UBND TỈNH BẮC NINH

TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG NGHIỆP BẮC NINH

GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC: CUNG CẤP ĐIỆN

NGÀNH: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP, KỸ THUẬT LẮP ĐẶT ĐIỆN VÀ ĐIỀU KHIỂN TRONG CÔNG NGHIỆP

TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG, TRUNG CẤP

Bắc Ninh, năm 2017

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

Tài liệu Cung cấp điện được thực hiện xây dựng bởi sự tham gia của các giảng viên của trường Cao đẳng Công nghiệp Bắc Ninh dựa trên cơ sở chương trình khung đào tạo, nhằm phục vụ cho công tác giảng dạy.

Giáo trình này được thiết kế theo mô đun thuộc hệ thống môn học/ mô đun của chương trình đào tạo ngành Điện công nghiệp ở cấp trình độ Cao đẳng, trung cấp, ngành Kỹ thuật lắp đặt điện và điều khiển trong công nghiệp và được dùng làm giáo trình cho học viên trong các khóa đào tạo

Môn học này được thiết kế gồm 5 chương, bài :

Bài mở đầu: Khái quát về hệ thống cung cấp điện

Chương 1. Tính toán phụ tải

Chương 2. Tính toán mạng và tổn thất

Chương 3. Lựa chọn thiết bị trong cung cấp điện

Chương 4. Chiếu sáng công nghiệp

Mặc dù đã hết sức cố gắng, song sai sót là khó tránh. Nhóm tác giả rất mong nhận được các ý kiến phê bình, nhận xét của bạn đọc để giáo trình được hoàn thiện hơn.

Bắc Ninh, ngày tháng năm 2017

Tham gia biên soạn

1. Nguyễn Thị Sử

2. Ngô Thị Thúy

MỤC LỤC

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN 2
LỜI GIỚI THIỆU 3
Bài mở đầu: KHÁI QUÁT VỀ HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN 7
1. 1. Nguồn năng lượng tự nhiên 7
1.2. Nhà máy điện: 10
1.3. Mạng lưới điện. 14
1.4. Hộ tiêu thụ điện (hộ dùng điện): 15
Chương 1: TÍNH TOÁN PHỤ TẢI 17
1. Xác định nhu cầu điện 17
1.1. Các đại lượng cơ bản 17
1.2. Các hệ số tính toán 20
1.3 .Các phương pháp tính phụ tải tính toán: 24
2. Chọn phương án cung cấp điện 28
2.1. Khái quát. 28
2.2.Chọn điện áp định mức của mạng điện. 28
2.3. Sơ đồ mạng điện áp cao. 29
2.4.Sơ đồ mạng điện áp thấp. 31
Chương 2: TÍNH TOÁN MẠNG VÀ TỔN THẤT 33
1. Tính tổn thất điện áp, tổn thất công suất, tổn thất điện năng 33
1.1. Tính toán tổn thất điện áp trên đường dây 33
1.2. Tính toán tổn thất công suất 33
1.3. Tính toán tổn thất điện năng 36
2. Trạm biến áp 39
2.1. Khái quát 39
2.2.Cấu trúc của trạm: 41
Chương 3: LỰA CHỌN THIẾT BỊ TRONG CUNG CẤP 42
1. Lựa chọn dây dẫn, thiết bị đóng cắt và bảo vệ 43
1.1. Lựa chọn máy biến áp 43
1.2. Lựa chọn áp tô mát 46
2. Chống sét 47
2.1. Bảo vệ chống sét đánh trực tiếp. 47
2.2. Bảo vệ chống sét đường dây tải điện. 56
2.3. Nối đất. 60
Chương 4: CHIẾU SÁNG CÔNG NGHIỆP 71
1. Tính toán chiếu sáng 71
1.1. Khái niệm chung về chiếu sáng 71
1.2. Một số đại lượng dùng trong tính toán chiếu sáng 73
1.3. Thiết kế chiếu sáng dân dụng: 75

1.4. Thiết kế chiếu sáng công nghiệp: 76
2. Nâng cao hệ số công suất cosφ 79
2.1. Hệ số công suất cosφ và ý nghĩa của việc nâng cao hệ số công suất 79
2.2. Các biện pháp bù cosφ tự nhiên 81
2.3. Các thiết bị bù cosφ: 82
TÀI LIỆU THAM KHẢO 89

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: CUNG CẤP ĐIỆN

Mã môn học: MH 16

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

- Vị trí: Mô đun này phải học sau khi đã hoàn thành các môn học An toàn lao động, Mạch điện, Đo lường điện-điện tử, Vẽ điện, Khí cụ điện, Vật liệu điện, Thiết bị điện gia dụng.
- Tính chất: Là môn học bắt buộc

Mục tiêu của môn học:

- Về 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.

- Về 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.

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

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm: Rèn luyện cho sinh viên thái độ nghiêm túc, tỉ mỉ, chính xác trong học tập và trong thực hiện công việc

Nội dung của mô đun:

Bài mở đầu: KHÁI QUÁT VỀ HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

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.

- Có ý thức tự giác, tính kỷ luật cao, tinh thần trách nhiệm trong công việc

Nội dung chính:

1. 1. Nguồn năng lượng tự nhiên

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:

− Khác với hầu hết các loại sản phẩm, <u>điện năng sản xuất ra nói chung không tích trữ được</u> (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.

− <u>Các quá trình về điện xảy ra rất nhanh</u>, 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.

– 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.

Điện năng được sản xuất chủ yếu dưới dạng điện xoay chiều với tần số 60Hz (tại Mỹ và Canada) hay 50Hz (tại Việt Nam và các nước khác).

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

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

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

♦ Để truyền tải điện từ nguồn phát đến các hộ tiêu thụ người ta sử dụng lưới điện. Lưới điện bao gồm đường dây tải điện và trạm biến áp.

Lưới điện nước ta hiện có nhiều cấp điện áp: 0,4kV; 6kV; 10kV; 22kV; 35kV; 110kV; 220kV và 500kV. Một số chuyên gia cho rằng, trong tương lai lưới điện Việt Nam chỉ nên tồn tại năm cấp điện áp: 0,4kV; 22kV; 110kV; 220kV và 500kV.

Có nhiều cách phân loại lưới điện:

- Căn cứ vào trị số điện áp, chia ra:
  - Lưới siêu cao áp: 500kV.
  - Lưới cao áp: 220kV; 110kV.
  - Lưới trung áp: 35kV; 22kV; 10kV; 6kV.
  - Lưới hạ áp: 0,4kV.
- Căn cứ vào nhiệm vụ, chia ra:
  - Lưới cung cấp: 110kV; 220kV; 500kV.
  - Lưới phân phối: 0,4kV; 6kV; 10kV; 22kV; 35kV.
- Căn cứ vào phạm vi cấp điện, chia ra:
  - Lưới khu vực.
  - Lưới địa phương.
- Căn cứ vào số pha, chia ra:
  - Lưới một pha.
  - Lưới hai pha.

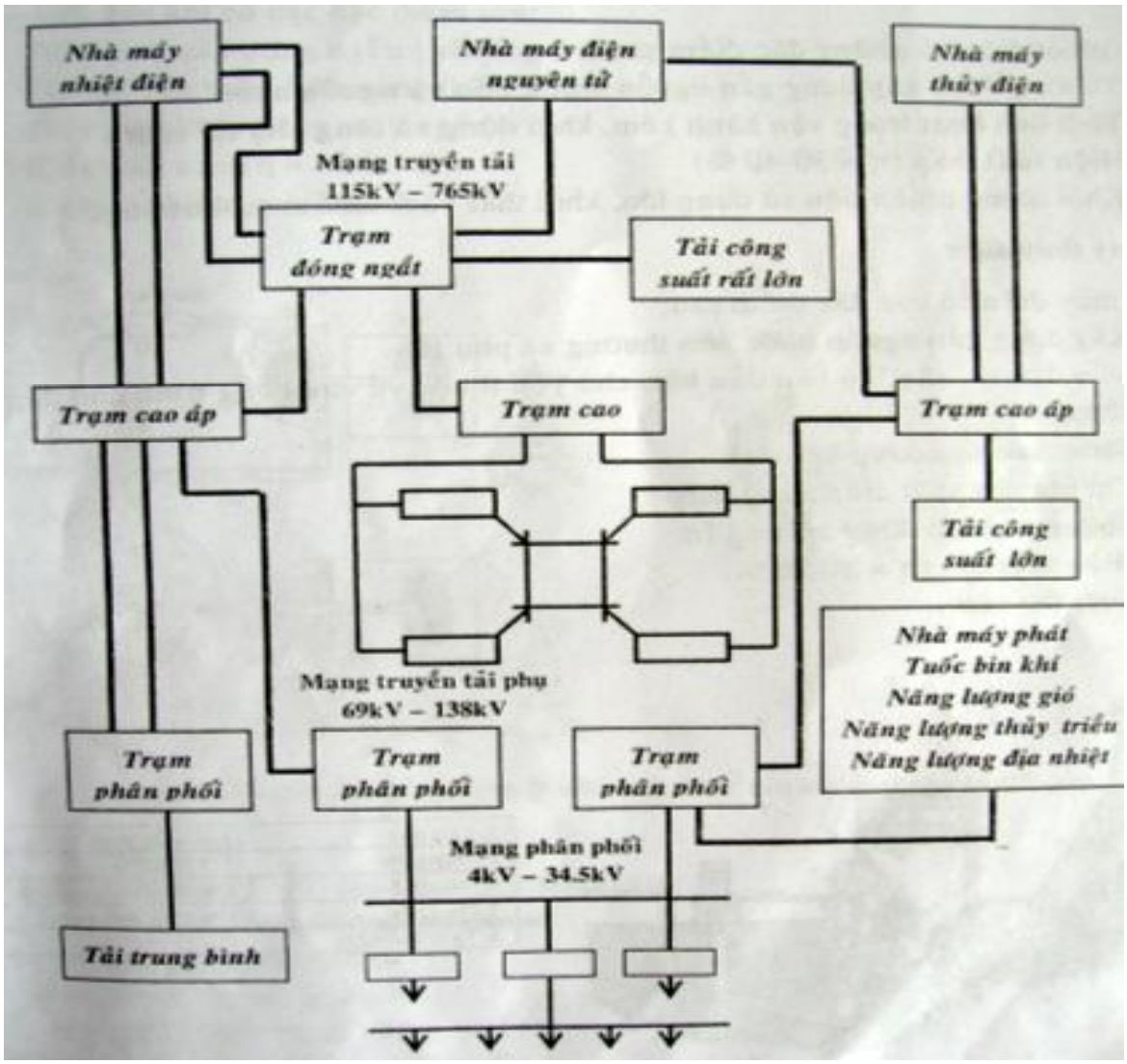
- Lưới ba pha.

- Căn cứ vào đối tượng cấp điện, chia ra:
  - Lưới công nghiệp.
  - Lưới nông nghiệp.
  - Lưới đô thị.

*** Hệ thống điện hiện đại:**

Hệ thống điện ngày nay là một mạng lưới liên kết phức tạp (Hình 1.1) và có thể chia ra làm 4 phần:

- Nhà máy điện.
- Mạng truyền tải – truyền tải phụ.
- Mạng phân phối.
- Phụ tải điện.



H×nh 1.1: S¬ ®å nguyªn lý c¸c thµnh phÇn cña hÖ thèng

1.2. Nhà máy điện:

Có rất nhiều phương pháp biến đổi điện năng từ các dạng năng lượng khác như nhiệt năng, thuỷ năng, năng lượng hạt nhân... vì vậy có nhiều kiểu nguồn phát điện khác nhau: nhà máy nhiệt điện, thuỷ điện, điện nguyên tử, trạm điện gió, điện điêzen...

Hiện nay, nhà máy nhiệt điện và thuỷ điện vẫn là những nguồn điện chính sản xuất ra điện trên thế giới dù cho sự phát triển của nhà máy điện nguyên tử ngày càng tăng.

1.2.1. Nhà máy nhiệt điện (NMNĐ):

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 mét sè 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.

1.2.2. 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.

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 (m^3/sec)

H: chiều cao cột nước (m)

η: hiệu suất tuốc bin

Nhà máy thủy điện có những đặc điểm sau:

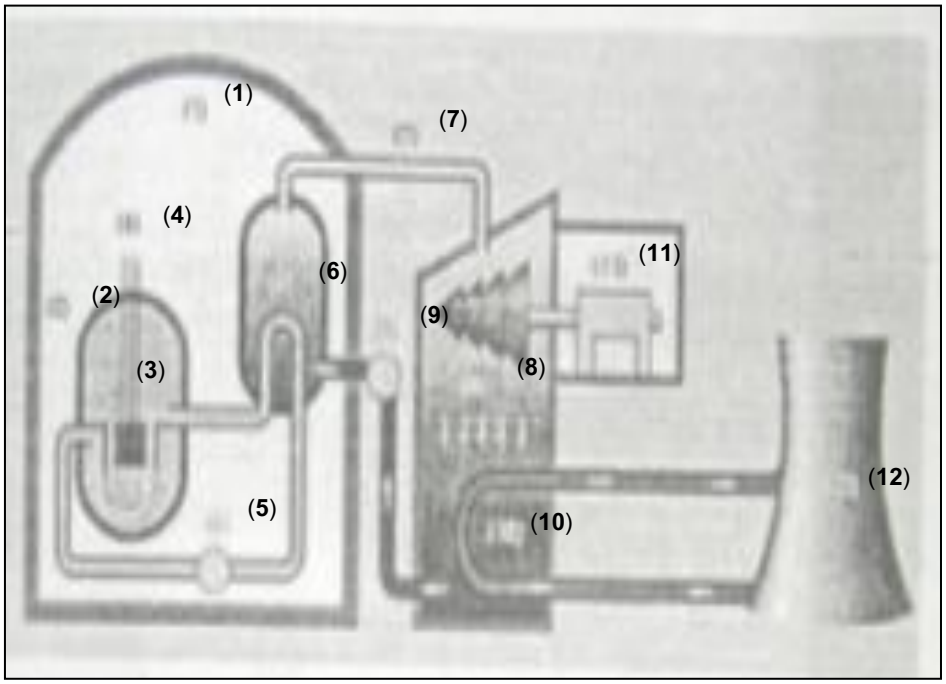
- Xây dựng gần nguồn nước nên thường xa phụ tải.
- Vốn đầu tư xây lắp ban đầu lớn, chủ yếu thuộc về các công trình như đập chắn, hồ chứa . . .

- Thời gian xây dựng kéo dài.
- Chi phí sản xuất điện năng thấp.
- Thời gian khởi động máy ngắn.
- Hiệu suất cao (η = 80 ÷ 90%).
- Tuổi thọ cao

1.2.3. Nhà máy điện nguyên tử (NMĐNT)

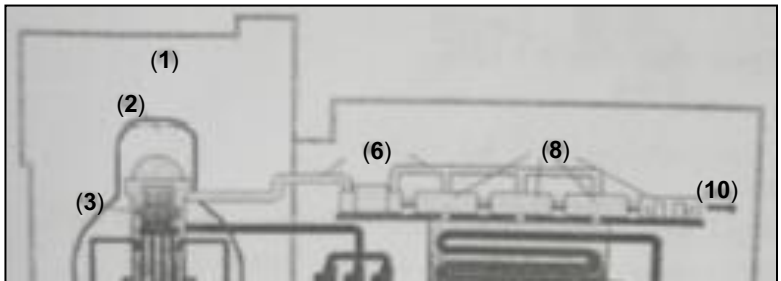
Nhà máy điện nguyên tử cũng tương tự như nhà máy nhiệt điện về phương diện biến đổi năng lượng: Tức là nhiệt năng do phân hủy hạt nhân sẽ biến thành cơ năng và từ cơ năng sẽ biến thành điện năng.

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.



H×nh 1.2: S¬ ®å nguyªn lý nhµ m¸y ®iÖn nguyªn tö
lo¹i lß ph¶n øng n-íc ¸p lùc

1. CÊu tróc b¶o vÖ.
2. B×nh ph¶n øng.
3. Lß ph¶n øng.
4. Thanh ®iÒu khiÓn.
5. M¸y b¬m.
6. Nåi h¬i.
7. èng h¬i.
8. Tuèc bin.
9. B¬m cÊp.
10. N-íc ng-ng.
11. M¸y ph¸t ®iÖn.
12. Th¸p ng-ng.



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 tải.
- 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.

1.2.4. 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.

1.2.5. 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.

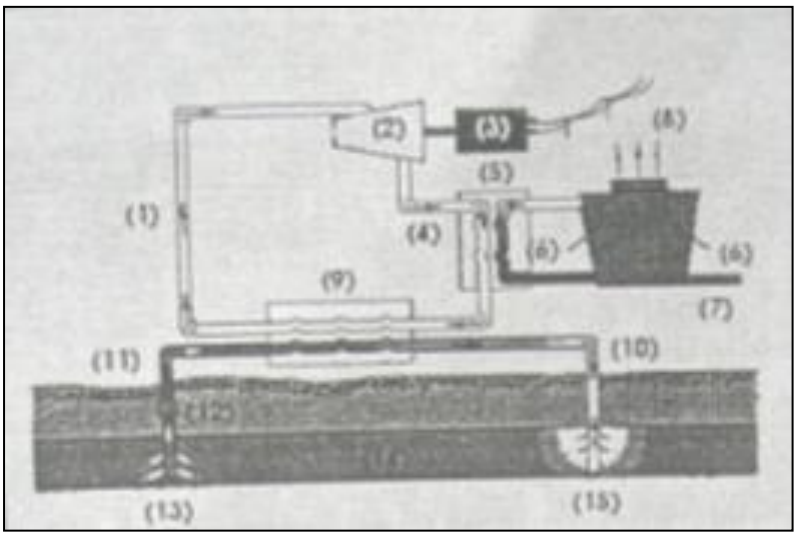
Nhà máy điện dùng năng lượng bức xạ mặt trời có những đặc điểm sau:

- 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.

