SỞ LAO ĐỘNG THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI TP HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG TRUNG CẤP Á CHÂU

GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC/MÔ ĐUN: CUNG CẤP ĐIỆN

NGÀNH/NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP VÀ DÂN DỤNG

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-TCAC ngày 15 tháng 12 năm 2022
của Hiệu trưởng Trường Trung cấp Sài Gòn

Thành phố Hồ Chí Minh , năm 2022

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI GIỚI THIỆU

Môn học "Cung cấp điện" là một trong những môn học thực hành được biên soạn dựa trên chương trình khung và chương trình chi tiết do trường Trung cấp Sài Gòn dành cho hệ trung cấp ngành điện công nghiệp và dân dụng.

Giáo trình được biên soạn làm tài liệu học tập, giảng dạy nên giáo trình đã được xây dựng ở mức độ đơn giản và dễ hiểu, trong mỗi bài đều có các bài tập áp dụng để học sinh sinh viên thực hành, luyện tập kỹ năng nghề.

Khi biên soạn, tác giả đã dựa trên kinh nghiệm giảng dậy, tham khảo đồng nghiệp và tham khảo ở nhiều giáo trình hiện đang lưu hành để phù hợp với nội dung chương trình đào tạo, phù hợp với mục tiêu đào tạo và các nội dung thực hành được biên soạn gắn với yêu cầu thực tế.

Giáo trình cũng là tài liệu học tập, giảng dạy và tham khảo tốt cho các ngành thuộc lĩnh vực điện dân dụng, vận hành nhà máy thủy điện và các ngành gần với ngành điện công nghiệp. Trong quá trình sử dụng giáo trình, tuỳ theo yêu cầu cũng như khoa học và công nghệ phát triển có thể điều chỉnh thời gian và bổ sung cập nhất các kiến thức mới cho phù hợp. Trong giáo trình, chúng tôi có đề ra nội dung thực tập của từng bài để người học củng cố và áp dụng kiến thức lý thyết đã học phù hợp với kỹ năng.

Trong quá trình biên soạn giáo trình, không tránh khỏi thiếu sót, tác giả rất mong sự đóng góp ý kiến của bạn đọc, để ngày một hoàn thiện hơn.

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

1.Tên mô đun: Cung cấp điện

2.Mã mô đun: MĐ15

3.Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học:

3.1Vị trí:

Môn học cung cấp điện phải học sau khi đã hoàn thành các môn học, mô đun: An toàn lao động, Mạch điện, Đo lường điện, Vẽ điện, Khí cụ điện, Vật liệu điện, Thiết bị điện gia dụng.

3.2.Tính chất: Là môn học chuyên môn nghề.

3.3.Ý nghĩa và vai trò của môn học:

Trong sự nghiệp công nghiệp hóa - hiện đại hóa đất nước, ngành công nghiệp điện giữ vai trò hết sức quan trọng, bởi điện năng là nguồn năng lượng được sử dụng rộng rãi nhất trong các ngành kinh tế quốc dân.

Khi xây dựng nhà máy, khu công nghiệp, khu dân cư, thành phố…trước tiên người ta phải xây dựng hệ thống cung cấp điện để cung cấp điện năng cho các máy móc và phục vụ nhu cầu sinh hoạt của con người.

Nội dung môn học này nhằm trang bị cho học viên những kiến thức, kỹ năng cơ bản về kỹ thuật Cung cấp điện

4. Mục tiêu của môn học:

4.1Về kiến thức:

+ Chọn được phương án phù hợp cho đường dây cung cấp điện cho một phân xưởng phù hợp yêu cầu cung cấp điện theo Tiêu chuẩn Việt Nam.

4.2Về kỹ năng:

+ Tính chọn được dây dẫn, bố trí hệ thống chiếu sáng phù hợp với điều kiện làm việc, mục đích sử dụng theo qui định kỹ thuật.

+ Tính chọn được nối đất và chống sét cho đường dây tải điện và các công trình phù hợp điều kiện làm việc, theo Tiêu chuẩn Việt Nam.

4.3.Về năng lực tự chủ và trách nhiệm

+ Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và sáng tạo..

5.Chương trình mô đun

5.1. Chương trình khung

Mã MH/ MĐ	Tên MH, MĐ	TS giờ/ số tín chỉ	Học trên lớp				Ghi chú
			TS	LT	TH, BT	KT ĐK	
I	**Các môn học chung**	**12**	**255**	**94**	**148**	**13**	
MH01	Chính trị	2	30	15	13	02	
MH02	Pháp luật	1	15	09	05	01	
MH03	Giáo dục thể chất	1	30	04	24	02	

MH04	Giáo dục quốc phòng và an ninh	2	45	21	21	03	
MH05	Tin học	2	45	15	29	01	
MH06	Ngoại ngữ	4	90	30	56	04	
II	**Các môn học chuyên môn**		**1485**	**399**	**1034**	**52**	
MH07	An toàn điện	02	30	28		02	
MH08	Lý thuyết mạch điện	04	60	58		02	
MH09	Đo lường điện và cảm biến	03	45	25	18	02	
MH10	Vật liệu điện	02	30	28		02	
MH11	Vẽ điện	02	30	15	13	02	
MH12	Khí cụ điện	02	45	20	23	02	
MH13	Kỹ thuật điện tử	03	60	30	27	03	
MH14	Máy điện	03	60	30	27	03	
MH15	Cung cấp điện	03	60	30	27	03	
MH16	Truyền động điện	02	45	20	22	03	
MH17	Trang bị điện	03	60	30	27	03	
MH18	Điều khiển lập trình PLC	03	60	20	38	02	
MH19	Điều khiển điện khí nén	02	45	20	23	02	
MH20	Điện tử công suất	02	45	30	12	03	
MH21	Điều khiển logic	02	30	15	13	02	
MH22	Thực hành điện cơ bản	05	240		236	04	
MH23	Thực hành sửa chữa điện	04	180		176	04	
MH24	Thực hành trang bị điện, điện tử căn bản	04	180		176	04	
MH25	Thực tập tập tôt nghiệp	04	180		176	04	
	Tổng cộng	**67**	**1740**				

5.2. Chương trình chi tiết MĐ

**Nội dung chi tiết của Mô Đun*

STT	Nội dung	Số tiết			
		Tổng cộng	**Lý thuyết**	**Thực hành**	**Kiểm tra**
1	**CHƯƠNG I: KHÁI NIỆM CHUNG VỀ HỆ THỐNG NĂNG LƯỢNG**	**3**	**3**		
	Bài 1: Đặc điểm chung của quá trình sản xuất và phân phối điện năng	1	1		
	Bài 2: Các dạng nguồn điện	1	1		
	Bài 3: Lưới điện và hệ thống cung cấp điện	1	1		
2	**CHƯƠNG II: PHỤ TẢI ĐIỆN**	**8**	**3**	**5**	
	Bài 4: Đồ thị phụ tải – phương pháp xây dựng đồ thị phụ tải	1	1		

	Bài 5: Các đại lượng – hệ số tính toán cơ bản	1	1		
	Bài 6: các phương pháp tính toán phụ tải	6	1	5	
3	**CHƯƠNG III: MẠNG ĐIỆN XÍ NGHIỆP**	**2**	**2**		
	Bài 7: Khái niệm chung mạng cung cấp điện xí nghiệp	1	1		
	Bài 8: Sơ đồ nối dây mạng điện xí nghiệp	1	1		
4	**CHƯƠNG IV: TÍNH TOÁN MẠNG ĐIỆN XÍ NGHIỆP**	**6**	**3**	**3**	
	Bài 9: Tính tổn thất công suất và điện năng trong mạng cung cấp điện	4	1	3	
	Bài 10: Tính tổn thất điện áp trong mạng cung cấp điện	2	2		
5	**CHƯƠNG V: TRẠM BIẾN ÁP XÍ NGHIỆP**	**6**	**3**	**3**	
	Bài 11: Tính chọn công suất máy biến áp phân xưởng	4	1	3	Kiểm tra
	Bài 12: Kết cấu trạm biến áp phân xưởng	2	2		
6	**CHƯƠNG VI: TÍNH NGẮN MẠCH TRONG MẠNG CUNG CẤP ĐIỆN XÍ NGHIỆP**	**2**	**2**		
	Bài 13: Khái niệm chung về ngắn mạch	1	1		
	Bài 14: Tính toán ngắn mạch phía hạ mạng cung cấp điện	1	1		
7	**CHƯƠNG VII: LỰA CHỌN CÁC PHẦN TỬ TRONG HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN XÍ NGHIỆP**	**8**	**3**	**5**	
	Bài 15: Tính toán, lựa chọn chi tiết điện dây dẫn trong mạng cung cấp điện xí nghiệp	4	1	3	
	Bài 16: Tính toán, lựa chọn các thiết bị đóng cắt hạ áp	4	2	2	Kiểm tra
8	**CHƯƠNG VIII: TIẾT KIỆM ĐIỆN NĂNG VÀ NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT TRONG MẠNG CUNG CẤP ĐIỆN XÍ NGHIỆP**	**6**	**3**	**3**	
	Bài 17: Các biện pháp nâng cao hệ số công suất	2	2		

	Bài 18: Bù công suất phản kháng mạng cung cấp điện xí nghiệp	4	1	3	
	Bài 19: Chọn và vận hành tụ điện				
9	**CHƯƠNG IX: CHIẾU SÁNG CÔNG NGHIỆP**	**7**	**4**	**3**	
	Bài 20: Các đại lượng cơ bản trong chiếu sáng	1	1		
	Bài 21: Kỹ thuật chiếu sáng	1	1		
	Bài 22: Thiết kế chiếu sáng	1	1		
	Bài 23: Các phương pháp tính toán chiếu sáng	4	1	3	
10	**CHƯƠNG X: CHỐNG SÉT**	**6**	**3**	**3**	
	Bài 24: Các tham số của sóng sét và cường độ hoạt động của sét	1	1		
	Bài 25: Bảo vệ sét đánh trực tiếp cho hệ thống cung cấp điện	4	1	3	
	Bài 26: Giới thiệu một sô phương pháp chống sét hiện đại	1	1		
11	**CHƯƠNG XI: NỐI ĐẤT**	**6**	**3**	**3**	
	Bài 27: Khái niệm chung về hệ thống nối đất	1	1		
	Bài 28: Tính toán trạng bị nối đất	5	2	3	Kiểm tra
	TỔNG SỐ	**60**	**32**	**28**	

6. Điều kiện thực hiện mô đun:

- **6.1. Phòng học Lý thuyết/Thực hành:** Thực hiện giảng dạy tốt nhất ở nơi thực tập hoặc xưởng thực hành.

6.2. Trang thiết bị dạy học:

- Bảng, phấn bàn, ghế học tập;
- Các mô hình thực hành mạch một chiều, xoay chiều bao gồm:
  + Bộ thí nghiệm về mạch điện DC;
  + Bộ thí nghiệm về mạch điện AC 1 pha, 3 pha;
  + Bộ thí nghiệm về điện trường và từ trường;
- Các loại máy đo (AC & DC): ampe kế, volt kế, ohm kế, watt kế, tần số kế, cosϕ kế, điện kế 1 pha, 3 pha, oscillocope...;
- Nguồn DC điều chỉnh được;
- Nguồn AC 1 pha, 3 pha điều chỉnh được.

6.3. Học liệu, dụng cụ, mô hình, phương tiện:

- Điện trở các loại – biến trở;
- Tụ điện các loại - tụ chỉnh;
- Cuộn cảm - cuộn chỉnh;
- Dây nối;
- Nam châm vĩnh cửu;
- Nam châm điện;
- Bo mạch (Project Board) cắm linh kiện;
- Giáo trình, tài liệu học tập.

7. Nội dung và phương pháp đánh giá:

7.1. Nội dung:

- Về kiến thức: Đánh giá bằng hình thức kiểm tra viết, trắc nghiệm theo các nội dung sau:

  + Bài kiểm tra 1: kiểm tra đầu vào: (45 phút): Đánh giá kết quả đạt được trong bài mạch điện một chiều;

  + Bài kiểm tra 2: kiểm tra viết; 45 phút. Đánh giá kết quả đạt được trong bài mạch điện xoay chiều;

  + Bài kiểm tra 3: kiểm tra viết; 45 phút. Đánh giá kết quả tiếp thu về bài từ trường và cảm ứng điện từ;

- Về kỹ năng: Đánh giá kỹ năng nhận ra bản chất mạch điện, tính toán các bài tập về dòng điện một chiều và xoay chiều.
- Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Đánh giá phong cách học tập thể hiện ở: Tỉ mỉ, cẩn thận, chính xác, ngăn nắp trong công việc.

7.2. Phương pháp: Người học được đánh giá tích lũy mô đun như sau:

7.2.1. Cách đánh giá

- Áp dụng quy chế đào tạo Cao đẳng hệ chính quy ban hành kèm theo Thông tư số 09/2017/TT-LĐTBXH, ngày 13/3/2017 của Bộ trưởng Bộ Lao động – Thương binh và Xã hội.

- Hướng dẫn thực hiện quy chế đào tạo áp dụng tại Trường Cao đẳng nghề Tây Ninh như sau:

Điểm đánh giá	**Trọng số**
+ Điểm kiểm tra thường xuyên (Hệ số 1)	40%
+ Điểm kiểm tra định kỳ (Hệ số 2)	
+ Điểm thi kết thúc mô đun	60%

7.2.2. Phương pháp đánh giá

Phương pháp đánh giá	Phương pháp tổ chức	Hình thức kiểm tra	Chuẩn đầu ra đánh giá	Số cột	Thời điểm kiểm tra
Thường xuyên	Viết/ Thuyết trình	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo	A1, A2 B1, B2 C1, C2	1	Sau 14 giờ.
Định kỳ	Viết/ Thuyết trình/ Thực hành	Tự luận/ Trắc nghiệm/ Báo cáo/ Thực hành	A3, B3 A5, B3, C3	1	Sau 28 giờ
Kết thúc mô đun	Thực hành	Trắc nghiệm/ Thực hành	A1, A2, A3, A4, A5 B1, B2, B3 C1, C2, C3.	1	Sau 45 giờ

7.2.3. Cách tính điểm

- Điểm đánh giá thành phần và điểm thi kết thúc mô đunđược chấm theo thang điểm 10 (từ 0 đến 10), làm tròn đến một chữ số thập phân.

- Điểm mô đun là tổng điểm của tất cả điểm đánh giá thành phần của mô đun nhân với trọng số tương ứng. Điểm mô đun theo thang điểm 10 làm tròn đến một chữ số thập phân.

8. Hướng dẫn thực hiện mô đun

8.1. Phạm vi, đối tượng áp dụng: Áp dụng cho người học nghề Điện tử công nghiệp trường Trung cấp Á Châu

8.2. Phương pháp giảng dạy, học tập mô đun

8.2.1. Đối với người dạy

*** Lý thuyết:** Áp dụng phương pháp dạy học tích cực bao gồm: thuyết trình ngắn, nêu vấn đề, hướng dẫn đọc tài liệu, bài tập, câu hỏi thảo luận, thao tác mẫu ….

*** Thực hành:** Chi người học thành nhóm nhỏ để thực hiện nội dung thực hành.

*** Hướng dẫn tự học:** Yêu cầu học viên nghiên cứu theo yêu cầu nội dung trong bài học, trình bày nội dung, thực hành trên mô hình.

8.2.2. Đối với người học: Người học phải thực hiện các nhiệm vụ như sau:

- Nghiên cứu kỹ bài học tại nhà trước khi đến lớp. Các tài liệu tham khảo sẽ được cung cấp nguồn trước khi người học vào học mô đun này

- Tham dự tối thiểu 70% các buổi giảng. Nếu người học vắng >30% số tiết phải học lại

mô đun mới được tham dự kì thi lần sau.

- Tự học và thảo luận nhóm: là một phương pháp học tập kết hợp giữa làm việc theo nhóm và làm việc cá nhân. Một nhóm gồm 4-5 người học sẽ được cung cấp chủ đề thảo luận trước khi học lý thuyết, thực hành. Mỗi người học sẽ chịu trách nhiệm về 1 hoặc một số nội dung trong chủ đề mà nhóm đã phân công để phát triển và hoàn thiện tốt nhất toàn bộ chủ đề thảo luận của nhóm.
- Tham dự đủ các bài kiểm tra thường xuyên, định kỳ.
- Tham dự thi kết thúc môn học.

- Chủ động tổ chức thực hiện giờ tự học

9. Tài liệu tham khảo:

[1]. TS Ngô Hồng Quang, *Giáo trình cung cấp điện – Sách dùng trong trường trung cấp chuyên nghiệp và dạy nghề*, Vụ THCN, Nxb. GD , 2006.

[2]. *Hướng dẫn thiết kế lắp đặt điện theo tiêu chuẩn IEC*, Nxb. KHKT

BÀI MỞ ĐẦU: KHÁI QUÁT VỀ HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

Giới thiệu:

Trong những năm trở lại đây, nền kinh tế nước ta đang phát triển mạnh mẽ, đời sống nhân dân cũng được nâng cao kéo theo nhu cầu sử dụng điện năng trong các lĩnh vực công nghiệp, nông nghiệp, dịch vụ, sinh hoạt ... phát triển không ngừng. Đối với những người công tác trong ngành điện cần phải có sự hiểu biết nhất định về xã hội, môi trường, các đối tượng cấp điện để có thể tham gia tốt vận hành, thiết kế, lắp đặt các công trình điện.

1. Mục tiêu:

- Phân tích được đặc điểm, các yêu cầu đối với nguồn năng lượng, nhà máy điện, mạng lưới điện, hộ tiêu thụ, hệ thống bảo vệ và trung tâm điều độ.

- Vận dụng đúng các yêu cầu và nội dung chủ yếu khi thiết kế hệ thống cung cấp điện.

- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác và nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

2.Nội dung bài:

2.1. Nguồn năng lượng tự nhiên và đặc điểm của năng lượng điện

Mục tiêu

- Trình bày được đặc điểm của các nguồn năng lượng tự nhiên, đặc điểm của năng lượng điện.

Ngày nay, người ta đã tạo ra ngày càng nhiều của cải vật chất cho xã hội. Trong số của cải vật chất ấy có nhiều dạng năng lượng được tạo ra.

Năng lượng cơ bắp của người và vật cũng là một nguồn nặng lượng đã có từ xa xưa của xã hội loài người. Sự phát triển mạnh mẽ và liên tục những hoạt động của con người trên quả đất đòi hỏi ngày càng nhiều năng lượng lấy từ các nguồn trong thiên nhiên.

Thiên nhiên xung quanh ta rất giàu, nguồn năng lượng điện cũng rất dồi dào. Than đá, dầu khí, nguồn nước của các dòng sông và biển cả, nguồn phát nhiệt lượng vô cùng phong phú của mặt trời và ở trong lòng đất, các luồng khí chuyển động, gió v.v... đã là những nguồn năng lượng rất tốt và quí giá đối với con người.

Năng lượng điện (điện năng) hiện nay đã là một dạng năng lượng rất phổ biến, sản lượng hằng năm trên thế giới ngày càng tăng và chiếm hằng nghìn tỷ kWh. Sở dĩ điện năng được thông dụng như vậy vì nó có nhiều ưu điểm như: dễ dàng chuyển thành các năng lượng khác (cơ, hoá, nhiệt v.v...), dễ chuyển tải đi xa, hiệu suất lại cao.

Trong quá trình sản xuất và phân phối, điện năng có một số đặc điểm chính như sau:

a. Khác với hầu hết các loại sản phẩm, điện năng sản xuất ra nói chung

không tích trữ được (trừ một vài trường hợp cá biệt với công suất rất nhỏ người ta dùng pin và ắc quy làm bộ phận tích trữ). Tại mọi thời điểm, ta phải đảm bảo cân bằng giữa điện năng được sản xuất ra với điện năng tiêu thụ kể cả những tổn thất do truyền tải.

Đặc điểm này cần quán triệt không những trong nhiệm vụ quy hoạch, thiết kế hệ thống cung cấp điện, nhằm giữ vững chất lượng điện năng thể hiện ở giá trị điện áp và tần số.

b. Các quá trình về điện xảy ra rất nhanh, ví dụ sóng điện từ lan truyền trong dây dẫn với tốc độ rất lớn xấp xỉ tốc độ ánh sáng 300.000 km/sec, quá trình sóng sét lan truyền, quá trình quá độ, ngắn mạch xảy ra rất nhanh (trong vòng nhỏ hơn 1/10 giây).

Đặc điểm này đòi hỏi phải sử dụng thiết bị tự động trong vận hành, trong điều độ hệ thống cung cấp điện. Bao gồm các khâu bảo vệ, điều chỉnh và điều khiển, tác động trong trạng thái bình thường và sự cố, nhằm đảm bảo hệ thống cung cấp điện làm việc tin cậy và kinh tế.

c. Đặc điểm thứ ba là: công nghiệp điện lực có liên quan chặt chẽ đến hầu hết các ngành kinh tế quốc dân (khai thác mỏ, cơ khí, dân dụng, công nghiệp nhẹ...).

Đó là một trong những động lực tăng năng suất lao động, tạo nên sự phát triển nhịp nhàng trong cấu trúc kinh tế.

Quán triệt đặc điểm này sẽ xây dựng được những quyết định hợp lý trong mức độ điện khí hóa đối với các ngành kinh tế các vùng lãnh thổ khác nhau; mức độ xây dựng nguồn điện, mạng lưới truyền tải phân phối, nhằm đáp ứng sự phát triển cân đối, tránh được những thiệt hại kinh tế quốc dân do phải hạn chế nhu cầu của hộ dùng điện.

2.2. Nhà máy điện.

Mục tiêu

- Trình bày được nguyên tắc làm việc và đặc điểm của các nhà máy

điện. a.Nhà máy nhiệt điện (NMNĐ)



Hình 1. Nhà máy nhiệt điện

Bao gồm:

- Nhà máy nhiệt điện ngưng hơi: Là nhà máy nhiệt điện mà việc thải nhiệt của môi chất làm việc (hơi nước) được thực hiện qua bình ngưng.

- Nhà máy nhiệt điện rút hơi: đồng thời sản xuất điện năng và nhiệt điện. Về nguyên lý hoạt động giống như nhà máy nhiệt điện ngưng hơi, song ở đây lượng hơi rút ra đáng kể từ một số tầng của tuốc bin để cấp cho các phụ tải nhiệt công nghiệp và sinh hoạt. Do đó hiệu suất chung của nhà máy tăng lên.

Ở nhà máy nhiệt điện sự biến đổi năng lượng được thực hiện theo nguyên lý:

Nhiệt năng → Cơ năng → Điện năng.

Nhà máy nhiệt điện có những đặc điểm sau:

- Thường được xây dựng gần nguồn nhiên liệu và nguồn nước.
- Tính linh hoạt trong vận hành kém, khởi động và tăng phụ tải chậm.
- Hiệu suất thấp ($\eta = 30 \div 40\%$)
- Khối lượng nhiên liệu sử dụng lớn, khói thải và ô nhiễm môi trường.

b.Nhà máy thủy điện (NMTĐ):

Nguyên lý của nhà máy thủy điện là sử dụng năng lượng dòng nước để làm

quay trục tuốc bin thủy lực để chạy máy phát điện. Ở đây, quá trình biến đổi năng

lượng là:

Thủy năng → Cơ năng → Điện năng.



Hình 2. Nhà máy thủy điện

Công suất của nhà máy thủy điện phụ thuộc vào hai yếu tố chính là lưu lượng dòng nước Q qua các tuốc bin và chiều cao cột nước H, đó là:

$$P = 9,81QH \text{ MW}$$

hay chính xác hơn: $P = 9,81\ QH\eta$.

Trong đó: Q: lưu lượng nước (m3 /sec)

H: chiều cao cột nước (m)

η: hiệu suất tuốc bin

Nhà máy thủy điện có những đặc điểm sau:

- Xây dựng gần nguồn nước nên thường xa phụ tải.
- Vốn đầu tư xây lắp ban đầu lớn, chủ yếu thuộc về các công trình như đập chắn, hồ chứa . . .
- Thời gian xây dựng kéo dài.
- Chi phí sản xuất điện năng thấp
- Thời gian khởi động máy ngắn.
- Hiệu suất cao ($\eta = 80 \div 90\%$).
- Tuổi thọ cao.

c.Nhà máy điện nguyên tử (NMĐNT)

Nhà máy điện nguyên tử cũng tương tự như nhà máy nhiệt điện về phương diện biến đổi năng lượng: Tức là nhiệt năng do phân hủy hạt nhân sẽ

biến thành cơ năng và từ cơ năng sẽ biến thành điện năng.



Hình 3. Nhà máy điện nguyên tử

Ở nhà máy điện nguyên tử, nhiệt năng thu được không phải bằng cách đốt cháy các nhiên liệu hữu cơ mà thu được trong quá trình phá vỡ liên kết hạt nhân nguyên tử của các chất Urani-235 hay Plutoni-239... trong lò phản ứng. Do đó nếu như NMNĐ dùng lò hơi thì NMĐNT dùng lò phản ứng và những máy sinh hơi đặc biệt.

Ưu điểm của NMĐNT:

+ Chỉ cần một lượng khá bé vật chất phóng xạ đã có thể đáp ứng được yêu cầu của nhà máy.

+ Một nhà máy có công suất 100MW, một ngày thường tiêu thụ không nhiều hơn 1kg chất phóng xạ.

+ Công suất một tổ máy phát điện - tuốc bin của nhà máy điện nguyên tử sẽ đạt đến 500, 800, 1200 và thậm chí đến 1500MW.

Nhà máy điện nguyên tử có những đặc điểm sau

- Có thể xây dựng trung tâm phụ t
- Vốn đầu tư xây lắp ban đầu lớn và thời gian xây dựng kéo dài.
- Chi phí sản xuất điện năng thấp nên thường làm việc ở đáy đồ thị phụ tải.
- Thời gian sử dụng công suất cực đại lớn khoảng 7000giờ/năm hay cao hơn.

a. Các loại nhà máy điện khác

+ Nhà máy điện dùng sức gió (động cơ gió phát điện)

Người ta lợi dụng sức gió để quay hệ thống cánh quạt đặt đối diện với chiều gió. Hệ thống cánh quạt được truyền qua bộ biến đổi tốc độ để làm quay máy phát điện, sản xuất ra điện năng. Điện năng sản xuất ra được tích trữ nhờ các bình ắc quy.

Động cơ gió phát điện có khó khăn trong điều chỉnh tần số do vận tốc gió

luôn luôn thay đổi. Động cơ gió phát điện thường có hiệu suất thấp, công suất đạt nhỏ do đó chỉ dùng ở những vùng hải đảo, những nơi xa xôi không có lưới điện đưa đến hoặc ở những nơi thật cần thiết như ở các đèn hải đăng.

+ Nhà máy điện dùng năng lượng bức xạ mặt trời

Thường có dạng như nhà máy nhiệt điện, ở đây lò hơi được thay bằng hệ thống kính hội tụ để thu nhận nhiệt lượng bức xạ mặt trời để tạo hơi nước quay tuốc bin.

Nhà máy điện dùng năng lượng bức xạ mặt trời có những đặc điểm sau:

- Sử dụng nguồn năng lượng không cạn kiệt

-Chi phí phát điện thấp và đặc biệt hiệu quả ở các vùng mà việc kéo các lưới điện quốc gia quá đắt.

- Độ tin cậy vận hành cao.

- Chi phí bảo trì ít.

- Không gây ô nhiễm môi trường.

+ Nhà máy năng lượng địa nhiệt:

Nhà máy năng lượng địa nhiệt sử dụng sức nóng của lòng đất để gia nhiệt làm nước bốc hơi. Hơi nước với áp suất cao làm quay tuốc bin hơi nước. Tuốc bin này kéo một máy phát điện, từ đó năng lượng địa nhiệt biến thành năng lượng điện. Có hai loại nhà máy năng lượng địa nhiệt: loại chu kỳ kép (hình1.4) và loại phun hơi (hình1.5). Nước nóng địa nhiệt có nhiệt độ vào khoảng 3500 F và áp suất khoảng 16.000psi.

2.3. Mạng lưới điện.

Mục tiêu:

- Phân loại được mạng lưới điện.

a.Mạng truyền tải

Mục đích của mạng truyền tải trên không là truyền tải năng lượng từ các nhà máy phát ở các nơi khác nhau đến mạng phân phối. Mạng phân phối là nơi cuối cùng cung cấp điện năng cho các hộ tiêu thụ. Các đường dây truyền tải cũng nối kết các hệ thống điện lân cận. Điều này không những cho phép điều phối kinh tế năng lượng giữa các vùng trong quá trình vận hành bình thường mà còn cho phép chuyển tải năng lượng giữa các vùng trong điều kiện sự cố.

Mạng truyền tải có điện áp dây trên 60kV và được tiêu chuẩn hóa là 69kV, 115kV, 138kV, 161kV, 230kV, 345kV, 500kV và 765kV (tiêu chuẩn ASNI). Điện áp truyền tải trên 230 kV thường được coi là siêu cao áp.

b.Mạng phân phối

Mạng phân phối là phần kết nối các trạm phân phối với các hộ tiêu thụ. Các đường dây phân phối sơ cấp thường ở cấp điện áp từ (4 ÷ 34,5)kV và cung

cấp điện cho một vùng địa lý được xác định trước. Một vài phụ tải công nghiệp

nhỏ được cung cấp trực tiếp bằng đường dây cáp sơ cấp.

Mạng phân phối thứ cấp giảm điện áp để sử dụng cho các hộ phụ tải dân dụng và kinh doanh. Dây và cáp điện không được vượt quá vài trăm mét chiều dài, sau đó cung cấp năng lượng cho các hộ tiêu thụ riêng biệt. Mạng phân phối thứ cấp cung cấp cho hầu hết các hộ tiêu thụ ở mức 240/120V ba pha 4 dây, 400/240V ba pha 4 dây, hay 480/277V ba pha 4 dây. Ngày nay, năng lượng cung cấp cho hộ tiêu thụ điển hình được cung cấp từ máy biến áp, giảm điện áp cung cấp xuống 400/240V sử dụng ba pha 4 dây.

2.4. Hộ tiêu thụ.

Mục tiêu:

- Phân loại được các loại hộ dùng điện theo các khía cạnh khác nhau.

Hộ tiêu thụ điện hay còn gọi là hộ dùng điện, phụ tải điện. Trong hệ thống năng lượng thì phụ tải điện rất đa dạng và được phân thành nhiều loại dưới các khía cạnh xem xét khác nhau.

a.Theo ngành nghề:

Phụ tải được phân làm 2 loại:

+ Phụ tải công nghiệp.

+ Phụ tải kinh doanh và dân dụng.

b.Theo chế độ làm việc:

Phụ tải được phân làm 3 loại:

+ Phụ tải làm việc dài hạn.

+ Phụ tải làm việc ngắn hạn.

+ Phụ tải làm việc ngắn hạn lặp lại.

c.Theo yêu cầu liên tục cung cấp điện:

Phụ tải được phân làm 3 loại:

+ Phụ tải loại 1 (hộ loại 1):

- Là những hộ rất quan trọng không được để mất điện, nếu xảy ra mất điện sẽ gây hậu quả nghiêm trọng, cụ thể:

- Làm ảnh hưởng trực tiếp đến chính trị, an ninh quốc phòng, mất trật tự xã hội: đó là sân bay, hải cảng, khu quân sự, khu ngoại giao, các đại sứ quán, nhà ga, bến xe, trục giao thông chính trong thành phố v.v…

- Làm thiệt hại lớn về kinh tế: 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.

- Gây hậu quả nghiêm trọng về tính mạng con người.

-Hộ loại 1 phải được cung cấp điện với độ tin cậy cao, yêu cầu có nguồn dự phòng. Tức là hộ loại 1 phải được cấp điện ít nhất là từ hai nguồn độc lập.

-Thời gian mất điện cho phép ở hộ loại 1 bằng với thời gian đóng nguồn dự phòng với các thiết bị tự động.

+ Phụ tải loại 2 (hộ loại 2):

-Là những hộ tương tự như hộ loại 1, nhưng hậu quả do mất điện gây ra không nghiêm trọng bằng như hộ loại 1.

-Hộ loại 2 bao gồm: các xí nghiệp chế tạo hằng 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….)

-Hộ loại này nếu ngừng cung cấp điện chỉ dẫn đến những thiệt hại về kinh tế do ngừng trệ sản xuất, hư hỏng sản phẩm, lãng phí sức lao động.

Phương án cung cấp điện cho hộ loại 2 có thể có hoặc không có nguồn dự phòng. Nguồn dự phòng có hay không là kết quả của bài toán so sánh giữa vốn đầu tư phải tăng thêm và giá trị thiệt hại về kinh tế do ngừng cung cấp điện.

+ Phụ tải loại 3 (hộ loại 3):

-Là những hộ không quan trọng, đó là hộ ánh sáng sinh hoạt đô thị và nông thôn.

-Thời gian mất điện cho bằng thời gian sửa chữa thay thế thiết bị, nhưng thường không quá một ngày đêm.

- Phương án cung cấp điện cho hộ loại 3 có thể dùng một nguồn.

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

2.5. Hệ thống bảo vệ

Mục tiêu:

- Trình bày được yêu cầu và nội dung chủ yếu của hệ thống bảo vệ cung cấp điện.

Hệ thống CCĐ. gồn nhiều phần tử và phân bố trên phạm vi không gian rộng.

Vậy trong quá trình vận hành có nhiều sự cố xẩy ra như: quá điện áp do sét đánh; quá dòng điện do xẩy ra ngắn mạch, tần số dòng điện giảm thấp do hệ thống quá tải .v.v… Để nhanh chóng loại trừ các phần tử đó ra khỏi hệ thống cung cấp điện, người ta thường đặt các thiết bị bảo vệ rơ-le và tự động hoá.

Mục đích bảo vệ rơ-le:

+ Nhanh chóng loại trừ phần tử sự cố để đảm bảo cho hệ thống CCĐ. làm việc an toàn.

+ Báo tín hiệu cho nhân viên vận hành biết về tình trạng làm việc không bình thường để kịp thời sử lý: (quả tải, sụt áp; giảm điện trở cách điện..).

+ Phối hợp với các thiết bị tự động hoá để thực hiện các phương thức vận hành như: tự động đóng lập lại; Tự động đòng dự trữ; Tự động xa thải phụ tải theo tần số…

2.6. Trung tâm điều độ hệ thống điện.

Mục tiêu:

- Trình bày được nhiệm vụ của trung tâm điều độ hệ thống điện.

Trung tâm Điều độ hệ thống điện Quốc gia là doanh nghiệp Nhà nước, thành viên của Tổng Công ty Điện lực Việt Nam, hoạt động chuyên ngành điều độ vận hành hệ thống điện trên phạm vi cả nước, bao gồm:

- Lập phương thức và chỉ huy vận hành hệ thống điện Quốc gia từ các khâu sản xuất, truyền tải đến phân phối điện năng theo quy trình, nhiệm vụ và phân cấp Điều độ của HTĐ Quốc gia được Tổng Công ty Điện lực Việt Nam duyệt.

- Chỉ huy vận hành thị trường điện công bằng với tất cả các bên tham gia thị trường, tuân thủ các quy định về thị trường điện, tối thiểu về chi phí vận hành trên toàn hệ thống trên cơ sở đảm bảo các dàng buộc về vận hành hệ thống điện.

- Quản lý vận hành và bảo dưỡng hệ thống SCADA/EMS/MS của hệ thống điện Việt Nam. (SCADA: hệ thống giám sát điều khiển và thu thập xử lý dữ liệu; EMS: hệ thống quản lý năng lượng; MS: hệ thống thông tin quản lý thị trường).

- Hoạt động tư vấn trong lĩnh vực lập dự án đầu tư công trình và khảo sát thiết kế lắp đặt hệ thống rơ le bảo vệ, đo lường tự động hoá hệ thống điện, hệ thống SCADA/EMS/MS, hệ thông máy tính chuyên dụng, hệ thống thông tin viễn thông chuyên ngành, các dịch vụ liên quan đến số liệu và tính toán hệ thống điện, thiết bị

điện lực, ứng dụng tin học điều khiển vào sản xuất, truyền tài và phân phối năng

lượng điện.

- Hoạt động thi công xây dựng công trình lắp đặt hệ thống rơ le bảo vệ, đo lường tự động hoá hệ thống điện, hệ thống SCADA/EMS/MS, hệ thống máy tính chuyên dụng, hệ thống thông tin viễn thông chuyên ngành.

- Hoạt động đào tạo, tính toán, sửa chữa, bảo dưỡng hệ thống rơ le bảo vệ, đo lường tự động hoá hệ thống điện, hệ thống SCADA/EMS/MS, hệ thống máy tính chuyên dụng, hệ thống tin học viễn thông chuyên ngành.

- Hoạt động xuất nhập khẩu vật tư thiết bị chuyên dụng và công cụ phục vụ tính toán, điều khiển, vận hành hệ thống điện và vận hành thị trường điện.

- Thực hiện các đề tài nghiên cứu khoa học và ứng dụng vào sản xuất.

- Tham gia quản lý các dự án chuyên ngành vận hành hệ thống cung cấp

điện và vận hành thị trường điện theo phân cấp và nhiệm vụ được giao.

2.7. Những yêu cầu và nội dung chủ yếu khi thiết kế hệ thống cung cấp điện.

Mục tiêu:

- Trình bày được yêu cầu và nội dung chủ yếu khi thiết kế hệ thống cung cấp điện.

Các phương án phát triển nguồn và lưới điện luôn đi đôi với sự phát triển liên tục của phụ tải. Một phương án được coi là hợp lý phải thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật đã đề ra, lại vừa thấp về vốn đầu tư và chi phí vận hành. Thông thường tồn tại mâu thuẫn giữa các chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật, cho nên tính toán chỉ mới là căn cứ quan trọng chứ chưa phải quyết định cuối cùng. Để lựa chọn phương án cung cấp điện cần phải cân nhắc nhiều mặt khác nhau như: đường lối, tốc độ và qui mô phát triển kinh tế, khả năng huy động vốn, tình hình cung cấp thiết bị vật tư, trình độ quản lý thi công và vận hành.

a. Các chỉ tiêu kỹ thuật của phương án cung cấp điện

Các chỉ tiêu kỹ thuật của một phương án cung cấp điện bao gồm:

+ Độ tin cậy cung cấp điện:

Đó là mức đảm bảo liên tục cung cấp điện tùy thuộc vào tính chất hộ dùng điện ta đã nêu ở trên.

Độ liên tục cung cấp điện tính bằng thời gian mất điện trung bình năm cho một hộ tiêu thụ và các chỉ tiêu khác, đạt giá trị hợp lý chấp nhận được cho cả phía người sử dụng điện và ngành điện.

Độ tin cậy cung cấp điện càng cao thì khả năng mất điện càng thấp và ngược lại.

+ Chất lượng điện năng:

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.

Theo tiêu chuẩn Việt Nam:

Độ lệch tần số cho phép $\Delta f_{cp} = \pm 0,5Hz$.

Độ lệch điện áp cho phép: - 10% và + 5%.

+ Tính đơn giản trong lắp đặt, vận hành và bảo trì.

+ Tính linh hoạt.

Tính linh hoạt thể hiện ở khả năng mở rộng, phát triển trong tương lai và

phù hợp với sự thay đổi nhanh chóng của công nghệ.

+ An toàn điện.

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

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

+ Tính tự động hóa cao.

Vì các quá trình cơ điện diễn ra trong hệ thống điện xảy ra trong thời gian rất ngắn, nên việc đưa ra các quyết định và thao tác cần thiết để đảm bảo an ninh và chế độ vận hành ổn định của lưới điện cần có sự trợ giúp của các hệ thống giám sát và tự động hóa cao.

b.Các chỉ tiêu kinh tế của phương án cung cấp điện

Tính kinh tế của một phương án cung cấp điện thể hiện qua hai chỉ tiêu: tổng vốn đầu tư ban đầu và chi phí vận hành hàng năm. Trong hai chỉ tiêu này, vốn đầu tư ban đầu được bỏ ra trong thời gian ngắn trong khi đó chi phí vận hành hàng năm thì phân bố trong nhiều năm.

+ Tổng vốn đầu tư ban đầu V:

Việc xác định tổng vốn đầu tư ban đầu V hầu như dựa hoàn toàn vào các ước lượng. Các dữ liệu trong quá quá khứ cũng như dữ liệu hiện tại chỉ giúp tăng cường độ tin cậy, nâng cao độ chính xác đến mức có thể vì luôn có sự thay đổi của giá cả và sự tiến bộ trong công nghệ.

+ Chi phí vận hành hàng năm:

Chi phí vận hành hàng năm 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 tu, 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;

Nếu mua thiết bị điện loại tốt thì đắt tiền nhưng giảm được phí tổn vận hành do ít phải sửa chữa, bảo dưỡng...

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

2.8. Hệ thống điện Việt nam.

Mục tiêu:

- Trình bày được những đặc điểm cơ bản của hệ thống điện Việt nam.

Theo số liệu thông tin nguồn điện vào tháng 01/2000, tổng công suất lắp đặt của các nhà máy điện của nước ta là 5710MW, công suất khả dụng hơn 5382MW, trong đó thủy điện chiếm 54%; nhiệt điện chiếm 22%; điêzen và tuốc bin khí 24%.

Tổng sản lượng của các nhà máy điện năm 1999 là 23,738 tỷ kWh, trong đó thủy điện chiếm 58,7%; nhiệt điện chiếm 22,7%; điêzen và tuốc bin khí 18,6%.

Tỷ trọng tiêu thụ điện trong năm 1999 như sau:

+Điện công nghiệp: 38,7%

+ Điện nông nghiệp: 3,0%

+ Điện sinh hoạt: 51,1%

+ Điện khác: 7,2%

Năm 1999, tiêu thụ điện thương phẩm toàn quốc đạt gần 19,6 tỷ kWh, điện sản xuất đạt hơn 23,7 tỷ kWh. Dự kiến nhu cầu tiêu thụ điện của năm 2000 khoảng 26 tỷ kWh.

Đến nay lưới điện quốc gia bao gồm lưới miền Bắc (điển hình là lưới Hà Nội), lưới miền Nam (điển hình là lưới TP.Hồ Chí Minh), lưới miền Trung. Các lưới này liên kết với nhau bằng các tuyến dây điện áp 230kV và 500kV. Hiện nay lưới quốc gia đã phát triển đến tất cả các tỉnh thành trong cả nước.

Năm 2007: tổng sản lượng của các nhà máy điện đến tháng 3/2007 là 12,612 tỷ kWh, trong đó:

+ Điện công nghiệp - xây dựng: 48,82%

+ Điện sinh hoạt, quản lý, tiêu dùng, dân cư: 41,57%

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bầy đặc điểm, các yêu cầu đối với nguồn năng lượng, nhà máy điện, mạng lưới điện, hộ tiêu thụ, hệ thống bảo vệ và trung tâm điều độ?

2.Trình bầy nội dung chủ yếu khi thiết kế hệ thống cung cấp điện?

BÀI 1: TÍNH TOÁN PHỤ TẢI

Giới thiệu:

Tính toán phụ tải điện bao gồm xác định phụ tải điện và lựa chọn phương án cung cấp điện.

Xác định phụ tải điện là nhiệm vụ đầu tiên khi thiết kế cung cấp điện. Nhu cầu điện không chỉ xác định theo phụ tải thực tế mà còn phải tính đến khả năng phát triển trong tương lai. Xác định nhu cầu điện có vai trò rất quan trọng, là tiền đề cho việc thiết kế cung cấp điện.

Việc lựa chọn phương án cung cấp điện bao gồm những vấn đề: chọn cấp điện áp, chọn nguồn điện, chọn sơ đồ nối dây và chọn phương thức vận hành… Các vấn đề này có ảnh hưởng trực tiếp đến vận hành, khai thác và phát huy hiệu quả của hệ thống cung cấp điện.

1. Mục tiêu của bài:

- Nhận thức chính xác về sản xuất, truyền tải và phân phối điện năng từ đó phục vụ cho việc tiếp thu tốt những bài học tiếp theo.

- Phân tích các thông số kỹ thuật cần thiết trong một hệ thống điện.

- Vận dụng phù hợp các phương pháp tính toán phụ tải, vẽ được đồ thị phụ tải, tâm phụ tải.

- Chọn được phương án cung cấp điện phù hợp với tình hình thực tế, đảm bảo các tiêu chuẩn kỹ thuật.

- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và sáng tạo.

2.Nội dung bài:

2.1. Xác định nhu cầu điện

Mục tiêu:

- Nhận thức chính xác về sản xuất, truyền tải và phân phối điện năng từ đó phục vụ cho việc tiếp thu tốt những bài học tiếp theo.

- Phân tích các thông số kỹ thuật cần thiết trong một hệ thống điện.

- Vận dụng phù hợp các phương pháp tính toán phụ tải, vẽ được đồ thị phụ tải, tâm phụ tải.

2.1.1. Đặt vấn đề.

Khi thiết kế cung cấp điện cho một hộ phụ tải, nhiệm vụ đầu tiên là xác định nhu cầu điện của hộ phụ tải đó. Tùy theo qui mô của phụ tải mà nhu cầu điện phải được xác định theo phụ tải thực tế hoặc phải dự kiến đến khả năng phát triển phụ tải trong tương lai từ 5 năm đến 10 năm hoặc lâu hơn nữa. Như vậy, xác định nhu cầu điện chính là giải bài toán về dự báo phụ tải ngắn hạn hoặc dài hạn.

Dự báo phụ tải ngắn hạn tức là xác định phụ tải của công trình ngay sau

khi

công trình đi vào hoạt động, đi vào vận hành. Phụ tải đó thường được gọi là phụ tải tính toán. Phụ tải tính toán được sử dụng để chọn các thiết bị điện như: máy biến áp, dây dẫn, các thiết bị đóng cắt, bảo vệ ..., để tính các tổn thất công suất, tổn thất điện áp để chọn các thiết bị bù...

Như vậy, phụ tải tính toán là một số liệu quan trọng để thiết kế cung cấp điện. chính: Các phương pháp xác định phụ tải tính toán có thể chia làm hai nhóm

+ Nhóm thứ nhất:

Đây là nhóm các phương pháp sử dụng các hệ số tính toán dựa trên kinh nghiệm thiết kế và vận hành. Đặc điểm của các phương pháp này là tính toán thuận tiện nhưng chỉ cho kết quả gần đúng.

+ Nhóm thứ hai:

Đây là nhóm các phương pháp dựa trên cơ sở lý thuyết xác suất và thống kê.

Đặc điểm của phương pháp này là có kể đến ảnh hưởng của nhiều yếu tố, do đó cho kết quả chính xác hơn nhưng tính toán phức tạp hơn.

2.1.2. Đồ thị phụ tải điện.

a.Định nghĩa:

Đồ thị phụ tải là quan hệ của công suất phụ tải theo thời gian và đặc trưng cho nhu cầu điện của từng thiết bị.

b.Phân loại:

+ Theo loại công suất, đồ thị phụ tải gồm có:

- Đồ thị phụ tải công suất tác dụng: $P = f(t)$

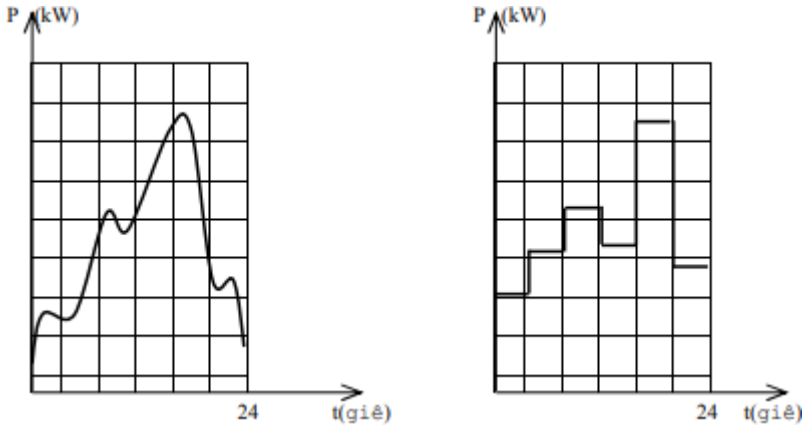
- Đồ thị phụ tải công suất phản kháng: $Q = g(t)$

- Đồ thị phụ tải công suất biểu kiến: $S = h(t)$

+ Theo dạng đồ thị, đồ thị phụ tải gồm có:

-Đồ thị phụ tải thực tế: đây là dạng đồ thị phản ánh qui luật thay đổi thực tế của công suất theo thời gian (hình 1-1)

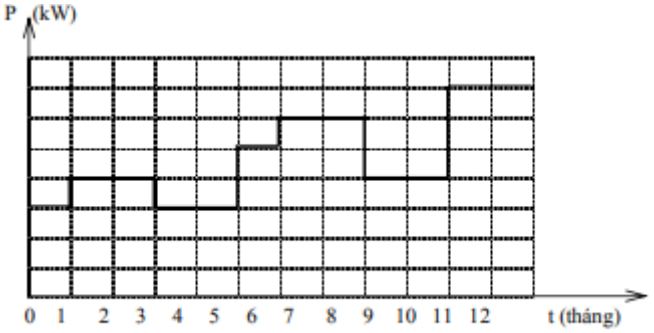
-Đồ thị phụ tải bậc thang: đây là dạng đồ thị qui đổi từ đồ thị thực tế về dạng bậc thang (hình 1-2).



+ Theo thời gian khảo sát, đồ thị phụ tải gồm có:

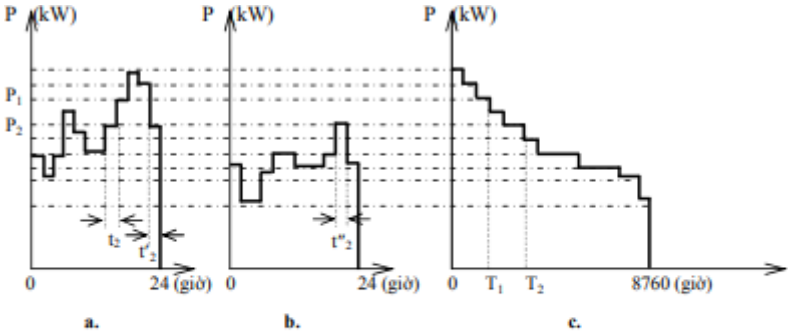
-Đồ thị phụ tải hàng ngày: đây là dạng đồ thị phụ tải được xây dựng với thời gian khảo sát là 24 giờ. Nghiên cứu đồ thị phụ tải hàng ngày có thể biết được tình trạng làm việc của các thiết bị. Từ đó, có thể định ra qui trình vận hành hợp lý nhất nhằm đạt được đồ thị phụ tải tương đối bằng phẳng.

-Đồ thị phụ tải hàng tháng: đây là dạng đồ thị phụ tải được xây dựng theo phụ tải trung bình hàng tháng (hình 1-3).



Hình 1-3. Đồ thị phụ tải hàng tháng

-Đồ thị phụ tải hàng năm: đây là dạng đồ thị phụ tải được xây dựng căn cứ vào đồ thị phụ tải điển hình của một ngày mùa đông và một ngày mùa hè (hình 1-4)



Hình 1-4: Đồ thị phụ tải hàng năm

a. Đồ thị phụ tải điển hình của một ngày mùa đông.
b. Đồ thị phụ tải điển hình của một ngày mùa hè.
c. Đồ thị phụ tải hàng năm.

