

CUNG CẤP 1

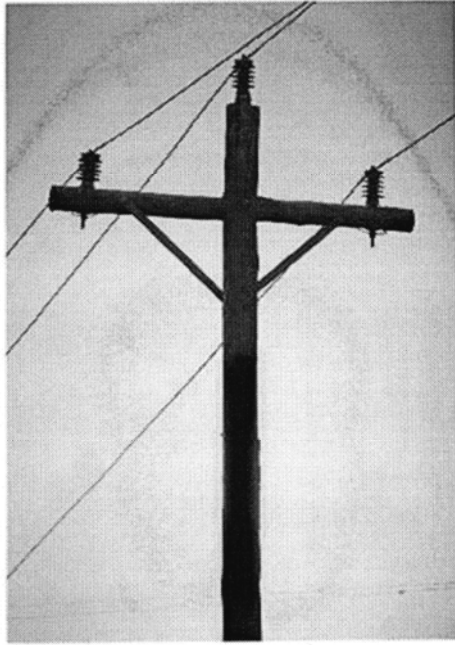


Biên soạn: **BỘ MÔN CUNG CẤP ĐIỆN**

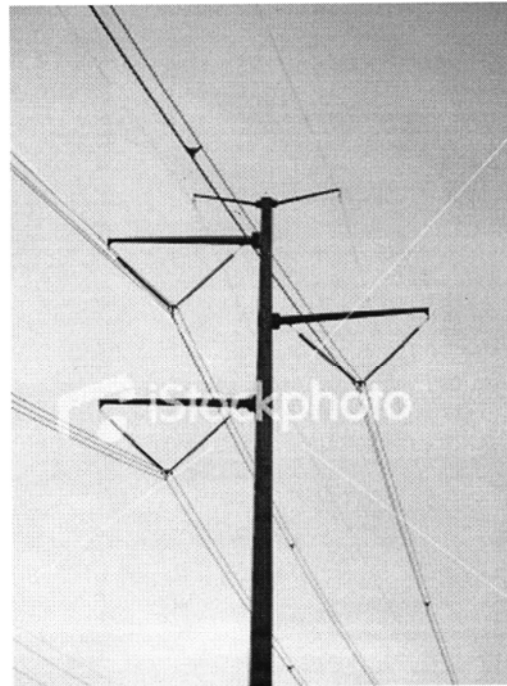
Lưu hành nội bộ

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP TP.HCM
GIÁO TRÌNH GỐC

porcelain



cát



TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP TR. HỒ CHÍ MINH
GIÁO TRÌNH GỐC



Fuse Cut Out--Porcelain

Manufactured and Tested
as Customer Specification

| Bil | Leakage Distance (inch) |
|-----|----------------------------|
| 95 | 8.5 |
| 125 | 11 |
| 150 | 17 |



**Indoor Bus Support
Insulators--Porcelain**

Manufactured and Tested
with
ANSI Standard C29.10

A-10 Class (4.8KV-7.2KV)

| Rating (kv) | H (inch) | Bil | |
|----------------|-------------|-----|-----|
| 4.8 | 3.5 | 60 | 750 |
| 7.2 | 4.5 | 75 | 750 |

A-20 Class (4.8KV-14.4KV)

| Rating (Kv) | H (inch) | Bil | |
|----------------|-------------|-----|--|
| 4.8 | 3.5 | 60 | |
| | 1000 | | |
| 7.2 | 4.5 | 75 | |
| | 1500 | | |
| 13.2 | 6 | 95 | |
| | 1250 | | |
| 14.4 | 7.5 | 110 | |
| | 1000 | | |

A-30 Class (4.8KV-34.5KV)

| Rating | H | Bil |
|--------|---|-----|
| | | |

| Cantilever | | |
|------------|--------|-----|
| (Kv) | (inch) | |
| 4.8 | 3.5 | 60 |
| | 2000 | |
| 7.2 | 4.5 | 75 |
| | 3000 | |
| 13.2 | 6 | 95 |
| | 2500 | |
| 14.4 | 7.5 | 110 |
| | 2000 | |
| 23 | 10.5 | 150 |
| | 1500 | |
| 34.5 | 15 | 200 |
| | 1250 | |

**Other Customer Special
Porcelain Insulators**

Bus Support Insert

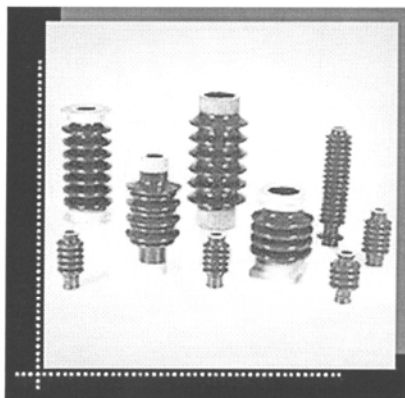
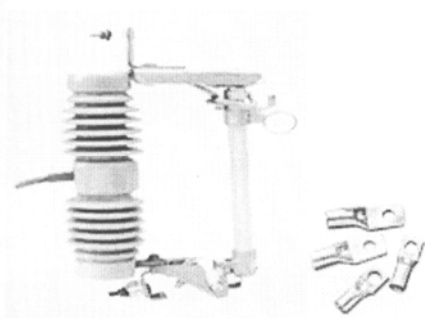
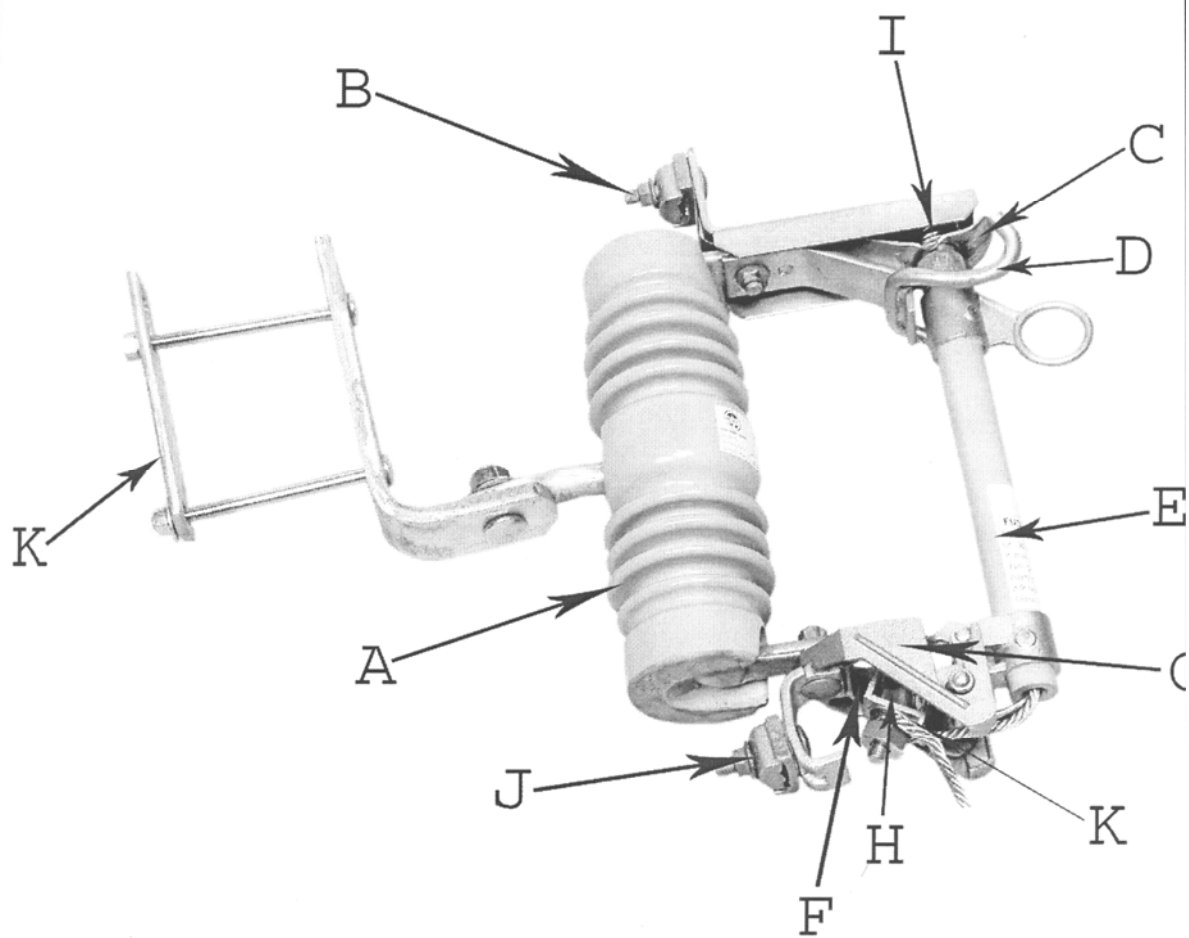
Cable Bushing



**Arrester Housing--
Porcelain**

**High Voltage Flange
Bushing Assembly
46KV BIL thru 138KV BIL
250KV BIL thru 900KV BILL**





Chương 1

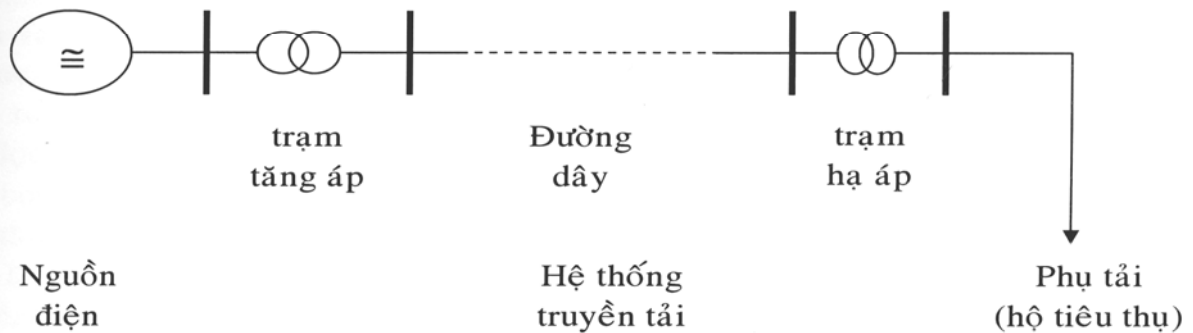
NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ CUNG CẤP ĐIỆN.**I. NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CỦA ĐIỆN NĂNG:**

Điện năng là một dạng năng lượng có ưu điểm là dễ sản xuất ra từ các dạng năng lượng khác như nhiệt, hóa, cơ năng..... và cũng dễ chuyển thành các dạng năng lượng khác như nhiệt, hóa, cơ năng ... và dễ dàng truyền tải đi xa với công suất cao và hiệu suất lớn. Trong quá trình sản xuất và phân phối có các đặc điểm sau:

1. Điện năng sản xuất ra không tích lũy ngoại trừ các trường hợp đặc biệt như pin.
2. Các quá trình về điện xảy ra rất nhanh. Do vậy phải sử dụng rộng rãi các thiết bị bảo vệ tự động trong công tác vận hành, điều độ hệ thống cung cấp điện nhằm đảm bảo hệ thống điện làm việc tin cậy và hiệu quả.
3. Công nghiệp điện lực có liên quan chặt chẽ đến nhiều ngành kinh tế quốc dân, là một trong những động lực tăng năng suất lao động tạo nên sự phát triển trong kinh tế.

II. KHÁI QUÁT VỀ HỆ THỐNG ĐIỆN.

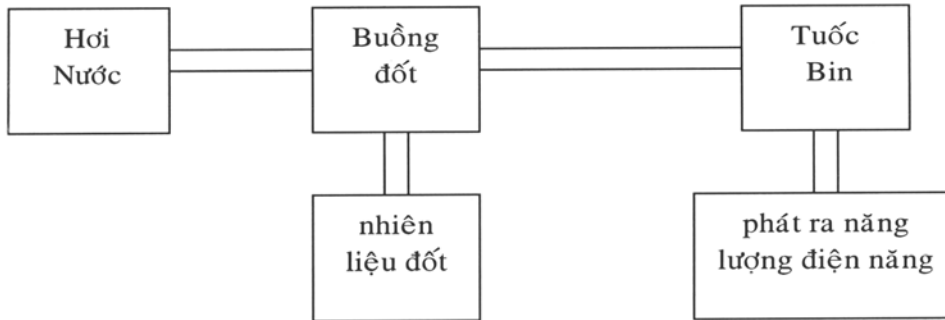
Hệ thống điện bao gồm các khâu phát điện, truyền tải, phân phối, cung cấp tới các hộ tiêu thụ và sử dụng điện.

**H 1.1: Hệ thống cung cấp điện****2.1 Các dạng nguồn điện**

Hiện nay có nhiều phương pháp biến đổi các dạng năng lượng khác như nhiệt năng, thủy năng, năng lượng hạt nhân..., thành điện năng. Vì vậy có nhiều kiểu nguồn phát điện khác nhau: nhà máy nhiệt điện, thủy điện, điện nguyên tử, trạm điện gió, điện mặt trời, điện điêzêl... nhưng ở nước ta nguồn điện được sản xuất chủ yếu từ nhà máy nhiệt điện và nhà máy thủy điện. Sau đây trình bày một vài nét về nguyên lý làm việc của một số dạng nguồn điện.

Nhà máy nhiệt điện (NĐ)

Trong nhà máy nhiệt điện, động cơ sơ cấp của máy phát có thể là tuốc-bin hơi, máy hơi nước hoặc động cơ diezen. Trong các nhà máy lớn thường dùng tuốc-bin hơi.



H 1.2: Sơ đồ nguyên lý nhà máy nhiệt điện

Nhiên liệu dùng cho các lò hơi thường là than đá xấu, than bùn, dầu mazút hoặc các khí đốt tự nhiên Các lò hơi dùng nhiên liệu than đá là lò ghi-xích hoặc lò than phun.

Đầu tiên, than được đưa vào hệ thống ghi xích qua phễu, trong lò có các dàn ống chứa đầy nước đã được lọc và xử lý hóa học để ống không bị ăn mòn. Nhờ nhiệt độ cao trong lò, nước trong giàn ống bốc hơi bay lên bình chứa (balon). Hơi bão hòa trong balon đi qua dàn ống quá nhiệt và được sấy khô thành hơi quá nhiệt theo đường ống dẫn vào tuốc-bin. Hơi quá nhiệt đập vào các cánh tuốc-bin kéo rôto máy phát điện quay. Máy phát biến cơ năng thành điện năng. Sau khi qua tuốc-bin, hơi quá nhiệt sẽ xuống bình ngưng được làm lạnh và ngưng tụ lại. Sau đó, nhờ bơm 1 đưa qua bể lắng lọc và được xử lý lại.

Qua bơm 2, nước được đưa qua dàn ống sấy để gia nhiệt thành nước nóng đưa vào lò, hình thành chu trình khép kín.

Tóm lại: nhà máy nhiệt điện có 2 gian chính:

- Gian lò: biến đổi năng lượng chất đốt thành năng lượng hơi quá nhiệt.
- Gian máy: biến đổi năng lượng hơi quá nhiệt vào tuốc-bin thành cơ năng truyền qua máy phát để biến thành điện năng.

Vì hơi đưa vào tuốc-bin đều ngưng tụ ở bình ngưng nên gọi là nhà máy điện kiểu ngưng hơi. Hiệu suất khoảng từ 30% đến 40%.

Nhà máy nhiệt điện có công suất lớn thì hiệu suất càng cao. Hiện nay có tổ tuốc-bin máy phát công suất đến 600 000KW.

Ngoài ra còn có nhà máy nhiệt điện, động cơ sơ cấp là máy hơi nước, gọi là nhà máy điện locô gồm lò hơi và máy hơi nước. Nhiên liệu dùng là than đá xấu, củi ... hiệu suất khoảng 11% và 22%, phạm vi truyền tải điện năng trong bán kính vài cây số. Điện áp thường là 220V/ 380V.

Nhà máy điện diezen có động cơ sơ cấp là động cơ diezen. Hiệu suất khoảng 38% và thời gian khởi động rất nhanh. Công suất từ vài trăm đến 1000KW. Dùng các

chất đốt quý như dầu hỏa, mazút ... nên không được sử dụng rộng rãi, chủ yếu dùng làm nguồn dự phòng.

Nhà máy nhiệt điện có những đặc điểm sau:

- Thường được xây dựng gần nguồn nhiên liệu.
- Tính linh hoạt trong vận hành kém, khởi động và tăng phụ tải chậm
- Thường xảy ra sự cố.
- Điều chỉnh tự động hoá khó thực hiện.
- Hiệu suất kém khoảng từ 30% đến 40%.
- Khối lượng nhiên liệu tiêu thụ lớn, khói thải làm ô nhiễm môi trường.

Hiện nay ở nước ta có các nhà máy nhiệt điện như sau.

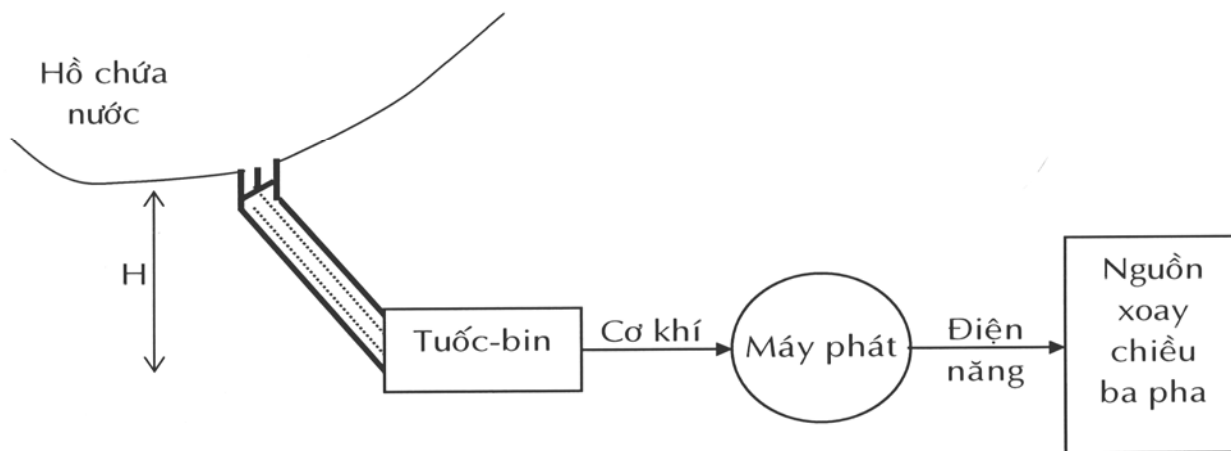
Nhà máy nhiệt điện Thủ Đức có công suất 200Mw

Nhà máy nhiệt điện Bà Rịa có công suất 200Mw

Nhà máy nhiệt điện Phú Mỹ có công suất 2000Mw

Nhà Máy Thủy Điện (TĐ)

Đây là một loại công trình thủy lợi nhằm sử dụng năng lượng nguồn nước làm quay trực tiếp bin để phát ra điện. như vậy nhà máy thủy điện quá trình biến đổi năng lượng là: Thủy năng → Cơ năng → Điện năng



H1.3: Sơ đồ nguyên lý nhà máy thủy điện

Công suất nhà máy thủy điện được xác định bởi công thức :

$$P = 9,81 \cdot \eta \cdot Q \cdot H \text{ (Mw)}.$$

Trong đó Q : là lưu lượng nước (m^3/s),
 H : là độ cao cột nước (m).
 η : hiệu suất tuốc bin

Động cơ sơ cấp là tuốc-bin nước, nối dọc trục với máy phát. Tuốc-bin nước là loại động cơ biến động.

Nhà máy thủy điện có hai loại là loại có đập ngăn nước và loại dùng máng dẫn nước:

Loại đập ngăn: thường xây dựng ở những con sông có lưu lượng nước lớn nhưng độ dốc ít. Đập xây chắn ngang sông để tạo độ chênh lệch mực nước hai bên đập. Gian máy và trạm phân phối

xây ngay bên cạnh, trên đập. Để bảo đảm nước dùng cho cả năm, các bể chứa được xây dựng rất lớn. Ví dụ như: nhà máy thủy điện Sông Đà, Trị An...

Loại có máng dẫn: thường xây dựng ở những con sông có lưu lượng nước ít nhưng độ dốc lớn. Nước từ mực nước cao, qua máng dẫn làm quay tuốc-bin của máy phát. Người ta cũng ngăn đập để dự trữ nước cho cả năm.

So với nhà máy nhiệt điện, nhà máy thủy điện rẻ từ (3 ÷ 5) lần. Thời gian khởi động rất nhanh (5 ÷ 15) phút, việc điều chỉnh phụ tải điện nhanh chóng và rộng.

Tuy nhiên vốn đầu tư rất lớn, thời gian xây dựng lâu. Vì vậy song song với việc xây dựng các nhà máy thủy điện, ta phải xây dựng các nhà máy nhiệt điện có công suất lớn nhằm thúc đẩy tốc độ điện khí hóa trong cả nước.

Nhà máy thủy điện có đặc điểm sau:

- Phải có địa hình phù hợp và lượng mưa dồi dào
- Vốn đầu tư xây dựng lớn, thời gian xây dựng kéo dài.
- Vận hành linh hoạt: thời gian khởi động và mang tải chỉ mất từ 3 đến 5 phút. Trong khi đó đối với nhiệt điện, để khởi động một tổ máy phải mất 6 ÷ 8 giờ.
- Ít xảy ra sự cố.
- Tự động hoá dễ thực hiện.
- Không cần tác nhân bảo quản nhiên liệu.
- Hiệu suất cao 85 ÷ 90%.
- Giá thành điện năng thấp.
- Thoáng mát, có thể kết hợp với hệ thống thủy lợi giao thông đường thủy và nuôi trồng thủy hải sản.

Hiện nay ở nước ta có các nhà máy Thủy điện như sau.

Nhà máy Thủy điện Đa Nhim có 4t x 40Mw

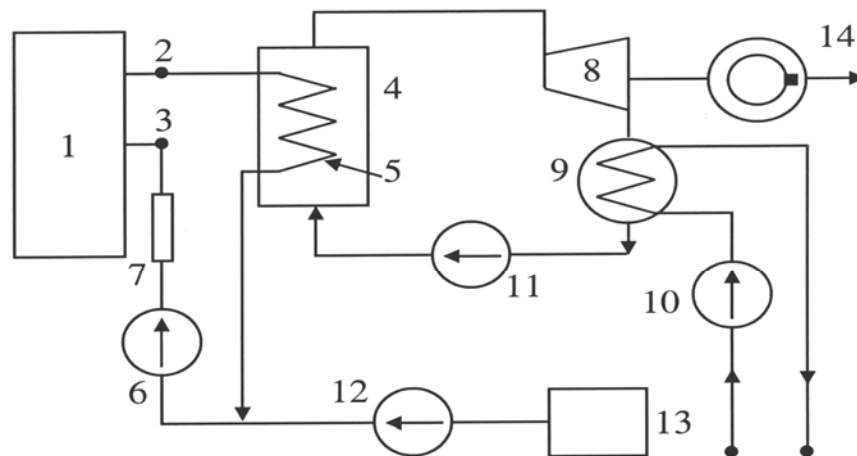
Nhà máy Thủy điện Trị An 2t x 100Mw

Nhà máy Thủy điện Thác Mơ 2t x 60Mw

Nhà máy Thủy điện Yaly 4t x 180Mw

Nhà máy Thủy điện Hoà Bình 8t x 240Mw

Nhà máy điện nguyên tử (ĐNT)



H 1.4: Sơ đồ sản xuất điện năng của nhà máy điện nguyên tử

Năng lượng nguyên tử được sử dụng qua nhiệt năng ta thu được khi phá vỡ liên kết hạt nhân nguyên tử của một số chất ở trong lò phản ứng hạt nhân.

Nhà máy điện nguyên tử biến nhiệt năng trong lò phản ứng hạt nhân thành điện năng. Thực chất nhà máy điện nguyên tử là một nhà máy nhiệt điện, nhưng lò hơi được thay bằng lò hơi được thay bằng lò phản ứng hạt nhân.

Để tránh tác hại của các tia phóng xạ đến công nhân làm việc ở gian máy, nhà máy điện nguyên tử có hai đường vòng khép kín:

Đường vòng 1: gồm lò phản ứng hạt nhân 1 và các ống dẫn 5 đặt trong ộ trao nhiệt 4. Nhờ bơm 6 nên có áp suất 100at sẽ tuần hoàn chạy qua các ống của lò phản ứng và được đốt nóng đến 270°C . Bộ lọc 7 dùng để lọc các hạt rắn có trong nước trước khi đi vào lò.

Đường vòng 2: gồm bộ trao nhiệt 4, tuốc-bin 8, bình ngưng 9. Nước lạnh qua bộ trao đổi nhiệt 4 sẽ hấp thụ nhiệt và biến thành hơi có áp suất 12,5at, nhiệt độ 260°C . Hơi nước này làm quay tuốc-bin 8 và máy phát 14, sau đó ngưng đọng lại thành nước ở bình ngưng 9, được bơm 11 đưa trở về bộ trao đổi nhiệt.

Hiệu suất của các nhà máy điện nguyên tử hiện nay khoảng (20 ÷ 30)% , công suất đạt đến 600 000KW.

Nhà máy điện nguyên tử có đặc điểm:

- Khả năng làm việc độc lập.
- Khối lượng nhiên liệu nhỏ.
- Vận hành linh hoạt, sử dụng đồ thị phụ tải tự do.
- Không thải khói ra ngoài khí quyển.
- Vốn xây dựng lớn, hiệu suất cao hơn nhà máy nhiệt điện.

Ngày nay còn có các trạm phát điện dùng năng lượng gió, năng lượng mặt trời ...sử dụng ở những nơi không có mạng điện quốc gia truyền tải tới.

2.2. Hệ thống truyền tải

* Trạm biến áp.

Trạm biến áp là nơi tiếp nhận điện áp đến từ các nguồn điện để thay đổi điện áp phù hợp với nhu cầu sử dụng đóng vai trò rất quan trọng trong việc truyền tải điện năng.

Phân loại về nhiệm vụ Trạm biến áp có hai loại:

Trạm tăng áp: dùng để tăng điện áp lên trước khi truyền tải đi xa để giảm được các dạng tổn thất về điện cũng như về kim loại màu.

Trạm hạ áp: dùng để hạ điện áp xuống cho phù hợp với tải sử dụng.

Phân loại cấu trúc Trạm biến áp có hai loại:

Trạm biến áp phân xưởng:

Có công suất nhỏ

Cấp điện năng cho thiết bị dùng điện

Có cấp điện áp (15 ÷ 24)kv → 0,4kv

Trạm biến áp trung gian:

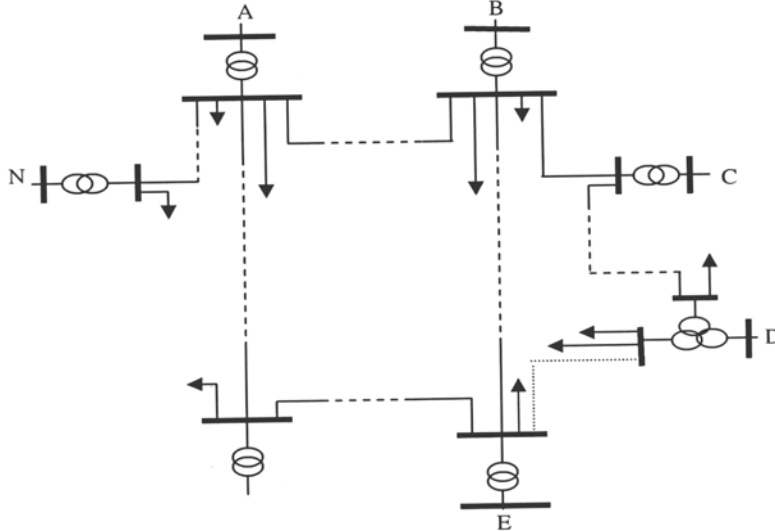
Phân phối điện năng đến phụ tải

Có cấp điện áp (35 ÷ 220)kv → (15 ÷ 110)kv

Trạm biến áp phân phối:

- Có công suất vừa và lớn
- Phân phối điện năng đến phụ tải
- Có cấp điện áp $(110 \div 500)kv \rightarrow (35 \div 220)kv$

Hiện nay ở nước ta có nhiều trạm biến áp phân phối và tất cả các trạm biến áp này liên kết với nhau thành mạng lưới điện quốc gia



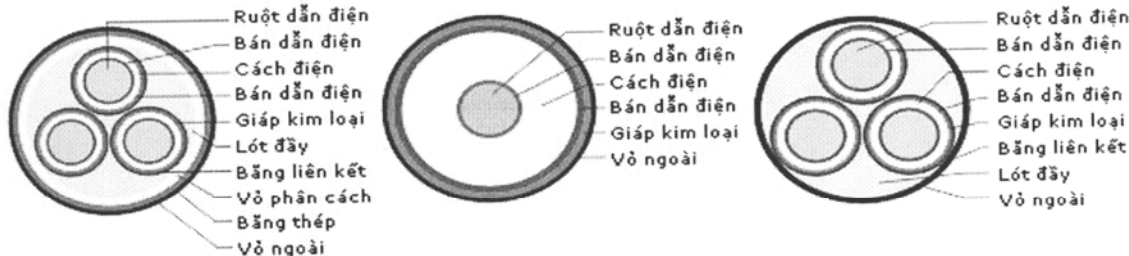
H1.5: Sơ đồ liên kết các trạm biến áp

Khi liên kết tất cả các trạm biến áp lại thì có các đặc điểm sau.

- Giảm chi phí xây dựng nguồn dự phòng
- Nâng cao được độ tin cậy cung cấp điện
- Sang bằng được phụ tải điện
- Khi vận hành thì vận hành chung cho toàn mạng lưới điện quốc gia
- Tốn kém chi phí đầu tư ban đầu

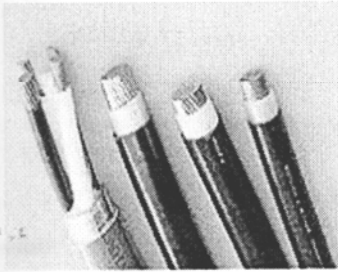
*** Đường dây**

Dây dẫn: Yêu cầu đối với dây dẫn là phải có khả năng dẫn điện tốt. Người ta thường sử dụng các loại dây dẫn như đồng, nhôm, dây nhôm lõi thép.

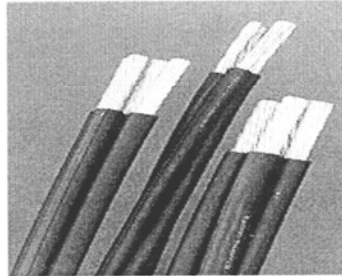


Trong các loại dây thì dây đồng là loại dẫn điện tốt nhất và thường được sử dụng trong những nơi quan trọng hoặc ở những nơi có chất ăn mòn kim loại như nhà máy hóa chất và vùng ven biển. Trong các loại dây dẫn thì khả năng dẫn điện của

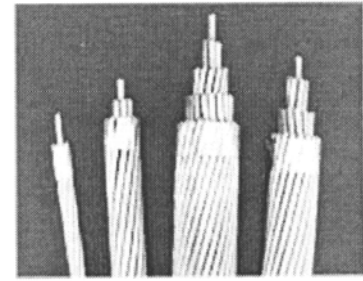
dây đồng so với dây nhôm thì cao hơn khoảng 30%. Thông thường đối với mạng điện ngoài trời trên cao, công suất truyền tải lớn, đoạn đường truyền tải xa người ta thường sử dụng dây nhôm lõi thép



Cáp đồng nhiều lõi



Cáp nhôm nhiều lõi



Cáp đồng trần nhiều lõi

Dây dẫn điện phải có độ bền. Do đó thường được chế tạo có các loại dây có nhiều sợi bện với nhau hay có thể phần ngoài là dây nhôm, phần bên trong là dây thép là bộ phận truyền tải điện

Cột điện: Người ta thường dùng ba loại cột chính

Cột gỗ, tre

Cột bê tông cốt sắt

Cột sắt, thép.

Cột điện là loại vật liệu phải có khả năng chịu lực tốt dùng để tham gia vào quá trình truyền tải điện năng thông qua dây dẫn. Tùy theo kết cấu của từng loại cột trụ tương ứng với từng cấp điện áp sẽ có kích thước khác nhau. Cột điện là loại vật liệu phải chịu đựng được khi đường dây bị sự cố. Đường dây được sử dụng đặt trên cột tùy theo cấp điện áp mà khoảng cách giữa chúng sẽ thay đổi. Thông thường khoảng cách giữa các dây dẫn được bố trí trên cột theo các quy định sau:

| | |
|---------------------------|---------------------|
| $U_{dm} \leq 1Kv$ | $D = 0.4 \div 0.6m$ |
| $U_{dm} = (15 \div 22)Kv$ | $D = 0.8 \div 1.2m$ |
| $U_{dm} = (35 \div 66)Kv$ | $D = 1.2 \div 2 m$ |
| $U_{dm} = 110 Kv$ | $D = 2 \div 4m$ |
| $U_{dm} = 220kv$ | $D = 4 \div 6m$ |
| $U_{dm} > 220kv$ | $D = 6 \div 8m$ |

Sứ cách điện: là bộ phận cách điện giữa vật dẫn điện và vật không dẫn điện

Sứ là loại vật liệu phải có tính cách điện cao, chịu được điện áp đường dây lúc làm việc bình thường cũng như khi bị quá điện áp như bị sét đánh cảm ứng. Vd: Lúc đường dây bị quá điện áp do cảm ứng. Sứ phải có độ bền, phải chịu được lực kéo đồng thời phải chịu được sự thay đổi của thời tiết.

Phân loại

Sứ đỡ

Sứ treo

Sứ xuyên

Xà ngang: Dùng để đỡ các sứ cách điện và khoảng cách giữa các dây dẫn, xà thường được sử dụng từ các vật liệu như sắt

2.3 Những đặc điểm của hệ tiêu thụ

Hệ tiêu thụ điện là một bộ phận quan trọng của hệ thống cung cấp điện, nhằm biến đổi điện năng thành các dạng năng lượng khác để sử dụng trong sản xuất hoặc dân dụng.

1. *Hệ loại 1* : Là những hệ tiêu thụ điện năng mà khi hệ thống cung cấp điện bị sự cố sẽ gây ra thiệt hại về tính mạng con người hoặc ảnh hưởng về chính trị. Thời gian cho phép mất điện đối với hệ loại 1 bằng thời gian tự động cấp nguồn dự phòng trở lại. Đối với hệ loại 1 thường phải sử dụng hai nguồn cung cấp, đường dây hai lộ, trạm có hai máy biến áp hoặc có nguồn dự phòng... nhằm giảm xác suất mất điện xuống rất nhỏ.

2. *Hệ loại 2*: Là những hệ tiêu thụ mà khi bị ngừng cung cấp điện chỉ dẫn đến những thiệt hại về kinh tế do ngừng trệ sản xuất, hư hỏng sản phẩm, lãng phí lao động... Thời gian cho phép mất điện đối với hệ loại 2 bằng thời gian cấp nguồn dự phòng trở lại, được thao tác bằng tay. Phương án cung cấp cho hệ loại 2, có hoặc không có nguồn dự phòng, đường dây đơn hoặc kép...

3. *Hệ loại 3*: là những hệ cho phép cung cấp điện với mức độ tin cậy thấp, nghĩa là cho phép mất điện trong thời gian sửa chữa, thay thế thiết bị sự cố, nhưng thường không quá 24 giờ. Đó thường là những hệ thuộc phân xưởng phụ, nhà kho, hoặc một bộ phận của mạng cung cấp nông nghiệp. Phương án cung cấp cho hệ loại 3 có thể dùng một nguồn, đường dây một lộ.

III. NHỮNG YÊU CẦU KHI LẮP ĐẶT HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

Khi xây dựng hệ thống điện cần đảm bảo các yêu cầu sau

Kỹ thuật

Liên tục cung cấp điện

Đảm bảo chất lượng điện năng (độ dao động của điện áp, dòng điện và tần số Phải nằm trong phạm vi cho phép)

Vận hành đơn giản.

An toàn cho người sử dụng.

Kinh tế

Vốn đầu tư phải thấp.

Tổn thất điện hàng năm xảy ra phải thấp

Chi phí bảo trì bảo quản phải thấp

Ngoài những chỉ tiêu trên khi thiết kế một hệ thống cung cấp điện ta cần quan tâm các vấn đề như: điều kiện để thu hồi vốn nhanh, thời gian xây dựng hệ thống cung cấp, và sự thuận lợi của việc mở rộng hệ thống cung cấp khi yêu cầu của phụ tải tăng

CÂU HỎI

- 1) Nêu nguyên lý làm việc của nhà máy nhiệt điện (NĐ)
- 2) Nêu nguyên lý làm việc của nhà máy thủy điện (TĐ)
- 3) Nêu nguyên lý làm việc của nhà máy điện nguyên tử (ĐNT)
- 4) Nêu ưu khuyết điểm của từng nhà máy điện
- 5) Hộ tiêu thụ là gì? Có mấy loại hộ tiêu thụ? Tại sao ta phải phân ra nhiều loại hộ tiêu thụ?

Chương 2

XÁC ĐỊNH NHU CẦU ĐIỆN NĂNG**I. Đặt vấn đề**

Nhu cầu tiêu thụ điện năng là vấn đề cần được xác định khi cung cấp điện cho các phân xưởng, cho xí nghiệp. Việc xác định nhu cầu về điện là vấn đề giải bài toán dự báo phụ tải ngắn hạn hoặc dài hạn.

- + Dự báo ngắn hạn là xác định phụ tải của công trình ngay sau khi đưa công trình vào hoạt động, lúc đấy ta gọi là phụ tải tính toán.
- + Dự báo dài hạn là dự báo phụ tải sẽ phát triển trong vài năm sau khi đưa công trình vào hoạt động.
- + Phụ tải điện phụ thuộc vào nhiều yếu tố công suất và số lượng của các thiết bị. Chế độ vận hành của các thiết bị, quy trình công nghệ sản xuất...