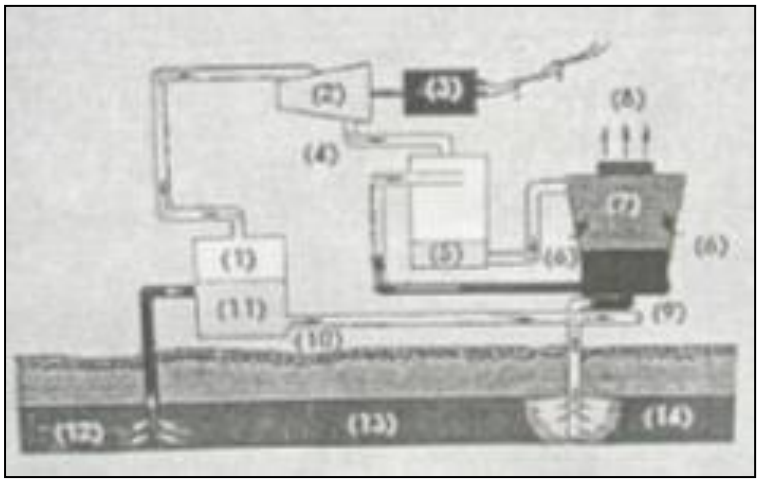
1.2.6. Nhà máy năng lượng địa nhiệt:

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 350^0F và áp suất khoảng 16.000psi.



Hình 1.4: S□ □□ NGUY□N L□ NHÀ M□Y □IA NHI□T LO□I CHU K□ K□P

1. Hơi.
2. Tuốc bin.
3. Máy phát.
4. Hơi.
5. Bình ng- ng.
6. Không khí.
7. N- ớc.
8. Không khí và hơI n- ớc
9. Bình trao đổi nhiệt.
10. N- ớc ngầm nguội.
11. Ngầm nóng.
12. Bơm .
13. N- ớc lên.
14. Vùng địa nhiệt.
15. N- ớc xuống.



Hình 1.5: Sơ đồ nguyên lý nhà máy đia nhiệt
Loại phun hơi

1. Hơi.
2. Tuốc bin.
3. Máy phát.
4. Hơi.
5. N- ớc.
6. Không khí.
7. Tháp làm lạnh.
8. Không khí và hơi n- ớc.
9. Cấp nhiệt.
10. N- ớc thải.
11. N- ớc ngầm.
12. N- ớc lên.
13. Vùng địa nhiệt.
14. N- ớc xuống.

1.3. Mạng lưới điện.

1.3.1. Mạng truyền tải và truyền tải phụ:

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.

1.3.2. 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.

1.4. Hộ tiêu thụ điện (hộ dùng điện):

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.

1.4.1. Theo ngành nghề: Phụ tải được phân làm 2 loại:

– Phụ tải công nghiệp.

– Phụ tải kinh doanh và dân dụng.

1.4.2. 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.

1.4.3. 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.

Chương 1: TÍNH TOÁN PHỤ TẢI

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.

- 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.

Nội dung chính:

1. Xác định nhu cầu điện

1.1. Các đại lượng cơ bản

a. Công suất định mức (Pđm):

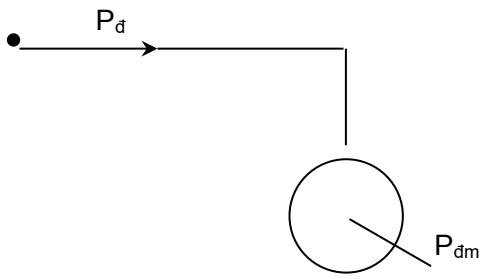
Công suất định mức là công suất của các thiết bị điện thường được nhà chế tạo ghi sẵn trong lý lịch máy hoặc trên nhãn hiệu máy, được biểu diễn bằng công suất tác dụng P (đối với động cơ, lò điện trở, bóng đèn…) hoặc biểu diễn bằng công suất biểu kiến S (đối với máy biến áp hàn, lò điện cảm ứng…). Công 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: $P_{đm} = U_{đm}.I_{đm} .\cos\varphi_{đm}$ (2.8)
+ Đối với ba pha: $P_{đm} = U_{đm}.I_{đm}.\cos\varphi_{đm}$ (2.9)

b. Công suất đặt (Pđ):

Là công suất đầu vào của động cơ



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

$$P_đ = \frac{P_{đm}}{\eta}$$

Trong đó: Pđ: Công suất đặt của động cơ, kW

Pđm: 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, $\eta_{đc}$ =(0,8 ÷ 0,95) nên để cho tính toán được đơn giản, người ta thường cho phép bỏ qua hiệu suất, lúc này lấy Pđ ≈ Pđm.

*** Đối với thiết bị chiếu sáng:**

Công suất đặt là công suất tương ứng với số ghi trên đế hay ở bầu đèn, công suất này bằng với công suất được tiêu thụ bởi đèn khi điện áp mạng điện là định mức.

*** Đối với các thiết bị điện làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại như cầu trục, máy hàn...:** Khi tính toán phụ tải điện của chúng, ta phải quy đổi về công suất định mức ở chế độ làm việc dài hạn, tức là quy đổi về chế độ làm việc có hệ số tiếp điện ε% = 100%.

Cụ thể:

+ Đối với động cơ:

$$P_đ = P'_{đm} = P_{đm} \quad (2.11)$$

Trong đó: $P'_{đm}$: là công suất định mức đã quy về chế độ làm việc dài h¹n.

$P_{đm}$; (đm: các tham số định mức cho trong lý lịch máy

+ Đối với máy biến áp của lò điện:

$$P_đ = S_{đm}.\cos\varphi_{đm} \quad (2.12)$$

Trong đó:

Sđm: Công suất biểu kiến định mức của máy biến áp, ghi trong lý lịch máy.

$\cos\varphi_{đm}$: hệ số công suất, ghi trong lý lịch máy.

+ Đối với máy biến áp hàn: $P_đ = S_{đm}.\cos\varphi_{đm}$ (2.13)

c. Phụ tải trung bình (P_{tb}):

Là một đặc trưng tĩnh của phụ tải trong một khoảng thời gian khảo sát, được xác định bằng biểu thức:

$$p_{tb} = \frac{A_P}{t} \quad (2.14)$$

$$q_{tb} = \frac{A_Q}{t} \quad (2.15)$$

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:

$$P_{tb} = \sum_{i=1}^{n} p_i \qquad (2.16)$$

$$Q_{tb} = \sum_{i=1}^{n} q_i \qquad (2.17)$$

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.

d. Phụ tải cực đại:

Phụ tải cực đại chia làm hai nhóm:

*** Phụ tải cực đại dài hạn (Pmax):**

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_{dn}):**

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.

e. Công suất phản kháng(Q)

- Khi một thiết bị làm việc nó tiêu thụ một lượng công suất điện dung Q_C để trao đổi với điện trường và một công suất điện cảm Q_1 để trao đổi với từ trường.
- Ngoài ra Q cần thiết cho quá trình điều chỉnh điện áp và dự trữ công suất trong hệ thống điện

f. Phụ tải tính toán (P_{tt}): 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:

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

1.2. Các hệ số tính toán

a. Hệ số sử dụng ksd:

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:

$$k_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} \qquad (2.18)$$

Đối với nhóm có n thiết bị:

$$k_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} p_{tbi}}{\sum_{i=1}^{n} p_{đmi}} \qquad (2.19)$$

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 kđ:

Hệ số đóng điện (kđ) của thiết bị là tỷ số giữa thời gian đóng điện trong chu trình với toàn bộ thời gian của chu trình (tct).

Thời gian đóng điện (tđ) gồm thời gian làm việc mang tải (tlv) và thời gian chạy không tải (tkt), như vậy:

$$k_đ = \frac{tlv+tkt}{tct}$$

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

$$k_d = \frac{\sum_{i=1}^{n} k_{di}.P_{dmi}}{\sum_{i=1}^{n} P_{dmi}} \qquad (2.21)$$

Hệ số đóng điện phụ thuộc vào qui trình công nghệ.

c. Hệ số phụ tải kpt (còn gọi là hệ số mang tải):

Hệ số phụ tải (kpt) là tỉ số giữa công suất thực tế với công suất định mức.

$$k_{pt} = \frac{P_{thucte}}{P_{dm}} \approx \frac{P_{tb}}{P_{dm}} \qquad (2.22)$$

Mặt khác:

$$k_{pt} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} = \frac{P_{tb}.t_d}{P_{dm}.t_d} = \frac{A}{P_{dm}.t_d} = \frac{P_{tb}.t_{ct}}{P_{dm}.t_{ct}} = \frac{k_{sd}}{k_d} \quad (2.23)$$

Trong đó:

Điện năng A = Ptb.tđ = Ptb.tct (2.24)

Hệ số phụ tải công suất tác dụng của nhóm thiết bị là tỷ số của hệ số sử dụng Ksd với hệ số đóng điện kđ.

$$kpt = \frac{ksd}{kđ}$$

d. Hệ số cực đại kmax:

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

$$kmax = \frac{P_{tt}}{P_{tb}} \quad (2.26)$$

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 kmax cũng có thể tra trong sổ tay.

e. Hệ số nhu cầu, knc:

Hệ số nhu cầu (knc) là tỷ số giữa phụ tải tính toán với công suất định mức.

$$knc = \frac{P_{tt}}{P_{dm}} = \frac{P_{tt}}{P_{tb}}.\frac{P_{tb}}{P_{dm}} = kmax.ksd \quad (2.27)$$

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

f. Số thiết bị hiệu quả nhq:

*** 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:

$$nhq = \frac{(\sum_{i=1}^{n} p_{đmi})^2}{\sum_{i=1}^{n} (p_{đmi})^2} \quad (2.28)$$

Trong đó: n: là số thiết bị có trong nhóm.

Pđmi: 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 thì:

$$nhq = \frac{(n.P_{dm})^2}{n.P_{dm}^2} = n \quad (2.29)$$

- Khi số thiết bị n > 5 thì việc tính theo công thức trên gỗp nhiều khó khăn, vì vậy trong thực tế người ta tìm nhq 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:

$$P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{n} P_{đmi} \quad (2.30)$$

Bước 2: Xác định thiết bị công suất lớn nhất trong nhóm (Pmax):

Bước 3: Xác định số thiết bị có $P \geq P_{max}$ trong nhóm đó.

Bước 4: Xác định tổn thất công suất của n_1 thiết bị.

$$P_1 = \sum_{i=1}^{n_1} P_{đmi} \quad (2.31)$$

Bước 5: Xác định $n_* = \frac{n_1}{n}$; $P_* = \frac{P_1}{P}$ (2.32)

Trong đó: n: là số thiết bị trong nhóm

n_1: là số thiết bị có công suất không nhỏ hơn một nữa công suất của thiết bị có công suất lớn nhất trong nhóm đó.

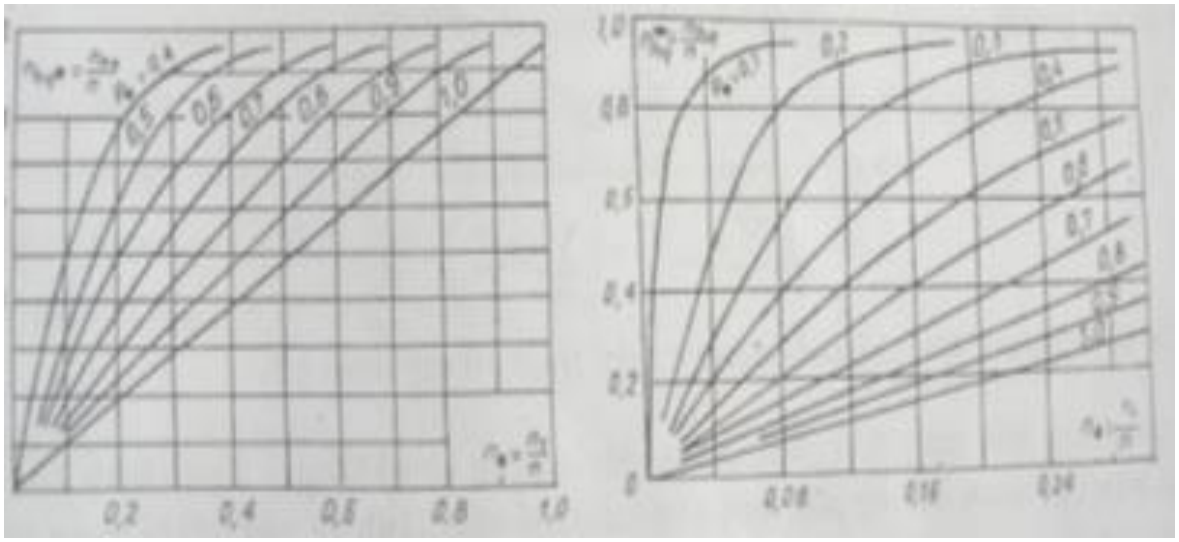
P; P_1: là công suất ứng với n và n_1 thiết bị.

Bước 6: Tra bảng 2.1 hoặc đường cong (Hình 2.1) để tìm n_{hq}^*

Bước 7: Xác định số thiết bị hiệu quả: $n_{hq} = n_{hq}^* .n$ (2.33)

Bảng 2.1: Bảng tra n_{hq}^* theo n^* và P*

$n_* = \frac{n_1}{n}$	$P_* = \frac{\sum p_{đmn1}}{\sum p_{đmn}}$																		
	0,1	**0,15**	**0,20**	**0,25**	**0,30**	**0,35**	**0,40**	**0,45**	**0,50**	**0,55**	**0,60**	**0,65**	**0,70**	**0,75**	**0,80**	**0,85**	**0,90**	**0,95**	**1,0**
0,02	0,71	0,51	0,36	0,26	0,19	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,01	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
0,03	0,81	0,64	0,48	0,36	0,27	0,21	0,16	0,13	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
0,04	0,86	0,72	0,57	0,44	0,34	0,27	0,22	0,18	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04
0,05	0,90	0,79	0,64	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	0,85	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	0,93	0,88	0,80	0,72	0,67	0,56	0,48	0,42	0,37	0,32	0,28	0,25	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
0,20			0,95	0,93	0,89	0,83	0,76	0,69	0,64	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	0,61	0,57	0,51	0,45	0,41	0,36	0,32	0,29	0,26	0,24
0,30					0,95	0,94	0,90	0,86	0,80	0,73	0,66	0,60	0,53	0,48	0,43	0,39	0,35	0,32	0,29
0,35						0,95	0,94	0,91	0,86	0,81	0,74	0,68	0,62	0,56	0,50	0,45	0,41	0,37	0,33
0,40							0,95	0,93	0,91	0,86	0,81	0,75	0,69	0,63	0,57	0,52	0,47	0,42	0,38
0,45								0,95	0,93	0,91	0,87	0,81	0,76	0,70	0,64	0,58	0,52	0,47	0,43
0,5									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	0,83	0,76
0,85																0,95	0,93	0,88	0,80
0,90																	0,95	0,92	0,85
1,00																			0,95



Hình 2.1: Quan hệ n_{hq}^* và n^* theo P^*

1.3 .Các phương pháp tính phụ tải tính toán:

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

Công thức tính:

$$Ptt = k_{nc}.\sum_{i=1}^{n} p_{đi} \quad (2.34)$$

$$Qtt = Ptt.tg\varphi \quad (2.35)$$

$$Stt = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \frac{\mathbf{Ptt}}{\cos\varphi}$$

Một cách gần đúng có thể lấy: Pđ ≈ Pđm do đó:

$$Ptt = \mathbf{Knc.}\sum_{i=1}^{n} P_{dmi}$$

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.

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

$$\cos\varphi_{tb} = \frac{P_1\cos\varphi_1 + P_2\cos\varphi_2 + \ldots.. + Pn\cos\varphi}{P_1 + P_2 + \ldots.. + Pn}$$

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.

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

Công thức tính: $P_{tt} = p_0.F$

Trong đó:

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

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 ôtô, vòng bi.

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

Công thức tính:

$$P_{tt} = \frac{Mw_0}{T_{max}}$$

Trong đó:

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

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

Tmax: 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 312.10^6m^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 Tmax = 7000h/năm.

Lời giải

áp dụng công thức ($Ptt = P_0F$) ta được

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

d. 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 (2.40) 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: $$P_{tt} = k_{max}.\sum_{i=1}^{n} k_{sd}.P_{dm} \quad (2.40)$$

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 nhq 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 ≤ 3 và nhq < 4, phụ tải tính toán được tính theo:**

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^{n} P_{dmi} \quad (2.41)$$

$$Q_{tt} = \sum_{i=1}^{n} Q_{dmi} \quad (2.42)$$

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

$$S_{tt} = \frac{S_{dm}\sqrt{\varepsilon_{dm}}}{0{,}875} \quad (2.43)$$

- **Trường hợp n > 3 và nhq < 4, phụ tải tính toán được tính theo:**

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^{n} k_{pti} P_{dmi} \quad (2.44)$$

Trong đó:

kpti: 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.

Pđmi: là công suất định mức của thiết bị thứ i.

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

Hệ số cực đại kmax sẽ lấy ứng với nhq = 300

- **Trường hợp $n_{hq} > 300$, $k_{sd} \geq 0.5$ thì:**

$$P_{tt} = 1{,}05 k_{\max} \sum_{i=1}^{n} P_{dmi} \qquad (2.45)$$

- **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	$P_{đm}$(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 ksd =0,1

Lời giải

Bước 1: Xác định hệ số thiết bị hiệu quả nhq.

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: $nhq_* = 0{,}56$.

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= 23,1(kW)

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)

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

$S_{tt} = \frac{P_{tt}}{cos\varphi_{tb}} = 38,1$ (kVA)

2. Chọn phương án cung cấp điện

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.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:

$$U = 4,43.\sqrt{l + 16P} \qquad (3.1)$$

Hoặc:

$$U = 3\sqrt{S} + 0{,}5P \quad (3.2)$$

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 (3-1) để chọn cấp điện áp thích hợp khi biết công suất truyền tải và khoảng cách đến hộ tiêu thụ điện.

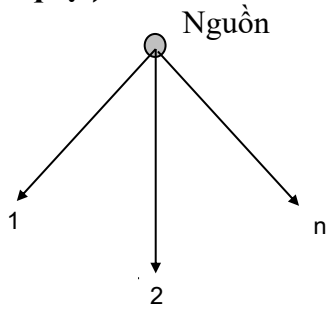
Bảng 3-1: Giá trị gần đúng về công suất truyền tải và khoảng cách truyền tải của các mạng có cấp điện áp khác nhau

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

2.3. Sơ đồ mạng điện áp cao.

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.

2.3.1.Sơ đồ Hình tia (Hình nhài quạt):



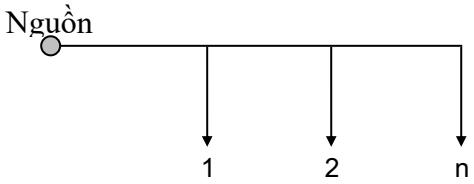
Hình 3.1 Sơ đồ hình tia

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.

2.3.2.Sơ đồ phân nhánh:



Hình 3.2 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.

