BTD 3

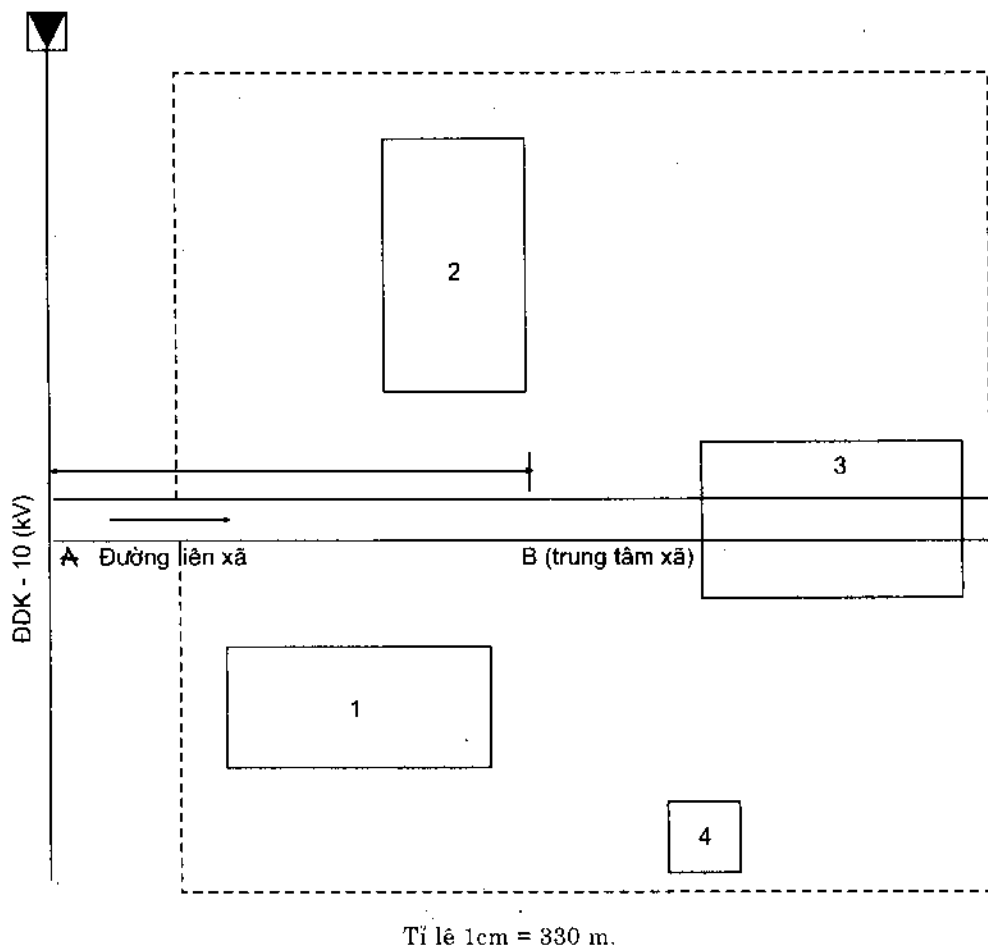
Đề tài : Thiết kế cung cấp điện cho 1 xã nông nghiệp

Số liệu cho :

- Nguồn điện : đường dây 10 (kV) của huyện cách xã 2 km
- Bản đồ địa lý và danh sách phụ tải của xã
- Biết tổn thất điện áp từ BATG $\rightarrow$ điểm A là 2%.

1. Bản đồ địa lý xã

BATG 110/10(kV)



2. Bảng danh sách phụ tải của xã

Phụ tải	Số liệu	Đặc điểm
Thôn 1	400 hộ dân	Thuần nông
Thôn 2	300 hộ dân	Thuần nông
Thôn 3	200 hộ dân	Buôn bán
Trạm bơm (4)	2×33 (kW)	Bơm tiêu

Hướng dẫn nội dung chi tiết

Chương 1. Xác định phụ tải tính toán của xã

1. Xác định phụ tải từng khu vực : Thôn 1, 2, 3, trạm bơm
2. Xác định phụ tải toàn xã.

Chương 2. Thiết kế mạng cao áp của xã

1. Xác định vị trí, số lượng, công suất các trạm biến áp phân phối (mỗi khu vực 1 trạm)

2. Vạch phương án mạng điện cao áp xã

- Mặt bằng cấp điện cao áp
- Sơ đồ nguyên lý mạng cao áp

3. Lựa chọn các phần tử trên sơ đồ

- Đường dây 10 (kV) (theo ΔU_{cp})
- Dao cách ly, cầu chì cao áp các trạm
- Chống sét van các trạm.

4. Tính ngắn mạch cao áp kiểm tra DCL, CC đã chọn.

Chương 3. Thiết kế 1 trạm biến áp (trạm bột)

1. Sơ đồ nguyên lý chi tiết trạm

2. Thống kê các thiết bị đã chọn, lựa chọn các thiết bị hạ áp (cáp tổng, aptômát tổng, aptômát nhánh, thanh cái)

3. Tính ngắn mạch hạ áp, kiểm tra cáp, aptômát, thanh cái.

4. Tính toán nối tiếp

5. Mặt bằng, mặt cắt trạm

Chương 4. Thiết kế cấp điện cho 1 thôn (ví dụ thôn có 4 ngõ xóm)

1. Phương án cấp điện

2. Mặt bằng cấp điện

3. Sơ đồ nguyên lý cấp điện

4. Lựa chọn đường dây trục thôn, trục xóm, cầu dao hộp đầu xóm.

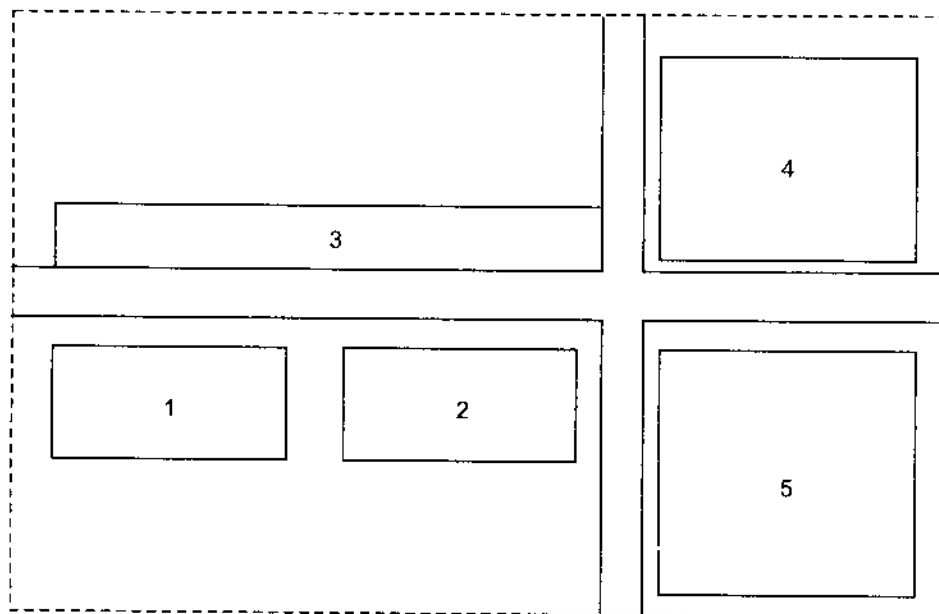
BTD 4

Đề tài : Thiết kế cấp điện cho khu phố mới

Số liệu cho :

- Trạm BATG 110/10 (kV) cách 2 km.
- Mặt bằng địa lý
- Số liệu phụ tải

1. Bản đồ địa lý khu phố mới, 1 cm = 25 m.



2. Danh sách phụ tải

TT	Tên phụ tải	Số liệu phụ tải
1	Nhà chung cư 5 tầng	Mỗi tầng 10 căn hộ
2	Nhà chung cư 3 tầng	Mỗi tầng 12 căn hộ
3	Khu nhà mặt phố	50 căn hộ
4	Trường tiểu học	Nhà học 2 tầng $\times$ 6 phòng học Nhà hành chính 1 tầng, 100m^2
5	Vườn hoa	4 đu quay : $4 \times 7 \text{ kW}$ Diện tích : 5000 m^2

Diện tích mỗi căn hộ, mỗi phòng học giáo viên tự chọn cho phù hợp.