Giả sử mùa hè gồm n1 ngày và mùa đông gồm n_2 ngày. ở đồ thị (hình

MĐ 19-02-04a), mức P2 tồn tại trong khoảng thời gian $t_2 + t'_2$; còn ở đồ thị (hình MĐ 19-02-04b), mức P2 tồn tại trong khoảng thời gian t''_2.

Vậy trong một năm, mức phụ tải P2 tồn tại trong khoảng thời gian là:

$$T_2 = (t_2 + t'_2).n_2 + t''_2.n_1$$

Tương tự, trong một năm, mức phụ tải P1 tồn tại trong khoảng thời gian là: $T_1 = (t_1 + t'_1).n_2$

Trong đó: n_1, n_2 lần lượt là số ngày mùa hè và mùa đông trong một năm. Đồ thị phụ tải hàng năm tiện lợi trong việc dự báo nhu cầu về điện năng trong năm và về hiệu quả kinh tế trong cung cấp điện.

2.1.3. Các đại lượng cơ bản.

a.Công suất định mức

Công suất định mức là công suất của các thiết bị điện thường được nhà chế tạo ghi sẵn trong lý lịch máy hoặc trên nhãn hiệu máy, được biểu diễn bằng công suất tác dụng P (đối với động cơ, lò điện trở, bóng đèn…) hoặc biểu diễn bằng công suất biểu kiến S (đối với máy biến áp hàn, lò điện cảm ứng…). Công suất định mức được tính với thời gian làm việc lâu dài.

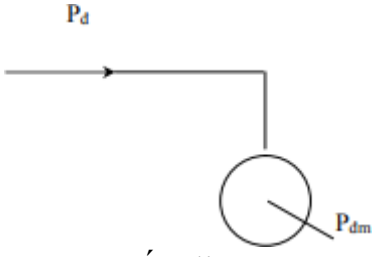
Đối với động cơ, công suất định mức ghi trên nhãn máy chính là công suất cơ trên trục động cơ.

• Đối với một pha: $P_{đm} = U_{đđm}.I_{đm}.\cos\phi_{đm}$ (1-1)

•Đối với biến áp pha: $P_{đm} = U_{đm}.I_{đm}.\cos\phi_{đm}$ (1-2)

b.Công suất đặt

Là công suất đầu vào của động cơ



Lưu ý: Đứng về mặt cung cấp điện, ta quan tâm đến loại công suất này

$$P = \overline{P}_{dm}$$

$$\eta_d$$

Trong đó: $P_đ$: Công suất đặt của động cơ, kW

$P_{đm}$: Công suất định mức của động cơ, kW

$\eta_{đc}$: Hiệu suất định mức của động cơ.

Vì hiệu suất định mức của động cơ tương đối cao (đối với động cơ không đồng bộ rô to lồng sóc, η đc = 0,8 ÷ 0,95) nên để cho tính toán được đơn giản, người ta thường cho phép bỏ qua hiệu suất, lúc này lấy $P_đ \approx P_{đm}$.

c.Phụ tải cực đại

Phụ tải cực đại chia làm hai nhóm:

+ Phụ tải cực đại dài hạn (P_{max}):

Là phụ tải trung bình lớn nhất tính trong khoảng thời gian tương đối ngắn. Để tính toán lưới điện và máy biến áp theo phát nóng, ta thường lấy bằng phụ tải trung bình lớn nhất trong thời gian 5, 10 phút, 30 phút hay 60 phút (thông thường nhất

lấy trong thời gian 30 phút, lúc đó ký hiệu P30, Q30, S30) đôi khi người ta dùng phụ tải cực đại xác định như trên để làm phụ tải tính toán.

Người ta dùng phụ tải cực đại để tính tổn thất công suất lớn nhất và để chọn các thiết bị điện, chọn dây dẫn và dây cáp theo mật độ dòng điện kinh tế.

+ Phụ tải cực đại ngắn hạn hay còn gọi là phụ tải đỉnh nhọn ($P_{đn}$):

Là phụ tải cực đại xuất hiện trong khoảng thời gian 1 ÷ 2 giây.

Phụ tải đỉnh nhọn được dùng để kiểm tra dao động điện áp, kiểm tra điều kiện tự khởi động của động cơ, chọn dây chảy cầu chì và tính dòng khởi động của rơ le bảo vệ .v.v...

Phụ tải đỉnh nhọn thường xảy ra khi động cơ khởi động. Chúng ta không chỉ quan tâm đến trị số của phụ tải đỉnh nhọn mà còn quan tâm đến tần số xuất hiện của nó. Bởi vì số lần xuất hiện của phụ tải đỉnh nhọn càng tăng thì càng ảnh hưởng tới sự làm việc bình thường của các thiết bị dùng điện khác ở trong cùng một mạng điện.

d. Phụ tải trung bình

Là một đặc trưng tĩnh của phụ tải trong một khoảng thời gian khảo sát, được

xác định bằng biểu thức:

$$p_{tb} = \frac{A_P}{t} \quad (1\text{-}4)$$

$$q_{tb} = \frac{A_Q}{t} \quad (1\text{-}5)$$

Trong đó: A_P; A_Q: Là điện năng tác dụng và phản kháng trong khoảng thời gian khảo sát (kWh; kVArh)

t: Là thời gian khảo sát (h).

Thời gian khảo sát là 1 ca làm việc, một tháng hay một năm.

Phụ tải trung bình của một nhóm thiết bị:

$$P_{tb} = \sum_{i=1}^{n} p_i \quad (1\text{-}6)$$

$$Q_{tb} = \sum_{i=1}^{n} q_i \quad (1\text{-}7)$$

Tổng công suất trung bình của các thiết bị cho ta căn cứ để đánh giá mức độ sử dụng thiết bị và là số liệu quan trọng để xác định phụ tải tính toán. Thường phụ tải trung bình được xác định ứng với thời gian khảo sát là một ca làm việc, một tháng hoặc một năm.

e.Phụ tải tính toán

Phụ tải tính toán là phụ tải giả thiết không đổi lâu dài của các phần tử trong hệ thống cung cấp điện (máy biến áp, đường dây...) tương đương với phụ tải thực tế biến đổi theo điều kiện tác dụng nhiệt nặng nề nhất.

Nói một cách khác, phụ tải tính toán cũng làm nóng dây dẫn lên tới nhiệt độ bằng nhiệt độ lớn nhất do phụ tải thực tế gây ra.

Do vậy, về phương diện phát nóng, nếu ta chọn các thiết bị điện theo phụ tải tính toán thì có thể đảm bảo an toàn cho các thiết bị đó trong mọi trạng thái vận hành.

Quan hệ giữa phụ tải tính toán và các phụ tải khác được nêu trong bất đẳng thức sau:

$$P_{tb} \le P_{tt} \le P_{max}$$

2.1.4. Các hệ số tính toán.

a.Hệ số sử dụng

Hệ số sử dụng (ksd) là tỷ số giữa phụ tải tác dụng trung bình với công suất định mức của thiết bị.

Đối với một thiết bị: $k_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}}$ (1-8)

Đối với nhóm có n thiết bị: $k_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}}$

$$K_{sd} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_{tbi}}{\sum_{i=1}^{n} P_{dmi}} \quad (1\text{-}9)$$

Hệ số sử dụng đặc trưng cho chế độ làm việc của phụ tải theo công suất và thời gian và là số liệu để xác định phụ tải tính toán.

b.Hệ số đóng điện

Hệ số đóng điện ($k_đ$) của thiết bị là tỷ số giữa thời gian đóng điện trong chu trình với toàn bộ thời gian của chu trình (t_{ct}).

Thời gian đóng điện ($t_đ$) gồm thời gian làm việc mang tải (t_{lv}) và thời gian chạy không tải (t_{kt}), như vậy:

$$k_d = \frac{t_{lv} + t_{kt}}{t_{ct}} \qquad (1\text{-}10)$$

Hệ số đóng điện của một nhóm thiết bị được xác định theo biểu thức:

$$k_d = \frac{\sum_{i=1}^{n} k_{di} . P_{dmi}}{\sum_{i=1}^{n} P_{dmi}} \qquad (1\text{-}11)$$

Hệ số đóng điện phụ thuộc vào qui trình công nghệ

c.Hệ số phụ tải

Hệ số phụ tải (k_{pt}) là tỉ số giữa công suất thực tế với công suất định mức.

$$k_{pt} = \frac{P_{thucte}}{P_{dm}} \approx \frac{P_{tb}}{P_{dm}} \qquad (1\text{-}12)$$

Mặt khác:

$$k_{pt} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} = \frac{P_{tb} t_d}{P_{dm} t_d} = \frac{A}{P_{dm} t_d} = \frac{P_{tb} t_{ct}}{P_{dm} . t_{ct}} = \frac{k_{sd}}{k_d} \qquad (1\text{-}13)$$

Trong đó:

Điện năng $A = P_{tb}.t_d = P_{tb}.t_{ct}$ (1-14)

Hệ số phụ tải công suất tác dụng của nhóm thiết bị là tỷ số của hệ số sử dụng k_{sd} với hệ số đóng điện $k_đ$.

$$k_{pt} = \frac{k_{sd}}{k_d} \qquad (1\text{-}15)$$

d.Hệ số cực đại

Hệ số cực đại (k_{max}) là tỉ số giữa phụ tải tính toán với phụ tải trung bình trong khoảng thời gian đang xét.

$$k_{max} = \frac{P_{tt}}{P_{tb}} \qquad (1\text{-}16)$$

Hệ số cực đại thường tính với ca làm việc có phụ tải lớn nhất, nó phụ thuộc vào nhiều hệ số và các yếu tố khác đặc trưng cho chế độ làm việc của thiết bị, giá trị k_{max} cũng có thể tra trong sổ tay.

e.Hệ số nhu cầu

Hệ số nhu cầu (k_{nc}) là tỷ số giữa phụ tải tính toán với công suất định mức.

$$k_{nc} = \frac{P_{tt}}{P_{dm}} = \frac{P_{tt}}{P_{tb}} . \frac{P_{tb}}{P_{dm}} = k_{max}.k_{sd} \qquad (1\text{-}17)$$

Trong thực tế hệ số nhu cầu do kinh nghiệm vận hành mà tổng kết lại.

f.Số thiết bị hiệu quả

+ Định nghĩa:

Số thiết bị hiệu quả là số thiết bị giả thiết có cùng công suất và chế độ làm việc tạo nên phụ tải tính toán bằng với phụ tải tính toán của nhóm thiết bị thực tế (gồm n thiết bị có chế độ làm việc và công suất khác nhau).

Tính toán nhq là công việc quan trọng trong thiết kế cung cấp điện: chọn dây dẫn, thiết bị bảo vệ.

+ Cách xác định n_{hq}:

- Khi trong nhóm có số thiết bị n ≤ 5:

$$n_{hq} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} P_{dmi}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} (P_{dmi})^2} \qquad (1\text{-}18)$$

Trong đó:

n: là số thiết bị có trong nhóm.

thì

$P_{đmi}$: là công suất định mức của thiết bị thứ i (kW)

Nếu các thiết bị tiêu thụ của nhóm đều có công suất định mức như nhau

$$n_{hq} = \frac{(n.P_{dm})^2}{n.P_{dm}^2} = n \qquad (1\text{-}19)$$

- Khi số thiết bị n > 5 thì việc tính theo công thức trên gặp nhiều khó khăn, vì

vậy trong thực tế người ta tìm n_{hq} theo đường cong cho trước.

Trình tự tính toán theo các bước như sau:

Bước 1: Xác định tổng số thiết bị trong nhóm (n) và tổng công suất P_Σ của n thiết bị này:

$$P_\Sigma = \sum_{i=1}^{n} P_{dmi} \qquad (1\text{-}20)$$

Bước 2: Xác định thiết bị công suất lớn nhất trong nhóm (P_{max}):

Bước 3: Xác định số thiết bị có công suất không nhỏ hơn một nữa công suất của thiết bị có công suất lớn nhất trong nhóm đó.

Bước 4: Xác định tổn thất công suất của n1 thiết bị.

$$P_1 = \sum_{i=1}^{n_1} P_{dmi} \qquad (1\text{-}21)$$

Bước 5: Xác định $n^* = \frac{n_1}{n}$; $P^* = \frac{P_1}{P_\Sigma}$ (1-22)

Trong đó: n: là số thiết bị trong nhóm

n_1: là số thiết bị có công suất nhỏ hơn một hoặc bằng một nửa công suất của thiết bị có công suất lớn nhất trong nhóm đó.

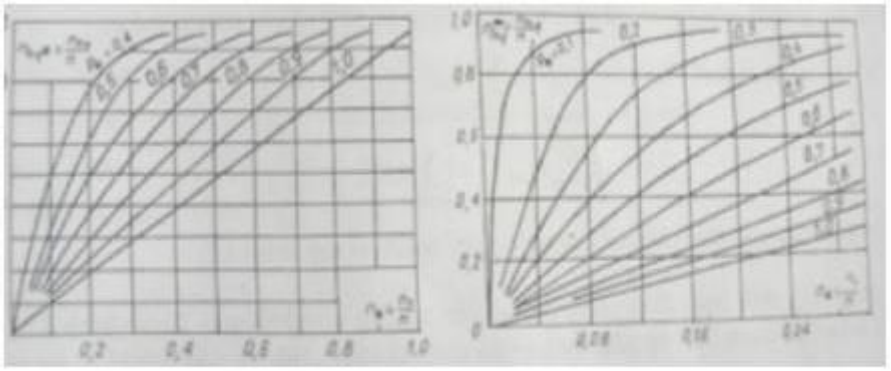
P; P_1: là công suất ứng với n và n_1 thiết bị.

Bước 6: Tra bảng 1-1 hoặc đường cong (hình 1-5) để tìm $_{nhq*}$

Bước 7: Xác định số thiết bị hiệu quả: $n_{hq} = n_{hq}*.n$ (1-23)

Bảng 1-1. Tổn thất công suất

$n_* = \frac{n_1}{n}$	$P_* = \frac{\sum P_1}{\sum P}$																		
	0,1	1,15	1,20	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	1,1
0,02	0,71	0,51	0,36	0,26	0,19	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
0,03	0,81	0,64	0,48	0,36	0,27	0,21	0,16	0,13	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
0,04	0,86	0,72	0,57	0,44	0,34	0,27	0,22	0,18	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04
0,05	0,90	0,79	0,64	0,51	0,41	0,33	0,26	0,22	0,18	0,15	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05
0,06	0,92	0,83	0,70	0,58	0,47	0,38	0,31	0,26	0,21	0,18	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06
0,08	0,94	0,89	0,79	0,68	0,57	0,48	0,40	0,33	0,28	0,24	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,09	0,08	0,08
0,10	0,95	0,92	0,95	0,76	0,66	0,56	0,47	0,40	0,34	0,29	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09
0,15		0,95	0,98	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	0,64	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	0,64	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	0,74	0,68	0,62
0,70													0,95	0,94	0,90	0,86	0,80	0,73	0,66
0,75														0,95	0,93	0,90	0,85	0,78	0,71
0,80															0,95	0,94	0,89	0,85	0,76
0,85																0,95	0,93	0,88	0,80
0,90																	0,95	0,92	0,85
1,00																			0,95



Hình 1-5.Quan hệ n_{hq*} theo n_* và P_*

2.1.5. Các phương pháp xác định công suất tính toán.

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

Công thức tính:

$$P_{tt} = k_{nc} \cdot \sum_{i=1}^{n} Pdi \qquad (1\text{-}24)$$

$$Q_{tt} = P_{tt}.tg\varphi \qquad (1\text{-}25)$$

$$S_{tt} = \sqrt{P^2_{tt} + Q^2_{tt}} = \frac{P_{tt}}{\cos\varphi} \qquad (1\text{-}26)$$

Một cách gần đúng có thể lấy: $P_d \approx P_{đm}$ do đó:

$$P_{tt} = k_{nc} \cdot \sum_{i=1}^{n} P_{đmi} \qquad (1\text{-}27)$$

Với:

k_{nc}: hệ số nhu cầu, tra sổ tay

$P_{đi}$: công suất đặt của thiết bị thứ i (kW)

$P_{đmi}$: công suất định mức của thiết bị thứ i (kW)

P_{tt}: công suất tác dụng tính toán của nhóm thiết bị (kW)

Q_{tt}: công suất phản kháng tính toán của nhóm thiết bị (kVAr)

S_{tt}: công suất biểu kiến (toàn phần) tính toán của nhóm thiết bị (kVA) n: số thiết bị trong nhóm.

phải

Nếu hệ số công suất của các thiết bị trong nhóm không giống nhau thì ta tính hệ số công suất trung bình (cos_{tb}) theo công thức sau:

$$\cos\varphi_{tb} = \frac{P_1\cos\varphi_1 + P_2\cos\varphi_2 + ...P_n\cos\varphi_n}{P_1 + P_2 + ... + P_n} \qquad (1\text{-}28)$$

Phương pháp này tính toán đơn giản, thuận tiện nhưng cho kết quả kém chính xác do hệ số nhu cầu là số liệu cho trước không phụ thuộc vào chế độ vận hành và số thiết bị trong nhóm.

Ví dụ

Hãy xác định phụ tải tính toán của phân xưởng cơ khí có các máy sau:

Tên máy	**Pdm(kW)**	**cosϕ**
Máy bào	10	0,7
Máy phay	7	0,6
Máy tiện	4,5	0,65
Máy khoan đứng	3	0,55
Máy khoan bàn	1,5	0,6

Lời giải

Tổng công suất của các máy: $\sum_{i=1}^{n} Pdi = 10 + 7 + 4,5 + 3 + 1,5 = 26$ kW

Vì đây là xưởng cơ khí nên lấy $k_{nc} = 0,4$.

Suy ra $P_{tt} = k_{nc} \cdot \sum_{i=1}^{n} Pdi = 0,4x26 = 10,4$ kW

Hệ số công suất trung bình:

$$\cos\varphi_{tb} = \frac{P_1\cos\varphi_1 + P_2\cos\varphi_2 + \ldots + P_n\cos\varphi_n}{P_1 + P_2 + \ldots + P_n} = 0,64$$

Công suất phản kháng: $Q_{tt} = P_{tt}.tg\varphi = 26x1,19 = 31,1$ kVAr

Công suất biểu kiến:

$$S_{tt} = \frac{P_{tt}}{\cos\varphi} = 40,625kVA$$

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

Công thức tính: $P_{tt} = p_0.F$ (1-29)

Trong đó:

p_0 là suất phụ tải trên $1m^2$ diện tích sản xuất (kW/m2).

F là diện tích sản xuất.

Giá trị p_0 có thể tra trong các sổ tay, phương pháp này chỉ cho giá trị gần đúng cho nên thường được dùng trong thiết kế sơ bộ. Nó dùng để tính phụ tải các phân xưởng có mật độ phân bố đều: gia công cơ khí, dệt, sản xuất ô tô, vòng bi.

+ Ví dụ:

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

Lời giải

Vì chỉ biết duy nhất thông tin là diện tích, phụ tải điện của khu chế xuất được tính theo công thức (1.29). 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 suất là:

$S_{tt} = S_0.F = 400 \text{ x } 80 = 32000$ (kVA)

Xác định phụ tải tính toán theo suất tiêu hao điện năng trên đơn vị sản phẩm

Công thức tính:

$$P_{tt} = \frac{Mw_0}{T_{max}} \quad (1\text{-}30)$$

Trong đó:

M: số đơn vị sản phẩm được sản xuất ra trong một năm (sản lượng)

phẩm)

w_0: suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm (kWh/đơn vị sản

T_{max}: thời gian sử dụng công suất lớn nhất của phụ tải (giờ/năm)

Phương pháp này thường được sử dụng cho các thiết bị điện có đồ thị phụ tải biến đổi như quạt gió, bơm nước, máy nén khí, thiết bị điện phân.

+ Ví dụ:

Xác định phụ tải tính toán của một nhóm máy nén khí, biết rằng:

- Nhóm máy đó trong một năm sản xuất được 312.10^6 m^3 khí nén.
- Điện năng tiêu thụ cho 10^3m^3 khí nén là w_0 = 1000 kWh/10^3m^3.
- Thời gian sử dụng công suất lớn nhất T_{max} = 7000h/năm.

Lời giải

Áp dụng công thức ($P_{tt} = P_0F$) ta được:

$$P_{tt} \frac{Mw_0}{T_{max}} = \frac{312.10^6.10^2}{10^3.7.10^3} = 4475kWh$$

Xác định phụ tải tính toán theo hệ số cực đại và phụ tải trung bình

Khi không có số liệu cần thiết để áp dụng các phương pháp đơn giản gần đúng như (2.30) trên hoặc khi cần nâng cao độ chính xác của phụ tải tính toán thì chúng ta nên dùng phương pháp tính theo hệ số cực đại.

Công thức tính: $$P_{tt} = k_{max}.\sum_{i=1}^{n} k_{sd}.P_{dm} \qquad (1\text{-}31)$$

Trong đó: $P_{đm}$: công suất định mức của phụ tải

k_{max}: hệ số cực đại

k_{sd}: hệ số sử dụng

Phương pháp này cho kết quả tương đối chính xác vì khi xác định thiết bị hiệu quả n_{hq} chúng ta đã xét tới một loạt các yếu tố quan trọng như: ảnh hưởng của số lượng thiết bị trong nhóm, số thiết bị có công suất lớn nhất, sự khác nhau về chế độ làm việc...

Khi xác định phụ tải theo phương pháp này trong một số trường hợp cụ thể dùng công thức sau:

- Trường hợp $n \le 3$ và $n_{hq} \le 4$, phụ tải tính toán được tính theo:

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^{n} P_{dmi} \qquad (1\text{-}32)$$

$$Q_{tt} = \sum_{i=1}^{n} Q_{dmi} \qquad (1\text{-}33)$$

Còn đối với thiết bị điện làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại thì:

$$S_n = \frac{S_{dm}\sqrt{\varepsilon_{dm}}}{0,875} \quad (1\text{-}34)$$

- Trường hợp n > 3 và n_{hq} < 4, phụ tải tính toán được tính theo:

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^{n} k_{pti} P_{dmi} \quad (1\text{-}35)$$

Trong đó:

$k_{pti:}$ hệ số phụ tải của từng máy, nếu không có số liệu chính xác có thể lấy:

k_{pt}= 0,9 với thiết bị làm việc ở chế độ dài hạn

k_{pt}= 0,75 với thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại.

$P_{đmi}$: là công suất định mức của thiết bị thứ i.

- Trường hợp n_{hq} > 300, k_{sd} < 0.5 thì:

Hệ số cực đại k_{max} sẽ lấy ứng với n_{hq} = 300

- Trường hợp n_{hq} > 300, k_{sd} > 0.5 thì:

$$P_{tt} = 1,05 k_{max} \sum_{i=1}^{n} P_{dmi} \quad (1\text{-}36)$$

-Đối với nhóm thiết bị có đồ thị bằng phẳng như: máy bơm, quạt, máy nén khí thì hệ số cực đại có thể lấy bằng 1, và lúc đó:

$P_{tt} = P_{tb}$

$Q_{tt} = Q_{tb}$

+ Ví dụ:

Hãy xác định phụ tải tính toán của phân xưởng cơ khí có các máy sau:

Tên máy	**Số lượng**	**Pđm(kW)**	**cosϕ**
Máy tiện T630	4	10	0,7
Máy tiện C620	5	7	0,6
Máy tiện T616	4	4,5	0,65
Máy khoan đứng	5	2,8	0,55
Máy khoan bàn	20	1,0	0,6

Hệ số sử dụng chung cho các máy trong phân xưởng k_{sd} =0,1

Lời giải

Bước 1: Xác định hệ số thiết bị hiệu quả n_{hq}.

Theo số liệu đã cho tính được:

N=38; n_i = 9; n = $\frac{9}{38}$ = 0,23

P = 127; P_i = 75; P = $\frac{75}{127}$ = 0,59

Tra bảng số đã cho được: n_{hq*} = 0,56

Như vậy $n_{hq} = n_{hq*.n}$ = 0,56.38 = 21,2

Bước 2: Xác định phụ tải tính toán

Áp dụng công thức:

$$P_{tt} = k_{max} k_{sd} \sum_{i=1}^{n} P_{dmi}$$

Thay n_{hq} =21,2 và k_{sd} = 0,1, sau đó tra bảng tìm được k_{max}= 1,82.

Vậy: P_{tt}= 1,82.0,1.127= 23,1kW

Hệ số công suất trung bình:

$$\cos\varphi_{tb} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i.\cos\varphi_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i} = \frac{77,7}{127} = 0,61$$

Công suất phản kháng và công suất biểu kiến:

$Q_{tt} = P_{tt}.tg\varphi_{tb}$ = 23,1.1,3 = 30 kVAr

$$S_{tt} = \frac{P_{tt}}{\cos\varphi} = 38.1KVA$$

2.1.6. Phương pháp tính một số phụ tải đặc biệt.

a.Tính toán qui đổi thiết bị từ một pha về ba pha

Phụ tải một pha có thể có điện áp dây (nối vào hai dây pha) hoặc có thể là điện áp pha (nối vào một dây pha và một dây trung tính). Để thiết kế được mạng điện cung cấp ba pha ta coi như có một phụ tải ba pha tương đương mà dòng điện của nó bằng dòng điện ở pha mang tải lớn nhất khi có một pha nối vào.

-Khi nối các phụ tải một pha vào điện áp pha thì công suất định mức phụ tải ba pha tương đương sẽ là:

$$P_{đmtđ} = 3P_{đmphmax} \quad (1\text{-}37)$$

Trong đó: $P_{đmphmax}$: là phụ tải định mức của pha mạng tải lớn nhất.

- Khi nối các phụ tải một pha vào điện áp dây nếu có một phụ tải thì: $P_{đmtđ} = \sqrt{3}\, P_{đm}$ (1-38)

Với $P_{đm}$ là công suất định mức của phụ tải một pha.

-Khi vừa có thiết bị một pha nối vào điện áp pha lại có thiết bị một pha nối vào điện áp dây thì ta phải qui đổi các thiết bị một pha nối vào điện áp dây

trở thành thiết bị một pha tương đương nối vào điện áp pha. Các hệ số qui đổi cho trong bảng 1.2.

Phụ tải tính toán một pha bằng tổng phụ tải của thiết bị một pha nối vào điện áp pha và phụ tải đã qui đổi của thiết bị nối vào điện áp dây, sau đó tính phụ tải ba pha bằng 3 lần phụ tải của pha có dòng phụ tải lớn nhất:

$$P_{đmtđ} = 3P_{đmphmax} \quad (1\text{-}39)$$

Cụ thể:

+ Công suất định mức qui đổi về pha A:

$$P_{pha(a)} = P_{ab}.p(ab)a + P_{ac}p(ac)a + P_{ao}$$

$$Q_{pha(a)} = Q_{ab}.q(ab)a + Q_{ac}q(ac)a + Q_{ao}$$

+ Công suất định mức qui đổi về pha B:

$$P_{pha(b)} = P_{ba}.p(ba)b + P_{bc}p(bc)b + P_{bo}$$

$$Q_{pha(b)} = Q_{ba}.q(ba)b + Q_{bc}q(bc)b + Q_{bo}$$

+ Công suất định mức qui đổi về pha C:

$$P_{pha(c)} = P_{ca}.p(ca)c + P_{cb}p(cb)c + P_{co}$$

$$Q_{pha(c)} = Q_{ba}.q(ba)c + Q_{cb}q(cb)c + Q_{co}$$

+ Công suất định mức của pha mang tải cực đại:

$$P_{pha(max)} = \max[P_{pha(a)}, P_{pha(b)}, P_{pha(c)}]$$

$$Q_{pha(max)} = \max[Q_{pha(a)}, Q_{pha(b)}, Q_{pha(c)}]$$

+ Công suất định mức biến áp pha:

$$P_{3pha} = 3P_{pha(max)} + \Sigma P_{tb3pha}$$

$$Q_{3pha} = 3Q_{pha(max)} + \Sigma Q_{tb3pha}$$

Trong đó:

P_{3pha} , Q_{3pha} lần lượt là công suất định mức tác dụng và phản kháng của thiết

bị một pha qui đổi về pha A.

P_{ab} , Q_{ab} lần lượt là công suất định mức tác dụng và phản kháng của thiết bị

một pha sử dụng điện áp dây ab.

P_{ac} , Q_{ac} lần lượt là công suất định mức tác dụng và phản kháng của thiết bị

một pha sử dụng điện áp dây ac.

$P_{pha(max)}$, $Q_{pha(max)}$ lần lượt là công suất định mức tác dụng và phản kháng

của pha mang tải cực đại.

P_{3pha} , Q_{3pha} lần lượt là công suất định mức tác dụng và phản kháng của thiết bị qui đổi về ba pha.

+ Ví dụ

Một mạng điện có thiết bị một pha nối vào điện áp dây U_{ab}, U_{ac} và điện áp pha U_{ao}. Hãy qui đổi về phụ tải pha A.

Giải:

Phụ tải tác dụng pha A:

$$P_{pha(a)} = P_{ab}.p(ab)a + P_{ac}p(ac)a + P_{ao}$$

Phụ tải phản kháng pha A:

$$Q_{.pha(a)} = Q_{ab}.q(ab)a + Q_{ac}q(ac)a + Q_{ao}$$

Trong đó: P_{ab}, P_{ac}, Q_{ab}, Q_{ac}: tổng công suất tác dụng và phản kháng của các thiết bị một pha nối vào điện áp dây U_{ab}, U_{ac}.

P_{ao}, Q_{ao}: tổng công suất tác dụng và phản kháng của các thiết bị một pha nối vào điện áp pha U_{a0}.

p(ab)a, p(ac)a, q(ab), q(ac)a: Các hệ số qui đổi cho ở (bảng 1-2)

Bảng 1-2: Hệ số qui đổi phụ tải một pha nối vào điện áp dây

Hệ số qui đổi	**Hệ số công suất của phụ tải**								
	0.3	**0.4**	**0.5**	**0.6**	**0.65**	**0.7**	**0.8**	**0.9**	**1.0**
p(ab)a, p(bc)b, p(ac)c	1.4	1.17	1	0.89	0.84	0.8	0.72	0.64	0.5
p(ab)b, p(bc)c, p(ac)a	-0.4	-0.17	0	0.11	0.16	0.2	0.28	0.36	0.5
q(ab)a, q(bc)b, q(ac)c	1.26	0.86	0.58	0.38	0.3	0.22	0.09	-0.05	-0.29
q(ab)b, q(bc)c, q(ac)a	2.45	1014	1.16	0.96	0.88	0.8	0.67	0.53	0.29

b.Tính toán phụ tải đỉnh nhọn

Phụ tải đỉnh nhọn ($P_{đn}$): Là phụ tải cực đại xuất hiện trong khoảng thời gian từ

1 ÷ 2 giây. Chúng ta xác định phụ tải đỉnh nhọn để kiểm tra dao động điện áp, kiểm tra điều kiện tự khởi động của động cơ, chọn dây chảy cầu chì và tính dòng khởi động của rơ le bảo vệ .v.v... Chúng ta không chỉ quan tâm đến trị số của phụ

tải đỉnh nhọn mà còn quan tâm đến tần số xuất hiện của nó. Bởi vì số lần

xuất hiện của phụ tải đỉnh nhọn càng tăng thì càng ảnh hưởng tới sự làm việc bình thường của các thiết bị dùng điện khác ở trong cùng một mạng điện.

Trong mạng điện dòng điện xuất hiện khi động cơ khởi động, lò hồ quang hoặc máy hàn làm việc.

-Đối với một máy, dòng điện đỉnh nhọn chính bằng dòng mở máy của máy đó:

$$I_{đn} = I_{mm} = k_{mm}.I_{đm} \quad (1\text{-}40)$$

Với k_{mm} là bội số mở máy của động cơ điện

Khi không có số liệu chính xác có thể lấy k_{mm} như sau:

+ Đối với động cơ một chiều: $k_{mm} = 2,5$

+ Đối với động cơ rôto lồng sóc: $k_{mm} = 5 \div 7$

+ Đối với lò điện hồ quang và máy biến áp hàn: $k_{mm} \geq 3$

- Đối với một nhóm máy, dòng điện đỉnh nhọn xuất hiện khi máy có dòng mở máy lớn nhất trong nhóm mở máy, còn các máy khác làm việc bình thường.

Công thức tính toán như sau:

$$I_{đn} = I_{mm(max)} + (I_{tt} - k_{sd}.I_{đm(max)}) \quad (1\text{-}41)$$

Trong đó:

$I_{mm(max)}$: là dòng điện mở máy lớn nhất trong các dòng mở máy của các động cơ trong nhóm.

I_{tt}: là dòng điện tính toán của nhóm máy.

$I_{đm(max):}$ là dòng điện định mức của động cơ có dòng mở máy lớn nhất.

+ Ví dụ:

Tính dòng điện đỉnh nhọn của đường dây cung cấp điện cho một cần trục.

Số liệu phụ tải cho ở bảng sau:

Động cơ	**$P_{đm}$(kW)**	ε %	**cosϕ**	**$I_{đm}$ (A)**	**K_{mm}**
Nâng hàng	12	15	0,76	27,5	5,5
Xe con	4	15	0,72		
Xe lớn	8	15	0,75		

Biết điện áp định mức của mạng điện là U = 380/220V, hệ số sử dụng k_{sd} = 0,1

Giải:

Trong nhóm máy, động cơ nâng hàng có dòng mở máy lớn nhất

$$I_{mm} = k_{mm}.I_{đm} = 5,5.27,5 = 151A$$

Phụ tải tính toán của nhóm động cơ quay qui đổi về chế độ làm việc dài hạn (ε = 100%).

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^{3} P_{đmi}.\sqrt{\varepsilon_{đmi}} = (12+4+8)\sqrt{0.15} = 9,3kW$$

$$Q_{tt} = \sum_{i=1}^{3} (P_{đmi}.\sqrt{\varepsilon_{đmi}}.tg\varphi = 12.\sqrt{0.15}.0,85 + 4.\sqrt{0.15}.1 + 8.\sqrt{0.15}.0,88 = 8,2kVar$$

Như vậy: $S_{tt} = \sqrt{9,3^2 + 6,2^2} = 12,4kVA$

Dòng điện tính toán của nhóm máy:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3}.U_{đm}} = \frac{12,4}{\sqrt{3}.0,38} = 18,8A$$

Dòng điện định mức của động cơ nâng hàng qui đổi về ε = 100%:

$$I_{đm(max)} = 27,5.\sqrt{0,15} = 10,6A$$

Dòng điện đỉnh nhọn của đường dây cung cấp cho cần trục:

$$I_{đn} = 151 + (18,8 - 0,1.10,6) = 168,8A$$

2.1.7. Xác định công suất tính toán ở các cấp trong mạng điện.

Nguyên tắc chung là công suất tính toán ở một cấp điện áp bằng công suất tính toán ở cấp có điện áp thấp hơn cộng với tổn thất công suất qua đường dây hay thiết bị liên kết giữa hai cấp. Việc xác định công suất tính toán trong mạng điện được tính từ thiết bị dùng điện ngược về nguồn.

+ Công suất tính toán tại điểm 1 (P_{tt1}, Q_{tt1}) chính là công suất tính toán của từng thiết bị trong nhóm thiết bị nối với tủ động lực DB. Công suất tính toán này được sử dụng để chọn dây dẫn, cáp nối từ tủ động lực đến thiết bị và khí cụ bảo vệ, điều khiển thiết bị điện.

+ Công suất tính toán tại điểm 2 chính là công suất tính toán của nhóm thiết bị, có thể xác định bởi các phương pháp nêu ở (mục 1.5). Công suất tính toán này được sử dụng để lựa chọn máy cắt chính cho tủ động lực.

+ Công suất tính toán tại điểm 3 (P_{tt3}, Q_{tt3}) được xác định như sau:

$$P_{tt3} = P_{tt2} + \Delta P_{23} \qquad (1\text{-}42)$$

$$Q_{tt3} = Q_{tt2} + \Delta Q_{23} \qquad (1\text{-}43)$$

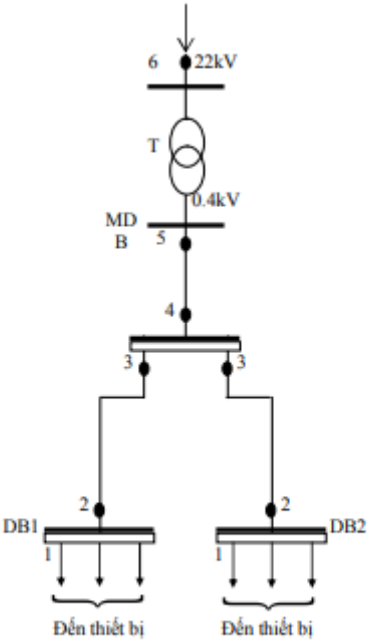
Trong đó:

- ΔP_{23} là tổn thất công suất tác dụng trên tuyến dây 23.

- ΔQ_{23} là tổn thất công suất phản kháng trên tuyến dây 23.

Công suất P_{23}, Q_{23} được sử dụng để lựa chọn cáp hay dây dẫn nối từ tủ MDB đến tủ DB.

T: Biến áp phân xưởng (xí nghiệp)



Hình 1-6. Sơ đồ nguyên lý cung cấp điện

Ghi chú:

MDB: Tủ phân phối chính

.
D
B
:
T
ủ
p
h
â
n
p
h
ố
i
p
h
ụ
.
1.Các thiết bị dùng điện.
2.Công suất tính toán của nhóm máy.
3. Công suất tính toán của nhánh tủ phân phối chính.
4.Công suất tính toán của tủ phân phối chính.
5. Công suất tính toán phía hạ áp của biến áp phân xưởng. 6.Công suất tính toán phía cao áp của biến áp phân xưởng.

+ Công suất tính toán tại điểm 4 (P_{tt4}, Q_{tt4}) được xác định như sau:

$$P_{tt4} = k_{dt} \sum_{i=1}^{n} P_{n3}^{i} \quad (1\text{-}44)$$

$$Q_{tt4} = k_{dt} \sum_{i=1}^{n} Q_{n3}^{i} \quad (1\text{-}45)$$

Trong đó:

n: là số nhóm thiết bị hay số nhánh ra của tủ phân phối chính.

$k_{đt}$: là hệ số đồng thời của các tủ động lực (các nhóm máy).

P_{n3}: là công suất tính toán tác dụng của nhánh thứ i của tủ MDB.

Q_{n3}: là công suất tính toán phản kháng của nhánh thứ i của tủ MDB.

Công suất P_{tt4}, Q_{tt4} được sử dụng để lựa chọn thiết bị đóng cắt, bảo vệ chính cho tủ MDB.

+ Công suất tính toán tại điểm 5 (P_{tt5}, Q_{tt5}) được xác định như sau:

$$P_{tt5} = P_{tt4} + \Delta P_{45} \qquad (1\text{-}46)$$

$$Q_{tt5} = Q_{tt4} + \Delta Q_{45} \qquad (1\text{-}47)$$

Trong đó:

- ΔP_{45} là tổn thất công suất tác dụng trên tuyến dây 45.

- ΔQ_{45} là tổn thất công suất phản kháng trên tuyến dây 45.

Công suất P_{tt5}, Q_{tt5} được sử dụng để lựa chọn dây và cáp nối từ thanh góp hạ áp của trạm biến áp phân xưởng đến tủ MDB và chọn thiết bị đóng cắt, bảo vệ cho tuyến dây này.

+ Công suất tính toán tại điểm 6 (P_{tt6}, Q_{tt6}) được xác định như sau:

$$P_{tt6} = P_{tt5} + \Delta P_T \qquad (1\text{-}48)$$

$$Q_{tt6} = Q_{tt5} + \Delta Q_T \qquad (1\text{-}49)$$

Trong đó: ΔP_T, ΔQ_T lần lượt là tổn thất công suất tác dụng và công suất phản kháng trong trạm biến áp phân xưởng (xí nghiệp).

Công suất P_{tt6}, Q_{tt6} được sử dụng để lựa chọn dung lượng máy biến áp phân xưởng.

2.1.8. Xác định tâm phụ tải.

Tâm phụ tải điện là vị trí mà khi đặt máy biến áp, tủ phân phối điện sẽ đảm bảo tổn thất công suất và tổn thất điện năng là bé nhất. Do đó, xác định tâm phụ tải của nhóm máy nhằm biết được vị trí đặt tủ động lực, xác định tâm phụ tải của phân xưởng để biết vị trí đặt trạm biến áp phân xưởng, tủ phân phối chính.

Tuy nhiên, cũng cần phải căn cứ vào mặt bằng thực tế của phân xưởng để dịch chuyển vị trí đặt máy biến áp và các tủ sao cho hợp lý, thuận tiện trong lắp đặt, vận hành, quan sát, không gây cản trở lối đi.

Công thức xác định tâm phụ tải:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i} \; ; \qquad Y = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i} \qquad (1\text{-}50)$$

Ý nghĩa của các thông số trong biểu thức (1.50) thay đổi tùy thuộc vào xác định tâm phụ tải của nhóm máy hay của phân xưởng.

Các thông số	**Tâm phụ tải của nhóm máy**	**Tâm phụ tải của phân xưởng**
(X; Y): Tọa độ tâm phụ tải	Của nhóm máy	Của phân xưởng
P_i: Công suất định mức	Của thiết bị thứ i	Của nhóm thiết bị thứ i
(x_i; y_i: Tọa độ	Của thiết bị thứ i	Của nhóm thiết bị thứ i

2.2. Chọn Phương án cung cấp điện

Mục tiêu:

-Chọn được phương án cung cấp điện phù hợp với tình hình thực tế, đảm bảo các tiêu chuẩn kỹ thuật.

2.2.1. Khái quát.

Việc lựa chọn phương án cung cấp điện bao gồm những vấn đề sau:

- Chọn cấp điện áp.
- Chọn nguồn điện.
- Chọn sơ đồ nối dây.
- Chọn phương thức vận hành.

Nếu chúng ta xác định đúng đắn và hợp lý các vấn đề nêu trên sẽ ảnh hưởng trực tiếp tới việc vận hành, khai thác và hiệu quả của hệ thống cung cấp điện.

Một phương án cung cấp được coi là hợp lý nếu thỏa mãn các yêu cầu cơ bản sau:

- Đảm bảo chất lượng điện năng.
-Đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện, tính liên tục cung cấp điện theo yêu cầu phụ tải.
- Thuận tiện trong vận hành, lắp ráp, sửa chữa.
- Có chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật hợp lý.

2.2.2. Chọn điện áp định mức của mạng điện.

Chọn cấp điện áp cho mạng điện là một trong những vấn đề cơ bản khi thiết kế cung cấp điện, nó ảnh hưởng trực tiếp đến sơ đồ cung cấp điện, việc lựa chọn các thiết bị điện, tổn thất công suất, tổn thất điện năng cũng như chi phí vận hành...

Để định hướng cho việc chọn cấp điện áp chúng ta có thể tham khảo các công thức sau:

$$U = 4{,}43.\sqrt{l + 16P} \qquad (1\text{-}51)$$

Hoặc:

$$U = 3 \qquad + 0{,}5P \qquad \sqrt{S} \qquad (1\text{-}52)$$

Trong đó:

U: là điện áp mạng điện (kV)

l: là chiều dài đường dây (km)

P, S: là công suất truyền tải (kW, kVA)

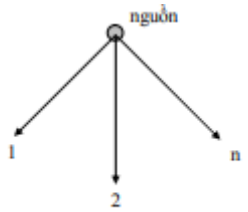
Chúng ta cũng có thể tham khảo bảng (1-3) để chọn cấp điện áp thích hợp khi biết công suất truyền tải và khoảng cách đến hộ tiêu thụ điện.

Bảng 1-3. Giá trị gần đúng về công suất truyền tải và khoảng cách truyền tải của các mạng có cấp điện áp khác nhau

Cấp điện áp của mạng (kV)	Loại đường dây	Công suất truyền tải (kW)	Khoảng cách (km)
0,22	Trên không	< 50	< 0,15
	Cáp	< 100	< 0,2
0,38	Trên không	< 100	< 0,25
	Cáp	< 175	< 0,35
6	Trên không	< 2000	5 ÷ 10
	Cáp	< 3000	< 8
10	Cáp	< 3000	8 ÷ 15
	Cáp	< 5000	< 10
35	Trên không	2000 ÷ 10.000	20 ÷ 50
110	Trên không	10.000 ÷ 50.000	50 ÷ 150
220	Trên không	100.000 ÷ 150.000	200 ÷ 300

Khi chọn sơ đồ nối dây của mạng điện chúng ta phải căn cứ vào các yêu cầu cơ bản của mạng điện, tính chất của hộ dùng điện, trình độ vận hành, thao tác của công nhân và vốn đầu tư. Việc lựa chọn sơ đồ nối dây phải dựa trên cơ sở tính toán so sánh kinh tế kỹ thuật. Nói chung sơ đồ nối dây có một số dạng cơ bản.

a.Sơ đồ hình tia



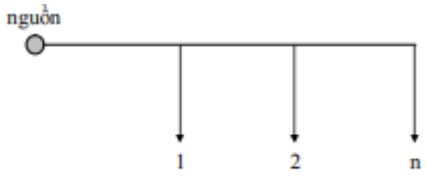
Hình 1-7. Sơ đồ hình tia

Đặc điểm:

- Có sơ đồ nối dây rõ ràng, mỗi hộ dùng điện được cung cấp từ một đường dây riêng biệt nên chúng ít ảnh hưởng lẫn nhau, độ tin cậy cung cấp điện tương đối cao, dễ thực hiện các biện pháp bảo vệ và tự động hoá, dễ vận hành bảo quản.

- Vốn đầu tư lớn, vì vậy sơ đồ này thường dùng cho hộ loại 1 và 2.

b.Sơ đồ phân nhánh



Hình 1-8. Sơ đồ phân nhánh

Ở sơ đồ này có một trục đường dây chính, các phụ tải đều được lấy ra từ trục này, nó có ưu khuyết điểm ngược lại với sơ đồ hình tia. Do đó sơ đồ phân nhánh thường dùng cho phụ tải loại II và III.

Trong thực tế người ta thường kết hợp hai sơ đồ cơ bản trên thành sơ đồ hỗn hợp, ngoài ra để nâng cao độ tin cậy người ta còn đặt các mạch dự phòng chung hoặc riêng.

c.Sơ đồ dẫn sâu

Trong những năm gần đây nhờ chế tạo được những thiết bị có chất lượng tốt, trình độ vận hành được nâng cao nên trong nhiều trường hợp người ta đưa điện áp cao (35kV trở lên) vào sâu trong xí nghiệp đến tận các trạm biến áp phân xưởng.

Sơ đồ cung cấp điện như vậy gọi là sơ đồ dẫn sâu.

- Ưu điểm:

+ Do trực tiếp đưa điện áp cao vào trạm biến áp phân xưởng nên giảm được số lượng trạm phân phối, do đó giảm được số lượng các thiết bị và sơ đồ sẽ đơn giản hơn.

+ Đưa điện áp cao vào gần phụ tải nên giảm được tổn thất điện áp, điện năng, nâng cao năng lực truyền tải của mạng điện.

- Khuyết điểm:

+ Vì một đường dây rẽ vào nhiều trạm nên độ tin cậy cung cấp điện không cao.

+ Khi đường dây dẫn sâu có điện áp 110kV ÷ 220kV thì diện tích đất của xí nghiệp bị chiếm chỗ rất lớn, vì thế không thể đưa đường dây vào gần trung tâm phụ tải được. nguồn

Chính vì những nhược điểm như vậy nên sơ đồ này thường dùng cho các xí nghiệp có phụ tải lớn, diện tích rộng và đường dây đi trong xí nghiệp không ảnh hưởng việc xây dựng các công trình khác cũng như giao thông trong xí nghiệp.

2.2.4. Sơ đồ mạng điện áp thấp.

Sơ đồ nối dây mạng điện áp thấp là mạng điện phân xưởng, bao gồm mạng động lực và mạng chiếu sáng với cấp điện áp thường là 380V/220V hoặc

220V/127V. Đây là sơ đồ mạng điện áp thấp kiểu hình tia cấp cho phụ tải phân

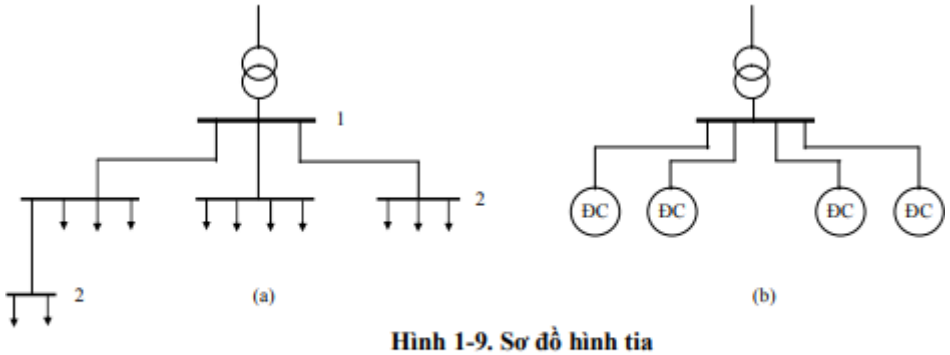
tán và tập trung.

2.2.4.1. Kết cấu của mạng điện.

- Sơ đồ mạng động lực:

Sơ đồ nối dây của mạng động lực có hai dạng cơ bản là mạng hình tia và mạng phân nhánh.

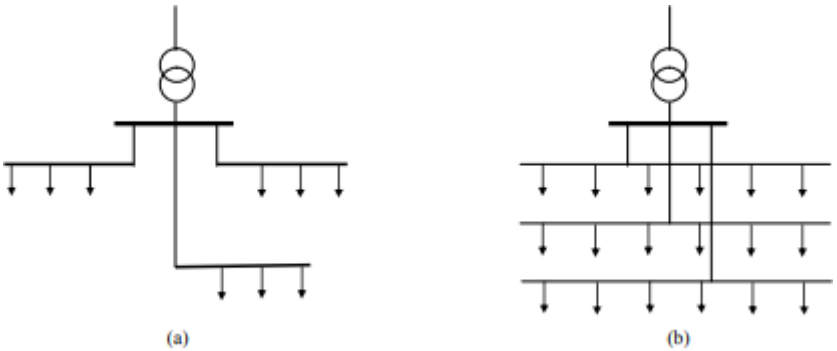
- Sơ đồ mạng hình tia



Hình 1-9. Sơ đồ hình tia
a. Cung cấp điện cho phụ tải phân tán
b. Cung cấp điện cho phụ tải tập trung
1. Thanh cái trạm biến áp phân xưởng.
2. Thanh cái tủ phân phối động lực

(Hình 1-9b) là sơ đồ hình tia dùng để cung cấp điện cho các phụ tải tập trung có công suất tương đối lớn như các trạm bơm, lò nung, trạm khí nén... trong sơ đồ này thanh cái của trạm biến áp có các đường dây cung cấp điện trực tiếp cho phụ tải.

- Sơ đồ mạng phân nhánh:



Hình 1-10. Sơ đồ phân nhánh

(Hình 1-10a) là sơ đồ phân nhánh thường dùng trong các phân xưởng không quan trọng.

(Hình 1-10b) là sơ đồ máy biến áp - thanh cái. Máy biến áp cung cấp điện cho các thanh cái đặt dọc theo phân xưởng, từ các thanh cái đó có các đường dẫn đến các tủ phân phối động lực hoặc đến các phụ tải tập trung khác. Sơ đồ này thường dùng trong các phân xưởng có phụ tải phân bố đều và phân bố trên diện tích rộng.