2.3.3. 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.

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

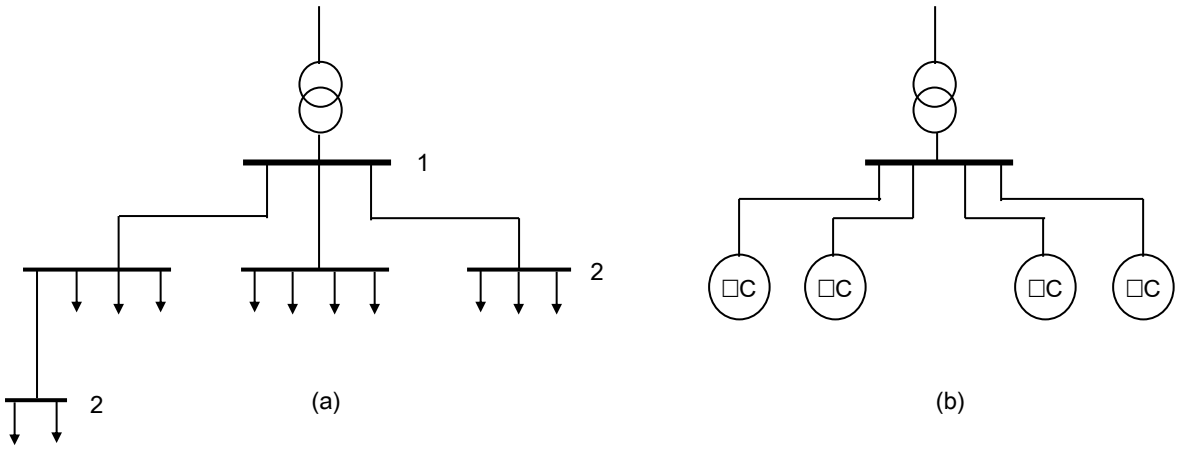
2.4.Sơ đồ mạng điện áp thấp.

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.

2.4.1. 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.

a. Sơ đồ mạng Hình tia:

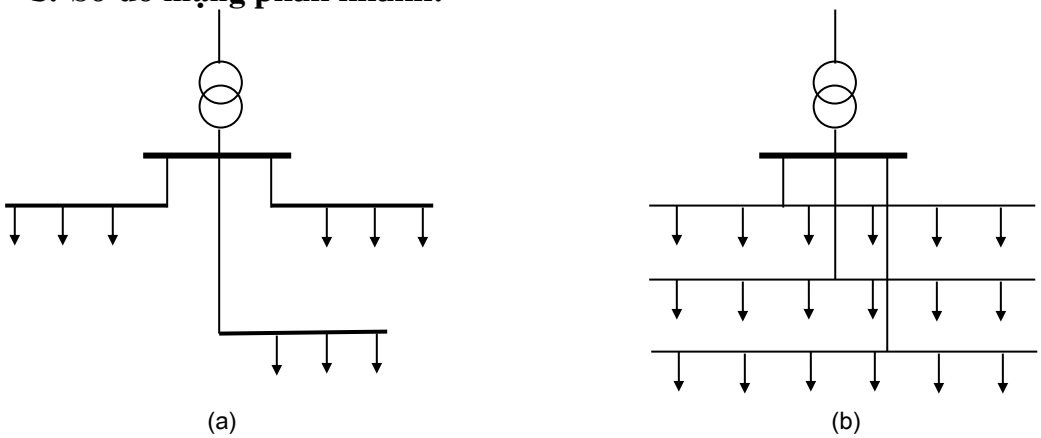


H×nh 3.3: S¬ ®å h×nh tia
a. Cung cÊp ®iÖn cho phô t¶i ph©n t¸n
b. Cung cÊp ®iÖn cho phô t¶i tËp trung
1. Thanh c¸i tr¹m biÕn ¸p ph©n x-ëng.
2. Thanh c¸i tñ ph©n phèi ®éng lùc

Hình 3.3a là sơ đồ Hình tia dùng để cung cấp điện cho các phụ tải phân tán. Từ thanh cái của trạm biến áp có các đường dây dẫn đến các tủ phân phối động lực, từ tủ phân phối động lực có các đường dây dẫn đến phụ tải. Loại sơ đồ này có độ tin cậy tương đối cao, dùng trong các phân xưởng có thiết bị phân tán trên diện rộng: phân xưởng gia công cơ khí, lắp ráp, dệt sợi...

Hình 3.3b 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.

b. Sơ đồ mạng phân nhánh:



Hình 3.4. Sơ đồ phân nhánh

Hình 3.4a là sơ đồ phân nhánh thường dùng trong các phân xưởng không quan trọng.

Hình 3.4b 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.

2.4.2. 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.

a.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.

b. 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.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Em trình bày cách phân loại lưới điện của nước ta?
2. Em trình bày hộ tiêu thụ điện theo yêu cầu liên tục cung cấp điện?
3. Em trình bày trình tự tính toán các bước cách xác định n_{hq}?
4. Em trình bày đặc điểm, ưu điểm, nhược điểm Sơ đồ dẫn sâu mạng điện cao áp?
5. Em trình bày đặc điểm, ưu điểm, nhược điểm Sơ đồ dẫn sâu?
6. Vẽ Sơ đồ nối dây mạng hình tia, mạng phân nhánh của mạng điện áp thấp?

Chương 2: TÍNH TOÁN MẠNG VÀ TỔN THẤT

Mục tiêu:

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

- Trình bày khái quát, cấu trúc, vận hành trạm 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.

Nội dung chính:

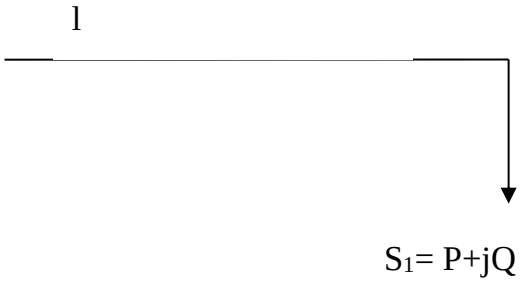
1. Tính tổn thất điện áp, tổn thất công suất, tổn thất điện năng

1.1. Tính toán tổn thất điện áp trên đường dây

Tổn thất điện áp là một đại lượng phức $\Delta U=\Delta U+j\,\delta U$

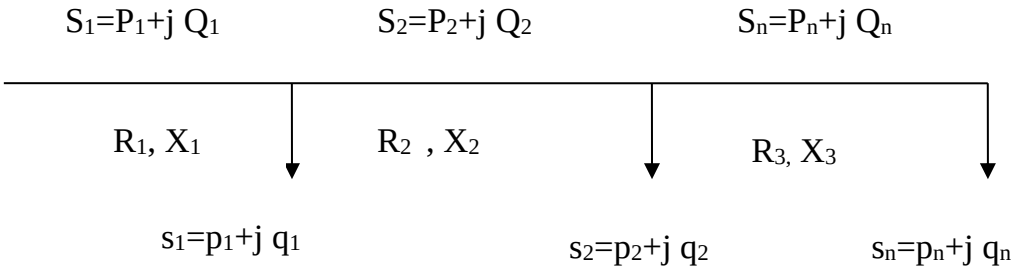
Tổn thất điện áp là do công suất tác dụng gây lên trên điện trở R và công suất phán kháng gây trên X

a. Tổn thất điện áp trên đường dây có 1 phụ tải



Tổn thất điện áp trên đường dây có 1 phụ tải là: $\Delta U= \frac{P_1.R_1 + Q_1.X_1}{U_{dm}}$..

b. Tổn thất điện áp trên đường dây có nhiều phụ tải(bằng tổng tổn thất các đoạn)



$$\Delta U=\Delta U+j\,\delta U = \frac{1}{U_{dm}}(\sum_{i=1}^{n} P_i.r_i + \sum_{i=1}^{n} Q_i.x_i)$$

1.2. Tính toán tổn thất công suất

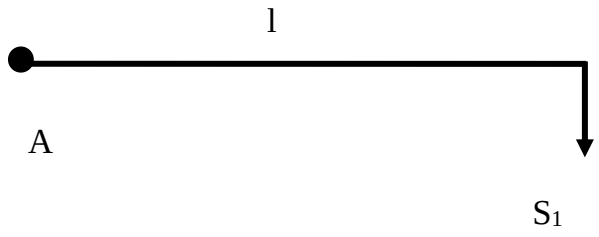
1.2.1.Tổn thất công suất trên đường dây

a/ Tổn thất của mạng điện cao áp

b/ Tổn thất công suất của mạng điện địa phương(<=35KV)

Đối với đường dây địa phương có thể bỏ qua tổng dẫn

* Tổn thất công suất trên đường dây có 1 phụ tải

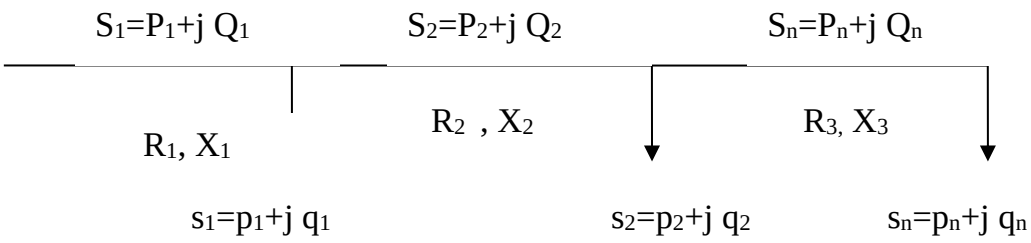


Tổn thất công suất trên đường dây được xác định theo công thức:

$$\Delta S = \Delta P + j\Delta Q$$

$$\Delta S = I^2.Z = \frac{S^2}{U^2_{dm}} Z = \frac{P^2 + Q^2}{U^2_{dm}} (R + jX)$$

* Đường dây n phụ tải.



Giả sử đường dây có n phụ tải như hình vẽ

Ký hiệu trên hình vẽ:

$s_1, s_2, \ldots s_n$: Công suất phụ tải các điểm 1,2,…n

$S_1, S_2 \ldots S_n$: Công suất truyền tải trêm các đoạn 1,2….n

$R_1, R_2 \ldots R_n$: Điện trở các đoạn 1, 2…n

$X_1, X_2, \ldots X_n$: Điện kháng các đoạn 1,2…n

Công suất truyền tải trên các đoạn đường dây khi không kể đến tổn hao công suất

$S_1 = P_1 + j Q_1 = s_1 + s_2 + \ldots s_n = p_1 + jq_1 + p_2 + jq_2 + \ldots p_n + jq_n$

$S_1 = P_1 + j Q_1 = s_2 + \ldots s_n = p_2 + jq_2 + \ldots p_n + jq_n$

……

$S_n = P_n + j Q_n = p_n + jq_n$

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \ldots + \Delta P_n = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U^2_{dm}} R_1 + \ldots \frac{P_n^2 + Q_n^2}{U^2_{dm}} R_n = \frac{P_i^2 + Q_i^2}{U^2_{dm}} R_i$$

$$\Delta Q = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 + \ldots + \Delta Q_n = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U^2_{dm}} X_1 + \ldots \frac{P_n^2 + Q_n^2}{U^2_{dm}} X_n = \frac{P_i^2 + Q_i^2}{U^2_{dm}} X_i$$

$$\Delta S = \Delta P + j\Delta Q = \frac{P_i^2 + Q_i^2}{U^2_{dm}} R_i + \frac{P_i^2 + Q_i^2}{U^2_{dm}} X_i = \frac{P_i^2 + Q_i^2}{U^2_{dm}} (X_i + R_i)$$

1.2.2. Tổn thất công suất trong máy biến áp

** Tổn thất trong cuộn dây của máy biến áp:*

Khi có dòng điện chạy trong cuộn dây của máy biến áp sinh ra hao tổn công suất gọi là hao tổn đồng(ΔS_{cu}). Hao tổn này bao gồm hai thành phần là hao tổn công suất tác dụng(ΔP_{CU}) và phản kháng ΔQ_{CU})

TH1: Ở chế độ định mức:

- Tổn thất công suất tác dụng trong cuộn dây máy biến áp bằng tổn thất ngắn mạch

$\Delta P_{cuH} = \Delta P_K = 3 I^2_H.R_B$

- Tổn thất công suất phản kháng lấy bằng tổn thất tản từ

$\Delta Q_{cu\,H} = (U_P\%.S_H)/100$

Trong đó:

U_P%: điện áp phản kháng % trong cuộn dây MBA

R_B: điện trở tác dụng trong cuộn dây của MBA

U_K%: điện áp ngắn mạch phần trăm

TH2: Khi máy biến áp làm việc ở chế độ khác định mức

$\Delta P = 3 I^2.R_B$

$\Delta Q = 3 I^2.X_B$

Trong đó: I- dòng điện phụ tải

X_B- điện trở phản kháng trong cuộn dây

$$\Delta P = = \Delta P_{cu} \left(\frac{S}{S_H}\right)^2 = \Delta P_K \left(\frac{S}{S_H}\right)^2 = R_B \left(\frac{S}{U}\right)^2$$

$$\Delta Q = = \Delta Q_{cu\,H} \left(\frac{S}{S_H}\right)^2 = \frac{U_K\%.S^2}{100.S_H}. = X_B \left(\frac{S}{U}\right)^2$$

$$\text{Vậy: } \Delta S_{cu} = \Delta P_{cu} + \Delta Q_{CU} = R_B \left(\frac{S}{U}\right)^2 + jX_B \left(\frac{S}{U}\right)^2$$

U: lấy bằng điện áp định mức của máy biến áp

S: Phụ tải cực đại của máy biến áp

S_H: Công suất định mức của máy biến áp

* Tổn thất công suất trong lõi thép

Tổn thất công suất trong lõi thép của máy biến áp gồm 2 thành phần

- Tổn thất công suất tác dụng do dòng điện xoáy và từ trễ sinh ra và được tính theo biểu thức:

$\Delta Fe = \Delta P_0 = \sqrt{3}.U_0.I_0$

Trong đó: U_0, I_0: dòng điện và điện áp không tải của MBA

- Hao tổn công suất phản kháng trong lõi thép của MBA do tổn hao từ sinh ra tính theo công thức:

$$\Delta Q_{Fe} = \frac{I_o\%.S_{dm}}{100}.$$

Vậy tổng hao tổn công suất của máy biến áp:

$\Delta S_B = \Delta P_B + j\Delta Q_B = (\Delta P_{CU} + \Delta P_{Fe}) + j(\Delta Q_{CU} + \Delta Q_{Fe})$

Nhận xét: Tổn hao công suất trong lõi thép của máy biến áp không phụ thuộc vào phụ tải mà nó phụ thuộc vào kết cấu và vật liệu làm lõi thép máy biến áp

1.3. Tính toán tổn thất điện năng

a/ Xác định thời gian sử dung công suất cực đại (T_{max})và thời gian hao tổn công suất cực đại(τ)

Khi biết năng lượng tiêu thụ trong năm(A) thì:

$$T_{max} = A/\sqrt{3}U.I_{max}.\cos\varphi = \frac{A}{P_{max}}$$

Vậy T_{max}là thời gian cần thiết để toàn bộ năng lượng truyền tải trên đường dây với dòng điện không đổi bằng dòng điện cực đại

* Thời gian sử dụng công suất cực đại (τ)

$$\Delta P_{max}.\tau = \Delta A$$

Thời gian hao tổn công suất cực đại τ là thời gian cần thiết để dòng điện phụ tải cực đại truyền tải trên đường dây gây ra hao tổn năng lượng bằng năng lượng tổn hao trong năm

Ngoài ra τ còn được xác định theo công thức thực nghiệm ketevits

$\tau = (0.124 + T_{max}.10^{-4})^2\ 8760$

b. Tổn thất điện năng trên đường dây

- Tổn thất điện năng trên đường dây được xác định như sau:

$\Delta A = \Delta P_{dd}.\tau$

Trong đó :

ΔP_{dd}: là hao tổn công suất lớn nhất với phụ tải tính toán

- Khi điện áp U≥110 kV thì

$\Delta A = \Delta P_{dd}.\ \tau + \ \Delta P_{vq}.T$

P_{vq} : Tổn thất vầng quang điện gây ra

T: Thời gian xuất hiện vầng quang

a. Tổn thất điện năng trong máy biến áp

* Tổn thất điện năng trong trạm có 1 máy biến áp

$$\Delta A=\Delta A_{Fe}+\Delta A_{cu}= \Delta P_{Fe}.T+ \Delta P_{cu} .\tau = \Delta P_{Fe}.T+\Delta P_K(\frac{S}{Sđđ})^2.\tau$$

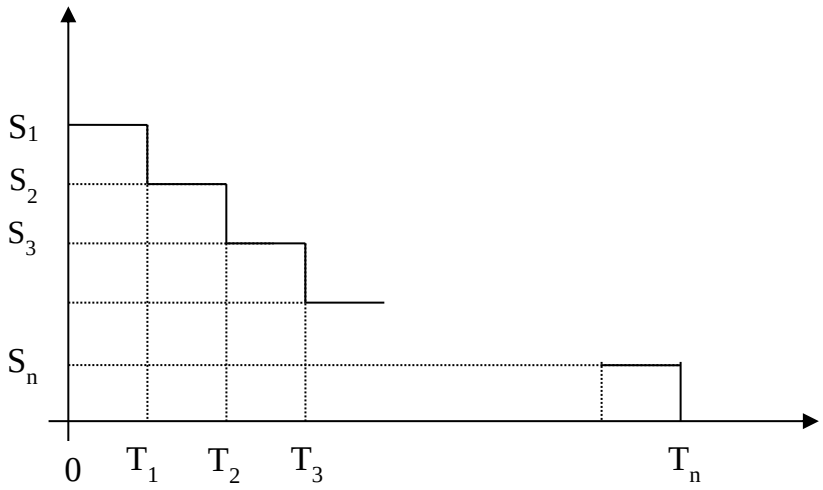
Trường hợp biết đồ thị phụ tải của máy biến áp(hình 2.1)

$$\Delta A_B=\Delta P_{Fe}.8760+ \Delta P_K [(\frac{S_1}{S_{dm}})^2.T_1+(\frac{S_2}{S_{dm}})^2.T_2+(\frac{S_3}{S_{dm}})^2.T_3+....(\frac{S_n}{S_{dm}})^2.T_n$$

$$TQ:\Delta A_B=\Delta P_{Fe}.8760+ \Delta P_K \sum (\frac{S_i}{S_{dm}})^2.T_i$$

$S_1, S_2, S_3....S_n$ là phụ tải cực đại của MBA

$T_1,T_2,T_3,,,,,,T_n$ là thời gian ứng với phụ tải $P_1, P_2, P_3....P_n$



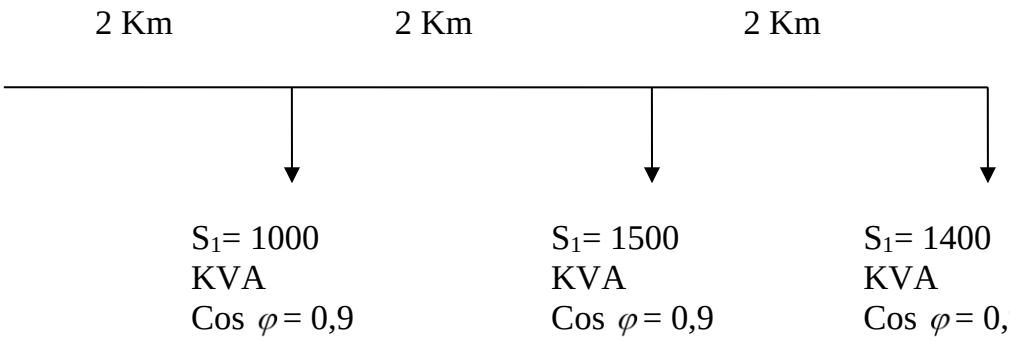
* Tổn thất điện năng trạm có nhiều máy biến áp làm việc song song.