Hướng dẫn nội dung chi tiết

Chương 1. Xác định phụ tải tính toán khu dân cư

1. Phụ tải tính toán từng khu vực
2. Phụ tải toàn khu vực

Chương 2. Phương án cấp điện

1. Lựa chọn vị trí, số lượng, công suất trạm biến áp (chọn 1 trạm, 1 máy)
 2. Lựa chọn phương án đi dây từ TBA tới các khu vực
 - Sơ đồ cấp điện trên mặt bằng
 - Sơ đồ nguyên lý cấp điện
 3. Lựa chọn các phần tử trên sơ đồ
 - Chống sét van, cầu dao, cầu chì cao áp
 - Chọn dây dẫn từ TBATG tới TBA khu phố
 - Chọn cáp tổng, aptômát tổng, thanh cái, các aptômát nhánh.
 - Chọn dây dẫn (cáp) từ TBA tới các khu vực
 4. Tính toán ngắn mạch cao, hạ áp, kiểm tra thiết bị đã chọn.

Chương 3. Thiết kế trạm biến áp

1. Sơ đồ nguyên lý chi tiết
2. Kết cấu trạm
3. Nối đất cho trạm

Chương 4. Thiết kế cấp điện cho 1 phòng học

1. Bố trí quạt điện trên thực tế → xác định công suất quạt P_q
2. Tính công suất đèn :

$$P_d = P_{\text{ti phòng}} - P_q$$

3. Lựa chọn loại đèn (sợi đốt, tuýp), công suất → tính số bóng

$$n = \frac{P_d}{P_{1d}}$$

4. Bố trí đèn
5. Tính dây dẫn, thiết kế bảng điện

PHỤ LỤC

PL1 Trị số trung bình k_{sd} và $\cos\phi$ của các nhóm thiết bị điện

Nhóm thiết bị	K_{sd}	$\cos\phi$
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 (câu trục, cần cẩu, palăng)	0,05 - 0,1	0,4 - 0,5
Nhóm máy vận chuyển làm việc liên tục (băng tải, băng chuyển ...)	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 hơi, hàn đường, nung tán đỉnh	0,35 - 0,4	0,5 - 0,6
Nhóm máy dệt	0,7 - 0,8	0,7 - 0,8

PL2. Trị số trung bình k_{nc} và $\cos\varphi$ của các phân xưởng

Tên phân xưởng	k_{nc}	$\cos\varphi$
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 nén 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 lý	0,7 - 0,8	0,8 - 0,9

PL3 Trị số trung bình T_{max} và $\cos\varphi$ của các xí nghiệp

Tên xí nghiệp	$T_{max}(h)$	$\cos\varphi$
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 ôtô 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

PL4. Trị số 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	0,61	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	0,94	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	0,75	0,68	0,62
0,70													0,95	0,94	0,91	0,86	0,80	0,73	0,66
0,75														0,95	0,94	0,90	0,85	0,78	0,71
0,80															0,95	0,93	0,90	0,83	0,76
0,85																0,95	0,91	0,89	0,83
0,90																	0,95	0,93	0,88
1,00																		0,95	0,92
																			0,95

PL5. 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	3,81	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	1,05	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	1,37	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	1,12	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

PL 6. Những thông số cơ bản của máy biến áp phân phối hai cấp điện áp phục vụ cho tính toán (do CTTBĐ ĐA chế tạo)

Điện áp từ 6,3/0,4 đến 35/0,4 kV

Phạm vi điều chỉnh điện áp : $\pm 2 \times 2,5\%$; $\pm 5\%$;

Tổ đấu dây, $YY_0 - 0$ hoặc $\Delta/Y_0 - 11$

Công suất : 25 kVA ÷ 2500 kVA

Công suất định mức (kVA)	$U_{dm}(kV)$	Tổn hao (W)		Dòng điện không tải $I_0(\%)$	Điện áp ngắn mạch $U_N(\%)$	Kích thước bao (mm)			Tâm bánh xe (mm)	Trọng lượng	
		không tải	có tải			dài	rộng	cao		Dầu (lít)	Toàn bộ (kg)
25	6,3/0,4 ; 10/0,4	120	500	2	4	600	560	1050	450	110	390
	15/0,4 ; 22/0,4	120	500	2	4	610	610	1050	450	130	390
	35/0,4	140	510	2	4,5	680	620	1080	450	180	500
30 (315)	6,3/0,4 ; 10/0,4	125	600	2	4	930	580	1080	450	120	390
	15/0,4 ; 22/0,4	125	600	2	4	950	620	1110	450	140	450
	35/0,4	150	610	2	5	1090	640	1600	450	260	610
50	6,3/0,4 ; 10/0,4	185	850	1,8	4	1180	600	1280	450	140	560
	15/0,4 ; 22/0,4	185	850	1,8	4	1240	650	1480	450	180	660
	35/0,4	215	880	1,8	5	1260	830	1560	450	304	810
63 (75)	6,3/0,4 ; 10/0,4	235	1200	1,8	4	1100	680	1300	550	260	680
	15/0,4 ; 22/0,4	235	1250	1,8	4	1200	680	1300	550	270	730
	35/0,4	270	1300	1,8	5	1300	720	1400	550	310	840
100 (125)	6,3/0,4 ; 10/0,4	310	1700	1,8	4	1290	700	1350	550	290	750
	15/0,4 ; 22/0,4	325	1700	1,8	4	1370	730	1490	550	300	790
	35/0,4	350	1750	1,8	5	1560	750	1700	550	320	910
160 (180)	6,3/0,4 ; 10/0,4	450	2100	1,7	4	1400	800	1500	600	300	1202
	15/0,4 ; 22/0,4	450	2150	1,7	4	1400	800	1520	600	330	1080
	35/0,4	510	2250	1,7	5	1480	850	1780	600	420	1350
250	6,3/0,4 ; 10/0,4	640	3000	1,7	4	1440	820	1580	600	370	1220
	15/0,4 ; 22/0,4	650	3050	1,7	4	1440	820	1700	600	380	1250
	35/0,4	720	3200	1,7	5	1600	850	1800	660	400	1580
320	6,3/0,4 ; 10/0,4	700	3670	1,6	4	1540	860	1720	660	390	1480
	15/0,4 ; 22/0,4	700	3670	1,6	4	1590	880	1750	660	400	1600
	35/0,4	790	3880	1,6	5	1640	900	1910	660	460	1850