+ Sơ đồ mạng chiếu sáng:

Mạng điện chiếu sáng trong xí nghiệp có thể chia làm hai loại: Mạng chiếu sáng làm việc và mạng chiếu sáng sự cố.

* Mạng chiếu sáng làm việc:

Là mạng cung cấp ánh sáng làm việc bình thường, bao gồm chiếu sáng chung và chiếu sáng cục bộ.

-Mạng chiếu sáng chung là mạng chiếu sáng đảm bảo cho toàn phân xưởng có độ rọi như nhau. Điện áp của mạng chiếu sáng chung thường là 220V.

-Mạng chiếu sáng cục bộ là hệ thống chiếu sáng riêng cho những nơi cần có độ rọi cao như các chi tiết gia công trên máy công cụ, lắp ráp, kiểm tra chất lượng sản phẩm... Điện áp cấp cho các đèn chiếu sáng cục bộ thường là 12V, 36V.

* Mạng chiếu sáng sự cố:

Là mạng cung cấp ánh sáng lúc xảy ra sự cố khi mạng điện chiếu sáng làm việc bị mất điện. Hệ thống chiếu sáng sự cố phải đảm bảo đủ ánh sáng cho công nhân sơ tán ra khỏi nơi nguy hiểm hoặc tiến hành thao tác xử lý sự cố. Nguồn cung cấp cho mạng sự cố phải lấy từ nguồn dự phòng, đó là nguồn lấy từ trạm biến áp khác đưa tới hoặc trong trường hợp cần thiết phải lấy từ bình ắc quy đặt sẵn từ trước.

2.2.4.2. Đường dây trên không.

Theo cấp điện áp định mức và phạm vi sử dụng, người ta phân đường dây ra làm ba cấp như sau:

Cấp I: đường dây có Uđm = 35 ÷ 220kV.

Cấp II: đường dây có Uđm = 1 ÷ 20kV.

Cấp III: đường dây có Uđm ≤ 1kV.

Những bộ phận cơ bản của đường dây trên không là: dây dẫn, cột, xà, sứ cách điện, tạ chống rung.



Hình 1-11. Đường dây dẫn điện trên không

+ Dây dẫn:

Có hai yêu cầu cơ bản sau:

- Dẫn điện tốt:

Để đáp ứng yêu cầu này dây dẫn thường làm bằng đồng, nhôm, nhôm lõi thép và thép.

Dây đồng là loại dây dẫn rất tốt, song là kim loại quý hiếm nên chỉ được dùng ở những nơi quan trọng, những nơi môi trường có chất ăn mòn kim loại.

Hiện nay phổ biến nhất vẫn là dây nhôm tuy độ dẫn điện chỉ bằng 70% của đồng nhưng nhẹ và rẻ hơn đồng nhiều. Dây nhôm không bền lắm về cơ học nên ở những nơi có khoảng vượt và sức căng lớn người ta dùng dây nhôm lõi thép để tăng độ bền cơ cho dây dẫn.

Dây thép bền nhưng dẫn điện kém nên thường dùng ở mạng điện nông thôn hoặc những nơi không quan trọng. Ở mạng điện ngoài trời thường dùng dây trần, còn ở trong nhà để tăng tính an toàn người ta dùng dây dẫn có bọc cách điện.

Có một số loại dây dẫn phổ biến sau:

A16; A25; A35; A50; A70; A95; A120; A150; A185

AC10; AC16; AC25; AC35; AC50; AC70; AC95; AC120; AC150; AC185

ACO240; ACO300; ACY120; M35...

Trong đó: Chữ cái đầu chỉ loại dây dẫn:

A: dây nhôm.

AC: dây nhôm lõi thép.

ACO: dây nhôm lõi thép tăng cường phần nhôm.

ACY: dây nhôm lõi thép tăng cường phần thép.

M: dây đồng.

Chữ số chỉ tiết diện dây dẫn (mm^2)

Một số loại dây dẫn chỉ có chữ số (Pháp) hoặc tên một số loại động vật quý hiếm (Mỹ).

- Bền:

Dây dẫn mắc trên cao phải vượt khoảng cách lớn từ cột này sang cột khác, do đó phải có độ bền cần thiết. Để tăng cường độ bền người ta chế tạo dây dẫn có nhiều sợi bện lại với nhau, hoặc vỏ nhôm lõi thép.

- Cột điện:

Người ta chia cột điện ra làm ba loại chính:

+ Cột gỗ, tre.

+ Cột bê tông cốt thép.

+ Cột sắt thép.

Khoảng cách giữa các dây dẫn bố trí trên cột được quy định như sau:

Loại điện áp	**Khoảng cách dây dẫn**
$U_{dm} \leq 1kV$	$D_{tb} = 0,4 \div 0,6$ m
$U_{dm} = 6 \div 10kV$	$D_{tb} = 0,8 \div 1,2$ m
$U_{dm} = 35kV$	$D_{tb} = 1 \div 4$ m
$U_{dm} = 110 \div 220kV$	$D_{tb} = 4 \div 6$ m

+ Xà ngang

Xà ngang dùng để đỡ sứ cách điện và tạo khoảng cách giữa các dây dẫn. Vật liệu làm xà thường giống như vật liệu làm cột.

+ Sứ cách điện:

Sứ cách điện là bộ phận quan trọng để cách điện giữa đường dây và bộ phận không dẫn điện. Sứ phải có tính năng cách điện cao, chịu được điện áp của đường dây lúc làm việc bình thường cũng như lúc quá điện áp, ngoài ra phải đủ bền, chịu được lực kéo. Sứ phải chịu được sự biến đổi của khí hậu, không bị nứt nẻ khi nhiệt độ thay đổi...

2.2.5. Đường dây cáp.

Cáp được chế tạo chắc chắn, cách điện tốt, lại được đặt dưới đất hoặc trong hầm cáp nên tránh được các va đập cơ khí và ảnh hưởng của khí hậu. Điện kháng của cáp nhỏ hơn so với đường dây trên không cùng tiết diện, nên giảm được tổn thất công suất và tổn thất điện áp. Cáp ở cấp điện áp U < 10kV thường được chế tạo theo kiểu ba pha bọc chung một vỏ chì.

Cáp ở cấp điện áp U > 10kV thường được chế tạo theo kiểu bọc riêng lẻ từng pha. nhôm. Đặc điểm cơ bản nhất của cáp là lõi cáp được chế tạo bằng đồng hay bằng Cáp thường dùng lõi nhôm một sợi hay nhiều sợi, chỉ sử dụng lõi đồng ở những nơi đặc biết như dễ cháy nổ, trong hầm mỏ, nguy hiểm do khí và bụi.

Lõi cáp có thể làm bằng một sợi hoặc nhiều sợi xoắn lại, các sợi có dạng tròn, ô van, rẻ quạt, có thể ép chốt hoặc không ép chốt.

Cáp nhiều ruột thường là loại 3 hay 4 ruột. Với cáp 4 ruột, ruột trung tính

thường có tiết diện bé hơn.

Cách điện bao bọc xung quanh cáp, lớp cách điện đó có thể là cao su hay cao su butyl hay nhựa tổng hợp PVC, hoặc cũng có thể là giấy dầu cách điện. Lớp cách điện ngoài cùng thường được chế tạo từ hợp kim của chì và được bảo vệ bên ngoài lớp cách điện của cáp.

Nhược điểm chính của cáp là giá thành cao, thường gấp 2,5 lần so với

đường dây trên không cùng tiết diện, do đó cáp được dùng ở những nơi quan trọng. Thực hiện việc rẽ nhánh cáp cũng rất khó khăn và chính tại chỗ đó thường xảy ra sự cố, vì vậy chỉ những cáp có Uđm ≤ 10kV và thật cần thiết thì mới thực hiện việc rẽ nhánh.

Hiện có rất nhiều loại cáp khác nhau do nhiều hãng chế tạo: Cáp cách điện bằng cao su, cáp cách điện bằng dầu, PVC, PE, XLPE hay cáp cách điện bằng khí...

CÂU HỎI ÔN TẬP

1.Trình bầy khái niệm về sản xuất, truyền tải và phân phối điện năng ?

2.Phân tích các thông số kỹ thuật trong một hệ thống điện?

3. Trình bầy các phương pháp tính toán phụ tải, vẽ được đồ thị phụ tải, tâm phụ tải?

4.Trình bầy các phương án cung cấp điện ?

BÀI 2: TÍNH TOÁN MẠNG VÀ TỔN THẤT

Mã bài: 02

Giới thiệu:

Tính toán các loại tổn thất điện áp, tổn thất công suất, tổn thất điện năng là xác định thông số chế độ của lưới điện. Công việc này đóng vai trò quan trọng trong thiết kế và vận hành hệ thống cung cấp điện.

Đề đánh giá các chỉ tiêu kĩ thuật của hệ thống cung cấp điện, xác định tổng phụ tải, chọn các phần tử của mạng điện và thiết bị điện, xác định phương pháp bù công suất phản kháng, biện pháp điều chỉnh điện áp nhằm nâng cao chất lượng điện, chúng ta phải căn cứ vào các số liệu tính toán của phần này.

1. Mục tiêu của bài:

- Phân tích được tầm quan trong của các loại tổn thất trong phân phối điện năng.

- Tính toán được tổn thất điện áp, tổn thất công suất, tổn thất điện năng trong mạng phân phối.

- Chọn vị trí đặt trạm phù hợp theo tiêu chuẩn kỹ thuật điện.

- Đấu và vận hành trạm biến áp theo tiêu chuẩn kỹ thuật.

- Rèn luyện đức tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy sáng tạo và khoa học.

2.Nội dung bài:

2.1 Tính tổn thất điện áp, tổn thất công suất, tổn thất điện năng

Mục tiêu:

- Phân tích được tầm quan trong của các loại tổn thất trong phân phối điện năng.

- Tính toán được tổn thất điện áp, tổn thất công suất, tổn thất điện năng trong mạng phân phối.

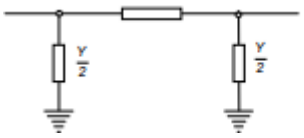
2.1.1. Sơ đồ thay thế lưới điện

2.1.1.1. Đường dây.

Mạng điện gồm 2 phần tử cơ bản tạo thành (đường dây và máy biến áp) -> chúng ta cần thiết lập các mô hình tính toán -> đó chính là sơ đồ thay thế:

+ Sơ đồ thay thế đường dây trên không và cáp

Đặc điểm: mạng xí nghiệp được cung cấp điện bằng đường dây điện áp trung bình và thấp, chiều dài không lớn lắm -> trong tính toán có thể đơn giản coi hiệu ứng mặt ngoài và hiệu ứng ở gần là không đáng kể -> Điện trở của dây dẫn lấy bằng điện trở 1 chiều. Để mô tả các quá trình năng lượng xảy ra lúc truyền tải -> người ta thường hay sử dụng sơ đồ thay thế hình II.



Z - Tổng trở đường dây → phản ánh tổn thất công suất tác dụng và công suất phản kháng trên đường dây.

Y - Tổng dẫn -> phản ánh lượng năng lượng bị tổn thất dọc theo tuyến dây (thông

số dải) đó là lượng tổn thất rò qua sứ hoặc cách điện và vầng quang điện.

$$Y = G + jB$$

G; B - điện dẫn tác dụng và điện dẫn phản kháng. Trong đó G - đặc trưng cho tổn

thất công suất tác do dò cách điện (qua sứ hoặc cách điện), còn B phản ánh hiện

tượng vầng quang điện, đặc trưng cho lượng công suất phản kháng sinh ra bởi điện

dụng giữa dây dẫn với nhau và giữa chúng với đất.

Ta có: $Z = R + jX = (r_0 + j_{x0}).l$ (2-1)

$Y = G + jB = (g_0 + j_{b0}).l$ (2-2)

Trong đó:

r_0 ; x_0 - điện trở tác dụng và phản kháng trên một đơn vị chiều dài dây[Ω /km].

g_0 ; b_0 - điện dẫn tác dụng và phản kháng trên một đơn vị chiều dài dây [km/ Ω].

r_0 - có thể tra bảng tương ứng với nhiệt độ tiêu chuẩn là 20^0C. Thực tế phải được hiệu chỉnh với môi trường nơi lắp đặt nếu nhiệt độ môi trường khác 20^0C.

$$r_0\theta = r_0 [\ 1 + a(\theta - 20)]$$

r_0 - Trị số tra bảng.

α = 0,004 khi vật liệu làm dây là kim loại màu.

α = 0,0045 khi dây dẫn làm bằng thép.

r_0 - có thể tính theo vật liệu và kích cỡ dây.

$$r_0 = \frac{p}{F}$$

F [mm^2] - tiết diện dây dẫn.

p [mm^2 Ω /km] - điện trở suất của vật liệu làm

dây. p_{Al} = 31,5 [Ω mm^2/km].

p_{Cu} = 18,8 [Ω mm^2/km].

r_0: đối với dây dẫn bằng thép → không chỉ phụ thuộc vào tiết diện mà còn phụ thuộc vào dòng điện chạy trong dây → không tính được bằng các công thức cụ thể → tra bảng hoặc tra đường cong.

x_0 - xác định theo nguyên lí kỹ thuật điện thì điện kháng 1 pha của đường dây tải điện 3 pha:

$$x_0 = \omega\left(4{,}6\log\frac{2.D_{tb}}{d} + 0{,}5.\mu\right).10^{-4} \qquad [\Omega/\text{km}].$$

Trong đó:

$\omega = 2\pi f$ - tần số góc của dòng điện xoay chiều.

D_{tb} [mm]. - khoảng cách trung bình hình học giữa các dây.

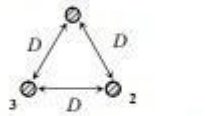
d [mm] - đường kính dây dẫn.

μ - hệ số dẫn từ tương đối của vật liệu làm dây. Với kim loại màu khi tải dòng xoay chiều tần số 50 Hz thì: $\mu = 1$

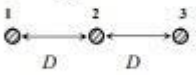
Ta có:

$$x_0 = 0{,}144\log\frac{2.D_{tb}}{d} + 0{,}016 \qquad [\Omega/km].$$

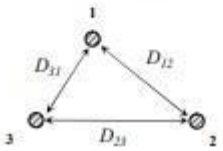
Xác định D_{tb}:



→ $D_{tb} = D$



→ $D_{tb} = D\sqrt[3]{2} = 1{,}26D$



→ $D_{tb} = \sqrt[3]{D_{12}D_{23}D_{31}}$

Với dây dẫn làm bằng thép $\mu >>> 1$ và lại biến thiên theo cường độ từ trường $\mu = f(I)$ lúc đó x_0 xác định như sau:

$$x_0 = x'_0 + x''_0$$

$x'_0 = 0{,}144\log\frac{2.D_{tb}}{d}$ - thành phần cảm kháng gây bởi hỗ cảm giữa các dây.

$x''_0 = 2\pi f.0{,}5\mu.10^{-4}$ - thành phần cảm kháng liên quan đến tự cảm nội bộ của dây dẫn.

x''_0 - thường được tra bảng hoặc theo đường cong.

Để tính Y: Từ đặc điểm → lượng điện năng tổn thất do rò qua sứ và điện môi (với cáp) là rất nhỏ (vì U nhỏ) → có thể bỏ qua (bỏ qua G). Nó chỉ đáng kể với đường dây có U ≥ 220 kV. Như vậy trong thành phần của tổng dẫy chỉ còn B.

Điện dẫn phản kháng của 1 km đường dây xác định bằng biểu thức sau: (phụ thuộc vào đường kính dây, khoảng cách giữa các pha).

$$b_0 = \frac{7,58}{\log \frac{2D_{tb}}{d}}.10^{-6} \qquad [\ 1/\Omega km\ ].$$

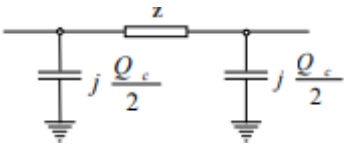
Trong thực tế b_0 được tính sẵn trong các bảng tra (theo F, D_{tb}). Riêng với đường cáp còn phụ thuộc vào cách điện → buộc phải tra trong các tài liệu riêng.

Từ tham số này ta xác định được lượng công suất phản kháng phát sinh ra do dung dẫn của đường dây như sau;

$$Q_C = U2\ .\ b_0.l = U2.B \qquad (2\text{-}3)$$

Thực tế chỉ quan tâm đến b0 và Qc khi U > 20 kV và mạng cáp hoặc mạng đường dây trên không có điện áp U > 35 kV

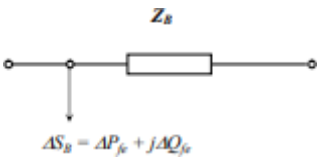
Sơ đồ thay thế của đường dây trên không lúc này sẽ như sau:



Z1 - phản ánh tổn thất công suất dây cuốn sơ cấ

Z2 - phản ánh tổn thất công suất dây cuốn thứ cấp, còn gọi là tổng trở thư cấp qui về sơ cấp.

+ Sơ đồ hình Γ: trong tính toán hệ thống điện thường sử dụng loại sơ đồ này nhiều hơn. Trong đó các lượng tổn thất không thay đổi (thay đổi ít) được mô tả như một phụ tải nối trực tiếp như hình vẽ.



Trong đó:

$$Z_B = Z_1 + Z'_2 = (r_1 + r'_2) + j(x_1 + x'_2) = R_B + jX_B$$

Để xác định các thông số của sơ đồ thay thế ta dựa vào các thông số cho trước của máy biến áp bao gồm:

ΔP_{cu} hay ΔP_N - tổn thất công suất tác dụng trên dây cuốn với mức tải định mức, thuđược qua thí nghiệm ngắn mạch máy biến áp.

ΔP_{fe} hay ΔP_0 - tổn thất công suất tác dụng trong lõi thép của máy biến áp, còn gọi là tổn thất không tải của máy biến áp (thu được từ thí nghiệm không tải máy biến áp).

U_N% - điện áp ngắm mạch % so với điện áp định mức Udm.

I_0% - dòng không tải % so với dòng điện định mức Idm.

Xuất phát từ nhưng thông số này chung ta sẽ xác định được các thông số của sơ

đồthay thế máy biến áp.

Tính R_B:

$$R_B = \frac{\Delta P_{Cu}.U_{dm}^2}{S_{dm}^2}.10^3 \qquad \begin{matrix} R_B & [\Omega]. \\ \Delta P_{CU} & [kW]. \\ U_{dm} & [kV]. \\ S_{dm} & [kVA]. \end{matrix} \qquad (2\text{-}4)$$

Tính X_B:

$$X_B = \frac{U_N\%.U_{dm}^2}{S_{dm}}.10 \qquad \begin{matrix} x_B & [\Omega]. \\ U_{dm} & [kV]. \\ S_{dm} & [kVA]. \end{matrix} \qquad (2\text{-}5)$$

Tính ΔQ_0: Căn cứ vào $I_0\%$ (từ thí nghiệm không tải máy biến áp)

$$I_0\% = \frac{I_0\%}{I_{dm}}.100 = \frac{I_0\%}{\frac{S_{dm}}{\sqrt{3}U_{dm}}}.100 = \frac{S_0}{S_{dm}}.100$$

S_0 - gọi là công suất không tải $S_0 = \Delta P_0 + j\Delta Q_0$. Thực tế vì $\Delta Q_0 >> \Delta P_0$

→ lấy

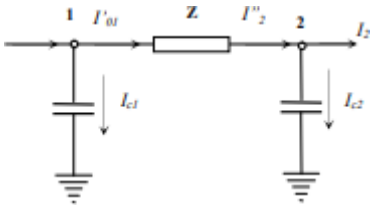
$$\Delta Q_0 = \frac{I_0\%.S_{dm}}{100} \qquad \begin{matrix} \Delta Q_0 & [KVar]. \\ S_{dm} & [kVA]. \end{matrix} \qquad (2\text{-}6)$$

2.1.2. *Tính toán mạng hở cấp phân phối.*

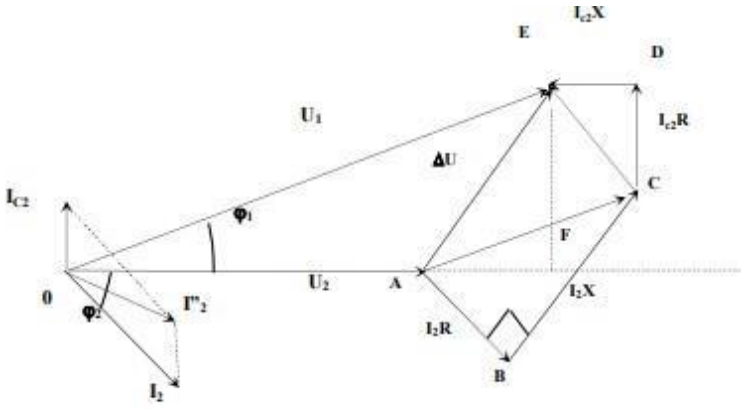
2.1.2.1.Tính tổn thất điện áp trong mạng điện

a.Tổn thất điện áp trên đường dây cung cấp

Xét đường dây 110; hoặc 220 kV → bỏ qua điện dẫn tác dụng thì sơ đồ thay thế có dạng.



Giả thiết: biết U2 ; I2 và các thông số của đường dây Z = R + jX → bằng phương pháp đồ thị ta có thể xác định được U ở đầu nguồn, điều đó cũng có nghĩa là ta sẽ xác định được tổn thất điện áp trên đường dây.



Hình 2-1. Véc tơ tổn thất điện áp

Điện áp đầu đường dây có thể được xác định thông qua biểu thức sau:

Từ đồ thị vectơ $\rightarrow U_1 = \sqrt{(U_2 + \Delta U)^2 + \partial U^2} \rightarrow \boxed{\Delta U = U_1 - U_2}$ (2.9)

Tương tự nếu biết U_1 ; I_1 (P_1 ; Q_1) ta cũng xác định được ΔU

$$\Delta U = \frac{P_1 R + Q_1 X}{U_1} + j\frac{P_1 X - Q_1 R}{U_1}$$

Điện áp cuối nguồn: $\overline{U_2} = \overline{U_1} - \overline{\Delta U}$

$$\rightarrow \overline{U_2} = \overline{OA} = \overline{OF} - \overline{AF} = \sqrt{U_1^2 - \delta U^2} - \Delta U \rightarrow \boxed{\Delta U = U_1 - U_2} \qquad (2\text{-}10)$$

b.Tổn thất điện áp trên đường dây phân phối

Đặc điểm chung của mạng phân phối:

+ Có điện áp thấp và đường dây ngắn → bỏ qua tổng dẫn của sơ đồ thay thế.

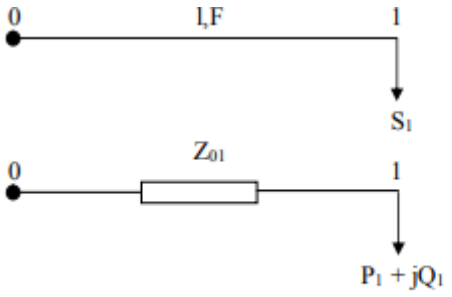
+ Tổn thất công suất nhỏ có thể bỏ qua trong tính toán (coi không có sự chênh công suất đầu và cuối đường dây).

+ Sự chênh điện áp giữa các điểm nút không đáng kể → có thể dùng điện áp định mức để tính.

+ Thành phần ngang trục của điện áp dáng rất nhỏ có thể bỏ qua.

Với những giả thiết như vậy việc tính tổn thất điện áp mạng phân phối trở nên khá đơn giản

Tính tổn thất điện áp cho đường dây 1 phụ tải



Hình 2-2. Sơ đồ nguyên lí và sơ đồ thay thế đường dây 1

Trên sơ đồ thay thế, để tính toán tổn thất điện áp theo (2.7), cần biến đổi công suất dạng S∠cosφ về dạng P + jQ.

Tổn thất điện áp trên đoạn 01 là:

$$\Delta U_{01} = \frac{P_1 R_{01}}{} +$$

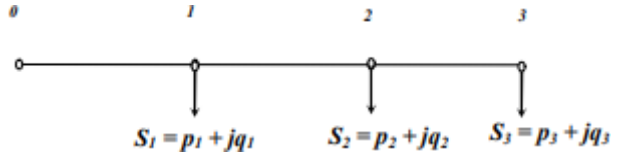
$Q_1 X_{01}$ U_{dm}

Trong đó: $Z_{01} = R_{01} + jX_{01} = r_o l_{01} + jx_0 l_{01}$

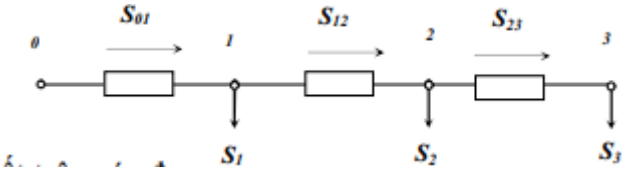
$S_{01} = S_1 \cos\varphi + jS_1 \sin\varphi$

Tính tổn thất điện áp cho đường dây có nhiều phụ tải

+ Xét mạng phân phối cung cấp cho 3 phụ tải tập trung như hình vẽ.



+ Sơ đồ thay thể của mạng sẽ có dạng:



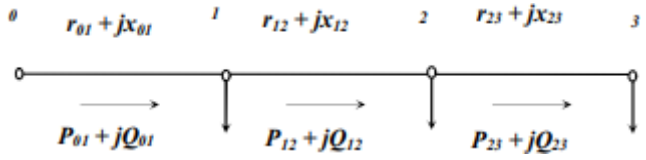
+ Công suất trên các đoạn:

$$S_{01} = S_3 + S_2 + S_1 = (P_1 + P_2 + P_3) + j(Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

$$S_{12} = S_2 + S_3 = (P_2 + P_3) + j(Q_2 + Q_3)$$

$$S_{23} = S_3 = P_3 + jQ_3$$

Tính Δ U theo công suất chạy trên các đoạn



$$\Delta U_3 = \Delta U_{01} + \Delta U_{12} + \Delta U_{23} = \frac{P_{01}r_{01} + Q_{01}x_{01}}{U_{dm}} + \frac{P_{12}r_{12} + Q_{12}x_{12}}{U_{dm}} + \frac{P_{23}r_{23} + Q_{23}x_{23}}{U_{dm}}$$

Tổng quát cho mạng có n phụ tải:

$$\Delta U = \frac{\sum P_{ij}r_{ij} + \sum Q_{ij}x_{ij}}{U_{dm}} \qquad (2\text{-}11)$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_{dm}}.100 = \frac{100}{1000U_{dm}^2}.\sum (P_{ij}r_{ij} + Q_{ij}x_{ij})$$

Trong đó: ΔU - [V].

P_{ij} ; Q_{ij} - [kW] ; [kVAr].

U_{dm} - [kV].

r_{ij} ; x_{ij} - [Ω].

- Ví dụ

Xác định tổn hao điện áp trên đường dây 22kV làm bằng dây dẫn AC-70 dài 47km, công suất truyền tải trên đường dây là S = 340 + j225 (kVA).

Lời giải

Dây dẫn AC-70 có r_0 = 0,46 Ω/km, x_0 = 0,395 Ω/km

Xác định tổn thất điện áp theo công thức

$$\Delta U_{01} = \frac{P_1 R_{01} + Q_1 X_{01}}{U_{dm}} = \frac{340.0,46.47 + 225.0,395.47}{22} = 552,09V$$

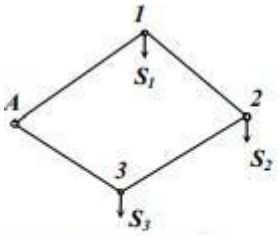
Tính theo phần trăm giá trị định mức

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_{dm}}.100 = \frac{100}{1000.U_{dm}^2}.\sum(P_{ij}r_{ij} + Q_{ij}x_{ij}) = \frac{552,09.10^{-3}}{22}100 = 2,51\%$$

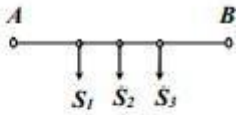
2.1.3. Tính toán mạng kín đơn giản.

*Khái niệm chung:

Để nâng cao độ tin cậy cung cấp điện người ta thường sử dụng mạng điện kín. Là mạng điện mà mỗi hộ dùng điện được cung cấp ít nhất từ 2 phía. Mạng điện kín có thể là mạng vòng do một nguồn cung cấp hoặc mạch đường dây chính có 2 nguồn cung cấp.



mạng điện kín kiểu mạch vòng (1 nguồn)



mạng điện kín gồm 2 nguồn cung cấp

Hình 2-5. Sơ đồ mạng điện kín

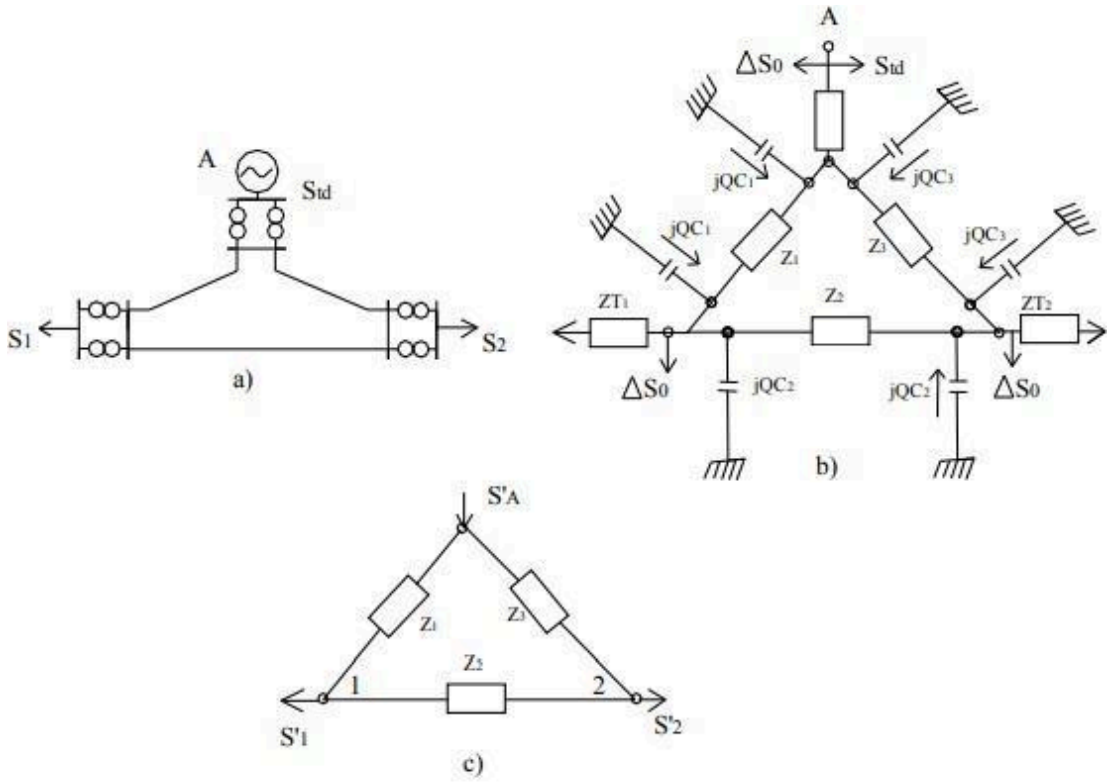
Ưu điểm:

- Tăng cường tính liên tục cung cấp điện (vì mỗi hộ được 2 nguồn cung cấp), thường dùng cho các hộ phụ tải loại 1.
- Trong vận hành bình thường tổn thất điện áp và công suất nhỏ hơn trong mạng hở.

Nhược điểm:

- Khi sự cố, chẳng hạn đứt một nhánh ở đầu nguồn → mạng trở thành hở, tổn thất công suất và điện áp đều lớn, có thể vượt quá giá trị cho phép.
- Thực hiện bảo vệ cho mạng kín có phần phức tạp hơn so với mạng hở, thương phải dùng bảo vệ có hướng hoặc bảp vệ có khoảng cách.
- Tính toán mạng điện kín phúc tạp hơn mạng hở.

Ta xét một mạng kín có hai phụ tải và một nguồn cung cấp hình MĐ 19-03-06a, sơ đồ thay thế của nó có hình MĐ 19-03-06b và sơ đồ đã được đơn giản sau khi quy đổi phụ tải về các nút của mạch vòng có hình MĐ 19-03-06c.



Hình 2-6. Mạng kín có hai phụ tải và một nguồn cung cấp

Phụ tải tính toán này kí hiệu S'1, S'2 là những đại lượng bao gồm phụ tải thực tế S_1, S_2 tổn hao công suất trong máy biến áp ΔST1, ΔST2 và công suất do đường dây sinh ra

$-jQ_{C1}$, $-jQ_{C2}$, $-jQ_{C3}$. Tức là:

$$\dot{S}_1' = \dot{S}_1 + \Delta\dot{S}_{T1} - jQ_{C1} - jQ_{C2} \qquad (2\text{-}35)$$

$$\dot{S}_2' = \dot{S}_2 + \Delta\dot{S}_{T2} - jQ_{C2} - jQ_{C3} \qquad (2\text{-}36)$$

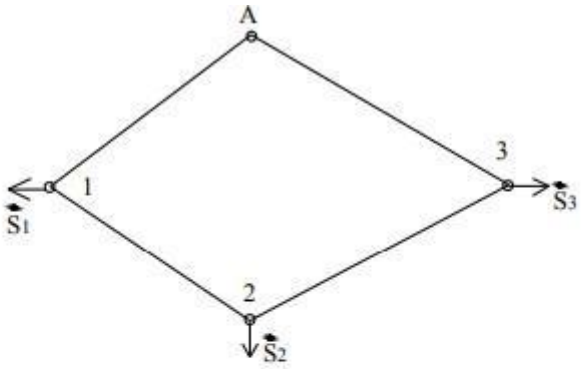
Công suất tính toán của nhà máy điệnlà công suất phát ra của nhà máy điện đã trừ đi công suất tự dùng và tổn thất công suất trong máy biến áp đồng thời ta được công suất do đường dây sinh ra, tức là:

$$S'_A = S_A - S_{td} - \Delta ST + jQ_{C1} + jQ_{C2} \quad (2\text{-}37)$$

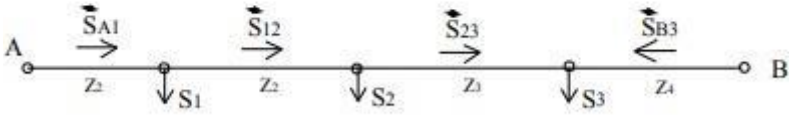
Muốn tìm chế độ mạng điện kín, ta phải tìm phương pháp dần đúng liên tiếp.

Ở phương pháp này, bước một xác định gần đúng phân bố dòng trong mạng điện với giả thiết điện áp lấy bằng trị số định mức tại mọi điểm và bỏ qua tổn thất công suất tại đường dây. Bước hai ta xác định một cách chính xác hơn công suất và điện áp tại các điểm nút của mạng điện.

Nếu giả thiết điện áp hai đầu được cung cấp bằng nhau cả về trị số và góc pha, theo định luật Kirchhoff II, ta viết được phương trình cân bằng điện áp sau: (đối với hình 2-7)



a)



b)

Hình 2-7. Mạng kín có ba phụ tải

$$\frac{\hat{S}'_{A1}}{\sqrt{3}U_{dm}}z1 + \frac{\hat{S}'_{12}}{\sqrt{3}U_{dm}}z2 + \frac{\hat{S}'_{23}}{\sqrt{3}U_{dm}}z3 - \frac{\hat{S}'_{A3}}{\sqrt{3}U_{dm}}z4 = 0 \qquad (2\text{-=}38)$$

Hay :

$$\dot{S}'A1\hat{z}1 + \dot{S}'12\hat{z}2 + \dot{S}'23\hat{z}3 - \dot{S}'A''\hat{z}4 = 0 \qquad (2\text{-}39)$$

Nếu không kể đến tổn thất công suất ta có:

$$S_{A'1} + S_{A''3} = S_1 + S_2 + S_3$$

Do đó: $S_{A'1} = \dot{S}_1 + \dot{S}_2 + \dot{S}_3 - S_{A''2}$

Theo định luật Kirchhoff I, ta viết được cân bằng dòng tại nút 1 và 2 là:

$$\dot{S}_{A'1} = \dot{S}_1 + \dot{S}_{12} \rightarrow \dot{S}_{12} = \dot{S}_{A'1} - \dot{S}_1$$

$$S_{12} = \dot{S}_2 + \dot{S}_{23}$$

$$\dot{S}_{A'1} - \dot{S}_1 = \dot{S}_2 + \dot{S}_{23}$$

Do đó: $\dot{S}_{23} = \dot{S}_{A'1} - \dot{S}_1 - \dot{S}_2$

Thay những thông số này vào phương trình cân bằng điện áp, ta nhận được:

$$\dot{S}_{A'1}\hat{Z}_1 + (\dot{S}_{A'1} - \dot{S}_1)\hat{Z}_2 + (\dot{S}_{A'1} - \dot{S}_1 - \dot{S}_2)\hat{Z}_3 + (\dot{S}_{A'1} - \dot{S}_1 - \dot{S}_2 - \dot{S}_3)\hat{Z}_4 = 0$$

$$\dot{S}_{A1}(\hat{Z}_1 + \hat{Z}_2 + \hat{Z}_3 + \hat{Z}_4) - \dot{S}_1(\hat{Z}_2 + \hat{Z}_3 + \hat{Z}_4) - \dot{S}_2(\hat{Z}_3 + \hat{Z}_4) - \dot{S}_3\hat{Z}_4 = 0$$

Nếu ta gọi:

$Z_{iA''}$ là tổng trở mạng điện kể từ phụ tải i đến nguồn A''.

$Z_{iA'}$ là tổng trở mạng điện kể từ phụ tải i đến nguồn A'.

$Z_{A'A''}$ là tổng trở toàn mạng kín.

Như vậy ta có:

$$\dot{S}_{A1}(\hat{Z}_1 + \hat{Z}_2 + \hat{Z}_3 + \hat{Z}_4) = \dot{S}_1(\underbrace{\hat{Z}_2 + \hat{Z}_3 + \hat{Z}_4}_{\hat{Z}_{1A''}}) + \dot{S}_2(\underbrace{\hat{Z}_3 + \hat{Z}_4}_{\hat{Z}_{2A''}}) + \dot{S}_3\underbrace{\hat{Z}_4}_{\hat{Z}_{3A''}}$$

$$\dot{S}_{A1} = \dot{S}_A = \frac{\dot{S}_1\hat{Z}_{1A''} + \dot{S}_2\hat{Z}_{2A''} + \dot{S}_3\hat{Z}_{3A''}}{\dot{Z}_{A'A''}}$$

Tương tự ta có:

$$\dot{S}_{A''3} = \dot{S}_{A''} = \frac{\dot{S}_1\hat{Z}_{1A''} + \dot{S}_2\hat{Z}_{2A} + \dot{S}_3\hat{Z}_{3A}}{\dot{Z}_{A'A''}}$$

Một cách tổng quát trong mạng kín có n phụ tải ta sẽ có:

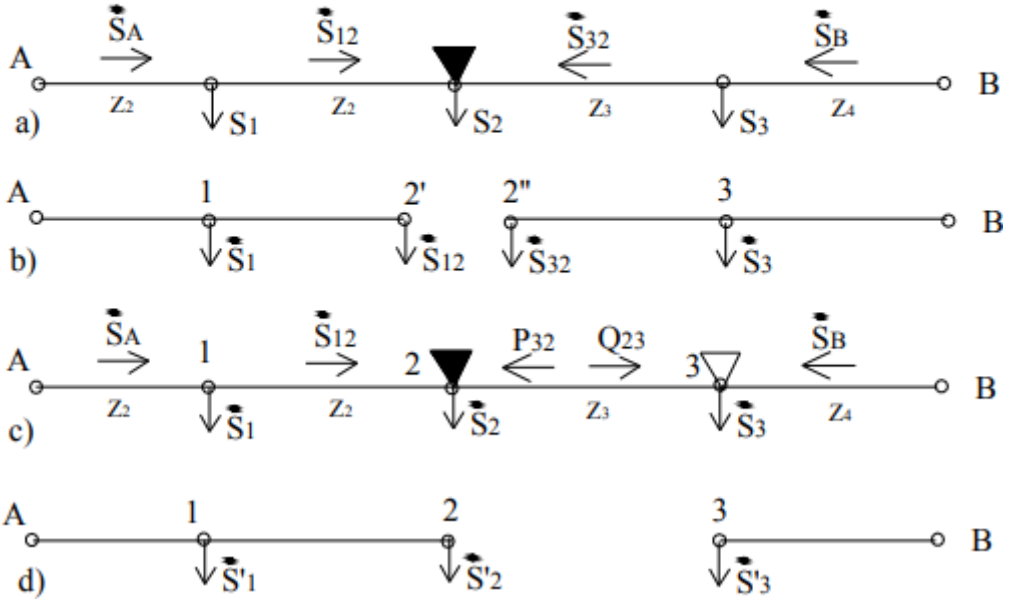
$$S_{A'} = \frac{\sum_{n=1}^{n} S_i\hat{Z}_{iA''}}{\dot{Z}_{A'A''}} \qquad (2.40) \qquad\qquad S_{A''} = \frac{\sum_{n=1}^{n} S_i\hat{Z}_{iA'}}{\dot{Z}_{A'A''}} \qquad (2\text{-}41)$$

Ở đây ta gọi nút nhận công suất đi đến từ hai phía là điểm phân bố công suất, kí hiệu ▼ (hình MĐ 19-03-8), đó là điểm có điện áp thấp nhất của mạng điện kín.

Trong trường hợp tổng quát, điểm phân bố công suất tác dụng và công suất phản kháng có thể không trùng nhau, khi đó dùng kí hiệu ▼ để chỉ điểm phân bố công suất tác dụng và dùng kí hiệu ▼ để chỉ điểm phân bố công suất phản kháng.

Đối với mạng điện kín có cùng tiết diện trên tất cả các đoạn thì phân phối công suất trong mạng chỉ phụ thuộc vào chiều dài:

$$S_{A'} = \frac{\sum_{n=1}^{n} S_i (r_0 + jx_0) I_{iA''}}{(r_0 + jx_0) I_{A'A''}} \quad \text{và} \quad S_{A''} = \frac{\sum_{n=1}^{n} S_i (r_0 + jx_0) I_{iA'}}{(r_0 + jx_0) I_{A'A''}}$$



Hình MĐ 19-03-08: Các điểm phân bố công suất tác dụng và công suất phản kháng

Do đó:

$$S_{A'} = \frac{\sum_{n=1}^{n} S_i l_{iA''}}{l_{A'A''}} = \frac{\sum_{n=1}^{n} P_i l_{iA''}}{l_{A'A''}} + j\frac{\sum_{n=1}^{n} Q_i l_{iA''}}{l_{A'A''}} \qquad (2\text{-}42)$$

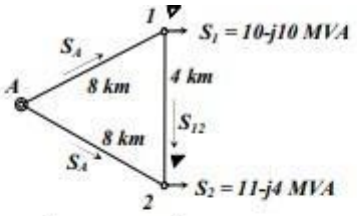
$$S_{A''} = \frac{\sum_{n=1}^{n} S_i l_{iA'}}{l_{A'A''}} = \frac{\sum_{n=1}^{n} P_i l_{iA'}}{l_{A'A''}} + j\frac{\sum_{n=1}^{n} Q_i l_{iA'}}{l_{A'A''}} \qquad (2\text{-}43)$$

Hai công thức (2.42) và (2.43) được dùng trong giai đoạn thiết kế mạng điện khi chưa biết tiết diện dây dẫn điện.

Sau đó ta tiến hành tách mạng điện kín tại điểm phân công suất thành hai mạng hở độc lập nhau. Nếu điểm phân công suất tác dụng và công suất phản kháng không trùng nhau thì tách lưới điện tại hai điểm phân công suất.

Đến đây ta tiếp tục tính toán hai phần lưới điện tách ra giống như tính toán các lưới điện hở khu vực mà ta đã nghiên cứu ở phần trước.

b. Ví dụ : Nguồn A CCĐ cho 2 phụ tải S1 ; S2 theo mạng kín toàn bộ đường dây là AC-120 ; dây dẫn bố trí trên mặt phẳng ngang, Dtb = 3,5 m; Udm = 35 kV. Hãy xác định điểm phân công suất



$$S_{A1} = \frac{\sum S_i L_{iB}}{L_\Sigma}$$

Giải: Vì mạng đồng nhất (cùng tiết diện) →

$$P_{A1} = \frac{P_1 L_{12A} + P_2 L_{2A}}{L_\Sigma} = \frac{10.(4+8)+11.8}{8+4+8} = 10,4 \quad \text{MW}$$

$$Q_{A1} = \frac{Q_1 L_{12A} + Q_2 L_{2A}}{L_\Sigma} = \frac{10.(4+8)+4.8}{8+4+8} = 7,6 \quad \text{MVAr}$$

SA1 = PA1 + jQA1 = 10,4 + j7,6

$$P_{A2} = \frac{P_2 L_{21A} + P_1 L_{1A}}{L_\Sigma} = \frac{11.(4+8)+10.8}{8+4+8} = 10,6 \quad \text{MW}$$

$$Q_{A2} = \frac{Q_2 L_{21A} + Q_1 L_{1A}}{L_\Sigma} = \frac{4.(4+8)+10.8}{8+4+8} = 6,4 \quad \text{MVAr}$$

SA2 = 10,6 + j6,4

Thử lại: PA1 + PA2 = P1 + P2 → 10,4 + 10,6 = 10 + 11

QA1 + QA2 = Q1 + Q2 → 7,6 + 6,4 = 10 + 4

Tính S12 Giả thiết có chiều như HV.

S12 = SA1 - S1 = 10,4 - j7,6 – [10 - j10] = 0,4 + j 2,4

+ Như vậy trên đoạn 1 → 2 ta có P12 đi từ điểm 1 → 2

còn Q12 2 → 1

Vậy ta có 2 điểm phân công suất::

- Điểm 2 là điểm phân công suất tác dụng ▼
- Điểm 1 là điểm phân công suất phản kháng ▼

Trở lại Ví dụ 1. → cần xác đinh Δ Umax lúc bình thường:

Tra bảng AC-120 ta có r0 = 0,27 Ω /km và x0 = 0,4 Ω /km . Vì mạng có 2 điểm phân công suất nên ta phải tính cả 2 Δ U

$$\Delta U_{A1} = \frac{P_{A1} R_{A1} + Q_{A1} X_{A1}}{U_{dm}} = \frac{10,4x0,27x8 + 7,6x0,4x8}{35} = 1,345(kV)$$

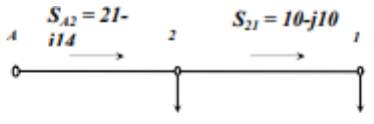
$$\Delta U_{A2} = \frac{P_{A2} R_{A2} + Q_{A2} X_{A2}}{U_{dm}} = \frac{10,6x0,27x8 + 6,4x0,4x8}{35} = 1,245(kV)$$

Vậy Δ Umax = 1,345 kV và điểm có điện áp thất nhất là điểm 1.

+ Trong mạng điện kín ngoài Δ Umax lúc vận hành bình thường còn phải xác định Δ Umax lúc sự cố. Thường là trường hợp đứt dây trong mạng điện kín, lúc đó mạng trở thành hở, phụ tải lớn nhất phải cung cấp điện từ một nguồn. Lúc này phải xét sự cố trên đoạn nào nguy hiểm nhất. Trong trường hợp cụ thể có

thể thấy ngay đứt đoạn nào nguy hiểm hơn.

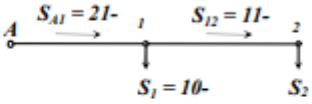
Xét khi đứt đoạn A-1: (đang vận hành với phụ tải lớn nhất lúc đó lưới trở thành hở)



$$\Delta U_{A1} = \frac{P_{A2}R_{A2} + Q_{A2}X_{A2}}{U_{dm}} + \frac{P_{12}R_{12} + Q_{12}X_{12}}{U_{dm}}$$

$$= \frac{21x0,27x8 + 14x0,4x8}{35} + \frac{10x0,27x4 + 10x0,4x4}{35} = 3,35 \quad (\text{kV})$$

Xét khi đứt đoạn A-2: mạng có dạng



$$\Delta UA2 = \frac{21x0,27x8 + 14x0,4x8}{35} + \frac{11x0,27x4 + 4x0,4x4}{35} = 3,1 \quad (\text{kV})$$

Vậy ΔUmax sự cố = 3,35 kV

2.2 Trạm biến áp

Mục tiêu:

- Chọn vị trí đặt trạm phù hợp theo tiêu chuẩn kỹ thuật điện.

- Đấu và vận hành được trạm biến áp theo tiêu chuẩn kỹ thuật.

2.2.1. Khái quát và phân loại.

a.Khái quát

Máy biến áp (MBA) là một trong những phần tử quan trọng trong hệ thống cung cấp điện. Máy biến áp là một máy điện tĩnh làm việc dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ dùng để biến đổi điện áp từ cấp này sang cấp khác.

b.Phân loại

Có nhiều cách phân loại trạm biến áp:

+ Phân theo nhiệm vụ (chức năng): có 2 loại

- Trạm biến áp trung gian

Trạm này nhận điện từ hệ thống điện có điện áp 220kV - 35kV biến đổi thành cấp điện áp 6 ÷ 15kV, cá biệt có khi xuống 0,4kV.

- Trạm biến áp phân phối còn gọi là trạm biến áp khách hàng.

Có nhiệm vụ biến đổi điện áp trung áp (tức là nhận điện từ trạm biến áp trung gian) xuống 0,4kV để cấp điện cho các hộ tiêu thụ là những khách hàng của ngành điện.

+ Phân theo kết cấu

- Trạm biến áp treo (trạm treo)

Trạm biến áp treo (hình MĐ 2-9) là kiểu trạm mà tất cả các thiết bị điện cao hạ áp và cả máy biến áp đều được đặt trên cột. Máy biến áp thường là loại một pha hoặc tổ ba máy biến áp một pha. Tủ hạ áp được đặt trên cột. Trạm này thường rất tiết kiệm đất nên thường được dùng làm trạm công cộng đô thị cung cấp cho một vùng dân cư. Máy biến áp của trạm treo thường có công suất nhỏ (≤ 3x75 kVA), cấp điện áp



Hình 2-9: Trạm treo $S_{dm} \leq 3 \times 75$ kVA

(15 ÷ 22)/0.4kV, phần đo đếm được trang bị phía hạ áp.

* Ưu điểm: đơn giản, rẻ tiền, xây lắp nhanh, ít tốn đất.

* Nhược điểm: 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 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 ngàn trạm biến áp phân phối kiểu treo cũng làm mất mỹ quan đô thị, cần phải được dần dần thay thế bằng đường cáp và trạm xây.

- Trạm biến áp giàn (trạm giàn)

Trạm giàn (hình 2-10) là loại trạm mà toàn bộ các trang thiết bị và máy biến áp đều được đặt trên các giá đỡ bắt giữa hai cột. Trạm được trang bị ba máy biến áp một pha (≤ 3x75 kVA) hay một máy biến áp ba pha (□ 400 kVA), cấp điện áp

(15 ÷ 22)/0.4kV, phần đo đếm có thể thực hiện phía trung áp hay phía hạ áp. Tủ phân phối hạ áp đặt trên giàn giữa hai cột đường dây đến có thể là đường dây trên không hay đường cáp ngầm. Trạm giàn thường cung cấp điện cho khu dân cư hay các phân xưởng.