- Nếu có n máy biến áp giống nhau làm việc song song trong khoảng thời gian T ta có:

$$\Delta A= n\Delta P_0.T+1/ n \Delta P_K(\frac{S}{S_{dm}})^2.\tau$$

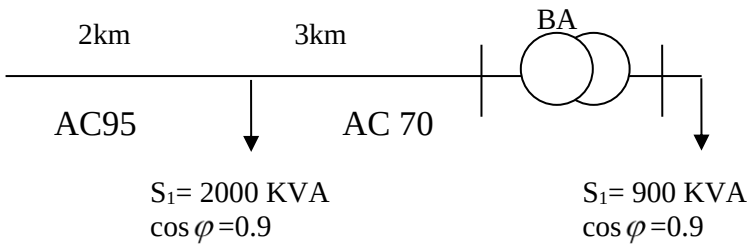
Bài tập:

1. Cho đường dây 22kv, sử dụng dây AC 50 . Cung cấp cho phụ tải cho bằng KVA và hệ số công suất cos φ, c



Chiều dài đường dây cho bằng km như hình vẽ. Tính tổn hao công suất, điện áp trên đường dây

2. Cho đường dây 22kv có các thông số cho trên hình vẽ:



Máy biến áp có các thông số sau: $S_{đm}$= 1000KVA, ΔP_0 =1650W, ΔP_K= 11500 W , i_0%= 1,3, U_k%= 5, k=22/0,4 Kv

a/ Tính hao tổn công suất trong máy biến ápvà trên đường dây truyền tải

b/ Tính hao tổn điện năng

Bảng số liệu về điện kháng và trở kháng của dây dẫn

Tiết diện dây dẫn	AC95	AC70
r_0(Ω/km)	0,33	0,46
x_0(Ω/km)	0,34	0,342

2. Trạm biến áp

2.1. 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.

Phân loại:Có nhiều cách phân loại trạm biến áp:

a. 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.

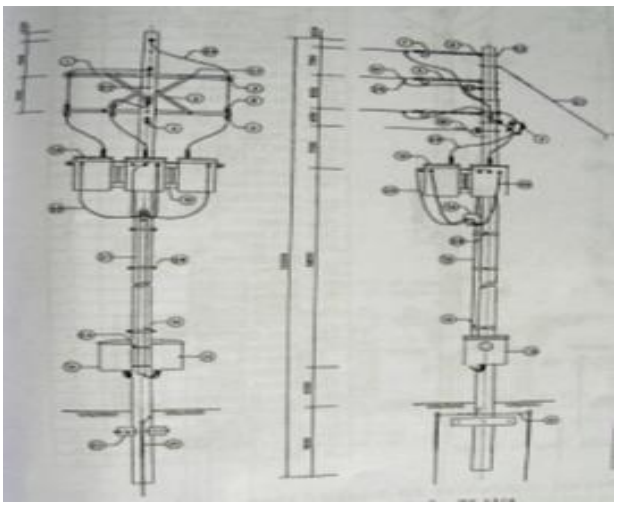
– **Trạm biến áp phân phối** còn gọi là trạm biến áp khách hàng.

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.

b. Phân theo kết cấu :

Trạm biến áp treo (trạm treo):

Trạm biến áp treo (Hình 4.1) là kiểu trạm mà tất cả các thiết bị điện cao hạ áp và cả máy biến áp đều được đặt trên cột. MBA 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 (15 ÷ 22)/0.4kV, phần đo đếm được trang bị phía hạ áp.



Hình 4.1: Trạm treo Sđm ≤ 3 x 75 kVA

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

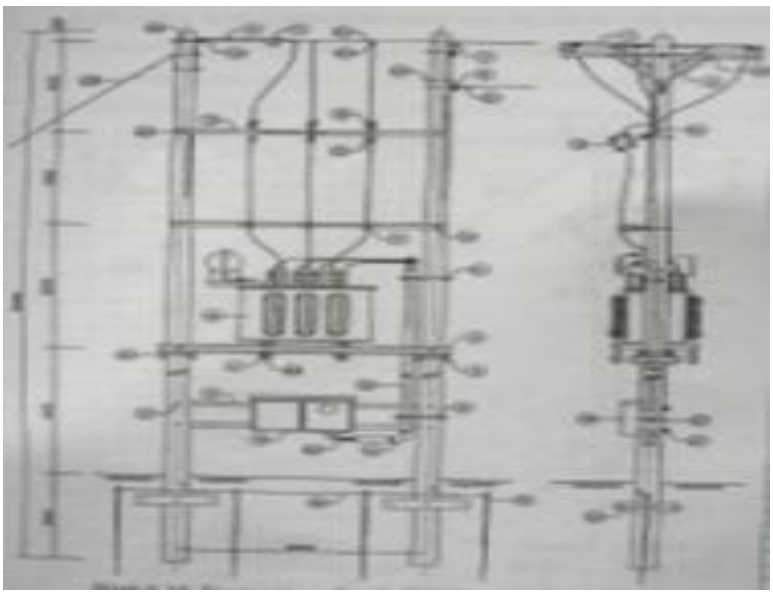
* Nhược điểm: kém mỹ quan và không an toàn.

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 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 4.2: Trạm giàn $S_{đm} \leq 400$ kVA, đo đếm hạ thế

-Trạm bệt (trạm nền):

Với kiểu trạm này, 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.

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 BAPP nông thôn hầu hết dùng kiểu tram bệt.

– Trạm xây (hoặc trạm kín):

Trạm xây là kiểu trạm mà toàn bộ các thiết bị điện cao, hạ áp và MBA đều được đặt trong nhà mái bằng.

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

- 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 MBA phải xây hố dầu để chứa dầu MBA khi sự cố, chống cháy nổ lan tràn.

2.2.Cấu trúc của trạm:

2.2.1.Đối với 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 hằng 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 quỹ đất hạn hẹp và điều kiện mỹ quan cho phép. ở các thành phố, thị trấn, kiểu trạm này đang được dùng phổ biến. Tuy nhiên các đường dây trên không trung áp và hạ áp cùng với hằng 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 qũy 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 nhương 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 thóat 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.

2.2.2.Đối với 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.

2.3.Vận hành trạm biến áp:

Thiết kế và vận hành có quan hệ mật thiết với nhau. Người vận hành cần hiểu ý đồ thiết kế và cần chấp hành đầy đủ các quy trình dự định thiết kế để phát huy hết các ưu điểm của phương án thiết kế và tận dụng được hết khả năng của thiết bị.

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

a.Khi bắt đầu cung cấp điện:

- Đóng các cầu dao cách ly của đường dây và trạm (phía cao áp).
- Đóng dao cách ly của thiết bị chống sét.
- Đóng dao cách ly phân đoạn thanh cao áp và hạ áp.
- Đóng máy cắt cao áp của đường dây vào trạm.
- Đóng cầu dao sau đó đóng máy cắt cao áp của MBA.
- Đóng máy cắt hạ áp của MBA (nếu có).
- Tùy theo yêu cầu của phụ tải mà đóng các máy cắt của các đường dây về các phân xưởng.

b.Khi ngừng cung cấp điện:

- Cắt các máy cắt của các đường dây về các phân xưởng.
- Cắt các máy cắt phía hạ áp của MBA (nếu có).
- Cắt máy cắt sau đó cắt cầu dao cách ly phía cao áp của MBA.
- Cắt máy cắt sau đó cắt cầu dao cách ly của đường dây đi vào.

c. Đóng MBA đưa vào vận hành:

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

d. **Khi cắt MBA:**

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

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày cấu trúc của trạm biến áp phân phối?
2. Trình bày trình tự thao tác khi vận hành trạm biến áp?

Chương 3: LỰA CHỌN THIẾT BỊ TRONG CUNG CẤP

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 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.

Nội dung chính:

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

1.1. Lựa chọn máy biến áp

Trong sơ đồ cấp điện, máy biến áp có vai trò rất quan trọng, làm nhiệm vụ biến đổi điện áp và truyền tải công suất.

Người ta chế tạo ra máy biến áp rất đa dạng, nhiều kiểu cách, kích cỡ, nhiều chủng loại. Người thiết kế căn cứ vào đặc điểm của đối tượng dùng điện (khách hàng) để lựa chọn hợp lý máy biến áp.

Thường ký hiệu máy biến áp như sau: Kiểu máy – công suất – U1/U2

Ví dụ: 4JB 5444 – 3LA – 250 – 24/0,4 là máy biến áp phân phối do Siemens chế tạo, kiểu 4JB – 4LA, công suất 250 kVA, điện áp U1=24 kV, U2 = 0,4 kV. Cũng có khi ký hiệu đơn giản hơn: Kiểu – Công suất/điện áp

Ví dụ: 8CB8 – 400/35 là biến áp phân phối khô, công suất 400 kVA, điện áp 35/0,4 kV do ChongQing chế tạo.

Lựa chọn máy biến áp bao gồm lựa chọn số lượng, công suất, chủng loại, kiểu cách và các tính năng khác của biến áp.

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

-Với phụ tải quan trọng không được phép mất điện, phải đặt hai biến áp

- Với các xí nghiệp hàng tiêu dùng , khách sạn, siêu thị (hộ loại 2) thường đặt 1 biến áp cộng với máy dự phòng.

- Với các hộ ánh sáng sinh hoạt thường chỉ đặt trạm 1 máy.

Công suất máy biến áp được chọn theo các công thức sau:

+ Với trạm 1 máy: $S_{dmB} \geq Stt$

+ Với trạm 2 máy: $S_{đmB} \geq \frac{S_{tt}}{1.4}$

Trong đó: S_{dmB} – công suất định mức của máy biến áp, nhà chế tạo cho

Stt – công suất tính toán, nghĩa là công suất yêu cầu lớn nhất của phụ tải xác định theo bài 2

1,4 - hệ số quá tải k = 1,4

Cần lưu ý rằng hệ số quá tải phụ thuộc thời gian quá tải. Lấy kqt = 1,4 là ứng với điều kiện thời gian như sau: quá tải không quá 5 ngày đêm, mỗi ngày quá tải không quá 6 giờ. Nếu không thoả mãn điều kiện thời gian trên phải tra đồ thị tìm kqt trong sổ tay cung cấp điện hoặc không cho quá tải.

Hai công thứ trên chỉ dùng để chọn máy biến áp chế tạo trong nước hoặc với máy biến áp ngoại nhập đã nhiệt đới hoá.

Khi sử dụng máy ngoại nhập chưa nhiệt đới hoá cần phải đưa vào công thức hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ khc kể đến sự chênh lệch nhiệt độ giữa môi trường chế tạo và môi trường sử dụng máy.

$$K_{hc} = 1 - \frac{\theta_1 - \theta_2}{100}$$

Trong đó: θ1 - nhiệt độ môi trường sử dụng (oC)

θ2 - nhiệt độ môi trường chế tạo (oC)

Ví dụ: Nếu dụng máy biến áp Nga ở Việt nam thì

$$K_{hc} = 1 - \frac{\theta_1 - \theta_2}{100} = 1 - \frac{24 - 5}{100} = 0{,}81$$

Với 24 - nhiệt độ trung bình ở Hà Nội

5 - nhiệt độ trung bình ở Mátcơva.

Khi đó công suất máy biến áp được tính theo công thức:

$$S_{đmB} \geq \frac{S_{tt}}{K_{hc}}$$

$$S_{đmB} \geq \frac{S_{tt}}{1{,}4K_{hc}}$$

Cũng cần lưu ý là máy biến áp rất ít xảy ra sự cố, nếu như khảo sát thống kê được trong hộ loại 1 có một số phần trăm nào đó hộ loại 3 có thể cắt điện khi cần thiết với thời gian kể trên thì khi 1 biến áp sự cố, biến áp còn lại chỉ cần cấp điện cho hộ loại 1. Kết quả là sẽ lựa chọn được cỡ máy nhỏ hơn, hợp lý hơn.Công thức chọn công suất máy cho 2 trạm máy sẽ là: $S_{đmB} \geq \frac{S_1}{1{,}4}$

Ví dụ 6.1. Yêu cầu chọn máy biến áp cho khu chung cư có phụ tải điện Stt = 300 kVA, điện áp trung áp 22 KV.

GIẢI

Vì cấp điện cho khu chung cư, trạm đặt 1 máy

Ta có: SdmB ≥ 300 kVA

Chọn máy 315 kVA do ABB chế tạo: 315 – 22/0,4

Ví dụ 6.2. Yêu cầu chọn máy biến áp cho trạm biến áp nhà máy luyện kim có phụ tải điện SB = 1200 (kVA) trong hai trường hợp: không biết số % phụ tải loại 3 và biết phụ tải loại 3 là 20%.

GIẢI

Trạm cấp điện cho nhà máy luyện kim phải đặt 2 máy biến áp

Khi không biết số phụ tải loại 3 của nhà máy, khi sự cố 1 máy biến áp, máy còn lại phải cấp đủ công suất 1200 (kVA).

$$S_{đmB} \geq \frac{1200}{1,4} = 857(kVA)$$

Chọn dùng 2 máy biến áp do Công ty thiết bị điện Đông Anh chế tạo, công suất 1000 (kVA), 2x1000 – 22/0,4

Trường hợp khảo sát thống kê được trong nhà máy có 20% phụ tải loại 3 (ví dụ nhà kho, nhà hành chính, phân xưởng sửa chữa…)

$$S_{đmB} \geq \frac{S_1}{1,4} = \frac{80\%.1200}{1,4} = 685(kVA)$$

Chọn dùng 2 máy biến áp do Công ty thiết bị điện Đông Anh chế tạo, công suất 750 (kVA), 2x750 – 11/0,4

So sánh hai phương án chọn máy:

Phương án chọn 2 máy 1000 (kVA) có lợi là khi 1 máy sự cố không phải cắt điện phụ tải loại 3 nhưng có hại là vốn đầu tư lớn, hệ số tải nhỏ.

$$K_t = \frac{S_{tt}}{2S_{đmB}} = \frac{1200}{2000} = 0.6$$

Phương án chọn 2 máy 750 (kVA) có lợi là vốn đầu tư nhỏ, hệ só tải cao

$$K_t = \frac{1200}{1500} = 0.8$$

Tuy nhiên, khi có sự cố 1 máy, máy còn lại cho phép tải 1,4 sẽ phải cắt 1 lượng tải loại 3 là: 1200 – 1,4.750 = 150 (kVA)

Số % phải cắt:

$$\frac{1200}{1500} x100 = 12,5\%$$

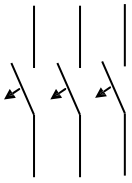
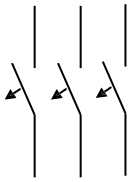
Nghĩa là không cần cắt hết 20% phụ tải loại 1.

1.2. Lựa chọn áp tô mát

Áptômát là thiết bị đóng cắt hạ áp có chức năng bảo vệ quá tải và ngắn mạch

Do cơ ưu điểm hơn hẳn cầu chì là khả năng làm việc chắc chắn, tin cậy, an toàn, đóng cắt đồng thời 3 pha và có khả năng tự động hoá cao nên 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 ạo với điện áp khác nhau: 400V, 440V, 500V, 600V, 690V.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. Ký hiệu áptômát cho ở bảng dưới dây:

Ký hiệu				
Sốcực	1 cực	2 cực	3 cực	4 cực
Số pha	1 pha		3 pha	

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 30mA, hoặc 300mA tuỳ loại.

Áptômát được chọn theo 3 điều kiện:

$$U_{đmA} \geq U_{đmLĐ}$$

$$I_{đmA} \geq I_{tt}$$

$$I_{cđmA} \geq I_N$$

Ví dụ 3.4. Yêu cầu chọn áptômát tổng cho căn hộ gia đình có công suất đặt là 6kW.

GIẢI

Phụ tải tính tóan căn hộ

$$Ptt = k_{đt}.P_đ = 0,8.6 = 4,8 \text{ kW}$$

Căn hộ dùng điện áp 220V, cosϕ = 0,85

$$I_{tt} = \frac{4,8}{0,22.0,85} = 25,66(A)$$

Có thể chọn áptômát 32A, ở đây dự phòng phát triển phụ tải, chọn áptôtmát 1 pha G4CB 1040 do Clipsal chế tạo có $I_{đm}$ = 40A, $I_{cđm}$ = 6 kA

2. Chống sét

2.1. Bảo vệ chống sét đánh trực tiếp.

2.1.1. Khái quát về bảo vệ chống sét.

a. Khái niệm.

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.

b. Các qui định chung về thiết bị chống sét.

- **Kim thu sét:** có thể bằng thép tròn, thép dẹp, thép ống hoặc thép góc với tiết diện phần kim loại của đỉnh kim không được nhỏ hơn 100mm^2 (nếu là thép dẹp, bề dày không được nhỏ hơn 3,5mm; nếu là thép ống, bề dày thép ống không được nhỏ hơn 3mm) và chiều dài hiệu dụng không được nhỏ hơn 200mm. Nếu kim thu sét đặt tại những nơi dễ ăn mòn, tiết diện đỉnh kim không được nhỏ hơn 150mm^2 (nếu thép dẹt, bề dày không nhỏ hơn 4mm; nếu là thép ống, bề dày thành ống không được nhỏ hơn 3,5mm). Đỉnh của kim thu sét không cần vuốt nhọn, nếu kim thu sét là ống, phải hàn kín đỉnh kim lại.