400	6,3/0,4 ; 10/0,4	840	4460	1,5	4	1590	920	1760	660	410	1800
	15/0,4 ; 22/0,4	850	4500	1,5	4	1610	930	1800	660	460	2110
	35/0,4	920	4600	1,5	5	1710	960	2010	660	520	2650
500 (560)	6,3/0,4 ; 10/0,4	940	5210	1,5	4	1690	950	1940	660	560	2400
	15/0,4 ; 22/0,4	960	5270	1,5	4	1720	960	1950	660	630	2600
	35/0,4	1060	5470	1,5	5	1800	1000	2160	820	710	2950
630	6,3/0,4 ; 10/0,4	1100	6010	1,4	4,5	1790	980	2010	820	680	2510
	15/0,4 ; 22/0,4	1150	6040	1,4	4,5	1810	990	2020		690	2720
	35/0,4	1250	6210	1,4	4,5	1900	1080	2160	820	900	3020
750	6,3/0,4 ; 10/0,4	1200	6590	1,4	4,5	1820	1040	2030	820	800	3310
	15/0,4 ; 22/0,4	1220	6680	1,4	4,5	1830	1080	2060	820	840	3360
	35/0,4	1350	7100	1,4	5,5	1920	1140	2120	820	940	3570
1000	6,3/0,4 ; 10/0,4	1550	9000	1,3	5	1850	1120	2090	820	1040	4040
	15/0,4 ; 22/0,4	1570	9500	1,3	5	1910	1150	2130	820	1100	4110
	35/0,4	1680	10000	1,3	6,0	2200	1400	2410	1070	1440	4750
1250	6,3/0,4 ; 10/0,4	1710	12800	1,2	5,5	2110	1200	2170	1070	1300	4650
	15/0,4 ; 22/0,4	1720	12910	1,2	5,5	2150	1230	2210	1070	1340	4980
	35/0,4	1810	13900	1,2	6,5	2280	1310	2370	1070	1480	5110
1600	6,3/0,4 ; 10/0,4	2100	15500	1,0	5,5	2290	1780	2410	1070	1550	5100
	15/0,4 ; 22/0,4	2100	15700	1,0	5,5	2350	1810	2470	1070	1650	5320
	35/0,4	2400	16000	1,0	6,5	2410	1950	2810	1070	1750	5910
1800	6,3/0,4 ; 10/0,4	2400	18020	0,9	6	2360	1910	2510	1070	1680	5820
	15/0,4 ; 22/0,4	2420	18110	0,9	6	2380	1960	2610	1070	1720	6100
	35/0,4	2500	18900	0,9	6,5	2460	2070	2920	1070	2150	6350
2000	6,3/0,4 ; 10/0,4	2700	18400	0,9	6	2390	1970	2690	1070	2010	6210
	15/0,4 ; 22/0,4	2720	18800	0,9	6	2410	1980	2740	1070	2230	6540
	35/0,4	2850	19400	0,9	6,5	2590	2160	2980	1070	2470	6820
2500	6,3/0,4 ; 10/0,4	3250	20000	0,8	6	2420	1980	2740	1070	2360	6710
	15/0,4 ; 22/0,4	3300	20410	0,8	6	2460	2030	2810	1070	2480	6940
	35/0,4	3400	21000	0,8	6,5	2610	2210	2990	1070	2570	7800

Các máy biến áp có công suất, cấp điện áp và tổ đấu dây khác sẽ chế tạo theo đơn đặt hàng.

PL7. Thông số kỹ thuật các tủ máy cắt 7,2 đến 36 kV đặt tại trạm biến áp trung gian và trạm phân phối (do SIEMENS chế tạo).

Loại tủ	Cách điện	Loại trạm	I _{dm} (A) của thanh cái				I _{dm} (A) của các nhánh				I _N (kA) max				I _N (kA) 1-3 s			
			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	-	40	40	40	-	40	40	25	-
		2HTTG																
8BK20	không khí	1HTTG	4000	4000	2500	2500	4000	4000	2000	2500	125	125	125	80	50	50	25	315
		2HTTG																
8BK30	không khí	1HTTG	4000	4000	-	-	4000	4000	-	-	125	125	-	-	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	110	40	40	40	40
8DB10	SF ₆	2HTTG	3150	3150	3150	2500	2500	2500	2500	2500	110	110	110	110	40	40	40	40
8FG10	không khí	Máy phát	-	-	-	-	1250	1250	1250	-	225	225	225	-	80	80	80	-

PL8. Thông số kỹ thuật các tủ hợp bộ 7,2 đến 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_N (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	11	52	
			24	630	200	16	40	
8DJ20	SF ₆	Dùng cho trạm treo, 1 máy	7,2	630	200	10	25	Dao cắt phụ tải
			12	630	200	10	25	
			24	630	200	10	25	
8DJ30	SF ₆	Siêu bền	7,2	630	200	25	63	Dao cắt phụ tải
			12	630	200	21	52	
			24	-	-	-	-	
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	200	20	50	Dao cắt phụ tải
			12	630	200	20	50	Cầu chì
			24	630	200	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).

PL9. Cầu chì tự rơi (do Chance (Mỹ) chế tạo)

Loại	Mã số	U_{lvmax} (kV)	I_{dm} (A)	I_N (kA)	Khối lượng (kg)
15 kV có điện áp chịu đựng 95 kV	C710 - 123PB	7,8	200	12	8,26
	C710 - 112PB	15	100	10	7,98
	C710 - 114PB	15	100	16	7,98
	C710 - 133PB	15	300	12	8,03
15 kV có điện áp chịu đựng 110 kV	C710 - 423PB	7,8	200	12	8,26
	C710 - 412PB	15	100	10	7,98
	C710 - 414PB	15	100	16	7,98
	C710 - 433PB	15	300	10	8,03
27 kV có điện áp chịu đựng 125 kV	C710 - 222PB	15	200	10	9,48
	C710 - 211PB	27	100	18	9,07
	C710 - 212PB	27	100	12	9,16
	C710 - 233PB	27	300	12	9,25
27 kV có điện áp chịu đựng 150 kV	C710 - 322PB	15	200	10	12,07
	C710 - 311PB	27	100	8	11,70
	C710 - 313PB	27	100	12	11,79
	C710 - 333PB	27	300	12	11,88
27 kV có điện áp chịu đựng 170 kV	C710 - 523PB	15	200	12	13,15
	C710 - 513PB	27	100	12	12,97
	C710 - 533PB	27	300	12	12,97

PL10. Cầu chì ống cao áp (do Siemens chế tạo)

U_{dm}	I_{dm}	Kích thước		$I_{cắtN}$	$I_{cắtNmin}$	Tổn hao công suất	Loại cầu chì	Khối lượng
		dài	đường kính					
kV	A	mm		kA	A	W		kg
3,6/72	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
	10	192	69	80	400	78	3GD1 120-2B	1,8
	125	442	88	63	500	63	3GD1 125-2B	5,8
	160	442	88	63	875	63	3GD1 132-2B	5,8
	200	442	88	63	1260	78	3GD1 140-2B	5,8
	250	442	88	63	1260	100	3GD1 150-2B	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 401-4B	3,8
	10	442	69	40	56	22	3GD1 402-4B	3,8
	16	442	69	40	62	33	3GD1 403-4B	3,8

PL11. Cầu dao phụ tải điện áp 12 - 24 kV (do Siemens chế tạo)