Hình 2-10. Trạm giàn $S_{dm} \leq 400$ kVA, đo đếm hạ thế

- Trạm bệt (trạm nền)

Với kiểu trạm này (hình2-11) , thiết bị cao áp đặt trên cột. Máy biến áp thường là tổ ba máy biến áp một pha hay một máy biến áp ba pha đặt trên bệ xi măng 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. Đường dây đến có thể là cáp ngầm hay đường dây trên không, phần đo đếm có thể thực hiện phía trung áp hay phía hạ áp.



Hình 2-11. Trạm bệt

Kiểu trạm bệt 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 biến áp phân phối nông thôn hầu hết dùng kiểu trạm bệt.

- Trạm xây (hoặc trạm kín)

Trạm xây (hình 2-12) là kiểu trạm mà toàn bộ các thiết bị điện cao, hạ áp và máy biến áp đều được đặt trong nhà mái bằng.

Trạm kín thường được phân làm trạm công cộng và trạm khách hàng.



Hình2-12. Trạm xây

• Trạm công cộng: thường được đặt ở khu đô thị, khu dân cư mới để đảm bảo mỹ quan và an toàn cho người sử dụng.

• Trạm khách hàng: thường được đặt trong khuôn viên của khách hàng.

Nhà xây được phân 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 được 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 $(3 \div 5)^o$ để tránh nước. Dưới gầm bệ máy biến áp phải xây hố dầu để chứa dầu máy biến áp khi sự cố, chống cháy nổ lan tràn.

2.2.2. Sơ đồ nối dây của trạm biến áp.

Sơ đồ nối dây của trạm phải thỏa mãn các điều kiện sau:

- Đảm bảo liên tục cung cấp điện theo yêu cầu phụ tải.

- Sơ đồ nối dây đơn giản, rõ ràng, thuận tiện trong vận hành và xử lý sự cố.

- An toàn lúc vận hành và lúc sửa chữa.

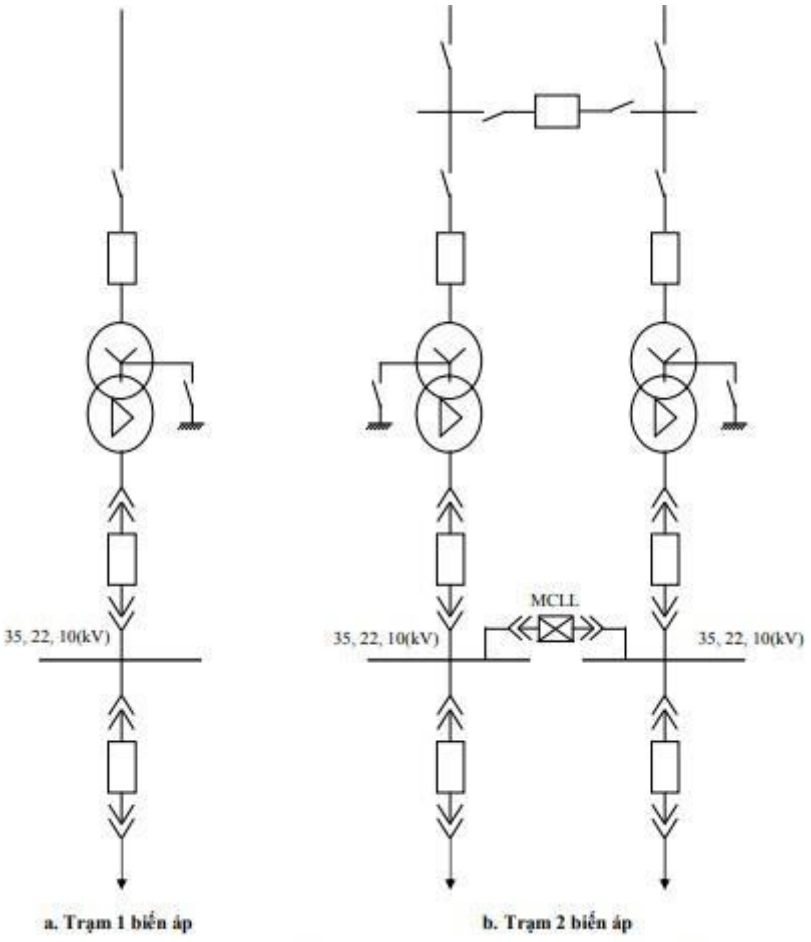
- Hợp lý về kinh tế trên cơ sở đảm bảo các yêu cầu về kỹ thuật.

Trong thực tế khó mà đảm bảo được toàn bộ các yêu cầu trên, nếu có mâu thuẫn ta cần so sánh toàn diện trên quan điểm lợi ích lâu dài và lợi ích chung của cả nền kinh tế.

a.Trạm biến áp trung gian

Lưới cung cấp điện được cấp điện từ các trạm biến áp trung gian (TBATG), 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 một máy hoặc hai máy.

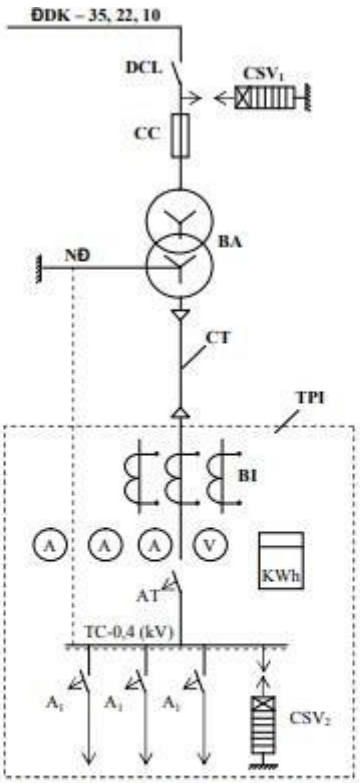
Sơ đồ nguyên lý trạm BATG:



Hình 2-13. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp trung gian 110/35, 22, 10(kV)

b.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 0,4kV để cấp điện cho các hộ tiêu thụ là những khách hàng của ngành điện.



Hình 2-14. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp phân phối một máy

ĐDK: Đường dây trên không trung áp.
DCL: Dao cách ly trung áp.
CSV_1: Chống sét van trung áp.
CC: Cầu chì trung áp.
BA: Máy biến áp phân phối.
NĐ: Hệ thống nối đất.
A V BI: Máy biến dòng điện.
; kWh: Các đồng hồ đo đếm.
AT: Áptômát tổng.
TC: Thanh cái biến áp pha và thanh cái trung tính.
A_1; A_2; A_3: Các áptômát nhánh.
CSV_2: Chống sét van hạ áp.

Tùy theo tính chất quan trọng của hộ tiêu thụ, trạm biến áp phân phối có thể đặt một hoặc hai máy biến áp.

+ Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp phân phối một máy như hình MĐ 19-03-14

Nếu trạm biến áp được cấp điện bằng đường dây trên không thì phía cao áp đặt dao cách ly, cầu chì và chống sét van. Phía hạ áp đặt áptômát tổng và các áptômát nhánh, nếu một trong các đường dây 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:

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 1000kVA).

Dao cách ly trung áp có thể dùng loại biến áp pha rời, đóng cắt từng pha (gọi là dao cách ly một lửa) hoặc loại liên động, đóng cắt đồng thời biến áp pha. Với trạm biến áp phân phối ngoàI trời có thể dùng một trong hai loại DCL trên. Với trạm xây kín chỉ dùng loại DCL liên động.

- Chống sét van trung áp:

Làm nhiệm vụ chống sét đánh từ ngoài đường dây trên không truyền vào trạm.

Đấu chống sét van vào mạch như sơ đồ (hình 2-14), khi cần kiểm tra, sửa chữa, thay thế CSV phải cắt điện. Muốn xử lý chống sét van mà không ảnh hưởng đến việc cắt điện của trạm thì phải đặt riêng cho chống sét van một cầu dao nữa, tuy nhiên sẽ làm cho kết cấu trạm cồng kềnh, phức tạp thêm.

- Cầu chì cao áp: làm nhiệm vụ bảo vệ ngắn mạch cho biến áp và cáp tổng, thường dùng loại cầu chì ống cát thạch anh.

- Cáp tổng: làm nhiệm vụ dẫn điện từ biến áp (BA) vào tủ phân phối hạ áp của trạm biến áp phân phối. Cũng có thể dùng thanh dẫn thay cho cáp tổng.

- Áptômát tổng: làm nhiệm vụ bảo vệ quá tải cho biến áp và bảo vệ ngắn 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 áptômát nhánh.

- Các áptômát nhánh: làm nhiệm vụ thao tác đóng cắt đường dây, bảo vệ ngắn 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.

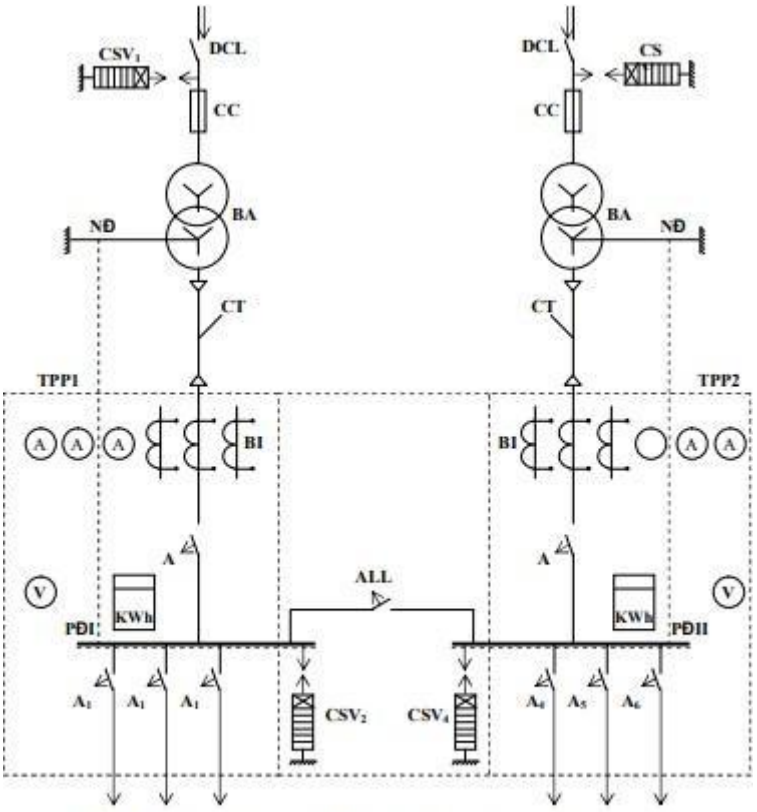
- Máy biến dòng điện: làm nhiệm vụ biến đổi dòng điện tải của trạm xuống 5A, cấp nguồn dòng cho các đồng hồ ampe và công tơ.

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 đo cosφ và 1 công tơ vô công.

- Hệ thống nối đất: hệ thống nối đất tại các trạm biến áp biến áp làm biến áp chức năng: nối đất làm việc, nối đất an toàn và nối đất chống sét.

+ Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp phân phối hai máy là chắp nối sơ đồ nguyên lý 2 BAPP qua một áptômát liên lạc (ALL), (hình 2-15).



Hình 2-15. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp phân phối hai máy

Nếu phụ tải hai phân đoạn thanh góp 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 góp không bằng nhau (lớn bé hơn nhau nhiều) thì nên vận hành ALL ở trạng thái thường đóng.

Với trạm hai máy vẫn phải đặt đầy đủ hai bộ CSV cao áp và hạ áp cho mỗi biến áp và đặt đủ hai bộ đồng hồ đo đếm cho hai phân đoạn thanh góp hạ áp.

Phía hạ áp thường đặt ba tủ: hai tủ phân phối và một tủ liên lạc.

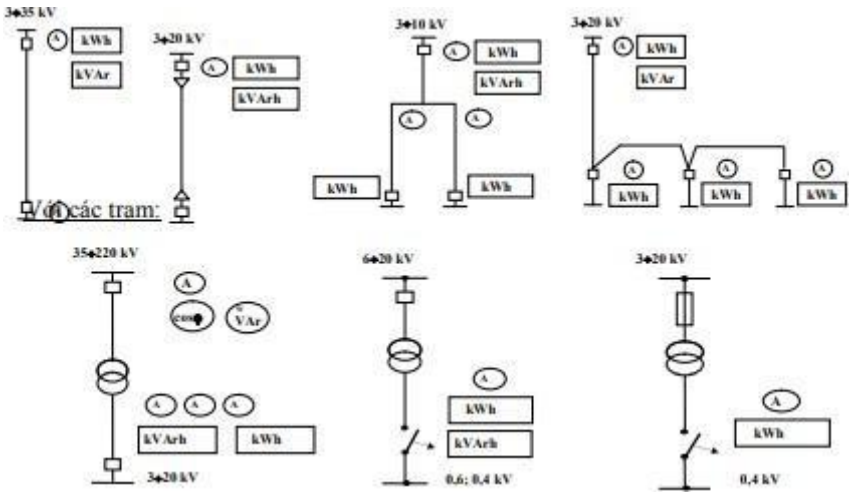
Ở các trạm ngoài trời bộ DCL-CC trung áp có thể thay bằng bộ cầu chì tự rơi (CCTR). Bộ CCTR làm cả hai nhiệm vụ: cắt ngắn mạch và tạo khoảng cách cách ly an toàn trông thấy. Các trạm kín trong nhà không dùng CCTR.

2.2.3. Đo lường và kiểm tra trong trạm biến áp.

Các dụng cụ đo lường và kiểm tra trong các trạm biến áp và trạm phân phối trung tâm của xí nghiệp công nghiệp được đặt ra để theo dõi các chế độ làm việc của các trang thiết bị điện và xác định trạng thái của nó.

Các thiết bị đo lường và kiểm tra phải đặt sao cho các nhân viên vận hành, trực có thể theo dõi các chỉ số của chúng một cách dễ dàng. Các dụng cụ đo lường và kiểm tra đường dây và trạm được đặt theo 1 số mẫu như sau:

Với đường dây:



2.2.4. Nối đất trạm biến áp và đường dây tải điện.

+ Hệ thống nối đất trong trạm biến áp được thực hiện cả ba chức năng: làm việc, an toàn và chống sét. Theo quy phạm điện trở nối(Rd) đất phải đạt như sau:

- Với trạm biến áp phân phối: $R_d \leq 4\Omega$

- Với trạm biến áp trung gian $U_{dm} \leq 35(kV)$:$R_d \leq 1\Omega$.

- Với trạm biến áp trung gian có $U_{dm} \geq 110(kV)$: $R_d \leq 0,5\Omega$.

+ Kết cấu của hệ thống nối đất của trạm thường dạng mạch vòng gồm các cọc dài 2,7m đóng ngập sâu xuống đất 0,7m, các cọc cách nhau 2,5m và được hàn kín mạch với nhau.

Nối đất đường dây tải điện

Có hai loại nối đất đường dây tải điện:

+ Nối đất chống sét và an toàn: các đường dây trên không trung áp trở lên các cột đều phải nối đất. Quy định R_d của mỗi cột như sau:

- Vùng đồng bằng $R_d \leq 10\Omega$.

- Vùng trung du $R_d \leq 15\Omega$.

- Vùng núi $R_d \leq 20\Omega$.

+ Nối đất trung tính lặp lại: là hình thức nối đất riêng cho ĐDK 0,4kV đề phòng mất trung tính tại trạm biến áp có thể làm cháy và phá hủy các thiết bị điện.

+ Để khẳng định là hệ thống nối đất của trạm biến áp làm việc hiệu quả, cần tiến hành đo điện trở nối đất mỗi năm một lần.



Khi kiểm tra trạm biến áp cần phải thực hiện 3 phép đo điện trở nối đất khác nhau. Bắt đầu bằng việc xác định loại hệ thống nối đất, ví dụ hệ thống nối đất lưới,

hệ thống cấp nước v.v.

Thông thường các máy biến áp, cột điện cao áp v.v. được nói với hệ thống nối đất. Việc tiến hành đo điện trở nối đất của trạm biến áp cũng được thực hiện tương tự như trên với sự trợ giúp của các thiết bị đo SATURN GEO, l'UNILAP GEOX. Để chắc chắn rằng hệ thống nối đất lưới không ảnh hưởng đến phép đo, cần phải di chuyển cọc thăm dò P2/S nhiều lần và thực hiện các phép đo sau mỗi lần di chuyển. Nếu các kết quả đo lệch nhau quá 30%, thì cần tăng khoảng cách của các cọc P2/S và C2/H so với hệ thống nối đất mà ta muốn đo, cho đến khi nhận được kết quả gần nhau.

2.2.5. Cấu trúc của trạm.

a.Trạm biến áp phân phối

Gồm có ba kiểu, 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.

+ Trạm treo

Là kiểu trạm mà tất cả các thiết bị điện cao áp, hạ áp và cả máy biến áp đầu được đặt trên cột.

* Ưu điểm: đơn giản, rẻ tiền, xây lắp nhanh, ít tốn đất.

* Nhược điểm: kém mỹ quan và không an toàn.

Kiểu trạm này được sử dụng ở những nơi quĩ 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 áp và hạ áp cùng với hàng trăm ngàn trạm biến áp phân phối kiểu treo cũng làm mất mỹ quan đô thị cần phải được dần dần thay thế bằng đường cáp và trạm xây.

+ Trạm bệt

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.

Kiểu trạm bệt rất tiện lợi cho điều kiện nông thôn, ở đây quĩ đất đai không hạn hẹp lắm, lại rất an toàn cho người và gia súc, chính vì thế hiện nay các trạm biến áp phân phối nông thôn hầu hết dùng kiểu trạm bệt.

+ Trạm xây (hoặc trạm kín):

Trạm xây là kiểu trạm mà toàn bộ các thiết bị điện cao áp, 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 đề phòng chim, chuột, rắn chui qua các lỗ thông hơi, khe cửa gây mất điện. Mái phải đổ dốc $(3 \div 5)^o$ 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.

b.Trạm biến áp trung gian

Với trạm biến áp trung gian 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.

2.2.6. Vận hành trạm biến áp.

a.Trình tự thao tác

Trình tự thao tác các thiết bị điện trong trạm có thể chia làm 4 loại khác nhau để dễ dàng vận hành

Khi bắt đầu cung cấp điện

1-Đóng các cầu dao cách ly của đường dây và trạm (phía cao áp).

2-Đóng dao cách ly của thiết bị chống sét.

3-Đóng dao cách ly phân đoạn thanh cao áp và hạ áp.

4-Đóng máy cắt cao áp của đường dây vào trạm.

5-Đóng cầu dao sau đó đóng máy cắt cao áp của máy biến áp.

6-Đóng máy cắt hạ áp của máy biến áp (nếu có).

7-Tùy theo yêu cầu của phụ tải mà đóng các máy cắt của các đường dây về các phân xưởng.

Khi ngừng cung cấp điện

1 -Cắt các máy cắt của các đường dây về các phân xưởng.

2 -Cắt các máy cắt phía hạ áp của máy biến áp (nếu có).

3 -Cắt máy cắt sau đó cắt cầu dao cách ly phía cao áp của máy biến áp .

4 -Cắt máy cắt sau đó cắt cầu dao cách ly của đường dây đi vào.

Đóng máy biến áp đưa vào vận hành

1- Đóng máy cắt sau đó đóng cầu cách ly phía cao áp của máy biến áp đưa vào vận hành.

2- Đóng máy cắt phía hạ áp của MBA đó. Khi cắt máy biến áp 1-Cắt máy cắt phía hạ áp.

2- Cắt máy cắt sau đó cắt cầu dao cách ly phía cao áp của máy biến áp đó. b.Kiểm tra

Song song với việc vận hành chúng ta còn phải kiểm tra thường xuyên và kiểm tra định kỳ máy biến áp, kiểm tra các đồng hồ đo đếm, các thiết bị bảo vệ ... để ghi chép đầy đủ vào sổ theo dõi vận hành của trạm.

Kiểm tra thường xuyên

Đối với trạm có công nhân trực nhật cứ nửa giờ hoặc một giờ phải đi kiểm tra phụ tải của máy biến áp và các đường dây. Cần ghi rõ vào sổ trực giá trị phụ tải (các thông số kỹ thuật của trạm) ở lần kiểm tra đó.

2.3.Kiểm tra định kỳ

Đối với trạm vận hành hoặc dự trữ đều có chế độ kiểm tra bảo dưỡng định kỳ.

Thời gian có thể là 3 đến 6 tháng hoặc một năm tùy theo yêu cầu cụ thể ở khu vực công tác.

Ví dụ: phải kiểm tra màu sắc dầu, độ cao của mức dầu, kiểm tra độ rò của dầu, kiểm tra sứ đỡ có nguyên lành và sạch sẽ không, các đồng hồ đo có hoạt động bình thường không....

Tất cả các kết quả của lần kiểm tra cần phải ghi chép đầy đủ vào sổ theo dõi vận hành của trạm.

Kiểm nghiệm

Đối với máy biến áp, các máy cắt dầu, các cáp điện phải có chế độ kiểm nghiệm định kỳ chất cách điện. Các rơ le phải kiểm nghiệm lại một năm một lần.

Các vấn đề này trong quy trình vận hành nêu rất chi tiết cần chấp hành cho đúng.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Phân tích tầm quan trong của các loại tổn thất trong phân phối điện năng?

2. Trình bầy các bước tính toán tổn thất điện áp, tổn thất công suất, tổn thất điện năng trong mạng phân phối?

3. Trình bầy phương pháp chọn vị trí đặt trạm biến áp ?

4. Trình bầy phương đầu và vận hành trạm biến áp?

BÀI 3: LỰA CHỌN THIẾT BỊ TRONG CUNG CẤP ĐIỆN

Mã bài: 03

Giới thiệu:

Trong điều kiện vận hành các khí cụ điện và các bộ phận dẫn điện khác có thể ở một trong ba chế độ cơ bản sau: chế độ làm việc lâu dài, chế độ quá tải, chế độ ngắn mạch. Trong chế độ làm việc lâu dài, các thiết bị điện sẽ làm việc tin cậy nếu chúng được chọn theo đúng điện áp và dòng điện định mức. Trong chế độ quá tải, dòng điện qua các thiết bị điện lớn hơn so với dòng điện định mức, nếu mức quá tải không vượt quá giới hạn cho phép thì các thiết bị điện vẫn làm việc tin cậy.

Trong tình trạng ngắn mạch, các khí cụ điện vẫn đảm bảo làm việc tin cậy nếu quá trình lựa chọn chúng có các thông số theo đúng điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt. Việc lựa chọn đúng các thiết bị điện có ý nghĩa quan trọng là đảm bảo cho hệ thống cung cấp điện vận hành an toàn, tin cậy và kinh tế.

1.Mục tiêu của bài:

- Phân tích được công dụng, vai trò của các thiết bị đóng cắt, bảo vệ trong lưới điện.

- Lựa chọn được các thiết bị trong lưới cung cấp điện đảm bảo các thiết bị làm việc lâu dài theo yêu cầu kỹ thuật điện.

- Phân tích tác hại của sét và các biện pháp đề phòng.

- Tính toán nối đất và thiết bị chống sét cho trạm biến áp, cho công trình, nhà ở và cho đường dây tải điện, phù hợp với điều kiện làm việc, mục đích sử dụng, theo tiêu chuẩn điện (TCVN).

- Rèn luyện đức tính cẩn thận, tỉ mỉ, tư duy sáng tạo và khoa học.

2.Nội dung bài:

2.1. Lựa chọn dây dẫn, thiết bị đóng cắt và bảo vệ

Mục tiêu:

- Phân tích được công dụng, vai trò của các thiết bị đóng cắt, bảo vệ trong lưới điện.

- Lựa chọn được các thiết bị trong lưới cung cấp điện đảm bảo các thiết bị làm việc lâu dài theo yêu cầu kĩ thuật điện

2.1.1. Lựa chọn máy biến áp.

a. Cơ sở lý thuyết

Có nhiều phương pháp để xác định số lượng và chủng loại máy biến áp, nhưng vẫn phải dựa vào những nguyên tắc chính sau đây:

* Chủng loại máy biến áp trong một trạm biến áp:

Nên đồng nhất (hay ít chủng loại) để giảm số lượng máy biến áp dự

phòng trong kho và thuận tiện trong lắp đặt,vận hành.

* Số lượng máy biến áp trong một trạm biến áp:

Số lượng máy biến áp đặt trong một trạm phụ thuộc vào độ tin cậy cung cấp điện cho phụ tải của trạm đó.

-Với hộ phụ tải loại 1: phụ tải quan trọng không được phép mất điện, thường phải đặt 2 máy biến áp trở lên.

-Với hộ phụ tải loại 2: các xí nghiệp hàng tiêu dùng, khách sạn, siêu thị, thường đặt một máy biến áp và máy phát dự phòng.

-Với hộ phụ tải loại 3: các hộ ánh sáng sinh hoạt, thường chỉ đặt trạm 1 máy biến áp

Tuy nhiên, để đơn giản trong vận hành, số lượng máy biến áp trong một trạm biến áp không nên quá nhiều máy biến áp và các máy biến áp này nên có cùng chủng loại và công suất.

Xác định công suất trạm biến áp:

Công suất máy biến áp được chọn theo các công thức sau:

- Với trạm 1 máy: $S_{đmB} \geq S_{tt}$ (3-1)

- Với trạm 2 máy:

$$S_{dmB} \geq \frac{S_{tt}}{1,4} \quad (3\text{-}2)$$

Trong đó:

$S_{đmB}$: công suất định mức của máy biến áp do nhà chế tạo quy định được ghi trong lý lịch máy và trên nhãn máy

S_{tt}: công suất tính toán, nghĩa là công suất yêu cầu lớn nhất của phụ tải.

k_{qt}: hệ số quá tải $k_{qt} = 1,4$

Cần lưu ý:

+ Hệ số quá tải phụ thuộc vào thời gian quá tải. Lấy $k_{qt} = 1,4$ là ứng với điều kiện thời gian là: quá tải không quá 5 ngày đêm, mỗi ngày quá tải không quá 6 giờ.

+ Nếu không thỏa 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 trên chỉ dùng để chọn máy biến áp chế tạo trong nước hoặc với máy biến áp ngoại nhập đã nhiệt đới hóa.

* Khi sử dụng máy biến áp ngoại nhập chưa nhiệt đới hóa cần tính theo công thức sau:

- Với trạm 1 máy:

$$S_{dmBA} \geq \frac{S_{tt}}{k_{hc}} \qquad (3\text{-}3)$$

- Với trạm 2 máy:

$$S_{dm\ BA} \geq \frac{\frac{S_{tt}}{1,4}}{k_{hc}} \qquad (3\text{-}4)$$

Trong đó: k_{hc}: Là hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ

$$k_{hc} = 1 - \frac{\theta_1 - \theta_2}{100} \qquad (3\text{-}5)$$

Với: θ_1 là nhiệt độ môi trường sử dụng (^{0}C)

θ_2 là nhiệt độ môi trường chế tạo

(θ_2 ghi trên lý lịch máy)

Ví dụ: Dùng máy biến áp ở Việt Nam thì :

$$k_{hc} = 1 - \frac{24 - 5}{100} = 0,81$$

Trong đó: 24 là nhiệt độ trung bình ở Hà Nội

5 là nhiệt độ trung bình ở Matcơva

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 phần trăm nào đó hộ loại 3 có thể cắt điện khi cần thiết với thời gian kể trên thì khi một máy biến áp sự cố, máy biến áp còn lại chỉ cần cấp điện cho hộ loại một. Kết quả là sẽ lựa chọn được cỡ máy nhỏ hơn, hợp lý hơn.

Công thức chọn công suất cho trạm 2 máy sẽ là:

$$S_{dm\ B} \geq \frac{S_1}{1,4} \qquad (3\text{-=}6)$$

Trong đó: S_1 là công suất của phụ tải loại một.

b. Ví dụ:

Chọn máy biến áp cho khu chung cư có phụ tải điện S_{tt} = 300 kVA, điện áp trung áp 22kV.

Giải:

Vì cấp điện cho khu chung cư, trạm đặt một máy

$S_{dmB} \geq 300kVA$

Chọn máy biến áp 315kVA do ABB chế tạo: 315 - 22/0,4

Trường hợp này nếu dùng máy Nga:

$$S_{dmB} \geq \frac{300}{0,81} = 370 \text{ (kVA)}$$

Chọn máy biến áp do Nga chế tạo: TM-400-22/0,4.

2.1.2. Lựa chọn máy cắt điện

Máy cắt điện, kí hiệu MC, là thiết bị đóng cắt mạch điện cao áp (trên 1000 V).

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 li, 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 (DCPT - 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 3-1 và 3-2)

Bảng 3-1. Các điều kiện chon và kiểm tra máy cắt

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (KV)	$U_{dm\ MC} \geq U_{dm\ LĐ}$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dm\ MC} \geq I_{cb}$
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)	$I_{ôđđ} \geq i_{xk}$
Dòng điện ổn định nhiệt (KA)	$I_{ôđđn} \geq I_{\infty}\sqrt{\frac{t_{qđ}}{t_{nhđh}}}$

Bảng 3-2. Điều kiện chon và kiểm tra máy cắtphụ tải

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (KV)	$U_{dm\ MC} \geq U_{dm\ LĐ}$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dm\ MC} \geq I_{cb}$

Dòng điện ổn định động (KA)	$I_{ôdd} \geq i_{xk}$
Dòng điện ổn định nhiệt (KA)	$I_{ôddn} \geq I_{\infty}\sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nhdh}}}$
Dòng điện định mức của cầu chì (A)	$I_{dm\ CC} \geq I_{cb}$
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 đó:

$U_{đm\ LĐ}$ - điện áp định mức của lưới điện (KV).

I_{cb} - dòng điện cưỡng 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 cùng 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 kì.

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

2.1.3. Lựa chọn cầu chì, dao cách ly.

a.Cơ sở lý thuyết

Cầu chì có chức năng chủ yếu là bảo vệ ngắn mạch.

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 được để 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 1000kVA).

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.

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, 35kV) các trạm biến áp phân phối để bảo vệ

ngắn mạch cho biến điện áp.

-Cầu chì được chế tạo nhiều loại, nhiều kiểu, ở điện áp trung áp phổ biến nhất là cầu chì ống. Ở điện áp trung áp người ta còn dùng cầu chì tự rơi (CCTR) thay cho bộ cầu dao - cầu chì (CD-CC).

-Trong lưới điện trung áp 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 áp, cao áp được chọn và kiểm tra theo các điều kiện trong (bảng 3-3 và 3-4)

Bảng 3-3. Điều kiện chọn cầu chì và cầu dao cách ly trung áp, cao áp

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmDCL} \geq U_{dmLĐ}$
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 3-4. Điều kiện chọn cầu chì và cầu dao cách ly trung áp, cao áp

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmDCL} \geq U_{dmLĐ}$
Dòng điện định mức (A)	$I_{đmDCL} \geq I_{cb}$
Dòng cắt định mức (kA)	$I_{đm} \geq I_N$
Công suất cắt định mức (MVA)	$S_{cđm} \geq S_N$

Trong hai bảng trên:

$U_{đmLĐ}$: là điện áp định mức của lưới điện (kV);

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

I_N:là 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}: là dòng điện ngắn mạch xung kích, là trị số tức thời lớn nhất của dòng ngắn mạch:

$$i_{xk} = 1,8.\sqrt{2}.I_N \quad (3\text{-}7)$$

S": là công suất ngắn mạch

$$S'' = \sqrt{3}.U_{tb}.I_N \quad (3\text{-}8)$$

$t_{nh.đm}$: là thời gian ổn định nhiệt định mức, nhà chế tạo cho tương ứng với $I_{nh.đm}(I_{0đnh})$

$t_{qđ}$: là 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 tqđ bằng thời gian tồn tại ngắn mạch, nghĩa là bằng thời gian cắt ngắn mạch.

Vậy: $$I_{cdm} = t_{nh.đm} \geq I_{\infty}\sqrt{\frac{t_c}{t_{nh.đm}}} \quad (3\text{-}9)$$

Các thiết bị điện có Iđm > 1000 (A) không cần kiểm tra ổn định nhiệt.

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 tải 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 một đầu cố định, một 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.

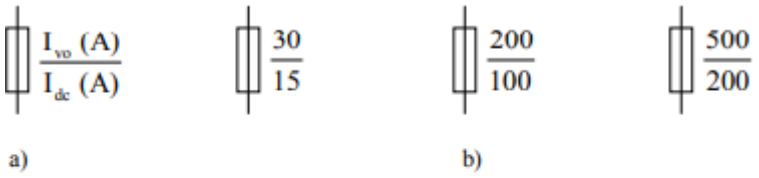
Cầu chì hạ áp được đặc trưng 2 đại lượng:

I_{dc} – dòng định mức của dây chảy cầu chì, tính bằng A;

$I_{vỏ}$ – dòng định mức của vỏ cầu chì (bao gồm đế và nắp).

Khi lựa chọn cầu chì hạ áp phải lựa chọn cả I_{dc} và $I_{vỏ}$. Thường chọn $I_{vỏ}$ lớn hơn Idc 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.

Kí hiệu đầy đủ cầu chì hạ áp cho trên hình MĐ 19-03-01.



Hình 3-1. Ký hiệu đầy đủ cầu chì hạ áp và các ví dụ
a) Ký hiệu đầy đủ
b) Các ví dụ

Lưu ý:

- Khi nói cầu chì 100A, phải hiểu là: cầu chì có $I_{vỏ}$ = 100A.

- Khi nói bộ cầu dao - cầu chì 100A, phải hiểu là: $I_{CD} = I_{vỏCC}$ = 100A.

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.

Lựa chọn cầu dao hạ áp

Cầu dao hạ áp được chọn theo 2 điều kiện:

$$U_{đmCD} \geq U_{đmLĐ} \qquad (3\text{-}10)$$

$$I_{đmCD} \geq I_{tt} \qquad (3\text{-}11)$$

Trong đó:

$U_{đmCD}$: là điện áp định mức của cầu dao, thường chế tạo 220V, 230V, 250V, 380V, 400V, 440V, 500V, 690V.

$U_{đmLĐ}$: là điện áp định mức của lưới điện, có trị số điện áp pha là 220V hoặc trị số điện áp dây là 380V.

$I_{đmCD}$: là dòng điện định mức của cầu dao, tính bằng A.

I_{tt}: là dòng điện tính toán của tải. tính bằng A.

Ngoài ra, còn phải chú ý đến số pha, số cực, khả năng cắt tải, trong nhà, ngoài trời v.v.

Lựa chọn cầu chì hạ áp

* Trong lưới điện thắp sáng, sinh hoạt

Cầu chì được chọn theo hai điều kiện:

$$UđmCC \geq UđmLĐ \qquad (3\text{-}12)$$

$$Idc \geq Itt \qquad (3\text{-}13)$$

Trong đó:

$U_{đmCc}$: là điện áp định mức của cầu chì, thường chế tạo các cỡ điện áp như cầu dao.

I_{dc}: là dòng điện định mức của dây chảy, nhà chế tạo cho; tính bằng A.

I_{tt}: là dòng điện tính toán, đây là dòng điện lâu dài lớn nhất chạy qua dây chảy cầu chì, tính bằng A.

+ Với phụ tải một pha (ví dụ các thiết bị điện gia dụng):

$$I_{tt} = I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{pdm}.\cos\varphi} \qquad (3\text{-}14)$$

Trong đó:

$U_{đm}$: là điện áp pha định mức. bằng 220V

cosϕ : là hệ số công suất

- Với đèn sợi đốt, bếp điện, bình nóng lạnh: cosϕ = 1.

- Với quạt, tủ lạnh, điều hòa, đèn tuýp: cosϕ = 0,8.

- Với lớp học dùng quạt + đèn sợi đốt: cosϕ = 0,9.

- Với lớp học dùng quạt + đèn tuýp: cosϕ = 0,8.

+ Với phụ tải ba pha:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3}U_{dm}\cos\varphi} \qquad (3\text{-}15)$$

Trong đó:

$U_{đm}$: là điện áp dây định mức, bằng 380V

cosϕ : là hệ số công suất, lấy theo phụ tải.

* Trong lưới điện công nghiệp:

Phụ tải chủ yếu của lưới điện công nghiệp là các máy móc công cụ, các động cơ. Sơ đồ cấp điện cho các động cơ giới thiệu trên hình MĐ 19-04-02. Khởi động từ (KĐT) làm nhiệm vụ đóng mở và bảo vệ quá tải 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:

$$I_{dc} \geq I_{tt} = k_t.I_{dmĐ}$$
$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm}}{\alpha} = \frac{k_{mm}.I_{dmĐ}}{\alpha} \qquad (3\text{-}16)$$

Trong đó:

k_t : hệ số tải của động cơ, nếu không biết lấy kt = 1;

$I_{đmĐ}$: dòng định mức của động cơ, tính theo công thức:

$$I_{dmĐ} = \frac{P_{dmĐ}}{\sqrt{3}U_{dm}.\cos\varphi_{dm}\eta} \qquad (3\text{-}17)$$

Trong đó:

$U_{đm}$= 380 (V) là điện áp định mức lưới 3 pha hạ áp

cosϕ đm : hệ số công suất định mức của động cơ, nhà chế tạo cho.

Thường cosϕ đm = 0,8;

η : hiệu suất của động cơ, nếu không biết lấy bằng 1;

Kmm : hệ số mở máy của động cơ, nhà chế tạo cho, thường K_{mm} = 5, 6, 7.

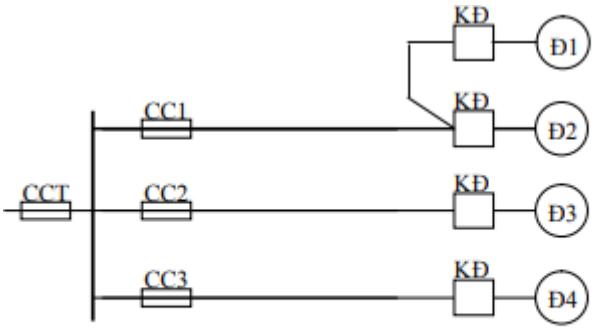
α : hệ số, lấy như sau:

+ α = 2,5: đối với động cơ mở máy nhẹ (hoặc không tải) như máy bơm, máy cắt gọt kim loại.

+ α = 1,6: đối với động cơ mở máy nặng (có tải) như cần cẩu, cầu trục, máy nâng.

- 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 MĐ 19-04-02)



Hình 3-2. Cầu chì bảo vệ 1 động cơ (CC2, CC3); Bảo vệ 2 động cơ (CC1) và bảo vệ cả nhóm động cơ (CCT)

Trường hợp này cầu chì được chọn theo 2 điều kiện sau:

$$I_{dc} \geq \sum^{n} k_{ti} . I_{dmi} \qquad (3\text{-}18)$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm\,max} + \sum^{n-1} k_{ti} . I_{dmi}}{\alpha} \qquad (3\text{-}19)$$

Trong đó:

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:

$$I_{dc} \geq I_{tt} \qquad (3\text{-}20)$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm}}{\alpha} \qquad (3\text{-}21)$$

Điều kiện (3.20); (3.21) 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 Idc của cầu chì tổng lớn hơn ít nhất là 2 cấp so với Idc của cầu chì nhánh lớn nhất.

Trong các công thức (3-20) và (3-21) dòng điện tính toán của nhóm có thể xác định theo 2 cách:

Nếu biết kt thì xác định theo (3-19)

Nếu không biết K, thì xác định theo (1.31), tức là xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình và hệ số cực đại

Khi Itt xác định theo (3.18) điều kiện 2 tính theo (3.19)

Khi Itt xác định theo (3.21) điều kiện 2 tính theo biểu thức:

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm\,max} + (I_{tt} - k_{sd}.I_{dm})}{\alpha}$$

Trong đó:

$K_{sd}\ I_{dm}$ - ứng với động cơ có I_{mmmax}

+ Ví dụ:

Ví dụ 1:

Trạm biến áp của một xã nông nghiệp đặt một máy biến áp 320kVA điện áp 10/0,4 kV. Biết rằng trạm được cấp điện từ TBATG 35/10kV của huyện cách 3km bằng ĐDK-10, dây AC-35. Máy cắt đầu đường dây là của Liên xô (cũ) đã mất catalogue. Yêu cầu tính toán 2 phương án:

1. Chọn cầu chì tự rơi 10kV cho trạm.

2. Chọn DCL-CC 10kV cho trạm.

Giải

Dòng điện lớn nhất qua dao cách ly và cầu chì chính là dòng điện 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 cưỡng bức qua DCL và CC là:

$$I_{cb} = I_{qtB} = 1,25.I_{dmB} = 1,25.\frac{320}{\sqrt{3}.10} = 27,75\ (A)$$

1. Phương án dùng cầu chì tự rơi

Chọn cầu chì tự rơi 10kV do Chance chế tạo có các thông số kỹ thuật ghi

trong bảng:

Loại CCTR	$U_{đm}$ (kV)	$I_{đm}$ (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N3S}(kA)
C710-112PB	12	100	10	7,88

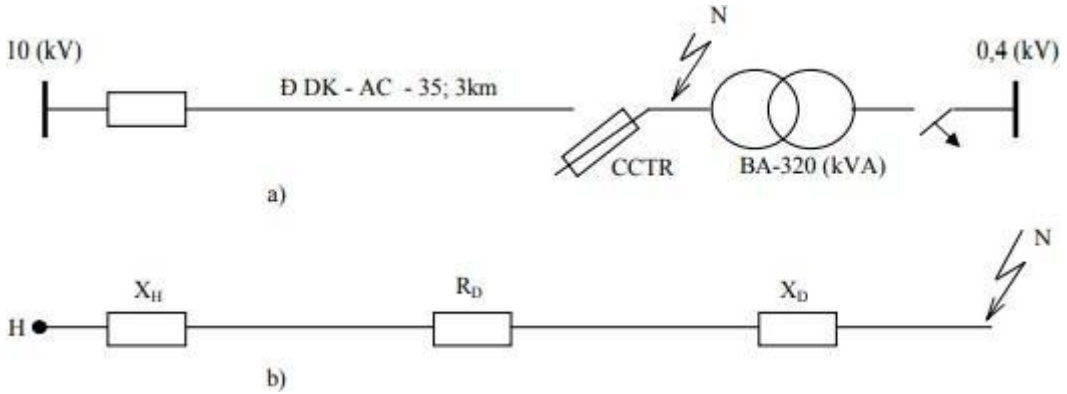
Cần tính ngắn mạch để kiểm tra CCTR đã chọn

Lấy trị số $S_{cđm}$ của máy cắt 10kV do Liên xô (cũ) chế tạo là 250MVA, điện kháng của hệ thống:

$$X_H = \frac{U_{tb}^2}{S_{cđm\,MC}} = \frac{10,5^2}{250} = 0,44(\Omega)$$

Tổng trở đường dây AC-35 dài 3km là:

$$Z_D = r_0 l + jx_0 l = 0,92 \,.\, 3 + j0,4 \,.\, 3 = 2,76 + jj1,2\ (\Omega).$$



Hình MĐ 19-04-03: Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế tính ngắn mạch

a. Sơ đồ nguyên lý

b. Sơ đồ thay thế

Trị số dòng điện ngắn mạch qua CCTR là:

$$I_N = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3}.\sqrt{R_D^2 + (X_H + X_D)^2}} = \frac{10.5}{\sqrt{3}.\sqrt{2,76^2 + (0,44 + 1,2)^2}} = 1,9(kA)$$

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)	$U_{dmDCL} = 12 > U_{dmLĐ} = 10$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmDCL} = 100 > I_{cb} = 27,75$
Dòng cắt định mức (kA)	$I_{cđm} = 10 > I_N = 1,9$
Công suất cắt định mức (MVA)	$S_{cđm} = \sqrt{3}.12.10 > S_N = \sqrt{3}.10,5.1,9$

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 cầu dao cách ly

Loại DCL	$U_{đm}$ (kV)	$I_{đm}$ (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N3}(kA)
3DC	12	400	40	10

Bảng chọn cầu chì

Loại CC	$U_{đm}$ (kV)	$I_{đm}$ (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:

$$I_{xk}=1,8.\frac{I_N}{\sqrt{2}}=1,8.\frac{}{\sqrt{2}}.1,9 = 4,79 \text{ (kA)}$$

Bảng kết quả kiểm tra dao cách ly

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức (kV)	$U_{đmDCL} = 12 > U_{đmLĐ} = 10$
Dòng điện định mức (A)	$I_{đmDCL} = 400 > I_{cb} = 27,75$
Dòng điện ổn định động (kA)	$I_{đ.đm} = 40 > i_{xk} = 4,79$
Dòng điện ổn định nhiệt (kA)	$I_{nh.đm} = 10 > 1,9\sqrt{\frac{0,8}{3}}$

Bảng kết quả kiểm tra cầu chì

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức (kV)	$U_{đmDCL} = 12 > U_{đmLĐ} = 10$
Dòng điện định mức (A)	$I_{đmDCL} = 100 > I_{cb} = 27,75$
Dòng cắt định mức (kA)	$I_{cđm} = 80 > I_N = 1,9$
Công suất cắt định mức (MVA)	$S_{cđm} = \sqrt{3}.12.80 > S_N = \sqrt{3}.10,5.1,9$

Ví dụ 2.

Yêu cầu chọn bộ cầu dao - cầu chì tổng cho 1 căn hộ gia đình có công suất đặt 4

.

Giải

Phụ tải tính toán căn hộ gia đình khi biết Pđ:

$$P_{tt} = K_{đt}.P_đ = 0,8.4 = 3,2 \text{ (kW)}$$

Dòng điện tính toán căn hộ:

$$I_{tt} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}.\cos\varphi} = \frac{3,2}{0,22.0,85} = 17,1(A)$$

Chọn dùng bộ CD-CC 30 (A), có:

$$I_{đm}CD = I_{vỏ}CC = 30\ (A),\ I_{dc} = 20\ (A)$$

Ví dụ 3:

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 tầng nhà 6 lớp và cả nhà 2 tầng là:

$$P_{tt}T = 7,2\ (kW)$$

$$P_{tt}N = 14,4\ (kW)$$

Dòng tính toán tầng (mỗi tầng được cấp điện cả 3 pha) và cả nhà

$$I_{tt} = \frac{P_{dm}}{\sqrt{3}U_{dm}.\cos\varphi} = \frac{7.200}{\sqrt{3}.380.0,8} = 13,69(A)$$

$$I_{tt}N = 2 \text{ x } 13,69 = 27,38\ (A)$$

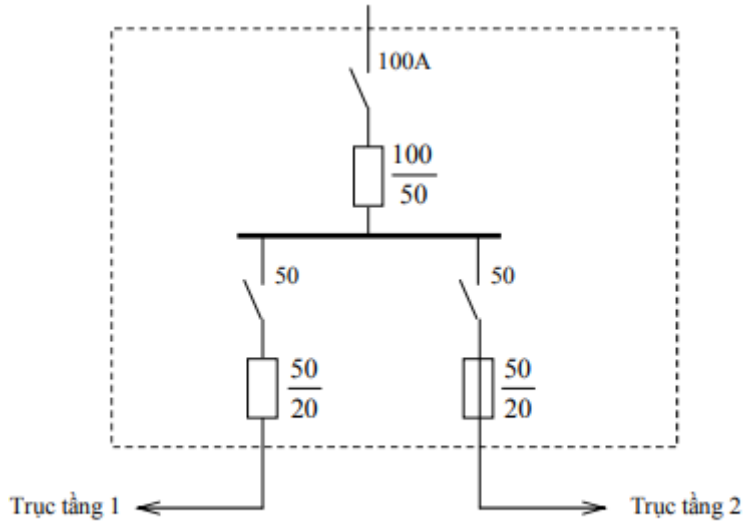
Vậy chọn bộ CD-CC tầng 50 (A),có

$$I_{đmCD} = I_{vỏ}CC = 50\ (A);\ I_{dc} = 20\ (A)$$

Chọn bộ CD-CC nhà 100 (A), có

$$I_{đm}CD = I_{vỏ}CC = 100\ (A);\ I_{dc} = 50\ (A)$$

Kết quả lựa chọn các bộ CD-CC cho nhà giảng đường ghi trên (hình 3-4)



Hình 3-4. Tủ điện nhà giảng đường các bộ CD - CC đã chọn

Ví dụ 4:

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}(kW)	cosφ	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:

$$I_{dc} \geq I_{ttĐ1} = 0,8.\frac{10}{\sqrt{3}.0,38.0,8.0,9} = 0,8\ .\ 21,125 = 16,9\ (A)$$

$$I_{dc} \geq .\frac{5.21,125}{2,5} = 42,25\ (A)$$

Chọn cầu chì hạ áp có I_{dc} = 50 (A), $I_{vỏ}$ = 100 (A)

Lựa chọn CC2:

$$I_{dc} \geq I_{ttĐ2} = 0,8.\frac{8}{\sqrt{3}.0,38.0,8.0,9} = 0,8\ .\ 16,9 = 13,52\ (A)$$

$$I_{dc} \geq \frac{7.16,9}{1,6} = 73,9\ (A)$$

Chọn cầu chì hạ áp có I_{dc} = 80 (A), $I_{vỏ}$ = 100 (A)

Lựa chọn CC3:

Cầu chì bảo vệ 2 động cơ

$$I_{dc} \geq \sum_{1}^{2} k_{ti} I_{dmi} = 0,8.\frac{10}{\sqrt{3}.0,38.0,8.0,9} + 0,8.\frac{4,5}{\sqrt{3}.0,38.0,8.0,9}$$

$$= 0,8\ .\ 21,125 + 0,8\ .\ 9,5 = 24,5\ (A)$$

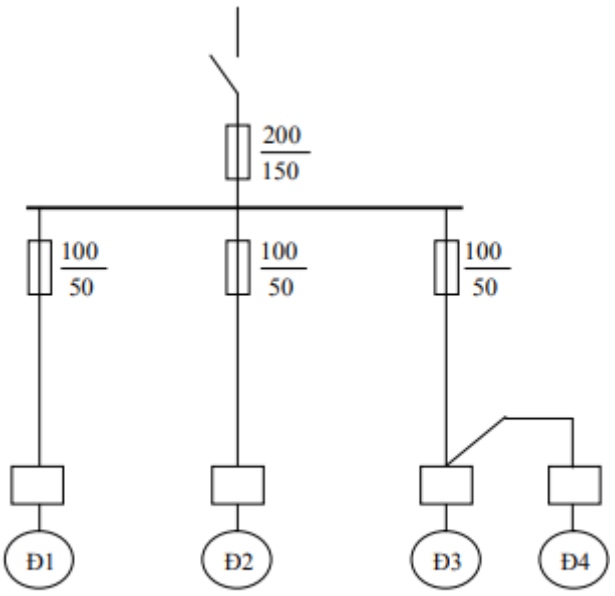
$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm\,D3} + k_{t4} I_{dm\,D4}}{\alpha} = \frac{5.21,125 + 0,8.9,5}{2,5} = 45,29\ (A)$$

Chọn cầu chì hạ áp có I_{dc} = 50 (A), $I_{vỏ}$ = 100 (A)

Lựa chọn CCT:

$$I_{dc} \geq \sum_{1}^{4} k_{ti} I_{dmi} = 0,8(21,125 + 16,9 + 21,125 + 9,5) = 59,92\ (A)$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm\,D2} + \sum_{1}^{3} k_{ti} I_{dm\,i}}{\alpha} = \frac{7.16,9 + 0,8(21,125 + 21,125 + 9,5)}{1,6} = 89,25\ (A)$$



Hình 3-5. Sơ đồ tủ điện và kết quả lựa chọn cầu chì

Theo kết quả tính toán trên, lẽ ra có thể chọn I_{dc} = 100 (A).