Qua những nhận xét trên ta thấy phụ tải tính toán là việc cần xác định chính xác và là nhiệm vụ rất quan trọng. Do đó điều đầu tiên là phải xác định phụ tải tính toán. Nếu ta xác định phụ tải tính toán nhỏ hơn phụ tải thực sẽ làm giảm tuổi thọ của các

thiết bị, ngược lại sẽ gây lãng phí. Để xác định phụ tải tính toán ta có thể chia ra làm những nhóm sau đây:

1.Nhóm 1: Là nhóm các phương pháp tính toán được dựa trên kinh nghiệm thiết kế và sự vận hành mà người ta tổng kết lại để đưa ra các hệ số tính toán. Phương pháp này thuận tiện trong tính toán nhưng chỉ đưa ra được chỉ số gần đúng. Khi sử dụng phương pháp tính toán của nhóm một có thể sử dụng các phương pháp sau:

* Phương pháp tính toán theo hệ số yêu cầu

* Phương pháp tính theo xuất tiêu thụ điện năng cho một đơn vị sản xuất

* Phương pháp tính toán theo xuất tiêu thụ của phụ tải trên đơn vị diện tích sản xuất.

2. Nhóm 2: Là nhóm tính toán dựa trên cơ sở lý thuyết. Phương pháp này có kể đến nhiều yếu tố do đó kết quả tính toán chính xác hơn nhưng tính toán phức tạp. Trong quá trình sử dụng phương pháp cơ sở lý thuyết thì có các phương pháp sử dụng sau:

* Phương pháp tính theo công suất trung bình và hệ số hình dạng của đồ thị phụ tải

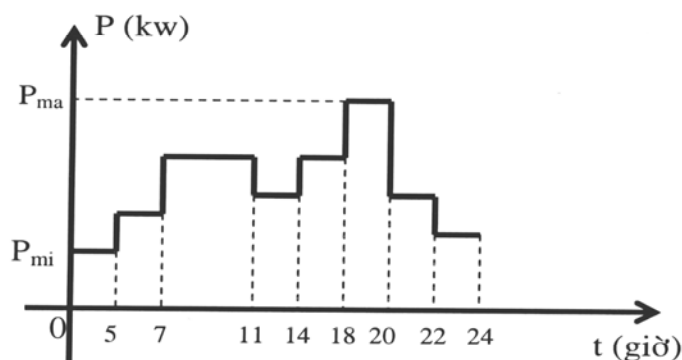
* Phương pháp tính theo công suất trung bình và phương sai phụ tải(phương pháp thống kê)

* Phương pháp tính theo công suất trung bình và hệ số cực đại(phương pháp số thiết bị hiệu quả)

II. ĐỒ THỊ PHỤ TẢI ĐIỆN

Đồ thị phụ tải là một hàm được biểu diễn sự thay đổi của phụ tải theo thời gian, nó phụ thuộc vào các yếu tố như: đặc điểm quá trình công nghệ, chế độ vận hành... Tuy nhiên mỗi loại hộ tiêu thụ cũng có thể đưa ra một dạng đồ thị phụ tải điển hình

Khi thiết kế nếu biết đồ thị phụ tải điển hình thì có thể chọn các thiết bị điện tính được năng tiêu thụ. Lúc vận hành nếu biết đồ thị phụ tải thì có thể định được phương thức vận hành các thiết bị sao cho hợp lý. Các nhà máy phát điện cần phải biết đồ thị phụ tải của các hộ tiêu thụ để định phương thức vận hành của máy phát để phù hợp với yêu cầu của phụ tải



H2-1; Đồ Thị phụ tải

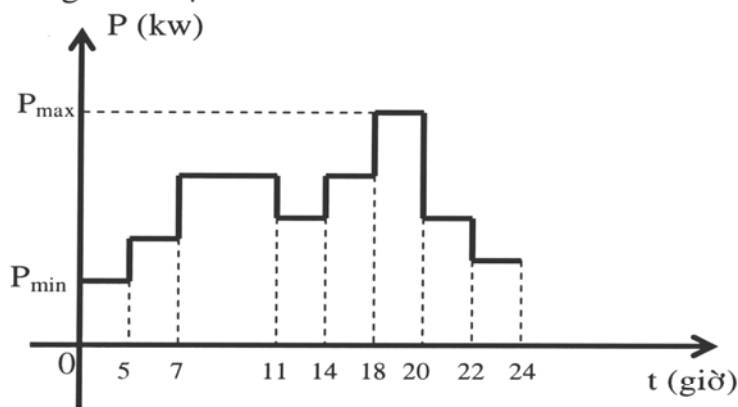
Qua các vấn đề trên ta thấy đồ thị phụ tải là thông số rất quan trọng cần phải có trong quá trình thiết kế cung cấp và vận hành máy điện. Tùy theo yêu cầu sử dụng mà ta có các loại đồ thị phụ tải khác nhau: đồ thị phụ tải tác dụng $P(t)$, đồ thị công

suất phản kháng $Q(t)$, đồ thị điện năng tiêu thụ $A(t)$. Nếu phân theo thời gian để khảo sát thì ta có đồ thị phụ tải hằng ngày, hằng tháng, hằng năm.

1. Đồ thị phụ tải hằng ngày:

Là đồ thị một ngày đêm (24 giờ). Đồ thị phụ tải hằng ngày có thể vẽ được là do máy tự ghi hay ghi nhận theo từng khoảng thời gian nhất định. Đồ thị phụ tải hằng ngày thường được vẽ theo hình bậc thang để thuận tiện cho việc tính toán.

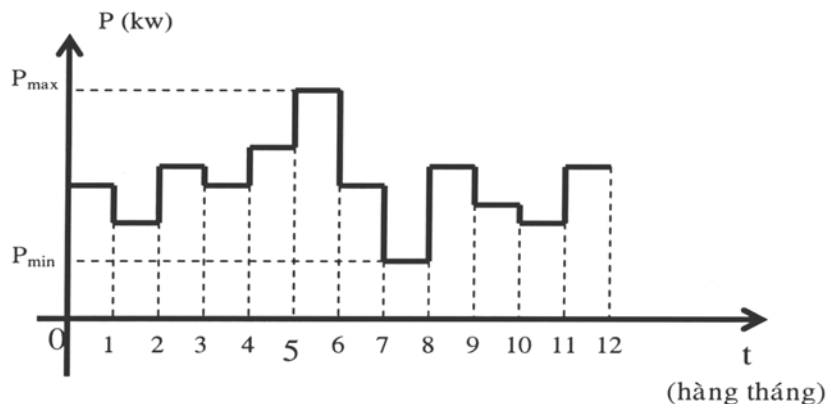
Đồ thị phụ tải hằng ngày cho biết nhịp độ tiêu thụ điện năng hàng ngày của hộ tiêu thụ qua đó có thể định được quy trình vận hành hợp lý (điều chỉnh dung lượng máy biến áp, dung lượng bù.....), nhằm đạt được đồ thị phụ tải tương đối hợp lý bằng phẳng mà như vậy thì giảm được tổn hao trong mạng và đạt được vận hành kinh tế của những thiết bị. Đồ thị phụ tải hằng ngày cũng là tài liệu làm căn cứ để chọn thiết bị điện, tính điện năng tiêu thụ.



H2-2: Đồ Thị phụ tải Ngày

2. Đồ thị phụ tải hằng tháng

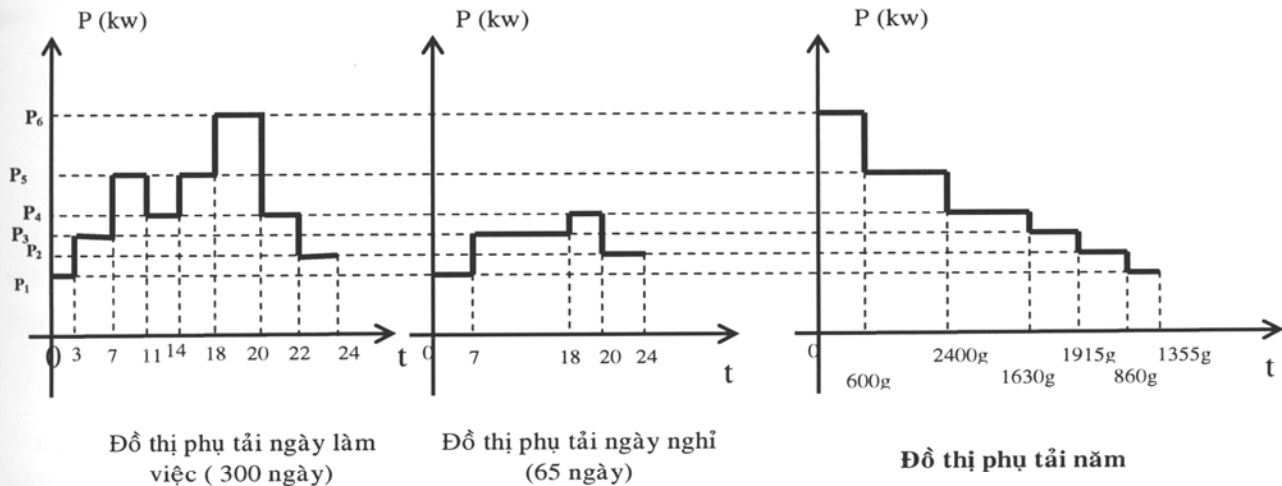
Đồ thị phụ tải hằng tháng được tính theo phụ tải trung bình của tháng. Đồ thị phụ tải hằng tháng cho biết mức độ tiêu thụ điện năng của hộ tiêu thụ xảy ra từng tháng trên nhiều năm, tương tự nhau. Qua đó có thể định ra lịch sửa chữa bảo trì bảo dưỡng thiết bị điện một cách hợp lý kịp thời phát hiện ra các hư hỏng trước khi xảy ra sự cố để đáp ứng yêu cầu cung cấp điện năng cho hộ tiêu thụ.



H2-3: Đồ Thị Phụ tải Hàng Tháng

3. Đồ thị phụ tải hàng năm

Đồ thị phụ tải hàng năm cho biết thời gian sử dụng công suất lớn nhất, nhỏ nhất hoặc trung bình của hộ tiêu thụ, chiếm hết bao nhiêu thời gian trong năm, Qua đó có thể định được công suất của máy biến áp, chọn được các thiết bị điện, đánh giá mức độ sử dụng và tiêu hao điện năng.



H2-4: Đồ thị phụ tải năm

III. CÁC ĐẠI LƯỢNG VÀ HỆ SỐ TÍNH TOÁN THƯỜNG GẶP

3.1. Công suất định mức

Công suất định mức của thiết bị thường được nhà chế tạo ghi sẵn trong lý lịch hoặc trên thẻ máy. Đối với động cơ, công suất định mức ghi trên thẻ máy chính là công suất cơ ghi trên trục của động cơ. Mối liên hệ giữa công suất định mức và công suất đầu ra của động cơ được liên hệ với nhau qua biểu thức:

$$P_{dm} = P_{đặt} \cdot \eta_{đc}$$

$P_{đặt}$: Là công suất đặt của động cơ.

$\eta_{đc}$: Là hiệu suất của động cơ

Đối với Rotor lồng sóc thì $0.8 < \eta_{đc} < 0.95$

Vì hiệu suất động cơ điện tương đối cao nên để cho tính toán được đơn giản, người ta thường cho phép bỏ qua hiệu suất, lúc này lấy

$$P_d \approx P_{dm}$$

Đối với các thiết bị điện làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại như : cần trục, máy hàn, khi tính toán phụ tải chúng ta 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 $\varepsilon\% = 100\%$. Công thức quy đổi như sau:

Đối với động cơ

$$P'_{dm} = P_{dm} \sqrt{\varepsilon_{dm}}$$

Đối với máy dạng biến áp (máy hàn)

$$P'_{dm} = S_{dm} \cdot \cos \varphi_{dm} \cdot \sqrt{\varepsilon_{dm}}$$

3.2. Phụ tải trung bình P_{tb}

Phụ tải trung bình là một đặc trưng của phụ tải trong một khoảng thời gian nào đó. Tổng của phụ tải trung bình của các thiết bị sẽ được đánh giá giới hạn của phụ tải tính toán :

$$P_{tb} = \frac{AP}{t} \qquad Q_{tb} = \frac{AQ}{t}$$

Với AP, AQ là điện năng tiêu thụ trong khoảng thời gian khảo sát (Kw, Kvar)

* Đối với một nhóm thiết bị

$$P_{tb} = \sum_{i=1}^n p_i \qquad Q_{tb} = \sum_{i=1}^n q_i$$

Từ các giá trị của phụ tải trung bình ta có thể xác định được phụ tải tính toán, tính tổn thất điện năng. Phụ tải trung bình được xác định ứng với một ca làm việc, một tháng hoặc một năm.

3.3. Phụ tải cực đại P_{max}

Phụ tải cực đại chia ra làm 2 nhóm:

a) *Phụ tải cực đại P_{max}* Là phụ tải trung bình lớn nhất tính trong khoảng thời gian tương đối ngắn, thời gian được tính khoảng 5-10 đến 20 phút tương ứng với một ca làm việc có phụ tải lớn nhất trong ngày. Phụ tải cực đại đôi khi cũng được dùng như phụ tải tính toán

Phụ tải cực đại dùng để kiểm tra tính chịu nhiệt của thiết bị, như dây dẫn

b) *Phụ tải đỉnh nhọn P_{dn}* Là phụ tải cực đại xuất hiện từ 1-2s. Phụ tải đỉnh nhọn được dùng để kiểm tra điều kiện tự khởi động của động cơ, thiết bị bảo vệ. Phụ tải đỉnh nhọn thường xảy ra khi động cơ khởi động

3.4. Phụ tải tính toán P_{tt}

Là thành phần chủ yếu để chọn thiết bị trong cung cấp điện

Phụ tải tính toán là phụ tải giả thiết không đổi và được xem như là tương đương với phụ tải thực tế. Khi chọn phụ tải tính toán phải đảm bảo an toàn

Sự phát nhiệt của các thiết bị thường dao động trong khoảng 30 phút vì vậy thường lấy trị số trung bình của phụ tải lớn nhất trong khoảng thời gian 30 phút để làm phụ tải tính toán (còn gọi là phụ tải nửa giờ)

3.5. Hệ số K sử dụng: K_{sd}

Hệ số K_{sd} là hệ số giữa phụ tải tác dụng trung bình và công suất định mức của thiết bị

Thiết bị sử dụng được sử dụng theo công thức sau:

* Đối với một thiết bị:

$$k_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}}$$

* Đối với một nhóm có n thiết bị:

$$k_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{tbi}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}}$$

* Khi vẽ được đồ thị phụ tải thì hệ số sử dụng có thể được tính nếu

$$k_{sd} = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + \dots + P_n t_n}{P_{dm} (t_1 + t_2 + \dots + t_n)} \quad (1)$$

Ngoài ra ta có thể tra bảng 2-1 trang 616 sách cung cấp điện tác giả Nguyễn Xuân Phú tìm k_{sd}

Hệ số sử dụng nói lên mức độ sử dụng, mức độ khai thác công suất của thiết bị điện trong một chu kỳ làm việc. Hệ số sử dụng là một số liệu dùng để tính phụ tải tính toán.

3.6. Hệ số phụ tải k_{pt}

Hệ số phụ tải là hệ số giữa công suất thực tế với công suất định mức. Thường ta phải xét hệ số phụ tải trong một khoảng thời gian nào đó,

Vì vậy

$$k_{pt} = P_{thực\ tế} / P_{dm} = P_{tb} / P_{dm}$$

Trong trường hợp có đồ thị phụ tải thì chúng ta có thể tính hệ phụ tải theo công thức (1) ở trên.

Hệ số phụ tải nói lên mức độ sử dụng, mức độ khai thác thiết bị điện trong thời gian đang xét.

3.7. Hệ số nhu cầu k_{nc} Hệ số nhu cầu là tỉ số giữa phụ tải tính toán và công suất định mức. Thường hệ số k_{max} và k_{nc} được dùng tính cho phụ tải tác dụng. Thực tế k_{nc} thường do kinh nghiệm vận hành được tổng kết lại

$$k_{nc} = P_{tt} / P_{dm} = (P_{tt} / P_{tb}) \cdot (P_{tb} / P_{dm}) = k_{max} \cdot k_{sd}$$

Cũng như hệ số cực đại, hệ số nhu cầu thường tính cho phụ tải tác dụng. Cũng như có khi k_{nc} được tính cho phụ tải phản kháng, nhưng số liệu này ít dùng hơn. Trong thực tế hệ số nhu cầu thường do kinh nghiệm vận hành mà tổng kết lại có thể tra bảng 2-1 trang 616 sách cung cấp điện tác giả Nguyễn Xuân Phú tìm k_{nc}

3.8. Hệ số thiết bị hiệu quả n_{hq}

Số thiết bị hiệu quả là số thiết bị có cùng công suất và chế độ làm việc. Đòi hỏi phụ tải bằng phụ tải tính toán của nhóm phụ tải thực tế (gồm có các thiết bị có các chế độ làm việc và công suất khác nhau)

$$n_{hq} = \left(\sum_{i=1}^n P_{dmi} \right)^2 / \sum_{i=1}^n P_{dmi}^2 \quad (2)$$

Khi số thiết bị trong nhóm >5 tính n_{hq} theo (2) khá phiền phức, vì vậy trong thực tế người ta tìm n_{hq} theo bảng hoặc đường cong cho trước.

Trước hết đưa ra các giả thuyết sau:

n : số thiết bị có trong phân xưởng

n_1 : số thiết bị có công suất $\geq \frac{1}{2}$ công suất của thiết bị có công suất lớn nhất có trong phân xưởng

ΣP_n : tổng công suất ứng với số thiết bị n .

ΣP_{n1} : tổng công suất ứng với số thiết bị n_1 .

$$\text{tính } n^* = n_1/n \quad ; \quad P^* = \frac{\sum P_{n1}}{\sum P_n}$$

Từ đó tra bảng 3-1 trang 36 sách cung cấp điện tác giả Nguyễn Xuân Phú tìm n_{hq} hay bảng phụ lục

Với: n là số thiết bị có trong nhóm

n_1 là số thiết bị có công suất không nhỏ hơn $1/2$ thiết bị có công suất lớn nhất.

$\Sigma P_1, \Sigma P$ là tổng công suất ứng với n_1 và n

Từ P^* và n^* tra đồ thị tìm được n_{hq^*} . Có được n_{hq^*} ta tìm được n_{hq}

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

n_{hq} là số thiết bị hiệu quả để xác định phụ tải tính toán

3.9. Hệ số cực đại k_{max}

Là tỉ số giữa phụ tải tính toán và phụ tải trung bình trong khoảng thời gian xét. Hệ số cực đại tính với một ca làm việc có phụ tải lớn nhất. k_{max} thường được khảo sát theo đường cong $k_{max} \in f(k_{sd} \text{ và } n_{hq})$ được tra bởi đồ thị ở hình 3-5 trang 32 sách cung cấp điện.

$$k_{max} = P_{tt} / P_{tb}$$

Ngoài ra ta có thể tra Bảng tra trị số k_{max} theo k_{sd} và n_{hq} dưới đây để tìm k_{max}

Bảng tra trị số k_{max} theo k_{sd} và n_{hq}

| n_{hq} | Giá trị k_{max} theo k_{sd} | | | | | | | | | |
|----------|---------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0.1 | 0.15 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
| | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 4 | 3.43 | 3.11 | 2.64 | 2.14 | 1.87 | 1.65 | 1.46 | 1.29 | 1.14 | 1.05 |
| 5 | 3.23 | 2.87 | 2.42 | 2.00 | 1.76 | 1.57 | 1.41 | 1.26 | 1.12 | 1.04 |
| 6 | 3.04 | 2.64 | 2.24 | 1.88 | 1.66 | 1.51 | 1.37 | 1.23 | 1.10 | 1.04 |
| 7 | 2.88 | 2.48 | 2.10 | 1.80 | 1.58 | 1.45 | 1.33 | 1.21 | 1.09 | 1.04 |
| 8 | 2.72 | 2.31 | 1.99 | 1.72 | 1.52 | 1.40 | 1.30 | 1.20 | 1.08 | 1.04 |
| 9 | 2.56 | 2.20 | 1.90 | 1.65 | 1.47 | 1.37 | 1.28 | 1.18 | 1.08 | 1.03 |
| 10 | 2.42 | 2.10 | 1.84 | 1.11 | 1.43 | 1.34 | 1.26 | 1.16 | 1.07 | 1.03 |
| 12 | 2.24 | 1.96 | 1.75 | 1.52 | 1.36 | 1.28 | 1.23 | 1.15 | 1.07 | 1.03 |
| 14 | 2.10 | 1.85 | 1.67 | 1.45 | 1.32 | 1.25 | 1.23 | 1.13 | 1.07 | 1.03 |
| 16 | 1.99 | 1.77 | 1.61 | 1.41 | 1.28 | 1.23 | 1.20 | 1.12 | 1.07 | 1.03 |
| 18 | 1.91 | 1.70 | 1.55 | 1.37 | 1.26 | 1.21 | 1.18 | 1.11 | 1.06 | 1.03 |
| 20 | 1.84 | 1.65 | 1.50 | 1.34 | 1.24 | 1.20 | 1.16 | 1.11 | 1.06 | 1.03 |
| 25 | 1.71 | 1.55 | 1.40 | 1.28 | 1.21 | 1.17 | 1.15 | 1.10 | 1.06 | 1.03 |
| 30 | 1.62 | 1.46 | 1.34 | 1.24 | 1.19 | 1.16 | 1.14 | 1.10 | 1.05 | 1.03 |
| 35 | 1.56 | 1.41 | 1.30 | 1.21 | 1.17 | 1.15 | 1.13 | 1.09 | 1.05 | 1.02 |
| 40 | 1.50 | 1.37 | 1.27 | 1.19 | 1.15 | 1.13 | 1.12 | 1.09 | 1.05 | 1.02 |
| 45 | 1.45 | 1.33 | 1.25 | 1.17 | 1.14 | 1.12 | 1.12 | 1.08 | 1.04 | 1.02 |
| 50 | 1.40 | 1.30 | 1.23 | 1.16 | 1.13 | 1.11 | 1.11 | 1.08 | 1.04 | 1.02 |
| 60 | 1.32 | 1.25 | 1.19 | 1.14 | 1.12 | 1.11 | 1.10 | 1.07 | 1.03 | 1.02 |
| 70 | 1.27 | 1.22 | 1.17 | 1.12 | 1.10 | 1.10 | 1.09 | 1.06 | 1.03 | 1.02 |
| 80 | 1.25 | 1.20 | 1.15 | 1.11 | 1.10 | 1.10 | 1.09 | 1.06 | 1.03 | 1.02 |
| 90 | 1.23 | 1.18 | 1.13 | 1.10 | 1.09 | 1.19 | 1.08 | 1.05 | 1.02 | 1.02 |
| 100 | 1.21 | 1.17 | 1.12 | 1.10 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.05 | 1.02 | 1.02 |
| 120 | 1.19 | 1.16 | 1.12 | 1.09 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.05 | 1.02 | 1.02 |
| 140 | 1.17 | 1.15 | 1.11 | 1.08 | 1.06 | 1.06 | 1.07 | 1.05 | 1.02 | 1.02 |
| 160 | 1.16 | 1.13 | 1.10 | 1.08 | 1.05 | 1.05 | 1.06 | 1.04 | 1.02 | 1.02 |
| 180 | 1.16 | 1.12 | 1.10 | 1.08 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.04 | 1.01 | 1.01 |
| 200 | 1.15 | 1.12 | 1.09 | 1.07 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.04 | 1.01 | 1.01 |
| 220 | 1.14 | 1.12 | 1.08 | 1.07 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.04 | 1.01 | 1.01 |
| 240 | 1.14 | 1.11 | 1.08 | 1.07 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.03 | 1.01 | 1.01 |
| 260 | 1.13 | 1.11 | 1.08 | 1.06 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.03 | 1.01 | 1.01 |
| 280 | 1.13 | 1.10 | 1.08 | 1.06 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.03 | 1.01 | 1.01 |
| 300 | 1.12 | 1.10 | 1.07 | 1.06 | 1.04 | 1.04 | 1.03 | 1.03 | 1.01 | 1.01 |

IV. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN:

4.1. Xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt và công suất yêu cầu:

Công thức tính: $P_{tt} = k_{nc} \sum_{i=1}^n P_{di}$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \frac{P_{tt}}{\cos \varphi}$$

Một cách gần đúng có thể lấy $P_d = P_{dm}$

Do đó $P_{tt} = k_{nc} \sum_{i=1}^n P_{dmi}$

Nếu trong nhóm thiết bị mà hệ số \cos của các thành phần khác nhau thì ta phải tính $\cos \varphi$ trung bình theo công thức sau:

$$\cos \varphi = \frac{P_1 \cos \varphi_1 + P_2 \cos \varphi_2 + \dots + P_n \cos \varphi_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n}$$

Khi xác định phụ tải tính toán theo hệ số K_{nc} trong cung cấp điện thì độ chính xác không cao là do sử dụng bản tra K_{nc} cho trước. Nó không phụ thuộc vào chế độ vận hành của thiết bị trong nhóm mà $K_{nc} = K_{sd} \cdot K_{max}$, có nghĩa là hệ số nhu cầu phụ thuộc vào những yếu tố kể trên. Do đó khi chế độ vận hành thay đổi trong nhóm thì K_{nc} hiệu quả sẽ không chính xác.

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

Công thức :

$$P_{tt} = P_0 \cdot F$$

Trong đó

P_0 : suất tiêu thụ điện năng trên 1 m² sản xuất (Kw/m²)

F: diện tích sản xuất (m²) (là diện tích để lắp đặt máy)

Giá trị P_0 có thể tra trong sổ tay. Giá trị P_0 của từng hộ tiêu thụ do kinh nghiệm vận hành thống kê lại mà có.

Phương pháp này chỉ cho kết quả gần đúng, vì vậy nó thường được dùng trong giai đoạn thiết kế sơ bộ. Nó cũng được dùng để tính phụ tải các phân xưởng có mật độ máy móc sản xuất tương đối đều.

Ví dụ Xác định phụ tải tính toán của phân xưởng gia công nguội của nhà máy cơ khí. Cho biết $s_0 = 0.3 \text{ kva/m}^2$, diện tích phân xưởng $F = 13.000 \text{ m}^2$

Phụ tải tính toán: $S_{tt} = S_0 \cdot F = 0.3 \times 13.000 = 3900 \text{ kva}$.

4.3. Xác định phụ tải tính toán theo suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm

Công thức tính:

$$P_u = \frac{Mw_0}{T_{\max}}$$

Trong đó

M số đơn vị sản phẩm được sản xuất ra trong 1 năm (sản lượng).

w_0 suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm, kWh

T_{\max} thời gian sử dụng công suất lớn nhất, giờ

phương pháp này được tính toán cho các thiết bị điện có đồ thị phụ tải ít biến đổi như: quạt gió, bơm nước, máy nén khí... khi đó đồ thị phụ tải trung bình và kết quả tính tương đối chính xác.

4.4. Xác định phụ tải theo hệ số cực đại k_{\max} và công suất định mức P_{dm}

Khi không có các số liệu cần thiết để áp dụng các phương pháp tương đối đơn giản đã nêu ở trên, hoặc khi cần nâng cao độ chính xác của phụ tải tính toán thì nên dùng theo phương pháp tính theo hệ số cực đại

Công thức tính

$$P_{tt} = k_{\max} \cdot k_{sd} \cdot P_{dm}$$

Trong đó

P_{dm} công suất định mức, kW;

k_{\max} , k_{sd} hệ số cực đại và hệ số sử dụng.

Hệ số k_{sd} trong sổ tay hoặc tính bằng công thức đã được nêu ở phần trước.

Khi sử dụng công thức này trong một số trường hợp cụ thể ta có thể sử dụng công thức gần đúng sau:

Khi $n \leq 3$ và $n_{hq} < 4$

$$P_u = \sum_{i=1}^n P_{dmi}$$

Đối với các thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại thì

$$S_u = \frac{S_{dm} \sqrt{\varepsilon_{dm}}}{0.875}$$

Trường hợp $n > 3$ và $n_{hq} < 4$ phụ tải tính toán được xác định theo công thức

$$P_u = \sum_{i=1}^n k_{pti} P_{dmi}$$

Trong đó: k_{pt} là hệ số phụ tải từng máy.

Nếu không có số liệu chính xác, hệ số ohụ tải có thể lấy gần đúng như

$k_{pt} = 0.9$ đối với thiết bị làm việc ở chế độ dài hạn

$k_{pt} = 0.75$ đối với thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại

Ghi Chú:

+ Khi $n_{hq} > 300$, $K_{sd} < 0.5$ thì K_{\max} được tính khảo sát trên đồ thị ứng với $n_{hq} = 300$

+ Khi $n_{hq} > 300$, $K_{sd} > 0.5$ thì $P_{pt} = 1.05 \cdot K_{sd} \cdot P_{dm}$

+ Khi thiết bị phụ tải có đồ thị phụ tải bằng phẳng thì phụ tải tính toán lấy bằng phụ tải trung bình

$$P_{tt} = P_{tb} = K_{sd} \cdot P_{dm}$$

4.5 Phương pháp Tính một số phụ tải đặt biệt

Tính toán đối với thiết bị một pha:

Khi trong mạng vừa có thiết bị 3pha (thiết bị cân bằng) và cũng vừa có thiết bị một pha (thiết bị không cân bằng) thì phải phân bố các thiết bị đó lên ba pha sao cho trị số không cân bằng là nhỏ nhất. Khi đó phụ tải tính toán được tính như sau

- ❖ Nếu tổng công suất của thiết bị không cân bằng nhỏ hơn 15% tổng công suất của thiết bị cân bằng thì các thiết bị một pha xem như là ba pha có công suất tương đương.
- ❖ Nếu tổng công suất của thiết bị không cân bằng lớn hơn 15% tổng công suất của các thiết bị cân bằng ở điểm xét thì các thiết bị một pha quy đổi về ba pha được tính như sau:

+ Trường hợp các thiết bị một pha đấu vào điện áp pha:

$$\Rightarrow P_{tt} = P_{cb} + P_{qd}$$

$$P_{qd} = 3 P_{1\text{pha(max)}}$$

Trong đó $P_{1\text{pha(max)}}$ pha có phụ tải lớn nhất

+ Trường hợp các thiết bị một pha đấu vào điện áp dây

$$\Rightarrow P_{tt} = P_{cb} + P_{qd}$$

$$P_{qd} = \sqrt{3} P_{1\text{pha(max)}}$$

Trong đó $P_{1\text{pha(max)}}$ pha có phụ tải lớn nhất

+ Trường hợp trong mạng một pha vừa có thiết bị một pha nối vào điện áp dây và vừa có thiết bị một pha đấu vào điện áp pha: thì ta phải quy đổi về cùng một sơ đồ đấu dây. Khi đó phụ tải tính toán được tính như sau

$$\Rightarrow P_{tt} = P_{cb} + 3P_{qd(max)}$$

Trong đó $P_{qd(max)}$ được so sánh từ 3 pha như sau:

$$P_{qda} = P_{ab} \cdot P_{(ab)a} + P_{ac} \cdot P_{(ac)a} + P_{ao}$$

$$P_{qdb} = P_{ba} \cdot P_{(ba)b} + P_{bc} \cdot P_{(bc)b} + P_{bo}$$

$$P_{qdc} = P_{cb} \cdot P_{(cb)c} + P_{ca} \cdot P_{(ca)c} + P_{co}$$

Sau đó chọn ra pha nào có công suất lớn nhất thì đó là $P_{qd(max)}$

Trong đó $p_{(ab)a}$ $p_{(ba)b}$ $p_{(cb)c}$: là các hệ số quy đổi được tra bảng 4-5

Hệ số quy đổi phụ tải 1 pha nối vào điện áp dây thành phụ tải 1 pha nối vào điện áp pha của mạng

Bảng 4-5

| Hệ số quy đổi | Hệ số công suất của phụ tải | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|---|
| | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.65 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1 |
| $p_{(ab)a}, p_{(bc)b}, p_{(ca)c}$ | 1.4 | 1.17 | 1.0 | 0.89 | 0.84 | 0.80 | 0.72 | 0.64 | - |
| $p_{(ab)b}, p_{(bc)c}, p_{(ac)a}$ | -0.4 | -0.17 | 0 | 0.11 | 0.16 | 0.20 | 0.28 | 0.36 | - |
| $q_{(ab)a}, q_{(bc)b}, q_{(ca)c}$ | 1.26 | 0.86 | 0.58 | 0.38 | 0.30 | 0.22 | 0.09 | -0.05 | - |
| $q_{(ab)b}, q_{(bc)c}, q_{(ac)a}$ | 2.45 | 1.44 | 1.16 | 0.96 | 0.88 | 0.80 | 0.67 | 0.53 | - |

Ví dụ: Một mạng có các thiết bị một pha nối vào điện áp dây U_{ab} , U_{ac} và điện áp pha U_{ao} . Hãy quy đổi về phụ tải pha a.

Giải:

Phụ tải tác dụng của pha a

$$P_{faa} = P_{ab} \cdot P_{(ab)a} + P_{ac} \cdot P_{(ac)a} + P_{ao}$$

Phụ tải phản kháng của pha a

$$Q_{faa} = Q_{ab} \cdot q_{(ab)a} + Q_{ac} \cdot q_{(ac)a} + Q_{ao}$$

Trong đó

- + $P_{ab}, P_{ac}, Q_{ab}, Q_{ac}$ – tổng công suất tác dụng và phản kháng của các thiết bị một pha nối vào điện áp dây U_{ab} và U_{ac} ;
- + P_{ao}, Q_{ao} – tổng công suất tác dụng và phản kháng của các thiết bị một pha nối vào điện áp pha U_{ao} ;
- + $P_{(ab)a}, P_{(ac)a}, q_{(ab)a}, q_{(ac)a}$ – các hệ số quy đổi tra ở bảng trên.

Tính phụ tải đỉnh nhọn

Phụ tải đỉnh nhọn là phụ tải cực đại xuất hiện trong khoảng 1_2 giây

Phụ tải đỉnh nhọn thường được tính dưới dạng dòng điện đỉnh I_{dn} . Chúng ta tính I_{dn} để kiểm tra độ lệch điện áp, chọn các thiết bị bảo vệ, tính toán tự khởi động của động cơ...

Chúng ta không chỉ quan tâm đến giá trị của dòng điện đỉnh nhọn mà còn quan tâm đến tần số xuất hiện của nó. Trong mạng điện dòng điện đỉnh nhọn xuất hiện khi động cơ khởi động, lò hồ quang hoặc máy hàn làm việc...

Đối với một máy, dòng điện đỉnh nhọn tính bằng dòng điện mở máy.

$$I_{dm} = I_{mm} = k_{mm} I_{dm}$$

Trong đó

k_{mm} – bội số mở máy của động cơ

Nếu trong động cơ không có giá trị thì ta có thể chọn theo các dữ liệu sau

Đối với động cơ một chiều thì chọn $k_{mm} = (10 - 30)$

Đối với động cơ lồng sóc thì $k_{mm} = (5 - 7)$

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

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

Công thức tính như sau:

$$I_{dn} = I_{mm(max)} + (I_{tt} - k_{sd} \cdot I_{dm(max)})$$

Trong đó

- + $I_{mm(max)}$ – dòng điện mở máy lớn nhất trong tất cả các dòng điện mở máy của các động cơ trong nhóm;
- + I_{tt} – dòng điện tính toán của nhóm máy; k_{sd} – hệ số sử dụng của động cơ có dòng điện mở máy lớn nhất.