- **Dây thu sét:** Dây thu sét phải làm bằng thép, tiết điện không được nhỏ hơn 50mm^2 cũng như không lớn hơn 75mm^2 và phải được sơn dẫn điện. Nếu dây thu sét đặt tại những nơi dễ bị ăn mòn phải tăng tiết điện lên 75mm^2. Dây thu sét bảo vệ cho những công trình nhỏ, chiều dài không được quá 50m, được phép sử dụng loại có tiết diện bằng 35mm^2. Cố định dây thu sét trên những kết cấu chịu lực phải có kẹp nối đặc biệt, đảm bảo chắc chắn về cơ học và tiếp xúc tốt.

- **Đai và lưới thu sét:** Đai và lưới thu sét dùng để chống sét đánh thẳng có thể làm bằng thép tròn hoặc thép dẹt tiết diện không được nhỏ hơn 50mm^2, bề thép dẹt không

được nhỏ hơn 3mm, và phải sơn dẫn điện. Nếu đặt tại những nơi dễ ăn mòn, tiết diện không được nhỏ hơn 75mm^2, bề dày không nhỏ hơn 3,5mm.

- **Dây xuống, dây nối, cầu nối:** Dây xuống có thể làm bằng thép tròn hoặc thép dẹt, tiết diện không nhỏ hơn 35mm^2 và bề dày thép không nhỏ hơn 3mm. Nếu từ bộ phận thu sét đến bộ phận nối đất chỉ đặt một dây xuống, tiết diện của dây xuống này không được nhỏ hơn 50mm^2.

- **Bộ phận nối đất chống sét:** Bộ phận nối đất chống sét có thể làm bằng thép tròn, thép dẹt, thép góc hoặc thép ống với tiết diện phần kim loại không nhỏ hơn 100mm^2 (bề dày thép dẹt, thép góc không nhỏ hơn 4mm và bề dày thép ống không nhỏ hơn 3,5mm).

c. Các cấp chống sét:

Tùy theo chức năng sử dụng, các công trình xây dựng được chống sét theo sự phân cấp như sau:

+ **Cấp I:** Những công trình, trong đó có tỏa ra các chất khí và hơi dễ cháy, cũng như cát bụi hoặc các chất oxy hoá khác tạo thành các hỗn hợp nổ, có thể xảy ra ngay trong điều kiện làm việc bình thường kể cả xảy ra trong điều kiện bình thường ngắn hạn.

+ **Cấp II:** Những công trình trong đó có tỏa ra các chất khí, hơi, bụi hoặc sợi cháy và có khả năng kết hợp với không khí hoặc các chất oxy hoá khác tạo thành các hỗn hợp nổ. Nhưng khả năng này chỉ xảy ra khi có sự cố hoặc làm sai qui tắc, không thể xảy ra trong điều kiện bình thường. Khi xảy ra nổ chỉ gây ra những hư hỏng nhỏ và không làm chết người.

+ **Cấp III:** Tất cả những công trình còn lại.

d. Cách thức bảo vệ:

+ **Theo phương thức bảo vệ trọng điểm:** Chỉ những bộ phận thường hay bị sét đánh mới phải bảo vệ. Đối với công trình mái bằng, trọng điểm bảo vệ là bốn góc, xung quanh tường chắn mái và các kết cấu nhô cao khỏi mặt mái. Đối với các công trình mái dốc, trọng điểm là các đỉnh hồi, bờ nóc, bờ chảy, các góc diềm mái và các kết cấu nhô cao khỏi mặt mái (nếu công trình lớn thì thêm cả xung quanh diềm mái). Bảo vệ cho những trọng điểm như trên có thể đặt các kim thu sét ngắn (0,2÷ 0,3)m cách nhau khoảng (5 ÷ 6)m tại những trọng điểm bảo vệ hoặc những đai thu sét diềm lên những trọng điểm bảo vệ đó.

+ **Bảo vệ chống sét theo nguyên tắc toàn bộ:** Theo phương thức bảo vệ toàn bộ thì toàn bộ công trình đều nằm trong phạm vi bảo vệ của cột thu sét.

+ **Bảo vệ chống sét cảm ứng**: Để chống sét cảm ứng tĩnh điện, tất cả các bộ phận kết cấu kim loại và các máy móc lớn có trong công trình phải nối với một bộ phận nối đất chống cảm ứng sét hay nối với bộ phận nối đất bảo vệ thiết bị điện.

e. Phạm vi bảo vệ:

Trên cơ sở nghiên cứu các mô hình, người ta có thể xác định vùng bảo vệ của cột thu lôi. Khoảng không gian gần cột thu lôi mà vật được bảo vệ được đặt trong đó, rất ít khả năng bị sét đánh, gọi là vùng hay phạm vi bảo vệ của cột thu lôi.

+ **Một cột thu lôi**: Phạm vi bảo vệ của một cột thu lôi là Hình nón cong tròn xoay có tiết diện ngang là những Hình tròn, ở độ cao hx có bán kính Rx (Hình 5.1b). Trị số bán kính bảo vệ Rx được xác định như sau:

- Cách 1: ở độ cao $hx < \frac{2}{3}h$ thì: $R_x = 1{,}5h.\left(1 - \frac{h_x}{0{,}8h}\right).P$ (5.1)

  ở độ cao $hx > \frac{2}{3}h$ thì: $R_x = 0{,}75h.\left(1 - \frac{h_x}{h}\right).P$ (5.2)

- Cách 2: (dựa vào Hình 5.1c)

$$R_x = \frac{1{,}6h_a.P}{\left(1 + \frac{h_x}{h}\right)} \quad (5.3)$$

Trong đó:

hx: chiều cao của đối tượng được bảo vệ nằm trong vùng bảo vệ của cột thu lôi

ha: chiều cao hiệu dụng của cột thu lôi

ha= h - hx

P: là hệ số, với $h \leq 30m$ thì P = 1

với $h \geq 30m$ thì $P = \frac{5{,}5}{\sqrt{h}}$

+ **Hai cột thu lôi:**

Hình 5.2 cho phạm vi bảo vệ của hai cột thu lôi

Rx được xác định như một cột thu lôi.

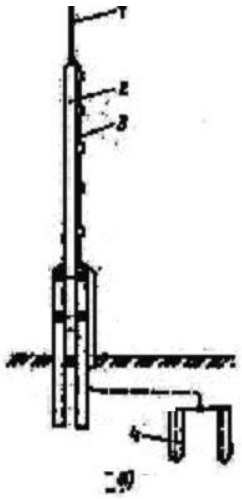
bx là bề ngang hẹp nhất của độ cao bảo vệ ở độ cao hx

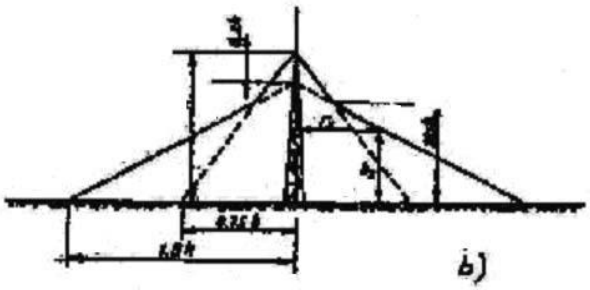
$$2bx = 4Rx\ \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \quad (5.4)$$

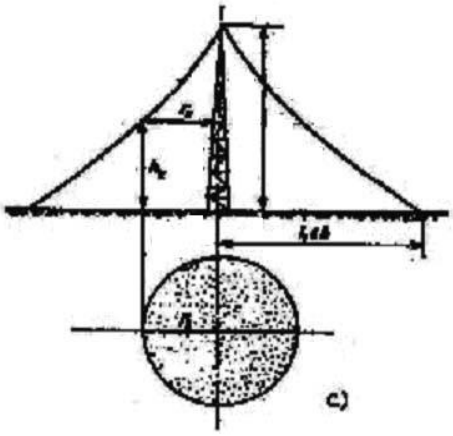
Trong đó:

a: là khoảng cách giữa hai cột thu lôi, đơn vị tính [m]

ha: là chiều cao hiệu dụng của cột thu lôi, đơn vị tính [m]





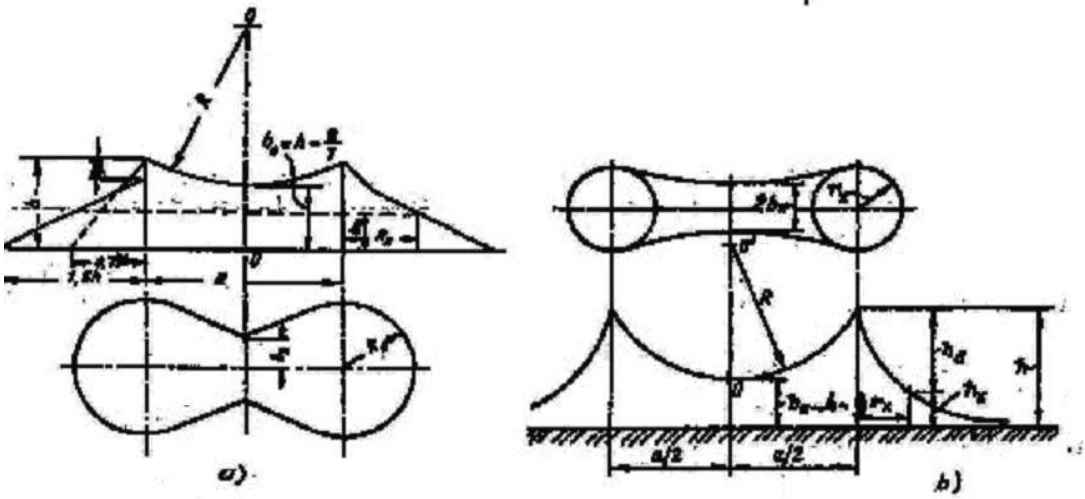


Hình 5-1 Cột thu sét (thu lôi)

a) Cột thu lôi nối đến hệ thống nối đất cho chống sét.

b) Phạm vi bảo vệ của cột thu lôi (theo cách xác định đơn giản).

c) Phạm vi bảo vệ của cột thu lôi xác định theo $r_x = 1{,}6\ h_a\ P / \left(1 + \frac{h_x}{h}\right)$.



Hình 5-2 Vùng bảo vệ của hai cột thu lôi.

a) Vùng bảo vệ của hai cột thu lôi xác định đơn giản.

b) Vùng bảo vệ của hai cột thu lôi, xác định $r_x = 1{,}6\ h_a\ P / \left(1 + \frac{h_x}{h}\right)$

Bề ngang hẹp nhất của phạm vi bảo vệ của cột thu lôi Bx ở độ cao hx có thể được xác định theo đường cong Hình 5.3. Đối với những cột thu lôi cao đến 30m thì tỉ lệ a/ha nằm trong giới hạn 0 ÷ 7.

Hai cột thu lôi chỉ có tác dụng tương hỗ lẫn nhau nếu a/ha ≤ 7.

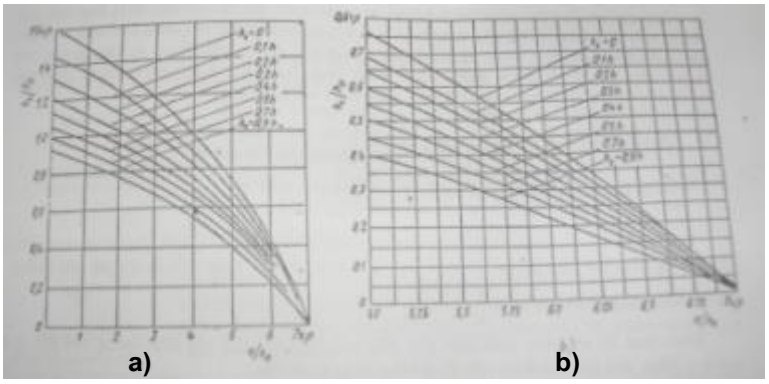
Muốn xác định bề ngang hẹp nhất bx người ta xác định tỉ lệ a/ha.

Giả thiết ta có: a/ha = 3, sau đó ta hãy tìm tỉ lệ hx/h. Ví dụ trong trường hợp này tỉ lệ hx/h = 0,3, tức là hx = 0,3h. ở Hình 5.3a, từ điểm có giá trị 3 ở trục hoành (a/ha), ta dóng theo một đường song song với trục tung có đường cong hx = 0,3h tại một điểm, điểm này có giá trị bx/ha = 0,9.

Sau đó tìm bề ngang hẹp nhất 2bx ở chiều cao hx là :

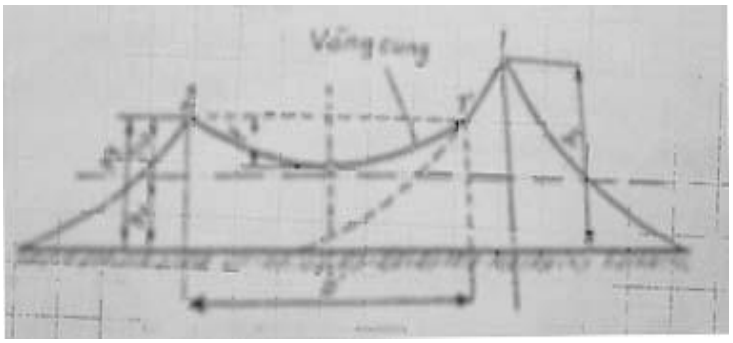
$$2bx = 0,9 \cdot 2ha$$

Khi tính toán tỉ lệ a/ha = 5 ÷ 7, người ta sử dụng đường cong Hình 3.5b.



Hình 5.3: Đ- ờng cong để xác định b_x của hai cột thu lôi

Nếu có một thu lôi cao hơn một cột thu lôi kia thì phần cao hơn của nó coi như một cột thu lôi đơn và xác định như Hình 5.4.

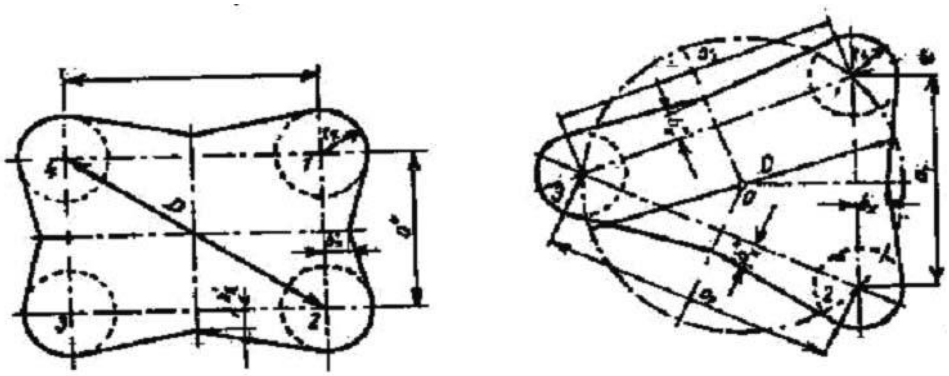


Hình 5.4: Phạm vi bảo vệ của hai cột thu lôI có độ cao không băng nhau

Trường hợp trạm đặt nhiều cột thu lôi (Hình 5.5) thì các phần ngoài của khu vực bảo vệ cũng được tính như công thức nêu trên, vật có độ cao hx nằm trong trạm sẽ được bảo vệ nếu thoả điều kiện sau:

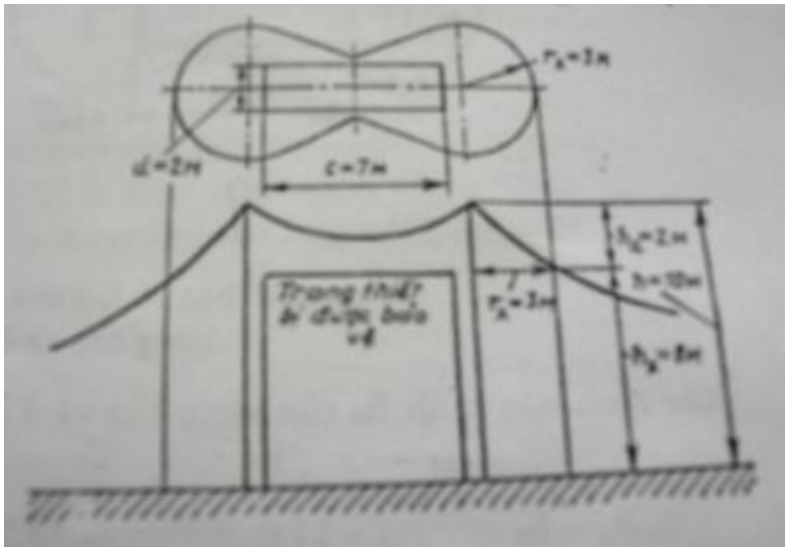
$$D \leq 8\,(h-hx) \text{ với } h \leq 30m \quad (5.5)$$

$$D \leq 8\,(h-hx)P \text{ với } h > 30m \quad (5.6)$$



Hình 5.5: Phạm vi bảo vệ của ba và bốn cột thu lôi

Ví dụ 5.1: Hãy tính toán vùng bảo vệ của hai cột thu lôi có chiều cao h =10m, khi khoảng cách giữa các cột thu lôi a = 8m; Trang thiết bị được bảo vệ có chiều cao hx = 8m và hai cạnh cd = 7 x 2m. Vị trí tương đối của thiết bị và hai cột thu lôi được giới thiệu ở Hình 5.6.



Hình 5.6: hình ví dụ 1-Tính toán vùng bảo vệ của hai cột thu lôi

Bài giải

Chiều cao tác dụng của cột thu lôi.

ha =h – hx = 10 – 8 = 2m.

Bán kính bảo vệ Rx, với P = 1, theo công thức (5.3):

$$R_x = \frac{1{,}6h_a.P}{\left(1+\frac{h_x}{h}\right)} = \frac{1{,}6.2}{\left(1+\frac{8}{10}\right)} = 1{,}77m \approx 1{,}8m$$

Xác định được $\frac{a}{h_a} = \frac{8}{2} = 4$; $\frac{h_x}{h} = \frac{8}{10} = 0{,}8$

Trên đường cong Hình 5.3a, ta tìm được: $\frac{b_x}{h_a} = 0{,}58$

Do đó: bx = 58.ha = 0,58 . 2 = 1,16m.