Nhưng theo điều kiện chọn lọc, chọn bộ CD-CC có Idc = 150 (A)

ICD = ICCT= 200 (A)

Kết quả lựa chọn cầu chì ghi trên hình MĐ 19-04-05

2.1.4. Lựa chọn áptômát.

a.Cơ sở lý thuyết

Áptômát 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 hóa cao nên áptômát 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.

Áptômát 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 áptômát 1 pha, 2 pha, 3 pha với số cực khác nhau: 1 cực, 2 cực, 3 cực, 4 cực.

Bảng 3-5. Ký hiệu của áptômát

Ký hiệu						
Số cực	1 cực	1 cực + TT	2 cực	3cực	3 cực + TT	4 cực

Ngoài áptômát thông thường, người ta còn chế tạo loại áptômát chống rò điện. Áptômát chống rò tự động cắt mạch điện nếu dòng rò có trị số 30 mA, 100 mA hoặc 300 mA tùy loại.

Áptômát được chọn theo 3 điều kiện:

$U đ_m A \geq U_{đm} LĐ$ (3-22)

$U_{đm} A \geq I_{tt}$ (3-23)

$I_{cđm} \geq I_N$ (3-24)

b. Ví dụ

Yêu cầu chọn áptômát tổng cho căn hộ gia đình có công suất đặt là 6 (kW). Giải

Phụ tải tính toán căn hộ

$$P_{tt} = K_{đt}. P_đ = 0,8 . 6 = 4,8 \text{ (kW)}$$

Căn hộ dùng điện áp 220 (V), $\cos\phi = 0,85$

$$I_{tt} = \frac{4,8}{0,22.0,85} = 25,66 \text{ (A)}$$

Có thể chọn áptômát 32(A), ở đây dự phòng phát triển phụ tải, chọn dòng áptômát 1 pha G4CB 1040C do Clipsal chế tạo có $I_{đm} = 40$ (A), $I_{cđm} = 6$ (kA)

Không cần kiểm ta điều kiện cắt ngắn mạch vì xa nguồn.

2.1.5. 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 mà nhà chế tạo đã cho khả năng chịu các dòng ổn định động, ổn định nhiệt. Các tủ phân phối, tủ động lực càn phải tính toán, thiết kế, lắp đặt cho phù hợp với từng đối tượng sử dụng. Thanh góp đặt trong các tủ của trạm biến áp phân phối, 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 hình 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 3-6.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)	$K_1K_2I_{cp} \geq I_{cb}$
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:

K1 = 1 với thanh góp đặt đứng

K1 = 0.95 với thanh góp đặt ngang

K2 - hệ số điều chỉnh theo nhiệt độ môi trường (tra sổ tay)

σcp - ứng suất cho phép của vật liệu làm thanh góp

với thanh góp nhôm σcp = 700 kg /cm2

với thanh góp đồng σcp = 1400 kg /cm2

σtt - ứng suất tính toán xuất hiện trong thanh góp do tác động của lực điện động dòng ngắn mạch

$$\sigma_{tt} = \frac{M}{W}(kg/cm^2) \qquad (3\text{-}25)$$

M - mô men uốn tính toán

$$M = \frac{F_{tt} * l}{10}(kgm) \qquad (3\text{-}26)$$

$$F_{tt} = 1.76 * 10^{-2}\frac{l}{a}i_{xk}^2(kg) \qquad (3\text{-}27)$$

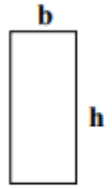
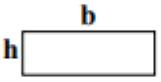
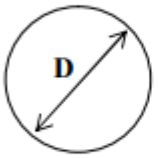
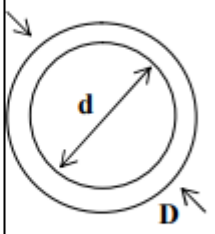
F_{tt} - lực tính toán do tác động của dòng ngắn mạch

l - khoảng cách giữa các sứ của 1 pha (cm)

a - khoảng cách giữa các pha (cm)

W - mô men chống uốn của thanh góp, tính theo công thức tương ứng với từng kiểu dáng cho ở (bảng 3-7)

Bảng 3-7. Mô men chống uốn của các loại thanh góp

Thanh chữ nhật		Thanh chữ nhật rỗng	Thanh tròn	Thanh tròn rỗng
Đặt đứng	Đặt ngang			
				
$W = \frac{bh^2}{6}$	$W = \frac{bh^2}{6}$	$W = \frac{h^3 - h_1^3}{6}$	$W = \frac{\pi d^3}{32}$	$W = \frac{\pi(D^3 - d^3)}{32}$

2.1.6. Lựa chọn dây dẫn và cáp

Dây dẫn và cáp là một trong các thành phần chính của mạng cung cấp điện.

Vì vậy, việc lựa chọn dây dẫn và cáp đúng tiêu chuẩn kỹ thuật và thỏa mãn chỉ tiêu kinh tế sẽ góp phần đảm bảo chất lượng điện, cung cấp điện an toàn và liên tục, đồng thời góp phần không nhỏ vào việc hạ thấp giá thành truyền tải và phân phối điện năng, mang lại lợi ích lớn không chỉ cho ngành điện mà còn cho cả ngành kinh tế quốc dân.

Tùy theo loại mạng điện và cấp điện áp mà điều kiện kinh tế đóng vai trò quyết định và điều kiện kỹ thuật đóng vai trò quan trọng hay ngược lại. Do đó, cần phải nắm vững bản chất của mỗi phương pháp lựa chọn dây dẫn và cáp để sử dụng đúng chỗ và có hiệu quả.

a. Lựa chọn dây dẫn và cáp trong mạng cao áp

Nguyên tắc chọn dây dẫn/cáp là phải đảm bảo yêu cầu về chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật. Tuy nhiên, thường hai chỉ tiêu này mang tính đối lập cho nên căn cứ vào đặc điểm của phân phối, truyền tải điện được xem xét và các yếu tố ảnh hưởng khác mà việc chọn dây/cáp sẽ được tiến hành trên cơ sở kinh tế hay kỹ thuật là chính. Tuy nhiên, dù được chọn dựa trên cơ sở nào thì cũng phải kiểm tra cơ sở còn lại.

Các phương pháp chọn dây/cáp trên cơ sở chỉ tiêu kinh tế bao gồm:

+ Phương pháp chọn dây/cáp theo mật độ dòng điện kinh tế.

+ Phương pháp chọn dây/cáp theo khối lượng kim loại màu cực tiểu.

Các phương pháp chọn dây/cáp trên cơ sở chỉ tiêu kỹ thuật biến áp gồm:

+ Phương pháp chọn dây/cáp theo dòng điện phát nóng.

+ Phương pháp chọn dây/cáp theo điều kiện tổn thất điện áp.

Phương pháp chọn dây/cáp trên cơ sở chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật: là

phương

pháp mật độ dòng điện J không đổi.

Xác định tiết diện dây dẫn theo mật độ dòng điện kinh tế (Jkt):

Đối với đường dây truyền tải và phân phối điện áp cao, do truyền tải công suất lớn và cự ly truyền tải tương đối xa nên vốn đầu tư, chi phí vận hành và tổn thất công suất có ý nghĩa quyết định. Ngoài ra, do việc đảm bảo tổn thất điện áp trong phạm vi cho phép có thể đạt được nhờ các biện pháp điều chỉnh điện áp cho nên dây dẫn/cáp trong mạng truyền tải và phân phối thường được chọn dựa trên cơ sở đảm bảo chi phí tính toán hằng năm là thấp nhất.

Để đơn giản trong tính toán tiết diện dây dẫn theo điều kiện kinh tế, thường căn cứ vào mật độ dòng điện kinh tế (Jkt). Mật độ dòng điện kinh tế được xác định như sau:

$$J_{kt} = \frac{I_{lv\max}}{F_{kt}} \qquad (3\text{-}28)$$

Mật độ dòng điện kinh tế phụ thuộc vào vật liệu loại dây cáp và thời gian sử dụng công suất cực đại. Có thể tham khảo Jkt của Liên Xô (cũ) cho ở (bảng 3-8)

Bảng 3-8. Tra mật độ Jkt

Loại dây dẫn	Mật độ dòng điện kinh tế (J_{kt}) ứng với thời gian T_{max} (giờ/năm)		
	Dưới 3000	3000 ÷ 5000	Trên 5000
Dây trần và thanh cái bằng đồng.	2,5	2,1	1,8
Dây trần và thanh cái bằng nhôm.	1,3	1,1	1,0
Cáp cách điện bằng giấy và dây dẫn bọc cao su:	3,0	2,5	2,0
- Lõi đồng.	1,6	1,4	1,2
- Lõi nhôm.	3,5	3,1	2,7
Cáp đồng cách điện bằng cao su.			

Sau khi tra bảng tìm được Jkt, tiết diện kinh tế được xác định theo biểu thức:

$$F_{kt} = \frac{I_{lv\max}}{J_{kt}} \qquad (3\text{-}29)$$

Với: I_{lvmax}: là dòng điện làm việc lớn nhất

$$I_{lv\max} = \frac{S}{\sqrt{3}.U} \text{ (A)}$$

J_{kt}: là mật độ dòng điện kinh tế (A/mm^2)

F_{kt}: là tiết diện kinh tế (mm^2)

Chọn tiết diện tiêu chuẩn F_{tc} gần F_{kt} nhất.

Sau đó, cần kiểm tra điều kiện kỹ thuật:

- Độ tổn thất điện áp cho phép:

$$\Delta U_{max} \leq \Delta U_{cp}$$

- Dòng phát nóng cho phép:

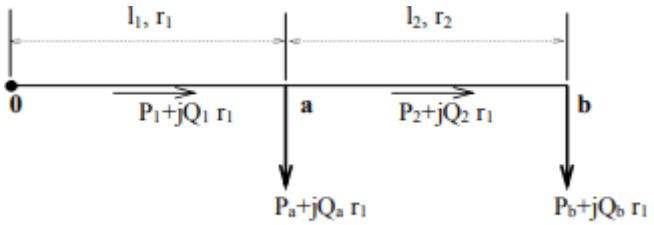
$$I_{lvmax} \leq kI_{cp}$$

Nếu điều kiện kỹ thuật bị vi phạm thì phải tăng tiết diện dây

Xác định tiết diện dây dẫn theo điều kiện phí tổn kim loại màu bé nhất (V_{min}).

Đối với mạng điện cung cấp cho các phụ tải phân tán, công suất nhỏ và thời gian sử dụng công suất cực đại thấp mà mạng điện nông nghiệp là một ví dụ thì chi phí đầu tư xây dựng chiếm tỷ trọng lớn trong chi phí tính toán hằng năm. Trong trường hợp này, việc chọn dây/cáp được tiến hành trên cơ sở cực tiểu hóa khối lượng kim loại màu.

Xét trường hợp đường dây cung cấp cho 2 phụ tải a, b (hình 3-6).



Hình 3-6. Sơ đồ mạng cung cấp điện

Tổn thất điện áp cho phép từ nguồn 0 đến điểm cuối b là . Tùy chọn giá trị x_0 (Ω /km), tính Δ U" và Δ U':

$$\Delta U' = \Delta U_{cp} - \Delta U" \quad (3\text{-}30)$$

Trong đó: Δ U' là thành phần tổn thất điện áp do công suất tác dụng và điện trở

gây nên trên hai đoạn oa và ab.

$$\Delta U' = \Delta U'_{oa} + \Delta U'_{ab} \quad (3\text{-}31)$$

Nếu biết $\Delta U'_{oa}$ và $\Delta U'_{ab}$ thì tiết diện Foa và Fab được xác định theo biểu thức:

$$F_{oa} = \frac{P_1 l_1}{\gamma . U_{dm} . \Delta U'_{oa}} \quad (3\text{-}32)$$

$$F_{ab} = \frac{P_2 l_2}{\gamma . U_{dm} . \Delta U'_{ab}} = \frac{P_2 l_2}{\gamma . U_{dm} . (\Delta U' - \Delta U'_{oa})} \quad (3\text{-}33)$$

Khối lượng kim loại màu trên toàn bộ đường dây ob là:

$$V = 3(F_{oa}.l_1 + F_{ab}.l_2).d \quad (3\text{-}34)$$

$$V = \frac{3d}{\gamma . U_{dm}} \left(\frac{P_1 l_1^2}{\Delta U'_{oa}} + \frac{P_2 l_2^2}{\Delta U'_{ab}} \right) = \frac{3d}{\gamma . U_{dm}} \left(\frac{P_1 l_1^2}{\Delta U'_{oa}} + \frac{P_2 l_2^2}{\Delta U' - \Delta U'_{oa}} \right) \quad (3\text{-}35)$$

Trong đó: d là khối lượng riêng của kim loại cấu tạo dây dẫn.

Điều kiện để V → min là: $\frac{\partial V}{\partial \Delta U'_{oa}} = 0$

$$\frac{\partial V}{\partial \Delta U'_{oa}} = \frac{3d}{\gamma . U_{dm}} \left(\frac{P_1 l_1^2}{\Delta U'_{oa}} + \frac{P_2 l_2^2}{\Delta U' - \Delta U'_{oa}} \right) = 0 \quad (3\text{-}36)$$

$$\frac{P_1 l_1^2}{\Delta U'_{oa}} = \frac{P_2 l_2^2}{\Delta U' - \Delta U'_{oa}} \quad (3\text{-}37)$$

$$\frac{P_1 l_1^2}{\Delta U'_{oa}} = \frac{P_2 l_2^2}{\Delta U'^2_{ab}} \quad (3\text{-}38)$$

Thay $\Delta U'_{oa} = \frac{P_1 l_1}{\gamma . U_{dm} . F_{oa}}$ và $\Delta U'_{ab} = \frac{P_2 l_2}{\gamma . U_{dm} . F_{ab}}$, ta có:

$$\frac{P_1 l_1^2}{\left(\frac{P_1 l_1}{\gamma . U_{dm} . F_{oa}} \right)^2} = \frac{P_2 l_2^2}{\left(\frac{P_2 l_2}{\gamma . U_{dm} . F_{ab}} \right)^2}$$

$$\frac{F_{oa}^2}{P_1} = \frac{F_{ab}^2}{P_2}$$

$$F_{oa} = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}} F_{ab}$$

Vì vậy, điều kiện để khối lượng kim loại màu của đường dây nhỏ nhất là:

$$\frac{\sqrt{P_1}}{F_1} = const$$

Do: $\Delta U' = \Delta U'_{oa} + \Delta U'_{ab} = \frac{P_1 l_1}{\gamma . U_{dm} . F_{oa}} + \frac{P_2 l_2}{\gamma . U_{dm} . F_{ab}}$

Và: $F_{oa} = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}} F_{ab}$

Nên: $\Delta U' = \frac{P_1 l_1}{\gamma . U_{dm} . \sqrt{\frac{P_1}{P_2}} . F_{ab}} + \frac{P_2 l_2}{\gamma . U_{dm} . F_{ab}}$

Từ đây, xác định được tiết diện F_{ab}:

$$F_{ab} = \frac{\sqrt{P_2}}{\gamma . U_{dm} . \Delta U'} \left(\sqrt{P_1 l_1} + \sqrt{P_2 l_2} \right) \quad (3\text{-}39)$$

Tương tự, xác định được tiết diện F_{oa}:

$$F_{oa} = \frac{\sqrt{P_1}}{\gamma . U_{dm} . \Delta U'} \left(\sqrt{P_1 l_1} + \sqrt{P_2 l_2} \right) \quad (3\text{-}40)$$

Trường hợp tổng quát, tiết diện đoạn lưới thứ i xác định theo điều kiện phí tổn

kim loại màu nhỏ nhất là:

$$F_i = \frac{\sqrt{P_i}}{\gamma . U_{dm} . \Delta U'} . \sum_{i=1}^{n} \sqrt{P_i . l_i} \qquad (3\text{-}41)$$

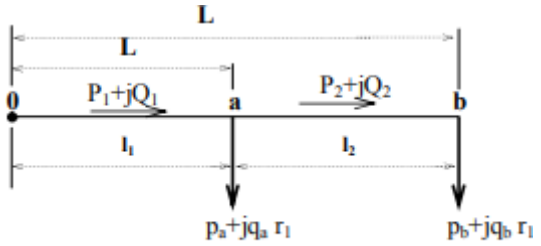
Trong đó:

F_i (mm^2); P_i (kW); l_i (km); γ (km/ Ω mm^2); $U_{đm}$ (kV); Δ U'(V)

Dựa vào tiết diện tính toán, tra bảng tìm tiết diện tiêu chuẩn. Cuối cùng kiểm tra điều kiện tổn thất điện áp và phát nóng của đường dây.

Xác định tiết diện dây dẫn theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép. Chỉ tiêu về chất lượng điện áp luôn được quan tâm khi đánh giá chất lượng cung cấp điện. Chọn dây/cáp trên cơ sở đảm bảo điện áp của nút phụ tải cuối đường dây không thấp hơn giá trị điện áp cho phép chính là mục đích của phương pháp chọn dây/cáp theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép. Phương pháp này thường được áp dụng cho các đường dây tải công suất nhỏ và hạn chế về các biện pháp điều chỉnh điện áp như mạng phân phối đô thị là một ví dụ.

Xét mạng cung cấp điện đơn giản (hình 3-7).



Hình 3-7. Sơ đồ cung cấp điện

* Tổng tổn thất điện áp:

Nếu toàn bộ đường dây cùng chủng loại và cùng tiết diện:

$$\Delta U = \frac{r_0 \sum_{i=1}^{n} P_i . l_i}{U_{dm}} + \frac{x_0 \sum_{i=1}^{n} Q_i . l_i}{U_{dm}} \qquad (3\text{-}42)$$

Hay:

$$\Delta U = \frac{r_0 \sum_{i=1}^{n} p_i . L_i}{U_{dm}} + \frac{x_0 \sum_{i=1}^{n} q_i . L_i}{U_{dm}} = \Delta U' + \Delta U'' \qquad (3\text{-}43)$$

$$\Delta U = \frac{1}{U_{dm}} \sum_{i=1}^{n} (P_i R_i + Q_i X_i) \qquad (3\text{-}44)$$

Ở đây:

Δ U': là thành phần tổn thất điện áp do công suất tác dụng và điện trở đường dây gây nên.

Δ U": là thành phần tổn thất điện áp do công suất phản kháng và điện kháng

đường dây gây nên.

dây

x_0, r_0: lần lượt là điện trở và điện kháng trên một đơn vị chiều dài đường

(Ω /km).

P_i, Q_i: lần lượt là công suất tác dụng và phản kháng trên đoạn lưới thứ i. l_i: là chiều dài đoạn lưới thứ i.

p_i, q_i: lần lượt là công suất tác dụng và phản kháng tại nút thứ i. L_i,: là khoảng cách từ nút thứ i đến nút nguồn.

Vì giá trị điện kháng x_0 ít thay đổi theo tiết diện dây cho nên có thể lấy giá trị trung bình x0 để tính Δ U":

Đối với đường dây trên không cao/trung áp: $x_0 = (0,35 \div 0,42)$ Ω /km .

Đối với đường dây cáp: x0 = 0,08 Ω /km .

Từ giá trị tổn thất điện áp cho phép Ucp tính từ nguồn đến phụ tải xa nhất, tính được Δ U".

$$\Delta U' = \Delta U_{cp} - \Delta U''$$

Do: $$\Delta U'' = \frac{r_0 \sum_{i=1}^{n} P_i l_i}{U_{dm}}$$

Và: $$r_0 = \frac{1}{\gamma . F}$$

Nên tiết diện dây dẫn F xác định như sau:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i l_i}{\gamma . U_{dm} . \Delta U'} \qquad (3\text{-}45)$$

Hay: $$F = \frac{\sum_{i=1}^{n} p_i . L_i}{\gamma . U_{dm} . \Delta U'} \qquad (3\text{-}46)$$

Trong đó:

F: đơn vị là mm^2. γ: đơn vị là $km/\Omega mm^2$.

P_i, p_i: đơn vị là kW. U_{dm}: đơn vị là kV.

L_i, l_i: đơn vị là km. ΔU': đơn vị là V.

Căn cứ vào giá trị tiết diện F tính toán, tra bảng chọn tiết diện dây dẫn tiêu

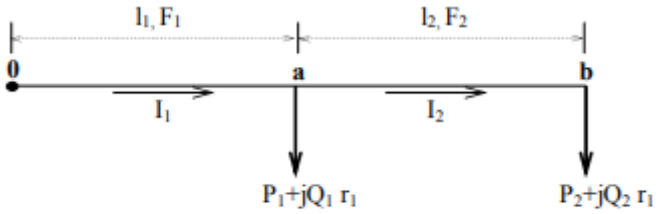
chuẩn gần nhất. Tra giá trị r0 và x0 ứng với tiết diện dây dẫn đã chọn, tính lại tổn thất điện ápΔ U theo biểu thức (3.7) và so sánh với Δ Ucp. Nếu điều kiện tổn thất điện áp chưa thỏa mãn thì phải tăng tiết diện dây dẫn lên một cấp và kiểm tra lại lần nữa.

Xác định tiết diện dây dẫn theo điều kiện mật độ dòng điện không đổi.

Việc chọn cùng một tiết diện cho một tuyến dây theo phương pháp tổn thất điện áp cho phép, cho trường hợp phụ tải tập trung, công suất truyền tải và thời gian sử dụng công suất cực đại khá lớn như mạng điện khu công nghiệp là một ví dụ, sẽ không hợp lý. Khi này, để giảm chi phí đầu tư xây dựng mạng nhưng vẫn đảm bảo điều kiện tổn thất điện áp nằm trong phạm vi cho phép cần

sử dụng phương pháp chọn dây/cáp theo mật độ dòng điện không đổi.

Xét đường dây có hai phụ tải trình bày ở (hình 3-8).



Hình 3-8. Sơ đồ mạng cung cấp điện

Từ $\Delta U_{cp} = \Delta U' + \Delta U''$, tùy chọn giá trị x_0 trong giới hạn cho phép, tính $\Delta U''$ theo biểu thức:

$$\Delta U'' = \frac{x_0 \sum_{i=1}^{n} Q_i l_i}{U_{dm}}$$

$$\Delta U' = \Delta U_{cp} - \Delta U'' = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i l_i}{\gamma . F . U_{dm}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \sqrt{3} I_i l_i \cos\varphi_i}{\gamma . F}$$

Mặt khác: $P_i = \sqrt{3} I_i U_{dm} \cos\varphi_i$

Do đó: $\Delta U' = \Delta U'_{oa} + \Delta U'_{ab}$

$$= \frac{\sum \sqrt{3} I_1 l_1 \cos\varphi_1}{\gamma . F_1} + \frac{\sum \sqrt{3} I_2 l_2 \cos\varphi_2}{\gamma . F_2}$$

Trong đó: $\cos\varphi_1$, $\cos\varphi_2$ lần lượt là hệ số công suất trên đoạn 0a và đoạn 0b.

Mật độ dòng điện không đổi được định nghĩa là:

$$J = \frac{I_1}{F_1} = \frac{I_2}{F_2}$$

Do đó: $$\Delta U' = \frac{\sqrt{3}}{\gamma}(J l_1 \cos\varphi_1 + J l_2 \cos\varphi_2)$$

Suy ra: $$J = \frac{\gamma \Delta U'}{\sqrt{3}(l_1 \cos\varphi_1 + l_2 \cos\varphi_2)} \qquad (3\text{-}47)$$

Tổng quát, với mạng điện có n phụ tải thì mật độ dòng điện không đổi được xác định như sau:

$$J = \frac{\gamma . \Delta U'}{\sqrt{3} . \sum_{i=1}^{n} l_i \cos\varphi_i} \qquad (3\text{-}48)$$

Trong đó:

J (A/mm^2); γ (km/ Ω mm^2); Δ U’ (V).

l_i: là chiều dài của đoạn thứ i.

$\cos\phi_i$: là hệ số công suất của đoạn thứ i.

Để chọn mật độ dòng điện J hợp lý cả về điều kiện kỹ thuật và kinh tế cần

so sánh với mật độ dòng điện kinh tế J_{kt}.

Nếu $J < J_{kt}$, chọn J

Nếu $J > J_{kt}$, chọn $J = J_{kt}$

Tiết diện dây dẫn cần chọn được xác định theo biểu thức:

$$F = \frac{I_1}{J_1} \text{ và } F_2 = \frac{I_2}{J} \quad (3\text{-}49)$$

Căn cứ vào giá trị tiết diện F tính toán, tra bảng chọn tiết diện dây dẫn tiêu chuẩn gần nhất và kiểm tra lại tổn thất điện áp. Nếu điều kiện tổn thất điện áp chưa thỏa mãn thì phải tăng tiết diện dây dẫn lên một cấp và kiểm tra lại lần nữa.

Xác định tiết diện dây dẫn theo điều kiện phát nóng.

Chọn dây/cáp theo điều kiện phát nóng cho phép sẽ đảm bảo độ bền, độ an toàn trong quá trình vận hành và tuổi thọ của dây/cáp.

Do thực tế, dây/cáp được chọn lựa và lắp đặt khác với các điều kiện định mức do các nhà chế tạo dây/cáp qui định nên dòng phát nóng cho phép định mức cần phải qui đổi về dòng phát nóng cho phép thực tế bằng cách nhân với hệ số hiệu chỉnh k. Hệ số k được xác định trên cơ sở loại dây/cáp, phương pháp lắp đặt, nhiệt độ môi trường thực tế tại nơi lắp đặt .

Hệ số này có thể tra ở (bảng 3-9).

Bảng 3-9. Tra hiệu số điều chỉnh K

θ_{tc} của môi trường xung	θ_{cp} của dây (^{0}C)	Hệ số k khi nhiệt độ của môI trường xung quanh là ^{0}C											
		- 5	0	+ 5	+ 10	+ 15	+ 20	+ 25	+ 30	+ 35	+ 40	+ 45	+ 50
quanh (^{0}C)													
15	80	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,83	0,83	0,78	0,73	0,68
25		1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74
25	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
15	65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
25		1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
15	60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,40
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

Điều kiện lựa chọn: $k.I_{cpđm} \geq I_{lv\ max}$ (3-50)

Trong đó:

định.

k: là hệ số hiệu chỉnh theo các điều kiện lắp đặt và vận hành thực tế.

$I_{cp\ đm}$: là dòng điện cho phép làm việc lâu dài của dây dẫn, do nhà sản xuất qui

$I_{lv\ max}$: là dòng làm việc lớn nhất đi trong dây/cáp.

b. Lựa chọn dây dẫn và cáp trong mạng hạ áp

Cáp trong mạng hạ áp thường là cáp đồng hoặc nhôm được bọc cách điện bằng giấy tẩm dầu hoặc cao su.

Để tải điện xoay chiều một pha, điện một chiều thường sử dụng cáp 1, 2 lõi, thường dùng nhất là cáp 2 lõi. Cáp 3 lõi dùng để tải điện xoay chiều 3 pha, cấp cho các động cơ hoặc phụ tải biến áp pha đối xứng. Cáp 4 lõi là cáp thường được dùng nhiều nhất để tải điện xoay chiều biến áp pha đến 1kV, cấp cho các phụ tải ba pha không đối xứng hoặc các tải động cơ cần dây trung tính. Lõi thứ tư của cáp này dùng làm dây trung tính và có tiết diện nhỏ hơn.

Dây dẫn hạ áp thường dùng là dây dùng trong nhà, được bọc cao su cách điện hoặc nhựa cách điện PVC. Một số trường hợp dùng trong nhà là dây trần hoặc thanh dẫn nhưng phải được đặt trên sứ cách điện.

Chủng loại cáp và dây dẫn:

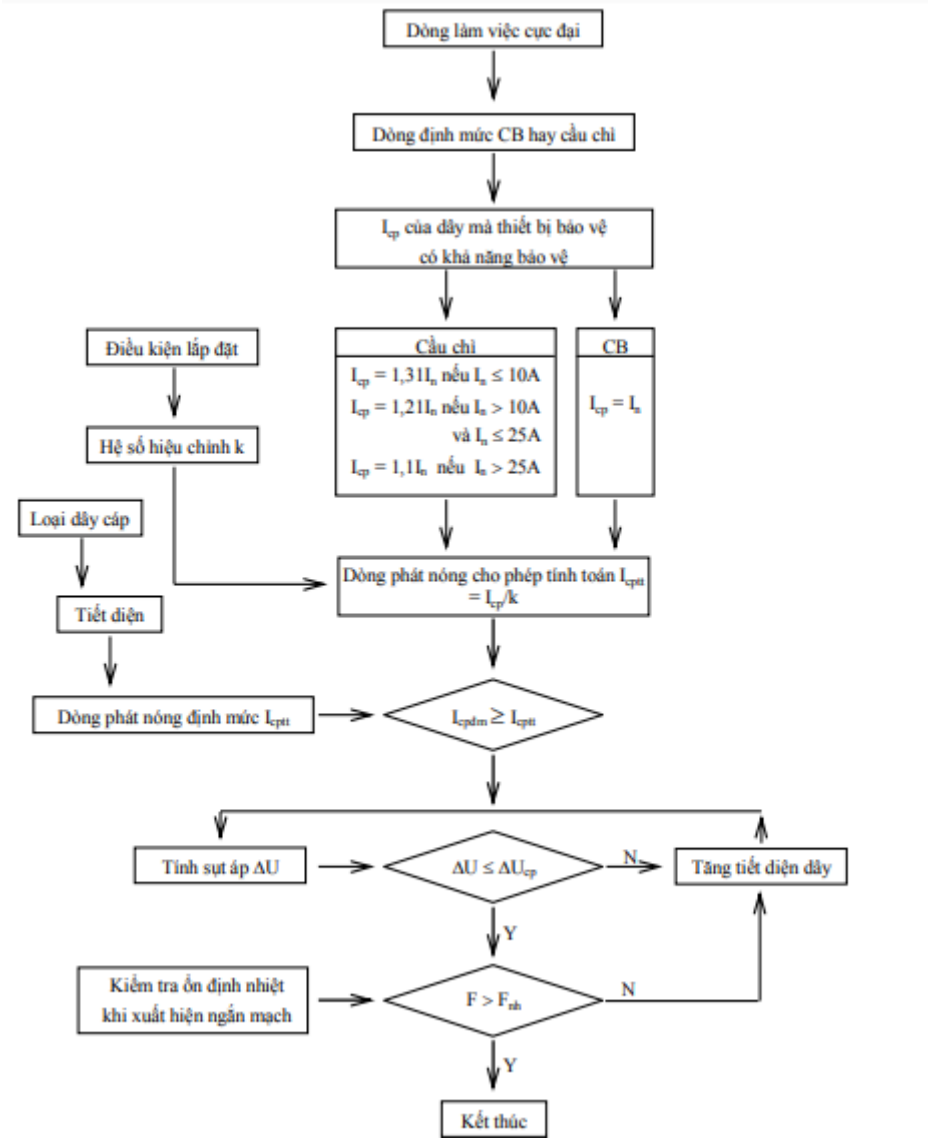
- Phương pháp chọn lựa:

Do mạng phân phối hạ áp tải công suất nhỏ và cự ly truyền tải ngắn nên chỉ tiêu kinh tế chỉ đóng vai trò quan trọng mà không đóng vai trò quyết định như chỉ tiêu kỹ thuật. Chỉ tiêu kỹ thuật cần quan tâm khi chọn dây/cáp bao gồm:

Nhiệt độ dây/cáp không được vượt quá nhiệt độ cho phép qui định bởi nhà chế tạo trong chế độ vận hành bình thường cũng như trong chế độ vận hành sự cố khi xuất hiện ngắn mạch.

Độ sụt áp không được vượt quá độ sụt áp cho phép.

* Thủ tục đầy đủ chọn dây/cáp trong mạng hạ áp như (hình 3-9)



Hình 3-9. Thủ tục đầy đủ lựa chọn dây/cáp mạng hạ áp

Lựa chọn tiết diện theo điều kiện phát nóng:

Dây dẫn được chọn theo điều kiện phát nóng lâu dài cho phép sẽ đảm bảo cho cách điện của dây dẫn không bị phá hỏng do nhiệt độ dây dẫn đạt đến trị số nguy hiểm cho cách điện của dây. Điều này được thực hiện khi dòng điện phát nóng cho phép của dây/cáp phải lớn hơn dòng điện làm việc lâu dài cực đại chạy trong dây

dẫn.

Kích cỡ của dây pha có liên hệ trực tiếp tới mã chữ cái (thể hiện cách lắp đặt) và hệ số k.

+ Xác định mã chữ cái :

Các chữ cái (B tới F) phụ thuộc vào dạng của dây và cách lắp đặt. Có nhiều cách lắp đặt, song những cách giống nhau sẽ được gom nhóm lại và được chia làm 4 loại theo các điều kiện môi trường xung quanh.

Bảng 3-10.mã chữ cái phụ thuộc vào dạng dây và cách lắp đặt

Dạng của dây	Cách lắp đặt	Chữ cái
Dây 1 lõi và nhiều lõi	- Dưới lớp nắp đúc, có thể lấy ra được hoặc không, bề mặt đổ lớp vữa hoặc nắp bằng. - Dưới sàn nhà hoặc sau trần giả. - Trong rãnh hoặc ván lát chân tường.	B
	- Khung treo có bề mặt tiếp xúc với tường hoặc trần. - Trên những khay cáp không đục lỗ.	C
Cáp có nhiều lõi	- Thang cáp, khay có đục lỗ hoặc trên congxon đỡ. - Treo trên tấm nêm. - Có móc xích nối tiếp nhau.	E
Cáp 1 lõi		F

+ Xác định tiết diện dây/cáp không chôn ở dưới đất:

Theo điều kiện lắp đặt thực tế, dòng phát nóng cho phép của dây/cáp không chôn ngầm dưới đất phải hiệu chỉnh theo hệ số k bao gồm các hệ số thành phần:

- Hệ số k_1 xét đến ảnh hưởng của cách lắp đặt (bảng 3-11).
- Hệ số k_2 xét đến số mạch dây/cáp trong một hàng đơn (bảng 3-12).
- Hệ số k_3 xét đến nhiệt độ môI trường khác 30^0C (bảng 3-13).

$$\mathbf{k= k1.k2.k3} \qquad (3\text{-}51)$$

Bảng 3-11. Hệ số hiệu chỉnh K theo cách lắp đặt

Mã chữ	Cách lắp đặt	Hệ số k_1
B	Cáp đặt thẳng trong vật liệu cách điện chịu nhiệt	0.70
	Ống dây đặt trong vật liệu cách điện chịu nhiệt	0.77
	Cáp đa lõi	0.90
	Hầm và mương cáp kín	0.95
C	Cáp treo trên trần nhà	0.95
B,C,E,F	Các trường hợp khác	1.00

Bảng 3-12. Hệ số K2 theo số mạch cáp đặt trên một hàng đơn

Mã chữ cãi	Cách đặt gần nhau	Hệ số k_2											
		Số lượng mạch hoặc cáp đa lõi											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
B,C	Lắp hoặc chôn trong tường	1.00	0.80	0.70	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.45	0.41	0.38
C	Hàng	1	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.7	0.7		

	đơn												

	trên tường hoặc nền nhà, hoặc trên khay cáp không đục lỗ												
	Hàng đơn trên trần	0.95	0.81	0.72	0.68	0.66	0.64	0.63	0.62	0.61	0.61		
	Hàng đơn trên thang cáp, công xon	1	0.87	0.82	0.8	0.8	0.79	0.79	0.78	0.78	0.78		

Bảng 3-12. Hệ số K3 cho nhiệt độ môi trườngkhác 30^0c

Nhiệt độ môi trường	Cách điện		
	Cao su (chất dẻo)	PVC	Butyl polyethylene (XLPE), cao su có ethylene propylene (EPR)
10	1.29	1.22	1.15
15	1.22	1.17	1.12
20	1.15	1.12	1.08
25	1.07	1.07	1.04
30	1.00	1.00	1.00
35	0.93	0.93	0.96
40	0.82	0.87	0.91
45	0.71	0.79	0.87
50	0.58	0.71	0.82
55	-	0.61	0.76
60	-	0.50	0.71
65	-	-	0.65
70	-	-	0.58
75	-	-	-
80	-	-	-

Khi số hàng cáp nhiều hơn một, k_2 cần nhân với các hệ số sau:

- Nếu cáp được đặt theo 2 hàng: k_2 được nhân với 0.8
- Nếu cáp được đặt theo 3 hàng: k_2 được nhân với 0.73
- Nếu cáp được đặt theo 4 hằng hoặc 5 hàng: k_2 được nhân với 0.7

+ Xác định tiết diện dây/cáp chôn ngầm dưới đất:

Theo điều kiện lắp đặt thực tế, dòng phát nóng cho phép của dây/cáp chôn ngầm dưới

đất phải hiệu chỉnh theo hệ số k bao gồm các hệ số thành phần:

- Hệ số k_4 xét đến ảnh hưởng của cách lắp đặt (bảng 3-14).
- Hệ số k_5 xét đến số mạch dây/cáp trong một hàng đơn (bảng 3-15)
- Hệ số k_6 xét đến tính chất của đất (bảng 3-16)
- Hệ số k_7 xét đến nhiệt độ đất khác 20^0C (bảng 3-17)

k= k4.k5.k6.k7 (3-52)

Bảng 3-14. Hệ số K4 theo cách lắp đặt

Cách lắp đặt	Hệ số k_4
Đặt trong ống bằng đất nung, ống ngầm hoặc rãnh đúc	0.8
Trường hợp khác	1.0

Bảng 3-15. Hệ số K5 cho dây trong hàng

Định vị dây	Hệ số k_5											
	Số mạch hoặc cáp nhiều lỗi											
Đặt kề nhau	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**12**	**16**	**20**
Chôn ngầm												

Bảng 3-16. Hệ số K6 theo sự ảnh hưởng của đất

Tính chất của đất	Hệ số k_6
Rất ướt (bão hòa)	1.21
Ướt	1.13
Ẩm	1.05
Khô	1
Rất khô	0.86

Bảng 3-14. Hệ số K7 phụ thuộc vào nhiệt độ đất

Nhiệt độ đất ^{0}C	Cách điện	
	PVC	XLPE, EPR (cao su ethylene-propylene)
10	1.10	1.07
15	1.05	1.04
20	1.00	1.00
25	0.95	0.96
30	0.89	0.93
35	0.84	0.89
40	0.77	0.85
45	0.71	0.80
50	0.63	0.76
55	0.55	0.71
60	0.45	0.65

Khi số hàng cáp nhiều hơn một, k_5 cần nhân với các hệ số sau:

+ Nếu cáp được đặt theo 2 hàng: k_5 được nhân với 0.8

+ Nếu cáp được đặt theo 3 hàng: k_5 được nhân với 0.73

+ Nếu cáp được đặt theo 4 hàng: k_5 được nhân với 0.7

Lựa chọn tiết diện dây dẫn kết hợp với chọn thiết bị bảo vệ

Trong mạng hạ áp, thường sử dụng áptômát (CB) hay cầu chì để bảo vệ quá tải thiết bị tiêu thụ điện và dây dẫn/cáp. Do đó, việc chọn dây/cáp trong mạng hạ áp liên quan chặt chẽ với việc chọn thiết bị bảo vệ.

* Chọn tiết diện dây dẫn kết hợp với chọn CB:

Khi tính toán được dòng điện làm việc cực đại của phụ tải IB, chọn CB có dòng định mức In thỏa điều kiện:

$$I_n \geq I_B \qquad (3\text{-}53)$$

Từ đó, chọn dòng phát nóng cho phép Icp của dây/cáp mà CB có khả năng bảo vệ.

$$I_{cp} = I_n \qquad (3\text{-}54)$$

Từ điều kiện lắp đặt thực tế của dây/cáp tìm được hệ số hiệu chỉnh k. Từ đây, xác định dòng phát nóng cho phép tính toán Icptt :

$$I_{cptt} \geq \frac{I_{cp}}{k} \qquad (3\text{-}55)$$

Chọn loại dây/cáp và tiết diện phù hợp có dòng phát nóng định mức (Icpđm) thỏa điều kiện:

$$I_{cpđm} \geq I_{cptt} \qquad (3\text{-}53)$$

Sau đó tính sụt áp Δ U và kiểm tra điều kiện sụt áp cho phép:

$$\Delta U \leq \Delta U_{cp} \quad (3\text{-}56)$$

Nếu điều kiện sụt áp cho phép không thỏa, cần tăng tiết diện dây lên và kiểm tra lại sụt áp.

Nếu thỏa điều kiện sụt áp cho phép thì tiếp tục kiểm tra ổn định nhiệt khi xuất hiện ngắn mạch:

$$F \geq F_{nh} \qquad (3\text{-}57)$$

Nếu điều kiện ổn định nhiệt khi xuất hiện ngắn mạch không thỏa, cần tăng tiết diện dây lên cho đến khi điều kiện ổn định nhiệt được đảm bảo và kết thúc quá trình chọn dây/cáp kết hợp với CB.

*Chọn tiết diện dây dẫn kết hợp với chọn cầu chì:

Khi tính toán được dòng điện làm việc cực đại của phụ tải IB, chọn dòng tác động của dây chảy cầu chì Idc thỏa điều kiện:

$$I_{dc} \geq I_B \qquad (3\text{-}58)$$

Sau đó, chọn dòng phát nóng cho phép Icp của dây/cáp mà cầu chì có khả năng bảo vệ:

$$I_{cp} = 1{,}31 I_n \text{ nếu } \quad I_n \leq 10A$$

$$I_{cp} = 1{,}21 I_n \quad \text{nếu} \quad 10A \leq I_n \leq 25A$$

$$I_{cp} = 1{,}1 I_n \text{ nếu } I_n > 25A$$

Các bước xác định hệ số hiệu chỉnh k, dòng cho phép tính toán I_{cptt}, dòng phát nóng định mức $I_{cpđm}$, chọn tiết diện dây/cáp, kiểm tra điều kiện sụt áp cho phép và điều kiện ổn định nhiệt khi xuất hiện ngắn mạch tương tự như trên.

Kiểm tra điều kiện tổn thất điện áp và ổn định nhiệt:

* Kiểm tra theo điều kiện tổn thất điện áp:

Đối với mạng hạ áp, do trực tiếp cung cấp điện cho phụ tải nên vấn đề đảm bảo điện áp rất quan trọng. Vì vậy, thường phải kiểm tra điều kiện tổn thất điện áp cho phép.

Công thức xác định tổn thất điện áp trên đường dây/cáp như ở (bảng 3-18).

Bảng 3-18. Hệ số K7 phụ thuộc nhiệt độ đất

Mạch	Sụt áp ΔU	
	ΔU	ΔU%
1 pha: pha/pha	$\Delta U = 2.I_B.(r_0.\cos\varphi + x_0.\sin\varphi)L$	$\frac{100\Delta U}{U_{dm}}$
1 pha: pha/trung tính	$\Delta U = 2.I_B.(r_0.\cos\varphi + x_0.\sin\varphi)L$	
3 pha cân bằng: 3 pha (có hoặc không có trung tính)	$\Delta U = \sqrt{3}.I_B.(r_0.\cos\varphi + x_0.\sin\varphi)L$	

Trong đó:

I_B: là dòng làm việc lớn nhất (A).

r_0: là điện trở của dây dẫn trên một đơn vị chiều dài (Ω/km)

x_0: là cảm kháng của dây dẫn trên một đơn vị chiều dài (Ω/km)

L: là chiều dài đường dây (km)

ϕ : là góc pha giữa điện áp và dòng điện trong dây.

$U_{đm}$: là điện áp dây định mức (V).

r_0 và x_0 được xác định với các lưu ý sau:

- Với dây đồng:

$$r_0 = \frac{22{,}5\Omega\ (mm^2/km)}{F\ (\text{tiết diện dây } mm^2)}$$

Với dây nhôm:

$$r_0 = \frac{36\Omega\ (mm^2/km)}{F\ (\text{tiết diện dây } mm^2)}$$

- r_0 được bỏ qua khi dây dẫn có tiết diện lớn hơn 55mm2
- x_0 được bỏ qua khi dây dẫn có tiết diện nhỏ hơn 50mm2
- Nếu không có thông tin nào khác chọn x_0 = 0,08 Ω /km cosϕ được chọn như sau:

- Đối với phụ tải chiếu sáng: cosϕ = 0,6 ÷ 1
- Đối với phụ tải là động cơ:

+ Khi khởi động: cosϕ = 0,35

+ Ở chế độ bình thường: cosϕ = 0,8

Trong thực tế, để đơn giản trong tính toán

tổn thất điện áp có thể áp dụng công thức sau:

$$\Delta U = V_d.I.L \qquad (3\text{-}59)$$

Với:

Vd: là điện áp rơi trên một đơn vị chiều dài đường dây (V/A.km).

I: là dòng điện phụ tải (A).

L: là chiều dài của dây dẫn (km).

Khi nhà chế tạo dây/cáp cho trước giá trị Vd thì có thể xác định tiết diện dây dẫn đảm bảo tổn thất điện áp qua bảng tra.

Điều kiện kiểm tra tổn thất điện áp cho phép:

$$\Delta U_{max}\% \leq \Delta U_{cp}\%$$

Trong đó:

$\Delta U_{cp}\%$: là tổn thất điện áp cho phép (± 5% hoặc 2,5% tùy loại phụ tải).

$\Delta U_{max}\%$: là tổn thất điện áp lớn nhất trong mạng.

Nếu trong mạng có nhiều đoạn, nhiều nhánh thì phải tìm điểm nào có tổn thất điện áp lớn nhất $\Delta U_{max}\%$ để so sánh.

* Kiểm tra theo điều kiện ngắn mạch:

Khi chưa mang tải, nhiệt độ trong dây dẫn bằng với nhiệt độ môi trường. Khi ngắn mạch, nhiệt lượng trong dây dẫn sẽ sinh ra rất lớn và tỏa vào lớp cách điện.

Nếu các thiết bị bảo vệ không cô lập sự cố kịp thời sẽ dẫn tới cách điện dây dẫn bị phá hủy.

Cần phải kiểm tra khả năng chịu nhiệt của dây/cáp khi xuất hiện ngắn mạch theo biểu thức:

$$I_N^2 . t \leq K_{cd} F^2$$

Hay:

$$F \geq \frac{I_N . \sqrt{t}}{\sqrt{K_{cd}}}$$

Trong đó:

t: là thời gian tồn tại dòng ngắn mạch (s)

I_N: là dòng điện ngắn mạch (A)

F: là tiết diện của dây/cáp (mm^2)

$K_{cđ}$: là hằng số đặc trưng cho loại cách điện ($A^2.s/mm^4$)

Giá trị $K_{cđ}$ được tra trong (bảng 3-19).

Bảng 3-19.Nhiệt độ cho phép của cáp theo loại cách điện và hằng số Kcd

Cách điện	Nhiệt độ cực đại (^0C)		Hằng số $K_{cđ}$	
	Chế độ xác lập	Chế độ kết thúc ngắn mạch	Đồng	Nhôm
PVC	70	160	115	76
Cao su tổng hợp	85	135	135	90
PR, XLPE	90	143	143	94

Chọn dây trung tính:

Dòng chạy trong dây trung tính có thể coi như bằng 0. Tuy nhiên lưới 3 pha cấp điện cho các căn hộ luôn có dòng chạy trong dây trung tính. Sự phát triển của các thiết bị biến đổi công suất trong các mạng lưới điện công nghiệp sẽ tạo các sóng hài. Các sóng hài bậc ba chạy trong dây trung tính được khuếch đại lên ba lần, có thể vượt quá giá trị cho phép. Do đó, cần đặc biệt lưu ý vấn đề này.

Tiết diện dây trung tính có thể nhỏ hơn dây pha. Khi ấy cần lưu ý khả năng đặt thiết bị bảo vệ dây trung tính nếu nó không đảm nhận chức năng của dây bảo vệ.

Tiêu chuẩn IEC 346-5.5.2 qui định về cách chọn dây trung tính:

Dây đồng: $F_{pha} \le 16mm^2$: $F_N = F_{pha}$

$F_{pha} > 16mm^2$: $F_N \le F_{pha}$

Dây nhôm: $F_{pha} \le 25mm^2$: $F_N = F_{pha}$

$F_{pha} > 25mm^2$: $F_N \le F_{pha}$

Trong trường hợp $F_{pha} > 16mm^2$ (đối với dây đồng) và $F_{pha} > 25mm^2$ (đối với dây nhôm) có thể chọn $F_N = 0.5S_{pha}$, nhưng lưu ý là dây trung tính phải có bảo vệ thích hợp.

Giá trị FN được tra trong (bảng 3- 20).

Bảng 3-20. Tra chọn dây trung tính

Tiết diện dây dẫn (mm2)	S<25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Tiết diện tối thiểu của dây trung tính (mm2)	S<25	25(35)	25(35)	35	50	70	70	95	120	150
(35) là tiết diện của dây trung tính lõi bằng nhôm										

2.2. Chống sét

2.2.1. Sự hình thành sét và tác hại của sét.

+ Sự hình thành sét

Sét là sự phóng điện trong khí quyển giữa các đám mây và đất, hay giữa các đám mây mang điện tích trái dấu. Trước khi có sự phóng điện của sét đã có sự phân chia và tích lũy rất mạnh điện tích trong các đám mây giông do tác dụng

của các luồng không khí nóng bốc lên và hơi nước ngưng tụ trong các đám mây. Các đám mây mang điện tích là do kết quả của việc phân tích các điện tích trái

dấu và tập trung chúng lại trong các phần khác nhau của đám mây.

Phần dưới của các đám mây giông thường tích điện tích âm. Các đám mây cùng với đất hình thành các tụ điện mây đất. Ở phía trên của các đám mây thường tích điện tích dương.

Cường độ điện trường của tụ điện mây đất tăng dần lên và nếu tại chỗ đó cường độ đạt tới trị số tới hạn 25-30 kV/cm thì không khí bị ion hóa và bắt đầu trở nên dẫn điện.

Sự phóng điện chia thành ba giai đoạn. Phóng điện giữa các đám mây và đất được bắt đầu bằng sự xuất hiện một dòng sáng phát triển xuống đất, chuyển động từng đợt với tốc độ 100 -1000 km/s. Dòng này mang phần lớn điện tích của đám mây, tạo nên ở đầu cực của nó một điện thế rất cao hàng triện vôn. Giai đoạn này gọi là giai đoạn phóng tia tiên đạo từng bậc. Khi dòng tiên đạo vừa phát triển đến đất và các vật dẫn điện với đất thì giai đoạn thứ hai bắt đầu, đó là giai đoạn phóng điện chủ yếu của sét. Trong giai đoạn này, các điện tích dương của đất di chuyển có hướng từ đất theo dòng tiên đạo với tốc độ lớn (6.10^4 -10^5 km/s) chạy lên và trung hoà với điện tích âm của dòng tiên đạo.

Sự phóng điện được đặc trưng bởi dòng điện lớn qua chỗ sét đánh gọi là dòng điện sét và sự lóe mãnh liệt của dòng phóng điện. Không khí trong dòng phóng điện được nung nóng đến nhiệt độ khoảng 10.000^0C và giãn nở rất nhanh tạo thành sóng âm thanh.

Ở giai đoạn phóng điện thứ ba của sét sẽ kết thúc sự di chuyển các điện tích của mây mà từ đó bắt đầu phóng điện, sự lóe sáng bắt đầu biến mất.