Ví dụ: Tính dòng điện đỉnh nhọn của đường dây cung cấp cho một cần trục. Số liệu về phụ tải như sau:

| Động cơ | $P_{dm}(kW)$ | % | $\cos\varphi$ | $I_{dm}(A)$ | k_{mm} |
|-----------|--------------|----|---------------|-------------|----------|
| Nâng hàng | 12 | 15 | 0.76 | 27.5 | 5.5 |
| Xe con | 4 | 15 | 0.72 | | |
| Xe lớn | 8 | 15 | 0.75 | | |

Điện áp của mạng $U = 380/220$ V

Hệ số sử dụng $k_{sd} = 0.1$

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

$$I_{mm(max)} = k_{mm} \cdot I_{dm} = 5,5 \cdot 27,5 = 151A$$

Phụ tải tính toán của nhóm động cơ quy đổi về chế độ làm việc dài hạn ($\epsilon=100\%$):

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^3 P_{dmi} \sqrt{\epsilon_{dmi}} = (12 + 4 + 8) \sqrt{0,15} = 9,3kW$$

$$Q = \sum_{i=1}^3 (P_{dmi} \sqrt{\epsilon_{dmi}} \cdot \text{tg} \varphi_i) = 12 \cdot \sqrt{0,15} \cdot 0,85 + 4 \cdot \sqrt{0,15} \cdot 1 + 8 \cdot \sqrt{0,15} \cdot 0,88 = 8,2kVA$$

$$S_{tt} = \sqrt{9,3^2 + 8,2^2} = 12,4kVA$$

Dòng điện tính toán của nhóm máy

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{U_{dm}}} = \frac{12,4}{\sqrt{3 \cdot 0,38}} = 18,8(A)$$

Dòng điện định mức của động cơ nâng hàng (quy đổi về $\epsilon = 100\%$)

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

Dòng điện đỉnh nhọn cung cấp cho cần trục là

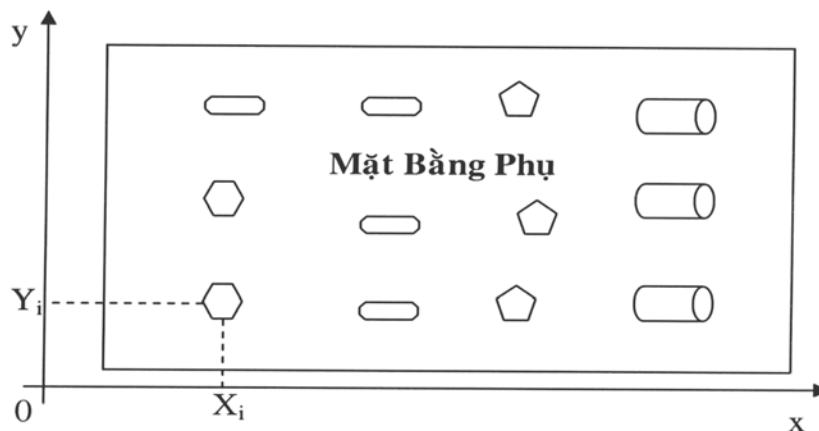
$$I_{dn} = 151 + (18,8 - 0,1 \cdot 10,6) = 168,8 A$$

V. XÁC ĐỊNH TÂM PHỤ TẢI

5.1. Ý nghĩa tâm phụ tải

Tâm phụ tải là một điểm nằm trên mặt bằng phụ tải mà nếu ta đặt trạm biến áp hay tủ phân phối ngay tại tâm phụ tải thì các dạng tổn thất về điện hay chi phí về kim loại màu là thấp nhất

5.2. Xác định tâm phụ tải



Vị trí tâm phụ tải thường đặt gần ở những phụ tải hoặc các thiết bị có công suất lớn, tâm phụ tải được xác định như sau:

- Xác định trục tọa độ phụ tải.
- Xác định vị trí phụ tải hay thiết bị trên phân xưởng
- Thuận tiện việc vận hành

- An toàn cho người vận hành và thiết bị
Tâm phụ tải được xác định bởi $I(X_I; Y_I)$

Trong đó

$$X_I = \frac{\sum P_i X_i}{\sum P_i}$$

$$Y_I = \frac{\sum P_i Y_i}{\sum P_i}$$

Với

P_i : là công suất tác dụng ở phụ tải thứ i

X_i và Y_i : hoành độ và tung độ của phụ tải thứ i

CÂU HỎI

- 1) Hãy nêu các phương pháp xác định phụ tải tính toán.
- 2) Đồ thị phụ tải là gì? Tại sao phải xây dựng phụ tải hàng ngày, hàng tháng, hàng năm.
- 3) Hãy nêu các đại lượng và hệ số tính toán thường gặp? Ý nghĩa của từng thông số trong quá trình thiết kế cung cấp điện
- 4) Cho một phân xưởng cơ khí có chiều dài 30m chiều rộng 20m. gồm có các thiết bị sau:

| stt | Thiết bị | $P_{dm}(kw)/$ thiết bị | $\cos\varphi$ | K_{sd} | U (v) | pha A | pha B | pha C |
|-----|---------------|---------------------------|---------------|----------|---------|----------|----------|----------|
| | Thiết bị 3pha | | | | | | | |
| 5 | máy tiện | 7.5 | 0,8 | 0,6 | 380 | x | x | x |
| 10 | máy phay | 5 | 0,85 | 0,2 | // | x | x | x |
| 7 | máy bào | 12 | 0,8 | 0,15 | // | x | x | x |
| 8 | máy mài | 1,5 | 0,75 | 0,2 | // | x | x | x |
| 4 | máy cưa | 4 | 0,9 | 0,4 | // | x | x | x |
| 6 | máy khoan | 2,5 | 0,86 | 0,3 | // | x | x | x |
| | Thiết bị 1pha | | | | | | | |
| | 2 | 1,5 | 0,8 | 0,5 | 220 | x | | x |
| | 4 | 1 | 0,85 | 0,7 | // | | x | |
| | 6 | 0,5 | 0,8 | 0,8 | // | | | x |
| | 8 | 0,7 | 0,65 | 0,7 | // | x | | |
| | 3 | 2 | 0,9 | 0,3 | // | | x | |
| | 3 | 2,5 | 0,8 | 0,4 | // | x | | x |

Hãy xác định S_{tt} , Q_{tt} và I_{tt} cho phân xưởng .

- 5) Cho một phân xưởng cơ khí có chiều dài 30m chiều rộng 20m. gồm có các thiết bị sau:

| stt | Thiết bị 3pha | $P_{dm}(kw)/$ thiết bị | $\cos\varphi$ | K_{sd} | U (v) | có tọa độ | |
|-----|---------------|---------------------------|---------------|----------|---------|-----------|-------|
| | | | | | | x (m) | y (m) |

| | | | | | | | |
|----|-------------|-----|------|-----|-----|----|----|
| 1 | máy tiện 1 | 7.5 | 0,8 | 0,8 | 380 | 5 | 5 |
| 2 | máy tiện 2 | 7.5 | 0,8 | 0,8 | // | 10 | 5 |
| 3 | máy phay 1 | 12 | 0,85 | 0,5 | // | 15 | 5 |
| 4 | máy phay 2 | 12 | 0,85 | 0,5 | // | 20 | 5 |
| 5 | máy bào 1 | 5 | 0,75 | 0,4 | // | 25 | 5 |
| 6 | máy bào 2 | 5 | 0,75 | 0,4 | // | 5 | 10 |
| 7 | máy mài 1 | 3 | 0,8 | 0,3 | // | 10 | 10 |
| 8 | máy mài 2 | 3 | 0,8 | 0,3 | // | 15 | 10 |
| 9 | máy cưa 1 | 4 | 0,9 | 0,5 | // | 20 | 10 |
| 10 | máy cưa 2 | 4 | 0,9 | 0,5 | // | 25 | 10 |
| 11 | máy khoan 1 | 2,5 | 0,8 | 0,2 | // | 15 | 15 |
| 12 | máy khoan 2 | 2,5 | 0,8 | 0,2 | // | 20 | 15 |

a. Hãy xác định tâm phụ tải điện cho phân xưởng

b. Tính S_{tt} , I_{tt} cho phân xưởng

6) Hãy tính phụ tải tính toán của một phân xưởng cơ khí có các máy sau

| Tên thiết bị | Số lượng | P_{dm} , KW | | cos φ |
|----------------|----------|---------------|---------|---------------|
| | | 1 máy | Toàn bộ | |
| Máy cưa dài | 1 | 1 | 1 | 0.6 |
| Khoan bàn | 2 | 0.65 | 1.3 | 0.65 |
| Máy mài thô | 3 | 2 | 6 | 0.6 |
| Máy khoan đứng | 1 | 4.5 | 4.5 | 0.6 |
| Máy bào ngang | 1 | 4.5 | 4.5 | 0.6 |
| Máy xọc | 1 | 2.8 | 2.8 | 0.6 |

Chương 3**CHỌN PHƯƠNG ÁN CUNG CẤP ĐIỆN****I. ĐẶT VẤN ĐỀ:**

Phương án cung cấp điện gồm các vấn đề sau đây: cấp điện áp, nguồn điện áp, đó là những vấn đề rất quan trọng được đặt ra ngay từ khi xây dựng là vì nó trực tiếp phát huy tính hiệu quả của cung cấp. Xác định chính xác sẽ không gây hiệu quả xấu về lâu dài. Do đó để xác định được phương án cung cấp điện hợp lý nhất thì ta phải xác định các dữ liệu ban đầu như là nhu cầu về điện năng, đồng thời xác định tính kinh tế cho các phương án.

Một số phương án cung cấp điện đạt được yêu cầu cung cấp điện là:

- + Đảm bảo chất lượng điện tức là đảm bảo được tần số và biên độ điện áp trong phạm vi cho phép
- + Đảm bảo độ tin cậy, tính liên tục cung cấp điện sao cho phù hợp với yêu cầu phụ tải
- + Thuận tiện trong quá trình lắp ráp và sửa chữa
- + Đạt được các chỉ tiêu về kinh tế.

II. CHỌN PHƯƠNG ÁN CUNG CẤP ĐIỆN**2.1 Chọn Nguồn Điện**

Trong hệ thống cung cấp điện việc chọn nguồn điện có quan hệ mật thiết đến nhiều mặt như: phụ tải cấp điện áp, sơ đồ cung cấp điện, bảo vệ tự động hoá, chế độ vận hành..... vì vậy việc xác định nguồn điện phải được xem xét một cách cẩn toàn diện

Tùy theo quy mô của hệ thống cung cấp điện mà nguồn điện có thể là các nhà máy điện (nhiệt điện, thủy điện.....), các trạm biến áp khu vực, trung gian hoặc các trạm phân phối và biến áp phân xưởng

Để đảm bảo tính cung cấp điện ta phải chọn nguồn điện thoả mãn các yêu cầu sau

- + Đảm bảo công suất cấp điện cho phụ tải
- + Phải gần phụ tải điện
- + Phải có nguồn dự phòng
- + Ít người qua lại
- + Thoáng mát.....

2.2 Chọn cấp điện áp:

Cấp điện áp của mạng điện là yếu tố rất quan trọng trong quá trình truyền tải điện là vì ảnh hưởng trực tiếp đến chọn thiết bị, tổn thất điện năng, độ sụt áp và chi phí trong vận hành. Bởi vì

Nếu ta chọn đường dây có cấp điện áp cao

Lợi : Các dạng tổn thất về điện

Chi phí kim loại màu

Thiệt hại: Chi phí giải tỏa hành lang an toàn

Chi phí thiết bị

Không an toàn

Nếu ta chọn đường dây có cấp điện áp thấp

Lợi : An toàn

Chi phí giải tỏa hành lang an toàn

Chi phí thiết bị

Thiệt hại : Các dạng tổn thất về điện

Chi phí kim loại màu

Để định hướng cho điện áp cung cấp ta cần tính toán điện áp theo công thức sau:

_ Nếu tính theo công suất

$$U = 4,34\sqrt{1 + 16P}$$

trong đó

U - Điện áp của mạng Kv

l- Chiều dài đường dây, Km

P- Công suất truyền tải, MW

Công thức này chỉ đúng khi khoảng cách giữa phụ tải và nguồn điện không quá 250km và dung lượng của phụ tải nhỏ hơn 60MVA. Nếu lớn hơn ta sử dụng công thức sau

$$U = 3\sqrt{S} + 0,5l$$

Trong đó

U - Điện áp của mạng, Kv

S - Công suất truyền tải, MVA

l- Chiều dài đường dây, Km

Người ta cũng có thể xác định được cấp điện áp cần chọn ứng với từng công suất truyền tải tương ứng theo chiều dài truyền tải được cho trong bảng

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 | Loại đường dây | Công suất truyền tải | Khoảng cách, km |
|----------------------|-------------------|----------------------|------------------|
| 0.22 | Trên không Cáp | < 50 < 100 | < 0.15 < 0.2 |
| 0.38 | Trên không Cáp | < 100 < 175 | < 0.25 < 0.35 |
| 6 | Trên không Cáp | < 2000 < 3000 | 5 ~ 10 < 8 |
| 10 | Trên không Cáp | < 3000 < 5000 | 8 ~ 15 < 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 |

Hiện nay ở nước ta có các cấp điện áp như sau:

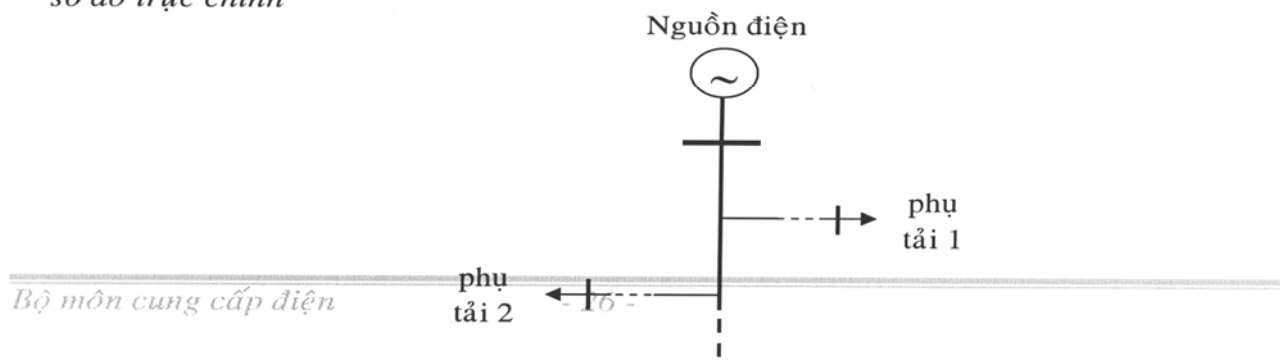
- Hạ thế
 - + Cấp điện áp từ < 1kv
- Cao thế
 - + Trung thế
 - Cấp điện áp 15kv số bát sứ: 1÷2bát
 - Cấp điện áp 20kv số bát sứ: 1÷2bát
 - Cấp điện áp 22kv số bát sứ: 1÷2bát
 - Cấp điện áp 24kv số bát sứ: 1÷2bát
 - + Cao thế
 - Cấp điện áp 35kv số bát sứ: 3bát
 - Cấp điện áp 66kv số bát sứ: 5÷7bát
 - Cấp điện áp 110kv số bát sứ: 9bát
 - Cấp điện áp 220kv số bát sứ: 16÷18bát
- Siêu cao thế
 - Cấp điện áp >220kv số bát sứ: 26÷32bát

2.3 Sơ Đồ Điện

Để xác định được phương án cấp điện hợp lý ta phải khảo sát về nguồn điện. Trong hệ thống cung cấp thì dung lượng, số lượng chủng loại của các nguồn điện có quan hệ mật thiết nhiều mặt như phụ tải, cấp điện áp, sơ đồ cung cấp điện...

Mạng điện cao thế

sơ đồ trục chính



H3-1: Sơ đồ dạng trực chính

Đối với có các đặt tính sau

Đơn giản rẻ tiền

Lắp đặt đơn giản

Thường xảy ra sự cố (trên đường dây có nhiều mối nối)

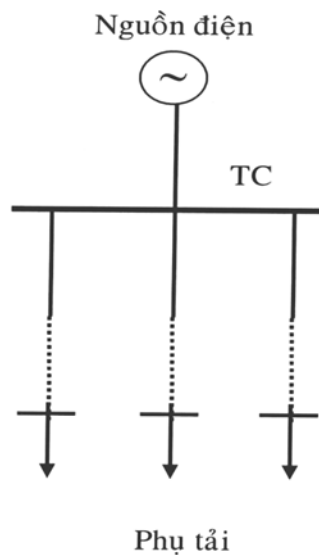
Gây sụt áp cuối đường dây

Các phụ tải phụ thuộc vào nhau

Tính cung cấp điện không cao (để nâng cao tính cung cấp điện người ta lắp máy cắt phân đoạn). Đối với sơ đồ dạng trực chính thích hợp cho mạng điện nông thôn và phụ tải loại 3

Dạng hình tia:

Có ưu điểm nối dây rõ ràng, mỗi hộ dùng điện đều được cung cấp từ một đường dây độc lập

**H3-2: Sơ đồ dạng hình tia**

Đối với sơ đồ dạng hình tia có các đặt tính sau

Các phụ tải không phụ thuộc nhau

Tính cung cấp điện cao

Để xây dựng đường dây dự phòng cho những phụ tải loại 1 và loại 2
ít xảy ra sự cố

Vốn đầu tư ban đầu lớn

Chi phí bảo trì bảo quản cao.....

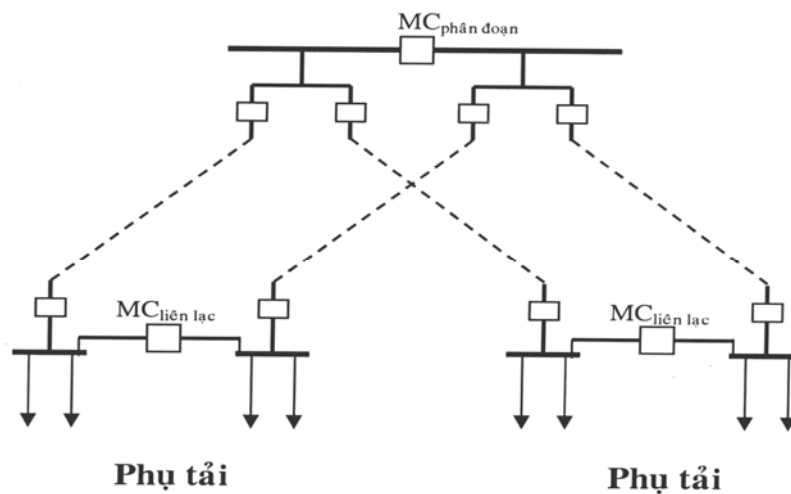
sơ đồ hình tia có dạng như sau

Đối với sơ đồ dạng hình tia thích hợp cho phụ tải loại 1 và loại 2

Do đó trong trường hợp có nhiều phương án thì phải lựa chọn trên cơ sở tính toán và so sánh kinh tế.

Đối với những phụ tải quan trọng, ngoài việc dùng sơ đồ hình tia, có thể đặt thêm đường dây song song lấy điện từ nguồn thứ hai hoặc từ phân đoạn thứ hai đến, có sơ đồ sau

Sơ đồ cung cấp điện kiểu hình tia được cung cấp bằng hai đường dây



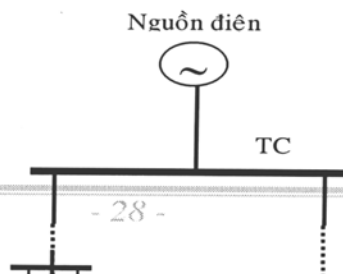
H3-3: Sơ đồ dạng hình tia có dự phòng

Ở phía điện áp cao của trạm biến áp, thường đặt máy cắt phân đoạn và máy cắt liên lạc để đóng nguồn dự trữ. như vậy độ tin cậy của sơ đồ tăng lên rõ rệt.

Sơ đồ phân nhánh nối hình vòng kín để tăng độ tin cậy.

Ở sơ đồ này với mục đích tạo điều kiện vận hành đơn giản, thông thường mạch vòng được cắt đôi thành 2 nhánh riêng rẽ (ví dụ tại điểm N). khi xảy ra sự cố sau khi cắt phân tử bị sự cố ra khỏi mạng, nối điểm được nối lại để tiếp tục cung cấp điện.

Loại sơ đồ này thường được dùng cho mạng điện thành phố hoặc các xí nghiệp có nhiều phân xưởng được bố trí trên phạm vi rộng.



H3-4: Sơ đồ dạng vòng kín

Đối với sơ đồ mạng vòng kín có các đặc điểm sau:

- Độ tin cậy cung cấp điện cao
- Ít tổn kém
- Gây sụt áp và quá tải khi xảy ra sự cố tại đầu đường dây
- Việc tính toán chọn lựa dây dẫn và thiết bị bảo vệ đường dây phức tạp

Sơ đồ dẫn sâu :

Sơ đồ “dẫn sâu” là sơ đồ cung cấp điện, đưa điện áp cao ($\geq 35\text{KV}$) vào sâu trong xí nghiệp đến tận các trạm biến áp phân xưởng. (hình 4.8).

ưu điểm :

Do trực tiếp đưa điện áp cao vào trạm biến áp phân xưởng giảm bớt trạm phân phối. Do đó giảm được số lượng các thiết bị điện và sơ đồ nối dây sẽ rất đơn giản.

Do 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.

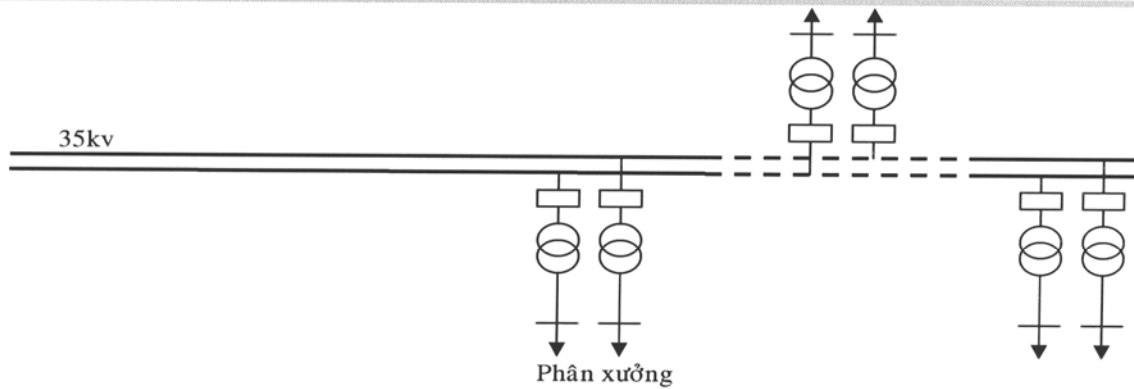
khuyết điểm :

Vì một đường dây “dẫn sâu” rẽ vào nhiều trạm biến áp nên độ tin cậy sơ đồ cung cấp điện không cao. Để khắc khuyết điểm này, thường dùng 2 dây dẫn sâu song song. Đặt các thiết bị bảo vệ chống sự cố lan tràn và qui định mỗi một đường dây dẫn sâu không nên mang quá 5 trạm biến áp và dung lượng của một đường dây không nên quá 5.000KVA.

Khi đường dây dẫn sâu có cấp điện áp 110-220KV thì diện tích đất của xí nghiệp bị đường dây chiếm sẽ rất lớn. Vì thế không thể đưa đường dây vào trung tâm phụ tải được.

Sơ đồ dẫn sâu thường được dùng để cung cấp cho các xí nghiệp có phụ tải lớn, phân bố trên diện tích rộng và đường dây điện áp cao đi trong xí nghiệp không ảnh hưởng đến việc xây dựng các công trình khác cũng như giao thông vận chuyển trong xí nghiệp.

Hiện nay sơ đồ dẫn sâu thường được dùng ở cấp điện áp 35 KV và cung cấp cho các phụ tải loại II và III.

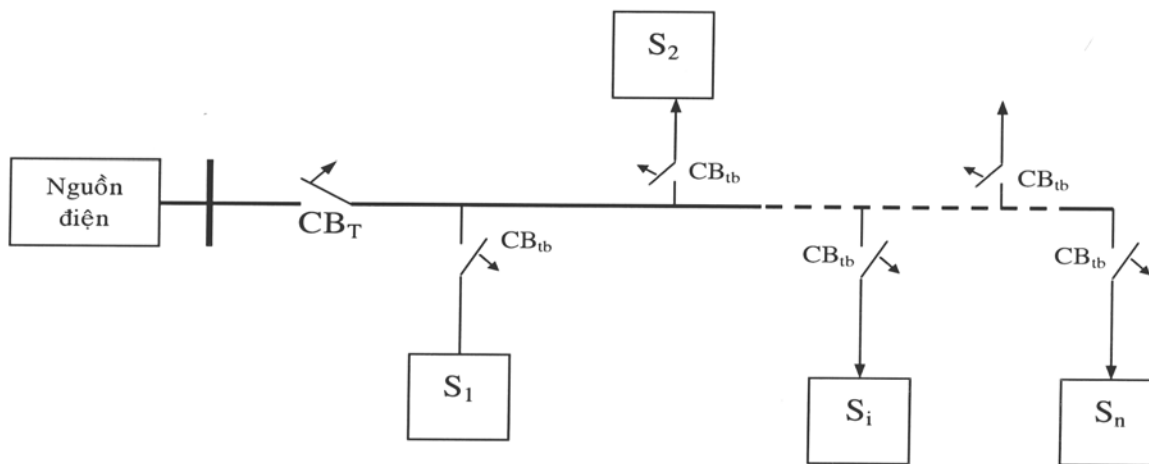


Các thiết bị đóng cắt cho mạng cao áp đều sử dụng cầu dao cách ly và máy cắt để vận hành đóng cắt lưới điện.

Mạng điện hạ thế

Mạng điện áp thấp được xét là mạng điện động lực hoặc chiếu sáng trong phân xưởng với cấp điện áp thường là 380/220KV hoặc 220/127KV. vì thế các thiết bị đóng cắt cho mạng hạ áp đều sử dụng cầu dao và CB để bị đóng cắt mạng điện

Sơ đồ có dạng trực chính .



H3-6: Sơ đồ có dạng trực chính .

Sơ đồ này có đặt điểm như sau

Đơn giản rẻ tiền

Lắp đặt đơn giản

Thường xảy ra sự cố (trên đường dây có nhiều mối nối)

Gây sụt áp cuối đường dây

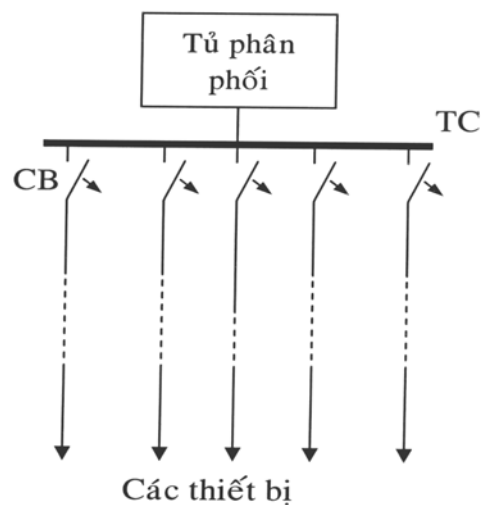
Các phụ tải phụ thuộc vào nhau
Tính cung cấp điện không cao

Dạng sơ đồ này thích hợp cho các thiết bị có cùng công suất cùng chế độ làm việc như các động cơ máy may, các dây đèn phân xưởng.....

Sơ đồ có dạng tia .

Dùng để cung cấp điện cho các phụ tải phân tán, từ tủ phân phối có các đường dây dẫn đến các thiết bị

Loại sơ đồ này có độ tin cậy cung cấp điện tương đối cao. thường được dùng trong các phân xưởng có các thiết bị phân tán trên diện rộng như trong phân xưởng cơ khí, lắp ráp, dệt sợi



H3-7: Sơ đồ có dạng tia hạ áp

Sơ đồ có dạng tia có các đặc điểm như sau

Các thiết bị không phụ thuộc nhau

Tính cung cấp điện cao

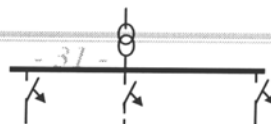
Dễ sửa chữa

Vốn đầu tư lớn

Sơ đồ có dạng tổng hợp .

Sơ đồ 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 các thiết bị.

Bộ môn cung cấp điện



Đối với sơ đồ dạng tổng hợp khi xây dựng lắp đặt ta cần chú ý những vấn đề sau.

Các thiết bị có công suất lớn phân bố cùng một nhóm

Các thiết bị có dòng khởi động lớn không được lắp chung với thiết bị chiếu sáng

Không nên lắp quá nhiều thiết bị trên cùng một trục chính

III. CHỌN PHƯƠNG ÁN VẬN HÀNH

Để đảm bảo tính cung cấp điện cho hộ tiêu thụ, an toàn cho người vận hành và thiết bị. việc chọn lựa các thiết bị đóng cắt cho hệ thống điện rất quan trọng. bởi vì nếu ta chọn lựa lắp đặt hệ thống đóng cắt không hợp lý thì ảnh hưởng tới hộ tiêu thụ. việc thực hiện các hệ thống đóng cắt này thông qua các thiết bị như : dao cách ly, máy cắt (đối với mạng cao áp), cầu dao, CB (đối với mạng hạ áp) để đóng cắt mạng điện,

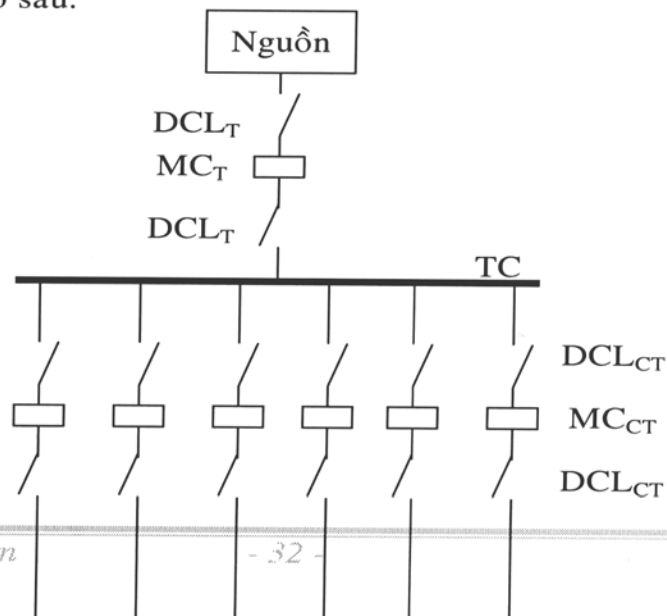
Đối với DCL và CD : dùng để đóng cắt lưới điện, chỉ được phép đóng cắt khi không tải, dòng tải nhỏ và máy biến áp hoạt động không tải

Đối với MC và CB: dùng để bảo vệ đường dây khi bị sự cố và được phép đóng cắt khi có tải.

Ngoài ra còn có thanh cái đóng vai trò rất quan trọng trong việc để phân phối điện năng đến phụ tải cho hợp lý. gồm có các hệ thống thanh cái sau:

3.1 Hệ thống thanh cái đơn:

Hệ thống thanh cái đơn là nơi tiếp nhận điện năng từ nguồn rồi phân phối điện năng đến phụ tải. có sơ đồ sau.



Khi vận hành đưa điện năng vào phụ tải ta thực hiện trình tự các bước sau

- + Đóng dao cách ly tổng - DCL_T
- + Đóng máy cắt tổng - MC_T
- + Đóng dao cách ly các tuyến - DCL_{CT}
- + Đóng máy cắt các tuyến - MC_{CT}

Cắt phụ tải ra khỏi lưới điện

- + Cắt máy cắt các tuyến - MC_{CT}
- + Mở dao cách ly các tuyến - DCL_{CT}
- + Cắt máy cắt tổng - MC_T
- + Mở dao cách ly tổng - DCL_T

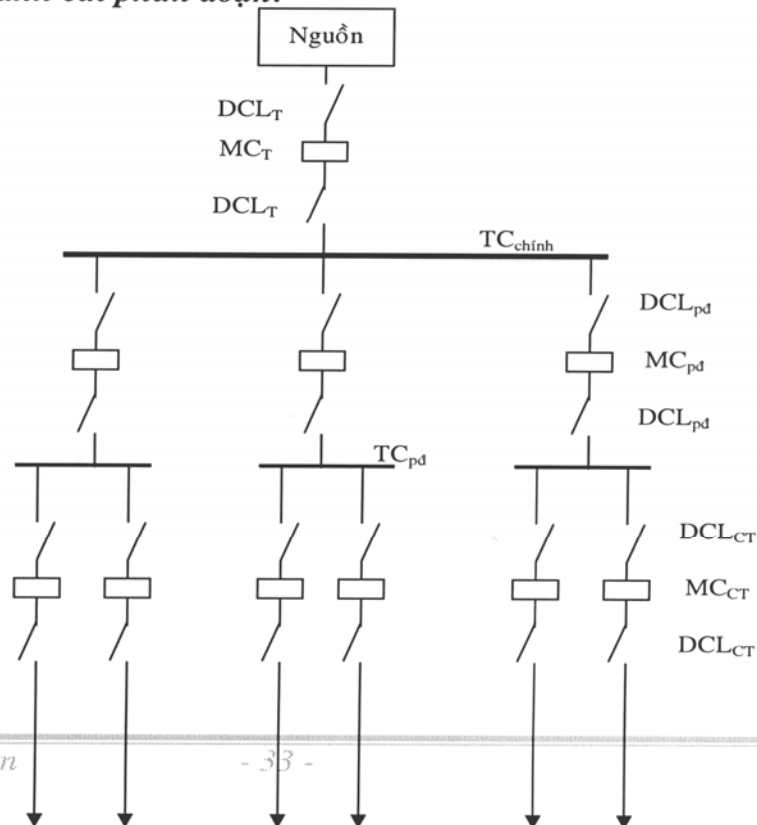
Đối với hệ thống thanh cái đơn có các đặc điểm sau

Đơn giản để lắp đặt, vận hành

Thường xảy ra sự cố (quá nhiều mối nối)

Các phụ tải phụ thuộc vào nhau (khi xảy ra sự cố thì các phụ tải sẽ bị mất điện). để khắc phục hiện tượng này người ta phân thành cái đó ra thành nhiều đoạn để giảm bớt số lượng mối nối tại thanh cái chính

3.2 Hệ thống thanh cái phân đoạn:



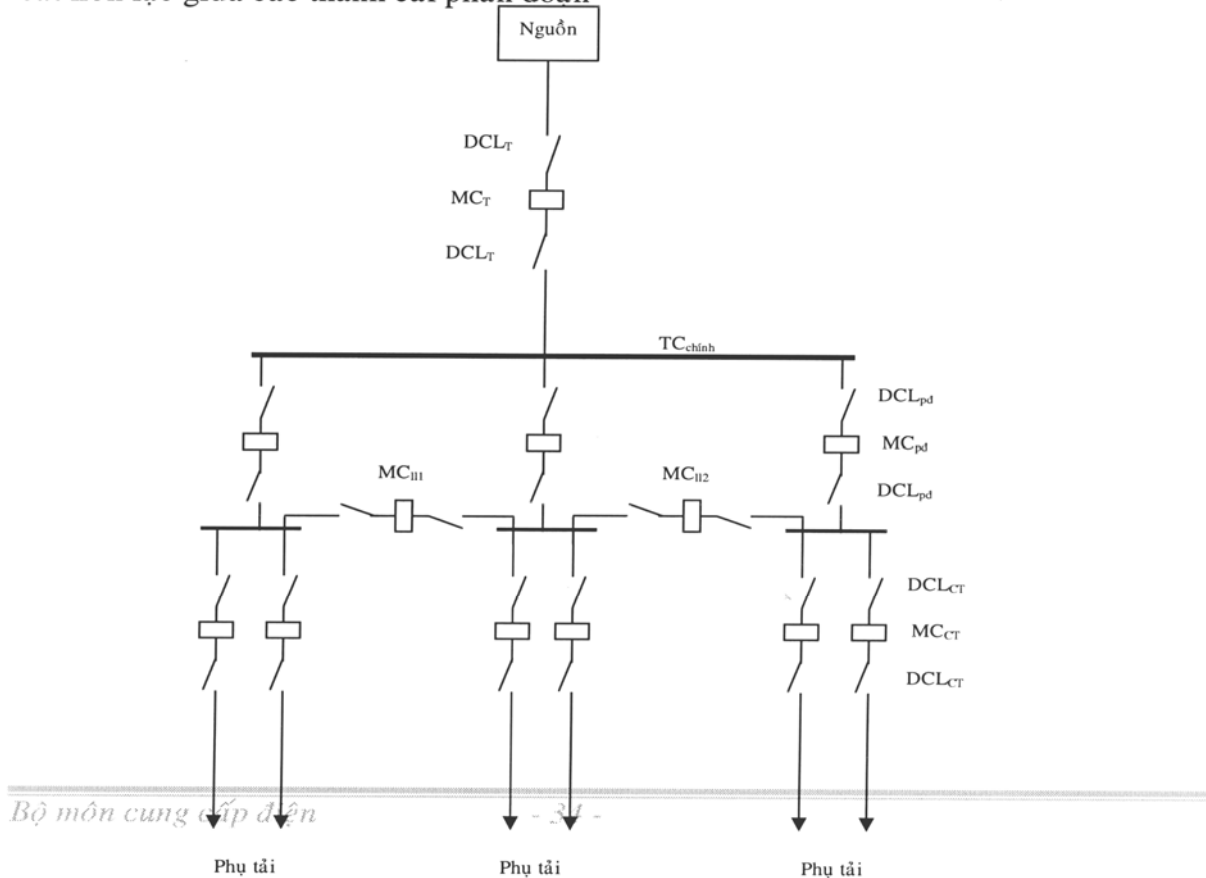
Khi vận hành đưa điện năng vào phụ tải ta thực hiện trình tự các bước sau

- + Đóng dao cách ly tổng - DCL_T
- + Đóng máy cắt tổng - MC_T
- + Đóng dao cách ly phân đoạn - DCL_{pd}
- + Đóng máy cắt phân đoạn - MC_{pd}
- + Đóng dao cách ly các tuyến - DCL_{CT}
- + Đóng máy cắt các tuyến - MC_{CT}

Cắt phụ tải ra khỏi lưới điện

- + Cắt máy cắt các tuyến - MC_{CT}
- + Mở dao cách ly các tuyến - DCL_{CT}
- + Cắt máy cắt phân đoạn - MC_{pd}
- + Mở dao cách ly phân đoạn - DCL_{pd}
- + Cắt máy cắt tổng - MC_T
- + Mở dao cách ly tổng - DCL_T

Để tăng thêm độ tin cậy cung cấp điện cho phụ tải, ta lắp đặt thêm hệ thống đóng cắt liên lạc giữa các thanh cái phân đoạn



Khi cần sửa chữa hoặc thay thế máy cắt phân đoạn 1 thì các phụ tải 1 không bị mất điện vẫn an toàn cho người vận hành và thiết bị. ta thực hiện như sau

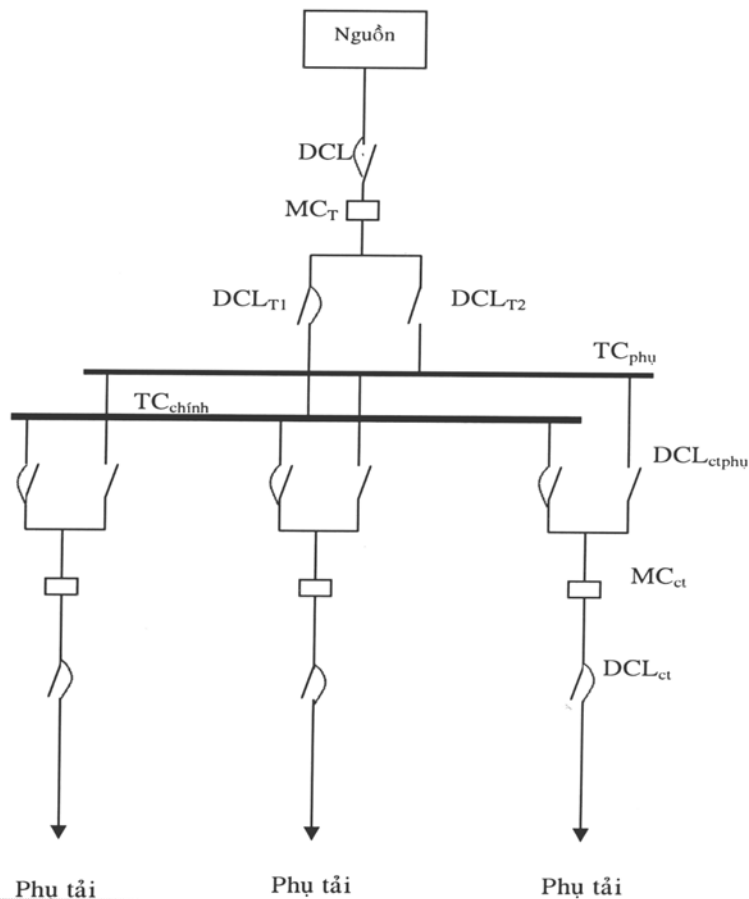
- + Đóng dao cách ly liên lạc 1 – DCL_{l1}
- + Đóng máy cắt liên lạc 1 – MC_{l1}
- + Cắt máy cắt phân đoạn - MC_{pđ}
- + Mở dao cách ly phân đoạn – DCL_{pđ}

Sau khi sửa chữa xong ta vận hành trở lại

- + Đóng dao cách ly phân đoạn – DCL_{pđ}
- + Đóng máy cắt phân đoạn - MC_{pđ}
- + Cắt máy cắt liên lạc 1 – MC_{l1}
- + Mở dao cách ly liên lạc 1 – DCL_{l1}

Sau thời gian hoạt động thanh cái chính cần được sửa chữa thì tất cả các phụ tải sẽ bị mất điện. để khắc phục hiện tượng này ta có sơ đồ hệ thống thanh cái kép

3.3 Hệ thống thanh cái kép:



Đối với hệ thống thanh cái kép, khi cần sửa chữa thanh cái chính thì các phụ tải không bị mất điện. ta thao tác như sau:

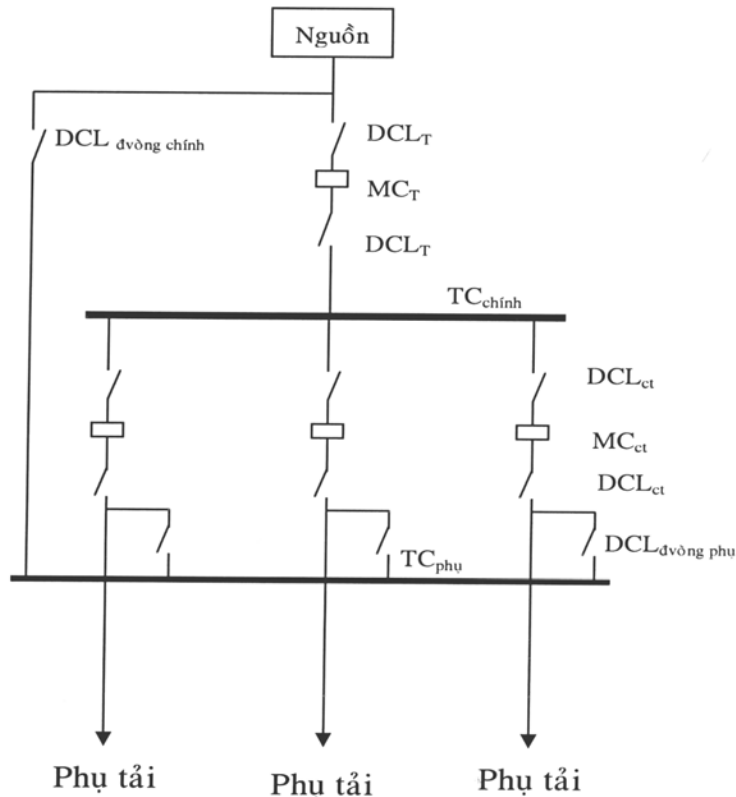
- + Đóng dao cách ly tổng 2 – DCLT2
- + Đóng dao cách ly phụ – DCLCTphụ
- + Cắt dao cách ly các tuyến – DCLCT
- + Cắt dao cách ly tổng 1 – DCLT1

Sau khi sửa chữa ta vận hành trở lại

- + Đóng dao cách ly tổng 1 – DCLT1
- + Đóng dao cách ly các tuyến – DCLCT
- + Mở dao cách ly phụ – DCLCTphụ
- + Mở dao cách ly tổng 2 – DCLT2

Sau thời gian hoạt động máy cắt tổng cần được sửa chữa thì tất cả các phụ tải sẽ bị mất điện. để khắc phục hiện tượng này ta có sơ đồ hệ thống thanh cái đường vòng.