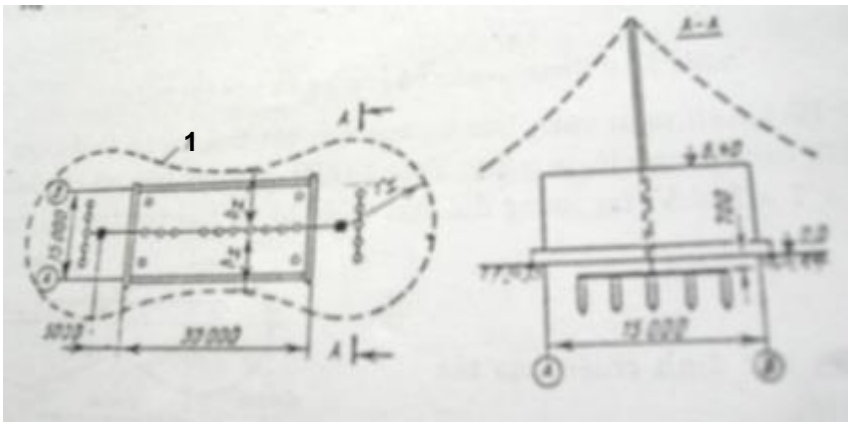
Nếu ta tìm được bx theo công thức 5.4 khi đã có Rx = 1,8m thì:

$$b_x = 2R_x \frac{7h_a - a}{14h_a - a} = 2.1{,}8\frac{7.2-8}{14.2-8} = 1{,}08m$$

Rõ ràng, nếu ta tìm bx theo công thức (5 .4) và tìm bx theo cách tra đường cong Hình 5.3a thì kết quả có thể coi là tương tự giống nhau (sai số không đáng kể do tra từ đường cong 5.3a).

Ví dụ 5.2: Yêu cầu xây dựng vùng bảo vệ của hệ hai cột thu lôi ở độ cao hx = 6,4 m (bằng độ cao của tòa nhà).

Chiều cao của cột thu lôi là 18m. Khoảng cách giữa các cột thu lôi a = 40m (Hình 5.7).



Hình 5.7: Hình ví dụ 2- Bảo vệ tòa nhà bằng hệ hai cột thu lôi
1. Vùng bảo vệ ở độ cao 6,4m

Bài giải:

Chiều cao hiệu dụng của cột thu lôi:

ha = h – hx = 18 - 6,4 = 11,6m

Bán kính Rx của vùng bảo vệ ở độ cáo hx:

$$R_x = h_a \frac{1,6}{1+\frac{h_x}{h}} = 11,6\frac{1,6}{1+\frac{6,4}{18}} = 13,7m$$

Bề ngang hẹp nhất của phạm vi bảo vệ ở độ cao hx:

$$2b_x = 4R_x \frac{7h_a - a}{14h_a - a} = 4.13,7\frac{7.11,6-40}{14.11,6-40} = 18,4m$$

Theo các số liệu tính toán trên, ta sẽ vẽ được mặt cắt của vùng bảo vệ như Hình 5.7.

f. Điện trở nối đất của hệ thống chống sét.

Để bảo vệ đối với quá điện áp của sét, người ta quan tâm đến điện trở tản của hệ thống nối đất có dòng điện sét đi xuống. Điện trở này là điện trở xung ký hiệu: Rx. Rx được xác định theo tỉ lệ biên độ điện thế của hệ thống nối đất chống sét và biên độ của dòng điện sét đi vào hệ thống nối đất. Gía trị của điện trở xung khác với giá trị của điện trở của hệ thống nối đất thông thường dùng cho bảo vệ an toàn. Sự khác nhau đó là do mật độ dòng điện chạy qua hệ thống nối đất trong thời gian sét đánh sẽ rất lớn và tính chất xung của dòng điện này. Điện trở xung của một điện cực được xác định thông qua hệ số xung của hệ thống nối đất α.

$$Rx = \alpha .R \qquad (5.7)$$

ở đây R là giá trị của điện trở tính toán hay đo lường trong chế độ tĩnh tại. Việc tính toán hệ thống nối đất trong chế độ quá độ là rất khó khăn và đòi hỏi sử dụng nhiều phần tử gần đúng. Giá trị của hệ số xung tùy loại và chiều dài của điện cực nối đất, tùy thuộc vào dòng điện xung chạy trong hệ thống nối đất, đồng thời phụ thuộc vào điện trở suất của đất.

Giá trị gần đúng của hệ số xung α đối với cọc nối đất đóng thẳng đứng khi xung có phần đầu sóng $3 \div 6\,\mu$gy:

Bảng 5.1:

Điện trở suất của đất Ωcm	I (kA)			
	5	10	20	40
10^4	0,85 ÷ 0,90	0,75 ÷ 0,85	0,60 ÷ 0,75	0,50 ÷ 0,60
5.10^4	0,6 ÷ 0,70	0,50 ÷ 0,60	0,35 ÷ 0,45	0,25 ÷ 0,30
10^5	0,45 ÷ 0,55	0,35 ÷ 0,45	0,25 ÷ 0,30	

Giá trị gần đúng của hệ số xung α đối với các điện cực nằm ngang khi sóng xung có phần đầu sóng 3-6 μgy:

Bảng 5.2:

Điện trở suất của đất Ω cm	L(m)	I,(kA)		
		10	20	80
1	2	3	4	5
10^4	5 10 20 5 10	0,75 1,00 1,15 0,55 0,75	0,65 0,90 1,05 0,45 0,60	0,50 0,80 0,95 0,30 0,45
5.10^4	10 20	0,90 1,00	0,75 0,90	0,60 0,80
10^5	10 20 40 60	0,55 0,75 0,95 1,15	0,45 0,60 0,85 1,10	0,35 0,50 0,75 0,95
2.10^5	20 40 60 80 100	0,60 0,75 0,90 1,05 1,20	0,50 0,65 0,80 0,95 1,10	0,40 0,55 0,75 0,90 1,05

2.1.2 Những quy định chung về bảo vệ chống sét:

a. 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.

b. 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 cầu 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 tuỳ từng trường hợp cụ thể.

a. Điện trở nối đất:

Theo tiêu chuẩn úc thì mức điện trở tối đa cho phép là 10O 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. 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.

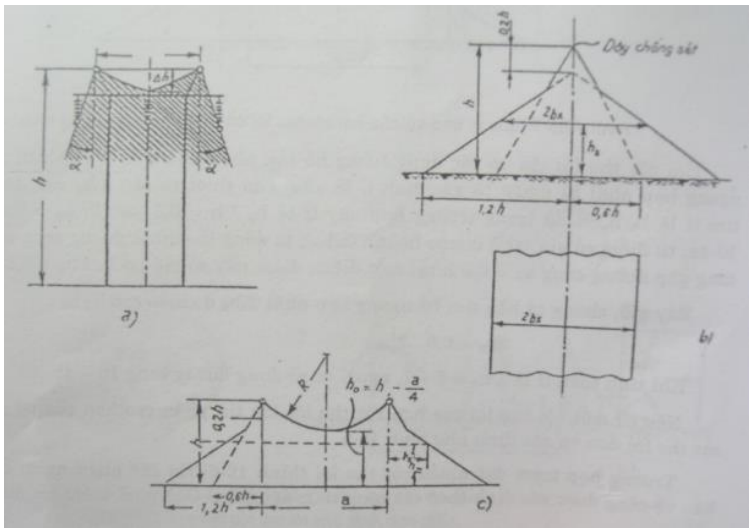
Để bảo vệ chống sét cho đường dây, ta treo dây chống sét trên toàn bộ tuyến đường dây, đây là biện pháp tốt nhất, song rất tốn kém. Do vậy, nó chỉ được dùng cho các đường dây điện áp 110 ÷ 220kV cột sắt và cột bê tông cốt thép.

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 chéovới 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 5.8



Hình 5.8. 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 (5.8) và (5.9)

Với h ≤ 30m:

- ở độ cao $h_x > \frac{2}{3}h \rightarrow b_x = 0{,}6h\left(1 - \frac{h_x}{h}\right)$ (5.8)

- ở độ cao $h_x < \frac{2}{3}h \rightarrow b_x = 1{,}2h\left(1 - \frac{h_x}{0{,}8h}\right)$ (5.9)

Bán kính bảo vệ phạm vi ngoài của hai dây chống sét cũng được tính theo công thức (5.8) và (5.9).

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, dãi bảo vệ được tính theo công thức (5.10):

$$b_x = \frac{0{,}8h_a}{\left(1 + \frac{h_x}{h}\right)} \quad (5.10)$$

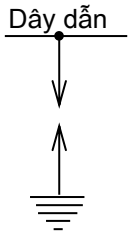
Đối với các cột điện thông thường, dây dẫn sẽ được bảo vệ chắc chắn nếu góc bảo vệ α không quá 25^0. Giảm góc bảo vệ sẽ làm giảm xác suất sét đánh vào dây dẫn nhưng phảI tăng giá thành vì phải tăng cường chiều cao cột.

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.

2.2.1. 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 5.9)



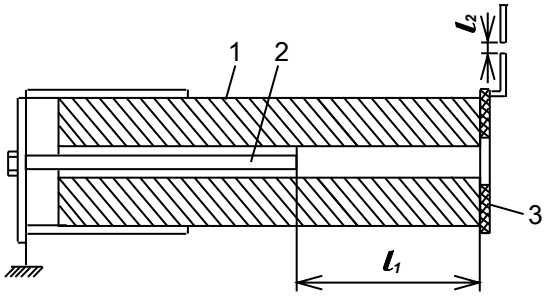
Hình 5.9. Khe hở phóng điện

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.

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.

2.2.2. Chống sét ống (CSO):

Chống sét ống có sơ đồ nguyên lý cấu tạo như Hình 5.10.



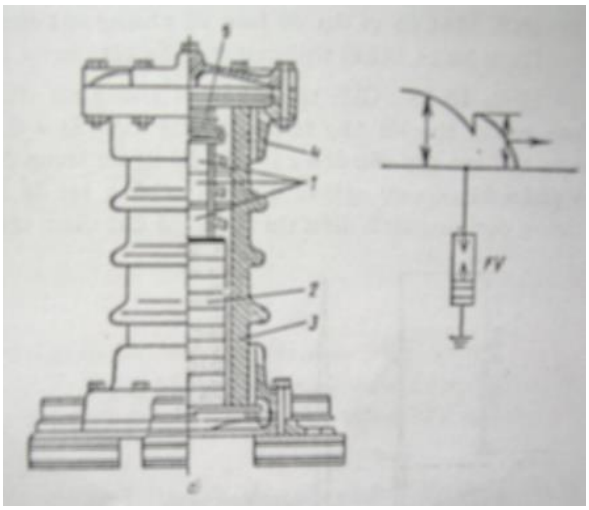
Hình 5.10. Chống sét ống
1. Vỏ; 2. Điện cực; 3. Nắp

Chống sét ống gồm có hai khe hở phóng điện l_1 và $\mathbf{l_2}$. 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 $\mathbf{l_2}$ 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 hằng chục ata 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.

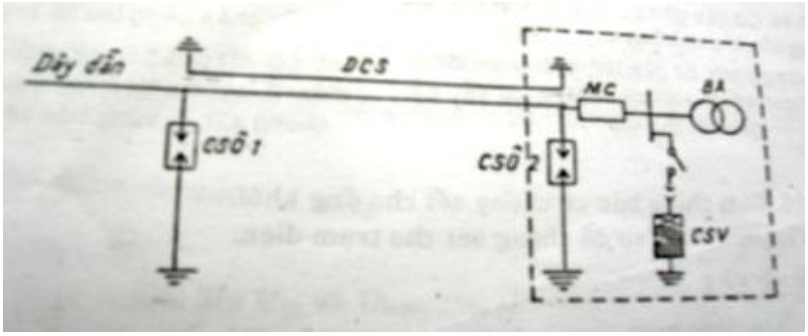
2.2.3. Chống sét van (CSV): gồm có hai phần tử chính là khe hở phóng điện và điện trở làm việc. Khe hở phóng điện của chống sét van là một chuỗi các khe hở nhỏ có nhiệm vụ như đã xét. Điện trở làm việc là điện trở phi truyến có tác dụng hạn chế trị số dòng điện ngắn mạch chạm đất qua chống sét van khi 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 điệnđược 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.

Hình 5.11 giới thiệu một loại chống sét van.



Hình 5.11: Chống sét van
1. D¹ng ®øng
2. S¬ ®å nguyª n lý t c ®éng

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 5.12



Hình 5.12: Sơ đồ bảo vệ trạm 35 – 110kV

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.

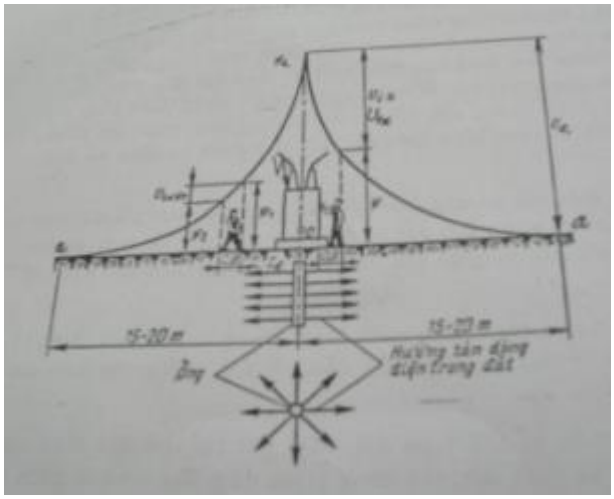
2.3. Nối đất.

2.3.1. Khái niệm.

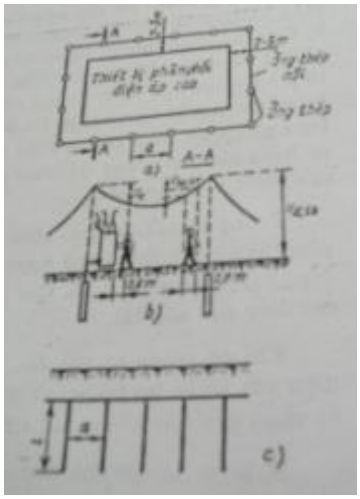
Hệ thống cung cấp điện làm nhiệm vụ truyền tải và phân phối điện năng đến các hộ dùng điện. Do vậy nên đặc điểm quan trọng của nó là phân bố trên điện tích rộng và thường xuyên có người làm việc với các thiết bị điện. Cách điện của các thiết bị điện bị chọc thủng, người vận hành không tuân theo các nguyên 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 5.17)



Hình 5.17: Phân bố điện thế khi dòng điện chạy trong đất qua một thanh nối đất đóng thẳng đứng



Hình 5.18: 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:

$$\mathbf{Utx} = \varphi_d - \varphi \qquad (5.11)$$

Với: φ_d: 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 Ub.

Điện áp bước được xác định:

$$\mathbf{Ub=}\ \varphi_1 - \varphi_2. \qquad (5.12)$$

Để tăng an toàn, tránh khi Utx và Ub còn khá lớn có thể gây nguy hiểm đến tính mạng người, ta phải có một sơ đồ nối đất hợp lý (Hình 5.18).

2.3.2.Tính toán trang bị nối đất.

a. 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.

b. 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 xảy 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 $Rd \leq 0.5\Omega$. 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 UN 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:

$$R_d \leq \frac{125}{I_d} \qquad (5.13)$$

+ Khi dùng riêng trang bị nối đất cho các thiết bị có điện áp trên 1000V:

$$R_d \leq \frac{250}{I_d} \qquad (5.14)$$

ở đây: 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 4Ω (riêng với các thiết bị nhỏ, công suất tổng của máy phát điện và máy biến áp không quá 100KVA cho phép đến 10Ω).

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 betong 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 $10\text{-}30\Omega$.

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 betong cốt thép cần có điện trở nối đất không quá 50Ω.

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 lẫn 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.

$$\rho_{tt} = K.\rho_{dat} \qquad (5.15)$$

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 5.6:

Bảng 5.6: 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
	3,0	2,0	1,6

- Thanh dẹt chôn nằm ngang mặt đất ở độ sâu (0,5 ÷ 0,8)m - Cọc đóng thẳng đứng đóng ở độ sâu cách mặt đất ≥ 0,8m	2,0	1,5	1,4

c. 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 lớn nhất $[R]_{max}$ của trang bị nối đất. Khi đó điện trở nối đất nhân tạo được tính theo công thức sau:

$$Rnt = \frac{[R]_{max} * R_{TN}}{R_{TN} - [R]_{max}} \quad (5.16)$$

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:

$$Rnt = \frac{R_d * R_{ng}}{R_d + R_{ng}} \quad (5.17)$$

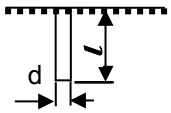
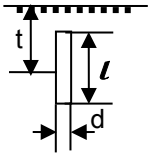
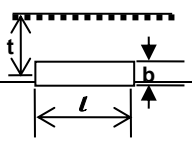
Trong đó:

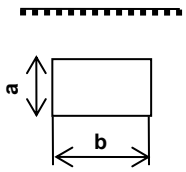
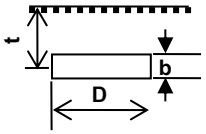
Rd: điện trở khuếnh tán của hệ thống cọc thẳng đứng.

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 5.7.

Bảng 5.7: Các 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		$Rđ = \frac{0,366}{l}\rho_{tt}\lg\frac{4l}{d}$	l > d
Chôn thẳng đứng, làm bằng thép tròn đầu trên nằm sâu cách mặt đất một khoảng.		$Rđ = \frac{0,366}{l}\rho_{tt}\left(\lg\frac{2l}{d} + \frac{1}{2}\lg\frac{4t+l}{4t-l}\right)$	l > d
Chôn nằm ngang làm bằng thép			$\frac{l}{2t} \geq 2,5$

dẹt, dài nằm sâu cách mặt đất một khoảng		$Rng = \frac{0,366}{l}\rho_{tt} \lg\frac{2l^2}{b.t}$	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		$Rđ = 0,25\frac{\rho_{tt}}{\sqrt{ab}}$	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.		$Rng= \frac{\rho_{tt}}{2\pi^2 D}\ln\frac{8D^2}{bt}$	b: chiều rộng của điện cực t < D/2 Nếu điện cực tròn có đường kinh D thì b = 2d

Đối với thép góc, đường kính đẳng trị được tính theo:

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 hợp 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 5.8.

Điện trở khuếch tán của n cọc có xét đến ảnh hưởng màng che được tính theo:

$$Rd = \frac{R_{1d}}{n*\eta_d} \qquad (5.18)$$

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:

$$Rng = \frac{R'_{ng}}{\eta_{ng}} \qquad (5.19)$$

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.