Thường phóng điện sét gồm một loạt phóng điện kế tiếp nhau do sự dịch chuyển điện tích từ các phần khác nhau của đám mây. Tiên đạo của những phần phóng điện sau đi theo dòng đã bị ion hoá ban đầu, vì vậy chúng phát triển liên tục và được gọi là tiên đạo dạng mũi tên.

+ Tác hại của sét

Đối với người và súc vật, sét nguy hiểm trước hết như một nguồn điện áp cao có dòng lớn. Như chúng ta đã biết, chỉ cần dòng nhỏ khoảng vài chục milli ampere cũng có thể làm chết người. Vì thế, rất dễ hiểu tại sao khi bị sét đánh trực tiếp người thường bị chết ngay.

Nhiều khi sét không phóng điện trực tiếp cũng gây nguy hiểm. Lý do là dòng điện sét đi qua một vật nối đất, nó gây nên một sự chênh lệch thế khá lớn tại những vùng gần nhau, hay nói một cách khác là có gradient. Nếu người hoặc gia súc đứng trú mưa dưới các cây cao ngoài đồng khi có dông, nếu cây bị sét đánh, có thể điện áp bước sẽ gây nguy hiểm.

Dòng sét gây nhiệt độ rất lớn, khi phóng vào các vật dễ cháy như mái nhà tranh, gỗ khô, nó có thể gây ra những đám cháy lớn, điểm này cần đặc biệt chú ý đối với việc bảo vệ các kho nhiên liệu và các đồ vật dễ cháy nổ.

Sét còn phá hủy về mặt cơ học. Đã có nhiều trường hợp các tháp cao, cây cối bị

nổ tung vì khi dòng sét đi qua nung nóng phần lõi, hơi nước bốc ra quá nhanh và phá vỡ thân cây.

Rất đáng chú ý tới điện áp có thể cảm ứng các vật dẫn hoặc các dây dài tạo thành những mạch vòng hở cảm ứng điện từ khi có phóng điện sét ở gần. Điện áp cảm ứng có thể lên tới hằng chục KV và rất nguy hiểm.

Tóm lại, sét có thể gây nguy hiểm trực tiếp và gián tiếp, do đó cần phải có những biện pháp bảo vệ thích hợp.

2.2.2. Bảo vệ chống sét đánh trực tiếp.

+ Khái quát về bảo vệ chống sét

Những nguyên tắc bảo vệ thiết bị điện nhờ cột thu lôi đã hầu như không thay đổi từ những năm 1750 khi Franklin kiến nghị thực hiện bằng một cột cao có đỉnh nhọn bằng kim loại được nối đến hệ thống nối đất. Trong quá trình thực hiện, người ta đã nghiên cứu và đưa đến những kiến thức khá chính xác về hướng đánh trực tiếp của sét, vùng bảo vệ của cột thu sét và thực hiện hệ thống nối đất.

Khi có một đám mây tích điện tích âm đi qua đỉnh của một cột thu lôi, nhờ cảm ứng tĩnh điện thì đỉnh của cột thu lôi sẽ nạp điện tích dương. Vì đỉnh của thu lôi nhọn nên cường độ điện trường trong đám mây khá lớn. Điều này sẽ tạo nên dễ dàng một kênh phóng điện từ đầu cột thu lôi đến đám mây tích điện tích âm, do vậy sẽ có dòng điện phóng từ đám mây xuống đất.

Sét đánh theo qui luật xác suất, và chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố. Do vậy, việc xác định chính xác khu vực hướng đánh của sét là rất khó và không thể đảm bảo xác suất 100% hướng của sét đến thu lôi chống sét.

Những nghiên cứu tỉ mỉ về chống sét cho thấy rằng điều quan trọng là chiều cao của cột thu lôi chống sét và hệ thống nối đất đảm bảo.

+ Những quy định chung về bảo vệ chống sét

Phương thức chống sét:

Các công trình xây dựng cần phải sử dụng các phương thức chống sét như sau:

+ Đối với công trình cấp I và II nhất thiết phải sử dụng phương thức bảo vệ toàn bộ

+ Đối với công trình cấp III, nếu là những công trình có một vài phòng có nguy cơ nổ cháy, hoặc những công trình thường xuyên tập trung đông người cần phải sử dụng phương thức bảo vệ toàn bộ. Nếu là công trình không có các phòng có nguy cơ cháy nổ, và tập trung đông người thì sử dụng phương thức bảo vệ trọng điểm.

Bộ phận thu sét:

Bộ phận thu sét có thể sử dụng hình thức kim, dây, đai hoặc lưới thu sét. Phải căn cứ vào các đặc điểm cụ thể của mỗi công trình để thiết kế cho phù hợp

với yêu cầu về mặt bảo vệ, cũng như những yêu cấu về kinh tế, kĩ thuật:

+ Chống sét đánh thẳng cho công trình Cấp I nhất thiết phải bố trí kim, dây thu sét đặt độc lập hoặc các bộ phận thu sét khác đặt trực tiếp nhưng phải cách li với công trình qua các loại vật liêu không dẫn điện.Các bộ phận thu sét nói trên phải đảm bảo được phạm vi cần bảo vệ.

+ Đối với các công trình Cấp II, có thể bố trí chống sét độc lập, cách ly hoặc đặt trực tiếp lên công trình. Cần phải tính toán và so sánh về kinh tế kỉ thuật để chọn phương án hợp lí nhất:

-Nếu bố trí thiết bị chống sét độc lập hoặc cách li với công trình qua các vật liêu không dẫn điện, cần phải thực hiện theo các qui định cho Cấp I đã trình bày ở trên.

-Nếu bố trí thiết bị chống sét trực tiếp trên công trình cần phải thoả mãn các yêu cầu sau:

•Đối với kim hay dây thu sét từ mỗi kim hoặc dây thu sét phải có ít nhất là hai dây

xuống.

•Đối với lưới thu sét làm bằng thép tròn, kích thước mỗi ô lưới không được lớn hơn 5*5m. Các mắt lưới được hàn dính với nhau.

+ Đối với các công trình Cấp III cần phải đặt thiết bị chống sét ngay trên công trình, chỉ được phép đặt thiết bị chống sét độc lập với công trình trong những trường hợp đặt biệt thuận lợi về kĩ thuật và kinh tế. Bộ phận thu sét có thể sử dụng hình thức kim, dây, đai hoặc lưới thu sét tùy từng trường hợp cụ thể.

Điện trở nối đất:

Theo tiêu chuẩn Úc thì mức điện trở tối đa cho phép là 10Ω đối với hệ thống nối đất chống sét. Có rất nhiều phương pháp khác nhau để thực hiện điên trở của hệ thống nối đất đạt yêu cầu thấp. Hệ thống nối đất tạo thành mạng lưới thông thường bao gồm các điện cực đất, các dãy băng và các chi tiết ghép nối với một số xử lý nhân tạo.

2.2.3. Bảo vệ chống sét đường dây tải điện

Trong vận hành, sự cố cắt điện do sét đánh vào các đường dây tải điện trên không chiếm tỉ lệ lớn trong toàn bộ sự cố của hệ thống điện. Do đó, bảo vệ chống sét cho đường dây có tầm quan trọng trong việc đảm bảo vận hành an toàn và liên

tục cung cấp điện.

Để bảo vệ chống sét cho đường dây, ta treo dây chống sét trên toàn bộ tuyến đường dây, đây là biện pháp tốt nhất, song rất tốn kém. Do vậy, nó chỉ được dùng cho các đường dây điện áp 110 ÷ 220kV cột sắt và cột bê tông cốt thép.

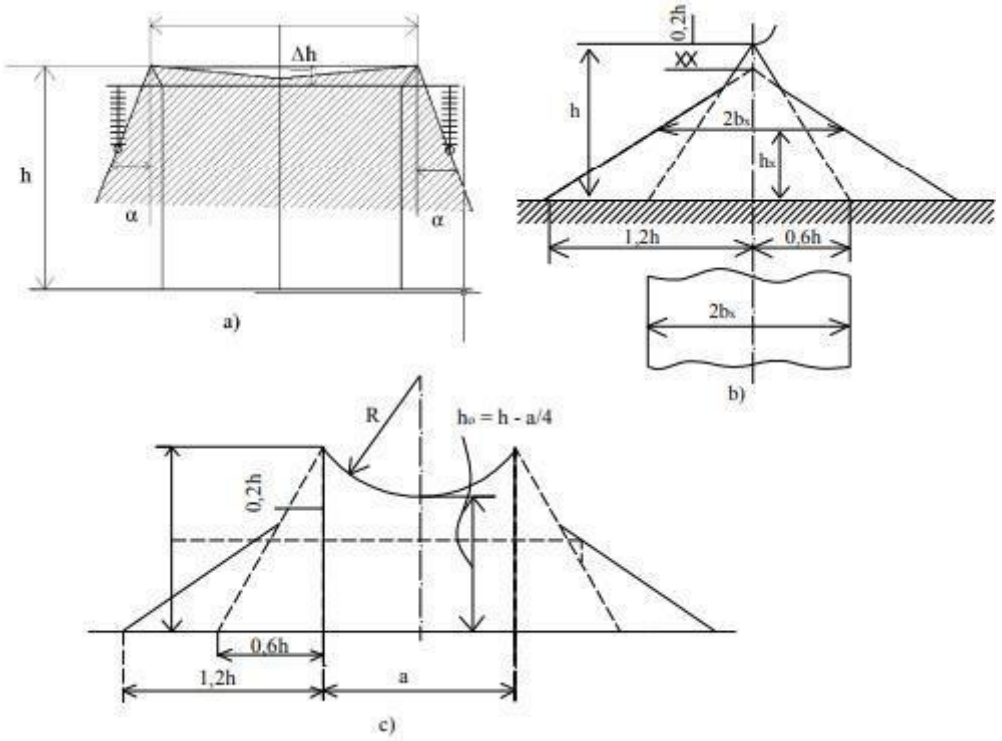
Đối với đường dây điện áp đến 35kV cột sắt và cột bê tông cốt thép ít

được bảo vệ toàn tuyến.

Tuy nhiên, các cột của đường dây này cũng như cột của đường dây 110 ÷ 220kV đều phải nối đất. Để tăng cường khả năng chống sét cho các đường dây, có thể đặt chống sét ống hoặc tăng thêm bát sứ ở những nơi cách điện yếu, ở những cột vượt cao, ở chỗ giao chéo với đường dây khác hay ở những đoạn tới trạm.

Dây chống sét, tùy theo cách bố trí dây dẫn trên cột có thể treo một hay hai dây chống sét. Các dây chống sét được treo ở bên trên đường dây tải điện sao cho dây dẫn của cả ba pha đều nằm trong phạm vi bảo vệ của dây chống sét.

Phạm vi bảo vệ của một và hai dây chống sét như (hình 3-10).



Hình 3-10. Góc bảo vệ và phạm vi bảo vệ của dây chống sét

Dải bảo vệ bx của cột treo một dây chống sét được tính theo công thức (3-60) và (3-61)

Với h ≤ 30m:

$$\text{- Ở độ cao } h_x > \frac{2}{3}h \rightarrow b_x = 0{,}6h\left(1 - \frac{h_x}{h}\right) \qquad (3\text{-}60)$$

$$\text{- Ở độ cao } h_x < \frac{2}{3}h \rightarrow b_x = 1{,}2h\left(1 - \frac{h_x}{0{,}8h}\right) \qquad (3\text{-}61)$$

Phía trong giữa hai dây, phạm vi bảo vệ được giới hạn bởi một cung tròn đi qua các dây chống sét và điểm giữa có độ cao $\Delta h = \frac{a}{4}$

Theo tài liệu của Nga thì đối với dây chống sét đặt ở độ cao h ≤ 30m, dải bảo vệ được tính theo công thức (3-62):

$$b_x = \frac{0{,}8h_a}{\left(1+\frac{h_x}{h}\right)} \qquad (3\text{-}62)$$

Đối với các cột điện thông thường, dây dẫn sẽ được bảo vệ chắc chắn nếu góc bảo vệ α không quá 25^0. Giảm góc bảo vệ sẽ làm giảm xác suất sét đánh vào dây dẫn nhưng phải tăng giá thành vì phải tăng cường chiều cao cột.

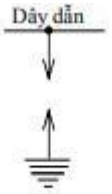
2.2.4. Bảo vệ chống sét từ đường dây truyền vào trạm.

Các đường dây trên không dù có được bảo vệ chống sét hay không thì các thiết bị điện có nối với chúng đều phải chịu tác dụng của sóng sét truyền từ đường dây đến. Biên độ của quá điện áp khí quyển có thể lớn hơn điện áp cách điện của thiết bị, dẫn đến chọc thủng cách điện, phá hoại thiết bị, và mạch điện bị cắt ra. Do vậy, để bảo vệ các thiết bị trong trạm biến áp tránh sóng quá điện áp truyền từ đường dây vào phải dùng các thiết bị chống sét. Các thiết bị chống sét này sẽ hạ thấp biên độ sóng quá điện áp đến trị số an toàn cho cách điện cần được bảo vệ.

Thiết bị chống sét chủ yếu cho trạm biến áp là chống sét van (CSV) kết hợp chống sét ống (CSO) và khe hở phóng điện.

Khe hở phóng điện là thiết bị chống sét đơn giản nhất, gồm có hai điện cực, trong đó một điện cực nối với mạch điện, còn điện cự kia nối với đất (hình 3-11)

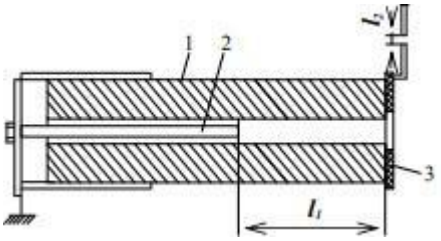
Khi làm việc bình thường, khe hở cách ly những phần tử mang điện (dây dẫn) với đất. Khi có sóng điện áp chạy trên đường dây, khe hở phóng điện sẽ phóng điện và truyền xuống đất.



Hình 3-11. Khe hở phóng

Ưu điểm của loại thiết bị này là đơn giản, rẻ tiền. Nhưng vì nó không có bộ phận dập hồ quang nên khi nó làm việc bảo vệ rơle có thể cắt mạch điện. Do vậy nên khe hở phóng điện thường chỉ được dùng làm bảo vệ phụ cũng như làm một bộ phận trong các loại chống sét khác.

- Chống sét ống (CSO): Chống sét ống có sơ đồ nguyên lý cấu tạo như (hình 3- 12).



Hình 3-12 : Chống sét ống
1. Vỏ; 2. Điện cực; 3. Nắp

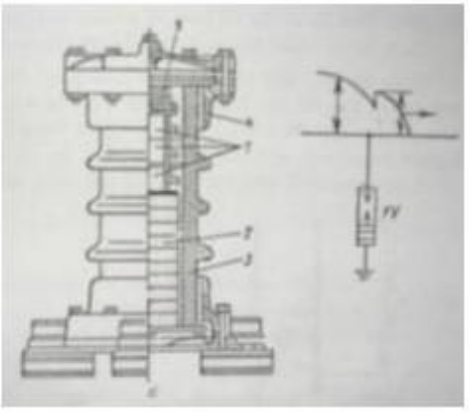
Chống sét ống gồm có hai khe hở phóng điện l_1 và l_2. Khe hở l_1 được đặt trong ống làm bằng vật liệu sinh khí như fibrô bakêlít hay phi-nipơlát. Khi sóng điện áp quá cao thì l_1 và l_2 đều phóng điện. Dưới tác dụng của hồ quang, chất sinh khí phát nóng và sản sinh ra nhiều khí làm cho áp suất trong ống tăng tới hàng chục at và thổi tắt hồ quang.

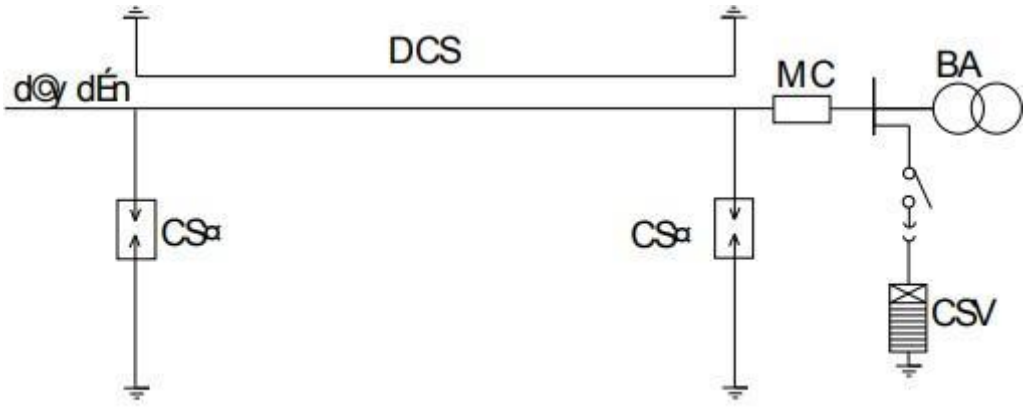
Khả năng dập tắt hồ quang của chống sét ống rất hạn chế. Nếu dòng điện quá lớn, hồ quang không bị dập tắt ngay gây ngắn mạch tạm thời làm cho bảo vệ rơle có thể cắt mạch điện. Chống sét ống chủ yếu dùng để bảo vệ chống sét cho các đường dây không có dây chống sét, hoặc làm phần tử phụ trong các sơ đồ bảo vệ trạm biến áp.

•Chống sét van (CSV): gồm có hai phần tử chính là khe hở phóng điện và điện trở làm việc. Khe hở phóng điện của chống sét van là một chuỗi các khe hở nhỏ có nhiệm vụ như đã xét. Điện trở làm việc là điện trở phi truyến có tác dụng hạn chế trị số dòng điện ngắn mạch chạm đất qua chống sét van khi sóng quá điện áp chọc thủng các khe hở phóng điện. Dòng điện này cần phải hạn chế để việc dập tắt hồ quang trong khe hở phóng điện được dễ dàng sau khi chống sét van làm việc. Chất vi lít thỏa mãn được hai yêu cầu trái ngược nhau: cần có điện trở lớn để hạn chế dòng ngắn mạch và lại cần có điện trở nhỏ để hạn chế điện áp dư, vì điện áp lớn khó bảo vệ được cách điện.

(Hình3-13) giới thiệu một loại chống sét van.

Hình 3-13. Chống sét van (CSV)
1. Dạng đứng
2. Sơ đồ nguyên lý tác động





Hình 3-14. Sơ đồ bảo vệ trạm 35 ÷ 110kV

Bảo vệ chống sóng quá điện áp truyền từ đường dây vào trạm biến áp được thực hiện bằng cách đặt chống sét van và các biện pháp bảo vệ đoạn dây gần trạm như hình MĐ 19-04-14

Đoạn gần trạm từ 1 ÷ 2 km được bảo vệ bằng dây chống sét để ngăn ngừa sét đánh trực tiếp vào đường dây. Chống sét ống CS01 đặt ở đầu đoạn đường dây gần trạm nhằm hạn chế biên độ sóng sét. Nếu đường dây được bảo vệ bằng dây chống sét DCS trên toàn tuyến thì không cần đặt CS01.

CS02 dùng để bảo vệ máy cắt khi nó ở vị trí cắt. Đối với trạm 3 ÷ 10kV được bảo vệ theo sơ đồ đơn giản hơn, không cần đặt DCS ở đoạn gần trạm mà chỉ cần đặt CSO ở cách trạm khoảng 200m; ở trên thanh cái của trạm hay sát máy biến áp ta đặt CSV.

Ngoài ra, để bảo vệ chống quá điện áp cho trạm, ta cần phối hợp cách điện của trạm biến áp.

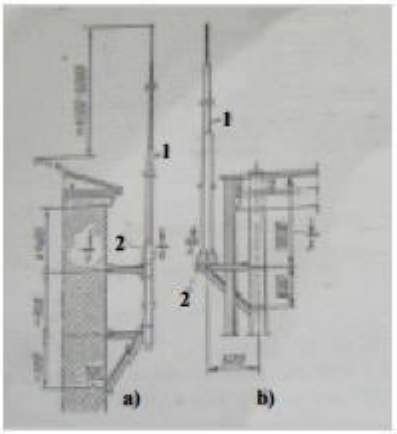
Nối đất chống sét cho trạm cần phải đảm bảo qui định sau:

-Đối với trạm có trung tính trực tiếp nối đất, điện áp từ 110kV trở lên thì điện trở nối đất cho phép là 0,5 Ω .

-Đối với trạm có trung tính cách điện, điện áp dưới 110kV thì điện trở nối đất cho phép là 0,4 Ω .

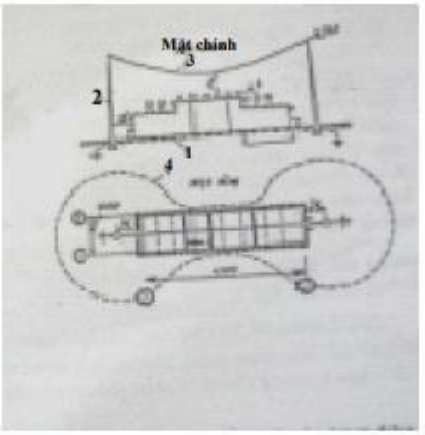
-Đối với trạm có công suất bé (dưới 100kVA) thì điện trở nối đất cho phép là 10 Ω .

2.2.5. Một số ví dụ bảo vệ chống sét cho các công trình.



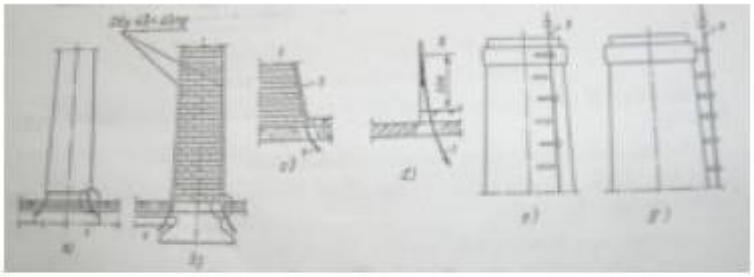
Hình 3-15. Cơ cấu gắn cột thu lôi loại CM lên tường của tòa nhà hay công trình

a) tường gạch.
b) Gắn lên tường bê tông cốt thép.
1. Thanh cột thu lôi loại CM.
2. Cơ cấu để gắn cột thu lôi.



Hình 3-16. Bảo vệ chống sét cho tram điện phân bằng thu lôi ăng ten.

1. Bộ nối đất của bảo vệ chống cảm ứng tĩnh điện .
2. Cột thu lôl ăng ten kim loại.
3. dây chống sét.
4. Vùng bảo vệ ở độ cao h.



Hình 3-17. Giới thiệu bảo vệ chống sét cho ống khói.

a) Ống kim loại
b) Ống gạch
c) Chi tiết của của đáy ống gạch
d) Chi tiết của của đáy ống kim loại.
e, g) Phần trên của ống khói với cột thu lôi.
1. Nối tới vòng nối đất
2. Dây dẫn dòng
3. Cột thu lôi

(Hình 3-15). Giới thiệu cơ cấu gắn cột thu lôi lên tường của tòa nhà hay công trình.

(Hình 3-16). Giới thiệu bảo vệ chống sét cho trạm điện phân bằng dây chống sét (còn gọi là thu lôi ăng ten).

Khoảng cách $S_đ = 0,3SB$ cần thiết để tránh sự di chuyển điện thế cao của sét đến các liên hệ ngầm trong đất.

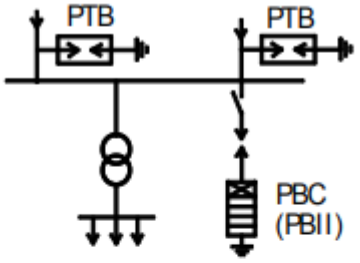
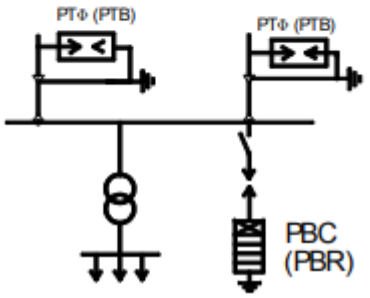
Khoảng cách S_B được xác định như ở phần dây chống sét.

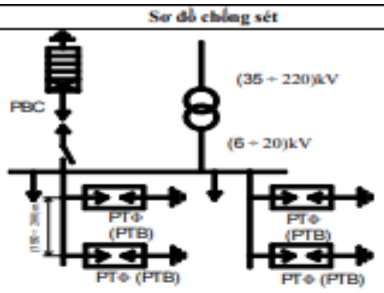
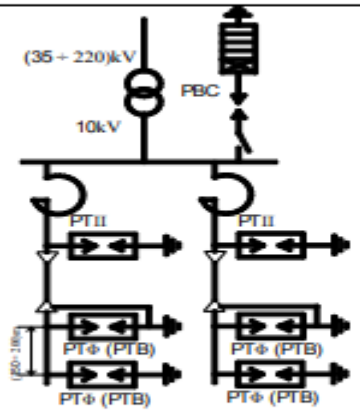
Ở đây, dây chống sét để bảo vệ sét đánh thẳng, còn để bảo vệ chống cảm ứng tĩnh điện thì ta có thể đặt thêm các lưới sắt trên mái nhà.

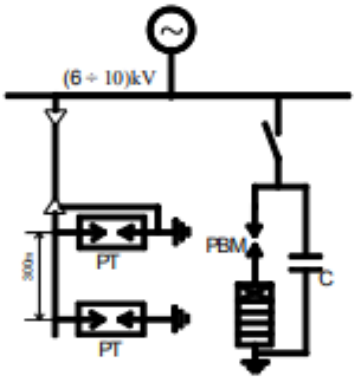
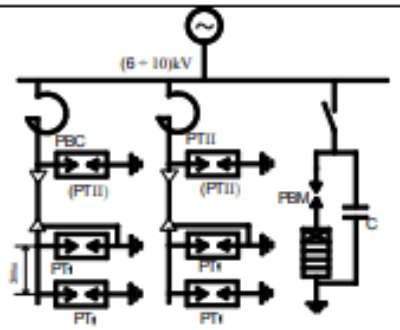
(Hình 3-17). Giới thiệu bảo vệ chống sét cho ống khói.

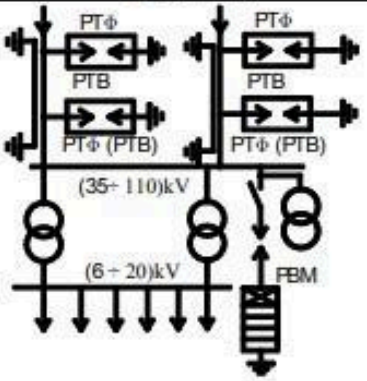
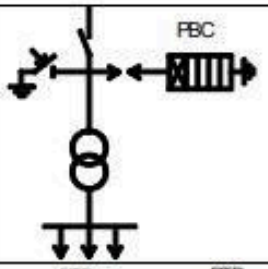
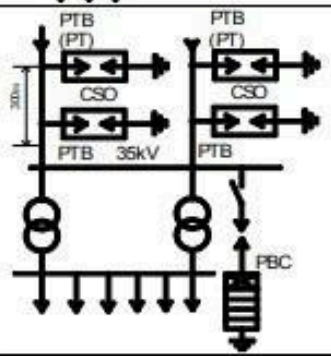
(Hình 3-18.) Giới thiệu bảo vệ chống sét cho trạm điện.

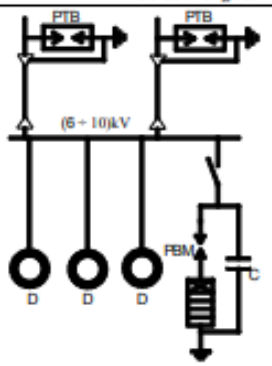
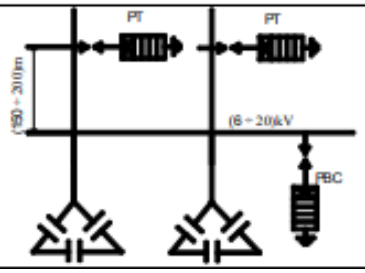
Hình 3-18. Giới thiệu sơ đồ chống sét

TT	Sơ đồ chống sét	Đối tượng bảo vệ	Đặc tính chống sét
1		Điện áp 3 - 20 kV Trạm biến áp phân xưởng và trạm phân phối được cung cấp bằng đường dây trên không .	Đặt PTB ở các đầu vào mỗi đường dây trên không. Trong trường hợp này nếu dòng ngắn mạch lớn hơn dòng điện giới hạn mở của chống sét ống, thì trên thanh góp của trạm bố trí PBC hoặc PB.
2		Trạm biến áp phân xưởng và trạm phân phối được cung cấp bằng đường dây trên không đi qua cáp nối.	Bố trí CSOF (chống sét ống phibrô) hay PTB trên cáp nối và PBC hoặc CSVT trên thanh góp của trạm.

TT	Sơ đồ chống sét	Đối tượng bảo vệ	Đặc tính chống sét
3		Trạm hạ áp chính có đường dây trên không đi ra phía điện áp thấp.	Đặt PBC trên thanh góp của trạm, PT Φ hay PTB trên đầu vào của trạm và đặt thêm ở khoảng cách biến áp-bốn khoảng vượt từ đầu vào.
4		Trạm hạ áp chính có đường dây trên không dẫn ra, có lắp cáp ở đoạn sắp vào trạm.	Đặt PBC trên thanh góp của trạm PT II sau kháng điện, PT Φ hay PTB ở đầu nối cáp và ở cách biến áp-bốn khoảng vượt, khi chiều dài cáp nối lớn hơn 100m không cần bộ phóng điện PT thứ hai.

TT	Sơ đồ chống sét	Đối tượng bảo vệ	Đặc tính chống sét
5		Máy phát tới 12000 kW của trạm phát điện xí nghiệp. Đường dây dẫn trên không nối với thanh góp qua một đoạn cáp, không có cuộn kháng. Cấm nối đường dây trên không với thanh góp máy phát lớn hơn 12000 kW.	Đặt PBM (chống sét van khử từ) trên thanh góp trạm phát điện một điện dung khoảng 1μF, PT ở đầu cáp và ở cuối đoạn sắp vào trạm được cột chống sét bảo vệ, chiều dài của cáp nối không được nhỏ hơn 100m. Đoạn đường dây trên không dài 300m trước khi đi vào trạm được cột chống sét bảo vệ. Trường hợp này nếu đoạn vào của đường dây tới nhà máy điện hoặc trạm được chắn bởi các công trình xung quanh thì không nhất thiết phải bảo vệ bằng cột chống sét.
6		Máy phát đến 12000 KW của trạm phát điện xí nghiệp. Đường dây có kháng điện. Dây trên không nối tới thanh góp điện áp máy phát qua cáp nối.	Đặt PBM (chống sét van khử từ) ở thanh góp điện áp máy phát điện, PBC hay PB II sau cuộn kháng, trên các đường dây: PT_2 cách PT_1 300m. Trên thanh góp của trạm, ngoài chống sét ống còn đặt thêm điện dung khoảng 1μF. Chiều dài cáp nối không dưới 50m.

TT	Sơ đồ chống sét	Đối tượng bảo vệ	Đặc tính chống sét
7		Điện áp 35 ÷ 110 kV. Trạm hạ áp chính 35 ÷ 110 kV.	Đặt PBC ở thanh góp, PT Φ hay PTB Π ở đầu vào và ở cuối phần dây chống sét. Đoạn vào của đường dây trên không được bảo vệ bằng dây chống sét. Nếu đoạn vào được chắn bởi các công trình biến áp ở quanh thì không nhất thiết phải bảo vệ bằng cột chống sét. Chống sét đặt dưới dao cách ly chung với máy biến điện áp đo lường.
8		Trạm hạ áp chính 35 ÷ 110 kV theo sơ đồ đơn giản dùng dao ngắn mạch thay cho máy cắt.	Đặt PBC không cần dao cách ly
9		Trạm hạ áp phân xưởng dẫn sâu 35kV có máy biến áp tới 630kVA.	Đặt PBC ở thanh góp của trạm, Pt hoặc PTB ở đầu vào trạm và ở cách 200m

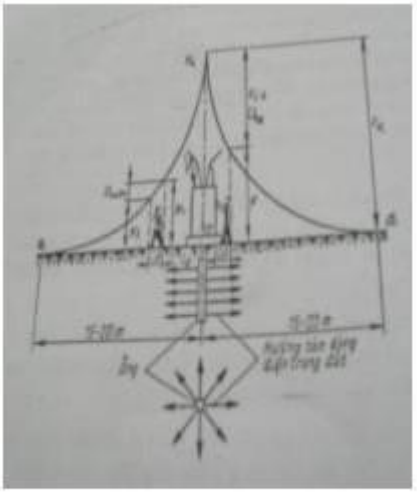
TT	Sơ đồ chống sét	Đối tượng bảo vệ	Đặc tính chống sét
10		Trạm bơm của xí nghiệp công nghiệp có động cơ 3 ÷ 10 kV cấp bằng đường dây trên không, không qua máy biến áp hạ áp (không có trạm cung cấp chính ở trạm bơm)	Đặt PBM ở thanh góp của trạm với điện dung khoảng 1μF; trên đường dây cung cấp điện đặt PT.
11		Đối với tất cả các trạm có đặt tụ nối với thanh góp, khi đầu vào là đường dây trên không.	Đặt PT ở các đường dây trên không cách thanh góp của trạm 150 ÷ 200m và PBC hoặc PBM ở thanh góp.

2.2.6. Nối đất.

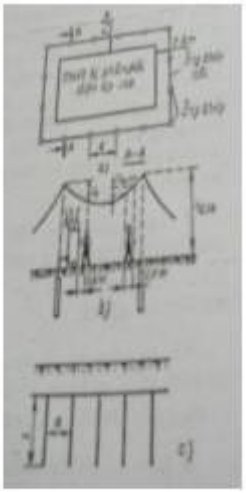
Hệ thống cung cấp điện làm nhiệm vụ truyền tải và phân phối điện năng đến các hộ dùng điện. Do vậy nên đặc điểm quan trọng của nó là phân bố trên điện tích rộng và thường xuyên có người làm việc với các thiết bị điện. Cách điện của các thiết bị điện bị chọc thủng, người vận hành không tuân theo các nguyên tắc an toàn.v.v…là những nguyên nhân chính dẫn đến tai nạn điện giật. Sét đánh trực tiếp hoặc gián tiếp vào thiết bị điện không những làm hư hỏng các thiết bị điện mà còn gây nguy hiểm cho người vận hành. Do đó trong hệ thống cung cấp điện nhất thiết phải có biện pháp an toàn chống điện giật và chống sét. Một trong những biện pháp an toàn có hiệu quả và tương đối đơn giản là thực hiện việc nối đất cho thiết bị điện và đặt các thiết bị chống sét.

Trang bị nối đất bao gồm các điện cực và các dây dẫn nối đất. Các điện cực nối đất bao gồm điện cực thẳng đứng được đóng sâu vào trong đất và điện cực ngang được chôn ngầm ở một độ sâu nhất định. Các dây nối đất được dùng để nối liền các thiết bị với các bộ phận nối đất.

Khi có trang bị nối đất, dòng điện ngắn mạch xuất hiện do cách điện của thiết bị điện bị hư hỏng, sẽ chảy qua vỏ thiết bị theo dây dẫn nối đất xuống các điện cực và chạy tản vào trong đất (hình 3-19).



Hình 3-19. Phân bố điện thế khi dòng điện chạy trong đất qua một thanh nối đất đóng thẳng đứng



Hình 3-20. Phân bố điện cực nối đất thẳng đứng thành hàng theo hình vòng

Nếu tay người hoặc các bộ phận nào đó của cơ thể người chạm vỏ thiết bị thì điện áp tiếp xúc Utx là điện áp giữa chỗ chạm ở cơ thể người với chân người được xác định:

$$U_{tx} = \phi d - \phi \qquad (3\text{-}63)$$

Với: ϕd: là điện thế lớn nhất tại điểm 0.

ϕ : là thế tại điểm trên mặt đất, chỗ chân người đứng.

Khi người đi đến gần thiết bị bị hỏng cách điện thì xuất hiện điện áp bước giữa hai chân U_b.

Điện áp bước được xác định:

$$U_b = \phi 1 - \phi 2. \qquad (3\text{-}64)$$

Để tăng an toàn, tránh khi U_{tx} và U_b còn khá lớn có thể gây nguy hiểm đến tính mạng người, ta phải có một sơ đồ nối đất hợp lý (hình 3-20)

2.2.7. Tính toán trang bị nối đất.

+ Các loại nối đất

Có hai loại nối đất: nối đất tự nhiên và nối đất nhân tạo.

- Nối đất tự nhiên:

Là loại sử dụng các loại ống dẫn nước hay các ống bằng kim loại khác đặt trong đất, các kết cấu kim loại của công trình nhà cửa có nối đất, các vỏ bọc kim loại của cáp đặt trong đất.v.v...làm trang bị nối đất. Khi xây dựng trang bị nối đất cần phải tận dụng những vật liệu tự nhiên có sẵn. Điện trở nối đất này được xác định bằng cách đo thực tế tại chỗ hay dựa theo những tài liệu để tính gần đúng.

- Nối đất nhân tạo:

Thường được thực hiện bằng cọc thép, thanh thép dẹt hình chữ nhật hay hình thép góc dài từ 2 đến 3m đóng sâu xuống đất sao cho đầu trên của chúng cách mặt đất khoảng 0.5 đến 0.7m. Để chống ăn mòn kim loại, các ống thép các thanh thép dẹt hay các thép góc có chiều dày không nên bé hơn 4mm.

Dây nối đất cần có tiết diện thoả mãn độ bền cơ khí và ổn định nhiệt, chịu được dòng điện cho phép lâu dài. Dây nối đất không được bé hơn 1/3 tiết diện dây dẫn pha, thường dùng cọc tiết diện 120mm^2, nhôm 35mm^2 hoặc đồng 25mm^2 .

Điện trở nối đất của trang bị nối đất không được lớn hơn các trị số đã qui định trong các quy phạm.

+ Một số giá trị điện trở nối đất chuẩn

Đối với lưới điện trên 1000V có dòng chạm đất lớn, nghĩa là trong các mạng có điểm trung tính trực tiếp nối đất qua một điện trở nhỏ (mạng điện 110kV trở lên) thì khi xảy ra ngắn mạch, bảo vệ rơ le tương ứng sẽ cắt bộ phận hư hỏng hay thiết bị điện bị sự cố ra khỏi mạng điện. Sự xuất hiện điện thế trên các trang bị nối đất khi ngắn mạch chạm đất chỉ có tính chất tạm thời. Xác suất xẩy ra ngắn mạch chạm đất đồng thời tại thời điểm có người tiếp xúc với vỏ thiết bị có mang điện áp rất nhỏ nên quy phạm không quy định điện áp lớn nhất cho phép mà chỉ đòi hỏi ở bất kỳ thời điểm nào trong năm của trang bị nối đất cũng thoả mãn $R_d \leq 0.5\ \Omega$.

Trong mạng điện có dòng chạm đất lớn, buộc phải nối đất nhân tạo trong mọi trường hợp không phụ thuộc vào nối đất tự nhiên, điện trở nối đất không được lớn hơn 1 Ω .

Ở lưới điện có điện áp lớn hơn 1000V, trung tính không nối đất trực tiếp hoặc nối đất qua cuộn dập hồ quang, thường bảo vệ rơ le không tác động cắt các bộ phận hay thiết bị điện có chạm đất một pha. Do vậy nên chạm một pha có thể kéo dài, điện áp U_N trên thiết bị cũng tồn tại lâu dài làm tăng xác xuất người tiếp xúc với thiết bị có điện áp. Do đó quy phạm quy định điện trở của trang thiết bị nối đất tại thời điểm bất kỳ trong năm như sau:

- Khi dùng trang bị nối đất chung cho cả điện áp dưới và trên 1000V:

(3-65)

$$R_d \leq \frac{125}{I_d}$$

- Khi dùng riêng trang bị nối đất cho các thiết bị có điện áp trên 1000V:

(3-66)

$$R_d \leq \frac{250}{I_d}$$

Ở đây: d

125 và 250: là điện áp nhỏ nhất cho phép của trang bị nối đất. Id: là dòng điện tính toán chạm đất một pha.

Trong cả hai trường hợp này điện trở nối đất không vượt quá 10 Ω .

Đối với mạng điện có điện áp dưới 1000V, điện trở nối đất tại mọi thời điểm trong năm không vượt quá 4 Ω (riêng với các thiết bị nhỏ, công suất tổng của máy phát điện và máy biến áp không quá 100KVA cho phép đến 10 Ω).

Nối đất của dây trung tính trong mạng 380/220V phải có điện trở không được quá 10Ω .

Đối với thiết bị điện áp cao hơn 1000V có dòng chạm đất bé và các thiết bị có điện áp đến 100V nên sử dụng nối đất tự nhiên có sẵn.

Đối với đường dây tải điện trên không, cần nối đất các cột thép và cột sắt của tất cả các đường dây tải điện 35kV , còn các đường dây 3-20kV chỉ cần nối đất ở khu dân cư. Cần nối đất tất cả các cột bê tông cốt thép, cột sắt, cột gỗ của tất cả các loại đường dây ở mọi cấp điện áp khi có đặt thiết bị bảo vệ chống sét hay dây chống sét. Điện trở nối đất cho phép của cột phụ thuộc vào điện trở suất của đất và bằng 10-30 .

Trên các đường dây ba pha bốn dây, điện áp 380V/220V có điểm trung tính trực tiếp nối đất, các cột sắt, xà sắt của cột bê tông cốt thép cần phải nối với dây trung tính.

Trong các mạng điện có điện áp dưới 1000V, có điểm trung tính cách điện, các cột sắt và bê tông cốt thép cần có điện trở nối đất không quá 50 Ω .

Điện trở nối đất chủ yếu xác định bằng điện trở suất của đất, hình dạng kích thước điện cực và độ chôn sâu trong đất. Điện trở suất của đất phụ thuộc vào thành phần, mật độ, độ ẩm và nhiệt độ của đất và chỉ có thể xác định chính xác bằng đo lường. Các trị số gần đúng của điện trở suất của đất ρ dat tính bằng [Ω cm] như sau:

- Đất sét, đất sét lẩn sỏi (độ dày của lớp đất sét từ 1 đến 3m): $\rho_{dat} = 1.10^4$.

- Đất vườn, đất ruộng: $\rho_{dat} = 0,4.10^4$.

- Đất bùn: $\rho_{dat} = 0,2.10^4$.

- Cát: $\rho_{dat} = (7 \div 10).10^4$.

- Đất lẫn cát: $\rho_{dat} = (3 \div 5) .10^4$.

Điện trở suất của đất không luôn cố định trong năm mà thay đổi do ảnh hưởng của độ ẩm và nhiệt độ của đất. Do vậy, điện trở của trang bị nối đất cũng thay đổi.

Vì vậy trong tính toán nối đất phải dùng điện trở suất tính toán là trị số lớn nhất trong năm.

$$\rho_{tt} = K.\ \rho_{dat} \qquad (3\text{-}67)$$

Ở đây:

K là hệ số tăng cao, phụ thuộc vào điều kiện khí hậu ở nơi sẽ xây dựng trang bị nối đất, và được quy định như bảng 3.21.

Bảng 3-21. Hệ số K hiệu chỉnh tăng cao điện trở suất của đất

Loại cọc nối đất	Loại đất		
	Đất rất ước	Đất ước trung bình	Đất khô
- Các thanh dẹt nằm ngang (điện cực ngang) đặt ở độ sâu cách mặt đất (0,3 ÷ 0,5)m	6,5	5,0	4,5
- Thanh dẹt chôn nằm ngang mặt đất ở độ sâu (0,5 ÷ 0,8)m	3,0	2,0	1,6
- Cọc đóng thẳng đứng đóng ở độ sâu cách mặt đất ≥ 0,8m	2,0	1,5	1,4

+ Tính toán nối đất nhân tạo

Điện trở nối đất được hiện khi nối đất tự nhiên không thỏa mãn điện trở nối đất cho phép $R_{nđ}$ của trang bị nối đất. Khi đó điện trở nối đất nhân tạo được tính theo công thức sau:

$$R_{nt} = \frac{R_{nđ} * R_{TN}}{R_{TN} - R_{nđ}} \qquad (3\text{-}68)$$

Ta biết nối đất nhân tạo gồm hệ thống các cọc đóng thẳng đứng (điện cực thẳng đứng) và thanh đặt nằm ngang (điện cực ngang) được xác định theo công thức:

$$R_{nt} = \frac{R_đ * R_{ng}}{R_đ + R_{ng}} \qquad (3\text{-}69)$$

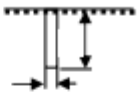
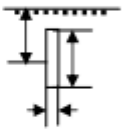
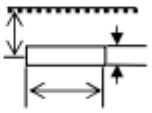
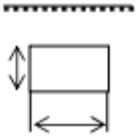
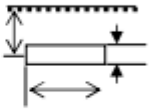
Trong đó:

$R_đ$: điện trở khuếnh tán của hệ thống cọc thẳng đứng.

R_{ng}: điện trở khuếnh tán của hệ thống cọc chôn ngang.

Các công thức xác định điện trở khuếch tán của các điện cực khác nhau cho trong (bảng 3-22).

Bảng 3-22. Công thức xác định điện trở khuếch tán của các điện cực khác nhau

Kiểu nối đất	Cách đặt điện cực	Công thức tính, tính bằng (Ω)	Chú thích
Chôn thẳng đứng, làm bằng thép tròn đầu trên tiếp xúc với mặt đất		$R_d = \frac{0,366}{l}\rho_u \lg\frac{4l}{d}$	l > d
Chôn thẳng đứng, làm bằng thép tròn đầu trên nằm sâu cách mặt đất một khoảng.		$R_d = \frac{0,366}{l}\rho_u\left(\lg\frac{2l}{d}+\frac{1}{2}\lg\frac{4t+l}{4t-l}\right)$	l > d
Chôn nằm ngang làm bằng thép dẹt, dài nằm sâu cách mặt đất một khoảng		$R_{ng} = \frac{0,366}{l}\rho_u \lg\frac{2l^2}{bt}$	$\frac{l}{2t} \geq 2,5$ b: chiều rộng của thanh dẹt, nếu điện cực tròn có đường kinh d thì b = 2d
Tấm chôn thẳng đứng sâu cách mặt đất một khoảng		$R_d = 0,25\frac{\rho_u}{\sqrt{ab}}$	a và b là kích thước dài và rộng của tấm
Vành xuyến, làm từ thép dẹt đặt nằm ngang sâu cách mặt đất một khoảng.		$R_{ng} = \frac{\rho_u}{2\pi^2 D}\ln\frac{8D^2}{bt}$	b: chiều rộng của cực t < D/2 Nếu điện cực tròn có đường kinh D thì b = 2d
Đối với thép góc D = 0,95.b Với: b là bề rộng các cạnh thép góc.			

Khi xác định điện trở nối đất tổng của toàn bộ mạch vòng cần phải xét tới ảnh hưởng của màng che giữa các cọc. Trong trường hộp này, ta có hệ số sử dụng của các điện cực đứng η d và điện cực ngang hay thanh nằm ngang η ng , được cho trong

(bảng 3-23).

Số cọc chôn thẳng đứng	Tỉ số a/l (a là khoảng cách giữa các cọc, l là chiềudài cọc)					
	1		2		3	
	η_d	η_{ng}	η_d	η_{ng}	η_d	η_{ng}
A. Khi các cọc đặt theo chu vi mạch vòng						
4	0,69	0,45	0,78	0,55	0,85	0,70
6	0,62	0,40	0,73	0,48	0,80	0,64
8	0,58	0,36	0,71	0,43	0,78	0,60
10	0,55	0,34	0,69	0,40	0,76	0,56
20	0,47	0,27	0,64	0,32	0,71	0,47
30	0,43	0,24	0,60	0,30	0,68	0,41
50	0,4	0,21	0,56	0,28	0,66	0,37
70	0,38	0,20	0,54	0,26	0,64	0,35
100	0,35	0,19	0,52	0,24	0,62	0,33
B. Khi các cọc đặt thành dãy	0,78	0,80	0,86	0,92	0,91	0,95
3	0,74	0,77	0,83	0,87	0,88	0,92
4	0,70	0,74	0,81	0,86	0,87	0,90
5	0,63	0,72	0,77	0,83	0,83	0,88
6	0,59	0,62	0,75	0,75	0,81	0,82
10	0,54	0,50	0,70	0,64	0,78	0,74
15	0,49	,042	0,68	0,56	0,77	0,68
20	0,43	0,31	0,65	0,46	0,75	0,58
30						

Điện trở khuếch tán của n cọc có xét đến ảnh hưởng màn che được tính theo:

$$R_d = \frac{R_{1d}}{n * \eta_d} \qquad (3\text{-}70)$$

Ở đây:

R_{1d}: điện trở của một cọc hay một điện cực thẳng đứng.

η d : hệ số sử dụng của các cực thẳng đứng.

Điện trở khuếch tán của thanh nằm ngang nối giữa các cực đóng thẳng đứng có xét đến ảnh hưởng màn che:

$$R_{ng} = \frac{R'_{ng}}{\eta_{ng}} \qquad (3\text{-}71)$$

Ở đây: R_{ng}' là điện trở khuếch tán của thanh nối chưa xét tới ảnh hưởng màn che η ng là hệ số sử dụng của thanh nối nằm ngang.

+ Các sơ đồ nối đất

- Sơ đồ TT:

Phương pháp nối đất: điểm nối sao của nguồn sẽ được nối trực tiếp với

đất. Các bộ phận cần nối đất và vật dẫn tự nhiên sẽ nối chung tới cực riêng biệt nối đật riêng biệt của lưới. Điện cực này có thể độc lập hoặc phụ thuộc với điện cực của nguồn, hai vùng ảnh hưởng có thể bao trùm lẫn nhau mà không liên quan đến tác động của các thiết bị bảo vệ.

Bố trí dây PE: dây PE riêng biệt với dây trung tính và có tiết diện được xác định theo dòng sự cố lớn nhất có thể xảy ra.

Bố trí bảo vệ chống chạm điện gián tiếp: mạch sẽ được tự động ngắt khi hư hỏng cách điện. Trên thực tế, các RCD sẽ đảm bảo chức năng này. Dòng tác động của nó sẽ nhỏ do điện trở mắc nối tiếp của hai điện cực nối đất.

Hỏa hoạn: sử dụng RCD với dòng lớn hoặc bằng 500mA sẽ tránh được hỏa hoạn do điện.

- Sơ đồ TN:

+ Sơ đồ TN-C:

Dây trung tính là dây bảo vệ và được gọi là PEN. Sơ đồ này không được phép sử dụng đối với các dây nhỏ hơn $10mm^2$ và $16mm^2$ và với thiết bị điện cầm tay. Sơ đồ này đòi hỏi một sự đẳng thế hiệu quả trong lưới điện với nhiều điểm nối đất lập lại. Các vỏ thiết bị và vật dẫn tự nhiên sẽ nói với dây trung tính.

Cách lắp PE: dây trung tính và PE được sử dụng chung được gọi là dây PEN. Bố trí dây bảo vệ chống chạm điện gián tiếp: sơ đồ có dòng chạm vỏ và điện áp tiếp xúc lớn nên:

Có thể ngắt điện trong trường hợp hỏng cách điện.

Ngắt điện bằng CB, RCD sẽ không được sử dụng vì sự cố hư hỏng cách điện được coi như là ngắn mạch pha - trung tính.