Loại	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	Số lần cắt	I_{Nmax} (kA)	I_{N1} 1-3s (kA)
3CJ1461	12	630	20	50	23
3CJ361	12	630	20	50	26
3CJ1561	24	630	20	45	20
3CJ1661	24	630	20	45	20

**PL12. Thông số kỹ thuật của bộ cầu chì-cầu dao hạ áp loại OESA
(do ABB chế tạo)**

I_{dm} (A)	U_{dm} (V)	U_{xk} (kV)	I_{Nmax} (kA)	I_{N10s} (kA)	Khối lượng (kg)
20	1000	12	7,5	1	0,7
25	1000	12	7,5	1	0,7
32	1000	12	7,5	1	0,7
32	750	12	10	1,5	1,6
63	750	12	12	2	1,6
125	750	12	23	5	1,8
160	750	12	23	5	1,8
200	1000	12	40	8	6,9
250	1000	12	40	8	6,9
315	1000	12	40	10	7,3
400	1000	12	40	10	7,8
630	1000	12	75	16	15,5
800	1000	12	75	16	17

**PL13. Điện áp và dòng điện của dây chảy cầu chì hạ áp
(do ABB chế tạo)**

Điện áp xoay chiều (V)	230, 400, 500, 690, 750, 1000
Điện áp một chiều (V)	220, 440, 500, 600, 750, 1200, 1500, 2400, 3000
Dòng điện định mức (A)	2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250

PL14. Áptômát từ 5 đến 225 A (do LG chế tạo)

Loại		50AF	100AF				225AF			
Kiểu		ABE 53a	ABE 103a	ABS 103a	ABH 103a	ABL 103a	ABE 203a	ABS 203a	ABH 203a	ABL 203a
$U_{dm}(V)$		600	600	600	600	600	600	600	600	600
Số cực		2, 3	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4
$I_{dm}(A)$		5	5		15				125	
		10	10		20				150	
		15	15		30				175	
		20	20		40				200	
		30	30		40				225	
		40	40		50					
		50	50		60					
			60		75					
			75		100					
			100							
$I_{csm}(kA)$		2,5	5	7,5	10	35	7,5	7,5	25	35
Kích thước mm	rộng	75	75	90	90	105	105	105	105	105
	cao	130	130	155	155	165	165	165	165	165
	sâu	64	64	64	64	86	64	64	103	103
Khối lượng (kg)	3 cực	0,45	0,6	0,7	0,7	1,1	1,1	1,1	2,1	2,1
	3 cực	0,65	0,8	1,1	1,1	1,7	1,3	1,3	2,3	2,3
	4 cực			1,5	1,5	2,3	-	1,5	2,5	2,5

PL15. Áptômát từ 250 đến 1200 A (do LG chế tạo)

Loại	400AF				800AF			1200AF	
Kiểu	ABE 403a	ABS 403a	ABH 403a	ABL 403a	ABE 803a	ABS 803a	ABH 803a	ABS 1203	ABL 1203
U_{dm} (V)	600	600	600	600	600	600	600	600	600

PL 16. Áptômát loại G4CB, điện áp 230/400 V (do Clipsal chế tạo)

1 cực		2 cực		3 cực		I_{Ndm} (kA)
I_{dm} (A)	Mã số	I_{dm} (A)	Mã số	I_{dm} (A)	Mã số	
06	G4CB1006C	10	G4CB2010C	10	G4CB3010C	6
10	G4CB1010C	16	G4CB2016C	16	G4CB3016C	6
16	G4CB1016C	20	G4CB2020C	20	G4CB3020C	6
20	G4CB1020C	25	G4CB2025C	25	G4CB3025C	6
25	G4CB1025C	32	G4CB2032C	32	G4CB3032C	6
32	G4CB1032C	40	G4CB2040C	40	G4CB3040C	6
40	G4CB1040C	50	G4CB2050C	50	G4CB3050C	6
50	G4CB1050C	63	G4CB2063C	63	G4CB2063C	6
63	G4CB1063C	100	G4CB20100C	100	G4CB30100C	6

PL17 Áptômát không khí 4 cực, 415 V, loại S (do Clipsal chế tạo)

Loại cố định			Loại kéo ra được		
I_N (kA)	I_{max} (A)	Mã số	I_N (kA)	I_{max} (A)	Mã số
55	800	S800/F3	55	800	S800/D3
55	1000	S1000/F3	55	1000	S1000/D3
55	1250	S1250/F3	55	1250	S1250/D3
55	1600	S1600/F3	55	1600	S1600/D3
65	2000	S2000/F3	65	2000	S2000/D3
70	2500	S2500/F3	70	2500	S2500/D3
85	3200	S3200/F3	85	3200	S3200/D3
90	4000	S4000/F3	90	4000	S4000/D3

PL 18. Điện trở và điện kháng của cuộn dây bảo vệ quá dòng điện của áptômát, 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

PL 19. Điện trở tiếp xúc của cầu dao và áptômát, mΩ

Dòng điện định mức, A	50	70	100	140	200	400	600	1000
Áptômát	1,3	1,0	0,75	0,65	0,6	0,4	0,25	
Cầu dao	-	-	0,5	-	0,4	0,2	0,15	0,08

PL 20. Dây điện hạ áp lõi đồng mềm nhiều sợi (do CADIVI chế tạo)

Loại dây	Ruột dẫn điện		Chiều dây cách điện PVC	Chiều dây vỏ ngoài PVC	Điện trở dây dẫn ở 20°C	Đường kính tổng thể	Dòng điện phụ tải
	mm ²	N ^o /mm	mm	mm	Ω/km	mm	A
Dây đơn mềm VCm	0,50	16/0,20	0,8		37,10	2,6	5
	0,75	24/0,20	0,8		24,74	2,8	7
	1,00	32/0,20	0,8		48,56	3,0	10
	1,25	40/0,20	0,8		14,90	3,1	12
	1,50	30/0,25	0,8		12,68	3,2	25
	2,50	50/0,25	0,8		7,60	3,7	
Dây đôi mềm xoắn VCm							
	2 × 0,5	2 × 16/0,20	0,8		39,34	5,2	5
	2 × 0,75	2 × 24/0,20	0,8		26,22	5,6	7
	2 × 1,00	2 × 32/0,20	0,8		19,67	6,0	10
	2 × 1,25	2 × 40/0,20	0,8		15,62	6,2	12
	2 × 1,50	2 × 30/0,25	0,8		13,44	6,4	16
	2 × 2,50	2 × 50/0,25	0,8		8,06	7,4	25
Dây đôi mềm dẹt VCm							
	2 × 0,50	2 × 16/0,20	0,8		37,10	2,6 × 5,2	5
	2 × 0,75	2 × 24/0,20	0,8		24,74	2,8 × 0,75	7
	2 × 1,00	2 × 32/0,20	0,8		18,56	3,0 × 6,0	10
	2 × 1,25	2 × 40/0,20	0,8		14,90	3,1 × 6,2	12
	2 × 1,50	2 × 30/0,25	0,8		12,68	3,2 × 6,4	16
	2 × 2,50	2 × 50/0,25	0,8		7,60	3,7 × 7,4	25
Dây đôi mềm tròn VCm							
	2 × 0,50	2 × 16/0,20	0,8	1	39,34	7,2	5
	2 × 0,75	2 × 24/0,20	0,8	1	26,22	7,6	7
	2 × 1,00	2 × 32/0,20	0,8	1	19,67	8,0	10
	2 × 1,25	2 × 40/0,20	0,8	1	15,62	8,2	12
	2 × 1,50	2 × 30/0,25	0,8	1	13,44	8,4	16
	2 × 2,50	2 × 50/0,25	0,8	1	8,06	9,4	25