Bảng 5.8:

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						
3	0,78	0,80	0,86	0,92	0,91	0,95
4	0,74	0,77	0,83	0,87	0,88	0,92
5	0,70	0,74	0,81	0,86	0,87	0,90
6	0,63	0,72	0,77	0,83	0,83	0,88
10	0,59	0,62	0,75	0,75	0,81	0,82
15	0,54	0,50	0,70	0,64	0,78	0,74
20	0,49	,042	0,68	0,56	0,77	0,68
30	0,43	0,31	0,65	0,46	0,75	0,58

d. Trình tự tính toán nối đất.

Trình tự tính toán như sau:

+ Xác định điện trở nối đất cho phép cần thiết [R] 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 Rtn< [R] 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 $1\,\Omega$.

Nếu Rtn> [R] 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:

$$S = I_{\infty} \frac{\sqrt{t_{qd}}}{c} \qquad (5.20)$$

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.

- tqd 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.

e. Ví dụ:

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 1,2Ω.

Bài giải

ở phía 110kV, yêu cầu điện trở nối đất bằng 0,5 Ω.

ở phía 10kV, ta xác định Rđ bằng biểu thức:

$$R_d \le \frac{125}{I_d} = \frac{125}{42} \approx 3\Omega$$

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

$$R_{NT} = \frac{[R]_{max} * R_{TN}}{R_{TN} - [R]_{max}} = \frac{0,5.1,2}{1,2 - 0,5} = 0,857\Omega$$

Để tính toán sơ bộ, ta lấy:

- Điện trở suất của đất tại chỗ đặt tiếp đất (đất sét – Tra bảng: $10^4\Omega$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 5.7:

$$R_{1đứng} = \frac{0{,}366}{l}\rho_{tt}\left(\lg\frac{2l}{d} + \frac{1}{2}\lg\frac{4t+l}{4t-l}\right)$$

ở đây:

$$dđẳng_{trị} = 0{,}95b = 0{,}95.0{,}05 = 0{,}0475\ m$$

$$t = 0{,}8 + \frac{2{,}5}{2} = 2{,}05m$$

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

$$\rightarrow n = \frac{44{,}52}{0{,}6\,.\,0{,}857} \approx 87\ cọc$$

Xác định điện trở khuếch tán của điện cực ngang (thép thanh 40 x 4 mm^2) 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 vì đã tính sơ bộ: 87 cọc) và tỷ số $\frac{a}{l} = 2$. Tra bảng 5.8 và áp dụng phép nội suy ta được hệ số sử dụng $\eta_{ngang:}$ 0,25

Điện trở tản của thanh có chu vi vòng: L = 85a = 85 . 2 . 2,5 = 425 m. Theo biểu thức 5.19 và ở bảng 5.7, ta được:

$$Rng = \frac{1}{\eta_{ng}}.R'_{ng} = \frac{1}{\eta_{ng}}.\frac{0{,}366}{1}\rho_{tt}\lg\frac{2l^2}{b.t}$$

$$Rng = \frac{1}{0{,}25}.\frac{0{,}366.450}{425}.\lg\frac{2.425^2}{0{,}04.0{,}8} = 9{,}688\Omega$$

Tính chính xác điện trở của điện cực thẳng đứng:

$$Rđ = \frac{0{,}857.9{,}688}{9{,}688-0{,}857} = 0{,}940\Omega$$

Tính chính xác số điện cực thẳng đứng khi hệ số sử dụng $\eta_đ$ lấy từ bảng 5.8 khi $\frac{a}{l} = 2$ và n = 85, lúc đó $\eta_đ = 0,53$.

$$n = \frac{44,52}{0,53.0,94} \approx 89 \text{ cọc.}$$

Cuối cùng ta lấy 89 thanh ghép góc 50 x 50 x4 làm 89 điện cực thẳng đứng.

Kiểm tra độ bền nhiệt của thanh 40 x 4mm^2. tiết diện bé nhất của thanh theo điều kiện bền nhiệt khi xảy ra ngắn mạch chạm đất theo công thức (5.20) với thời gian qui đổi dòng điện ngắn mạch chạy qua tqđ = 1,1gy:

$$S = I_\infty \frac{\sqrt{t_{qd}}}{c} = 3200\frac{\sqrt{1.1}}{74} = 45,5mm^2$$

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 dường 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}Ωcm, 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.

Bài giải

Theo qui phạm đối với máy biến áp công suất 100kVA, điện trở nối đất lặp lại không được vượt quá 10Ω.

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:

$$t = 0,8 + \frac{2,5}{2} = 2,05m$$

đđẳng $_{trị}$ = 0,95b = 0,95 . 0,06.

$R_{1đ} \approx 84Ω$.

Các cọc được đóng thành mạch vòng, cách nhau a = 2l = 5m (vì $\frac{a}{l} = 2$), tra bảng 5.8 ta được:

$\eta_đ = 0,69$

Điện trở khuếch tán của cả 10 cọc:

$$Rđ = \frac{84}{10.0,69} = 12\Omega$$

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 thưc 3 ở bảng 5.7 với b = 2d)

Hệ số sử dụng của điện cực ngang tra theo bảng 5.8, số cọc 10, với $\frac{a}{l} = 2$ ta được $\eta_{ngang} = 0,4$.

Điện trở khuếch tán của thanh ngang:

$$Rngang = \frac{14,3}{0,4} = 36,2\Omega$$

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.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày các điều kiện chọn áp tô mát?
2. Trình bày cấu tạo, nguyên lý làm việc của chống sét ống?
3. Trình bày đặc điểm và các yêu cầu khi lựa chọn và sử dụng chống sét ống?
4. Trình bày cấu tạo, nguyên lý làm việc của chống sét van?
5. Xác định vùng bảo vệ của cột thu sét có chiều cao h = 27m để bảo vệ cho thiết bị có chiều cao hx = 15m
6. Xác định vùng bảo vệ của cột thu sét có chiều cao h = 24,5m để bảo vệ cho thiết bị có chiều cao hx = 17,4m
7. Xác định vùng bảo vệ của cột thu lôi kép cao 28,5m để bảo vệ cho thiết bị có chiều cao hx = 17,5m. Khoảng cách giữa 2 cột thu lôi là 56m

Chương 4: CHIẾU SÁNG CÔNG NGHIỆP

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 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.

Nội dung chính:

1. Tính toán chiếu sáng

1.1. Khái niệm chung về chiếu sáng

a. 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.

b. 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 . . .).

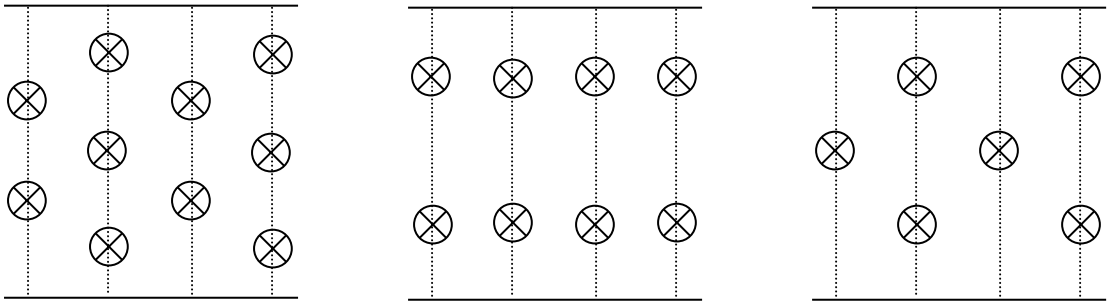
Trang bị mang bóng đèn (hoặc trang bị đèn) dùng để chắn hay phân bố quang thông của bóng đèn, ngăn chặn hoặc hạn chế sự lóa mắt do bóng đèn gây ra và bảo vệ bóng đèn khỏi bị hư hỏng do tác động của môi trường xung quanh. Trang bị đèn cũng còn có tác dụng bảo vệ, ngăn cách bóng đèn với những môi trường 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.

c. 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 đótạo nên độ rọi đồng đều trong phân xưởng.



Hình 6.2: Một số hình thức chiếu sáng thông dụng

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, mọc, 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. 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 hằng 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.

1.2. Một số đại lượng dùng trong tính toán chiếu sáng

a. 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 Kλ. 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:

Fλ: là công suất của ánh sáng có bước sóng λ.

Kλ: là độ nhạy của mắt đối với bước sóng λ.

Fx: 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 bao 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 X 1gãc khèi

Cũng có khi dùng đơn vị là W, với:

$$1lm = \frac{1}{683} W$$

b. Cường độ sáng (I) là mật độ phân bố trong không gian.

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).

c. Độ chói B. 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 f thì độ chói được tính theo công thức:

B = I/ S.cosf

Trong đó: S là diện tích bề mặt được chiếu sáng.

d. Độ chiếu sáng E (độ rọi): 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:

$1lux = 1lm/1m^2 = 1cd/1m^2$

e. Độ trưng (M) là mật độ phân bố Φ trên bề mặt do một mặt khác phát ra.

Đơn vị đo độ trưng lm/m^2 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.

$$M = \frac{\Phi}{S}$$

Đối với bề mặt được chiếu sáng, độ chói và độ trưng phụ thuộc vào hệ số phản xạ (ρ), còn độ rọi không phụ thuộc vào hệ số này.

1.3. Thiết kế chiếu sáng dân dụng:

Chiếu sáng dân dụng bao gồm chiếu sáng cho các khu vực ánh sáng sinh hoạt như nhà ở, hội trường, trường học, cơ quan, văn phòng đại diện, cửa hàng, siêu thị, bệnh viện v.v…. ở những khu vực này yêu cầu chiếu sáng chung, không đòi hỏi thật chính xác trị số độ rọi cũng như các thông số kỹ thuật khác.

Trong chiếu sáng dân dụng tùy theo khả năng kinh phí, tùy theo mức độ yêu cầu mỹ quan có thể sử dụng mọi loại đèn: đèn sợi đốt, đèn tuýp, đèn halôgen, đèn natri cao áp và thấp áp.

Trình tự thiết kế chiếu sáng dân dụng như sau:

a. Căn cứ vào tính chất của đối tượng cần chiếu sáng, chọn suất phụ tảI chiếu sáng Po

$$Pcs = Po.S$$

Trong đó:

Po: Suất chiếu sáng trên một đơn vị diện tích, tra bảng chọn. (W/m^2)

S: diện tích (m^2)

b. Chọn loại đèn, công suất đèn Pđ, xác định tổng số bóng đèn cần lắp trong khu vực

$$n = \frac{Pcs}{Pđ}$$

Trong đó:

Pđ: công suất đèn (W)

n: tổng số bóng đèn (bóng)

c. Căn cứ vào diện tích cần chiếu sáng, vào số lượng bóng đèn, vào tính chất yêu cầu sử dụng ánh sáng mà chọn cách bố trí đèn thích hợp (bố trí rảI đều hay thành rãnh, thành cụm, số lượng bóng trong mỗi cụm v.v…).

d. Vẽ sơ đồ đấu dây từ bảng điện đến từng bóng đèn. Đó là bản vẽ mặt bằng cấp điện chiếu sáng.

e. Vẽ sơ đồ nguyên lý lưới điện chiếu sáng.

f. 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.

1.4. Thiết kế chiếu sáng công nghiệp:

Với các nhà xưởng sản xuất công nghiệp thường là chiếu sáng chung khi cần tăng cường ánh sáng tại điểm làm việc đã có chiếu sáng cục bộ.

Vì là phân xưởng sản xuất, yêu cầu khá chính xác về độ rọi tại mặt bàn công tác, nên để thiết kế chiếu sáng cho khu vực này thường dùng phương pháp hệ số sử dụng.

Trình tự như sau:

1. Xác định độ cao treo đèn.

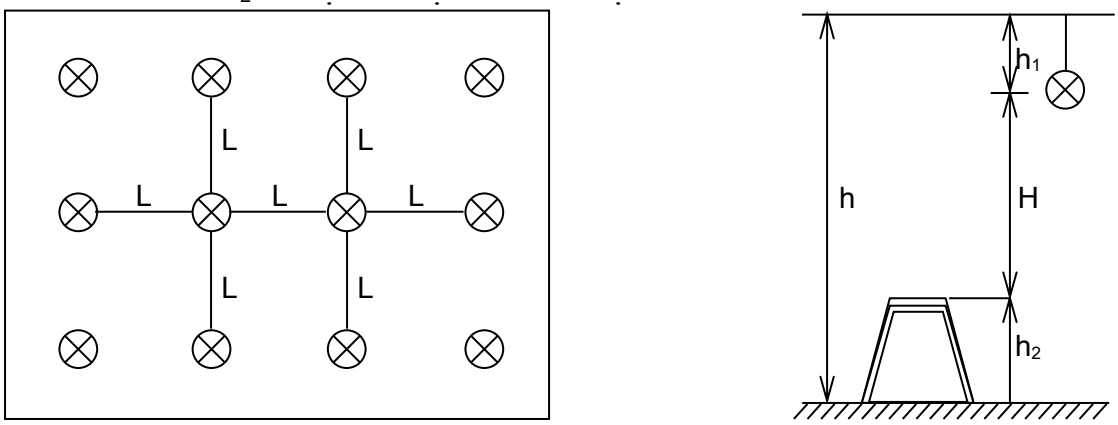
$$H = h - h_1 - h_2 \qquad (6.2)$$

Trong đó:

h: là độ cao của nhà xưởng.

h_1: là khoảng cách từ trần đến bóng đèn.

h_2: là độ cao mặt bàn làm việc.



H×nh 6.3: Bè trÝ ®Ìn trªn mÆt b»ng vµ mÆt ®øng

2. Xác định khoảng cách giữa hai đèn kề nhau (L) theo tỷ số hợp lý L/H, tra theo bảng 6.1:

Bảng 6.1: 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	2,3	3,2	1,9	2,5	1,3H

mờ hoặc sắt tráng men.					
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)

$$\varphi = \frac{a \times b}{H(a+b)} \quad (6.3)$$

5. Từ $\rho_{tường}$, $\rho_{trần}$, φ tra bảng tìm hệ số sử dụng ksd

6. Xác định quang thông của đèn

$$F = \frac{kESZ}{n.k_{sd}} (lumen) \quad (6.4)$$

Trong đó:

k: là hệ số dự trữ, tra bảng 6.2.

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 6.2: 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 (6.4)

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 l

Các thí dụ về thiết kế chiếu sáng.

- **Ví dụ 1:**

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:

$$Po = 30\ W/m^2$$

Tổng công suất cần cấp cho chiếu sáng siêu thị là:

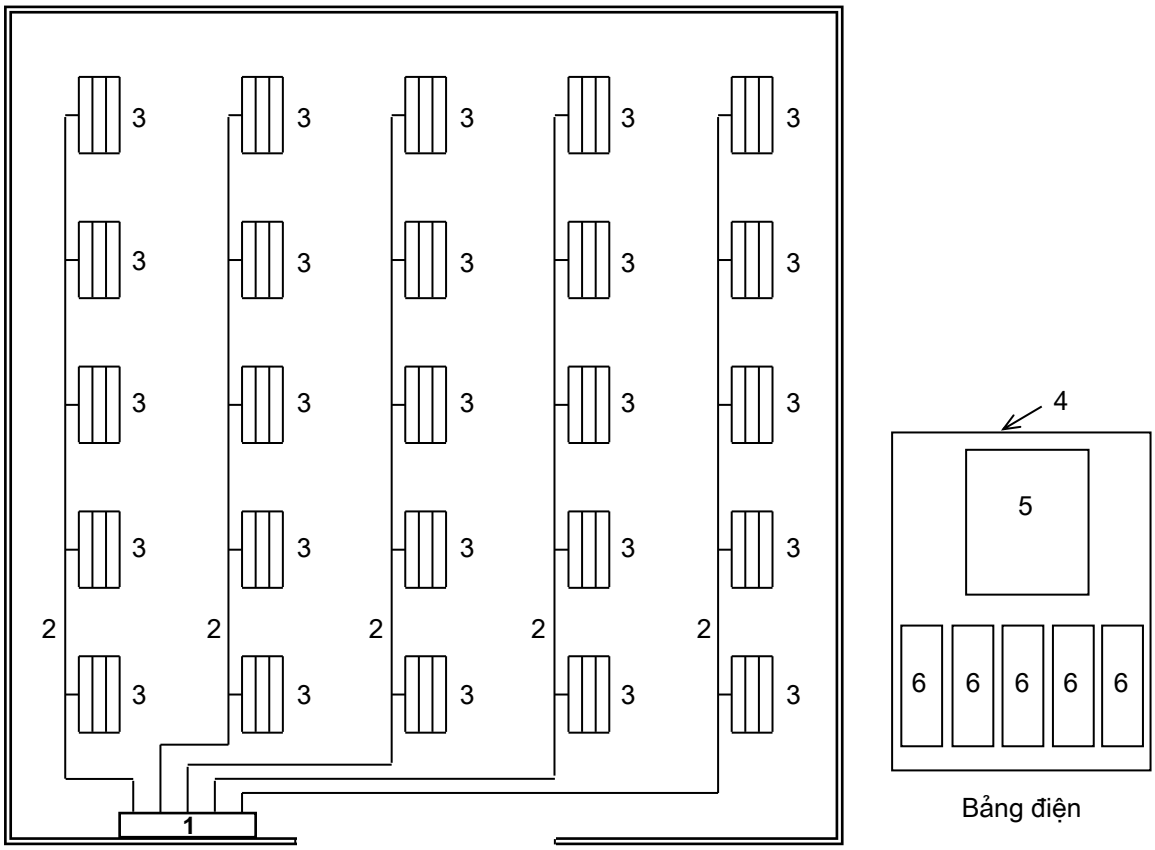
$$Pcs = Po.S = 30 \times (10x10) = 3000W$$

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.

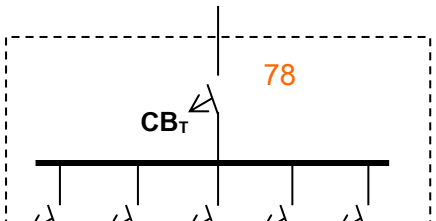
Mặt bằng bố trí đèn và đi dây như Hình 6.



Hình 6.4: Mắt bằng cấp điện chiếu sáng cho siêu thị

1; 4: B¶ng ®iÖn.
2. D©y ®Õn 5 côm ®Èn.
3. Côm ®Èn.
5. ¸pt«m¸t tæng.
6. C¸c ¸pt«m¸t nh¸nh.