Chống cháy: sơ đồ TN-C không dùng nơi có khả năng cháy nổ cao. Nguyên nhân là khi nối các vật dẫn tự nhiên của tòa nhà với dây PEN sẽ tạo nên dòng chạy trong công trình gây hiểm họa cháy và nhiễu điện từ.

Bố trí bảo vệ chống chạm điện gián tiếp trong sơ đồ có dòng sự cố và điện áp tiếp xúc lớn:

Tự động ngắt nguồn khi có hư hỏng cách điện;

CB hoặc cầu chì sẽ đảm bảo việc này.

+ Sơ đồ TN-S:

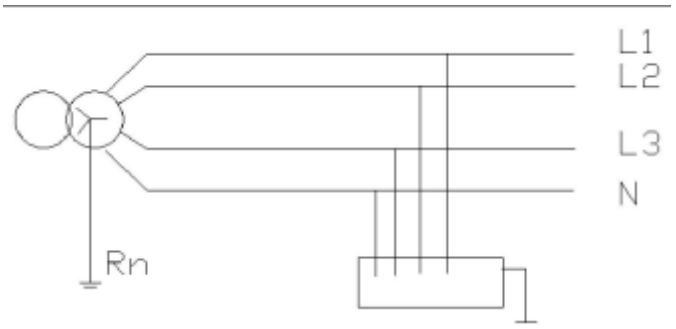
Dây bảo vệ và trung tính là riêng biệt. Đối với cáp có vỏ bọc chì, dây bảo vệ thường là vỏ chì. Sơ đồ TN-S là bắt buộc đối với mạch có tiết diện nhỏ hơn$10mm^2$ (Cu); $16mm^2$ (Al) hoặc các thiết bị di động.

Cách nối đất: điểm trung tính của biến áp được nối đất một lần tại đầu vào của lưới. Các vỏ kim loại và vật dẫn tự nhiên sẽ được nối với dây bảo vệ PE. Dây này sẽ được nối với trung tính của biến áp.

Bố trí dây PE: dây PE cách biệt với dây trung tính và được định kích cỡ

theo

dòng sự cố lớn nhất có thể xẩy ra.



Bố trí bảo vệ chống chạm điện: do dòng sự cố và điện áp tiếp xúc lớn nên:

Tự động ngắt điện khi có hư hỏng cách điện;

Các CB, cầu chì đảm bảo nhận vai trò này, hoặc các RCD, vì bảo vệ chống chạm điện tách biệt với bảo vệ ngắn mạch pha-pha hoặc pha trung tính.

Sử dụng RCD với dòng tác động 500 mA sẽ tránh hư hỏng về điện.những hư hỏng này xẩy ra do hư hỏng cách điện hoặc ngắn mạch qua tổng trở.

+ Sơ đồ TN-C-S:

Sơ đồ TN-C và TN-S có thể được dùng cùng trong một lưới. Trong sơ đồ TNC-S, sơ đồ TN-C không bao giờ được sử dụng sau sơ đồ TN-S. Điểm phân dây PE

tách khỏi dây PEN thường là điểm đầu của lưới.

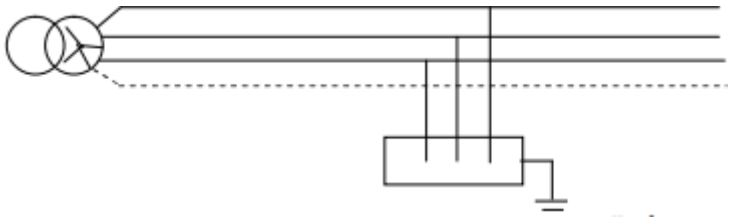
- Sơ đồ IT:

Cách nối đất: điểm trung tính của máy biến áp được cách ly với đất hoặc nối đất qua điện trở và bộ phận quá áp. Trong điều kiện bình thường, áp của nó gần bằng với áp của vỏ thiết bị qua điện dung rò so với đất của mạch và thiết bị. Vỏ các thiết bị và vật dẫn tự nhiên của tòa nhà sẽ được nối tới điện cực nối đất riêng.

Bố trí dây PE: dây PE sẽ được tách với dây trung tính và được định cỡ theo dòng sự cố lớn nhất có thể.

Bố trí chống chạm gián tiếp: dòng sự cố khi chỉ có sự hư hỏng cách điện thường thấp và không nguy hiểm.

Khó có khả năng đồng thời xẩy ra sự cố tại hai điểm nếu mạng được lắp đặt một thiết bị giám sát cách điện bảo vệ và báo tín hiệu khi xảy ra sự cố thứ nhất, từ đó có thể định vị chính xác và loại trừ nó.



Kết luận: không có một sơ đồ nào đa dụng cả. Khi lựa chọn sơ đồ nối đất cần phân tích các trường hợp riêng biệt và sự lựa chọn cuối cùng dựa theo các ràng buộc đặc biệt của lưới điện. Phương án lưa chọn cần thoả mãn các tiêu chuẩn cơ bản sau:

- Chống điện giật.

- Chống hoả hoạn do điện.

- Cung cấp điện liên tục.

- Bảo vệ chống quá áp.

- Bảo vệ chống nhiễu điện từ.

+ Trình tự tính toán nối đất

Trình tự tính toán như sau:

-Xác định điện trở nối đất cho phép cần thiết [Rđ] tiêu chuẩn (theo những giá trị điện trở nối đất chuẩn)

- Xác định điện trở nối đất tự nhiên Rtn (bằng cách đo thực tế tại công trình)

- Nếu $R_{tn} < [R_đ]$ như đã nêu ở phần trên, trong các thiết bị cao áp trên 1000V có dòng chạm đất bé và trong các thiết bị điện áp dưới 1000 V thì không cần đặt thêm nối đất nhân tạo. Còn trong các thiết bị điện áp trên 1000 V có dòng điện chạm đất lớn, nhất thiết phải dùng nối đất nhân tạo với điện trở không lớn hơn 1 Ω .

Nếu $R_{tn} > [R_đ]$ thì phải xác định nối đất nhân tạo.

-Qui định diện tích bố trí các điện cực, chọn số lượng và kích thước các điện cực đóng thẳng đứng và các điện cực ngang; chú ý đến việc giảm điện áp bước và điện áp tiếp xúc; tính điện trở khuếch tán của cọc, thanh nằm ngang và toàn bộ hệ thống nối đất theo các công thức trên.

-Đối với thiết bị điện áp cao hơn 1000 V có dòng chạm đất lớn phải kiểm tra độ bền nhiệt của dây theo công thức:

$$S = I_{\infty} \frac{\sqrt{t_{qd}}}{c} \qquad (3\text{-}72)$$

Ở đây: I_{∞} là dòng điện ngắn mạch xác lập, trong tính toán lấy dòng điện lớn nhất đi qua dây dẫn khi ngắn mạch ở thiết bị đang xét hoặc là ngắn mạch một pha

chạm đất.

t_{qd} là thời gian qui đổi hay thời gian giả thiết của dòng điện đi vào đất, [giây].

C là hằng số.

- Đối với thép: C = 74.
- Dây đồng trần: C = 195.
- Dây cáp ruột đồng, điện áp dưới 10kV: C = 182.
- Dây nhôm trần và cáp ruột nhôm điện áp dưới 10kV: C = 112.

Ví dụ 1: Tính toán nối đất mạch vòng cho trạm 110/10kV, với các số liệu như sau:

Dòng điện lớn nhất đi qua vật nối đất khi ngắn mạch chạm đất ở phía 110kV là 3,2kA; Dòng điện lớn nhất đi qua vật nối đất khi ngắn mạch ở phía 10kV là 42kA; Loại đất ở nơi đặt trạm là đất sét. Để nối đất phụ ta sử dụng hệ thống cáp – cọc có điện trở nối đất là 1,2 Ω .

Giải

Ở phía 110kV, yêu cầu điện trở nối đất bằng 0,5 Ω .

Ở phía 10kV, ta xác định Rnđ bằng biểu thức:

$$R_{nd} \le \frac{125}{I_d} = \frac{125}{42} \approx 3\Omega$$

Ở đây điện áp tính toán trên thiết bị nối đất: Utt = 125 V, vì dùng trang bị nối đất chung cho cả điện áp dưới và trên 1000 V.

Điện trở nối đất nhân tạo khi xét đến sử dụng hệ thống cáp cọc có điện trở nối đất phụ là 1,2 Ω .

$$R_{NT} = \frac{R_{nd} * R_{TN}}{R_{TN} - R_{nd}} = \frac{0,5.1,2}{1,2-0,5} = 0,857\Omega$$

Để tính toán sơ bộ, ta lấy:

- Điện trở suất của đất tại chỗ đặt tiếp đất (đất sét – Tra bảng: 10^4 Ω cm).

-Đối với điện cực ngang khi chôn sâu 0,3 ÷ 0,5m, đất khô: Hệ số tăng cao hiệu chỉnh K = 4,5

- Đối với điện cực đóng thẳng đứng dài 2 ÷ 3m đóng ở độ sâu cách mặt đất ≥ 0,8m là

K = 1,4 (đối với đất khô).

-Điện trở suất tính toán đối với điện cực ngang: $\rho_{ttngang} = 4{,}5.10^4\ \Omega$ cm

-Điện trở suất tính toán đối với điện cực thẳng đứng : $\rho_{tt\ đứng} = 1{,}4\ .10^4\ \Omega$ cm

Xác định điện trở tản của một điện cực thẳng đứng dùng thép góc L50, dàI 2,5 m khi chôn sâu cách mặt đất 0,8 m theo công thức cho ở bảng 3.22:

$$R_{1đứng} = \frac{0,366}{l}\rho_n\left(\lg\frac{2l}{d} + \frac{1}{2}\lg\frac{4t+l}{4t-l}\right)$$

Ở đây:

$d_{đẳng\ trị} = 0,95b = 0,95.0,05 = 0,0475$ m

$$t = 0,8 + \frac{2,5}{2} = 2,05m$$

Vậy: $$R_{1đ} = \frac{0,366}{2,5}.140\left(\lg\frac{2.2,5}{0,0475} + \frac{1}{2}\lg\frac{4.2,05+2,5}{4.2,05-2,5}\right) = 44,52\Omega$$

Xác định sơ bộ nối đất thẳng đứng khi hệ số sử dụng cho cọc thẳng đứng là 0,6

$$\rightarrow n = \frac{44,52}{0,6.0,857} \approx 87\ \text{cọc}$$

Xác định điện trở khuếch tán của điện cực ngang (thép thanh 40 x 4 mm2) được hàn ở đầu trên của thép góc. Hệ số sử dụng thanh nối thành vòng khi số điện cực thẳng đứng bằng 85 cọc (thay = 2 .

vì đã tính sơ bộ: 87 cọc) và tỷ số $\frac{a}{l}$

Tra bảng 3.23 và áp dụng phép nội suy ta được hệ số sử dụng η ngang: 0,25

Điện trở tản của thanh có chu vi vòng: L = 85a = 85 . 2 . 2,5 = 425 m. Theo biểu thức 3.71 và ở bảng 3.22, ta được:

$$R_{ng} = \frac{1}{\eta_{ng}}.R'_{ng} = \frac{1}{\eta_{ng}}.\frac{0,366}{1}\rho_n \lg\frac{2l^2}{bt}$$

$$R_{ng} = \frac{1}{0,25}.\frac{0,366.450}{425}.\lg\frac{2.425^2}{0,04.0,8} = 9,688\Omega$$

Tính chính xác điện trở của điện cực thẳng đứng:

$$R_đ = \frac{0,857.9,688}{9,688-0,857} = 0,940\Omega$$

Tính chính xác số điện cực thẳng đứng khi hệ số sử dụng $\eta_đ$ lấy từ bảng 3.23 khi $\frac{a}{l} = 2$ và n = 85, lúc đó $\eta_đ = 0,53$.

$$n = \frac{44,52}{0,53.0,94} \approx 89\ \text{cọc.}$$

đứng theo Cuối cùng ta lấy 89 thanh ghép góc 50 x 50 x4 làm 89 điện cực thẳng Kiểm tra độ bền nhiệt của thanh 40 x 4mm2. tiết diện bé

nhất của thanh

điều kiện bền nhiệt khi xảy ra ngắn mạch chạm đất theo công thức (3.72) với thời

gian qui đổi dòng điện ngắn mạch chạy qua $t_{qđ}$ = 1,1s:

$$S = I_{\infty}\frac{\sqrt{t_{qd}}}{c} = 3200\frac{\sqrt{1.1}}{74} = 45{,}5mm^2$$

Do đó, tiết diện 40 x 4mm^2 = 160mm^2 thỏa mã điều kiện bền nhiệt.

Ví dụ 2: Tính toán nối đất lặp lại ở cuối đường dây 380V/220V có trung tính nối đất, công suất của máy biến áp cung cấp là 100kVA, đặt trong vùng đất có $\rho_{đ0}$ =2.10^4 Ω cm, hệ số tăng cao K = 2 đối với thanh nằm ngang và K = 1,5 đối với điện cực thẳng đứng. Ở đây không có nối đất tự nhiên.

Giải

Theo qui phạm đối với máy biến áp công suất 100kVA, điện trở nối đất lặp lại

không được vượt quá 10 Ω .

Trước tiên ta ước đoán sơ bộ dùng 10 điện cực thẳng đứng dùng thép góc L60x60x6 dài l = 2,5m.

Điện trở khuếch tán của một cọc là:

$$R_{1đ} = \frac{0{,}366}{l}\rho_{đo}K\left(\lg\frac{2l}{d} + \frac{1}{2}\lg\frac{4t+l}{4t-l}\right)$$

$$R_{1đ} = \frac{0{,}366}{2{,}5}200.1{,}5\left(\lg\frac{2.2{,}5}{0{,}95.0{,}06} + \frac{1}{2}\lg\frac{4.2{,}05+2{,}5}{4.2{,}05-2{,}5}\right)$$

Ở đây:

$$t = 0{,}8 + \frac{2{,}5}{2} = 2{,}05m$$

$$đ_{đặng\ trị} = 0{,}95b = 0{,}95\ .\ 0{,}06.$$

$$R_{1đ} \approx 84\Omega.$$

Các cọc được đóng thành mạch vòng, cách nhau a = 2l = 5m (vì $\frac{a}{l} = 2$), tra bảng 3.23 ta được:

$$\eta_đ = 0{,}69$$

Điện trở khuếch tán của cả 10 cọc:

$$R_đ = \frac{84}{10.0{,}69} = 12\Omega$$

Thanh nối dùng thép tròn có đường kính 8 mm, chiều dài thanh nối tính đến cột điện gần bằng 60 m (l = 6000 cm) và được chôn sâu 0,8 m = 80 cm. Điện trở khuếch tán của thanh nối nằm ngang khi chưa xét đến ảnh hưởng màn che:

$$R'_{ng} = \frac{0{,}366}{6000}.20000.2.\lg\frac{2.6000^2}{2.80.0{,}8} \approx 14{,}3\Omega$$

(Ở đây ta dùng công thức 3 ở bảng 3.22 với b = 2d)

Hệ số sử dụng của điện cực ngang tra theo bảng 5.8, số cọc 10, với $\frac{a}{l} = 2$ được

$\eta_{ngang} = 0,4$.

Điện trở khuếch tán của thanh ngang:

$$R_{ngang} = \frac{14,3}{0,4} = 36,2\Omega$$

Điện trở nối đất của trang bị nối đất.

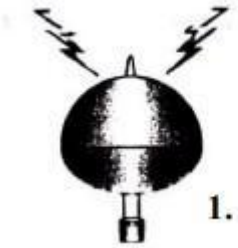
$$R = \frac{12.36,2}{12+36,2} \approx 9\Omega < [10\Omega]$$

Do vậy số cọc chọn 10 cọc là phù hợp.

2.2.8. Giới thiệu một số nét về kỹ thuật chống sét mới xuất hiện gần đây trên thế giới.

a. Phương pháp chống sét hiện đại theo tiêu chuẩn Úc:

Theo như tiêu chuẩn Úc cho thấy người kỹ sư khi thiết kế phải nghiên cứu nội dung 6 điểm sau đây để hoàn tất công việc bảo vệ toàn bộ.



1: Đón bắt sét đánh trên những đầu thu sét đặt trong không trung.



2: Truyền dẫn dòng điện sét đi xuống đất một cách bảo đảm.



3: Hệ thống nối đất có điện trở thấp làm tiêu tán năng lượng sét vào trong đất dễ dàng.



4: Việc loại trừ các vòng mạch (lưới) nằm trong đất và sự chênh lệch điện thế đất bằng cách tạo nên một tổng trở thấp, hệ thống nối đất đẳng thế.



5: Bảo vệ trang thiết bị được nối đến các đường dây điện lực khỏi bị ảnh hưởng tăng vọt và quá trình quá độ, đề phòng hư hỏng trang thiết bị và đình trệ sản xuất.



6: Bảo vệ các mạch điện thoại, mạch dữ liệu và mạch tín hiệu đưa đến khỏi bị ảnh hưởng tăng vọt và qua trình quá độ, đề phòng hư hỏng thiết bị và ngừng phục vụ.

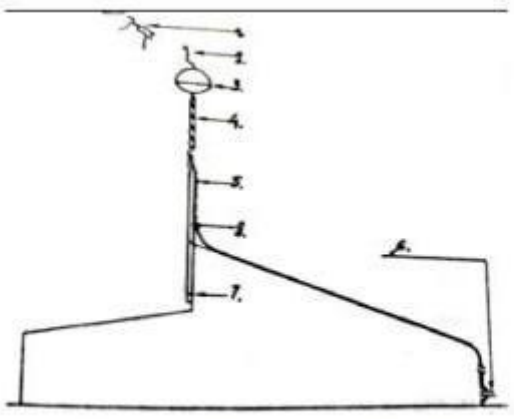
Cụ thể của từng điểm như sau:

● Điểm 1: Đón bắt sét đánh trên những đầu thu sét đặt trong không trung.

+ Vai trò của đầu thu trong không trung là khi có dấu hiệu sét đánh nó sẽ phóng một dòng dẫn đưa lên phía trên để đón bắt sét một cách hiệu quả.

+ Khả năng của cột thu lôi kiểu Franklin là tập trung trường điện và tạo thành dạng quầng điện trường mà chúng ta đã biết. Quầng này chỉ quan sát được ở vùng lân cận đỉnh thu lôi và nó sẽ được giảm nhanh chóng theo khoảng cách.

+ Để đáp ứng tiến bộ kỹ thuật mới và sự đòi hỏi của thị trường, loại không theo tập quán Franklin hay loại tăng cường với đầu thu đón bắt đặt trong không trung đã được nghiên cứu và phát triển áp dụng. Một trong những loại này là quả cầu thu đón bắt sét đặt trong không trung kiểu Dyna. Đây là thiết bị kỹ thuật mới, nó có tác dụng làm giảm bớt sự biến dạng của trường điện và quầng kết quả.



Hình 3-21. Chống sét dùng quả cầu Dyna đặt trong không trung

(Hình 3-21). Giới thiệu hệ thống bảo vệ chống sét với đầu thu đón bắt kiểu quả

cầu Dyna đặt trong không trung theo kỹ thuật mới.

* Ưu điểm của các đầu thu đón bắt đặt trong không trung theo kỹ thuật mới so với những đầu thu theo tập quán kiểu Franklin:

+ Đầu thu theo tập quán kiểu Franklin:

- Đặt cơ sở trên những thiết kế từ năm 1752.

- Mỗi một cột yêu cầu khoảng cách trung bình 5 □ 15 m.

- Hình dáng bên ngoài không hấp dẫn.

- Khó khăn và tốn nhiều thời gian để đặt trang thiết bị.

- Ít tin tưởng trong vận hành.

- Mức độ hiệu quả không rõ rệt.

- Khá đắt tiền do trang thiết bị tiêu tốn khá cao.

+ Đầu thu đón bắt sét theo kỹ thuật mới:

- Đặt cơ sở trên kỹ thuật mới nhất.

- Thông thường chỉ cần có một đầu thu đón bắt sét.

- Hình dáng dễ chấp nhận, không dễ nhận thấy vẻ bên ngoài.

- Dễ đặt trên công trình.

- Dễ dàng trong công tác duy trì bảo quản.

- Hiệu quả hơn và tin tưởng trong vận hành.

- Thành tựu đạt được thể hiện rõ ang.

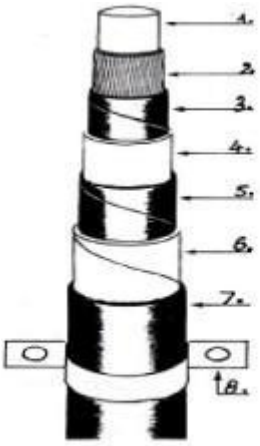
- Rẻ tiền hơn vì thông thường chỉ cần có một đầu thu đã thỏa mãn.

● Điểm 2: Truyền dẫn dòng điện sét đi xuống đất một cách đảm bảo.

+ Đường dây dẫn dòng điện sét xuống hệ thống nối đất được che chở và bảo vệ.

Kỹ thuật gần đây nhất của sự truyền dẫn năng lượng sét xuống đất là dùng một dây dẫn để đưa xuống và dây dẫn này được bảo vệ cách ly. Trong trường hợp này, dây dẫn đưa xuống rõ ràng là hai vành đồng Hình vành khăn, hay còn gọi là vành đồng kép. Đường dây đưa xuống loại mới này có tính dẻo và được bọc bằng nhiều lớp ngăn cách điện như (hình 3-22), do đó làm cho dòng điện sét được ngăn cách khỏi khu vực bị ảnh hưởng mạnh (hình 3-23).

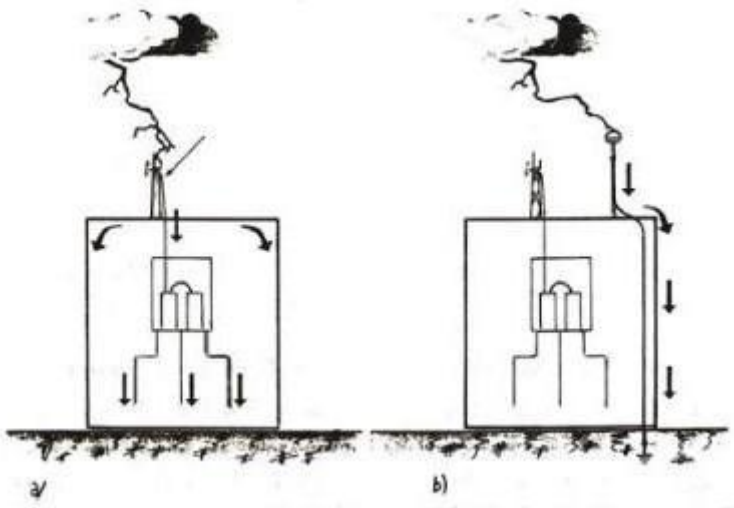
Qua thử nghiệm chỉ cho thấy rằng việc kết hợp khả năng giữa các cấu trúc của lớp bọc với dây đồng dẫn dòng điện sét là nguyên nhân tạo điều kiện cho dòng điện di chuyển trên bề mặt dây dẫn đồng một cách dễ dàng và cũng tạo điều kiện làm giảm sự chênh lệch điện áp.



1. Vật liệu chất dẻo để tăng đường kính hiệu quả của dây dẫn chính (cảm ứng, hiệu quả mặt ngoài).
2. Lớp vành dẫn chính (đồng, tiết diện 50 mm^2)
3. Kiểm tra ứng suất bán dẫn.
4. Lớp ngăn cách điện áp cao polyethylene.
5. Lớp kiểm tra ứng suất bán dẫn điện.
6. Dải màng chắn bằng băng đồng chính.
7. Lớp bọc bằng chất dẻo.
8. Kim loại để giữ và định vị dây dẫn đưa dòng

Hình 3-22. Dây dẫn đưa dòng điện sét xuống đất gồm nhiều lớp, trong đó có phần dẫn chính là vành đồng tiết diện 50mm2 và có màn chắn bằng băng đồng.

Dây dẫn dòng điện sét đi xuống đất loại có bảo vệ này gồm có một dây dẫn chính bằng đồng có tiết diện 50 mm2 (vành đồng chính lớp thứ hai kể từ trong ra). Ưu điểm về phương diện mỹ quan ta thấy rõ rệt.



a. Dòng điện sét chạy khắp công trình.

b. Lộ trình đi xuống đất của dòng sét được bảo vệ do dây 3 trục Loại dây bọc này cũng có thể được dấu kín khi đặt ở bên trong tường.

+ Những ưu điểm tương đối của một dây dẫn đưa dòng điện sét xuống đất được bảo vệ so với dây dẫn đưa xuống loại thông thường như sau:

Dây dẫn đưa xuống loại thường	Loại dây dẫn bọc ba trục (triacial conductor)

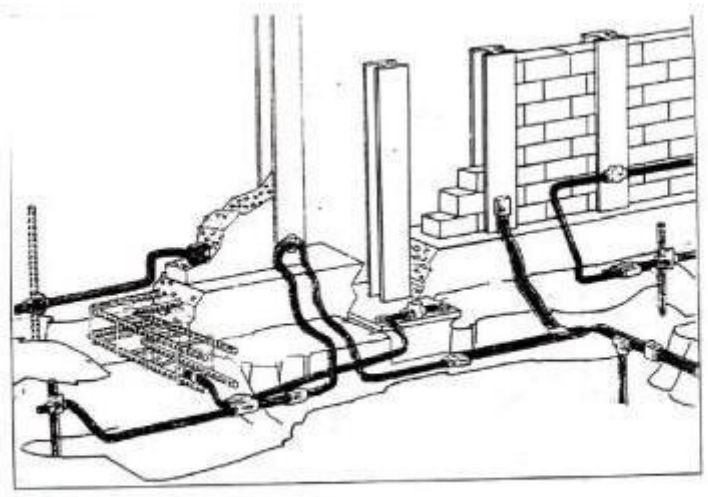
- Mỗi dây dẫn yêu cầu thường quá 30 m, và thường dùng nhiều dây .	- Thông thường chỉ cần có một dây. - Lộ trình dòng điện sét chạy bên

- Lộ trình dòng điện sét chạy bên trong dây có thể làm ảnh hưởng, hư hỏng cấu trúc. - Xác xuất của những sự tăng vọt do cảm ứng của những thiết bị có độ nhạy là cao hơn. - Một số băng đồng trần hay dây đồng trần dẫn sét ở bên ngoài cấu trúc có thể làm xấu mất vẻ thẩm mỹ của công trình. - Yêu cầu có những chi tiết nối ghép bằng kim loại đối với dây dẫn đưa xuống. - Tốn kém vì dùng nhiều dây dẫn đưa xuống	trong không làm ảnh hưởng hư hỏng cấu trúc. - Xác xuất của sự lóe sáng cạnh hầu như được loại trừ. - Làm hài lòng về mỹ quan. - Không yêu cầu những chi tiết nối ghép đặt biệt. - Thông thường rẽ tiền hơn vì chỉ cần có một dây dẫn đưa xuống.

Điểm 3: Hệ thống nối đất có điện trở thấp làm tiêu tán năng lượng sét vào trong đất dễ dàng.

+ Những vật liệu dùng cho hệ thống nối đất có điện trở thấp là phần rất quan trọng làm cho hệ thống bảo vệ chống sét có hiệu quả. Nếu hệ thống nối đất có điện trở càng thấp là tạo dễ dàng cho sự tiêu tán năng lượng của sét vào trong khối đất càng nhanh.

+ Theo tiêu chuẩn của Úc thì mức điện trở tối đa cho phép là 10 Ω đối với hệ thống nối đất chống sét. Điều này có thể đạt được trước tiên là nhờ sự liên kết hệ thống nối đất chống sét với những hệ thống được đặt trong đất khác hoặc liên kết với phần kim loại của cấu trúc được gia cố (Hình MĐ 19-04-24). Người ta luôn luôn tạo mọi điều kiện để đạt được điện trở nối đất là thấp nhất và mong muốn đạt được không quá 1 Ω .



Hình 3-24. Sự liên kết của hệ thống nối đất với các cấu trúc kim loại của công trình và với các hệ thống khác bằng kim loại được đặt trong đất

+ Có rất nhiều phương pháp khác nhau để thực hiện điện trở của hệ thống nối đất chống sét đạt yêu cầu thấp. Hệ thống nối đất tạo thành mạng lưới thông thường bao gồm các điện cực đất, các dải băng và các chi tiết ghép nối với một số xử lí nhân tạo.

+ Trước khi thiết kế hệ thống nối đất thì có một vấn đề liên quan đến các điều kiện địa phương phải nghiên cứu và tìm hiểu rõ ràng như sau:

-Điện trở ở vùng đất: Những số liệu đo và thử nghiệm về đất của địa phương và khu vực.

- Đặc điểm vật lý tạo nên lớp đất: Ví dụ, đá, đất sét, cát... cần xác minh rõ.

-Các chướng ngại nằm trong khu vực: đường xá, cây, rào, các đường cáp ngầm và các dịch vụ có các đường dây chôn ngầm.

-Hệ thống nối đất theo thiết kế này có hậu quả gì đối với hệ thống lưới đang nằm trong đất không.

- Sự gia cố thêm cho cấu trúc có dễ dàng để đạt được không?

- Sự an toàn: Ví dụ, các hố đất thực hiện có bị can thiệp hay không?

Cần nhớ rằng nếu hệ thống nối đất được đặt đúng và thiết kế tốt sẽ tạo nên điện thế bước đạt được sẽ bé nhất.

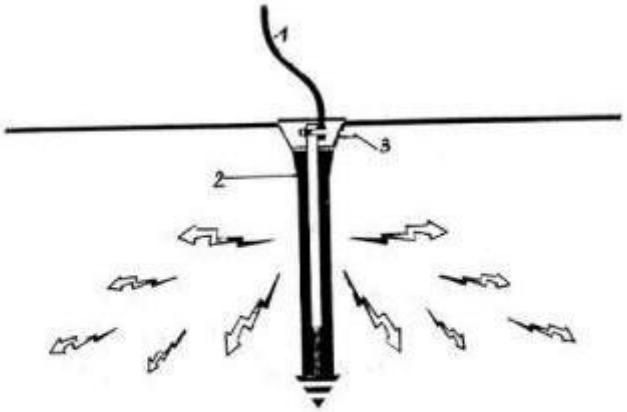
+ Về điện cực yêu cầu phải:

- Đạt được điện trở thấp nhất.

-Có sức bền cơ khí và khả năng chống ăn mòn để có tuổi thọ phục vụ cao đối với bất kỳ môi trường loại nào.

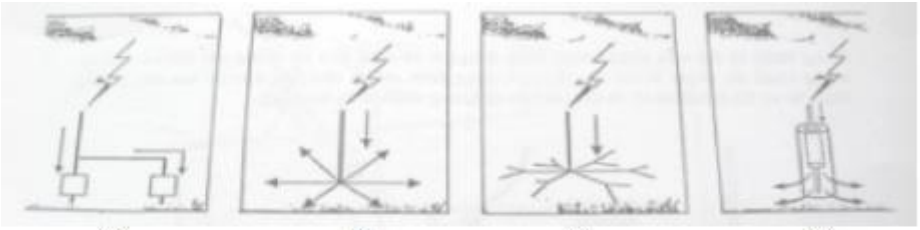
- Có khả năng tải được dòng điện phóng xuống đất của sét và tỏa ra vùng đất xung quanh được dễ dàng.

* Một số ví dụ của hệ thống nối đất như sau: (Hình 3-25 và 3-26).



Hình 3-25. Sự tiêu tán năng lượng dòng sét xuống đất.

1. Dây dẫn bọc biến áp trục loại mới, dẫn dòng sét xuống.
2. Hợp chất tăng cường để giảm điện trở hệ thống nối đất.
3. Hố đất.



Hình3-26a. Một phương pháp có hiệu quả của cọc nối đất – dòng điện đi xuống đất được rẽ nhánh.

Hình 3-26b. Hệ thống nối đất lý tưởng dạng tia dùng cho những nơi có điện trở suất của đất loại trung bình – dòng điện đi xuống đất được phân ra 6 đường.

Hình 3-26c. Hệ thống nối đất lý tưởng dạng tia có chân rết dùng cho những nơi có điện trở suất của đất khá cao – dòng điện đi xuống đấáõe tỏa ra xung quanh một khu vực rộng lớn bằng nhiều tia và nhiều chân rết.

Hình 3-26d. Hệ thống nối đất trong diện tích giới hạn. Người ta khoan những hố sâu. kết quả làm giảm sự tăng điện áp ở bề mặt

+ Đối với những địa điểm không thuận lợi, ví dụ ở những nơi có đá, cát hay đá đất sét lẫn lộn chung, thì người ta sử dụng hợp chất tăng cường tiếp đất. Hợp chất này có tác dụng làm giảm điện trở tiếp đất khá nhiều.

+ Hợp chất tăng cường tiếp đất là hợp chất lý tưởng đối với phương pháp tiếp đất loại này. Hợp chất gồm dung dịch hoá chất có độ dẫn điện tốt mà đối với nó khi đã hòa tan với nước rồi rót vào hệ thống nối đất và vùng đất xung quanh thì nó sẽ trở thành một khối keo đông đặc gelatin tạo nên một khối hệ thống nối đất hoàn thiện.

+ Hợp chất tăng cường tiếp đất điển hình bao gồm hai túi riêng biệt, một túi gồm vật chất cấu tạo từ dung dịch đồng, còn túi kia là hợp chất hóa học có tác dụng giúp cho giai đoạn đông quánh thành thạch.

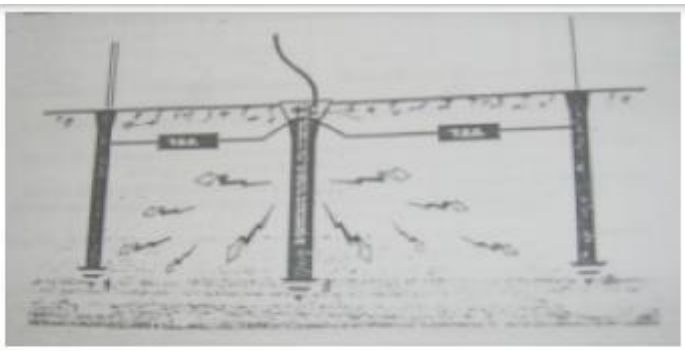
- Điểm 4: Việc loại trừ các vòng mạch (lưới) nằm trong đất và sự chênh lệch điện thế đất bằng cách tạo nên một tổng trở thấp, hệ thống nối đất đẳng thế.

+ Dịch vụ nằm trong đất cũng có thể bao gồm: điện thoại, đường dây cáp

điện, đường dây thông tin hoặc những dịch vụ phục vụ mục đích đặc biệt nào đó đang nằm trong đất. Tất cả những hệ thống nằm trong đất này có thể được bổ

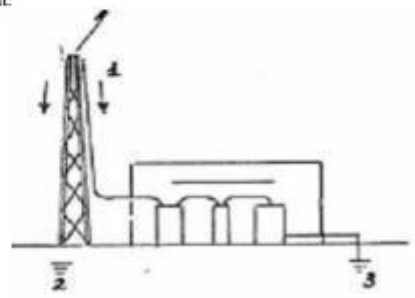
sung vào hệ thống nối đất bảo vệ chống sét.

+ Việc sử dụng nhiều hệ thống nằm trong đất này có thể là nguyên nhân duy nhất làm cho trang thiết bị điện ngừng hoạt động. Khi sự chênh lệch điện áp xuất hiện giữa một trong nhiều hệ thống nằm trong đất này thì sự hư hại trang thiết bị sẽ xảy ra sớm hơn. Với phương pháp thực hiện qui định: "Sự liên kết đẳng thế" cho tất cả những hệ thống nối đất làm chức năng bảo vệ và những hệ thống nằm trong đất làm chức năng dịch vụ thì vấn đề chênh lệch điện thế có thể loại trừ (hình3-27).



Hình 3-27. Dùng phương pháp (Sự liên kết đẳng thế) để loại trừ sự chênh lệch điện thế đất và các lưới (vòng mạch) nằm trong đất.

1.Hệ thống nối đất của đường dây thông tin và liên lạc viễn thông.
2.Hệ thống nối đất của đường dây phục vụ cho cung cấp điện.
3.Hệ thống nối đất bảo vệ chống sét.
4.Hố nối đất.



Hình 3-28 . Dòng điện sét chạy xuống đất thông qua đường dây tương tác.

+ Mặc dù trong những điều kiện vận hành bình thường, người ta mong muốn các hệ thống nối đất hoặc nằm trong đất được tách ra riêng biệt, song khi sét đánh hoặc xuất hiện điện áp của quá trình quá độ thì sự chênh lệch điện áp giữa các hệ thống nối đất riêng biệt này sẽ xảy ra và không thể tránh được. Điều này có thể hủy hoại trang thiết bị và tạo nên rất nguy hiểm đối với người. Để khắc phục tình trạng này người ta dùng con nối đặc biệt gọi là TEC (The Transient Earth Clamp). Nó hoạt động như một mạch hở có hiệu quả lúc bình thường. Nhưng khi có sự chênh lệch điện thế dưới những điều kiện của quá trình quá độ thì mạch này sẽ đóng lại ngay và tạo nên sự cân bằng điện thế.

+ Sau đây là một số các hệ thống nằm trong đất thực hiện nhiệm vụ của mình phải được nối liên kết với nhau:

- Hệ thống nối đất phục vụ cho cung cấp điện

- Hệ thống nằm trong đất phục vụ cho thông tin liên lạc

- Những đường ống nước và ống dẫn hơi nóng (nếu bằng kim loại).

- Cấu trúc của các xưởng bằng thép.

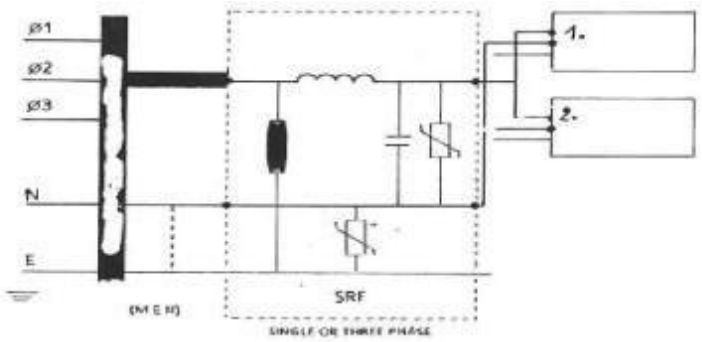
- Hệ thống nối đất bảo vệ chống sét.

+ Tất cả những liên kết trên phải đi theo một con đường ngắn nhất có thể được và phải thực hiện đúng tiêu chuẩn. Một số các công trình phục vụ nêu trên có thể phải được thực hiện các biện pháp chống ăn mòn theo quy định của nhà nước.

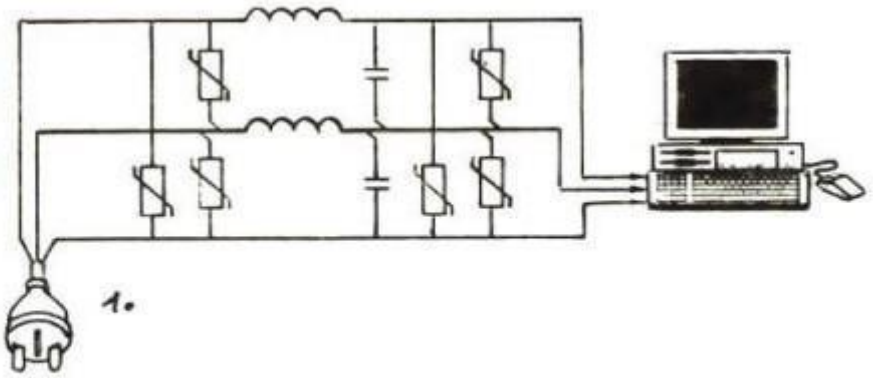
● Điểm 5: Bảo vệ trang thiết bị được nối đến các đường dây điện lực khỏi bị ảnh hưởng tăng vọt và quá trình quá độ, đề phòng hư hỏng trang thiết bị và đình trệ sản xuất.

+ Kinh nghiệm cho thấy rằng những trở kháng mắc rẽ đơn giản được đặt ở tủ cầu dao chính không thể đáp ứng được sự bảo vệ một cách đầy đủ. Chúng có tác dụng kiểm soát sự tăng cao mức điện áp được định trước, nhưng vẫn kéo theo đầu sóng nâng cao nhanh. Các bộ lọc làm giảm sự tăng cao SRF hay các bộ lọc đường dây điện lực PLF tạo nên một tổ hợp kiểm soát và lọc ở quá trình quá độ. Những khối này đã được dùng để lọc cho các mạch một pha cỡ nhỏ từ 1 Ampe đến 3 pha có cường độ đến 300 Ampe. Những khối cỡ nhỏ đã được dùng để bảo vệ cho PABX / Facsimile / Modems / máy tính cá nhân v.v…

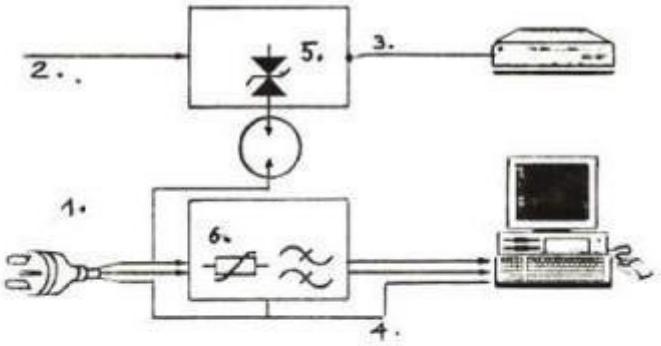
+ Những khối lọc lớn dùng bảo vệ sơ cấp cho những phần cung cấp chính đặt gần tủ cầu dao chính.



Hình 3-29. Sơ đồ nguyên lý bộ lọc làm giảm sự tăng cao SRF (Surge Reduction Filters) dùng để bảo vệ các đường dây điện lực đi đến.
1. Thiết bị vi tính; 2. Trang thiết bị thông tin liên lạc & điện tử



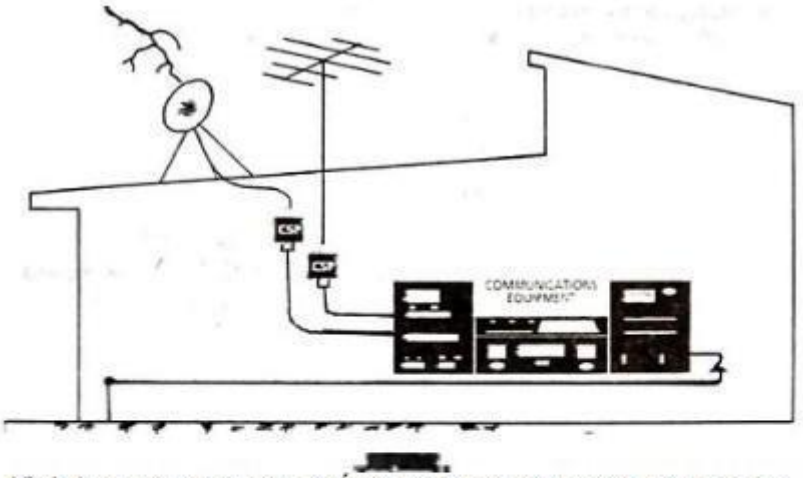
Hình 3-30. Sơ đồ nguyên lý bộ lọc đường dây điện lực PLF (Power Line Filter)



Hình 3-31. Sơ đồ nguyên lý bảo vệ máy fax và bảo vệ máy tính

1. Phích cắm lấy điện từ đường dây đến và nối đất.
2. Đường điện thoại và dữ liệu đưa đến.
3. Đường đi ra của đường dây điện thoại và dữ liệu được bảo vệ.
4. Đường đi ra chính được bảo vệ.
5. Mạch bảo vệ dữ liệu.
6. Mạch bảo vệ đường dây điện đưa đến.

- Điểm 6: Bảo vệ các mạch điện thoại, mạch dữ liệu và mách tín hiệu đưa đến khỏi bị ảnh hưởng tăng vọt và qua trình quá độ, đề phòng hư hỏng thiết bị và ngừng phục vụ.

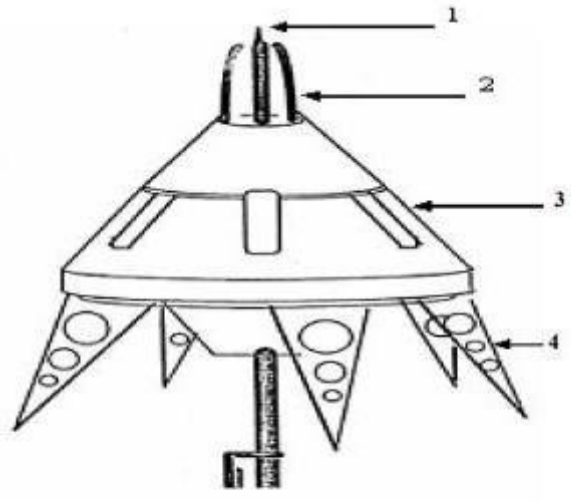


Hình 3-32. Giới thiệu bảo vệ tất cả các đường dây tín hiệu và thông tin viễn thông đi đến. Ở sơ đồ này người ta sử dụng thiết bị có tên là thiết bị bảo vệ vượt quá điện áp đồng trục CSP (Coaxial



Một số nét về thiết bị chống sét tạo tia tiên đạo PREVECTRON - 2 do hãng nghiên cứu sản xuất Indelec - Cenes (Pháp) chế tạo.

+ Cấu tạo của thiết bị chống sét PREVECTRON – 2



Hình 3-33. Thiết bị chống sét tạo tia tiên đạo Prevectron - 2

1. Kim thu sét trung tâm.
2. Hệ thống các điện cực phía trên.
3. Hộp bảo vệ bằng đồng và thiết bị tạo ion.
4. Hệ thống các điện cực phía dưới.

Thiết bị chống sét tạo tia tiên đạo PREVECTRON - 2 bao gồm:

- Kim thu sét bằng đồng điện phân hoặc thép không rỉ, kim này có tác dụng tạo một đường dẫn dòng sét liên tục từ tiên đạo xuống đất theo đường dây

dẫn sét.

Kim thu sét này được gắn trên trụ đỡ có độ cao tối thiểu 2m.

- Hộp bảo vệ bằng đồng hoặc thép không rỉ, có tác dụng bảo vệ các thiết bị tạo ion bên trong. Hộp này gắn vào kim thu sét trung tâm.

- Thiết bị tạo ion, giải phóng ion và phát tia tiên đạo: đây là thiết bị có tính năng đặc biệt của đầu thu sét Prevectron 2. Nhờ thiết bị này mà đầu thu sét Prevectron 2 có thể tạo ra một vùng bảo vệ rộng lớn với mức độ an toàn cao.

- Hệ thống các điện cực phía trên: có tác dụng phát tia tiên đạo

- Hệ thống các điên cực phía dưới: có tác dụng thu năng lượng điện trường khí quyển, giúp cho thiết bị chống sét hoạt động.

+ Nguyên tắc hoạt động của đầu thu sét Prevectron 2:

Trong trường hợp dông bão xảy ra, điện trường khí quyển gia tăng nhanh chóng khoảng vài ngàn vôn (V/m), đầu thu sét Prevectron 2 sẽ thu năng lượng điện trường khí quyển bằng hệ thống cực phía dưới. Năng lượng này được tích trữ trong thiết bị ion hóa.

Trước khi xảy ra hiện tượng phóng dòng điện sét, có một sự gia tăng nhanh chóng và đột ngột của điện trường khí quyển, ảnh hưởng này làm tác động thiết bị ion hóa giải phóng năng lượng đã tích lũy dưới dạng các ion, tạo nên một đường dẫn tiên đạo về phía trên, chủ động dẫn sét.

+ Đặc điểm của quá trình ion hóa.

- Quá trình ion hoá được đặc trưng bởi những tính chất sau:

+ Điều khiển sự giải phóng ion đúng thời điểm:

Thiết bị ion hoá cho phép ion phát ra trong khoảng thời gian rất ngắn và tại thời điểm thích hợp đặc biệt, chỉ vài phần của giây trước khi có phóng điện sét, do đó đảm bảo dẫn sét kịp thời, chính xác và an toàn.

+ Sự hình thành hiệu ứng quầng sáng điện CORONA:

Sự xuất hiện của một số lượng lớn electron tiên đạo cùng với sự gia tăng của điện trường có tác dụng rút ngắn thời gian tạo hiệu ứng quần sáng điện corona.

+ Sự chuẩn bị trước một đường dẫn sét về phía trên:

Đầu thu sét PREVECTRON-2 phát ra một đường dẫn sét chủ động về phía trên nhanh hơn bất cứ điểm nhọn nào gần đó. Do đó sẽ đảm bảo dẫn sét chủ động và chính xác. Trong phòng thí nghiệm, đặc điểm này được đặc trưng bằng đại

lượng Δ T, độ lợi về thời gian phát ra một đường dẫn sét về phía trên giữa đầu thu sét PREVECTRON-2 và các loại kim thu sét thông thường khác.

+ Các loại đầu thu sét Prevectron 2:

-Có năm loại đầu thu sét Prevectron-2, mỗi loại được chia ra làm hai nhóm khác nhau:

+ Loại cấu tạo bằng đồng: Kim thu sét trung tâm và các điện cực được chế tạo bằng đồng, đảm bảo thu và dẫn sét tốt.

+ Loại cấu tạo bằng thép không rỉ: Kim thu sét trung tâm, các điện cực và hộp bảo vệ được làm bằng thép không rỉ. Loại đầu thu sét này thích hợp với môi trường ăn mòn và hơi có nhiều bụi bậm.

-Mỗi loại đầu thu sét trong năm loại trên có bán kính bảo vệ phù hợp với từng cấu trúc công trình khác nhau (bảng 3-24).

Bảng 3-24. Các loai đầu kimPREVECTRON-2

Loại đầu kim Prevectron - 2	Đường kính (mm)	Chiều cao h (mm)	Loại đầu kim bằng
S.6.60	158	385	Đồng
S.4.50	185	385	Thép không rỉ (inox)
S.3.40	185	385	Đồng
TS3.40	100	330	Thép không rỉ (inox)
TS2.25	100	330	Đồng

+ Các ưu điểm:

- Bán kính bảo vệ rộng.

- Khả năng bảo vệ công trình ở mức cao.

-Tự động hoạt động hoàn toàn, không cần nguồn điện cung cấp, không cần bảo trì.

- Nối đất đơn giản nhưng tin cậy.

-Hoạt động tin cậy, an toàn, đã được kiểm tra thí nghiệm trong phòng thí nghiệm cao áp bởi trung tâm nghiên cứu khoa học quốc gia Pháp (C.N.R.S) và kiểm tra trong điều kiện sét thực tế bởi hội đồng năng lượng nguyên tử Pháp (C.E.A).

+ Kiểm tra tiêu chuẩn an toàn.

-Ngay từ khi mới ra đời, các sản phẩm chống sét Prevectron đã được kiểm tra tiêu chuẩn an toàn trong phòng thí nghiệm cao áp. Quá trình thử nghiệm đã chứng tỏ khả năng thu sét của dẫn sét Prevectron: Đầu thu sét Prevectron có khả năng thu sét, giải phóng một xung điện áp cao nhanh hơn vài chục micro giây so

với kim thu sét thông thường.

-Trung tâm nghiên cứu khoa học quốc gia pháp (C.N.R.S) đã tiến hành thử nghiệm và cấp chứng nhận tiêu chuẩn an toàn cho sản phẩm PREVECTRON – 2

+ Nghiên cứu thử nghiệm và phát triển thiết bị.