3.4 Hệ thống thanh cái đường vòng.



H3-13: Hệ thống thanh cái đường vòng

Đối với hệ thống thanh cái đường vòng, khi cần sửa chữa máy cắt tổng thì các phụ tải không bị mất điện. ta thao tác như sau:

- + Đóng dao cách ly đường vòng chính – $DCL_{\text{đường chính}}$
- + Đóng dao cách ly đường vòng phụ – $DCL_{\text{đường phụ}}$
- + Cắt máy cắt các tuyến – MC_{CT}
- + Cắt máy cắt tổng – MC_T
- + Cắt dao cách ly tổng – DCL_T

Sau khi sửa chữa ta vận hành trở lại

- + Đóng dao cách ly tổng – DCL_T
- + Đóng máy cắt tổng – MC_T
- + Đóng máy cắt các tuyến – MC_{CT}
- + Cắt dao cách ly đường vòng phụ – $DCL_{\text{đường phụ}}$
- + Cắt dao cách ly đường vòng chính – $DCL_{\text{đường chính}}$

Trên đây là một sơ đồ hệ thống thanh cái mẫu đơn giản . khi sử dụng tùy theo nhu cầu phụ tải mà ta chọn lựa cho thích hợp

CÂU HỎI

- 1) Những yêu cầu cơ bản nào để đảm bảo một phương án cung cấp điện được xem là hợp lý.
- 2) Tại sao chọn cấp điện áp là một trong những vấn đề cơ bản của việc thiết kế cung cấp điện
- 3) Trình tự vận hành hệ thống thanh cái phân đoạn
- 4) Hãy nêu các sơ đồ mạch điện.

Chương 4

NGUỒN DỰ PHÒNG**I. CÁC NGUỒN DỰ PHÒNG****1. Yêu cầu liên tục cung cấp điện**

Để đáp ứng yêu cầu khai thác kinh tế cần tuân thủ theo các điều kiện sau:

- + Không được ngắt điện ở:
 - Các hệ IT (công nghệ thông tin)
 - Các quy trình công nghệ liên tục, ngoại trừ các tải có quán tính cao có thể cho phép ngắt điện đến một giây
- + Giai đoạn để duy trì dữ liệu trong hệ IT: 10 phút.

Sự tự hành nên có trong các nguồn điện dự phòng, điều này có liên quan tới việc sử dụng trên mức tối thiểu nào đó cần cho sự an toàn cho người vận hành.

Tồn tại nhiều nguồn dự phòng cho trường hợp sự cố, chúng có thể được dùng như các nguồn điện dự phòng với điều kiện là nếu một trong đó có thể khởi động và cấp điện cho tất cả các mạch an toàn, sự cố, và nếu một nguồn hỏng thì các nguồn khác lại hoạt động bình thường.

2. Các phương án cung cấp nguồn dự phòng

Chất lượng liên tục của điện nguồn được đảm bảo nhờ: sự phân chia hệ thống điện; dùng nhiều nguồn khác nhau (ví dụ như nối mạch dạng vòng); cấp điện dự phòng tự động tại chỗ cho các bộ phận quan trọng; chia nhỏ các mạch; chọn lựa sơ đồ nối đất (IT, TT, TN...) và việc sử dụng các thiết bị chọn lọc.

a. Sự phân chia lưới điện và dự trữ các nguồn điện dự phòng

Việc cấp điện trung thế theo mạch vòng và hai hay nhiều biến áp trung - hạ cùng với sự liên kết của các tủ phân phối hạ thế, chính là cách phổ biến nhất đảm bảo tính liên tục cấp điện cao. Việc sử dụng nhiều biến áp cho phép tách các tải có khả năng gây nhiễu cho các mạch khác, ví dụ như:

- + Các hệ máy tính vốn nhạy với biến đổi điện áp (cao hay thấp) và sự biến dạng sóng (sóng hài);
- + Các mạch tạo sóng hài, như đèn phóng điện, các bộ biến đổi điện (chỉnh lưu điều khiển dùng thyristor, nghịch lưu, bộ điều khiển tốc độ động cơ, ...);
- + Các mạch tạo biến đổi áp lớn như các động cơ lớn, lò hồ quang,

Bằng cách này, điểm nối chung được di chuyển từ thanh cái hạ áp sang thanh cái trung áp, nơi ảnh hưởng qua lại giữa các nhóm tải bị giảm đi. Trong một số trường hợp, các ảnh hưởng này có thể còn bị loại trừ, đó là trường hợp các sóng hài bậc ba và bội số của ba (*). Trong trường hợp phân phối đấu tam giác /sao, các dòng hài bậc ba ở phía thứ cấp không xuất hiện ở phía sơ cấp (chúng chỉ luân chuyển trong các cuộn dây mắc tam giác) và do đó không ảnh hưởng sang các biến áp lân cận.

(*) Các sóng hài bậc ba theo thứ tự pha zero trong mạch 3 pha cân bằng, và cần lưu ý tới hành vi đặc biệt của chúng trong các biến áp đấu tam giác – sao.

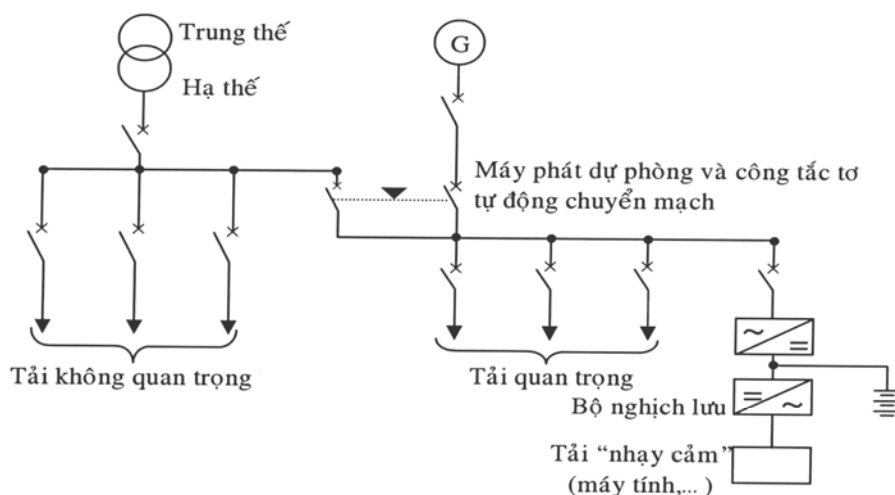
Hơn nữa bất kỳ sóng hài bậc ba nào ở phần sơ cấp (ví dụ như từ các tải trung thế mắc trực tiếp) sẽ không xuất hiện ở phía hạ thế ở biến áp kiểu này. Đôi khi tách tải qua qua biến áp kiểu này được gọi là “decoupling”.

b. Dự trữ các nguồn điện dự phòng

Các nguồn điện dự phòng có thể là: hai trạm trung - hạ riêng rẽ, nhà máy điện riêng, máy phát diesel, thiết bị lưu điện cung cấp liên tục (UPS).

c. Chia nhỏ các mạch

Các mạch được chia thành các nhóm theo mức độ quan trọng. Nói chung hai nhóm, thường được gọi là tải “quan trọng”, được tách ra và nuôi từ thanh cái khác nhau.



Hình 4.1. Minh họa một mạch chuyển đổi tự động cấp điện cho tủ phân phối của tải “quan trọng”.

Một nhóm các tải “quan trọng”, cụ thể là thiết bị máy tính và công nghệ thông tin, đòi hỏi tính liên tục cao nhất, mức điện áp ổn định, chất lượng điện áp cao, các yêu cầu này được UPS đáp ứng.

3. Các yêu cầu đối với nguồn dự phòng

+ Thời gian cắt điện: tùy trường hợp, mà có các lựa chọn sau:

- Không gián đoạn;
- Gián đoạn dưới 1s ;
- Gián đoạn dưới 15s.

+ Các nguồn dự phòng cần có tính tự hành: nói chung, nó tương ứng với thời gian cần để hoàn tất các biện pháp an toàn cho người: ví dụ như, thời gian để sơ tán một một địa điểm công cộng đông người: ít nhất một giờ. Trong các nhà cao tầng lớn, thời gian tự hành phải là 36 giờ hoặc hơn.

Bảng 1. Bảng chỉ dẫn sự lựa chọn nguồn dự trữ theo các yêu cầu và thời gian ngừng cung cấp điện

| Yêu cầu | | | |
|-----------------------------------|--|--|---|
| | Các IT viễn thông có bộ điều khiển chương trình | Quy trình gia công có ngắt quãng | Quy trình liên tục |
| Ứng dụng | | | |
| Dạng ứng dụng | - Ngân hàng dữ liệu - Điều khiển và kiểm soát | Quy trình lạnh | Chỉ thị và điều khiển các tham số quy trình |
| Ví dụ cho mạng | - Các dịch vụ bảo hiểm, các thiết bị IT nhà băng - Hệ thống điều khiển sản xuất | - Cơ khí nhẹ - Dây chuyền lắp ghép | - Hạt nhân - Hoá - Sinh - Nhiệt - Cơ khí nặng |
| Điều kiện | | | |
| Thời gian ngắt cho phép | 0 | X | X |
| | ≤ 1s | | X |
| | ≤ 15s | | X(1) |
| | ≤ 15 phút | | X(1) |
| Tự hành của nguồn | 10 phút | X(2) | |
| | 20 phút | | X X |
| | 1h | X | X X |
| | | | |
| Thường trực nếu có lợi về kinh tế | | | |
| Giải pháp | | | |
| Thiết bị cần dùng | Bộ nghịch lưu hoặc có hoặc không có máy phát để gánh tải của bộ nghịch lưu | Máy phát liên tục hoặc khởi động để gánh tải của bộ nghịch lưu | Lưới máy phát vận hành thường trực |

Ghi chú: (1) Tùy theo tình hình kinh tế.
(2) Giới hạn thời gian lưu trữ số liệu.

4. Máy phát tại chỗ

Trong một số mạng điện, việc cấp điện không phụ thuộc vào điện lưới công cộng, cần đến một máy phát tại chỗ (thường là máy phát diesel) và đi chung với bộ nghịch lưu.

Trong trường hợp này thời gian tự hành của bộ nghịch lưu, nghĩa là của ắc quy, phải đủ cho giai đoạn khởi động động cơ diesel và nối tải vào máy phát.



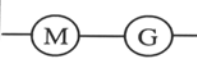
Thời gian cần thiết để thực hiện chuyển từ một nguồn sang nguồn khác tùy vào tính chất của lưới điện, như: trình tự khởi động động cơ, cắt các tải không quan trọng, ... Việc nối tải thường thực hiện ở phần phân phối hạ thế chính bằng một tủ đảo điện tự động.

Trong điều kiện hoạt động bình thường của bộ nghịch lưu, dòng xoay chiều đi vào bộ chỉnh lưu, và một phần rất nhỏ của dòng một chiều ở đầu ra của bộ chỉnh lưu sẽ duy trì cho ắc quy được nạp đầy đủ. Phần dòng một chiều còn lại được biến đổi thành dòng xoay chiều thuần khiết đi nuôi tải.

Trong trường hợp chuyển từ nguồn điện thường sang nguồn dự phòng, cần phải (đặc biệt nếu tải là lớn so với công suất định mức của máy phát) tránh mômen quá độ có hại trên trục máy phát. Các mômen đó xảy ra do các tải đóng vào bất ngờ, do mômen quá độ dao động của trục có cộng thêm hoặc trừ bớt mômen tải ổn định ở tần số tự nhiên của dao động trên trục. Để tránh hiện tượng này, bộ chỉnh lưu được điều chỉnh bằng điện tử. Đầu tiên nó cho qua một dòng thấp, sau đó tăng dần đến khi tải được nuôi hoàn toàn bởi máy phát và bộ ắc quy nhận dòng nạp duy trì. Thao tác này diễn ra khoảng 10 ÷ 15s.

Việc đóng bộ nghịch lưu diễn ra nhờ điều khiển tương tự trên mạch chỉnh lưu. Việc đóng tải từ từ cũng giúp tránh các dòng quá độ lớn và các dao động tần số do quán tính trong bộ điều tốc của động cơ sơ cấp. Chỉnh lưu trong hệ đảo điện sinh ra trong các dòng hài, nên máy phát dự phòng phải được thiết kế dư, vấn đề này cần được thảo luận với nhà sản xuất UPS. Đặc tính của các loại nguồn trình bày ở bảng 2.

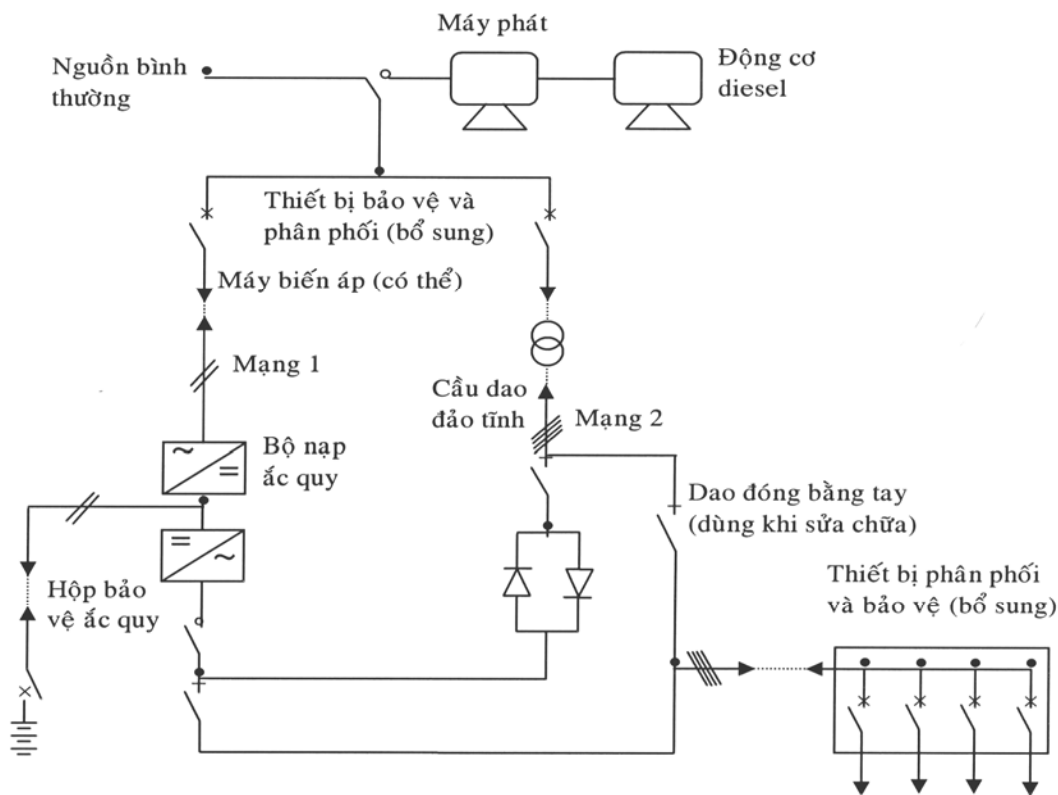
Bảng 2. Bảng đặc tính của các nguồn

| Khả năng cấp và dự phòng |  Ắc quy |  Nghịch lưu | Máy phát diesel dự phòng nguồn |  Chất tải (1) | Máy phát hoạt động thường trực |
|--|---|---|---|---|---|
| Thời gian cung cấp tải | | | | | |
| 0 (không cắt) | X | X | | | X |
| 1s | | | | X | |
| 1 tới 10 phút (5) | | | X | | |
| Tổng thời gian cho thao tác chuyển mạch (nguồn) | | | | | |
| 0 | X | X | | | X |
| Phụ thuộc vào sơ đồ đảo điện cho mỗi nguồn | | X | X | X | |
| Ràng buộc lưới | | | | | |
| | Vị trí đặc biệt (dạng ắc quy), lưới một chiều đặc biệt | | Không, ngoại trừ ắc quy là dạng mở | | Vị trí đặc biệt (nhiều dao động rung, yêu cầu tiếp cận bảo trì, phòng hỏa), bồn chứa nhiên liệu |
| Thiết bị bổ sung (ngoài bảo vệ và bộ đảo điện) | | | | | |
| | Bộ nạp, bộ điều chỉnh chỉ thị và đo lường | Không, ngoại trừ có yêu cầu về ắc quy bổ sung | Bộ khởi động bằng ắc quy hoặc khí nén | Bánh đà và bộ khớp | Bộ hoà tự động đồng bộ |
| Chế độ vận hành và ràng buộc | | | | | |
| | Lưới đặc biệt. Tổn thất của hệ. Kiểm tra thường xuyên. | Tự động | Bằng tay hoặc tự động. Khởi động định kỳ | Tự động. Tải lớn nhất cố định | Vận hành thường trực |
| Các tham số khác | | | | | |
| Bảo trì | Cất định kỳ để kiểm tra và bảo trì | Không, ngoại trừ ắc quy dạng hở | Kiểm tra định kỳ | Các yêu cầu phụ về cơ chỉ bắt buộc cho bộ khớp và trục máy | Kiểm tra định kỳ |
| Tuổi thọ (3) | 4 đến 5 năm (2) | 4 đến 5 năm (cho loại ắc quy niêm kín) | 1000 đến 10.000 giờ và 5 đến 10 năm | 5 đến 10 năm | 10.000 giờ đến 10 năm |

| | | | | | |
|-----------------------|----------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Bổ sung cần thiết (4) | x2 nếu lắp đặt thường trực | 2 cho 1 và 3 cho 2 | Ắc quy x2 | x2 nếu an toàn ở mức cao | x2 nếu lắp đặt thường trực |
| Độ tin cậy (4) | Kiểm tra thường xuyên | Kiểm tra tích hợp | Phần cơ và ắc quy cho bộ khởi động | Bộ khớp và trục máy | Phần cơ và bộ hoà đồng bộ |

Chú thích

- (1) Máy phát vận hành trường trực và có trang bị bánh đà. Khi mất nguồn cung cấp, sự lên tải đòi hỏi thời gian nhỏ hơn 1s.
- (2) Lâu hơn nếu ắc quy dạng hở.
- (3) Trước khi có đại tu.
- (4) Sự nghiên cứu về an toàn sẽ cho phép xác định sơ đồ tối ưu.
- (5) Tùy theo lưới có bị nóng trước đó hay không.

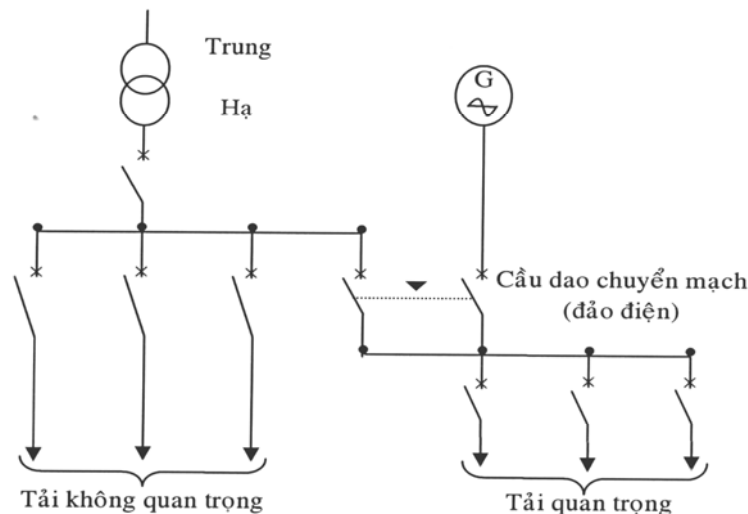


Hình 4.2. Ví dụ của sơ đồ đảo điện nghịch lưu máy phát của Merlin Gerin.

5. Máy phát diesel dự phòng nguồn

Một trong những biện pháp duy trì cung cấp điện cho các tải thiết yếu khi có sự cố nguồn là sử dụng máy phát điện diesel được nối thông qua cầu dao đảo với tủ đóng cắt dự phòng để nuôi các thiết bị đó (hình 1.3).

Sơ đồ chuyển mạch nguồn dự phòng



Hình 4.3. Ví dụ mạch cung cấp từ máy biến áp và máy phát.

Máy phát diesel tại chỗ có hai thành phần chính: động cơ sơ cấp (thường là động cơ diesel, và máy phát điện xoay chiều (thường là loại hạ áp).

a. Động cơ diesel

Động cơ diesel, được chế tạo thích hợp với chế độ hoạt động liên tục và tải nặng. Thông thường đây là động cơ 4 thì, bơm trực tiếp, hút gió tự nhiên và làm lạnh bằng không khí. Các phụ kiện chính bao gồm:

- + Hệ thống làm mát: hệ thống làm mát có thể là dầu làm mát, không khí làm lạnh và nước làm lạnh (phù hợp với khí hậu nhiệt đới);
- + Hệ thống lọc: bao gồm bộ lọc sạch không khí, bộ lọc dầu bôi trơn và bộ lọc khí đốt;
- + Hệ thống điện một chiều: thường là cấp 12V hay 24V. Cung cấp năng lượng cho cuộn dây solenoid, khởi động động cơ và kích từ cho máy phát;
- + Hệ thống thông khí và giảm âm.

b. Máy phát xoay chiều

Máy phát xoay chiều thường là loại máy phát đồng bộ, 3 pha, 4 dây, 50Hz, có trang bị bộ điều chỉnh điện áp (AVR), tốc độ quay 1500v/p, hệ số công suất $\cos\phi = 0,8$, tự kích từ và có trang bị hệ thống thông gió tự động.

Công suất máy phát xoay chiều phải trong phạm vi từ vài trăm đến vài ngàn kVA. Công suất máy phát được chia làm 3 loại:

- + *Công suất định mức dự phòng (Stand-by Power)*: có thể được cung cấp 100% công suất trong suốt 500 giờ mỗi năm, và cung cấp liên tục 300 giờ;
- + *Công suất đầu vào (Prime Power)*: có thể cung cấp 100% công suất với mức độ trung bình, hay dưới 60%, không giới hạn thời gian;
- + *Công suất tải cơ bản (Base Load Power)*: có thể cung cấp 100% công suất một cách liên tục, không giới hạn thời gian;

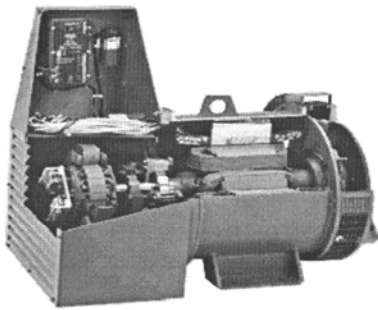
Điện áp máy phát chuẩn cho mạng Việt Nam là 400/230V, 3 pha và dây trung tính.

c. Khung máy

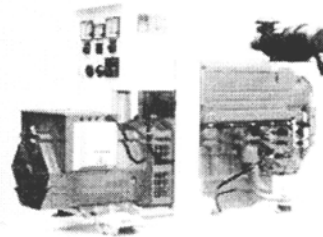
Khung máy làm việc với tải lớn và thanh kim loại được hàn với cấu trúc nhiều khung gộp lại. Khung được lắp ráp chống rung, thiết bị nâng và bể chứa nhiên liệu.

d. Bảng điều khiển

Bảng điều khiển được cung cấp theo tiêu chuẩn với nút điều khiển phù hợp với những nút điều khiển của động cơ và máy phát. Cảnh báo với chỉ dẫn của sự bảo vệ máy và mạch điện ngoài. Ngoài ra, còn được trang bị hệ thống điều khiển AMF (Automatic Main Failure) và ATS (Automatic Transfer Switch).



Hình 4.4. Máy phát MAGNA MAX – DVR.



Hình 4.5. Cung cấp nguồn dự trữ máy phát diesel.

6. Chọn lựa và đặc tính của các nguồn điện khác

Liên kết bộ nghịch lưu và máy phát tại chỗ là giải pháp tối ưu đảm bảo tính tự hành lâu dài.

Các đặc tính khác nhau đặc trưng qua độ khả dụng của chúng - nghĩa là thời gian lên tải tức thời hay chậm trễ, và tính tự hành – nghĩa là thời gian nuôi tải trong một

giai đoạn nhất định mà không cần sự phục vụ nào (ví dụ: bơm đầy bình nhiên liệu). Cũng cần tính đến:

- Các ràng buộc của lưới điện: đặc biệt cho các vị trí chuyên biệt, và tùy theo các nguồn được dùng;
- Thiết bị phụ trợ;
- Các ràng buộc hiện hành: theo các hướng dẫn vận hành hay quy định của địa phương, ...;
- Các yêu cầu bảo trì: có thể áp đặt các ràng buộc nhẹ hơn trong thời gian bảo trì.

Việc xem xét nhiều khả năng và các ràng buộc thường dẫn đến một giải pháp tối ưu dựa trên một sơ đồ nghịch lưu kèm với một máy phát diesel dự phòng. Một bộ ắc quy sẽ duy trì việc cấp điện liên tục trong thời gian khởi động và lên tải của máy phát.

II. BẢO VỆ MẠNG CẤP ĐIỆN TỪ MÁY PHÁT ĐIỆN

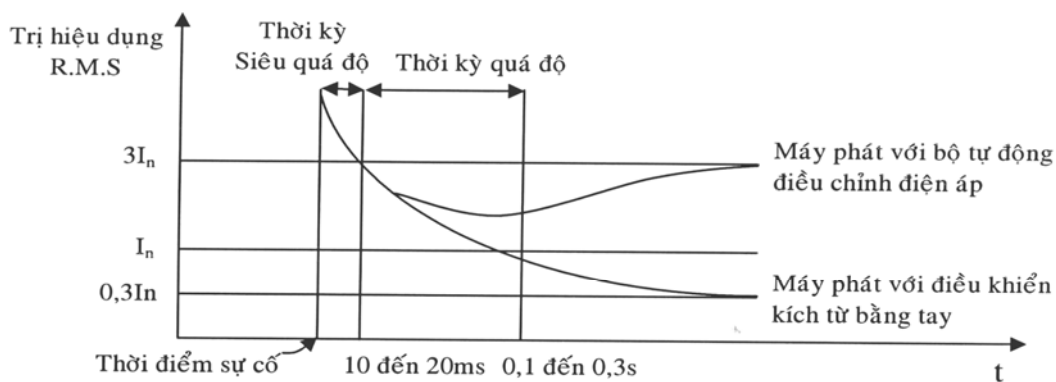
1. Máy phát điện khi có ngắn mạch

a. Sự hình thành dòng ngắn mạch (hình 1.6)

Ngoài các giới hạn của dòng điện sự cố từ máy phát điện dự phòng, một khó khăn khác là trong suốt giai đoạn mà máy cắt hạ thế dự kiến phải hoạt động, biên độ dòng ngắn mạch thay đổi rất lớn.

Ví dụ: khi ngắn mạch 3 pha tại đầu cực của máy phát, giá trị hiệu dụng của dòng điện sẽ từ $3I_n$ lên tới $5I_n$. Khoảng thời gian 10ms tới 20ms tiếp theo gọi là giai đoạn siêu quá độ khi dòng giảm nhanh từ giá trị ban đầu. Dòng điện tiếp tục giảm trong thời gian quá độ kéo dài từ 80ms đến 280ms tùy theo loại, kiểu máy... Hiện tượng này được gọi là “dòng xoay chiều tắt dần”. Dòng sẽ ổn định trong khoảng 0,5s, hoặc hơn, và thay đổi phụ thuộc vào hệ thống kích từ:

- + Điều khiển bằng tay;
- + Tự động (hình 1.6).



Hình 4.6. Dòng ngắn mạch khi có ngắn mạch 3 pha trên đầu cực máy phát.

Hầu hết các hệ thống phát điện hiện nay đều có bộ điều áp tự động để duy trì một điện áp không đổi. Bộ phận này sẽ thay đổi sức điện động của máy phát.

Điều này dẫn đến việc tăng cao dòng sự cố trong giai đoạn quá độ từ $2,5I_n$ đến $4I_n$ (hình 1.6). Trong một vài trường hợp với điều khiển kích từ bằng tay, tổng trở của máy làm giảm dòng ngắn mạch tới I_n hoặc có thể thấp tới $0,3 I_n$ nhưng thường xấp xỉ I_n .

Hình 1.6 biểu thị giá trị hiệu dụng của dòng điện với giả sử rằng không có thành phần quá độ một chiều (DC). Trong thực tế thành phần này luôn tồn tại ở một mức độ nào đó trong ít nhất hai pha và trở nên lớn nhất khi có ngắn mạch ở đầu cực của máy phát. Điều này làm phức tạp thêm vấn đề bảo vệ mạch điện. Trong thực tế, thành phần DC trong mỗi pha sẽ tăng giá trị hiệu dụng của dòng, do đó các tính toán và thiết lập dòng chỉnh định cho các thiết bị bảo vệ dựa trên thành phần xoay chiều AC vẫn có tác dụng, nghĩa là dòng điện thực tế lớn hơn hoặc bằng tính toán.

Điểm ngắn mạch càng xa máy phát, thì dòng sự cố càng thấp và thành phần quá độ DC càng nhanh triệt tiêu. Thêm vào đó, sự tắt dần dòng xoay chiều sẽ được bỏ qua khi tổng trở hệ thống tại điểm sự cố có giá trị lớn so với giá trị điện kháng của máy phát.

b. Dữ liệu tổng trở của máy phát điện

Nhà sản xuất cung cấp giá trị tổng trở của máy phát điện bao gồm:

+ Điện kháng siêu quá độ x''_d được biểu thị bằng phần trăm (%) bởi nhà sản xuất (tương tự như điện áp ngắn mạch của máy biến áp). Giá trị ôm (Ω) của nó được tính như sau:

$$X''_d = \frac{x''_d U_n^2 10^{-5}}{P_n} (\Omega)$$

Với: x''_d - điện kháng siêu quá độ, %; U_n - điện áp dây định mức của máy phát điện, V; P_n - công suất định mức của máy phát điện, kVA.

+ Điện kháng quá độ x'_d (%) được chuyển sang ôm bằng công thức:

$$X'_d = \frac{x'_d U_n^2 10^{-5}}{P_n} (\Omega)$$

+ Điện kháng thứ tự không x'_0 (%) được chuyển sang ôm bằng công thức:

$$X'_0 = \frac{x'_0 U_n^2 10^{-5}}{P_n} (\Omega)$$

Trong trường hợp thiếu dữ liệu, có thể sử dụng những giá trị gần đúng sau đây:

$$x''_d = 20 \%$$

$$x'_d = 30 \%$$

$$x'_0 = 6\%$$

Điện kháng siêu quá độ được sử dụng khi tính toán giá trị dòng định mức cắt ngắn mạch cho CB hạ thế có thời gian hoạt động bằng hoặc dưới 20 ms, cũng như độ bền điện động của CB và các thành phần khác (thanh dẫn, cáp đơn, ...). Điện kháng quá độ được sử dụng khi xem xét khả năng cắt mạch của CB hạ thế với thời gian cắt hơn 20ms, khả năng chịu nhiệt của thiết bị đóng cắt và các bộ phận khác trong hệ thống.

Chú ý: từ thời điểm xảy ra ngắn mạch, điện kháng của máy phát điện tăng rất nhanh. Điều này có nghĩa là biên độ dòng điện được tính khi sử dụng các giá trị x''_d và x'_d không đổi (cho khả năng cắt mạch) luôn lớn hơn biên độ dòng điện thật sự tại thời điểm máy cắt tách ra, nghĩa là luôn có một hệ số an toàn trong cách tính này.

Các tính toán khả năng cắt ngắn mạch của máy cắt này dựa trên các thành phần AC đối xứng của dòng điện, nghĩa là thành phần DC không được tính tới. Đối với khả năng tạo ngắn mạch của thiết bị cắt, thành phần DC rất quan trọng.

c. Giá trị dòng ngắn mạch tại đầu cực phát

Dòng ngắn mạch 3 pha quá độ tại đầu cực máy phát:

$$I_{sc} = (I_g / x'_d) 100^*$$

(*) cho CB có thời gian cắt lớn hơn 20 ms

Ở đây:

I_g - dòng định mức đầy tải của máy phát, A;

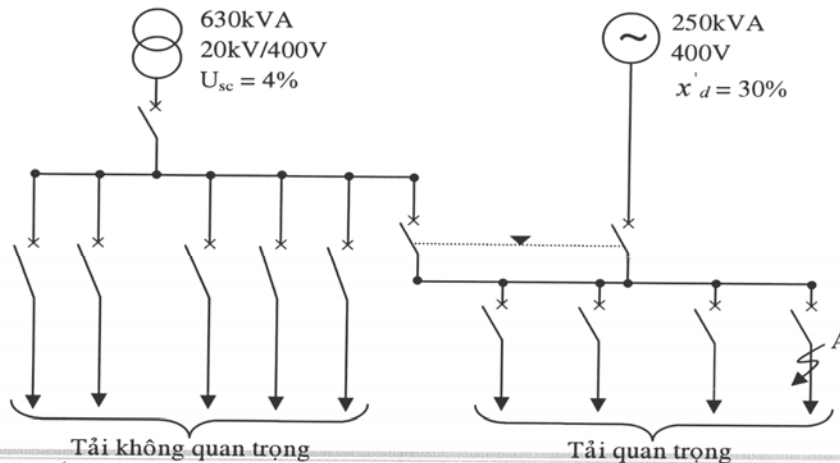
x'_d - điện kháng quá độ mỗi pha của máy phát, %.

Khi các giá trị này được so sánh với các giá trị khi có ngắn mạch tại đầu cực của máy biến áp có cùng công suất kVA, nhận thấy biên độ dòng điện tại máy phát nhỏ hơn 5 hoặc 6 lần so với biên độ dòng điện tại máy biến áp. Ví dụ (hình 1.7).

Biên độ dòng ngắn mạch 3 pha tại điểm A. Tổng trở của mạch không đáng kể so với nguồn.

Máy biến áp nguồn: $I_{sc-3pha} = 21,5 \text{ kA}$

Sơ đồ đóng cắt nguồn dự phòng



Hình 4.7. Ví dụ cung cấp điện từ nguồn phát dự trữ cho các hộ tiêu thụ quan trọng.