PL 21. Cáp hạ áp hai lõi đồng cách điện PVC, loại nửa mềm đặt cố định, ký hiệu CVV (do CADIVI chế tạo)

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thử
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
1,0	7/0,40	1,20	0,8	1,5	9,00	15	18,10	1500
1,5	7/0,50	1,50	0,8	1,5	9,60	21	12,10	1500
2,0	7/0,60	1,80	0,8	1,5	10,20	24	9,43	1500
2,5	7/0,67	2,01	0,8	1,5	10,62	27	7,41	1500
3,5	7/0,80	2,40	0,8	1,5	11,40	34	5,30	1500
4,0	7/0,85	2,55	0,9	1,5	12,10	37	4,61	1500
5,5	7/1,00	3,00	1,0	1,5	13,40	44	3,40	1500
6,0	7/1,04	3,12	1,1	1,5	14,4	48	3,08	1500
8,0	7/1,20	3,60	1,2	1,5	15,50	55	2,31	1500
10,0	7/1,35	4,05	1,3	1,5	16,80	65	1,83	1500
11,0	7/1,40	4,20	1,3	1,5	17,10	67	1,71	2000
14,0	7/1,60	4,80	1,4	1,5	18,90	77	1,33	2000
16,0	7/1,70	5,10	1,5	1,5	19,40	83	1,15	2000
22,0	7/2,00	6,00	1,6	1,6	21,80	102	0,84	2000
25,0	7/2,14	6,42	1,6	1,6	22,64	111	0,727	2000
30,0	7/2,30	6,96	1,6	1,7	23,60	121	0,635	2000
35,0	7/2,52	7,56	1,7	1,7	25,52	132	0,524	2500
38,0	7/2,60	7,80	1,8	1,8	26,40	141	0,497	2500
50,0	19/1,80	9,00	1,8	1,9	29,00	164	0,387	2500
60,0	19/2,00	10,00	1,8	1,9	31,20	187	0,309	2500
70,0	19/2,14	10,70	1,9	1,9	33,00	201	0,268	2500
80,0	19/2,30	11,50	2,0	2,0	35,20	222	0,234	2500
95,0	19/2,52	12,00	2,0	2,1	37,60	242	0,193	2500
100,0	19/2,60	13,00	2,0	2,1	38,40	255	0,184	2500
120,0	19/2,80	14,00	2,1	2,2	41,00	284	0,153	2500
125,0	19/2,90	14,50	2,2	2,2	42,40	292	0,147	3000
150,0	37/2,30	16,10	2,2	2,3	46,00	334	0,124	3000
185,0	37/2,52	17,64	2,3	2,5	49,88	367	0,0991	3000
200,0	37/2,60	18,20	2,4	2,5	51,40	392	0,0940	3000
240,0	61/2,25	20,25	2,4	2,7	55,90	426	0,0540	3000

PL 22. Cáp hạ áp bốn lõi đồng cách điện PVC, loại nửa mềm đặt cố định, ký hiệu CVV (do CADIVI chế tạo)

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thử
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
1,0	7/0,40	1,20	0,8	1,5	9,00	15	18,10	1500
1,5	7/0,50	1,50	0,8	1,5	9,60	21	12,10	1500
2,0	7/0,60	1,80	0,8	1,5	10,20	24	9,43	1500
2,5	7/0,67	2,01	0,8	1,5	10,62	27	7,41	1500
3,5	7/0,80	2,40	0,8	1,5	11,40	34	5,30	1500
4,0	7/0,85	2,55	0,9	1,5	12,10	37	4,61	1500
5,5	7/1,00	3,00	1,0	1,5	13,40	44	3,40	1500
6,0	7/1,04	3,12	1,1	1,5	14,4	48	3,08	1500
8,0	7/1,20	3,60	1,2	1,5	15,50	55	2,31	1500
10,0	7/1,35	4,05	1,3	1,5	16,80	65	1,83	1500
11,0	7/1,40	4,20	1,3	1,5	17,10	67	1,71	2000
14,0	7/1,60	4,80	1,4	1,5	18,90	77	1,33	2000
16,0	7/1,70	5,10	1,5	1,5	19,40	83	1,15	2000
22,0	7/2,00	6,00	1,6	1,6	21,80	102	0,84	2000
25,0	7/2,14	6,42	1,6	1,6	22,64	111	0,727	2000
30,0	7/2,30	6,96	1,6	1,7	23,60	121	0,635	2000
35,0	7/2,52	7,56	1,7	1,7	25,52	132	0,524	2500
38,0	7/2,60	7,80	1,8	1,8	26,40	141	0,497	2500
50,0	19/1,80	9,00	1,8	1,9	29,00	164	0,387	2500
60,0	19/2,00	10,00	1,8	1,9	31,20	187	0,309	2500
70,0	19/2,14	10,70	1,9	1,9	33,00	201	0,268	2500
80,0	19/2,30	11,50	2,0	2,0	35,20	222	0,234	2500
95,0	19/2,52	12,00	2,0	2,1	37,60	242	0,193	2500
100,0	19/2,60	13,00	2,0	2,1	38,40	255	0,184	2500
120,0	19/2,80	14,00	2,1	2,2	41,00	284	0,153	2500
125,0	19/2,90	14,50	2,2	2,2	42,40	292	0,147	3000
150,0	37/2,30	16,10	2,2	2,3	46,00	334	0,124	3000
185,0	37/2,52	17,64	2,3	2,5	49,88	367	0,0991	3000
200,0	37/2,60	18,20	2,4	2,5	51,40	392	0,0940	3000
240,0	61/2,25	20,25	2,4	2,7	55,90	426	0,0540	3000
250,0	61/2,30	20,70	2,4	2,8	68,36	360	0,0738	3000
300,0	61/2,52	22,68	2,5	3,0	74,03	400	0,0601	3000
325,0	61/2,60	23,40	2,6	3,1	76,25	414	0,0576	3500
400,0	61/2,90	26,10	2,6	3,3	83,36	-	0,0470	3500
500,0	61/3,20	28,80	2,8	3,5	91,25	-	0,0366	3500

PL 23. Cáp đồng ba lõi điện áp 12 - 24 kV cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC (do hãng FURUKAWA chế tạo)