-INDELEC là nhà chế tạo thiết bị chống sét duy nhất trên thế giới đã đưa sản phẩm của mình thử nghiệm trong điều kiện sét thực tế tại công trường thử nghiệm ở Camp Blanding biến ápng Florida (Mỹ) và Saint Privat D' allier (Pháp). Sự thử nghiệm này được thực hiện bởi các chuyên gia hàng đầu trong lĩnh vực sét của hội đồng nguyên tử Pháp.

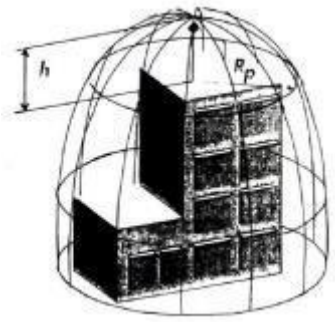
-Quá trình thử nghiệm đã khảo sát những đặc tính chính sau đây của đầu thu sét Prevectron - 2.

+ Phạm vi bảo vệ của từng loại đầu thu sét thông qua thử nghiệm và so sánh trên nhiều đầu thu sét khác nhau.

+ Nguyên tắc và quá trình hoạt động của thiết bị ion hoá trong đầu thu sét PREVECTRON - 2.

+ Khả năng thu sét và độ bền trong điều kiện thực tế được thử nghiệm với nhiều lần phóng điện sét với những cường độ khác nhau.

+ Tính toán vùng bảo vệ.



- Bán kính bảo vệ Rp của đầu kim dẫn sét PREVECTRON-2 được tính theo

công thức đã được định bởi tiêu chuẩn quốc gia Pháp NFC 17-102 (tháng 7- 1995).

$$R_p = \sqrt{h(2D-h)+\Delta L(2D+\Delta L)} \qquad (3\text{-}73)$$

Trong đó:

- D: là khoảng cách phóng điện, tùy thuộc cấp bảo vệ mà chọn giá trị của nó.

+ Đối với cấp bảo vệ thứ nhất chọn D = 20m.

+ Đối với cấp bảo vệ thứ hai chọn D = 45m.

+ Đối với cấp bảo vệ thứ ba chọn D = 60m.

- h: chiều cao thực của đầu kim tính từ

mặt bằng phải bảo vệ, tính bằng m.

- ΔL : là độ lợi về khoảng cách, tính bằng m

$$\Delta L = 10^6 . \Delta t$$

- Δt: Độ lợi về thời gian, giá trị này tùy thuộc vào từng loại đầu thu, tính bằng Δs (chọn theo bảng)

-R_p là bán kính bảo vệ.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Phân tích công dụng, vai trò của các thiết bị đóng cắt, bảo vệ trong lưới điện?
2. Trình bầy phương pháp lựa chon các thiết bị trong lưới cung cấp điện ?
3. Phân tích tác hại của sét và các biện pháp đề phòng.
4. Trình bầy phương pháp tính toán nối đất và thiết bị chống sét cho trạm biến áp,

cho công trình, nhà ở và cho đường dây tải điện?

BÀI 4: CHIẾU SÁNG CÔNG NGHIỆP

Mã bài: 04

Giới thiệu:

Chiếu sáng có vai trò hết sức quan trọng trong đời sống sinh hoạt cũng như trong sản xuất công nghiệp, nó quyết định đến hiệu quả và năng xuất lao động của công nhân. Nếu thiếu hoặc quá thừa ánh sáng người công nhân sẽ phải làm việc trong trạng thái căng thẳng hại mắt và hại sức khỏe và sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất lao động. Vì vậy vấn đề ánh sáng là một trong những vấn đề luôn được quan tâm tìm hiểu và giải quyết một cách tối ưu.

Ngoài ra ở chương này còn đề cập đến một vấn đề quan trọng khác đó là nâng cao hệ số công suất cosφ. Hệ số công suất cosφ là một chỉ tiêu để đánh giá xí nghiệp dùng điện có hợp lý và tiết kiệm hay không. Do đó nhà nước đã ban hành các chính sách để khuyến kích các xí nhiệp phấn đấu nâng cao hệ số công suất.

Việc tiết kiệm điện và nâng cao hệ số công suất không phải là biện pháp tạm thời đối phó với tình trạng thiếu điện mà đây là phương hướng phát triển lâu dài gắn liền với mục đích phát huy hiệu quả cao nhất quá trình sản xuất, phân phối và sử dụng điện năng.

1.Mục tiêu của bài:

- Phân tích các yêu cầu của chiếu sáng nhân tạo.
- Tính chọn công suất chiếu sáng, dây dẫn, bố trí hệ thống chiếu sáng phù hợp với điều kiện làm việc, mục đích sử dụng, và yêu cầu kỹ thuật.
- Chọn được giải pháp nâng cao hệ số công suất phù hợp tình hình thực tế, theo tiêu chuẩn Việt Nam.
- Tính chọn được tụ bù thích hợp để nâng cao được hệ số công suất.
- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác và nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

2.Nội dung bài:

2.1 Tính toán chiếu sáng

Mục tiêu:

- Phân tích các yêu cầu của chiếu sáng nhân tạo.

- Tính chọn công suất chiếu sáng, dây dẫn, bố trí hệ thống chiếu sáng phù hợp

với điều kiện làm việc, mục đích sử dụng, và yêu cầu kĩ thuật.

2.1.1. Khái niệm chung về chiếu sáng

2.1.1.1. Đặc điểm.

Hiện nay người ta thường dùng đèn điện để chiếu sáng nhân tạo bởi vì

chúng có nhiều ưu điểm: thiết bị đơn giản, sử dụng thuận tiện, giá thành rẻ, tạo được ánh sáng gần đúng ánh sáng tự nhiên.

Đèn bao gồm bóng đèn (nguồn phát sáng) và trang bị mang bóng đèn các loại (chụp, chao, hộp, máng . . .).

Trang bị mang bóng đèn (hoặc trang bị đèn) dùng để chắn hay phân bố quang thông của bóng đèn, ngăn chặn hoặc hạn chế sự lóa mắt do bóng đèn gây ra và bảo vệ bóng đèn khỏi bị hư hỏng do tác động của môi trường xung quanh. Trang bị đèn cũng còn có tác dụng bảo vệ, ngăn cách bóng đèn với những môi trường có thể gây ra cháy nổ.

Tính kinh tế và chất lượng chiếu sáng phần lớn phụ thuộc vào sự phân bố quang thông của đèn.

2.1.1.2. Các yêu cầu cơ bản.

Trong bất kỳ xí nghiệp nào, ngoài chiếu sáng tự nhiên còn phải dùng chiếu sáng nhân tạo, phổ biến nhất là dùng đèn điện để chiếu sáng nhân tạo.

Khi thiết kế chiếu sáng phải đáp ứng yêu cầu về độ rọi và hiệu quả của chiếu sáng đối với thị giác. Ngoài ra, chúng ta còn phải quan tâm đến màu sắc ánh sáng, lựa chọn các chao chụp đèn, sự bố trí chiếu sáng vừa đảm bảo tính kinh tế, kỹ thuật và còn phải đảm bảo mỹ quan. Thiết kế chiếu sáng phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Không lóa mắt: Vì với cường độ ánh sáng mạnh mẽ làm cho mắt có cảm giác lóa, thần kinh bị căng phẳng, thị giác mất chính xác.

- Không lóa do phản xạ: Ở một số vật công tác có các tia phản xạ khá mạnh và trực tiếp, do đó khi bố trí đèn cần chú ý tránh.

- Không có bóng tối: Ở nơi sản xuất, các phân xưởng không nên có bóng tối mà phải sáng đồng đều để có thể quan sát được toàn bộ phân xưởng. Muốn khử các bóng tối cục bộ, thường sử dụng bóng mờ và treo cao đèn.

- Độ rọi yêu cầu phải đồng đều: Nhằm mục đính khi quan sát từ vị trí này sang vị trí khác mắt người không phải điều tiết quá nhiều, gây mỏi mắt.

- Phải tạo được ánh sáng giống ánh sáng ban ngày: Để thị giác đánh giá được chính xác.

2.1.1.3. Các hình thức chiếu sáng.

+ Chiếu sáng chung, chiếu sáng cục bộ và chiếu sáng hỗn hợp:

- Chiếu sáng chung:

Là hình thức chiếu sáng tạo nên độ rọi đồng đều trên toàn diện tích sản xuất của phân xưởng. Trong hình thức chiếu sáng này, các bóng đèn được treo cao trên trần theo một quy luật nào đó tạo nên độ rọi đồng đều trong phân xưởng.

Chiếu sáng chung được dùng trong các các phân xưởng có diện tích làm việc rộng, có yêu cầu độ rọi đồng đều tại mọi điểm trên bề mặt đó, chiếu sáng

chung còn được sử dụng ở cả xưởng rèn, mộc, hành lang, đường đi...

- Chiếu sáng cục bộ:

Ở những nơi cần quan sát tỷ mỉ, chính xác, phân biệt rõ các chi tiết... thì cần phải có độ rọi cao làm việc được. Muốn vậy phải dùng phương pháp chiếu sáng cục bộ, nghĩa là đặt đèn vào nơi cần quan sát. Chiếu sáng cục bộ thường dùng để chiếu sáng các chi tiết gia công trên máy công cụ, chiếu sáng ở các bộ phận kiểm tra, lắp máy... Tại các nơi đó chiếu sáng chung thường không đủ độ rọi cần thiết nên phải dùng thêm các đèn chiếu sáng cục bộ. Các loại đèn chiếu sáng cục bộ trên máy công cụ hoặc các đèn cầm tay di động thường dùng với điện áp 12V hoặc 36V.

- Chiếu sáng hỗn hợp:

Là hình thức chiếu sáng bao gồm chiếu sáng chung và chiếu sáng cục bộ.

Chiếu sáng hỗn hợp được dùng ở những phân xưởng có những công việc thuộc cấp

I, II, III ghi trong bảng phân phối công việc. Nó cũng được dùng khi phân biệt màu sắc, độ lồi lõm, hướng sắp xếp các chi tiết... chiếu sáng hỗn hợp thường dùng ở các

phân xưởng gia công nguội, phân xưởng khuôn mẫu, đúc... ở các nhà máy cơ khí.

+ Chiếu sáng làm việc và chiếu sáng sự cố

Ngoài hệ thống chiếu sáng làm việc cần phải đặt thêm hệ thống chiếu sáng sự

cố. Độ rọi của hệ thống chiếu sáng sự cố phải lớn hơn 10% độ rọi của hệ thống chiếu sáng làm việc.

Ở những nơi nếu hệ thống chiếu sáng làm việc bị mất điện mà có khả năng phát sinh cháy nổ gây nhiễm độc hoặc ảnh hưởng đến chính trị, kinh tế thì hệ thống chiếu sáng sự cố sẽ đảm bảo cho người làm việc di chuyển ra khỏi nơi nguy hiểm hay tiếp tục làm việc trong thời gian chờ sửa chữa.

Khi chiếu sáng làm việc bị mất điện, nếu cần sơ tán người ra khỏi phân xưởng để tránh tai nạn thì các đèn chiếu sáng sự cố phải đặt ở các nơi máy còn quay, hố dầu, bể nước, cầu nối, lan can, cầu thang... và độ rọi của đèn này không được nhỏ hơn 0,1 lux.

Nguồn cung cấp của hệ thống chiếu sáng sự cố phải lấy ở nguồn dự trữ hoặc ắc quy.

Hệ thống chiếu sáng sự cố phải làm việc đồng thời với hệ thống chiếu sáng làm việc hoặc phải có thiết bị đóng tự động khi hệ thống chiếu sáng làm việc bị mất điện.

+ Chiếu sáng trong nhà, ngoài trời và đặc điểm của phụ tải chiếu sáng

Chiếu sáng trong nhà đã trình bày ở trên, còn chiếu sáng ngoài trời là chiếu sáng các khu vực làm việc ngoài trời như: sân bãi, đường đi, nơi bốc dỡ hàng hóa...

Khi thiết kế cần chú ý đến các yếu tố khí hậu: mưa, bụi, sương mù...

Đặc điểm của phụ tải chiếu sáng là bằng phẳng với hệ số nhu cầu (knc = 0,9 ÷ 1).

Phụ tải chiếu sáng phụ thuộc vào mùa và vĩ độ địa lý.

2.1.2. Một số đại lượng dùng trong tính toán chiếu sáng.

2.1.2.1. Quang thông.

Mắt người có cảm giác rất khác nhau với ánh sáng có cùng công suất nhưng có bước sóng khác nhau. Mắt trung bình nhạy cảm nhất với ánh sáng màu xanh lá cây có bước sóng 555.10^{-6} m. Đối với các bước sóng lệch khỏi 555.10^{-6} m về hai phía, độ cảm quang của mắt giảm đi và ra ngoài khoảng bước sóng 760.10^{-6} m và 380.10^{-6} m thì mắt không cảm nhận thấy nữa. Nếu coi độ nhạy cảm của mắt với các bước sóng 555.10^{-6} m là 1, rồi tính độ nhạy cảm của mắt với bước sóng còn lại theo bước sóng này ta sẽ được độ nhạy tương đối K_λ. Đối với mắt người quan trọng không phải là công suất của các tia sáng mà chính là cảm giác về ánh sáng mà các tia sáng gây ra trong mắt.

Để phản ánh điều này, ta quy chuyển ánh sáng có bước sóng λ bất kỳ về ánh sáng xanh lá cây bằng công thức:

$$Fx = F_\lambda .K_\lambda$$

Trong đó:

F_λ : là công suất của ánh sáng có bước sóng λ.

K_λ : là độ nhạy của mắt đối với bước sóng λ.

F_x: là công suất của ánh sáng có bước sóng λ đã quy đổi về bước sóng 555.10^{-6}m.

Đại lượng Fx viết gọn là F và được gọi là quang thông.

Nếu ánh sáng biến ápo gồm bước sóng từ λ_1 - λ_2 thì quang thông được tính như sau:

$$F = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} F\lambda.K\lambda.d\lambda$$

Như vậy quang thông chính là công suất của ánh sáng (công suất phát sáng), được đánh giá bằng cảm giác với mắt thường của người có thể hấp thụ được lượng bức xạ.

Đơn vị quang thông: là lumen (lm), là quang thông do một nguồn sáng điểm có cường độ 1 can đê la phát đều trong góc khối 1 Stê ra đi an (sr)

$$1lm = 1cd \times 1góc$$

khối Cũng có khi dùng đơn vị là W, với:

$$1lm = \frac{1}{683} W$$

2.1.2.2. Cường độ ánh sáng.

Đơn vị đo cường độ ánh sáng là can đê la (cd), là đơn vị cơ bản dùng để chỉ cường độ ánh sáng trên mặt phẳng vuông góc với nguồn sáng có diện tích 1/600.000 m^2 và bức xạ toàn phần ở nhiệt độ đông đặc của platin dưới áp suất 101.325 N/m^2 (theo định nghĩa năm 1921 1cd = 0,995 nến quốc tế).

2.1.2.3. Độ chói.

Là mật độ phân bố I trên bề mặt theo một phương cho trước.

Đơn vị đo độ chói: cd/m^2 (hoặc nít) là độ chói của mặt phẳng có diện tích $1m^2$ và có cường độ ánh sáng 1cd theo phương thẳng góc với nguồn sáng.

Trường hợp theo phương tạo với pháp tuyến của bề mặt nguồn sáng một góc φ thì độ chói được tính theo công thức:

$$B = I/ S.\cos\varphi$$

Trong đó: S là diện tích bề mặt được chiếu sáng.

2.1.2.4. Độ chiếu sáng.

Là mật độ phân bố (Φ) trên bề mặt được chiếu sáng.

Đơn vị đo độ rọi: Lux là độ rọi khi Φ phân bố đồng đều một lumen (1lm) chiếu vuông góc lên một mặt phẳng diện tích $1m^2$.

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Như vậy: $1lux = 1lm/1m^2 = 1cd/1m^2$

2.1.2.5. Độ trưng.

Là mật độ phân bố Φ trên bề mặt do một mặt khác phát ra.

Đơn vị đo độ trưng lm/m2 là độ trưng của một nguồn hình cầu có diện tích mặt ngoài $1m^2$ phát ra một quang thông cầu một lumen phân bố đều theo mọi phương.

$$E = \frac{\Phi}{}$$

S

Đối với bề mặt được chiếu sáng, độ chói và độ trưng phụ thuộc vào hệ số phản xạ (Φ), còn độ rọi không phụ thuộc vào hệ số này.

2.1.3. Nội dung thiết kế chiếu sáng.

2.1.3.1. Lựa chọn loại đèn, công suất, số lượng bóng đèn.

Đèn điện bao gồm bóng đèn, chao đèn và các phụ kiện khác, đèn điện được lựa chọn theo các điều kiện sau:

-Đặc tính môi trường, tùy theo môi trường có bụi hay không, có nguy hiểm nổ hay có hóa chất làm hỏng đèn hay ko mà chọn loại đèn hở kín hay đèn phòng nổ.

-Đặc tính phân bố quang thông và đặc tính quang học không gian của môi trường, yêu cầu đối với chiếu sáng.

- Chỉ tiêu kinh tế.

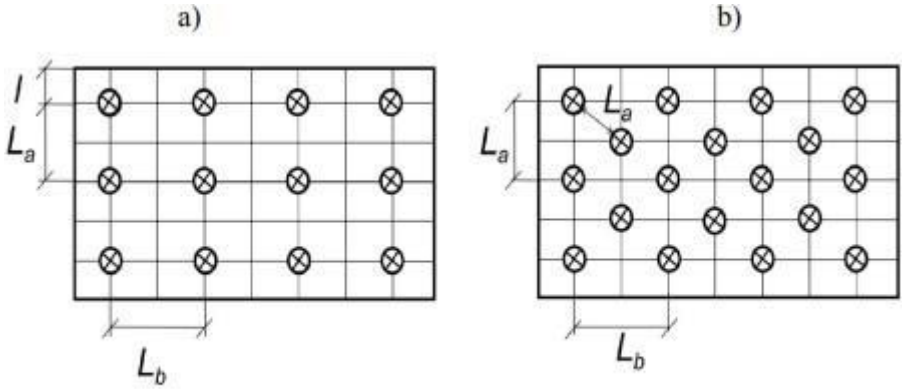
2.1.3.2. Bố trí đèn trong không gian cần chiếu sáng.

Chiếu sáng cục bộ khá đơn giản và phải căn cứ vào hoàn cảnh cụ thể để quyết định kiểu bố trí đèn. Dưới đây sẽ trình bày cách bố trí đèn cho chiếu sáng chung.

Chiếu sáng chung sẽ phải dùng nhiều đèn. Có hai cách bố trí đèn trong chiếu sáng chung:

- Bố trí hình chữ nhật.

- Bố trí hình thoi.



Hình 4-1. Cách bố trí đèn: a) Theo hình chữ nhật, b) Theo hình thoi.

Phương án bố trí đèn tốt nhất là thỏa mãn các điều kiện sau:

- Hạn chế hiện tượng lóa mắt và phải an toàn.

- Tạo ra độ rọi tốt nhất để làm việc.

- Tiết kiệm điện năng và thiết bị chiếu sáng.

2.1.3.3. Lựa chọn các thiết bị bảo vệ.

Áptômát (CB) được chọn theo điều kiện:

$$U_{đmCB} \geq U_{đmLĐ}$$

$$I_{đmCB} \geq I_{tt}\ I_{cđmCB}$$

$$\geq I_N$$

Cầu chì được chọn theo các điều kiện:

$U_{đmCC} \geq U_{đmLĐ}$

$I_{dc} \geq I_{tt}$

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.

Áptômát 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.

2.1.3.4. Lựa chọn dây dẫn.

Dây dẫn trong lưới điện chiếu sáng hạ áp chọn theo dòng phát nóng cho phép

$$k_1k_2I_{cp} \geq I_{tt}$$

Trong đó:

k_1: là 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: là hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ, kể đến số lượng dây hoặc cáp đi chung một ống (hoặc một rãnh).

I_{cp}: là dòng điện cho phép của dây dẫn ứng với tiết diện cần chọn, nhà chế tạo cho, tra sổ tay.

Phải kiểm tra dây dẫn chọn theo điều kiện kết hợp với thiết bị bảo vệ:

+ Nếu bảo vệ bằng áptômát:

$$k_1k_2I_{cp} \geq \frac{1,25I_{dmCB}}{1,5}$$

+ Nếu bảo vệ bằng cầu chì:

$$k_1k_2I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{0,8}$$

Ngoài ra khi cần thiết, còn phải kiểm tra dây dẫn theo điều kiện tổn thất điện áp (nếu đường dây dài) và điều kiện ổn định nhiệt dòng ngắn mạch (nếu gần nguồn).

2.1.4. Thiết kế chiếu sáng dân dụng.

2.1.4.1. Khái niệm.

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 áp và thấp áp.

2.1.4.2. Trình tự thiết kế.

+ Tính tổng công suất chiếu sáng cho khu vực có diện tích S (m2)

$$P_{cs} = P_o.S$$

Trong đó:

Po: Suất chiếu sáng trên một đơn vị diện tích, tra bảng chọn. (W/m^2)

S: diện tích (m^2)

+ Tính tổng số bóng đèn cần lắp trong khu vực:

(4-1)

$$n = \frac{P_{cs}}{P_d}$$

Trong đó:

P_d: công suất đèn (W)

n: tổng số bóng đèn (bóng)

+ 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 hàng, thành cụm, số lượng bóng trong mỗi cụm v.v…).

+ Vẽ sơ đồ đấu dây từ bảng điện đến từng bóng đèn. Đó là bản vẽ mặt bằng cấp điện chiếu sáng.

+ Vẽ sơ đồ nguyên lý lưới điện chiếu sáng.

+ Lựa chọn và kiểm tra các phần tử trên sơ đồ (áptômát, 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 hai 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.

2.1.4.3. Ví dụ.

c. Ví dụ

Yêu cầu thiết kế chiếu sáng cho một siêu thị nhỏ, diện tích 10x10 = $100m^2$.

GIẢI:

Siêu thị yêu cầu mức độ chiếu sáng cao vì vậy chọn suất chiếu sáng là:

$$P_o = 30\ W/m^2$$

Tổng công suất cần cấp cho chiếu sáng siêu thị là:

$$P_{cs} = Po.S = 30 \text{ x } (10x10) = 3000W$$

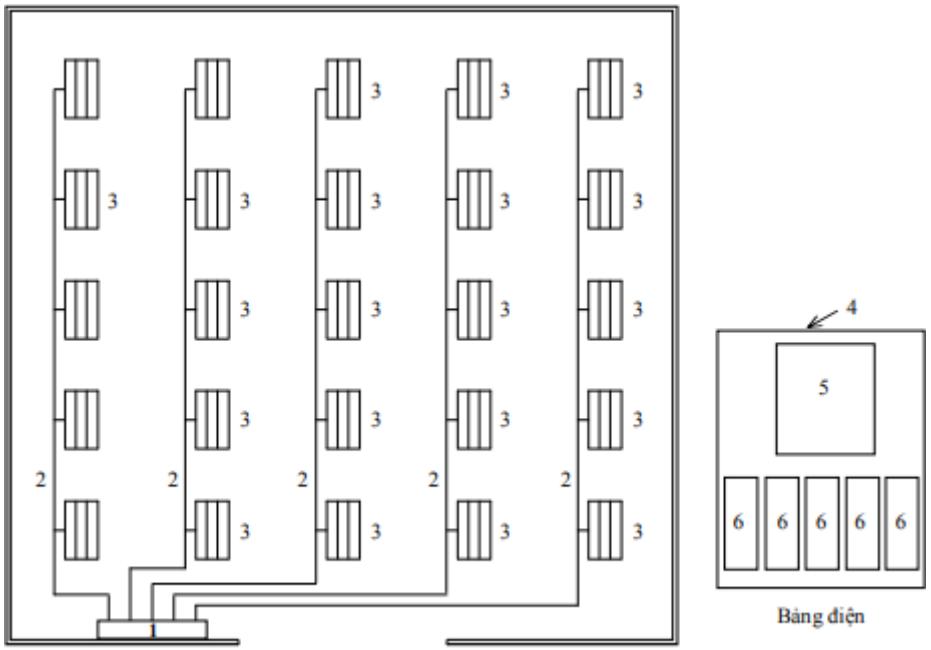
Chọn dùng loại đèn nê-on, dài 1,2m, công suất 40W. Vậy số lượng bóng đèn cần

dùng là:

$$n = \frac{3000}{40} = 75 \text{ bóng}$$

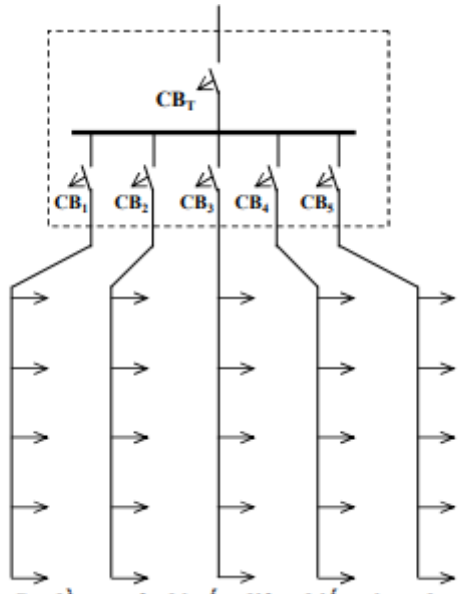
Số lượng này được bố trí thành 5 dãy, mỗi dãy 15 bóng chia làm 5 cụm, mỗi cụm 3 bóng.

Mặt bằng bố trí đèn và đi dây như hình MĐ 19-05-02



Hình 4-2. Sơ đồ mặt bằng bố trí đèn và đi dây

Sơ đồ nguyên lý lưới điện chiếu sáng cho siêu thị như sau:



Hình 4-3. Sơ đồ nguyên lý cấp điện chiếu sáng cho siêu thị

Lựa chọn áptômát tổng CB_T:

$$I \geq I = \frac{3000}{}$$

$$= 12,045(A)$$

$$dmAT \quad tt \quad \frac{}{220.0,8}$$

Chọn áptômát 30A do LG chế tạo.

Lựa chọn áptômát nhánh:

Có 5 áptômát nhánh, dòng tính toán mỗi nhánh là dòng của 15 đèn.

$$I_{dmAT} \geq I_{tt} = \frac{15 \times 40}{220.0,8} = 3,409(A)$$

Chọn dùng 5 áptômát 5A do LG chế tạo.

Thông số kỹ thuật của các áptômát cho trong bảng sau:

Tên áptômát	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	Loại	Kiểu	Số cực	I_{cdm} (kA)	Số lượng
CB_T	600	30	50AF	ABE 53a	3	2,5	1
CB_1, CB_2, CB_3, CB_4, CB_5.	600	5	50AF	ABE 53a	3	2,5	5

Vì xa nguồn nên không cần kiểm tra điều kiện cắt ngắn mạch.

$$k_1 k_2 I_{cp} \geq I_{tt} = 3,409 \text{ (A)}$$

Dự định dùng dây đồng bọc nhựa hạ áp, lõi mềm nhiều sợi do CADIVI chế tạo, đi riêng lẻ:

$$k1 = k2 = 1$$

Chọn dùng dây đôi mềm tròn loại VCm (2 x 1) có $I_{cp} = 10$ (A)

Kiểm tra điều kiện kết hợp áptômát bảo vệ.

$$I_{cp} = 10A >> \frac{1,25 I_{dmCB}}{1,5} = \frac{1,25 \times 5}{1,5}$$

Vậy chọn dây VCm (2 x 1) cho các dãy đèn là thỏa mãn.

Vì đường dây ngắn nên không cần kiểm tra điều kiện tổn thất điện áp.

Vì xa nguồn nên không cần kiểm tra ổn định nhiệt dòng ngắn mạch.

2.1.5. Thiết kế chiếu sáng công nghiệp.

2.1.5.1. Khái niệm.

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.

2.1.5.2. Trình tự thiết kế

a. Xác định độ cao treo đèn:

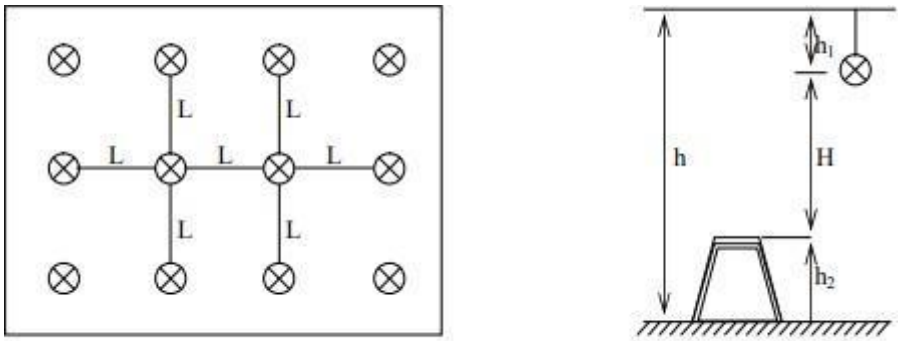
$$H = h - h1 – h2 \quad (4\text{-}2)$$

Trong đó:

h: là độ cao của nhà xưởng.

h1: là khoảng cách từ trần đến bóng đèn.

h2: là độ cao mặt bàn làm việc.



Hình 4-4. Bố trí đèn trên mặt bằng và mặt đứng

b) Xác định khoảng cách giữa hai đèn kề nhau (L) theo tỷ số hợp lý L/H, tra theo (bảng 4-1)

Bảng 4-1.Tỷ số L/H hợp lý cho các đối tượng chiếu sáng

Loại đèn và nơi sử dụng	L/H bố trí nhiều dây		L/H bố trí 1 dây		Chiều rộng giới hạn của nhà xưởng khi bố trí 1 dây
	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 vạn năng.	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 $\rho_{tường}$, $\rho_{trần}$, (%).

4. Xác định chỉ số của phòng (có kích thước a x b)

$$\phi = \frac{a \times b}{H(a + b)} \quad (4\text{-}3)$$

5. Từ $\rho_{tường}$, $\rho_{trần}$, ϕ tra bảng tìm hệ số sử dụng k_{sd}

6. Xác định quang thông của đèn

$$F = \frac{kESZ}{n.k_{sd}} (lumen) \qquad (4\text{-}4)$$

Trong đó:

k: là hệ số dự trữ, tra bảng 4.2.

E: là độ rọi (lx) theo yêu cầu của nhà xưởng.

S: là diện tích nhà xưởng (m^2).

Z: là hệ số tính toán Z = 0,8 ÷ 1,4.

n: là số bóng đèn được xác định chính xác sau khi bố trí đèn trên mặt bằng

Bảng 4-2. Hệ số dự trữ

Tính chất môi trường	Số lần lau bóng ít nhất 1 tháng	Hệ số dự trữ (k)	
		Đèn tuýp	Đèn sợi đốt
Nhiều bụi khói, tro, mồ hóng.	4	2	1,7
Mức bụi khói, tro, mồ hóng trung bình	3	1,8	1,5
Ít bụi khói, tro, mồ hóng.	2	1,5	1,3

7. Tra sổ tay tìm công suất bóng có F ≥ F tính toán theo (4.4)

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.

2.1.5.3. Ví dụ.

Yêu cầu thiết kế chiếu sáng cho phân xưởng cơ khí có diện tích S = 20 x 50 = 1000m^2

GIẢI:

1. Xác định số lượng, công suất đèn:

Nội dung phần này biến áp 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, cosϕ = 1.

Chọn độ rọi cho chiếu sáng chung là E = 30 lx.

Căn cứ vào trần nhà cao 4,5m, mặt công tác h_2 = 0,8m, độ cao treo đèn cách trần h_1 = 0,7m. Vậy:

$$H = h - h_1 - h_2 = 4,5 - 0,7 - 0,8 = 3 \text{ m}.$$

Tra bảng đèn sợi đốt, bóng vạn năng có L/H = 1,8. xác định được khoảng cách

giữa các đèn.

$$L = 1,8 \times H = 1,8 \times 3 = 5.4 \text{ m.}$$

Căn cứ vào bề rộng phòng (20m) chọn L = 5 m.

Đèn sẽ được bố trí làm 4 dãy cách nhau 5m, cách tường 2,4m, tổng cộng 36 bóng, mỗi dãy 9 bóng.

Xác định chỉ số phòng:

$$\varphi = \frac{a.b}{H(a+b)} = \frac{20.50}{3.(20+50)} \approx 5$$

Lấy hệ số phản xạ 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 và 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 200W có F = 2528 lumen.

Ngoài chiếu sáng trong nhà xưởng, còn đặt thêm 4 bóng 100W cho 2 phòng thay quần áo và 2 phòng WC. Tổng công suất chiếu sáng toàn xưởng là:

$$P = 36 \times 200 + 4 \times 100 = 7600 \text{ (W)} = 7,6 \text{ (kW)}$$

2.2 Nâng cao hệ số công suất

Mục tiêu:

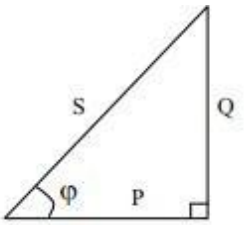
- Chọn được giải pháp nâng cao hệ số công suất phù hợp tình hình thực tế, theo tiêu chuẩn Việt Nam.

- Tính chọn được tụ bù thích hợp để nâng cao được hệ số công suất.

2.2.1. Hệ số công suất (cosϕ) và ý nghĩa của việc nâng cao hệ số công suất.

a. Hệ số công suất

Các đại lượng biểu diễn công suất có liên quan mật thiết với nhau qua tam giác công suất.



Hình 4-7. 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

Trị số của góc φ có ý nghĩa rất quan trọng:

- Nếu φ ↓ thì P↑, Q↓; khi φ = 0 thì P ≡ S, Q = 0
- Nếu φ ↑ thì P↓, Q↑; khi φ = 90° thì Q ≡ S, P = 0

Trong nghiên cứu và tính toán thực tế người ta thường dùng khái niệm hệ số công suất (cosϕ) thay cho góc giữa S và P (ϕ).

Khi cosϕ 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 cosϕ 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.

b. Ý nghĩa của việc nâng cao hệ số công suất

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, cosϕ thấp. Ví dụ các xí nghiệp cơ khí thường có cosϕ = 0,5 ÷ 0,6. Lượng Q mà các xí nghiệp công nghiệp tiêu thụ chiếm khoảng 65% ÷ 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 ϕ , 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:

+ Làm giảm tổn thất điện áp trên lưới điện:

Giả thiết công suất tác dụng không đổi, cosϕ của xí nghiệp tăng từ cosϕ 1 lên

cosϕ 2, nghĩa là lượng công suất phản kháng truyền tải giảm từ Q_1 xuống Q_2. Khi

$$\Delta U_1 = \frac{PR + Q_1 X}{U} > \frac{PR + Q_2 X}{U} = \Delta U_2$$

+ Làm giảm tổn thất công suất trên lưới điện:

$$\Delta S_1 = \frac{P^2 + Q_1^2}{U^2} Z > \frac{P^2 + Q_2^2}{U^2} Z = \Delta S_2$$

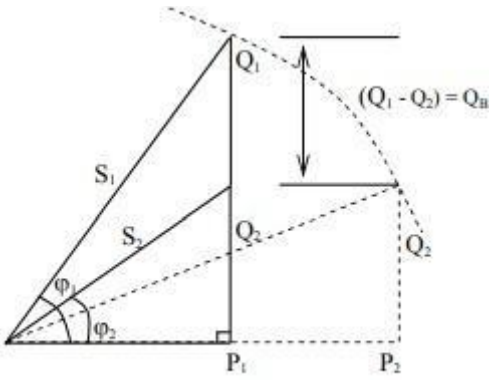
+ Làm giảm tổn thất điện năng trên lưới điện:

$$\Delta A_1 = \frac{P^2 + Q_1^2}{U^2} R.\tau > \frac{P^2 + Q_2^2}{U^2} R.\tau = \Delta A_2 .R$$

đó, do Q1> Q2.

Ta thấy Δ S và Δ A giảm tỉ lệ với bình phương lượng giảm Q.

+ Làm tăng khả năng tải của đường dây và máy biến áp:



Hình 4-8. Trị số Q tương ứng với trị số góc

Từ hình MĐ 19-05-08 nhận thấy S2 < S1, nghĩa là đường dây và máy biến áp chỉ cần tải công suất S2 sau khi giảm lượng Q truyền tải. Nếu đường dây và máy biến áp đã chọn để tải S1 thì với Q2 có thể tải lượng P lớn hơn (xem hình 4.8). Điều này cho thấy, khi làm giảm Q có thể làm tăng khả năng tải công suất P từ P1 lên P2 của đường dây và máy biến áp.

2.2.2. Các giải pháp bù cosϕ tự nhiên

Bù cosϕ tự nhiên cũng là một thuật ngữ chỉ những giải pháp không cần đặt thiết bị bù mà đã làm tăng được trị số cosϕ . Đó chính là những giải pháp đơn giản, rẻ tiền làm giảm lượng tiêu thụ Q của xí nghiệp. Các giải pháp bù cos ϕ tự nhiên thường dùng là:

a. Thay động cơ thường xuyên non tải bằng động cơ có công suất bé hơn

Trị số cosϕ của động cơ tỉ lệ với hệ số tải của động cơ, động cơ càng non tải thì cosϕ càng thấp.

Mỗi xí nghiệp công nghiệp lớn có hằng 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 cosϕ từng động cơ tăng lên dần đến cosϕ của toàn xí nghiệp tăng lên đáng kể.

Ví dụ, động cơ máy tiện 10kW, nhưng do quá trình gia công chỉ cần sử dụng công suất 5,5kW, khi đó hệ số tải:

$$k = \frac{5,5}{10} = 0,55$$

Nếu thay động cơ máy tiện 10kW bằng động cơ 7kW sẽ có hệ số tải là:

$$k_t = \frac{5,5}{\sqrt{7}} \approx 0,8$$

Kinh nghiệm chỉ ra rằng:

+ Với những động cơ có $k_t < 0,45$ thì nên thay.

+ Với những động cơ có $k_t > 0,75$ thì không nên thay.

+ Với những động cơ có k_t = 0,45 ÷ 0,75 thì 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.

b. Tăng cường chất lượng sửa chữa động cơ

Động cơ sau khi sửa chữa thường có cosϕ thấp hơn so với trước sửa chữa, mức độ giảm thấp cosϕ tùy thuộc vào chất lượng sửa chữa động cơ.

Mỗi xí nghiệp lớn thường xuyên có hằng trăm động cơ thay nhau sửa chữa, chính vì 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 cosϕ 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 cosϕ 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 cỡ trung bình, qui mô có tổng công suất tính toán là P = 10.000 kW, cosϕ = 0,5 thì lượng Q tiêu thụ sẽ là:

$$Q = P.tg\phi = 10.000 \times 1,732 = 17,320 \text{ (kVAr)}$$

Giả sử sử dụng các giải pháp bù nhân tạo nêu trên nâng được cosϕ 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.

2.2.3. Các thiết bị bù cosϕ .

Bù cosϕ 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 4-3)

Bảng 4-3. 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 $\Delta P = 5\%Q_b$	Tiêu thụ ít điện năng $\Delta P = (2 \div 5)\%Q_b$
Tiếng ồn lớn	Yên tĩnh
Điều chỉnh Q_b trơn	Điều chỉnh Q_b theo cấp

Qua bảng so sánh trên, ta nhận thấy tụ bù có nhiều ưu điểm hơn máy bù, nhược điểm duy nhất của tụ là công suất Qb phát ra không trơn mà thay đổi thay cấp (bậc thang) khi tăng, giảm số tụ bù. Tuy nhiên, điều này không quan trọng vì bù cosϕ mục đích là làm sao cho cosϕ của xí nghiệp lớn hơn cosϕ quy định là 0,85 chứ không cần có trị số thật chính xác. Thường bù cosϕ 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.

2.2.4. Phân phối tối ưu công suất bù trên lưới điện xí nghiệp.

a. Xác định tổng công suất phản kháng cần phải bù

Từ Hình MĐ 19-05-02, nếu công suất tác dụng không thay đổi thì:

- Ứng với cosϕ 1 có:

$$Q1 = P.tg\phi\ 1$$

- Ứng với cosϕ 2 có :

$$Q2 = P.tg\phi\ 2$$

Công suất cần bù tại xí nghiệp để nâng hệ số công suất của xí nghiệp từ cosϕ 1

lên cosϕ 2 là:

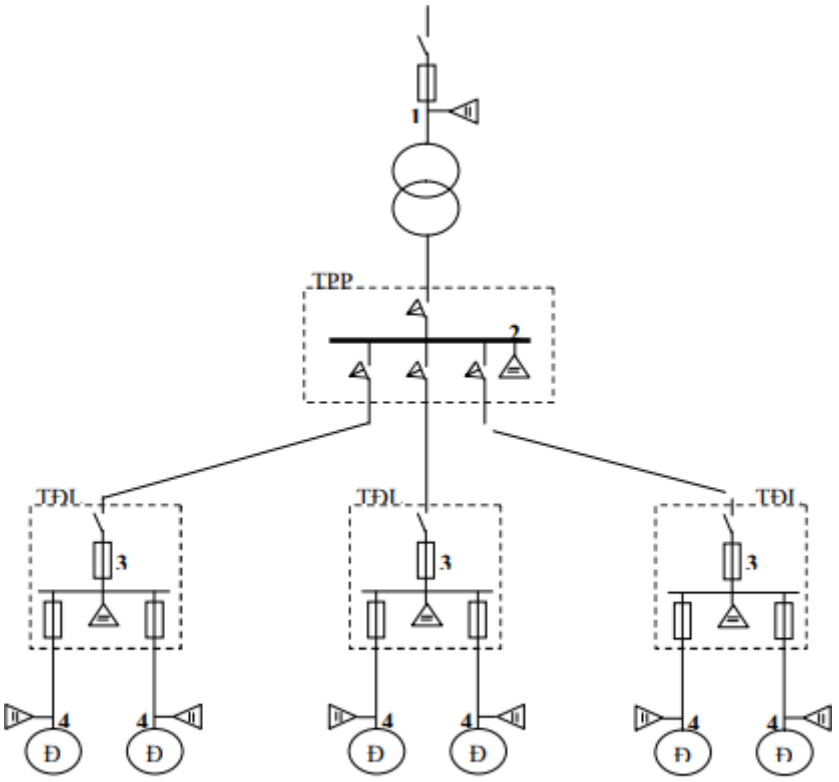
$$Qb = Q1 - Q2 = P.tg\phi\ 1 - P.tg\phi\ 2$$

$$Qb = P(tg\phi\ 1 - tg\phi\ 2) \qquad (4\text{-}5)$$ Trong

đó: P là công suất tác dụng tính toán của xí nghiệp (kW)

b. Phân phối tối ưu công suất bù

(Hình 4-9). giới thiệu các vị trí có thể đặt tụ bù cosϕ trên lưới điện xí nghiệp.



Hình 4-9. vị trí đặt tụ bù trên lưới điện xí nghiệp

1. Đặt tụ bù phía cao áp của xí nghiệp: đặt tại vị trí này có lợi là giá thành 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 trạm biến áp 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 giảm được tổn thất điện năng trên lưới hạ áp xí nghiệp.

3. Đặt tụ bù tại tủ động lực. Đặt tụ bù tại các vị trí 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 tụ bù tại cực của 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 tụ 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 cosϕ cho xí nghiệp, người ta tiến hành bù như sau:

1. Với một 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 một 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 đường dây

từ trạm biến áp 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 qui 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 hai bước:

- Bước 1: xác định công suất bù đặt tại thanh cái hạ áp tất cả các trạm biến áp phân xưởng.
- Bước 2: phân phối công suất bù của từng trạm (đã xác định được từ bước cho các phân xưởng mà trạm biến áp đó cấp điện.

4. Cũng có thể xét đặt tụ bù toàn bộ phía cao áp. hoặc một phần bù bên cao áp và một 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 thứ i nào đó xác định theo biểu thức:

$$Q_{bi} = Q_i - (Q_\Sigma - Q_{b\Sigma})\frac{R_{td}}{R_i} \qquad (4\text{-}6)$$

Trong đó:

Q_i là công suất phản kháng yêu cầu tại nút i.

Q_Σ là tổng công suất phản kháng yêu cầu

$Q_{b\Sigma}$ là tổng công suất bù, xác định theo (4.5) hoặc theo bước 1 của trường hợp 5.

R_i là điện trở nhánh đến vị trí nút i.

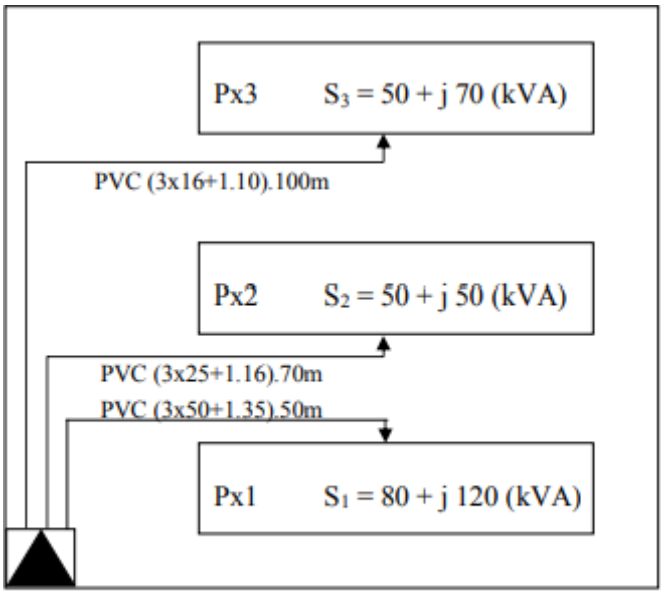
R_{td} là điện trở tương đương của lưới điện.

$$R_{td} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n}}$$

Chú ý: ở biểu thức (4.6) khi giải ra chỉ lấy giá trị dương (≥ 0), nếu khi giải ra xuất hiện giá trị âm thì có nghĩa là tại đó không nên đặt tụ bù, tại đó Qb = 0, ta bỏ ẩn đó đi và giải lại bài toán (n – 1) ẩn, cứ thế cho đến khi nào được một tập nghiệm dương.

+ Ví dụ:

Xí nghiệp cơ khí gồm biến áp phân xưởng có mặt bằng và số liệu phụ tải cho trong hình MĐ 19-05-10. Yêu cầu đặt tụ bù bên cạnh các tủ phân phối của biến áp phâxưởng để nâng cosϕ lên 0,95.



Hình 4-10. Mặt bằng cấp điện cho xí nghiệp

Giải:

Tổng công suất tính toán của xí nghiệp là:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 180 + J240$$

$$tg\varphi_1 = \frac{Q}{P} = \frac{240}{180} = 1{,}33$$

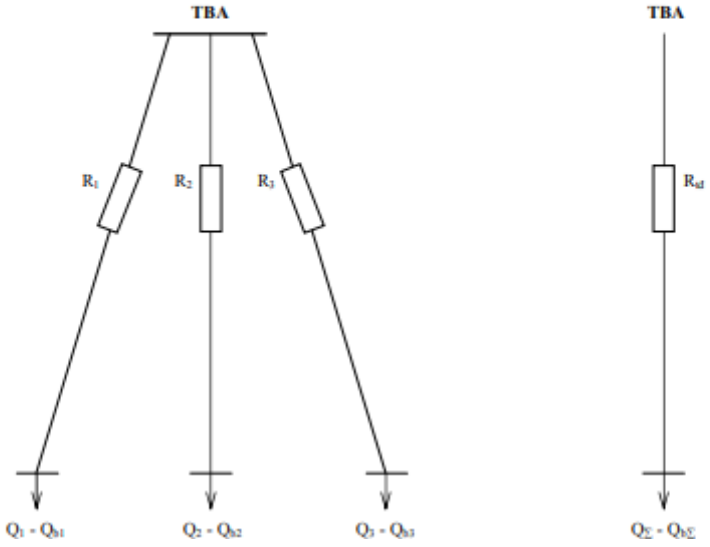
$$\cos\varphi_2 = 0{,}95 \rightarrow tg\varphi_2 = 0{,}33$$

Tổng công suất phản kháng cần bù tại 3 phân xưởng để nâng cosϕ của xí nghiệp lên 0,95 là:

$$Q_{b\Sigma} = P(tg\phi\ 1 - tg\phi\ 2) = 180(1{,}33 - 0{,}33) = 180\ (kVAr)$$

Các đường cáp từ TBA về 3 phân xưởng dùng cáp do CADIVI chế tạo có các số liệu cho trong bảng sau:

Đường dây	Loại cáp	l (m)	r_0 (Ω/km)	R (Ω)
TBA-PX1	PVC(3x50+1,35)	50	0,387	0,0194
TBA-PX2	PVC(3x25+1,16)	70	0,727	0,0509
TBA-PX3	PVC(3x16+1,10)	100	1,15	0,115



Hình 4-11. Sơ đồ thay thế và sơ đồ tương đương lưới điện hạ áp dùng xác định Q_{bi}

Điện điện trở tương đương của lưới điện hạ áp xí nghiệp:

$$R_{sd} = \frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{0,0194}+\frac{1}{0,0509}+\frac{1}{0,115}} = 0,0126(\Omega)$$

Công suất các tủ tụ bù đặt tại biến áp phân xưởng là:

Áp dụng công thức:

$$Q_{bi} = Q_i - (Q_\Sigma - Q_{b\Sigma})\frac{R_{sd}}{R_i}$$

Ta có:

$$Q_{b1} = 120 - (240-180).\frac{0,0126}{0,0194} = 81(kVAr)$$

$$Q_{b2} = 50 - (240-180).\frac{0,0126}{0,0509} = 35(kVAr)$$

$$Q_{b3} = 70 - (240-180).\frac{0,0126}{0,0115} = 64(kVAr)$$

Vậy 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	SL	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

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Phân tích các yêu cầu của chiếu sáng nhân tạo?

2. Trình bầy nội dung tính chọn công suất chiếu sáng, dây dẫn, bố trí hệ thống chiếu sáng phù hợp với điều kiện làm việc?

3. Trình bầy giải pháp nâng cao hệ số công suất phù hợp tình hình thực tế, theo tiêu chuẩn Việt Nam?

4. Trình bầy phương pháp tính chọn tụ bù thích hợp để nâng cao được hệ số công suất?

TÀI LIỆU CẦN THAM KHẢO

[1]- Vũ Quang Hồi, Trang bị điện - điện tử cho máy công nghiệp dùng chung, NXB Giáo dục 1996.

[2]- Trịnh Đình Đề, Điều khiển tự động truyền động điện, NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp 1983.

[3]- Dịch giả Bùi Đình Tiếu, Các đặc tính của động cơ trong truyền động điện, NXB Khoa học và Kỹ thuật 1979.

[4]- Bùi Đình Tiếu, Đặng Duy Nhi, Truyền động điện tự động, NXB Khoa học và Kỹ thuật 1982.

[5]- Võ Hồng Căn, Phạm Thế Hựu, Phân tích mạch điện máy cắt gọt kim loại, NXB Công nhân kỹ thuật 1982.

[6]- Nguyễn Đức Lợi, Giáo trình chuyên ngành điện tập 1,2,3,4, NXB Thống kê 2001.

[7]- Nguyễn Ngọc Cẩn, Máy cắt kim loại, NXB Đại học Quốc gia TPHCM 2005