Máy phát điện:

$$I_{sc-3pha} = \frac{I_g}{x'_d} \times 100 = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n} \times \frac{100}{x'_d}$$

Ở đây: P_n – công suất định mức của máy phát điện, kVA; U_n – điện áp dây định mức của máy phát, V;
 x'_d – điện kháng quá độ, %; I_{sc} – dòng điện sơ cấp 3 pha, kA.

$$I_{sc-3pha} = \frac{250 \times 100}{\sqrt{3} \times 400 \times 30} = 1,2 \text{ kA}$$

2. Bảo Vệ Các Mạch Quan Trọng Được Cấp Điện Từ Máy Phát Điện Khi Có Sự Cố

Khó khăn chính là sự khác biệt nhỏ giữa dòng điện định mức và dòng ngắn mạch của máy phát.

Các tính chất (khả năng cắt dòng ngắn mạch và bộ tác động kiểu từ có hiệu chỉnh) của máy cắt để bảo vệ mạch của các tải quan trọng phải được xác định theo các mục dưới đây:

a. Lựa chọn khả năng cắt ngắn mạch

Thông số này luôn được tính cho trường hợp nguồn là máy biến áp hoặc nguồn “bình thường” khác.

b. Hiệu chỉnh bộ tác động kiểu từ

Trong thực tế, chỉ chú ý đến các máy cắt bảo vệ các tải quan trọng tại tủ phân phối chính.

Bảo vệ mạch tại tủ phân phối khu vực và tủ phân phối phụ luôn được hiệu chỉnh ở mức thấp hơn so với tủ phân phối chính. Do vậy (từ các trường hợp bất thường), các dòng sự cố từ máy phát đủ để các thiết bị bảo vệ hoạt động ở những mức thấp.

Có hai khó khăn cần khắc phục:

+ Cần phối hợp bảo vệ mạch với mạch bảo vệ cho máy phát

Các yêu cầu cơ bản của máy phát như là bảo vệ quá tải được chỉ ra ở đồ thị trong hình 1.8 (xem ghi chú 1);

+ Bảo vệ người khởi điện giật do các tiếp xúc gián tiếp, khi bảo vệ này phụ thuộc vào hoạt động của rơle quá dòng (ví dụ trong hệ thống IT hoặc TN). Hoạt

động của các rơle này phải được đảm bảo, cho dù nguồn là máy phát hay máy biến áp (xem ghi chú 2).

Do đó, hiệu chỉnh mức cắt của rơle từ trễ hay tức thời đều phải đặt tại mức sự cố nhỏ nhất xảy ra tại điểm xa nhất của mạch, khi nguồn là máy phát.

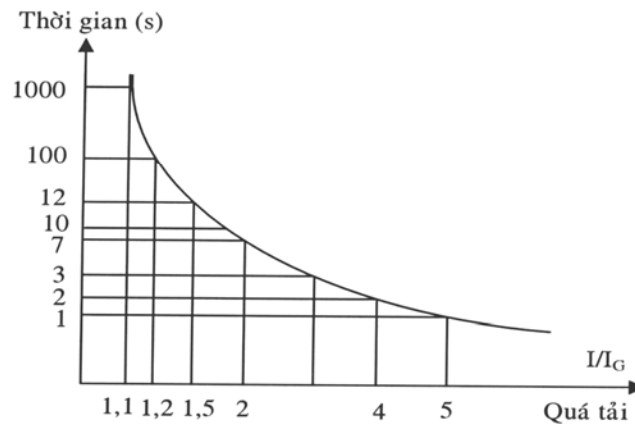
Ghi chú 1: bảo vệ tốc độ cao, nhạy cho máy phát khỏi sự cố bên trong (nghĩa là phía trước CB của nó) luôn có thể được bằng cách sử dụng sơ đồ bảo vệ so lệch dùng dây điều khiển và biến dòng, với ưu điểm là có sự phối hợp tuyệt đối với sơ đồ bảo vệ mạch. Tuy vậy, vấn đề bảo vệ tải chọn lọc vẫn còn tồn tại. Một giải pháp sử dụng rộng rãi trong vấn đề này là dùng rơle quá dòng điều khiển bằng điện áp hoạt động theo nguyên tắc sau: dòng ngắn mạch làm sụt áp nhiều hơn dòng quá tải. Rơle quá tải dòng /thời gian nghịch có hai đặc tính hoạt động được sử dụng một trong hai đặc tuyến đó tương ứng với hình 1.8 và rất hữu hiệu khi mức điện áp của hệ thống bình thường.

Nếu điện áp của hệ thống thấp hơn giá trị đặt trước, rơle sẽ tự động chuyển qua hoạt động nhanh hơn và ở mức dòng thấp hơn so với hình 1.8. Tuy vậy, các bộ tác động kiểu từ có ngưỡng thấp hiện đại thường cho một giải pháp đơn giản hơn (như trong phần 1.4).

Ghi chú 2: khi mức độ dòng chạm đất không đủ lớn (trong hệ thống IT (*) và TN) để tác động máy cắt lúc quá dòng, bảo vệ chống điện giật do tiếp xúc gián tiếp bằng cách sử dụng RCD tương ứng.

(*) Hai sự cố chạm đất đồng thời trên các pha khác nhau (hoặc trên pha và trên dây trung tính) là cần thiết để tính toán cho sơ đồ IT.

Đồ thị biểu diễn thời gian tác động của thiết bị bảo vệ quá tải cho máy phát



Hình 4.8. Bảo vệ quá tải của máy phát.

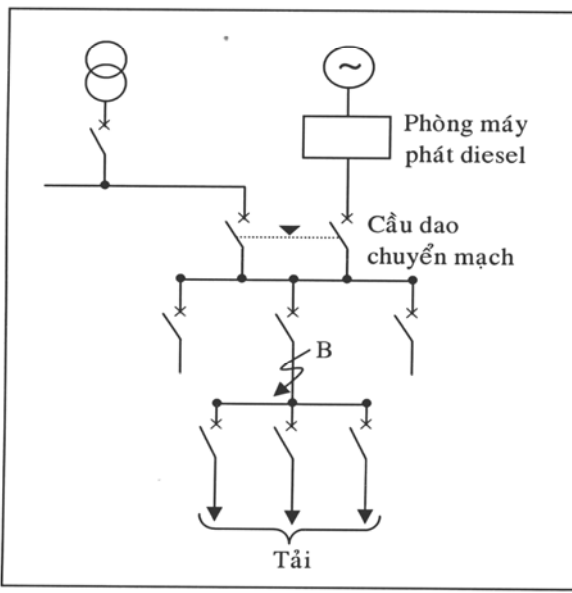
3.Lựa Chọn Bộ Tác Động

a. Tính toán tổng trở mạch sự cố (Z_s) cho sơ đồ IT và TN

Xác định giá trị tối thiểu của dòng ngắn mạch từ cách tính tổng trở mạch vòng sự cố Z_s (bằng phương pháp tổng trở) rất khó, bởi vì khó đầy đủ chi tiết, tổng trở có thể xác định bằng cách dùng các phần mềm. Các phương pháp tính cho ngắn mạch 3 pha và 1 pha được trình bày trong mục 1.5.

Bảng 3. Sơ đồ bảo vệ mạch quan trọng

| Đặc tính của bảo vệ cho mạch quan trọng | | |
|---|------------------------------------|---|
| Dạng mạch | Định mức cắt sự cố (FBR) | Bộ tác động có hiệu chỉnh |
| Mạch chính | Cấp điện từ biến áp $FBR > I_{sc}$ | I_n hoặc mức cắt trễ < dòng sự cố nhỏ nhất của mạch khi được cấp điện từ máy phát (xem mục 1.3) |
| Mạch phụ và mạch cuối | Cấp điện từ biến áp $FBR > I_{sc}$ | Kiểm tra bảo vệ chống chạm điện gián tiếp cho sơ đồ IT hoặc TN (xem mục 1.3) |



Sơ đồ bảo vệ mạch quan trọng: Hình vẽ thể hiện một hệ thống điện bao gồm một phòng máy phát diesel, một cầu dao chuyển mạch, một busbar trung tâm, một busbar phụ, và các tải. Các thiết bị bảo vệ như rơle và cầu dao được bố trí để bảo vệ các phần tử này.

b. Các bộ tác động

Sự lựa chọn các bộ tác động với giá trị chỉnh định thấp nói chung là cần thiết, như compact NS với STR (thời gian trễ ngắn của ngắt từ điều chỉnh được từ 1,5 tới 10 I_T). Trong thực tế, các CB này (hoặc các thiết bị tương đương) luôn cần thiết, khi dòng định mức của CB lớn hơn 1/3 dòng định mức của máy phát và trong hầu hết các trường hợp loại bỏ rơle quá tải điều khiển bằng điện áp.

Các nhà sản xuất thường cung cấp bảng tổ hợp các thiết bị cắt cho các sơ đồ máy phát dự phòng thông dụng.

3. Các Phương Pháp Tính Toán Gần Đúng

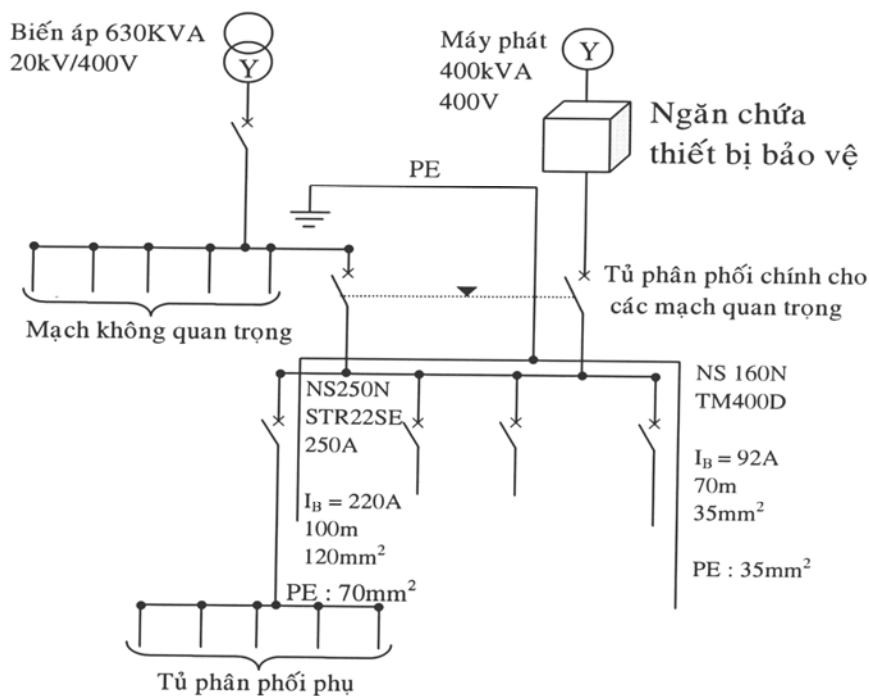
Một lưới gồm máy biến áp 600 kVA (bình thường) bao gồm tủ phân phối cho các tải quan trọng. Tủ này có thể cung cấp từ máy phát diesel dự phòng 400 kVA.

CB nào nên được lắp đặt trên đầu ra từ bảng điện, nếu lưới được nối đất theo sơ đồ TN?

a. Tính giá trị nhỏ nhất của dòng ngắn mạch 3 pha

Bảng 4 trình bày trình tự tính toán cho một máy phát với một hay nhiều mạch.

Xem xét mạch 220A trong hình 1.9.



Hình 4.9. Ví dụ.

Bảng 4. Tính toán dòng ngắn mạch 3 pha

| Mục | R (mΩ) | X (mΩ) | Z (mΩ) | I _{SC} (kA) |
|----------|----------------|-----------------|--------|----------------------|
| Máy phát | R _a | X' _d | | |
| Mạch | 22,5 L/S | 0,08 × L | | |

| | | | | |
|------|---|---|----------------------|-------------------------------------|
| Tổng | R | X | $\sqrt{(R^2 + X^2)}$ | $\frac{1,5V_n}{\sqrt{(R^2 + X^2)}}$ |
|------|---|---|----------------------|-------------------------------------|

S - tiết diện dây, mm²; L - chiều dài, m.

$$X'_d = \frac{U_n^2 \times 0,30}{P_n} = \frac{400^2 \times 0,30}{400} = 120\text{m}\Omega$$

$$R_c = \frac{22,5 \times 100}{120} = 18,75\text{m}\Omega$$

$$X_c = 0,08 \times 100 = 8\text{m}\Omega$$

Ứng dụng phương pháp trong bảng 4

$$R = R_a + R_c = 0 + 18,75 = 18,75\text{m}\Omega$$

$$X = X'_d + X_c = 120 + 8 = 128\text{m}\Omega$$

Tổng trở mỗi pha:

$$Z = \sqrt{(R^2 + X^2)} = \sqrt{(18,75^2 + 128^2)} = 129,4\text{m}\Omega$$

$$I_{sc} = \frac{1,05V_n}{Z} = \frac{1,05 \times 230}{129,4} = 1,87\text{kA}$$

Ghi chú: trong thực tế luôn có dòng quá độ DC ít nhất hai pha, vì vậy giá trị trên thường bị vượt quá trong thời gian tác động CB.

b. Tính giá trị tối thiểu dòng ngắn mạch 1 pha với đất (hình 1.9)

Bảng 5 trình bày trình tự tính toán cho máy phát với một hay nhiều mạch.

Bảng 5. Tính toán dòng ngắn mạch 1 pha chạm đất

| Mục | R (mΩ) | X(mΩ) | Z(mΩ) | I _{sc} (kA) |
|----------|-----------------------------|-------------------------|----------------------|--|
| Mát phát | R _a | $\frac{2X'_d + X_0}{3}$ | | |
| Mạch | $\frac{22,5L(1+m)}{S_{ph}}$ | 0,08 x L x 2 | | |
| Tổng | R | X | $\sqrt{(R^2 + X^2)}$ | $\frac{1,05 \times V_n}{\sqrt{(R^2 + X^2)}}$ |

Xem xét mạch 220A trong hình 1.9.

+ Máy phát điện:

$$R_a = 0$$

$$X_a = \left(2 \times 120 \times \frac{400^2}{400} \times 0,06 \right) \times \frac{1}{3} = 88\text{m}\Omega$$

+ Mạch:

$$R_c = 22,5 \times \frac{100 \times (1 + 120/70)}{120} = 50,89 \text{ m}\Omega$$

$$X_c = 0,08 \times 100 \times 2 = 16 \text{ m}\Omega$$

+ Ứng dụng phương pháp tổng trở

$$R = R_a + R_c = 0 + 50,89 = 50,89 \text{ m}\Omega$$

$$X = X_a + X_c = 88 + 16 = 104 \text{ m}\Omega$$

Tổng trở:

$$Z = \sqrt{(R^2 + X^2)} = \sqrt{(50,89^2 + 104^2)} = 115,8 \text{ m}\Omega$$

$$I_{sc1}(\text{pha/trung tính}) = \frac{1,05 \times 230}{1158} = 2,09 \text{ kA}$$

c. Chỉ định cho phép tối đa của bộ tác động trễ hoặc tức thời Sơ đồ TN

Trong hai trường hợp sự cố được xem xét (3 pha và một pha-trung tính) sự cố 3 pha tạo nên dòng ngắn mạch nhỏ hơn. Do đó, giá trị chỉ định của rơle bảo vệ được chọn phải nhỏ hơn giá trị dòng này.

Đối với mạch đầu ra 220A nên chọn bộ tác động có định mức 250A và hiệu chỉnh (theo nguyên tắc) bằng $I_{sc}/250$, nghĩa là $1870/250 = 7,4I_n$. Tuy nhiên độ sai số chế tạo là $\pm 20\%$, giá trị chỉ định tối đa cho phép là $7,4/1,2 = 6,2I_n$.

Bộ tác động loại TM250D được chỉnh ở $6I_n$ trong CB NS250N (khả năng cắt $36 \text{ kA} > 21,5 \text{ kA}$), có thể được sử dụng.

Ghi chú: phương pháp trên dựa trên sự đơn giản hóa các công thức sau:

$$(1) \quad I_{sc(3\text{pha})} = \frac{V_{ph}}{Z_1}$$

$$(2) \quad I_{sc(\text{pha/pha})} = \frac{\sqrt{3}}{Z_1 + Z_2} V_{ph}$$

$$(3) \quad I_{sc(\text{pha/đất})} = \frac{3V_{ph}}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

Với: Z_1 – tổng trở thứ tự thuận, Ω ; Z_2 – tổng trở thứ tự nghịch, Ω ; Z_0 – tổng trở thứ tự không, Ω ;
 V_{ph} – điện áp pha, V.

Đơn giản hoá:

+ Z_1 được cho bằng Z_2 khi công thức (2) trở thành:

$$\frac{\sqrt{3}}{2Z_1} V_{ph} = 0,866 \frac{V_{ph}}{Z_1} \text{ hay } 0,866 I_{sc} (3 \text{ pha})$$

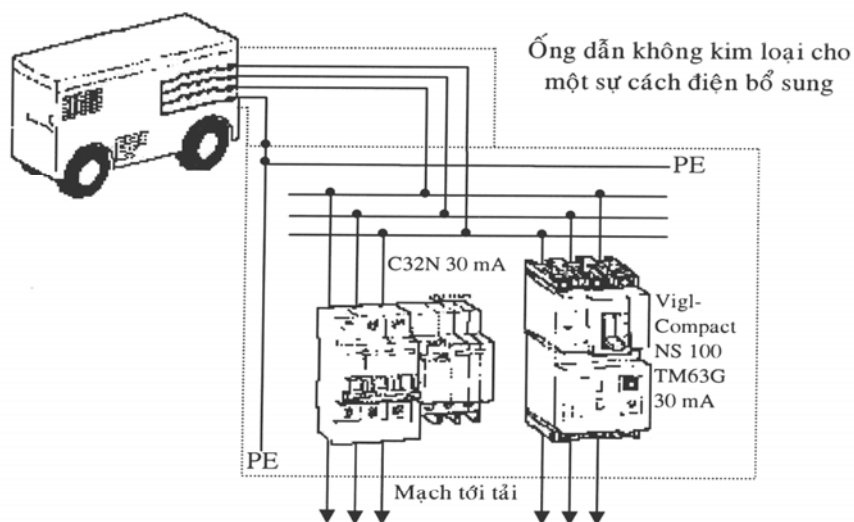
+ Trong bảng 5 giả định bằng tổng trở cáp $X_1 = X_2 = X_0$ do đó trong công thức (3) tổng tổng trở = $(X_1 + X_2 + X_0)1/3 = (3X_1)1/3 = X_1$.

4. Bảo Vệ Máy Phát Xoay Chiều Di Động Và Dự Phòng

Các tiêu chuẩn quốc gia phân loại các lưới máy phát thành 3 loại:

- Cố định (được nói đến trong mục 1.1 đến 1.5)
- Di động (hình 1.10)
- Các loại nguồn xách tay (hình 1.11)

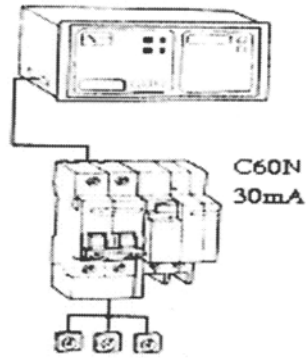
a. Loại di động



Hình 4.10. Lưới có máy phát di động.

Loại này được sử dụng chủ yếu để cung cấp điện tạm thời (ví dụ tại công trường) khi an toàn điện được đảm bảo bằng các RCD với giới hạn tác động không quá 30mA.

b. Loại bộ nguồn xách tay



Hình 4.11. Lưới đi kèm bộ nguồn xách tay.

Việc sử dụng các bộ nguồn xách tay trong dân sự ngày càng trở nên phổ biến. Khi bộ nguồn và các thiết bị kèm theo không nằm trong loại II (cách điện đôi), phần lớn các tiêu chuẩn quốc gia yêu cầu sử dụng RCD 30mA.

Chương 5

CHỐNG SÉT VÀ NỐI ĐẤT**I. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Hệ thống cung cấp điện có nhiệm vụ truyền tải và phân phối điện năng đến các hộ dùng điện. Vì vậy đặc điểm quan trọng của hệ thống cung cấp điện là phân bố trên diện 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 theo các quy tắc an toàn ... Đó là nguyên nhân dẫn đến các tai nạn bị điện giật. Sét đánh trực tiếp hoặc gián tiếp vào các thiết bị điện không những làm hư hỏng các thiết bị điện mà gây nguy hiểm cho người vận hành. Vì thế trong hệ thống cung cấp điện nhất thiết phải có hệ thống 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 và đặc các thiết bị chống sét.

II. CHỐNG SÉT**2.1 Sự Hình Thành Sét**

Trong những điều kiện khí tượng nhất định nào đó sẽ có sự phân chia điện tích trong đám mây dông, khi đó dông bão và sấm sét sẽ xảy ra. Sét là 1 dạng phóng điện tia lửa trong không khí với khoảng cách rất lớn. Quá trình phóng điện có thể xảy ra trong khí quyển giữa các đám mây dông với nhau và giữa các đám mây dông với đất. Có hai loại mây dông:

- + *Dông nhiệt*: Hình thành từ các luồng không khí nóng ẩm bốc lên do sự đốt nóng của ánh nắng mặt trời.
- + *Dông front*: Hình thành do sự gặp nhau của những luồng không khí nóng ẩm với luồng không khí lạnh nặng.

Sau khi đạt độ cao nhất định (khoảng vài km trở lên, vùng nhiệt độ ẩm) vùng không khí này bị lạnh đi, hơi nước ngưng tụ thành những giọt nước li ti hoặc thành các tinh thể băng và tạo thành các đám mây dông. Các đám mây mang điện là kết quả của sự phân tích các điện tích trái dấu và tập trung chúng trong các phần khác nhau của đám mây.

Phần dưới đám mây tích điện âm ,phần trên đám mây tích điện dương.Cường độ điện trường giữa đám mây và đất sẽ tăng dần lên và nếu tại chỗ cường độ đạt trị số tới hạn (25 ÷30)KV/cm thì không khí bị ion hóa và bắt đầu phóng điện .sét được hình thành qua các giai đoạn sau:

a. *Giai đoạn phóng tia tiên đạo:*

Bắt đầu bằng sự xuất hiện một dòng tia tiên đạo sáng mờ , phát triển từng đợt gián đoạn về phía mặt đất , với tốc độ trung bình khoảng $(10^5 \div 10^6)$ m/s.Kênh tiên đạo là một dòng plasma mật độ điện khoảng $(10^{13} \div 10^{14})$ ion / m^3 với các đặc điểm sau :

- + Thời gian phát triển của tia tiên đạo mỗi đợt kéo dài trung bình khoảng 1 μ s.
- + Thời gian tạm ngưng phát triển giữa hai đợt khoảng (30 ÷90) μ s.
- + Đường đi của tia tiên đạo gần như hướng thẳng về phía mặt đất.

b. *Giai đoạn hình thành khu vực ion hóa :*

Dưới tác dụng của điện trường tạo nên bởi điện tích của đám mây dông và điện tích trong kênh tiên đạo , sẽ có sự tập trung điện tích trái dấu trên vùng mặt đất phía dưới đám mây dông , các điện tích chủ yếu tập trung ở vùng có điện dẫn cao như các tòa nhà cao tầng .cột điện cao bị ướt trong mưa ,vùng đất ẩm ...chính các vùng điện tích tập trung sẽ định hướng phát triển của tia tiên đạo hướng xuống khi nó đạt đến độ cao định hướng , tia tiên đạo phát triển theo hướng có điện trường lớn nhất .Do đó các vùng tập trung điện tích sẽ là nơi sét đánh vào .

Khi tiên đạo hướng xuống gần gặp mặt đất hay tia tiên đạo hướng lên thì giai đoạn phóng điện chủ yếu của sét bắt đầu .Sự phóng điện chủ yếu được đặc trưng bởi dòng điện tang cao gọi là dòng sét và sự ion hóa mãnh liệt của dòng phóng điện , hình thành một dòng plasma có mật độ điện tích cao hơn rất nhiều so với mật độ điện tích của tia tiên đạo .

c. *Giai đoạn phóng điện ngược:*

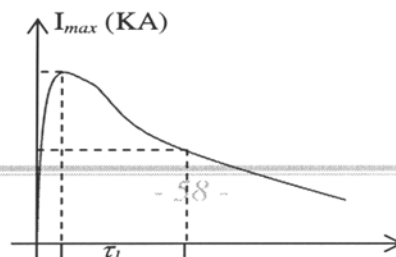
Do điện dẫn của nó tăng cao nên điện tích cảm ứng tràn vào dòng ngược ,đầu của tia tiên đạo ngược mang điện thế của đất làm cho cường độ trường đầu dòng tăng lên gây ion hóa mãnh liệt và cứ như vậy dòng plasma điện dẫn cao $(10^{16} \div 10^{19})$ ion/ m^3 .tiếp tục phát triển ngược lên trên theo đường có sẵn kênh tiên đạo .Tốc độ phát triển của kênh phóng ngược nhanh gấp trăm lần tốc độ phát triển của kênh tiên đạo .

tiên đạo của những lần phóng điện sau đi theo kênh đã bị ion hóa ban đầu , nhưng với tốc độ cao hơn nên chúng phát triển liên tục , không phân nhánh .

2.2 Các Thông Số Sét

Dòng điện sét có dạng một sóng xung . Trong khoảng vài ba micro giây dòng điện tăng nhanh đến trị số cực đại tạo thành phần đầu sóng , sau đó giảm chậm trong khoảng (20÷100) μ s.

dạng sóng của sét được đặt trưng bởi các thông số:



Biên độ dòng sét là giá trị lớn nhất của dòng điện sét .Biên độ dòng sét không vượt quá (200÷300)KA.

Thời gian đầu sóng (τ_{ds}) là thời gian mà dòng sét tăng từ 0 đến giá trị cực đại trong khoảng từ (1÷100) μ s với tia điện đạo đầu tiên và (0,1÷1) với tia sét lặp lại .

Độ dài dòng điện sét (τ_s) là thời gian từ đầu dòng sét đến khi dòng sét giảm bằng ½ biên độ trong khoảng từ (20÷350) μ s với các tia sét đầu tiên và (5÷50) μ s với các tia sét lặp lại .

Tốc độ tăng dòng: di/dt có thể đạt tới 70kA/ μ s đối với tia sét đầu tiên và vượt quá 200KA/ μ s đối với các tia sét tiếp theo .

Tốc độ tăng áp : dV/dt đo được đạt tới 12KV/ μ s.

Cường độ hoạt động của sét tại một khu vực được biểu thị bằng :

- + Số ngày dông trong năm ,số giờ dông sét trung bình trong năm .
- + Mật độ của sét: số lần sét đánh trung bình trên một đơn vị diện tích mặt đất (1km²) trong một năm .

bảng 3.1 trình bày các thông số chính của sét

Bảng 3.1

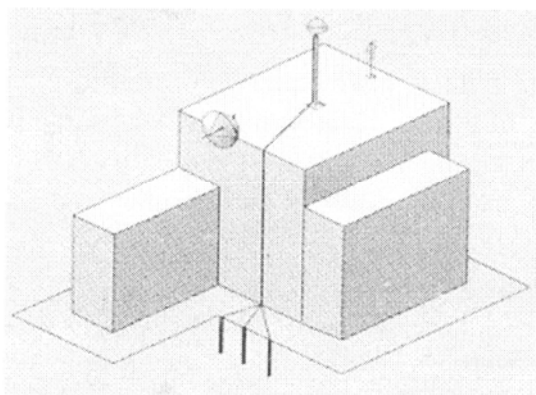
| s tt | Đặt tính sét | xác suất trường hợp có giá trị lớn hơn so với các số liệu trong bảng dưới đây | | | | | | |
|---------|--|---|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | | 99% | 90% | 75% | 50% | 25% | 10% | 1% |
| 1 | Số xung sét trong một lần đánh | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 12 |
| 2 | Thời gian giữa hai xung sét(ms) | 10 | 25 | 35 | 55 | 90 | 150 | 400 |
| 3 | Cường độ cực đại tại xung đầu tiên I_{max} (KA) | 5 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 130 |
| 4 | Cường độ cực đại trong các xung kế tiếp I_{max} (KA) | 3 | 6 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 |
| 5 | Xung đầu tiên (di/dt) $_{max}$ GA/s | 6 | 10 | 15 | 25 | 30 | 40 | 70 |
| 6 | Xung kế tiếp (di/dt) $_{max}$ GA/s | 6 | 15 | 25 | 45 | 80 | 100 | 200 |
| 7 | Điện dung tổng cộng (coulomb) | 1 | 3 | 6 | 15 | 40 | 70 | 200 |
| 8 | Thời gian xảy ra sét(μ s) | 50 | 100 | 250 | 400 | 600 | 900 | 1500 |

2.3 Các Phương Pháp Chống Sét

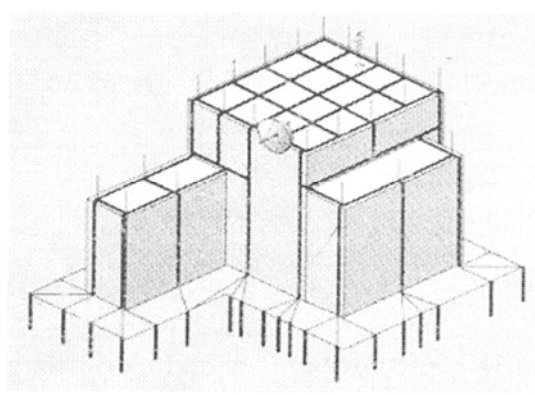
A. GIẢI PHÁP CHỐNG SÉT TOÀN DIỆN

Trong thời gian dài , để chống sét đánh trực tiếp vào công trình thường sử dụng kim Franklin , lồng Faraday hay kết hợp kim và lồng , tuy nhiên các thiết bị nêu trên là các thiết bị tự động và trong nhiều trường hợp được ghi nhận đã cho thấy chúng hoạt động không thực sự hiệu quả .Sự hoạt động kém tin cậy của kim Franklin có thể xuất phát từ các nguyên nhân như không tính đến các điều kiện khí tượng cụ thể (mức kích corona, biên độ dòng sét....), sự xuất hiện hiện tượng corona tại đầu kim Franklin khi tia tiên đạo sét phát triển đến gần , độ cao của công trình so với mặt biển .Gần đây phát triển loại kim thu sét phóng điện sớm (ESE Early Streamer Emission) cho phép mở rộng vùng bảo vệ và hoạt động tin cậy hơn.

Về chống sét lan truyền trước đây, thường sử dụng khe hở phóng điện , khe hở phóng điện kết hợp với điện trở phi tuyến .Các thiết bị này có ưu điểm là cấu tạo đơn giản , khả năng tản dòng sét lớn , nhưng lại có nhược điểm là tốc độ đáp ứng chậm và điện áp thông qua cao .



H5.2 Hệ thống kim thu sét phóng điện sớm



H5.3 Hệ thống kim thu sét Franklin

Đặc biệt cùng với sự tiến triển của công nghệ điện tử và vi mạch , các thiết bị điện tử ngày càng nhạy cảm hơn với xung sét và rất dễ bị phá hỏng , bảo vệ chống sét lan truyền đòi hỏi thiết bị sản xuất theo công nghệ MOV(Metal oxide Varistor), SAD(silicon Avalanche Diode) có tính năng vượt trội như tốc độ đáp ứng nhanh và điện áp thông qua thấp .

Hiệu quả chống sét còn tùy thuộc rất nhiều vào hệ thống nối đất .Hiện cũng có những cải tiến về vật liệu như dùng cọc thép bọc đồng , hoá chất giảm điện trở đất , liên kết các cấu kiện kim loại bằng phương pháp hàn hóa nhiệt (CADWELD) ... cho phép thực hiện các hệ thống nối đất có tổng trở nhỏ ($<10\Omega$) và có giá trị ổn định trong thời gian dài .

Để chống sét một cách toàn diện và hiệu quả , ngoài việc quan tâm đến công nghệ mới và thiết bị tiên tiến , còn phải xây dựng giải pháp chống sét toàn diện cho công trình bảo vệ bao gồm :

1. Kim thu sét chủ động phóng điện sớm (ESE)
2. Dẫn sét xuống đất an toàn bằng cáp thoát sét chôn g nhiều
3. Tản nhanh năng lượng sét vào đất qua hệ thống đất có tổng trở nhỏ.
4. Đăng thế các hệ thống nối đất bằng các thiết bị đăng thế TEC (Transient Earth Clamp).
5. Chống sét lan truyền trên đường cấp nguồn .
6. Chống sét lan truyền trên đường tín hiệu và dữ liệu.

1. Thu sét bằng kim thu sét phóng điện sớm

Kim thu sét phóng điện sớm đang được nghiên cứu và phát triển rộng rãi ở các nước trên thế giới như Australia, Indonesia, Pháp , New Mexico... và được thử nghiệm ở phòng thí nghiệm cao áp , ở đây xung sét đã được tạo ra trong những điều kiện khí quyển giống như điều kiện thực tế tự nhiên cùng với việc sử dụng trang thiết bị ghi có bộ số hóa tốc độ cao , đã ghi nhận sự xuất phát của tia tiên đạo hướng lên của đầu thu là sớm hơn so với kim Franklin

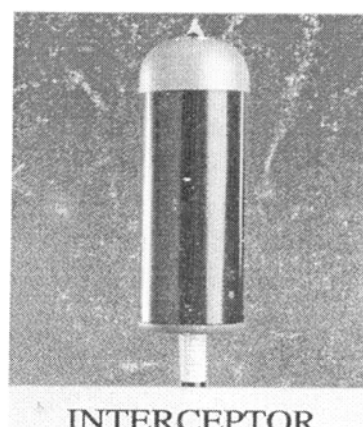
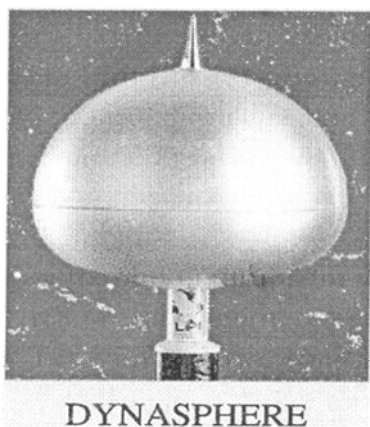
Qua nghiên cứu , kết quả đạt được rất cao với loại kim phóng điện sớm kiểu quả cầu **dynasphere** hay kiểu hình trụ **interceptor**.

2. Đặc điểm kim thu sét phóng điện sớm

Các đặc điểm chính của kim thu sét phóng điện sớm bao gồm :

- * Được chế tạo theo tiêu chuẩn ISO 9002 từ các vật liệu có phẩm chất cao , không bị ăn mòn .
- * Quả cầu bọc bên ngoài là thiết bị tạo ion , giải phóng ion và chủ động phát ra tia phóng điện sớm về phía trên nhanh hơn bất kỳ đỉnh nhọn nào gần đó .
- * Không cần nguồn cung cấp bên ngoài
- * Tạo vùng bảo vệ rộng lớn với mức độ an toàn cao
- * Thường chỉ sử dụng một bầu thu sét cho mỗi công trình
- * Dễ lắp đặt bảo trì .

hình 3.3 trình bày kim thu sét phóng điện sớm kiểu dynasphere và kiểu hình trụ interceptor



H5.4 kim thu sét phóng điện sớm

3. Vai trò kim thu sét phóng điện sớm

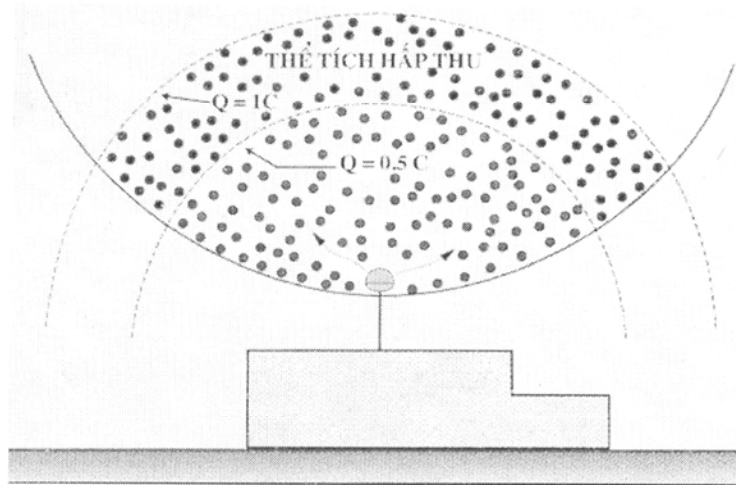
Khi xuất hiện tia tiên đạo sét đi xuống và đến một khoảng cách nhất định, kim thu sét phóng điện sớm sẽ phóng tia tiên đạo đi lên phía trên để thu bắt sét.