F_{dm} lõi	Hình dạng	Đường kính 1 lõi	Độ dày lớp XLPE	Độ dày lớp PVC bên trong	Đường kính ngoài PVC bên trong	Đường kính sợi đay thép mạ	Độ dày vỏ PVC	Đường kính ngoài cùng	Trọng lượng	t_{cp} ngoài trời 40°C	t_{cp} dưới đất 25°C	r_o ở 20°C D.C	r_o ở 90°C A.C	C_o	X_o với 50 kg	I_{N15}
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kG/km	A	A	Ω /km	Ω /km	μ F/km	Ω /km	kA
35		7,0	5,5	1,5	49,4	2,5	2,8	60	5880	170	170	0,524	0,668	0,16	0,130	5,00
50		8,1	5,5	1,6	52,0	2,5	2,9	63	6560	205	200	0,387	0,494	0,17	0,124	7,15
70		9,7	5,5	1,6	55,5	2,5	3,1	67	7610	250	240	0,268	0,342	0,19	0,117	10,0
95		11,4	5,5	1,7	59,7	2,5	3,2	72	8890	305	290	0,193	0,247	0,21	0,112	13,5
120		12,8	5,5	1,7	62,7	3,15	3,3	77	10900	350	330	0,153	0,196	0,23	0,108	17,1
150		14,3	5,5	1,8	66,2	3,15	3,4	81	12200	395	365	0,124	0,159	0,25	0,104	21,4
185		16,0	5,5	1,9	70,0	3,15	3,6	85	13800	450	410	0,0991	0,128	0,27	0,100	26,4
240		18,4	5,5	2,0	75,4	3,15	3,7	91	16200	520	470	0,0754	0,0981	0,30	0,0963	34,3
300		20,6	5,5	2,0	80,1	3,15	3,9	96	18700	590	525	0,0601	0,0792	0,32	0,0933	42,9
400		23,3	5,5	2,2	86,3	3,15	4,1	102	22100	665	585	0,0470	0,0634	0,35	0,0902	57,2
500		26,3	5,5	2,3	93,0	3,15	4,3	109	26000	750	650	0,0366	0,0512	0,39	0,0873	71,5

PL 24. Cảm kháng của đường dây trên không dây dẫn đồng và nhôm,
 x_0 (Ω/km)

Khoảng cách trung bình hình học các dây dẫn, mm	Mã hiệu dây dẫn												
	M-6	M-10	M-16 A-16	M-25 A-25	M-35 A-35	M-50 A-50	M-70 A-70	M-95 A-95	M-120 A-120	M-150 A-150	M-185 A-185	M-240	M-300
400	0,371	0,355	0,333	0,319	0,308	0,297	0,283	0,274	-	-	-	-	-
600	0,397	0,381	0,358	0,345	0,336	0,325	0,309	0,300	0,292	0,287	0,280	-	-
800	0,415	0,399	0,377	0,363	0,352	0,344	0,327	0,318	0,310	0,305	0,298	-	-
1000	0,429	0,413	0,391	0,377	0,366	0,355	0,341	0,332	0,324	0,319	0,313	0,305	0,298
1250	0,443	0,427	0,405	0,391	0,380	0,369	0,355	0,346	0,338	0,333	0,327	0,319	0,311
1500	-	0,438	0,416	0,402	0,391	0,380	0,366	0,357	0,349	0,344	0,338	0,330	0,323
2000	-	0,457	0,435	0,421	0,410	0,398	0,385	0,376	0,368	0,363	0,357	0,349	0,342
2500	-		0,449	0,435	0,421	0,413	0,399	0,390	0,382	0,377	0,371	0,363	0,363
3000	-		0,460	0,446	0,435	0,423	0,410	0,401	0,393	0,388	0,382	0,374	0,374
3500	-		0,470	0,456	0,445	0,433	0,420	0,411	0,403	0,398	0,392	0,384	0,377
4000	-		0,478	0,464	0,453	0,441	0,428	0,419	0,411	0,406	0,400	0,392	0,385
4500	-			0,471	0,460	0,448	0,435	0,426	0,418	0,413	0,407	0,399	0,392
5000	-			-	0,467	0,456	0,442	0,433	0,425	0,420	0,414	0,406	0,399
5500	-			-	-	0,462	0,448	0,439	0,431	0,426	0,420	0,412	0,405
6000	-			-	-	0,468	0,454	0,445	0,437	0,432	0,426	0,418	0,411

PL 25. Cảm kháng đường dây trên không, dây nhôm lõi thép, x_0 (Ω/km)

Khoảng cách trung bình hình học giữa các dây dẫn, mm	AC-35	AC-50	AC-70	AC-95	AC-120	AC-150	AC-185	AC-240	AC-300	AC-400	ACY- 300	ACY- 400	ACO- 300	ACO- 500	ACO- 600
2000	0,403	0,392	0,382	0,371	0,365	0,358	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	0,417	0,406	0,396	0,385	0,379	0,372	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3000	0,429	0,418	0,408	0,397	0,391	0,381	0,377	0,369	-	-	-	-	-	-	-
3500	0,438	0,427	0,417	0,406	0,400	0,398	0,386	0,378	-	-	-	-	-	-	-
4000	0,446	0,435	0,425	0,414	0,408	0,404	0,394	0,386	-	-	-	-	-	-	-
4500	-	-	0,433	0,422	0,416	0,409	0,402	0,394	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	0,440	0,429	0,423	0,416	0,409	0,401	-	-	-	-	-	-	-
5500	-	-	-	-	0,429	0,422	0,415	0,407	-	-	-	-	-	-	-
6000	-	-	-	-	-	-	-	0,413	0,404	0,396	0,402	0,393	-	-	-
6500	-	-	-	-	-	-	-	-	0,409	0,400	0,407	0,398	-	-	-
7000	-	-	-	-	-	-	-	-	0,414	0,406	0,412	0,403	-	-	-
7500	-	-	-	-	-	-	-	-	0,418	0,409	0,417	0,408	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	0,422	0,414	0,421	0,412	-	-	-
8500	-	-	-	-	-	-	-	-	0,425	0,418	0,424	0,415	-	-	-
9000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,427	0,420	0,426	0,416	0,408

PL 26. Dòng điện cho phép của dây không bọc (dây trần), A

Dây đồng			Dây nhôm			Dây nhôm lõi thép	
Tiết diện mm ²	Dòng điện cho phép		Tiết diện mm ²	Dòng điện cho phép		Mã hiệu dây dẫn	Dòng điện cho phép khi đặt ngoài trời A
	Đặt ngoài trời	Đặt trong nhà		Đặt ngoài trời A	Đặt trong nhà A		
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

PL 27. Hệ số hiệu chỉnh k_1 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_1 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	1,16	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

PL 28. 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	7 - 10
100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75	0,7
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81	0,8
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85	0,8

PL 29. Điện trở và điện kháng của thanh cái chữ nhật

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
20 × 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

PL 30. 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	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

PL 31. Các loại chống sét 3 đến 30 kV (do hãng Cooper (Mỹ) chế tạo)

U_{dm} (kV)	Giá đỡ ngang	Giá đỡ khung	Giá đỡ MBA và đường dây	Giá đỡ công xôn 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

PL 32. Chống sét van hạ áp (do Siemens chế tạo)

Loại	U_{dm} (V)	Số cực	Dòng tháo sét (kA)	Khối lượng (kg)
5SD7 050	255	1	75	0,365
5SD7 052	275	1	15	0,125
5SD7 003	280	4	100	0,825
5SD7 002	280	1	5	0,265
5SD7 030	275	1	15	0,125

PL 33. Tủ điện bù cosφ điện áp 220 V (do DAE YEONG chế tạo).