Sơ đồ nguyên lý lưới điện chiếu sáng cho siêu thị như sau:

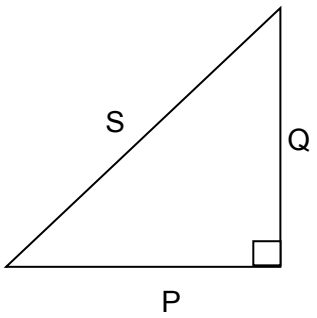


2. Nâng cao hệ số công suất cosφ

2.1. Hệ số công suất cosφ và ý nghĩa của việc nâng cao hệ số công suất

Khái niệm

Các đại lượng biểu diễn công suất có liên quan mật thiết với nhau qua tam giác công suất.



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^o thì Q ≡ S, P = 0

Trong nghiên cứu và tính toán thực tế người ta thường dùng khaI 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 gây ra tổn thất lớn trên lưới điện.

Ý nghĩa của việc nâng cao hệ số công suất cosφ

Các xí nghiệp công nghiệp sử dụng nhiều động cơ không đồng bộ ba pha, thường xuyên non tải hoặc không tải, tiêu thụ lượng Q rất lớn, cos(thấp. Ví dụ các xí nghiệp cơ khí thường có cos(= 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(, 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:

a. Làm giảm tổn thất điện áp trên lưới điện:

Giả thiết công suất tác dụng không đổi, cos(của xí nghiệp tăng từ cos($_1$ lên cos($_2$, nghĩa là lượng công suất phản kháng truyền tảI giảm từ Q_1 xuống Q_2. Khi đó, do Q_1(Q_2

$$\Delta U_1 = \frac{PR + Q_1 X}{U} > \frac{PR + Q_2 X}{U} = \Delta U_2$$

b. Làm giảm tổn thất công suất trên lưới điện:

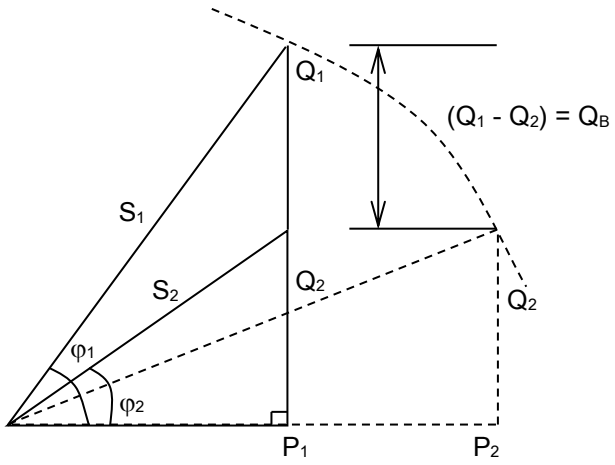
$$\Delta S_1 = \frac{P^2 + Q_1^2}{U^2} Z > \frac{P^2 + Q_2^2}{U^2} Z = \Delta S_2$$

c. Làm giảm tổn thất điện năng trên lưới điện:

$$\Delta A_1 = \frac{P^2 + Q_1^2}{U^2} R.\tau > \frac{P^2 + Q_2^2}{U^2} R.\tau = \Delta A_2 .R$$

Ta thấy ΔS và ΔA giảm tỉ lệ với bình phương lượng giảm Q.

d. Làm tăng khả năng của đường dây và máy biến áp:



H×nh 7.2: TrÞ sè Q t-¬ng øng víi trÞ sè gãc φ

Từ Hình 7.2 nhận thấy $S_2 < S_1$, nghĩa là đường dây và máy biến áp chỉ cần tải công suất S_2 sau khi giảm lượng Q truyền tải. Nếu đường dây và máy biến áp đã chọn để tải S_1 thì với Q_2 có thể tảI lượng P lớn hơn (xem Hình 7.2). Điều này cho thấy, khi làm

giảm Q có thể làm tăng khả năng tải công suất P từ P_1 lên P_2 của đường dây và máy biến áp.

2.2. Các biện 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 cosφ tự nhiên thường dùng là:

a. Chọn đúng công suất động cơ không đồng bộ truyền động cho các máy công cụ

b. Giảm điện áp của những động cơ làm việc non tải

c. Thay động cơ thường xuyên non tải bằng động cơ có công suất bé hơn:

Trị số cosφcủa 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 d?n 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:

$$k_t = \frac{5,5}{10} = 0,55$$

Nếu thay động cơ máy tiện 10kW bằng động cơ 7kW sẽ có hệ số tải là:

$$k_t = \frac{5,5}{7} \approx 0,8$$

Kinh nghiệm chỉ ra rằng:

+ Với những động cơ có kt < 0,45 thì nên thay.
+ Với những động cơ có kt > 0,75 thì không nên thay.
+ Với những động cơ có kt = 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.

d. 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 trung, qui mô có tổng công suất tính toán là P = 10.000 kW, cosφ = 0,5 thì lượng Q tiêu thụ sẽ là:

$$Q = P.tg\varphi = 10.000 \times 1,732 = 17,320 \text{ (kVAr)}$$

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.

e. Hạn chế động cơ không đồng bộ chạy không tải

f. Vận hành máy biến áp hợp lý

g. Dùng động cơ đồng bộ thay động cơ không đồng bộ

h. Cải tiến quy trình công nghệ để các thiết bị điện làm việc ở chế độ hợp lý nhất

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 7.1

Bảng 7.1: so sánh đặc tính kinh tế, Kỹ thuật của máy bù và tụ bù.

Máy bù	Tụ bù
Cấu tạo, vận hành, sửa chữa phức tạp	Cấu tạo, vận hành, sửa chữa đơn giản
Đắt	Rẻ
Tiêu thụ nhiều điện năng $\Delta P = 5\%Qb$	Tiêu thụ ít điện năng $\Delta P = (2 \div 5)\%Qb$

Tiếng ồn lớn	Yên tĩnh
Điều chỉnh Qb trơn	Điều chỉnh Qb 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.

Phân phối tối ưu công suất bù trên lưới điện xí nghiệp:

a. Xác định tổng công suất phản kháng cần bù:

Từ Hình 7.2, nếu công suất tác dụng không thay đổi thì:

- ứng với $\cos\varphi_1$ có:

$$Q_1 = P.tg\varphi_1$$

- ứng với $\cos\varphi_2$ có :

$$Q_2 = P.tg\varphi_2$$

Công suất cần bù tại xí nghiệp để nâng hệ số công suất của xí nghiệp từ $\cos\varphi_1$ lên $\cos\varphi_2$ là:

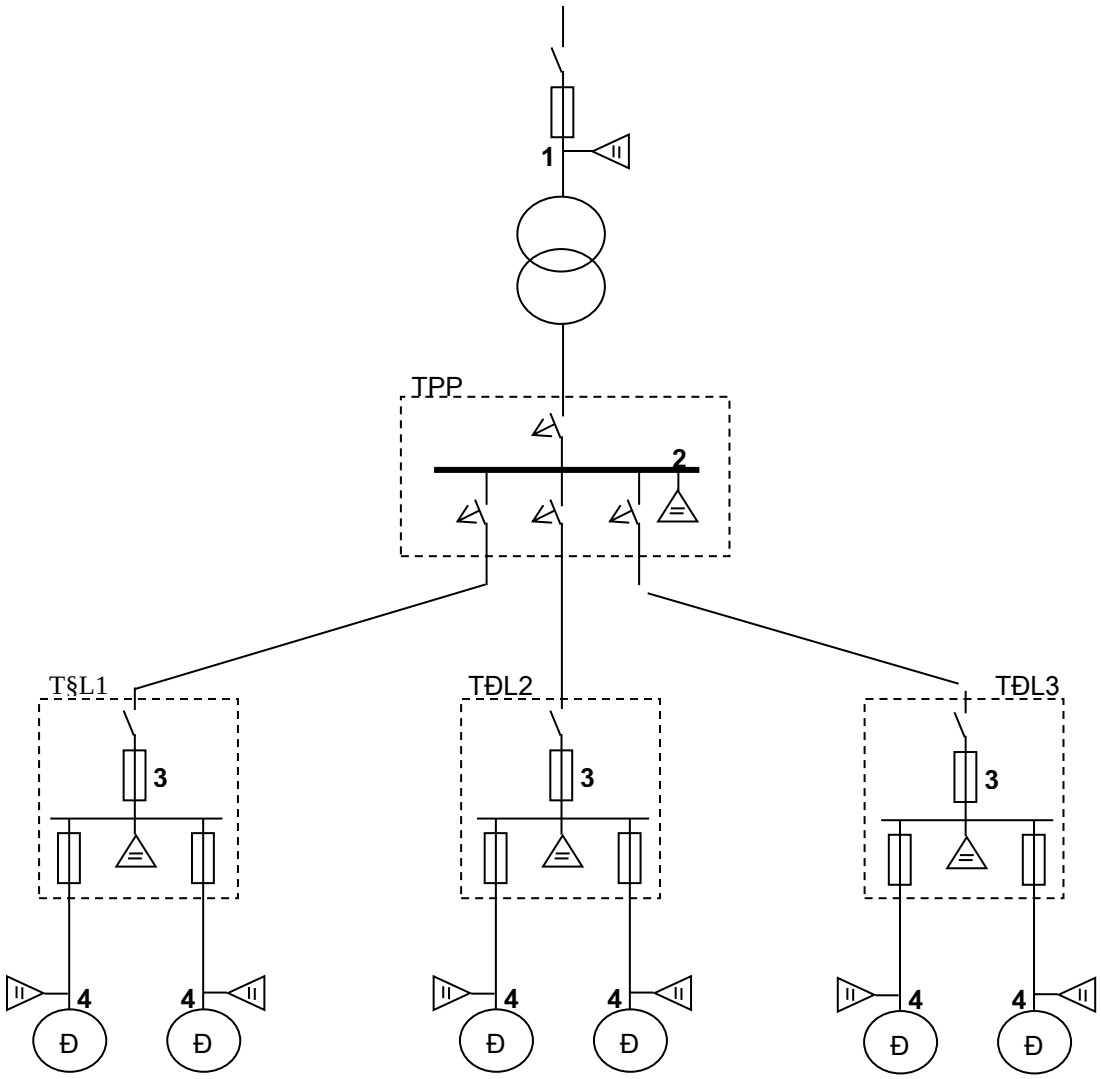
$$Qb = Q_1 - Q_2 = P.tg\varphi_1 - P.tg\varphi_2$$

$$Qb = P(tg\varphi_1 - tg\varphi_2) \qquad (7.1)$$

Trong đó: P là công suất tác dụng tính toán của xí nghiệp (kW)

b. Phân phối tối ưu công suất cần bù:

Hình 7.3 giới thiệu các vị trí có thể đặt tụ bù cosφ trên lưới điện xí nghiệp



Hình 7.3: 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 hằng 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 1) 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 I nào đó xác định theo biểu thức:

$$Q_{bi} = Q_i - (Q_\Sigma - Q_{b\Sigma})\frac{R_{td}}{R_i} \qquad (7.2)$$

Trong đó: Q_i là công suất phản kháng yêu cầu tại nút i.

Q_Σ là tổng công suất phản kháng yêu cầu

$$Q_\Sigma = \sum_1^n Q_i$$

$Q_{b\Sigma}$ là tổng công suất bù, xác định theo (7.1) hoặc theo bước 1 của trường hợp 3.

R_i là điện trở nhánh đến vị trí nút i.

R_{td} là điện trở tương đương của lưới điện.

$$R_{td} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ... + \frac{1}{R_n}}$$

Chú ý: ở biểu thức (7.2) 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 1 tập nghiệm dương.

Ví dụ 7.1: Một xưởng cơ khí nông nghiệp công suất 100kW, cosφ = 0,6. Hãy xác định công suất bộ tụ bù để nâng cosφ lên 0,9.

Giải

Với cosφ = 0,6 → tgφ = 1,33

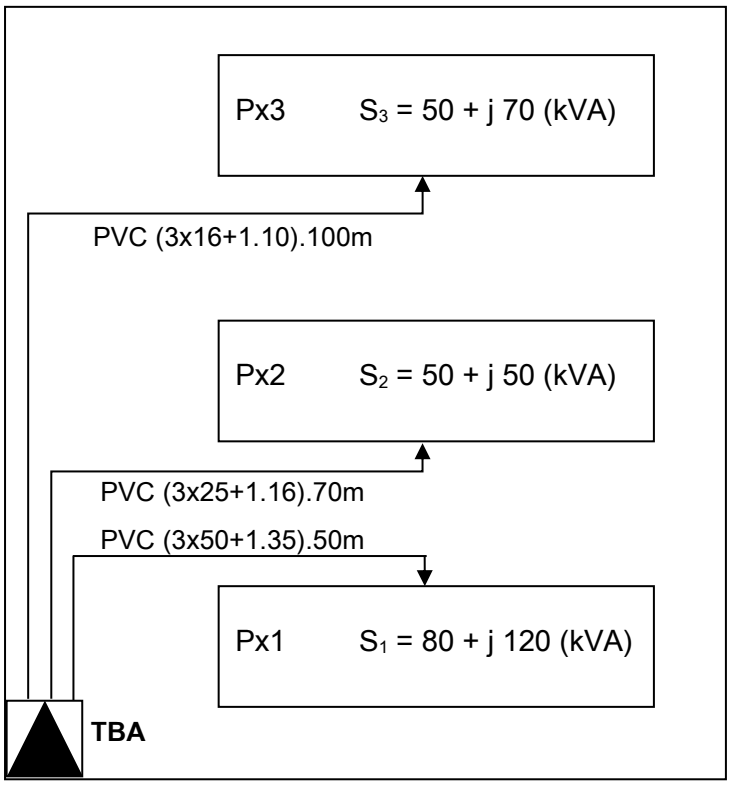
Với cosφ = 0,9 → tgφ = 0,48

Tổng công suất bộ tụ bù là:

$$Qb = P(tg\varphi_1 - tg\varphi_2) = 100(1,33 - 0,48) = 85 \text{ (kVAr)}$$

Vậy chọn dùng ba bộ tụ bù công suất 30kVAr, điện áp 400V do Dac Yeong chế tạo.

Ví dụ 7.2: Xí nghiệp cơ khí gồm ba phân xưởng có mặt bằng và số liệu phụ tảI cho trong Hình 7.4. Yêu cầu đặt tụ bù bên cạnh các tủ phân phối của ba phân xưởng để nâng cosφ lên 0,95.



Hình 7.4: Mặt bằng cấp điện cho xí nghiệp

Giải

Tổng công suất tính toán của xí nghiệp là:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 180 + j240$$

$$tg\varphi_1 = \frac{Q}{P} = \frac{240}{180} = 1,33$$

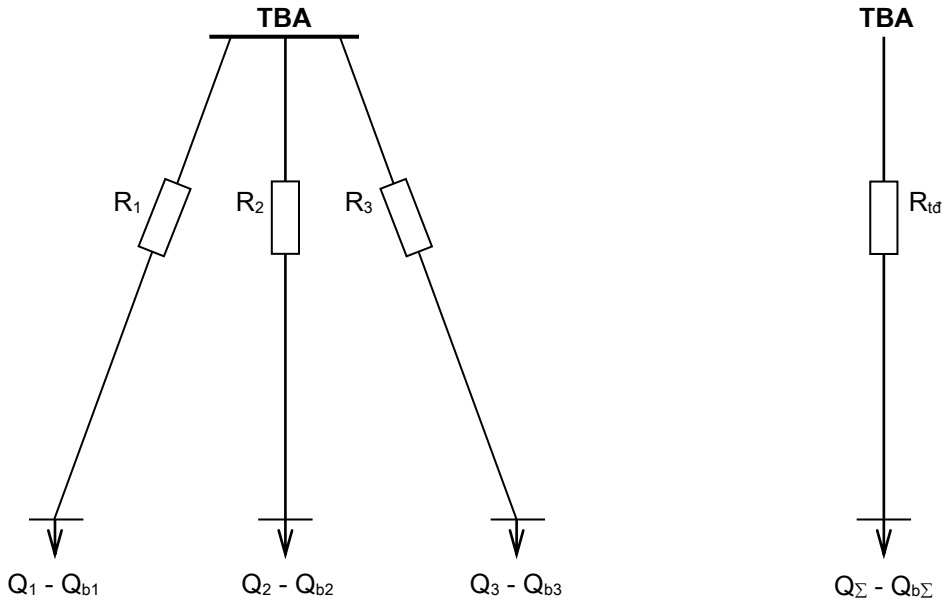
$$\cos\varphi_2 = 0,95 \rightarrow tg\varphi_2 = 0,33$$

Tổng công suất phản kháng cần bù tại 3 phân xưởng để nâng cosφ của xí nghiệp lên 0,95 là:

$$Qb_{\Sigma} = P(tg\varphi_1 - tg\varphi_2) = 180(1,33 - 0,33) = 180\ (kVAr)$$

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



H×nh 7.5: S¬ ®å thay thÕ vµ s¬ ®å t-¬ng ®-¬ng l-íi ®iÖn h¹ ¸p dïng x¸c ®Þnh Q_{bi}

Điện điện trở tương đương của lưới điện hạ áp xí nghiệp:.

$$R_{td} = \frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{0,0194}+\frac{1}{0,0509}+\frac{1}{0,115}} = 0,0126(\Omega)$$

Công suất các tủ tụ bù đặt tại ba phân xưởng là:

áp dụng công thức:

$$Q_{bi} = Q_i - (Q_{\Sigma} - Q_{b\Sigma})\frac{R_{td}}{R_i}$$

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	Số lượng	Qb (kVAr)	Uđm (V)	Iđm (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. Em trình bày cách phân loại lưới điện của nước ta?
2. Nêu khái niệm, ký hiệu, đơn vị, biểu thức tính các đại lượng dùng trong tính toán chiếu sáng?
3. Hãy trình bày trình tự thiết kế chiếu sáng dân dụng?
4. Hãy trình bày trình tự thiết kế chiếu sáng công nghiệp?

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]- Trần Quang Khánh, *Hệ thống cung cấp điện – tập 1,2* Nxb KHKT 2006.

[2]- Nguyễn Công Hiền, *Hệ thống cung cấp điện của xí nghiệp công nghiệp đô thị và nhà cao tầng* Nxb KHKT 2005

[3]- Trần Quang Khánh, *Bài tập cung cấp điện* Nxb KHKT 2006

[4]- Nguyễn Ngọc Cẩn, *Máy cắt kim loại*, NXB Đại học Quốc gia TPHCM 2005