4. Nguyên lý hoạt động của kim thu sét DYNASPHERE

Kim thu sét phóng điện sớm ESE có cấu tạo trình bày ở hình (3.2) và nguyên lý hoạt động như sau:

- * Trong trường tĩnh điện, quả cầu nối đất qua trở kháng và do dạng hình học của nó hiệu ứng corona được cực tiểu hóa
- * Trong trường điện động, tia tiên đạo sét đi xuống ghép điện dung với bề mặt quả cầu.
- * Quả cầu phản ứng lại sự gia tăng điện trường bằng cách tăng thế do hằng số thời gian dài tạo bởi kênh tĩnh trở kháng cao.
- * Khe phóng điện được hình thành do sự chênh lệch thế giữa quả cầu và kim nối đất ở giữa.
- * Năng lượng đã tích lũy được giải phóng dưới dạng ion, tạo ra 1 đường dẫn tia tiên đạo đi lên phía trên chủ động dẫn sét

5. Nguyên lý xác định vùng bảo vệ



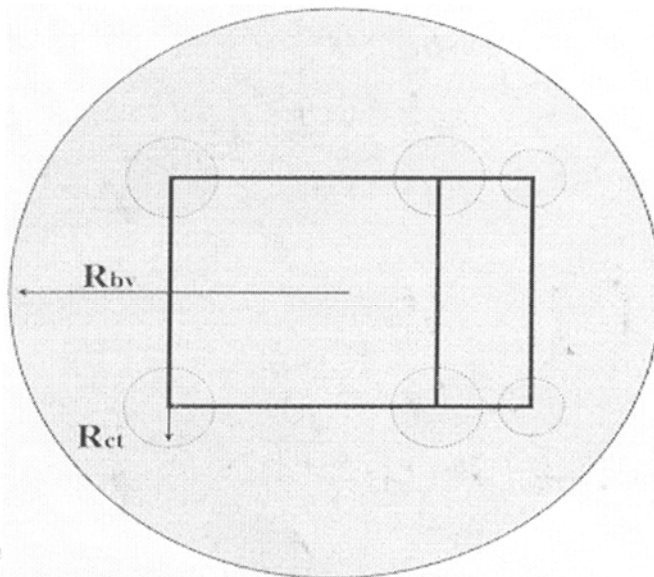
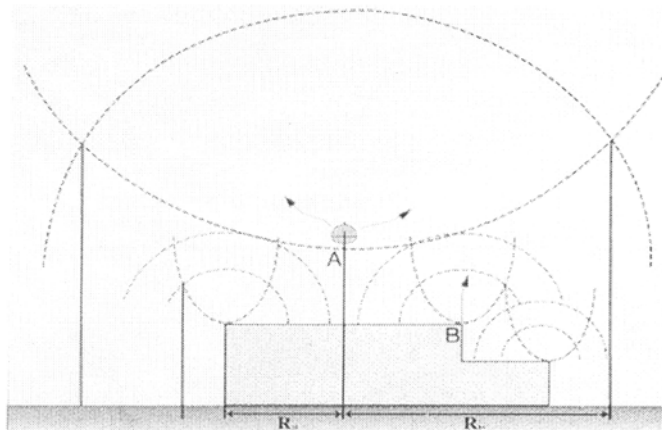
H5.5 Vùng bảo vệ của kim thu sét phóng điện sớm

Xác định vùng bảo vệ của kim thu sét phóng điện sớm dựa trên nguyên lý thể tích hấp thu. Vùng bảo vệ được xây dựng từ một bán cầu phóng điện có bán kính phụ thuộc vào cường độ sét và một parabol gọi là đường đồng khả năng, giới hạn bán cầu đó. tùy theo mức bảo vệ công trình, tương ứng với điện lượng hay cường độ sét, mà xác định được các vùng bảo vệ khác nhau (bảng 3.2)

Bảng 3.2

| Cường độ sét (KA) | Điện lượng (C) | Mức bảo vệ |
|-------------------|------------------|-------------|
| 6 | 0.5 | Cao |
| 10 | 1 | Trung Bình |
| 15 | 1.5 | Bình Thường |

Kim thu sét Dynasphere được đặt trên công trình sao cho vùng bảo vệ của nó phủ khắp các vùng thu sét của các điểm cạnh tranh của cấu trúc (đỉnh nhọn nhô ra, góc nhọn, gờ mái ...) hay nói cách khác bán kính vùng bảo vệ R_{bv} của Dynasphere phải bao trùm các bán kính vùng cạnh tranh R_{ct} của các điểm cạnh tranh.



H5.6 Vùng bảo của kim thu sét phóng điện sớm

Bán kính vùng bảo vệ tùy thuộc vào độ cao công trình, độ cao thanh đỡ và mức độ bảo vệ (bảng 3.3)

Bảng 3.3

| Chiều cao công trình (M) | chiều cao cột đỡ (M) | Chiều cao tổn (M) | MỨC BẢO VỆ | | | | | |
|--------------------------|----------------------|-------------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | | | BÌNH THƯỜNG | | TRUNG BÌNH | | CAO | |
| | | | Dynasphere | Interceptor | Dynasphere | Interceptor | Dynasphere | Interceptor |
| 5 | 5 | 10 | 72 | 70 | 60 | 58 | 47 | 45 |
| 10 | 5 | 15 | 92 | 76 | 77 | 63 | 60 | 48 |
| 15 | 5 | 20 | 100 | 84 | 84 | 70 | 66 | 56 |
| 20 | 5 | 25 | 116 | 87 | 97 | 72 | 75 | 63 |
| 25 | 5 | 30 | 120 | 94 | 107 | 78 | 83 | 67 |
| 30 | 5 | 35 | 120 | 100 | 112 | 83 | 86 | 70 |
| 35 | 5 | 40 | 120 | 100 | 120 | 92 | 93 | 73 |
| 40 | 5 | 45 | 120 | 100 | 120 | 92 | 95 | 73 |
| 50 | 5 | 55 | 120 | 100 | 120 | 92 | 96 | 73 |
| 60 | 5 | 65 | 120 | 100 | 120 | 92 | 100 | 73 |
| 70 | 5 | 75 | 120 | - | 120 | - | 100 | - |
| 80 | 5 | 85 | 120 | - | 120 | - | 100 | - |
| 90 | 5 | 95 | 120 | - | 120 | - | 100 | - |
| 100 | 5 | 105 | 120 | - | 120 | - | 100 | - |

bán kính cạnh tranh R_{ct} tùy thuộc vào độ cao H của điểm cạnh tranh (bảng 3.4)

Bảng 3.4

| H (m) | R_{ct} (m) | H (m) | R_{ct} (m) | H (m) | R_{ct} (m) |
|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|
| 3 | 12 | 14 | 30 | 26 | 37 |

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| 4 | 17 | 16 | 31 | 28 | 38 |
| 6 | 20 | 18 | 33 | 32 | 39 |
| 8 | 23 | 20 | 34 | 34 | 40 |
| 10 | 26 | 22 | 35 | 35 | 41 |
| 12 | 28 | 24 | 36 | 36 | 42 |

Tổng quát bán kính bảo vệ của kim thu sét phóng điện sớm được xác định theo biểu thức :

$$R_{bv} = \sqrt{h(2D - h) + \Delta L(2D + \Delta L)}$$

Ơ đây :

R_{bv} : Bán kính bảo vệ của kim thu sét phóng điện sớm (m)

h : Chiều cao đặt kim thu sét (m)

D : Bán kính bán cầu phóng điện (m)

$$D = 10^3 \sqrt{I^2}$$

I : Biên độ dòng sét (KA)

ΔL : Độ lợi khoảng cách

$$\Delta L = 10^6 \cdot v \cdot \Delta T$$

v : Tỷ số giữa tốc độ tia tiên đạo đi lên và tia tiên đạo đi xuống

$$v \approx 1,1 \div 1,2$$

ΔT : Độ lợi về thời gian và phụ thuộc vào kiểu kim thu sét

$$\Delta T = (15 \div 60) \mu s$$

Ưu Điểm Của Kim Thu Sét Phóng Điện Sớm

Hình 3.5

| Kim Thu Sét Phóng Điện Sớm | Kim thu sét Franklin |
|---|--|
| + Đặt cơ sở trên công nghệ kỹ thuật tiên tiến | + Dựa trên công nghệ kỹ thuật cách đây hơn 200 năm |
| + Bán Kính Bảo Vệ Rộng | + Bán kính bảo vệ hẹp |
| + Dễ dàng lắp đặt trên công trình | + Phức tạp trong việc lắp đặt |
| + Dễ dàng bảo trì bảo quản | + Đòi hỏi phải có bảo quản định kỳ |

| | |
|---|---|
| + Hoạt động hiệu quả và độ tin cậy cao | + Hoạt động kém hiệu quả và độ tin cậy thấp |
| + Không gây mất mỹ quan công trình xây dựng | + Kém mỹ quan |

B.KIM THU SÉT FRANKLIN

1. Cấu tạo cột thu sét

Kết cấu cột thu sét gồm;

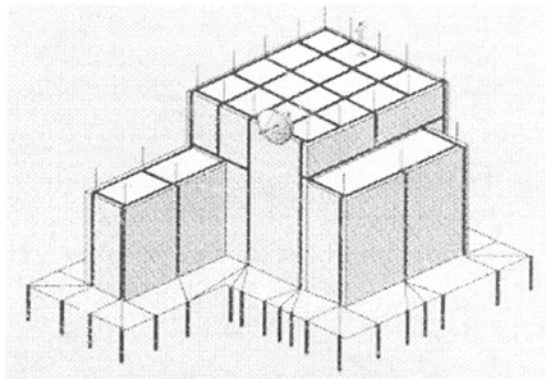
- + Bộ phận thu sét.
- + Bộ phận dẫn dòng điện sét.
- + Bộ phận nối đất.

* Bộ phận thu sét: làm bằng thép ống hoặc thép thanh đặt thẳng đứng được gọi là kim thu sét hoặc bằng dây thép căng hàng ngang giữa các cột trong trường hợp dây chống sét.

* Bộ phận dẫn dòng điện sét: được tạo thành bởi bản thân kết cấu thép của cột thép hoặc bê tông cột thép hay bằng dây thép có tiết diện không nhỏ hơn 50mm^2 trong trường hợp kim thu sét đặt trên ống khói, cột gỗ, mái nhà.

* Bộ phận nối đất: được tạo thành bởi một hệ thống cọc và thanh bằng đồng hoặc thép nối liền nhau, chôn trong đất, có điện trở bé để dòng điện sét tản một cách dễ dàng trong đất.

Đỉnh của bộ phận thu sét vượt cao trên tất cả các thiết bị và bộ phận mang điện cần bảo vệ.



H5.7 Hệ thống kim thu sét Franklin

2. Tác dụng bảo vệ của cột thu sét (hoặc dây chống sét)

Khi khe sét cách mặt đất độ cao H nào đó, gọi là độ cao định hướng của khe sét, do có sự tích tụ điện tích cảm ứng trái dấu với mật độ cao ở mặt đất, như các kết cấu kim loại, cây cao bị mưa ướt..., lúc này trường của dòng tiên đạo bị biến dạng. Phương có cường độ trường cao lúc này sẽ là giữa đầu dòng tiên đạo và đỉnh của các vật dẫn

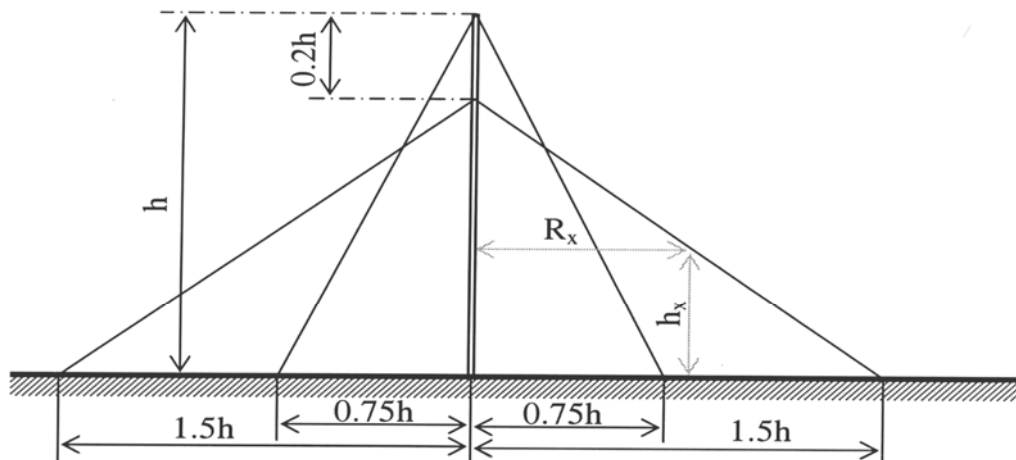
dưới mặt đất. (cột thu sét, dây chống sét...) do đó dòng sét sẽ hướng về đỉnh các vật dẫn này (cột, dây chống sét) như vậy khả năng sét đánh vào đỉnh cột (hoặc dây chống sét) sẽ tăng và ít có khả năng sét đánh vào các vật thấp ở xung quanh cột. Nếu cột thu sét cao vượt quá một giới hạn nào đó so với độ cao của vật cần được bảo vệ đặt ở gần nó thì hầu như toàn bộ các lần sét đánh đều vào đỉnh cột, các vật sẽ được bảo vệ an toàn.

Khu vực an toàn đó gọi là phạm vi bảo vệ của cột thu sét. phạm vi bảo vệ này phụ thuộc nhiều yếu tố: chiều cao, số lượng, cách bố trí các cột thu sét, chiều cao định hướng của sét và các điều kiện địa chất thủy văn của nơi đặt hệ thống thu sét.

3. Xác định phạm vi bảo vệ của cột thu sét:

a. Phạm vi bảo vệ của một cột thu sét:

Là một hình chóp tròn xoay có tiết diện ngang là hình tròn ở độ cao h_x .



H 5.8: Phạm vi bảo vệ cột thu sét (Kim thu sét Franklin)

Bán kính bảo vệ của cột thu sét ở độ cao h_x được tính như sau:

$$+ \text{ Nếu } h_x \leq \frac{2}{3} h$$

$$\rightarrow R_x = 1,5.h \left(1 - \frac{h_x}{0,8.h} \right) . P$$

$$+ \text{ Nếu } h_x > \frac{2}{3} h$$

$$\rightarrow R_x = 0,75.h \left(1 - \frac{h_x}{h} \right) . P$$

Trong đó

h : là chiều cao cột thu sét

h_x : là độ cao được bảo vệ của cao cột thu sét

R_x : là bán kính bảo vệ ở độ cao là h_x

P : là hệ số

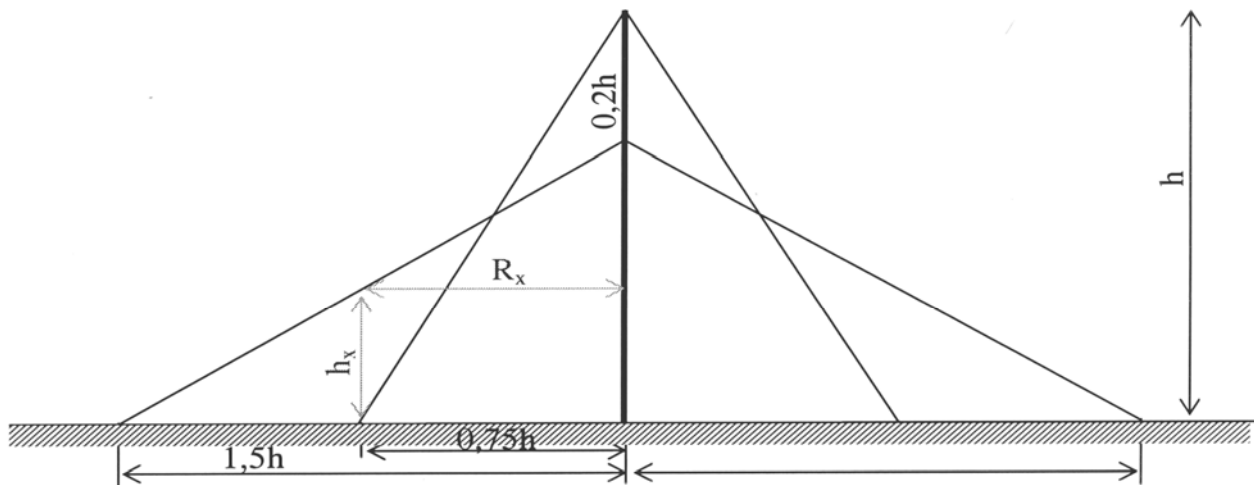
$$\text{với } P = 1 \quad \text{khi } h \leq 30 \text{ m}$$

$$P = \sqrt{\frac{30}{h}} = \frac{5,5}{\sqrt{h}} \quad \text{khi } h > 30 \text{ m}$$

Ví dụ: Cho cột thu sét (kim thu sét Franklin) có chiều cao 25m.

Hãy xác định bán kính bảo vệ của cột thu sét đó ở độ cao 17m.

giải:



Hãy xác định bán kính bảo vệ của cột thu sét đó ở độ cao 17m.

$$\rightarrow h_x = 17$$

ta có : $h < 30 \text{ m} \rightarrow P = 1$

$$\frac{2}{3}h = \frac{2}{3}25 = 16.66 \text{ m}$$

vậy $h_x > \frac{2}{3}h$

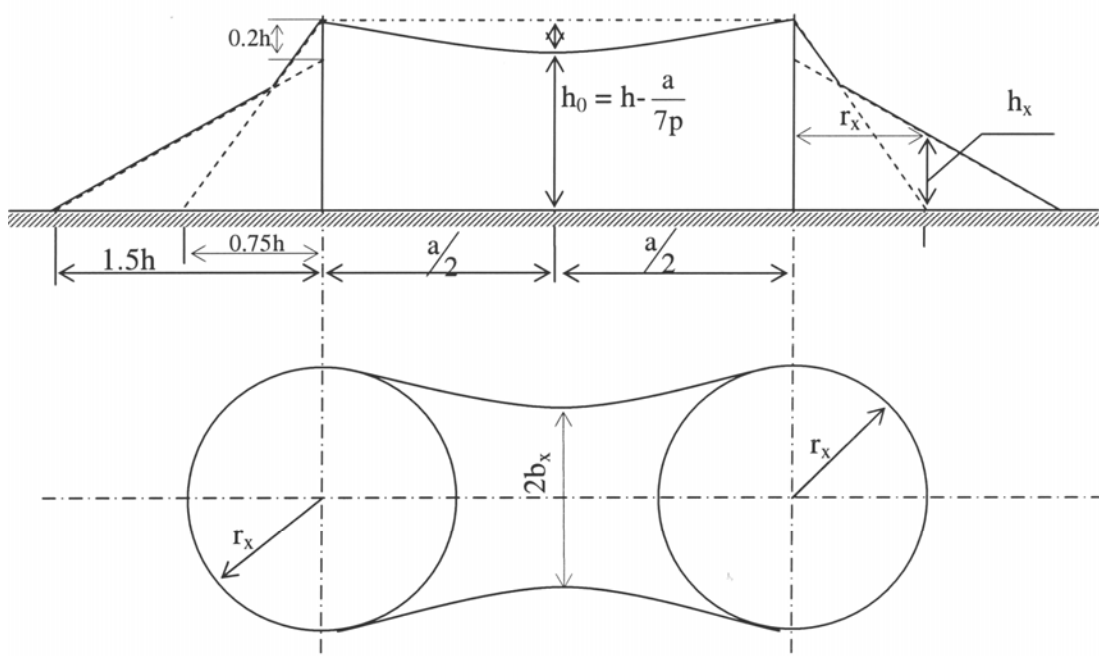
$$\rightarrow R_x = 0.75.h \left(1 - \frac{h_x}{h}\right).P$$

$$= 0,75 \times 25 \left(1 - \frac{17}{25}\right).1$$

$$= 6 \text{ m}$$

b. Phạm vi bảo vệ của hai cột thu sét

Nếu hai cột thu sét đặt cách nhau $a < 7h_a$ thì chúng có thể bảo vệ được một vật có độ cao h_0 đặt giữa chúng, với h_0 xác định theo công thức:



H 5.9 : Phạm vi bảo vệ của hai cột thu sét

Trong trường hợp có hai cột thu sét có độ cao bằng nhau thì bán kính bảo vệ của hai cột được tính giống như một cột. Sau đó ta phải kiểm tra lại bề ngang hẹp nhất giữa hai cột thu sét phải thỏa điều kiện:

$$2b_x = 4R_x \cdot \frac{7h_a - a}{14h_a - a}$$

Trong đó

$2b_x$: là phạm vi bảo vệ hẹp nhất của hai cột thu sét

h_a : chiều cao ngoài vùng bảo vệ cột thu sét

$$h_a = h - h_x$$

a : Khoảng cách giữa hai cột thu sét.

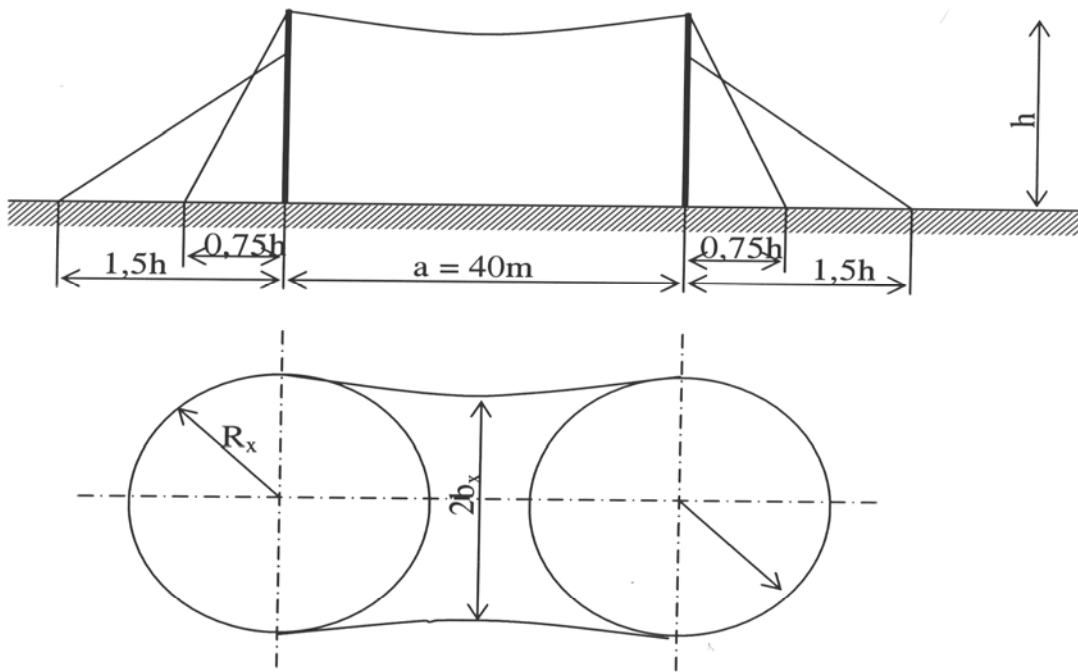
Ví dụ : Cho hai cột thu sét có chiều cao 35m và đặt cách nhau 40m.

a. Xác định bán kính bảo vệ của hai cột thu sét ở độ cao 25m

b. Xác định phạm vi bảo vệ bề ngang hẹp nhất của hai cột thu sét ở độ cao 25m

Giải:

a. Xác định bán kính bảo vệ của hai cột thu sét ở độ cao 25m $\rightarrow h_x = 25m$



$$\text{Ta có : } \frac{2}{3}h = \frac{2}{3}35 = 23,3m \text{ và } h > 30m \rightarrow P = \frac{5,5}{\sqrt{h}}$$

$$\rightarrow h_x > \frac{2}{3}h$$

$$\begin{aligned} \text{vậy } R_x &= 0,75h \left(1 - \frac{h_x}{h}\right) \cdot P = 0,75 \cdot 35 \left(1 - \frac{25}{35}\right) \frac{5,5}{\sqrt{35}} \\ &= 6,972 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Xác định phạm vi bảo vệ bề ngang hẹp nhất của hai cột thu sét ở độ cao 25m

$$\text{Ta có: } 2b_x = 4R_x \frac{7h_a - a}{14h_a - a}$$

$$\begin{aligned} \text{Mà } h_a &= h - h_x = 35 - 25 \\ &= 10\text{m} \end{aligned}$$

$$\rightarrow 2b_x = 4 \times 9,783 \frac{7 \cdot 10 - 25}{14 \cdot 10 - 25} = 15,312\text{m}$$

Trong trường hợp diện tích cần bảo vệ vừa dài và cũng vừa rộng thì ta phải tăng chiều cao của cột, khi tăng chiều cao của cột thì gặp trở ngại như sau:

Khó lắp đặt do tác động của thiên nhiên

Gây mất vẻ mỹ quan cho công trình

vì vậy trong trường hợp này ta sử dụng nhiều cột thu sét có chiều cao thấp hơn.

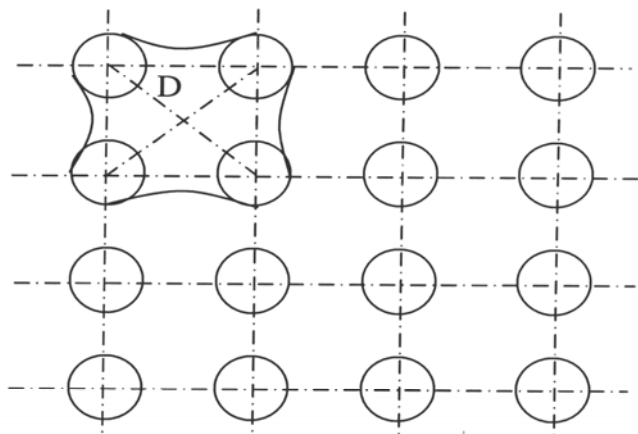
c. Phạm vi bảo vệ của nhiều cột thu sét có độ cao giống nhau

Nếu nhiều cột thu sét có độ cao giống nhau, thì phạm vi bảo vệ của chúng được xác định như sau:

- Để tính phạm vi bảo vệ của nhiều cột thu sét giống như phép tính cho hai cột thu sét có độ cao bằng nhau, chỉ khác sau khi tính xong ta phải kiểm tra lại đường chéo của hai cột thu sét gần nhau, phải thỏa điều kiện sau

$$D < 8(h - h_x) \quad \text{với } h < 30\text{m}$$

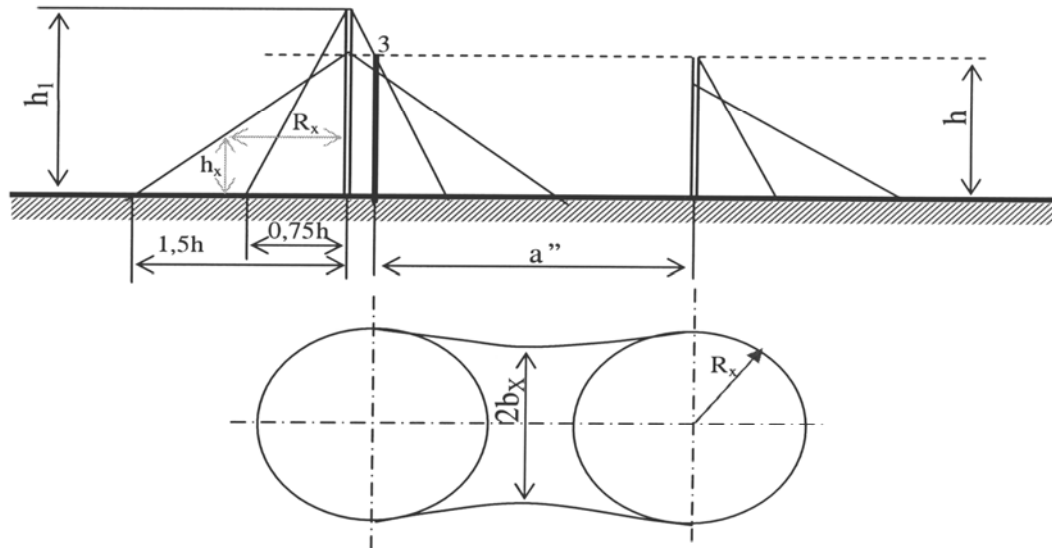
$$D < 8(h - h_x)P \quad \text{với } h > 30\text{m}$$



H 5.10: Phạm vi bảo vệ của nhiều cột thu sét

d. Phạm vi bảo vệ của hai cột thu sét có độ cao khác nhau

Nếu hai cột thu sét có độ cao khác nhau, ví dụ $h_1 > h_2$ thì phạm vi bảo vệ của chúng được xác định như sau:



H 3 – 4 : Phạm vi bảo vệ của hai cột thu sét có độ cao khác nhau

- Phạm vi bảo vệ ở phía ngoài hai cột thu sét giống như từng cột riêng rẽ.
- Phạm vi bảo vệ giữa hai cột có được bằng cách qua đỉnh cột thấp (h_2) vẽ đường thẳng ngang, nó cắt đường sinh của phạm vi bảo vệ của cột cao (h_1) ở điểm 3, điểm này được xem như là đỉnh của một cột thu sét giả $h'_1 = h_2$ và khu vực bảo vệ giữa cột thấp h_2 và h'_1 cách nhau a'' , như đã trình bày ở trên giữa hai cột có độ cao bằng nhau. Hình trên trình bày cách vẽ khu vực bảo vệ giữa hai cột thu sét có độ cao khác nhau.

III. NỐI ĐẤT TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN

3.1 Các khái niệm chung

Tác dụng của nối đất nói chung là để tản vào đất dòng điện sự cố (do rò cách điện và ngắn mạch chạm đất hoặc do dòng điện sét...) và giữ cho điện thế trên các phần tử được nối đất thấp. Theo chức năng của nó, nối đất được chia làm 3 loại :

- ❖ Nối đất làm việc có nhiệm vụ bảo đảm sự làm việc của trang thiết bị điện trong các điều kiện bình thường và sự cố theo các chế độ qui định. Đó là nối đất điểm trung tính các cuộn dây máy phát, máy biến áp công suất và máy bù, nối đất máy biến áp đo lường, nối đất pha trong hệ thống pha - đất (đất được dùng như một dây dẫn)...
- ❖ Nối đất an toàn hay nối đất bảo vệ có nhiệm vụ đảm bảo an toàn cho người phục vụ khi cách điện của trang thiết bị điện bị hư hỏng khi rò điện. Đó là nối đất vỏ máy phát, máy biến áp, vỏ thiết bị điện, vỏ cáp, nối đất các kết cấu kim loại của trang thiết bị phân phối điện...Nói chung đó là nối đất các bộ phận kim loại bình

thường có điện thế bằng không, nhưng khi cách điện bị phóng điện xuyên thủng hay phóng điện mặt sẽ có điện thế khác không.

- ❖ Nối đất chống sét nhằm tản dòng điện sét vào đất giữ cho điện thế của các phần tử được nối đất không quá cao do đó chống được phóng điện ngược từ các phần tử đó đến các bộ phận mang điện của trang thiết bị điện khác. Đó là nối đất cột thu sét, dây chống sét, các thiết bị chống sét, nối đất các kết cấu kim loại có thể bị sét đánh...

Trong rất nhiều trường hợp, cùng một hệ thống nối đất đồng thời thực hiện hai hoặc ba nhiệm vụ nói trên.

Các loại nối đất thông thường được thực hiện bằng một hệ thống những cọc thép (hoặc đồng) đóng vào đất hoặc những thanh ngang bằng cùng loại vật liệu chôn trong đất hoặc cọc và thanh nối liền nhau và nối liền với vật cần nối đất. Cọc thường làm bằng thép ống hoặc thép thanh tròn không rỉ (hoặc mạ kẽm), đường kính từ 3÷6cm, dài từ 2÷3cm hoặc bằng thép góc 40×40mm.mm, 50×50mm.mm đóng thẳng đứng vào đất, còn thanh ngang bằng thép thanh dẹt tiết diện (3÷5)×(20÷40)mm² hoặc thép thanh tròn đường kính 10÷20mm cọc và thanh được gọi chung là cực nối đất, thường được chôn sâu cách mặt đất từ 50÷80cm để giảm bớt ảnh hưởng của thời tiết không thuận lợi (quá khô về mùa nắng, bị băng giá về mùa đông) và tránh khả năng bị hư hỏng về cơ giới (do đào bới cày cuốc).

3.2 Điện trở tản nối đất ở tần số công nghiệp R~

Các kiến thức về nối đất đã được trình bày ở giáo trình an toàn điện. Ở đây chỉ nhắc lại một vài điểm có liên quan đến việc tính toán và thiết kế hệ thống nối đất chống sét cho trạm và nhà máy điện :

- ❖ Đối với hệ thống có trung tính trực tiếp nối đất (tức hệ thống có dòng ngắn mạch chạm đất một pha lớn $>500A$ và thời gian duy trì khoảng $t \leq 0,15s$ xác định bởi thời gian tác động của bảo vệ rơle chính) thì điện trở nối đất an toàn của trang thiết bị điện mọi trường hợp và mọi điều kiện thời tiết không được vượt quá $0,5\Omega$: $R_{\sim} \leq 0,5\Omega$.
- ❖ Đối với hệ thống có trung tính cách điện ($I_d \leq 500A$) nếu nối đất riêng cho các thiết bị điện áp cao $U > 1000V$ thì điện trở nối đất an toàn cho phép : $R_{\sim} \leq 250/I_d (\Omega)$, nếu nối đất chung cho cả thiết bị điện áp cao $U > 1000V$ và điện áp thấp $U < 1000V$ thì điện trở nối đất an toàn cho phép tính theo : $R_{\sim} \leq 250/I_d (\Omega)$.

Nhưng trong cả hai trường hợp điện trở tản an toàn cho phép không vượt quá $4 \div 10\Omega$ đối với nối đất của trạm và nhà máy và không quá $5 \div 30\Omega$ đối với nối đất đường dây. Trong các công thức trên, I_d là dòng trạm đất 1 pha tính tại nơi sự cố. Nếu hệ thống không có cuộn dập hồ quang thì $I_d = 3.W.C.U_p$ với :

C : điện dung của pha đối với đất

U_p : điện áp pha

Nếu hệ thống có cuộn dập hồ quang thì $I_d = I_L - I_C$ là dòng điện bù dư.

Điện trở tản ở tần số công nghiệp (ổn định) của một số dạng điện cực thường dùng, được xác định theo các công thức trong bảng 9_1.

Đối với điện cực thanh đặt nằm ngang bố trí theo những kiểu khác nhau có thể dùng công thức tổng quát sau để tính điện trở tản ở tần số công nghiệp một cách gần đúng :

$$R_{t-} = \frac{\rho}{2.\pi.l} . \ln \frac{k.L^2}{dt} \quad (19-2)$$

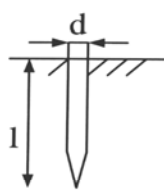
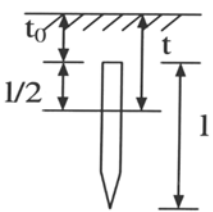
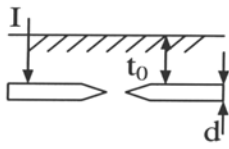
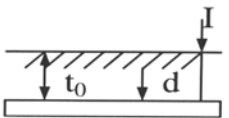
L : chiều dài tổng của điện cực (nếu là mạch vòng thì lấy bằng chu vi)

d : đường kính điện cực. Nếu dùng sắt dẹt thì $d = b/2$ với b là bề rộng của sắt dẹt.




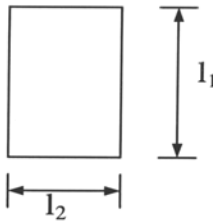



t : độ chôn sâu

k : hệ số phụ thuộc cách bố trí thanh ngang cho trong bảng 9-2

Bảng 9_1 :

| Loại điện cực | Cách chôn | Công thức tính điện trở tản | Ghi chú |
|-----------------------|---|--|--|
| Cọc chôn nổi |  | $R_C = \frac{\rho}{2.\pi.l} . \ln \frac{4.l}{d}$ | Nếu dùng sắt góc có bề rộng b thì thay $d=0,95b$ |
| Cọc chôn chìm |  | $R_C = \frac{\rho}{2.\pi.l} \left(\ln \frac{2.l}{d} + \frac{1}{2} . \ln \frac{4.t+l}{4.t-l} \right)$ $t = t_0 + \frac{l}{2}$ | _nt_ d: đường kính cọc |
| Thanh chôn chìm |  | $R_t = \frac{\rho}{2.\pi.l} . \ln \frac{l^2}{dt_0}$ | Nếu dùng sắt dẹt có bề rộng b thì thay $d=b/2$ |
| Thanh hình vuông chôn |  | $R_V = \frac{\rho}{2.\pi.l} \left(\ln \frac{8.D}{d} + \ln \frac{\pi.D}{d} \right)$ | _nt_ D: đường kính |

Bảng 9_2 : Có tính đến hiệu ứng màn che

| Sơ đồ bố trí thanh | K | Sơ đồ bố trí thanh | l_1/l_2 | K |
|---|---------------|--|-----------|-------|
|  | 1 | | 1 | 5,53 |
|  | 1,27 | | 1,5 | 5,81 |
|  | 1,46 |  | 2 | 6,42 |
|  | 2,38 | | 3 | 8,17 |
|  | 19,2 | | 4 | 10,40 |
|  | $l^2/(4.D^2)$ | | | |

3.3 : Điện trở nối đất của tổ hợp nhiều điện cực :

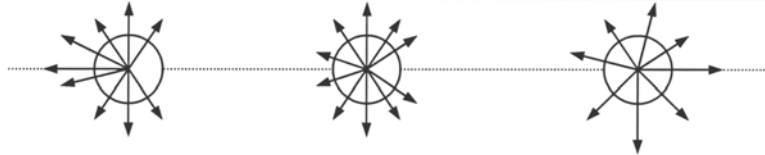
Để đảm bảo yêu cầu về trị số điện trở nối đất thường phải dùng các hình thức nối đất tổ hợp, gồm một số lượng nhất định các thanh và cọc nối liền nhau theo nhiều cách khác nhau (tia, mạch khép kín).

Trong trường hợp này, dòng điện sự cố từ các điện cực tản vào đất không đồng đều theo mọi phương, do điện trường của chúng có ảnh hưởng lẫn nhau _ đó là hiệu ứng màn che, kết quả là hiệu quả tản dòng điện của đất kém hơn so với trường hợp từng điện cực riêng lẻ (hình 19_4), do đó điện trở tản của tổ hợp các điện cực lớn hơn so với điện trở tản tương đương của toàn bộ các điện cực riêng lẻ :

$$R_{th} > R_{1-} // R_{2-} // ... // R_{i-} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_{i-}}}$$

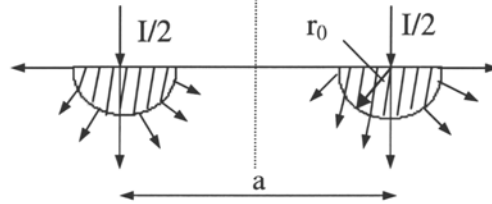
$$hay \quad R_{th} = \frac{1}{\eta_{-} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_{i-}}} \quad (19-3)$$

$\eta_{-}(\leq 1)$: hệ số sử dụng khi tản dòng điện xoay chiều tần số công nghiệp.