U_{dm} (V)	Q_b (kVAr)	C (μ F)	Mã hiệu		Tần số (Hz)	I_{dm} (A)		Kích thước	
			1 pha	3 pha		1 pha	3 pha	cao thùng	cao toàn bộ
220	10	657,7	DLE-2B10K5S	DLE-2B10K5T	50	45,2	26,2	265	325
		548,1	DLE-2B10K6S	DLE-2B10K6T	60			220	280
	15	986,5	DLE-2B15K5S	DLE-2B15K5T	50	68,2	39,4	250	315
		822,1	DLE-2B15K6S	DLE-2B15K6T	60			225	290
	20	1315,3	DLE-2B20K5S	DLE-2B20K5T	50	90,9	52,5	300	365
		1096,1	DLE-2B20K6S	DLE-2B20K6T	60				
	25	1644,1	DLE-2B25K5S	DLE-2B25K5T	50	113,6	65,6	250	315
		1370,1	DLE-2B25K6S	DLE-2B25K6T	60			300	365
	30	1973,0	DLE-2B30K5S	DLE-2B30K5T	50	136,4	78,7	260	325
		1644,2	DLE-2B30K6S	DLE-2B30K6T	60			250	315
	35	2301,8	DLE-2B35K5S	DLE-2B35K5T	50	159,1	91,9	310	375
		1918,2	DLE-2B35K6S	DLE-2B35K6T	60			290	355
	40	2630,7	DLE-2B40K5S	DLE-2B40K5T	50	181,8	105,0	350	415
		2192,2	DLE-2B40K6S	DLE-2B40K6T	60			300	365
	45	2959,5	DLE-2B45K5S	DLE-2B45K5T	50	204,5	118,1	390	455
		1466,2	DLE-2B45K6S	DLE-2B45K6T	60			340	405
	50	3288,3	DLE-2B50K5S	DLE-2B50K5T	50	227,3	131,2	400	465
		2740,3	DLE-2B50K6S	DLE-2B50K6T	60			350	415

PL 34. Tủ điện bù cosφ điện áp 380 đến 480 V (do DAE YEONG chế tạo)

U_{dm} (V)	Q_b (kVAr)	C (μ F)	Mã hiệu		I_{dm} (A)		Kích thước (mm)	
			1 pha	3 pha	1 pha	3 pha	cao thùng	cao toàn bộ
380	10	183,7	DLE-3H10K6S	DLE-3H10K6T	26,3	15,2	175	235
	15	257,6	DLE-3H15K6S	DLE-3H15K6T	39,5	22,8	220	280
	20	367,4	DLE-3H20K6S	DLE-3H20K6T	52,5	30,4	245	305
	25	459,5	DLE-3H25K6S	DLE-3H25K6T	65,8	38,0	225	290
	30	551,1	DLE-3H30K6S	DLE-3H30K6T	78,9	45,6	200	265
	35	642,9	DLE-3H35K6S	DLE-3H35K6T	92,1	53,2	230	295
	40	734,8	DLE-3H40K6S	DLE-3H40K6T	105,3	60,8	230	295
	45	826,6	DLE-3H45K6S	DLE-3H45K6T	118,4	68,4	260	325
	50	918,5	DLE-3H50K6S	DLE-3H50K6T	131,6	76,0	260	325
	75	1377,7	DLE-3H75K6S	DLE-3H75K6T	197,4	114,0	350	415
440	10	137,0	DLE-4D10K6S	DLE-4D10K6T	22,7	13,1	175	235
	15	205,5	DLE-4D15K6S	DLE-4D15K6T	34,1	19,7	220	280
	20	274,0	DLE-4D20K6S	DLE-4D20K6T	45,5	26,2	245	305
	25	342,5	DLE-4D25K6S	DLE-4D25K6T	56,8	32,8	225	290
	30	411,0	DLE-4D30K6S	DLE-4D30K6T	68,2	39,3	190	255
	35	479,5	DLE-4D35K6S	DLE-4D35K6T	79,5	45,9	220	285
	40	548,1	DLE-4D40K6S	DLE-4D40K6T	90,9	52,5	220	285
	45	616,6	DLE-4D45K6S	DLE-4D45K6T	102,3	59,0	250	315
	50	685,1	DLE-4D50K6S	DLE-4D50K6T	113,6	65,6	250	315

PL 35. Hệ số sử dụng k_{sd} của một số loại đèn

Loại đèn	Sợi đốt vạn năng			Sợi đốt vạn năng			Sợi đốt chiếu sâu			Sợi đốt dùng cho phòng làm việc			Đèn huỳnh quang			Đèn huỳnh quang loại kín		
	30	50	70	30	50	70	30	50	70	50	70	70	30	50	70	30	50	70
p trần, %	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70
p tường, %	10	30	50	10	30	50	10	30	50	30	50	70	30	50	70	30	50	70
0,5	21	24	28	14	17	21	19	21	25	16	20	27	22	29				
0,6	27	30	34	19	22	26	24	27	31	21	25	32	27	33	37	23	26	29
0,7	32	35	38	23	26	29	29	31	34	24	29	35	30	38				
0,8	35	38	41	26	28	32	32	34	37	26	31	37	33	41	46	30	32	35
0,9	38	40	44	28	30	34	34	36	39	29	33	39	35	43				
1,0	40	42	45	30	32	35	35	36	38	31	34	41	37	44	43	45	46	49
1,1	42	44	46	31	33	36	37	39	41	32	36	42	38	46				
1,25	44	46	48	33	35	37	39	41	43	34	38	43	41	48	47	48	50	54
1,5	46	48	51	35	36	40	41	43	46	37	41	46	44	51	50	52	56	58
1,75	48	50	53	37	39	41	43	44	48	39	43	48	46	53				
2,0	50	52	55	39	40	43	44	46	49	41	45	50	48	55	56	57	58	61
2,25	52	54	56	40	42	45	46	48	51	43	47	52	50	57				
2,5	54	55	59	42	44	46	48	49	52	45	48	54	52	58	60	62	63	65
3,0	55	57	60	43	45	47	49	51	53	47	51	55	54	60	62	64	67	69
3,5	56	58	61	44	46	48	50	52	54	49	52	57	57	63				
4,0	57	59	62	45	47	49	51	52	55	50	54	58	59	64	65	67	68	70
5,0	58	60	63	46	48	51	52	54	57	52	56	60	61	65	67	68	69	72

Chỉ số của phòng

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Giáo trình cung cấp điện (NXB Đại học và THCN, 1984). Nguyễn Công Hiền, Đặng Ngọc Dinh,...
2. Hệ thống cung cấp điện (giáo trình ĐHBK, 1978). Trần Bách, Phan Đăng Khải, Ngô Hồng Quang, Đặng Quốc Thống,...
3. Thiết kế cấp điện (NXB KHKT, 1998). Ngô Hồng Quang, Vũ Văn Tầm.
4. Nhà máy điện và Trạm biến áp (NXB KHKT, 1996). Trịnh Hùng Thám, Đào Quang Thạch, Đào Kim Hoa,...
5. Mạng cung cấp và phân phối điện (NXB KHKT, 2002). Bùi Ngọc Thư
6. Lưới điện và Hệ thống điện (tập 1, NXB KHKT, 2000). Trần Bách
7. Mạng lưới điện (NXB KHKT, 2000). Nguyễn Văn Đạm.
8. Kỹ thuật chiếu sáng (NXB KHKT, 1996). Bản dịch từ tiếng Pháp của Lê Văn Doanh và Đặng Văn Đào.
9. Sách tra cứu về cung cấp điện xí nghiệp công nghiệp (NXB Cầu vồng, 1981). Fedôrop. Bản dịch của Bộ môn Hệ thống điện.
10. Các Catalog chào hàng của ABB, Công ty thiết bị điện Đông Anh và các hãng của Nhật, Pháp, Mỹ, Đức,...