Hình 19-4 : Phân bố đường tản dòng điện của các điện cực nối song song với nhau

Để minh họa hiệu ứng màn che, ta có thể xét một tổ hợp đơn giản gồm hai điện cực bán cầu nối song song nhau (H9-3):



Hình 9-3 : Tổ hợp hai điện cực bán cầu nối song song

Trong trường hợp này, dòng điện chạy qua mỗi điện cực bằng $I_d/2$. Điện áp giáng trên mỗi điện cực gồm 2 thành phần : do bản thân dòng điện chạy trong điện cực đó gây nên và do dòng điện chạy trong điện cực kia gây nên. Từ đó điện trở tản của tổ hợp gồm hai thành phần xác định theo :

$$R_{th-} = \frac{U}{I_d} = \frac{\rho}{4\pi} \left(\frac{1}{r_0} + \frac{1}{a} \right)$$

Với r_0 bán kính điện cực, a khoảng cách giữa 2 điện cực. Nếu hai điện cực đặt rất xa nhau tức a rất lớn, điện trường của chúng không ảnh hưởng lẫn nhau thì :

$$R'_{th-} = \frac{\rho}{4\pi r_0} = \frac{R}{2}$$

Tức điện trở tản của tổ hợp bằng điện trở tản tương đương của các điện cực.

⇒ Tỉ số giữa điện trở tản của tổ hợp khi không kể và khi có kể đến hiệu ứng màn che chính là hệ số sử dụng của tổ hợp nối đất :

$$\eta_- = \frac{R'_{th-}}{R_{th-}} = \frac{\frac{\rho}{4\pi r_0}}{\frac{\rho}{4\pi} \left(\frac{1}{r_0} + \frac{1}{a} \right)} = \frac{1}{1 + \frac{r_0}{a}} < 1$$

Từ ví dụ đơn giản này có thể rút ra một qui luật chung là hệ số sử dụng của tổ hợp điện cực sẽ giảm nếu tăng kích thước của điện cực và giảm khoảng cách giữa chúng. Ngoài ra hệ số sử dụng còn phụ thuộc vào loại điện cực (cọc, thanh...), số lượng và cách bố trí chúng. Đối với các tổ hợp phức tạp, hệ số sử dụng được xác định bằng mô hình và có thể tra cứu trong các bảng số hoặc các đường cong cho trong các tài liệu hướng dẫn thiết kế nối đất, các qui phạm về thiết kế nối đất các trang thiết bị đo.

Nếu tổ hợp điện cực nối đất gồm n cọc nối liền nhau bởi các thanh theo kiểu hình tia hay mạch khép kín, thì điện trở tản của cả hệ thống R_{ht} ở dòng điện xoay chiều tần số công nghiệp được xác định như là điện trở của tổ hợp cọc $R_{c\Sigma}$ nối song song với điện trở của tổ hợp thanh $R_{t\Sigma}$

$$R_{ht} = \frac{R_{c\Sigma} \cdot R_{t\Sigma}}{R_{c\Sigma} + R_{t\Sigma}} = \frac{\frac{R_C}{n \cdot \eta_C} \cdot \frac{R_t}{\eta_t}}{\frac{R_C}{n \cdot \eta_C} + \frac{R_t}{\eta_t}}$$

$$R_{ht} = \frac{R_C \cdot R_t}{R_C \cdot \eta_t + R_t \cdot n \cdot \eta_C} \quad (19 - 4)$$

Với R_C, R_t : điện trở tản của từng cọc, thanh riêng lẻ

η_C, η_t : hệ số sử dụng của tổ hợp cọc, tổ hợp thanh.

n : số cọc

Các hệ số sử dụng η_C, η_t phụ thuộc vào tỉ số bước cọc trên chiều dài cọc (a/l_C), vào số lượng cọc n , vào cách bố trí thanh (tia, mạch khép kín) .

3.4 Ảnh hưởng của chất đất và thời tiết đến điện trở nối đất :

Để tính toán thiết kế hệ thống nối đất, cần thiết phải biết điện trở suất của đất. Mà điện trở suất của đất phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của nó, vào khả năng giữ ẩm cũng như ảnh hưởng của điều kiện môi trường chung quanh và thời tiết. Đất có kết cấu hạt, gốc vô cơ hoặc hữu cơ. Ở trạng thái khô, điện dẫn của chúng không lớn. Nhưng khi bị thấm ẩm, các muối và acid vốn có trong đất sẽ hòa tan thành những dung dịch điện phân làm cho điện dẫn của nó tăng lên. Điện dẫn của đất do đó phụ thuộc vào mùa, vào lượng mưa, vào các vùng nước chung quanh, vào mạch nước ngầm. Khả năng giữ ẩm của đất phụ thuộc vào kích thước của hạt đất, hạt càng bé thì khả năng giữ ẩm càng cao.

Các loại đất thường gặp là đất cát, đất sét, đất mùn...

Đất cát có cấu tạo bởi các hạt thạch anh, đường kính từ $0,2 \div 2\text{mm}$, có rất ít các chất điện phân và khả năng giữ ẩm kém. Khi cát bị ẩm, khe trống giữa các hạt cát sẽ chứa đầy nước, điện dẫn của cát tăng nhanh và có thể tăng bằng điện dẫn của nước. Đất sét cũng có gốc vô cơ, gồm những hạt rất mịn, đường kính khoảng vài phần ngàn mm và ở trạng thái quánh. Trong đất sét có nhiều thành phần muối và acid, đất sét có khả năng giữ ẩm cao nên điện dẫn của nó lớn hơn nhiều so với đất cát. Đất mùn có gốc hữu cơ, cũng có thể nhão nhưng bở, khả năng giữ ẩm lớn và cũng chứa nhiều dung dịch điện phân. Khi đất sét, đất mùn bị ẩm, do sự hình thành các dung dịch điện phân, điện dẫn của đất có thể tăng cao vượt cả chỉ số điện dẫn của nước.

Trong năm, do điều kiện khí hậu thay đổi làm cho nhiệt độ của đất, hàm lượng của ẩm trong đất và độ bão hòa của chúng ở các tầng đất khác nhau cũng thay đổi. Do đó điện trở suất của đất biến đổi trong một phạm vi rộng, trị số trong mùa mưa và mùa khô có thể khác nhau rất xa. Trị số điện trở suất tin cậy nhất dùng trong tính toán thiết kế hệ thống nối đất có được bằng cách đo đạc tại chỗ. Trị số đo được (ρ_{do}) phải

nhân với một hệ số an toàn gọi là hệ số mùa (k_m) để chú ý đến khả năng tăng điện trở suất do sự thay đổi trạng thái của đất khi thời tiết trong năm thay đổi :

$$\rho_{tt} = \rho_{do} \cdot k_m$$

trong đó :

ρ_{tt} : điện trở suất tính toán của đất

ρ_{do} : điện trở suất của đất đo được

k_m : hệ số mùa, phụ thuộc vào loại nối đất, loại điện cực, độ chôn sâu. Trị số của nó cho trong bảng 9-3 :

Bảng 9-3 :

| Loại nối đất | Loại điện cực | Độ chôn sâu (m) | Hệ số mùa k_m |
|--|----------------|-----------------|-----------------|
| Nối đất an toàn và Nối đất làm việc | Thanh ngang | 0,5 | 4,5 ÷ 6,5 |
| | | 0,8 | 1,6 ÷ 3 |
| | Cọc thẳng đứng | 0,8 | 1,4 ÷ 2 |
| Nối đất chống sét | Thanh ngang | 0,5 | 1,4 ÷ 1,8 |
| | | 0,8 | 1,2 ÷ 1,45 |
| | Cọc thẳng đứng | 0,8 | 1,15 ÷ 1,30 |

Trong tính toán lấy trị số k_m theo giới hạn dưới nếu khi đo đất khô ráo và lấy theo giới hạn trên nếu khi đo đất ẩm ướt.

Nối đất an toàn và nối đất làm việc phải phát huy tác dụng, vào bất cứ lúc nào trong năm. Về mùa khô điện trở suất của đất tăng cao, do đó phải chọn hệ số mùa có trị số lớn. Còn nối đất chống sét chỉ phát huy tác dụng vào mùa sét, tức là mùa mưa đông, đất ẩm ướt nên chỉ cần hệ số dự trữ thấp hơn tức hệ số mùa bé hơn.

Hệ số mùa còn phụ thuộc vào độ chôn sâu điện cực. Điện cực càng được chôn sâu thì ảnh hưởng do sự thay đổi thời tiết càng hạn chế. Khi thiếu những số liệu đo lường (ρ_{do}) thì trong tính toán sơ bộ có thể dùng những trị số điện trở suất của đất cho trong bảng 9-4 sau.

Bảng 9-4

| Loại đất | $\rho[\Omega.m]$ |
|-----------|------------------|
| Cát | ≥ 400 |
| Đất cát | 300 |
| Đất thịt | 100 |
| Đất sét | 60 |
| Đất đen | 50 |
| Than bùn | 20 |
| Nước sông | 10÷50 |
| Nước biển | 1 |

CÂU HỎI

- 1) Tác dụng bảo vệ của cột thu sét
- 2) Phạm vi bảo của cột thu sét
- 3) Cho cột thu sét (kim thu sét Franklin) có chiều cao $h = 25\text{m}$. Hãy xác định
 - a. Bán kính bảo vệ lớn nhất của cột thu sét đó.
 - b. Bán kính bảo vệ của cột thu sét đó ở độ cao 15m
- 4) Cho hai cột thu sét (kim thu sét Franklin) có chiều cao $h_1 = h_2 = 35\text{m}$. Hãy xác định
 - a. Bán kính bảo vệ của cột thu sét đó ở độ cao 20m
 - b. phạm vi bảo vệ hẹp nhất của hai cột thu sét đó ở độ cao 15m
- 5) Cho hai cột thu sét (kim thu sét Franklin) có chiều cao $h_1 = 22\text{m}$ và $h_2 = 36\text{m}$. Hãy xác định
 - a. Bán kính bảo vệ của hai cột thu sét đó ở độ cao 15m
 - b. phạm vi bảo vệ hẹp nhất của hai cột thu sét đó ở độ cao 14m. biết rằng khoảng cách giữa hai cột là 32m

*Chương 6:***KỸ THUẬT CHIẾU SÁNG****I. NGUỒN SÁNG***1. Khái niệm*

Ánh sáng: đó là bức xạ sóng điện từ có chiều dài sóng nằm giữa khoảng 400nm đến 760nm ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$), mà mắt người có thể cảm nhận trực tiếp được

Hiện nay nguồn sáng là một thiết bị quen thuộc, không thể thiếu trong sinh hoạt hằng ngày, nhất là trong các hệ thống kỹ thuật công trình kiến trúc dân dụng và công nghiệp, vừa là tiện nghi cần thiết, có tính chất trang trí mỹ thuật lại vừa có tác dụng nâng cao hiệu quả sử dụng.

Có ba loại nguồn sáng chính được sử dụng rộng rãi đó là đèn nung sáng (đèn dây tóc), đèn huỳnh quang và đèn phóng điện.

Hiệu quả sử dụng và tính năng kỹ thuật các loại đèn thường được đánh giá dựa vào các chỉ tiêu kỹ thuật sau:

- + Hiệu suất sáng
- + Nhiệt độ sáng T_m ($^{\circ}\text{K}$)
- + Chỉ số hoàn màu IRC (Color rendering Index)
- + Tuổi thọ bóng đèn

2. Cách chọn nguồn sáng

Dựa vào đặc điểm công việc cụ thể, nguồn sáng được lựa chọn cho phù hợp và cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- + Tạo ánh sáng tốt nhất khi làm việc
- + Tạo môi trường sáng tiện nghi thể hiện qua nhiệt độ màu (T_m) của nguồn sáng
- + Chất lượng chiếu sáng của nguồn sáng thể hiện qua chỉ số hoàn màu IRC
- + Hiệu suất sáng (lm/W) của nguồn sáng
- + Đảm bảo tuổi thọ của nguồn sáng
- + An toàn điện và phòng cháy nổ

II. CÁC THAM SỐ CỦA NGUỒN SÁNG

2.1 Quang thông: (Φ) (luminous lux) Quang thông là một đơn vị đo ánh sáng đã xét đến đặc điểm cảm thụ ánh sáng của mắt người.

Đơn vị đo quang thông : lumen (lm) là quang thông do một nguồn sáng điểm có cường độ sáng một candela phát đều trong một góc khối(Ω) một steradian (sr)

Các thông số cơ bản của nguồn sáng thông dụng được trình bày bảng 2.1

Bảng 2.1

| Nguồn sáng | Công suất (W) | Quang thông (lm) | Hiệu suất (lm/W) |
|------------------|---------------|------------------|------------------|
| Đèn nung sáng | 100 | 1390 | 13,9 |
| Đèn huỳnh quang | 40 | 540 | 93 |
| Sodium cao áp | 100 | 10000 | 100 |
| Sodium hạ áp | 180 | 33000 | 183 |
| Thủy ngân cao áp | 1000 | 58000 | 58 |
| Metan Halide | 2000 | 190000 | 95 |

2.2 Cường độ sáng (Luminous intensity)

Cường độ sáng là mật độ không gian của quang thông do nguồn bức xạ. Cường độ sáng kí hiệu là I, đơn vị là candela (cd)

Một vài trị số cường độ sáng của các nguồn sáng được trình bày bảng 2.2

Bảng 2.2

| Nguồn sáng | Cường độ sáng (cd) |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Ngọn nến | 0,8cd (theo mọi hướng không gian) |
| Đèn nung sáng 40W/220V | 35cd (theo mọi hướng) |
| Đèn nung sáng 300W/220V | 400cd (theo mọi hướng) |
| Đèn nung sáng 300W/220V (có chao đèn) | 1500cd (hướng trung tâm) |

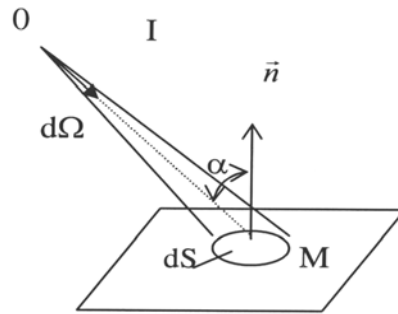
2.3 Độ rọi (E) (Illuminance)

Độ rọi là mật độ quang thông trên bề mặt được chiếu sáng . Như vậy, nếu một bề mặt diện tích S nhận được một quang thông Φ thì độ rọi E được xác định theo công thức :

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (2-1)$$

Đơn vị độ rọi là lux (lx), 1 lux = 1lm/m²

- + Kết quả tính toán trên, chúng ta được độ rọi trung bình của bề mặt S.
- + Tỷ số giữa độ rọi ở điểm chiếu sáng yếu nhất và độ rọi trung bình của một bề mặt được gọi là hệ số đồng đều độ rọi.
- + Quan hệ giữa độ rọi, cường độ và khoảng cách
- + Trên hình là một điểm O bức xạ quang thông với cường độ I tới một vi phân diện tích dS ở khoảng cách r so với nguồn.



Hình 2.1

\vec{n} : là pháp tuyến của dS và $d\Omega$ là góc khối từ O nhìn dS. Theo định nghĩa góc khối:

$$d\Omega = \frac{dS \cos \alpha}{r^2} \quad (2_2)$$

vì $I = \frac{dF}{d\Omega}$

nên $dF = I \frac{dS \cos \alpha}{r^2}$ (2_3)

mà $E = \frac{dF}{dS}$ nên $E = \frac{I dS \cos \alpha}{r^2 dS}$

do đó $E = \frac{I \cos \alpha}{r^2}$ (2_4)

Quan hệ (2.4) cho thấy độ rọi tỷ lệ thuận với cường độ sáng và tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách từ nguồn tới mặt được chiếu sáng. Công thức (2.4) còn được gọi là định luật bình phương khoảng cách của độ rọi.

2.4 Độ chói (L) (Luminance)

Độ chói L của một bề mặt phát sáng dS theo một hướng khảo sát là tỷ số giữa cường độ sáng I_α theo hướng đó và diện tích mặt bao nhìn dS từ hướng đó.

$$L_\alpha = \frac{I_\alpha}{dS \cdot \cos \alpha} \quad (\text{cd/m}^2) \quad (2_5)$$

Ở đây:

dS : Diện tích bề mặt được chiếu sáng ;

I_α : cường độ sáng theo hướng khảo sát.

Nhận xét :

- + Độ chói của một bề mặt bức xạ phụ thuộc hướng quan sát bề mặt đó.

- + Độ chói của một bề mặt bức xạ phụ thuộc vào khoảng cách từ bề mặt đó đến điểm quan sát.

2.5 Độ trưng (M)

Độ trưng là mật độ phân bố quang thông Φ trên bề mặt do một mặt khác phát ra. Đơn vị đo độ trưng là lm/m^2 là độ trưng của một nguồn hình cầu có diện tích mặt ngoài 1m² phát ra một quang thông cầu 1lumen phân bố đều theo mọi phương.

$$M = \frac{\Phi}{S} \quad (2-6)$$

Đối với bề mặt được chiếu sáng, độ chói và độ trưng phụ thuộc vào hệ số phản xạ (p).

2.6 Độ rọi yêu cầu E_{yc}

Độ rọi yêu cầu là độ rọi trung bình trên mặt phẳng làm việc (thường nằm ngang) cần thiết để tiến hành tốt nhất công việc.

Độ rọi yêu cầu thường xác định bằng thực nghiệm phụ thuộc vào góc phân biệt các chi tiết tương ứng với mỗi loại công việc, hoặc theo công thức kinh nghiệm sau đây (công thức Weston)

$$E_{yc} = \frac{1,94 \cdot 10^3}{\rho \sigma^{-1,5}} \quad (\text{lx}) \quad (2-7)$$

Ở đây:

ρ : Hệ số phản xạ khuếch tán của nền ;

σ : Góc phân biệt các chi tiết đặc trưng (phút).

2.7 Hiệu suất sáng . (Luminous efficacy)

Hiệu suất sáng có đơn vị là lumen/watt (lm/W), là tỷ số giữa quang thông của nguồn phát ra và công suất mà nguồn sáng tiêu thụ.

2.8 Nhiệt độ màu: (color temperature)

Nhiệt độ màu $T_m(^{\circ}\text{K})$ dùng để đánh giá chính xác hơn các loại ánh sáng trắng.

Nhiệt độ màu của các loại nguồn sáng được trình bày bảng 2.3

Bảng 2.3

| Loại ánh sáng trắng | Dải nhiệt độ màu ($^{\circ}\text{K}$) |
|--|---|
| Mặt trời lặn, đèn nung sáng, ánh sáng "nóng" (giàu bức xạ đỏ) | 2500 ÷ 3000 |
| Ánh sáng ban ngày khi trời sáng | 4500 ÷ 5000 |
| Ánh sáng ngày trời đầy mây, ánh sáng "lạnh" (giàu bức xạ xanh da trời) | 6000 ÷ 8000 |

2.9 Chỉ số hoàn màu IRC. (Color Rendering Index)

Chỉ số hoàn màu IRC cho biết chất lượng ánh sáng, đánh giá theo sự cảm thụ chính xác của màu sắc. Chỉ số hoàn màu IRC thay đổi từ 0 (đối với ánh sáng đơn sắc) đến 100 (đối với ánh sáng trắng). Chỉ số IRC càng cao thì chất lượng ánh sáng càng tốt.

Trong kỹ thuật chiếu sáng thường chia chất lượng chiếu sáng làm ba mức độ sau:

- + IRC = 66 _Chất lượng kém, dùng trong công nghiệp không đòi hỏi phân biệt màu sắc.

- + IRC ≥ 85 _Chất lượng trung bình, dùng trong công việc bình thường, khi chất lượng nhìn màu không thật đặc biệt.
- + IRC ≥ 95 _Chất lượng cao, dùng cho các công việc đặc biệt đòi hỏi chất lượng cao và các công việc đòi cần phân biệt màu sắc.

III. CÁC LOẠI NGUỒN SÁNG NHÂN TẠO

1. Đèn nung sáng

a. Cấu tạo :

- + Đèn nung sáng có cấu tạo khá đơn giản gồm dây tóc kim loại (loại Tungsteinse, vonfram) phát sáng khi có dòng điện chạy qua, được đặt trong một bóng thủy tinh ở áp suất rất nhỏ, chứa đầy khí trơ (Argon, Krypton, Ne). Đèn nung sáng được sử dụng rộng rãi ở những nơi không cần phân biệt sự khác nhau về màu sắc, không đòi hỏi mắt phải làm việc căng thẳng.
- + Đặc tính của đèn
- + Hiệu suất sáng của đèn nung sáng khá nhỏ. Hiệu suất đèn càng cao khi công suất đèn càng lớn và điện áp làm việc càng nhỏ.
 - Công suất danh định (40 ÷ 1000) W
 - Nhiệt độ màu (Tm) 2500 oK ÷ 3000oK
 - Chỉ số hoàn màu IRC 100
 - Tuổi thọ khoảng 1000 giờ

Đặc tính của đèn nung sáng trình bày bảng 2.4

Bảng 2.4

| Công suất (W) | Quang thông (lm) | | Hiệu suất sáng (lm/W) | |
|------------------|------------------|-----------|-----------------------|-------|
| | 120/127 V | 220/230 V | 127 V | 220 V |
| 40 | 500 | 430 | 12,5 | 10,0 |
| 75 | 1120 | 970 | 14,9 | 12,9 |
| 100 | 1590 | 1390 | 15,9 | 13,9 |
| 200 | 3430 | 2990 | 17,5 | 14,9 |
| 500 | 9600 | 8700 | 19,2 | 17,4 |
| 1000 | 21000 | 18700 | 21,0 | 18,7 |

b. Ưu và nhược điểm của đèn nung sáng

◆ Ưu điểm :

- + Nhiều chủng loại theo kích thước, cấp điện áp và công suất.
- + Quang thông giảm không đáng kể khi xuất hiện chênh lệch điện áp.
- + Sơ đồ nối dây đơn giản, không cần các bộ phận phụ.
- + Khả năng làm việc không phụ thuộc vào điều kiện của môi trường (nhiệt độ, độ ẩm,...)
- + Gọn nhẹ thích hợp với mọi điều kiện sử dụng.

◆ Nhược điểm :

- + Hiệu suất phát sáng thấp.
- + Tuổi thọ thấp hơn các loại đèn khác.

2. Đèn phóng điện

a) Cấu tạo :

Bóng đèn phóng điện gồm một ống thủy tinh có đặt hai điện cực, trong chứa hơi kim loại áp suất thấp.

b) Hoạt động :

Khi xuất hiện một điện thế cao giữa hai điện cực thì dòng hồ quang phóng điện được hình thành, nhưng sự phóng điện này là một dải màu đơn sắc, thường ở vùng cực tím, chưa phải là ánh sáng nhìn thấy được. Vì vậy bóng đèn cần nạp hơi thủy ngân Natri hay Halogen thích hợp để tạo ra ánh sáng.

3. Đèn hơi Natri

Có loại bóng đèn áp suất thấp và loại áp suất cao.

a) Đèn hơi Natri áp suất thấp : ánh sáng đơn sắc màu vàng - cam.

Đặc điểm :

- + Hiệu suất sáng cao (100 ÷ 200)lm/W
- + Ánh sáng đơn sắc màu vàng - cam IRC = 0
- + Công suất nhỏ (18 ÷ 180)W
- + Độ chói nhỏ
- + Tuổi thọ dài khoảng 8000 giờ

Thường dùng trong chiếu sáng bảo vệ, lối đi, bãi xe.

b) Đèn hơi Natri áp suất cao

Đặc điểm :

- + Hiệu suất sáng (70 ÷ 130) lm/W
- + Nhiệt độ màu (2000 ÷ 2500)°K
- + Chỉ số hoàn màu IRC (20 ÷ 80)
- + Tuổi thọ đến 10000 giờ

Thường dùng trong chiếu sáng các trung tâm thương mại, ngân hàng, khách sạn, cửa hàng, triển lãm, sân thể thao, phòng hội thảo...

c) Đèn hơi thủy ngân cao áp : Đèn cao áp thủy ngân có hai loại :

Loại dùng thêm chấn lưu, khi lắp đặt phải có chấn lưu riêng tùy theo điện thế và công suất của mỗi loại bóng. Loại này bắt sáng rất chậm nhưng rất ổn định.

Loại không cần chấn lưu vì bên trong bóng được mắc nối tiếp ống phóng điện với một tim sợi đốt Wolfram phát ra khi đốt nóng. Loại này bắt sáng nhanh nhưng khi nóng lên, bóng hay bị tắt, nguội bóng mới bật sáng lên lại. Bóng được nối trực tiếp vào lưới điện.

Đặc điểm :

- + Hiệu suất sáng (40 ÷ 95) lm/W
- + Nhiệt độ màu (3000 ÷ 4500)°K
- + Chỉ số hoàn màu IRC (40 ÷ 60)
- + Tuổi thọ khoảng 4000 giờ

Áp dụng giống như với bóng đèn hơi Natri cao áp.

d) Đèn Metal Halide

Đèn Metal Halide chứa khí trong đèn là hỗn hợp khí thủy ngân và các khí Halogen kim loại ở áp suất cao. Sử dụng đèn Metal Halide thì rất kinh tế và giá vận hành thấp, diễn tả màu sắc tốt, thể hiện màu sắc ánh sáng ban ngày và ánh sáng trắng cho những nơi có yêu cầu cao.

d) Đèn Sodium

d.1. Đèn hơi Sodium áp suất cao

Đèn hơi Sodium áp suất cao cho ánh sáng là trắng ấm, là nguồn sáng cho chiếu sáng đèn đường, công nghiệp ngoài trời, đèn pha.

d.2. Đèn hơi Sodium áp suất thấp

Đèn hơi Sodium áp suất thấp có hiệu suất rất cao, công suất đơn vị nhỏ và tuổi thọ thấp hơn các loại đèn phóng điện khác.

Bảng 2.5 trình bày đặc tính của các đèn phóng điện :

| Loại Thông Số | Thủy ngân cao áp | Sodium cao áp | Sodium hạ áp | Metal halide | Natri cao áp | Natri hạ áp |
|--------------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|--------------|-------------|
| công suất (w) | 100 – 2000 | 35 - 3500 | 18 – 180 | 70 ÷ 3500 | 50 ÷ 100 | 80 ÷ 180 |
| hiệu suất | Trung bình | cao | rất cao | cao | trung bình | cao |
| chỉ số hoàn màu IRC | 50 – 60 | 50 | < 50 | 65 + 90 | 20 + 80 | |
| hiệu suất sáng (lm/w) | 40 – 60 | 130 | 220 | 95 | 70 ÷ 130 | 100 ÷ 200 |
| nhiệt độ màu | 3000 – 4500 | 2200 | 1800 | 3000+6000 | 2000 + 2500 | 1800 |
| thể hiện màu | Trung bình | màu sắc trung thực | thể hiện màu kém | thể hiện màu tốt | trung thực | kém |
| quang thông ban đầu (lm) | 1500-55000 | 130000 | 180000 | 24000 ÷ 300000 | | |
| tuổi thọ (giờ) | 24000 | 2000-24000 | 18000 | 12000+20000 | 10000 | 10000 |

e) Đèn huỳnh quang

1. Cấu tạo:

Bóng là một ống phóng điện với hai điện cực và hơi thủy ngân, thành trong của ống được tráng một lớp phát sáng (huỳnh quang). Khi các tia hồ quang phóng điện va chạm vào lớp phát sáng, một phần năng lượng của chúng biến thành nhiệt năng, phần còn lại thành ánh sáng. Có hai loại bóng đèn huỳnh quang:

Loại bật sáng bằng bộ mồi (starter) và cấp điện áp bằng chấn lưu (ballast) thường.

Loại bật sáng tức thời không cần đốt nóng trước.

Đèn huỳnh quang sử dụng cho công việc có yêu cầu về độ rọi cao (100 – 150 lux trở lên) và điện áp lưới phải ổn định. Không được dùng đèn huỳnh quang để chiếu sáng sự cố.

2. Đặc điểm của đèn huỳnh quang :

- + Hiệu suất sáng (40 ÷ 105)lm/W
- + Nhiệt độ màu (2800 ÷ 6500)^oK
- + Chỉ số hoàn màu IRC (55 ÷ 92)
- + Tuổi thọ khoảng 7000 giờ

❖ Ưu và khuyết điểm :

Ưu điểm :

- + Diện tích chiếu sáng lớn.
- + Ánh sáng phát ra gần với ánh sáng tự nhiên.
- + Quang thông giảm ít (1%) khi điện áp thay đổi trong phạm vi cho phép.

Khuyết điểm :

- + Cấu tạo phức tạp.
- + Giá thành cao, $\cos\varphi$ thấp.
- + Quang thông và phạm vi phát quang phụ thuộc vào nhiệt độ. Đối với các loại bật sáng bằng bộ mồi, khi nhiệt độ dưới 15 $^{\circ}$ C thì bộ mồi không hoạt động được.

f. Những loại bóng đèn mới

1. Đèn Halogen

Đây là bóng đèn nung sáng chứa hơi Halogen, cho phép nâng cao nhiệt độ nung sáng của dây tóc, nâng cao chất lượng ánh sáng, làm giảm sự bốc hơi của dây tóc Tungstene làm đen dần bóng đèn. Bóng đèn Halogen có những ưu điểm so với đèn nung sáng bình thường là :

- + Công suất như nhau nhưng hiệu suất sáng cao hơn.
- + Ánh sáng trắng hơn, nhiệt độ màu đạt 2900 $^{\circ}$ K, chỉ số IRC cao, đạt đến 100.
- + Tuổi thọ tăng lên hai lần, đạt được 2000 – 2500 giờ.
- + Kích thước nhỏ hơn.

2. Bóng đèn compacte

Là một dạng mới của bóng đèn huỳnh quang, có các đặc điểm sau :

- + Chất lượng ánh sáng : nhiệt độ màu đạt từ 2700 $^{\circ}$ K đến 4000 $^{\circ}$ K. Chỉ số hoàn màu IRC = 85.
- + Công suất tiêu thụ thấp hơn đèn nung sáng bốn đến năm lần và nhỏ hơn so với đèn huỳnh quang thường.
- + Hiệu suất 85 lm/W.
- + Tuổi thọ khoảng 8000 giờ.
- + Khả năng sinh nhiệt thấp.
- + Kích thước bóng đèn nhỏ, hình dáng đẹp.

3. Bóng đèn cảm ứng điện từ

Đây là loại bóng đèn thế hệ mới nhất, dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ, không có điện cực, không có dây tóc, với ưu điểm nổi bật về tuổi thọ (lên khoảng 60000 giờ).

Đặc điểm của bóng đèn :

- | | |
|-------------------|----------------------------|
| + Hiệu suất sáng | (65 ÷ 70)lm/W |
| + Nhiệt độ màu | (3000 ÷ 4000) $^{\circ}$ K |
| + Chỉ số hoàn màu | IRC \geq 80 |

IV . KỸ THUẬT CHIẾU SÁNG

1. Chất lượng chiếu sáng

Khi tính toán chiếu sáng, vấn đề cần quan tâm là phải thỏa mãn các chỉ tiêu về độ rọi và hiệu quả chiếu sáng cao đối với thị giác.vấn đề này liên quan đến việc chọn kiểu đèn và phân phối đèn sao cho kinh tế, an toàn và bảo đảm chất lượng chiếu sáng

cao. Ngoài những chỉ tiêu nêu trên cần tạo nên vẻ mỹ quan để tạo môi trường chiếu sáng tiện nghi.

Nhằm thỏa mãn các yêu cầu, khi thiết kế chiếu sáng cần chú ý các điểm sau:

- + Không chói mắt vì khi mắt có cảm giác lóa, chói sẽ dẫn đến thần kinh bị căng thẳng, mệt mỏi khi làm việc, thị giác sẽ mất chính xác.
- + Không chói do phản xạ trên bề mặt làm việc hay vật cần quan sát.
- + Không có bóng tối trên bề mặt làm việc bằng cách tăng số lượng đèn, dùng đèn có ánh sáng phản xạ hay khuếch tán.
- + Phải đạt được độ rọi đồng đều để khi quan sát từ nơi này sang nơi khác, mắt không phải điều tiết quá nhiều.
- + Phải tạo được ánh sáng giống như ánh sáng ban ngày.

2. Các dạng chiếu sáng

Chiếu sáng trực tiếp: Là chiếu sáng có trên 90% quang thông do đèn bức xạ hướng xuống bề mặt sàn.

Chiếu sáng trực tiếp được phân làm hai loại:

- + Trực tiếp hẹp khi quang thông đèn tập trung chính vào mặt phẳng làm việc, khi đó các tường bên đều bị tối.
- + Trực tiếp rộng khi quang thông đèn phân bố rộng hơn trong nửa không gian phía dưới, khi đó các tường bên cũng được chiếu sáng.

* *Chiếu sáng kiểu nửa gián tiếp:* Là chiếu sáng có 60% ÷ 90% quang thông đèn bức xạ xuống phía dưới, khi đó các tường bên và trần cũng được chiếu sáng. Kiểu chiếu sáng này thích hợp trong các văn phòng, nhà ở...

* *Chiếu sáng kiểu hỗn hợp:* Là chiếu sáng có 40% ÷ 60% quang thông đèn bức xạ khi đó các tường bên và trần được chiếu sáng. Chiếu sáng hỗn hợp bao gồm chiếu sáng chung và chiếu sáng cục bộ.

- + Chiếu sáng chung là chiếu sáng toàn bộ diện tích hoặc một phần diện tích bằng cách phân bố ánh sáng đồng đều khắp phòng hoặc từng khu vực.
- + Chiếu sáng cục bộ là chiếu sáng chỉ trên bề mặt làm việc.

* *Chiếu sáng kiểu nửa gián tiếp:* Là chiếu sáng có 10% ÷ 40% quang thông đèn bức xạ hướng xuống phía sàn.

* *Chiếu sáng kiểu gián tiếp:* Là chiếu sáng có trên 90% quang thông đèn bức xạ lên phía trên trần.

Hai kiểu chiếu sáng gián tiếp và nửa gián tiếp thường sử dụng cho các phòng khách giả, các nhà hàng, nhà ăn...

3. Chọn độ rọi yêu cầu

Tiêu chuẩn độ rọi bao gồm tiêu chuẩn và thang độ rọi trong nhà ở, nhà công cộng, các gian hàng phụ trợ và thang độ rọi cho các công trình sản xuất công nghiệp (TCXD – 16 – 64)

1. Thang độ rọi trong nhà ở, nhà công cộng và các gian hàng phụ trợ

Độ rọi tiêu chuẩn theo phương thức chiếu sáng chung trong nhà ở, nhà công cộng và các gian hàng phụ trợ trình bày ở bảng 2.7

Bảng 2.7

| Loại gian phòng | Độ rọi nhỏ nhất | | Mặt phẳng được chiếu sáng |
|--|-----------------|---------------|--|
| | Đèn huỳnh quang | Đèn nung sáng | |
| Nhà ở | 50 | 10 – 20 | Mặt phẳng ngang cách mặt sàn 0,8m |
| Văn phòng | 150 – 200 | 75 – 100 | -nt- |
| Thư viện và các công trình văn hóa | 75 – 100 | 25 - 50 | -nt- |
| Các cơ quan văn phòng và phòng khám bệnh | 100 – 400 | 50 - 200 | -nt- |
| Nhà giữ trẻ, nhà mẫu giáo | 35 – 100 | 15 – 35 | Mặt phẳng ngang cách sàn 0,8m |
| Trường phổ thông, trung học chuyên nghiệp và đại học | 100 – 150 | 25 - 50 | -nt- |
| Cửa hàng | 50 – 100 | 15 - 50 | Ở quầy hàng và tủ kính trong mặt phẳng nằm ngang cách sàn 0,8m |
| Cửa hàng ăn uống, công cộng | 35 | 20 | Mặt phẳng ngang cách sàn 0,8m |

GHI CHÚ : Trên bàn mổ cần phải có ánh sáng bổ sung bằng thiết bị đèn đặc biệt để đảm bảo độ rọi:

+ Phòng giải phẫu lớn : 3000 lux

+ Phòng phẫu thuật khác : 2000 lux

2) Thang đo độ rọi cho các công trình sản xuất công nghiệp

Độ rọi tiêu chuẩn cho các công trình sản xuất công nghiệp trình bày ở bảng 2.8

Bảng 2.8

| Tính chất công việc | Kích thước của vật cần phân biệt (mm) | Độ rọi nhỏ nhất | | | |
|---------------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|
| | | Đèn huỳnh quang | | Đèn nung sáng | |
| | | Chiếu sáng hỗn hợp | Chiếu sáng chung đơn độc | Chiếu sáng hỗn hợp | Chiếu sáng chung đơn độc |
| Rất chính xác | Từ 0,10 và nhỏ hơn | 500 - 1000 | 200 - 500 | 300 - 1000 | 100 – 200 |
| Chính xác cao | Từ 0,10 đến 0,30 | 500 -1500 | 50 - 500 | 300 - 750 | 75 - 200 |
| Chính xác | Từ 0,30 | 400 - 750 | 100 -200 | 200 - 400 | 50 - 100 |

| | | | | | |
|------------------|------------------|----------|----------|----------|---------|
| | đến 1,0 | | | | |
| Chính xác vừa | Từ 1,0 đến 10 | 75 - 100 | 75 - 100 | 75 - 100 | 20 - 30 |

3) Chọn độ rọi.

Khi chọn độ rọi tiêu chuẩn cần chú ý đến các yếu tố sau :

- + Kích thước vật cần phân biệt
- + Độ tương phản giữa vật và nền
- + Mức độ sáng của nền

Độ rọi tiêu chuẩn trong chiếu sáng hỗn hợp lớn hơn trường hợp dùng chiếu sáng chung.

Với đèn huỳnh quang độ rọi tiêu chuẩn lớn hơn đèn nung sáng.

Độ rọi không được nhỏ hơn 75 lux khi chiếu sáng bằng đèn huỳnh quang, vì với độ rọi sẽ cho cảm giác mờ tối.