MỤC LỤC

	Trang
<i>Lời giới thiệu</i>	3
<i>Mở đầu</i>	4
GIỚI THIỆU CHUNG VỀ CUNG CẤP ĐIỆN (2 LT + 0)	
01. Lưới điện và lưới cung cấp điện	5
02. Những yêu cầu đối với phương án cung cấp điện	6
03. Một số ký hiệu trên sơ đồ cấp điện	9
CHƯƠNG 1. CÁC LOẠI LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN (8 LT + 0)	
1.1. Lưới điện đô thị	12
1.2. Lưới điện nông thôn	14
1.3. Lưới điện xí nghiệp công nghiệp	15
1.4. Các loại dây dẫn và cáp	18
1.5. Cấu trúc đường dây tải điện	23
Câu hỏi ôn tập chương 1	25
CHƯƠNG 2. TÍNH TOÁN PHỤ TẢI ĐIỆN (10 LT + 4 BT)	
2.1. Khái niệm chung	26
2.2. Xác định phụ tải điện khu vực nông thôn	26
2.3. Xác định phụ tải điện khu vực công nghiệp	32
2.4. Xác định phụ tải điện khu vực đô thị	42
Bài tập chương 2	49
CHƯƠNG 3. TÍNH TOÁN TỔN THẤT ĐIỆN ÁP, TỔN THẤT CÔNG SUẤT, TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG (12 LT + 2 BT)	
3.1. Sơ đồ thay thế lưới cung cấp điện	50
3.2. Tính toán tổn thất điện áp	55
3.3. Tính toán tổn thất công suất	60
3.4. Tính toán tổn thất điện năng	67
3.5. Các giải pháp giảm tổn thất điện năng	78
Bài tập chương 3	80
CHƯƠNG 4. TRẠM ĐIỆN (10 LT + 2 BT)	
4.1. Trạm điện	82
4.2. Trạm phân phối	91
4.3. Trạm biến áp trung gian	94

4.4. Tính toán ngắn mạch trong hệ thống cung cấp điện	96
4.5. Nối đất trạm biến áp và đường dây tải điện	104
Câu hỏi và bài tập chương 4	109

CHƯƠNG 5. LỰA CHỌN CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN TRONG LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN (12 LT + 2 BT)

5.1. Lựa chọn máy biến áp	110
5.2. Lựa chọn máy cắt điện	113
5.3. Lựa chọn cầu chì, dao cách ly	118
5.4. Lựa chọn aptômát	130
5.5. Lựa chọn thanh góp	133
5.6. Lựa chọn dây dẫn và cáp	136
Bài tập chương 5	146

CHƯƠNG 6. NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT (6 LT + 2 BT)

6.1. Hệ số công suất và ý nghĩa của việc nâng cao hệ số công suất	148
6.2. Các giải pháp bù cosφ tự nhiên	150
6.3. Các thiết bị bù cosφ	152
6.4. Phân phối tối ưu công suất bù trên lưới điện xí nghiệp	153
Bài tập chương 6	158

CHƯƠNG 7. TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG (6 LT + 2 BT)

7.1. Khái niệm chung về chiếu sáng	160
7.2. Một số đại lượng dùng trong tính toán chiếu sáng	160
7.3. Các loại đèn	163
7.4. Nội dung thiết kế chiếu sáng	166
7.5. Thiết kế chiếu sáng dân dụng	168
7.6. Thiết kế chiếu sáng công nghiệp	171
Bài tập chương 7	177

BÀI TẬP DÀI (BTD) (20 tiết)

BTD 1 Hướng dẫn nội dung chi tiết	178
BTD 2 Hướng dẫn nội dung chi tiết	180
BTD 3 Hướng dẫn nội dung chi tiết	182
BTD 4 Hướng dẫn nội dung chi tiết	184

PHỤ LỤC

Từ PL 1 đến PL 35	187
Tài liệu tham khảo	213

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

Biên tập lần đầu :
TRẦN NHẬT TÂN

Biên tập tái bản :
NGUYỄN HỒNG ÁNH

Trình bày bìà :
QUANG TUẤN

Sửa bản in :
TRẦN THANH TÚ

Chế bản :
PHÒNG CHẾ BẢN (NXB GIÁO DỤC)

GIÁO TRÌNH CUNG CẤP ĐIỆN

Mã số: 7B561T7 - DAI

In 3.000 bản, khổ 16 x 24 cm, tại Xí nghiệp in Hà Tây.

Số in: 703/DAI; Số XB: 11-2007/CXB/304-2119/GD.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 1 năm 2007.



CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ

HEVOBCO

25 HÀN THUYỀN - HÀ NỘI

Website : www.hevobco.com.vn

**TÌM ĐỌC GIÁO TRÌNH DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐÀO TẠO HỆ
TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC**

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1. An toàn điện | Nguyễn Đình Thắng |
| 2. Kỹ thuật điện | Đặng Văn Đào |
| 3. Máy điện | Nguyễn Hồng Thanh |
| 4. Kỹ thuật lắp đặt điện | Phan Đăng Khải |
| 5. Điện dân dụng và công nghiệp | Vũ Văn Tầm |
| 6. Cung cấp điện | Ngô Hồng Quang |
| 7. Đo lường các đại lượng điện và không điện | Nguyễn Văn Hoà |
| 8. Kỹ thuật điều khiển động cơ điện | Vũ Quang Hồi |
| 9. Điện tử công suất | Trần Trọng Minh |
| 10. Linh kiện điện tử và ứng dụng | Nguyễn Viết Nguyên |
| 11. Điện tử dân dụng | Nguyễn Thanh Trà, Thái Vĩnh Hiến |
| 12. Kỹ thuật số | Nguyễn Viết Nguyên |
| 13. Kỹ thuật mạch điện tử | Đặng Văn Chuyết |
| 14. Cơ kỹ thuật | Đỗ Sanh |
| 15. An toàn lao động | Nguyễn Thế Đạt |
| 16. Vẽ kỹ thuật | Trần Hữu Quế |
| 17. Vật liệu và công nghệ cơ khí | Hoàng Tùng |
| 18. Dung sai lắp ghép và kỹ thuật đo lường | Ninh Đức Tôn, Nguyễn Thị Xuân Bầy |
| 19. Kỹ thuật sửa chữa ô tô, máy nổ | Nguyễn Tất Tiến, Đỗ Xuân Kinh |
| 20. Công nghệ hàn (lý thuyết và ứng dụng) | Nguyễn Thúc Hà |
| 21. Cơ sở kỹ thuật cắt gọt kim loại | Nguyễn Tiến Lương |

Bạn đọc có thể mua tại các Công ty Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương hoặc các Cửa hàng của Nhà xuất bản Giáo dục :

Tại Hà Nội : 25 Hàn Thuyên ; 187B Giảng Võ ; 232 Tây Sơn ; 23 Tràng Tiền ;

Tại Đà Nẵng : Số 15 Nguyễn Chí Thanh ; Số 62 Nguyễn Chí Thanh ;

Tại Thành phố Hồ Chí Minh : 104 Mai Thị Lựu, Quận 1 ; Cửa hàng 451B - 453, Hai Bà Trưng, Quận 3 ; 240 Trần Bình Trọng - Quận 5.

Tại Thành phố Cần Thơ : Số 5/5, đường 30/4 ;

Website : www.nxbgd.com.vn



8 934980 176002 4



Giá : 17.600 đ