Chọn đèn và kiểu đèn chiếu sáng

Để chọn nguồn sáng phù hợp với yêu cầu công việc và môi trường sáng được tiện nghi cần phải lưu ý đến một số vấn đề như sau :

1) Hạn chế sự lóa mắt

Để đảm bảo hạn chế sự lóa mắt, độ cao treo đèn nhỏ nhất cho phép đối với các loại lắp bóng nung sáng được trình bày bảng 2.9, và với loại lắp bóng huỳnh quang được trình bày bảng 2.10

Bảng 2.9

| <i>Tính chất của đèn</i> | <i>Độ cao treo đèn thấp nhất so với nền nhà (m)</i> | |
|---|---|-------------------------------------|
| | <i>Công suất bóng đèn <200 W</i> | <i>Công suất bóng đèn >200 W</i> |
| Đèn có bộ phận phản xạ khuếch tán, ánh sáng có góc bảo vệ từ $10^0 \div 30^0$, không có bộ phận tán xạ ánh sáng | 3,00 | 4,00 |
| Đèn có bộ phận phản xạ khuếch tán, ánh sáng có góc bảo vệ từ $>30^0$, không có bộ phận tán xạ ánh sáng | Không hạn chế | 3,00 |
| Khi có hệ số thấu xạ $\leq 80\%$ trong phạm vi từ $0^0 \div 90^0$ hoặc hệ số thấu xạ $\leq 55\%$ trong phạm vi từ $0^0 \div 90^0$ | 3,00 | 4,00 |
| Khi có hệ số thấu xạ $\leq 55\%$ trong phạm vi từ $0^0 \div 90^0$ | 2.50 | 3,00 |

| | | |
|---|------|------|
| Đèn phản xạ mặt gương | | |
| a) Phân bố ánh sáng sâu | 2,50 | 3,00 |
| b) Phân bố ánh sáng rộng | 4,00 | 6,00 |
| Đèn không có chao, chụp, nhưng vỏ làm bằng thủy tinh mờ | 4,00 | 6,00 |

Bảng 2.10 Độ cao treo đèn thấp nhất đối với đèn lắp đặt bóng huỳnh quang

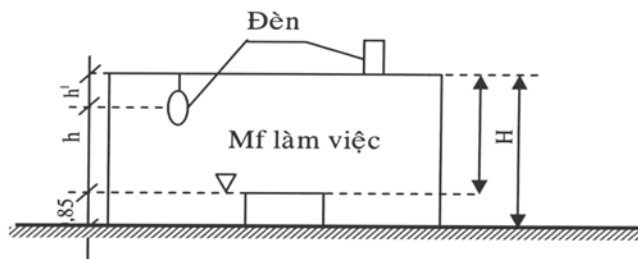
| Tính chất của đèn | Góc bảo vệ của đèn trong mặt phẳng ngang và mặt phẳng đứng | Độ cao treo đèn thấp nhất theo số lượng bóng trong mỗi đèn (m) | |
|---|--|--|--------------|
| | | Số bóng ≤ 4 | Số bóng >4 |
| Đèn ánh sáng trực tiếp có bộ phận phản xạ khuếch tán ánh sáng | a) Từ $10^\circ \div 25^\circ$ | 4,00 | 4,50 |
| | b) Từ $25^\circ \div 40^\circ$ | 3,00 | 3,50 |
| | c) Lớn hơn 40° | Không hạn chế | |
| Đèn có ánh sáng tán xạ với hệ số thấu xạ τ : • Nhỏ hơn 50% • Từ 50% \div 80% | | 2,60 | 3,50 |
| | | 3,20 | 4,00 |

2) Chọn độ cao treo đèn

Độ cao treo đèn một mặt có liên quan đến sự tiện nghi của môi trường ánh sáng, mặt khác liên quan đến kinh tế sử dụng đèn. Người thiết kế mong muốn có độ cao treo đèn lớn vì :

Nguồn sáng càng ở xa trường nằm ngang, khả năng gây chói lóa mắt tiện nghi càng giảm.

Đèn càng cao, công suất phải lớn, khi đó hiệu suất sáng của đèn cũng càng cao. Số lượng đèn càng giảm nhờ khoảng cách giữa chúng có thể tăng lên.



Hình 2.2

Gọi: h' là khoảng cách từ đèn đến trần ;

h là độ cao của đèn so với mặt phẳng làm việc.

Tỷ số treo đèn J là:

$$J = \frac{h'}{h'+h}$$

Thường $h \geq 2h'$ do đó

$$0 \leq J \leq \frac{1}{3}$$

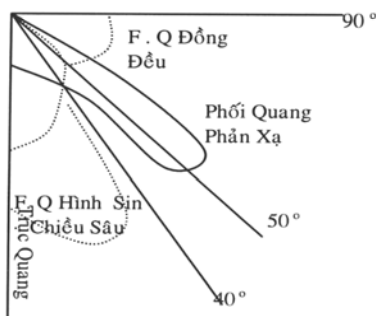
3) Chao đèn (chụp đèn)

Chao đèn là bộ phận chụp ngoài bóng đèn, có tác dụng phân bố lại quang thông của bóng đèn một cách hợp lý theo yêu cầu nhất định. Ngoài ra, chao đèn còn có tác dụng bảo vệ cho mắt khỏi bị chói, bảo vệ cho bóng khỏi bị va đập, bụi bám và bị phá hủy bởi các khí ăn mòn... và còn làm tăng vẻ đẹp của hệ thống chiếu sáng.

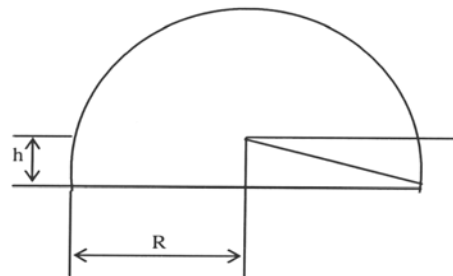
Dưới đây là một số chao đèn thường gặp:

- Chao phản xạ khuếch tán có tráng một lớp men sứ hoặc lớp gương phản xạ (bằng kính hay bằng kim loại), phản xạ ánh sáng (không cho tia sáng chiếu trực tiếp với các mặt làm việc) và khuếch tán ánh sáng rộng ra.
- Chao tán xạ bằng thủy tinh có quét một lớp hóa chất mờ, hoặc bằng thủy tinh được mài mờ, màu đục hoặc màu trắng với mục đích phân bố ánh sáng tỏa đều ra xung quanh và giảm độ chói của nguồn sáng.
- Chao phản xạ khuếch tán (có bộ phận tán xạ) là loại chao đèn sau khi phản xạ và khuếch tán rộng một mét lại được bộ phận tán xạ phân bố cho ánh sáng đều ra chung quanh.

Đường cong phân bố ánh sáng của các loại chao đèn trình bày ở Hình 2.3



Hình 2.3



Hình 2.4

- + Phân bố ánh sáng đều là khi cường độ ánh sáng phân bố đều ra các phía.
- + Phân bố ánh sáng chiều sâu là khi cường độ ánh sáng phát ra lớn nhất trong khoảng $(45^\circ \div 90^\circ)$ và nhỏ nhất trong khoảng $(0^\circ \div 45^\circ)$.

- + Phân bố ánh sáng chiếu hẹp là khi cường độ sáng lớn nhất trong khoảng ($0^\circ \div 30^\circ$).
- + Hai chỉ tiêu quan trọng nhất của chao đèn là hiệu suất và góc bảo vệ.
- + Hiệu suất của chao đèn là tỷ số giữa quang thông của đèn có chao đèn và quang thông của bản thân bóng đèn. Vì chao đèn hấp thụ một phần quang thông của đèn, cho nên hiệu suất của đèn chỉ còn trong khoảng ($0,5 \div 9,0$)
- + Góc bảo vệ của chao đèn (Hình 2.4) thể hiện mức độ bảo vệ mắt của chao đèn và được xác định theo biểu thức :

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{h}{R+r} \quad (2-9)$$

Ở đây :

- β : Góc bảo vệ ;
- h : Khoảng cách từ đường thẳng đi qua sợi tóc bóng đèn đến mép dưới của chao đèn ;
- R : Bán kính của miệng chụp đèn ;
- r : Bán kính của vòng quấn của dây tóc đèn .

4) Chọn kiểu chiếu sáng

- + Khi thiết kế chiếu sáng cần chọn kiểu chiếu sáng thích hợp để môi trường chiếu sáng được tiện nghi hơn.
- + Kiểu chiếu sáng trực tiếp hẹp thường chiếu sáng trong nhà có yêu cầu độ cao lớn. Đây là kiểu chiếu sáng đạt hiệu quả kinh tế cao nhất, nhưng khi đó tường và trần bên sẽ bị tối.
- + Kiểu trực tiếp rộng và nửa trực tiếp cho phép tạo ra môi trường sáng tiện nghi hơn, trần nhà và tường bên đều được chiếu sáng.
- + Kiểu nửa gián tiếp và gián tiếp thường ưu tiên sử dụng trong nhà công cộng có đông người qua lại như : phòng khán giả, nhà ăn, nhà ga, các đại sảnh... nói chung được áp dụng cho những nơi có yêu cầu về độ rọi không cao mà lại mong muốn có một môi trường sáng tiện nghi.

5) Hiệu suất chiếu sáng của chao đèn

- + Không phải toàn bộ quang thông do đèn bức xạ ra đều thoát ra khỏi đèn để chiếu vào không gian của phòng, mà một phần của nó bị giữ lại bên trong các chi tiết của vỏ đèn. Vì vậy, hiệu suất chiếu sáng η của đèn là tỷ số (theo phần trăm) giữa quang thông bức xạ khỏi chao đèn và quang thông do đèn bức xạ ra :

$$\eta = \frac{\Phi_{cd}}{\Phi_d} \quad (2-10)$$

Ở đây :

- Φ_d : Quang thông bức xạ của bóng đèn ;
- Φ_{cd} : Quang thông thoát ra khỏi chao đèn.
- + Hiệu suất chiếu sáng của chao đèn càng cao thì càng có lợi, vỏ đèn ít bị nung nóng. Tỷ số này thay đổi từ $40\% \div 80\%$ tùy theo cấu tạo của đèn và đặc tính của đèn do hãng cung cấp.

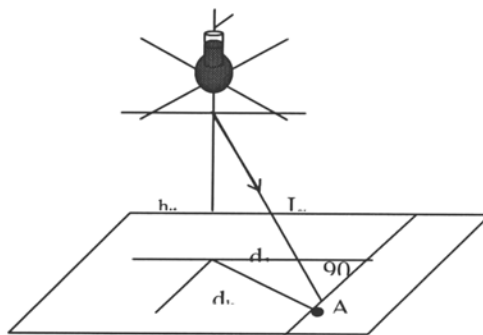
6) Hiệu suất chiếu sáng của bóng đèn

- + Hiệu suất chiếu sáng của bóng đèn là tỷ số giữa quang thông do đèn phát ra và năng lượng tiêu thụ của đèn. Đơn vị của hiệu suất chiếu sáng là lumen trên Watt (lm/W).

7) Đường cong phối quang

- + Có thể dùng vectơ hiển thị cường độ của một nguồn sáng phát ra theo một phương cho trước. Độ lớn của vectơ được lấy theo tỷ lệ tương ứng với trị số cường độ sáng. Khi có một chùm vectơ cường độ sáng xuất phát từ một điểm gốc và tỏa ra trong không gian theo mọi phương, nếu nối các điểm cuối của các vectơ đó lại sẽ có một bề mặt gọi là mặt phẳng phối quang.
- + Đường cong phối quang của nguồn sáng điểm (như đèn nung sáng) được biểu diễn trên một mặt phẳng chứa trục tròn xoay của nguồn sáng. Đối với nguồn sáng có dạng hình ống (đèn huỳnh quang) đường cong được lập trên hai mặt phẳng vuông góc với đèn, theo phương dọc và theo phương ngang.
- + Đường cong phối quang được lập trên cơ sở thực nghiệm, dựng cho quang thông qui chuẩn là 1000 lm. Đối với mỗi loại nguồn sáng riêng biệt thì có đường cong phối quang riêng biệt. Do đó người ta gọi nó là "thẻ căn cước" của nguồn sáng.

8) Đường đẳng lux



Hình 2.5

Với :

h_u : Chiều cao nguồn sáng;

d_k : Khoảng cách từ hình chiếu của tâm nguồn sáng tới điểm kiểm tra;

d_l : Khoảng cách từ hình chiếu của tâm nguồn sáng vuông góc với giao điểm của đường thẳng chứa điểm kiểm tra.

- + Với mỗi khoảng cách d_k khác nhau thì độ rọi khác nhau.
- + Trên các mặt phẳng qua trục đối xứng của tâm nguồn sáng, chọn các tia sáng theo phương của góc α , với I_α và h_u xác định được gọi là độ rọi qui ước theo hướng α

$$e = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha}{h_u^2}$$

- + Nối các điểm có trị số e giống nhau thành một đường cong gọi là đường đẳng lux không gian, các đường đẳng lux không gian được biểu diễn trên hệ trục d_k và h_u gọi là đồ thị đẳng lux không gian. Với từng loại đèn cụ thể có đồ thị đường đẳng lux không gian tương ứng.

9) Chọn chao đèn theo kỹ thuật chiếu sáng và điều kiện môi trường

Tính kinh tế đèn được đặc trưng bởi trị số quang thông sử dụng có ích và hiệu suất phát sáng của đèn. Quang thông sử dụng có ích càng lớn thì mức độ phân bố ánh sáng càng cao.

Trong kỹ thuật chiếu sáng, người ta thường dùng thông số I (chỉ số phòng được chiếu sáng) và tích số $E_{\min} \cdot K \cdot h^2$. Trong đó K là hệ số dự trữ (tra bảng) để chọn các loại đèn cho hợp lý, đạt hiệu quả kinh tế-kỹ thuật và môi trường chiếu sáng tiện nghi nhất.

Trong tính toán để chọn đèn theo kỹ thuật chiếu sáng cần lưu ý các vấn đề sau:

Màu sắc tường và trần là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng chiếu sáng.

Hạn chế sự lóa mắt bằng cách tăng lượng quang thông phát ra ở bán cầu trên của đèn và dùng ánh sáng phản xạ để chiếu sáng, trong trường hợp cho phép có thể dùng các loại đèn có kiểu chiếu sáng hoàn toàn.

Chọn đèn theo kỹ thuật chiếu sáng thường vận dụng các trường hợp sau:

a) Trong các phòng ở, sinh hoạt, văn phòng nên dùng đèn có ánh sáng tán xạ hoặc ánh sáng phân bố trực tiếp là chủ yếu.

b) Đèn có ánh sáng phản xạ nên dùng trong các trường học, bệnh viện, phòng vẽ.

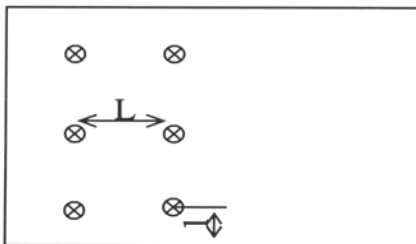
c) Trong các gian phòng sản xuất ở các nhà máy, xí nghiệp thông thường dùng đèn có phân bố ánh sáng trực tiếp, nhưng trong các phòng có chiều cao không lớn, tường, trần có màu sáng, tốt nhất nên dùng đèn có sự phân bố ánh sáng trực tiếp là chủ yếu.

d) Không nên dùng dạng phân bố có ánh sáng rộng chiếu sáng các phòng bên trong nhà, nên dùng ánh sáng rộng ở những nơi như quảng trường, sân bãi, đường phố...

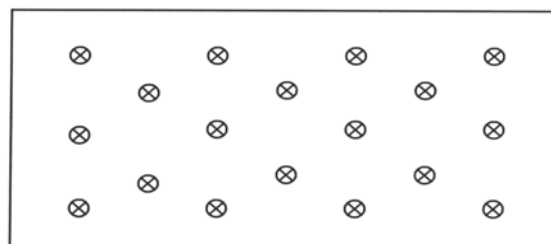
Trong mỗi môi trường thực tế, đèn phải đảm bảo các yêu cầu sau

- Làm việc an toàn.
- An toàn về mặt chất nổ.
- Hệ số hiệu dụng của đèn ít bị ảnh hưởng do tác động của điều kiện bên ngoài
- Bền chắc.

10) Chọn cách bố trí đèn và xác định số lượng đèn tối thiểu để đảm bảo độ đồng đều ánh sáng trên mặt phẳng làm việc



Hình 2-6



Hình 2-7

Độ đồng đều ánh sáng trên mặt phẳng làm việc là một trong các chỉ tiêu chất lượng quan trọng và phụ thuộc vào:

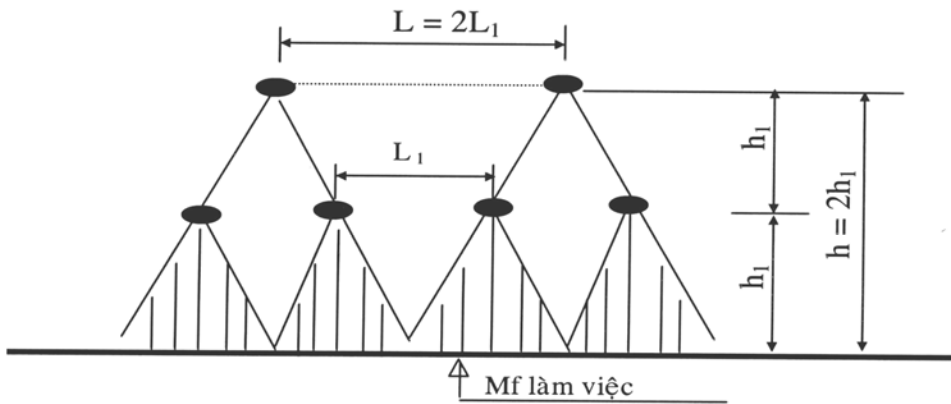
- ✓ Loại đèn.
- ✓ Khoảng cách giữa các đèn.
- ✓ Hệ số phản xạ của các tường bên và trần

Để thấy rõ sự phụ thuộc đến độ đồng đều ánh sáng, có hai phương án bố trí đèn
Phương án 1: đèn đặt ở góc hình vuông (hình 2-6) nếu bố trí theo phương án này mà độ rọi đạt yêu cầu thiết kế thì công suất chiếu sáng sẽ là nhỏ nhất.

Phương án 2: các đèn đặt theo kiểu hình thoi. (hình 2-7)

Trong thực tế việc bố trí đèn còn phụ thuộc vào xà ngang của xưởng (nếu là nhà xưởng) đường di chuyển của cần trục trong phân xưởng (nếu có).

Độ cao treo đèn so với mặt phẳng làm việc (hình 2-8) cho thấy sự đồng đều ánh sáng chỉ phụ thuộc tỷ số $\frac{L}{h}$.



Hình 2.8

Với: L là khoảng cách nhỏ nhất để đạt được yêu cầu ánh sáng giữa các đèn.

H là khoảng cách từ mặt phẳng làm việc đến đèn.

tỷ số $\frac{L}{h}$ phụ thuộc vào loại đèn. Để đảm bảo độ đồng đều ánh sáng yêu cầu trên mặt phẳng làm việc, khi bố trí đèn phải giữ được tỷ số $\frac{L}{h}$ không vượt quá các trị số cực đại trong bảng 2.11

Ngoài ra khoảng cách từ các đèn biên tới tường biên (hình 2.6) cũng phải tuân theo điều kiện sau:

$$d_a/3 \leq \lambda \leq d_a/2 \text{ và } d_a/3 \leq \lambda_1 \leq d_a/2$$

Sau khi bố trí đèn theo các điều kiện trên, sẽ xác định được số lượng số lượng đèn trong phòng. Đây chính là số lượng đèn tối thiểu để đảm bảo độ đồng đều độ rọi trên mặt phẳng làm việc. Trị số $\frac{L}{h}$ hợp lý tra theo bảng 2.11

Bảng 2.11

| Loại đèn và | L/h bố trí nhiều dãy | L/h bố trí 1 dãy | Chiều rộng giới |
|-------------|----------------------|------------------|-----------------|
|-------------|----------------------|------------------|-----------------|

| Nơi sử dụng | Tốt nhất | Cho phép cực đại | Tốt nhất | Cho phép Cực đại | hạn của phân xưởng khi bố trí một dãy |
|--|----------|------------------|----------|------------------|---------------------------------------|
| Chiếu sáng ngoài nhà dùng chao đèn mờ hoặc tráng men | 2,3 | 3,2 | 2,5 | 2,5 | 1,3H |
| Chiếu sáng phân xưởng chao đèn vụn năng | 1,8 | 2,5 | 2,0 | 2,0 | 1,2H |
| Chiếu sáng cho các cơ quan văn hóa, văn phòng hành chính | 1,6 | 1,8 | 1,5 | 1,8 | 1,0H |

V. CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG

1 Phương pháp hệ số sử dụng

1.1 Ý nghĩa

Phương pháp này sử dụng để tính quang thông của các đèn trong chiếu sáng chung đều khi đã biết trước độ rọi theo yêu cầu của độ rọi cho trước trên mặt phẳng nằm ngang, có kể đến ánh sáng của trần và tường. Ngược lại phương pháp này có thể áp dụng tìm độ rọi khi đã biết quang thông của đèn.

Không dùng phương pháp hệ số sử dụng để tính toán chiếu sáng cục bộ, chiếu sáng ngoài trời và chiếu sáng các mặt phẳng không phải là mặt phẳng nằm ngang.

1.2 Công thức tính

Quang thông tính toán đèn Φ_{tt-d} được xác định theo biểu thức:

$$\Phi_{tt-d} = \frac{E_{\min} \cdot K \cdot S_p \cdot \Delta E}{n_d \cdot K_\phi}$$

Ở đây:

E_{\min} : Độ rọi chọn theo tiêu chuẩn; (tra SGK trang 569)

K : Hệ số dự trữ chọn theo bảng 2.12

S_p : Diện tích phòng được chiếu sáng;

n_d : Số lượng đèn chiếu sáng;

K_ϕ : Hệ số sử dụng quang thông đèn phụ thuộc vào loại đèn sử dụng, chỉ số phòng và tính chất của phòng;

ΔE : Tỷ số giữa độ rọi trung bình và độ rọi nhỏ nhất.

Bảng 2.12

| ST T | Tính chất phòng | Hệ số dự trữ (K) | | |
|---------|-----------------|------------------|---------------|-----------------|
| | | Đèn huỳnh quang | Đèn nung sáng | Số lần lao bóng |
| | | | | |

| | | | | |
|---|--|-----|-----|-----------------------|
| 1 | Các phòng có nhiều bụi, tro, khói, bồ hóng | 2 | 1,7 | 4 lần trong một tháng |
| 2 | Các phòng có bụi, khói tro, bồ hóng trung bình | 1,8 | 1,5 | 3 lần trong một tháng |
| 3 | Phòng ít bụi khói, tro, bồ hóng | 1,5 | 1,3 | 2 lần trong một tháng |

1.3 Xác định các hệ số tính toán

1) Hệ số sử dụng quang thông (K_{Φ})

Hệ số K_{Φ} phụ thuộc vào đặc tính của đèn, kích thước phòng, màu sơn của tường và trần.

a) Sự phụ thuộc kích thước phòng được chiếu sáng

Để tìm hệ số sử dụng K_{Φ} khi tra trong sổ tay kỹ thuật chiếu sáng, phải xác định chỉ số i của phòng được chiếu sáng

$$i = \frac{S_p}{h_u \cdot (D_1 + D_2)} \quad (2-16)$$

ở đây:

S_p : Diện tích phòng được chiếu sáng;

D_1, D_2 : Kích thước chiều rộng và chiều dài của phòng được chiếu sáng;

h_u : Chiều cao tính toán treo đèn.

Chỉ số i có thể xác định trong sổ tay kỹ thuật chiếu sáng, phù hợp với tỷ lệ D_1, D_2 , diện tích S_p và chiều cao treo đèn tính toán h_u .

b) Sự phụ thuộc vào màu sơn của tường và trần màu sơn của trần và tường phụ thuộc vào các hệ số phản xạ của trần ρ_r và tường ρ_t

Căn cứ vào các hệ số ρ_r và ρ_t để xác định hệ số K_{Φ} cho phù hợp. Trị số về hệ số phản xạ của trần ρ_r và tường ρ_t được thể hiện bang 2.13

Bảng 2.13

| Đặc tính của các hệ số phản xạ | Hệ số phản xạ |
|---|---------------|
| Trần có màu trắng, tường màu trắng có cửa sổ che bằng rido trắng, màn trắng. | 70 |
| Tường có màu trắng, không có cửa sổ, tường màu trắng trong các phòng ẩm, trần bê tông hoặc trần gỗ màu sáng | 50 |
| Trần bê tông trong các phòng bản, trần gỗ, tường bê tông có cửa sổ, tường bê tông có cửa sổ, tường có màu trắng | 30 |
| Tường và trần trong các phòng tối, nhiều ẩm, tường gạch không trát, tường có màu đục tối | 10 |

c) Tỷ số ΔE

Tỷ số ΔE là tỷ số giữa độ rọi trung bình E_{tb} và độ rọi nhỏ nhất E_{min}

$$\Delta E = \frac{E_{tb}}{E_{\min}} \quad (2-17)$$

Ngoài ra ΔE còn phụ thuộc vào tỷ số giữa khoảng cách hai đèn và chiều cao treo đèn tính toán ($d_d : h_u$)

Tỷ số ΔE được cho trong bảng 2.14

Bảng 2.14

| Kiểu đèn | Tỷ số $d_d : h_u$ | | | |
|-------------------------------|-------------------|------|------|------|
| | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2,0 |
| | Trị số ΔE | | | |
| Đèn vạng năng để hở | 1,20 | 1,15 | 1,60 | 1,50 |
| Đèn chiếu sâu, chao trắng men | 1,15 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Đèn, chao thủy tinh | 1,00 | 1,00 | 1,20 | 2,20 |

2. Phương pháp đơn vị công suất

2.1 Ý nghĩa

Phương pháp đơn vị công suất được dùng để xem xét các giải pháp kinh tế, kiểm tra lại các bước tính toán về kỹ thuật chiếu sáng và dự kiến trước các phụ tải chiếu sáng khi bắt đầu thiết kế, Phương pháp này chủ yếu dùng các bảng tra sẵn về trị số đơn vị công suất và có thể bỏ qua trình tự tính toán theo kỹ thuật chiếu sáng như vẫn xác định được tổng công suất của tất cả các đèn dùng trong chiếu sáng chung đều. Đối với các phòng có kích thước lớn khi áp dụng phương đơn vị công suất cho chiếu sáng chung đều thì kết quả đạt được khá chính xác.

Phương pháp đơn vị công suất không dùng trong các trường hợp trên bề mặt làm việc có bóng tối do vật này hay vật khác đổ xuống, cũng như không dùng cho chiếu sáng hành lang.

2.2. Tính chất cơ bản phương đơn vị công suất

Đơn vị công suất (p) tính bằng tỷ số tổng công suất đèn sử dụng và diện tích phòng được chiếu sáng.

$$P_{ic} = \frac{\sum P_{td}}{S_p} \quad (W/m^2) \quad (2-18)$$

Ở đây:

$\sum P_{td}$: Tổng số đèn sử dụng;

S_p : Diện tích phòng được chiếu sáng.

Trong sổ tay kỹ thuật cho sẵn các giá trị đơn vị công suất tiêu chuẩn P_{ic} trong từng trường hợp bố trí theo phương án hiệu quả nhất.

Khi tra sổ tay kỹ thuật cần xác định cần xác định các thông số kỹ thuật như : Kiểu đèn, độ rọi, yêu cầu E_{\min} chiều cao treo đèn tính toán h_u và diện tích phòng được chiếu sáng S_p . Ngoài ra phải biết màu sơn trần, tường để chọn các hệ số phản xạ trần ρ_r và trường hợp ρ_t cho phù hợp.

Tổng công suất $\sum P_{\bar{n}}$ của tất cả đèn dự kiến dùng trong chiếu sáng chung đều cho toàn bộ diện tích S_p của phòng cần chiếu sáng.

$$\sum P_{\bar{n}} = P_{ic} \cdot S_p \quad (2-19)$$

Số lượng đèn n_d cần sử dụng khi chọn đèn có công suất tiêu chuẩn

$$n_d = \sum P_d / P_{ic-d} \quad (2-20)$$

ở đây:

$\sum P_d$: tổng công suất của tất cả các đèn; (W)

P_{ic-d} : công suất tiêu chuẩn đèn.

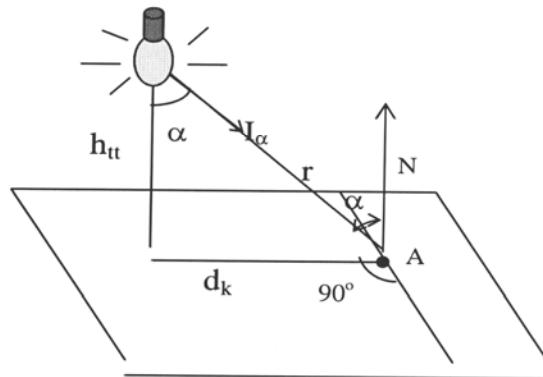
3. Phương pháp điểm

3.1 ý nghĩa

Phương pháp dùng để xác định độ rọi tại từng điểm trên bề mặt làm việc .

Khi biết cách bố trí đèn, chiều cao treo đèn và đường cong phối quang của nguồn sáng thì độ rọi của một điểm được xác định bằng biểu thức:

$$E_A = I_a \cdot \cos^3 \alpha / h_u^2 = I_a \cdot h_u / r^3 = I_a \cdot \cos \alpha \cdot \sin^2 \alpha / d_k^2 \quad (2-21)$$



Hình 2. 9

Ở đây:

α : góc giữa hai tia sáng và đường thẳng góc với mặt phẳng ngang đi qua điểm kiểm tra A;

I_a : cường độ sáng theo hướng α ;

r : bán kính của tia sáng(m)

d_k : khoảng cách từ hình chiếu của tâm nguồn sáng đến điểm kiểm tra; (m)

h_u : độ cao tính toán treo đèn.(m)

Phương pháp điểm dùng tính toán chiếu sáng chung, chiếu sáng hỗn hợp, chiếu sáng cục bộ, chiếu sáng bên ngoài và chiếu sáng mặt phẳng nghiêng. Phương pháp này đạt được độ chính xác trong việc xác định độ rọi tại điểm kiểm tra.

3.2 Tính chất cơ bản của phương pháp điểm.

1) chiếu sáng bằng đèn nung sáng

khi tính toán theo phương pháp điểm,đầu tiên chọn một điểm kiểm tra trên bề mặt cần chiếu sáng,với giả thiết quang thông mỗi bóng là 1000lm.Mỗi đèn trong phòng đều gửi đến điểm kiểm tra một độ rọi e gọi là độ rọi quy ước.Tổng độ rọi quy ước của các đèn gửi đến điểm kiểm tra là Σe .

Ngòai ra,các hệ số của trần,tường,sàn cũng ảnh hưởng đến độ rọi ở vị trí điểm kiểm tra thông qua hệ số $\mu \geq 1$.

Đèn chụp bóng men,ánh sáng trực tiếp $\mu = 1,1 - 1,2$
 Đèn gương $\mu = 1,0$

Điểm ở gần tường μ lớn hơn điểm ở giữa sàn.

Muốn đảm bảo độ rọi nhỏ nhất E_{min} theo yêu cầu tại điểm kiểm tra,quang thông tính toán mỗi đèn Φ_{u-n} ,phải đạt được giá trị xác định được giá trị xác định bởi biểu thức sau:

$$\Phi_{u-n} = 1000 \cdot E_{min} \cdot K / \mu \cdot \Sigma e.$$

với: K:hệ số an toàn

sau khi tính toán được Φ_{u-n} ,tra trong sổ kĩ thuật chọn sáng đèn tiêu chuẩn.

2)chiếu sáng bằng đèn hùynh quang.

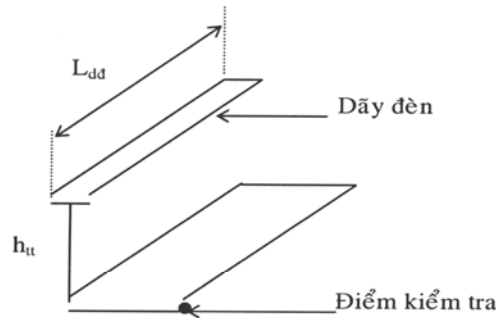
Ánh sáng đèn hùynh quang được phân bố dọc theo chiều dài bóng đèn.Trong kĩ thuật tính toán chiếu sáng để xác định độ rọi tương đối e` thường dùng các đường đẳng lux khác so với độ rọi quy ước e của đèn nung nóng.

Độ rọi tương đối e` của đèn hùynh quang được xác định với giả thiết chiều cao treo đèn bằng một mét và mật độ quang thông $\Phi`_a$ của cả dãy đèn là:

$$\Phi`_a = \Phi_{dd} / L_{dd} = 1000 \lambda \text{ m/m} \quad (2-23)$$

ở đây: $\Phi`_a$:quang thông của một bóng đèn; (lm)

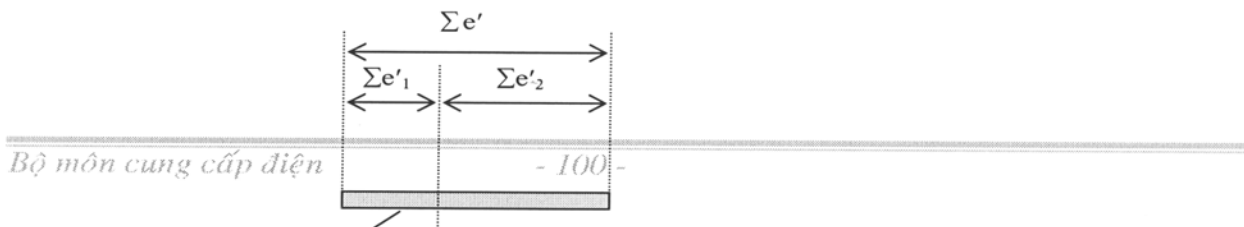
L_{dd} :chiều dài của một bóng đèn. (m)



Hình 2.10

Tổng độ rọi tương đối e' của dãy đèn gửi đến điểm kiểm tra là $\Sigma e'$.

Nếu vị trí điểm kiểm tra thuộc phạm vi dưới dãy đèn thì chia dãy đèn thành hai phần,khi đó: $\Sigma e' = \Sigma e'_1 + \Sigma e'_2$ (2-24)

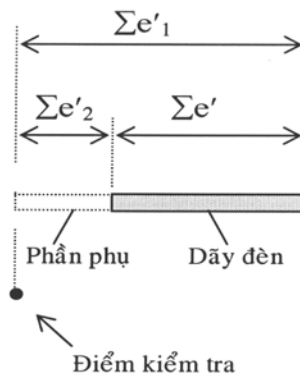




Hình 2.11

Nếu vị trí kiểm tra ngoài phạm vi dây đèn thì tổng độ rọi của điểm cần kiểm tra bằng độ rọi của dây đèn trừ đi độ rọi do phần phụ phát ra

$$\Sigma e' = \Sigma e'_1 - \Sigma e'_2$$



Hình 2.12

Muốn đảm bảo độ rọi nhỏ nhất E_{\min} theo yêu cầu, tại điểm kiểm tra phải đạt được mật độ quang thông tính toán của đèn và được xác định bởi biểu thức:

$$\Phi'_{u-\bar{n}} = 1000 E_{\min} \cdot K \cdot h_u / \mu \cdot \Sigma e' \quad (2-26)$$

Quang thông tính toán của toàn bộ dây đèn

$$\Phi_{u-\bar{n}} = \Phi'_{u-\bar{n}} \cdot L_{dd}$$

số lượng đèn cần xác định theo biểu thức:

$$n_{d'} = \Phi_{u-\bar{n}} / \Phi_{u-d} \quad (2-28)$$

Nếu đã biết kiểu đèn và quang thông tương ứng của các bóng đèn Φ_d thì khoảng cách giữa tim bóng đèn trong một dây d_{dd} là:

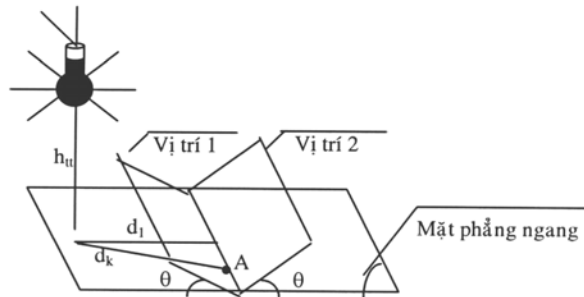
$$d_{dd} = \Phi_d / \Phi'_{u-d} \quad (2-29)$$

nếu $d_{dd} > L_d$ (chiều dài mỗi đèn) thì số lượng bóng đèn sử dụng đạt yêu cầu.

Nếu $d_{dd} < L_d$ cần tăng số lượng bóng đèn trong mỗi đèn, hoặc ghép đèn thành đội một, hoặc tăng dần số đèn sao cho đạt yêu cầu về mặt bố trí chiếu sáng.

2) chiếu sáng trên mặt phẳng nghiêng

Khi chiếu sáng trên mặt phẳng nghiêng, qua điểm kiểm tra A lập một mặt phẳng ngang phụ



Hình 2.13

d_1 : khoảng cách từ hình chiếu của tâm nguồn sáng vuông góc với giao tuyến mặt phẳng nghiêng và mặt phẳng ngang phụ; (m)

d_k : khoảng cách từ hình chiếu của tâm nguồn sáng đến điểm kiểm tra A; (m)

θ : góc nằm về phía không được chiếu sáng.

Để tìm độ rọi e quy ước coi điểm A nằm trên mặt phẳng ngang để sử dụng đường đẳng lux. các trị số e tìm được nhân với hệ số φ để chuyển đổi từ độ rọi trên mặt phẳng ngang sang mặt phẳng nghiêng.

Hệ số φ được xác định trên đồ thị tra trong sổ tay kỹ thuật, khi đó quang thông tính toán của đèn được tính theo biểu thức sau:

$$\Phi_{u-d} = 1000 \cdot E_{\min} \cdot K / \mu \cdot \Sigma \varphi \cdot e$$

4) chiếu sáng bằng đèn đặt nghiêng

Khi tính toán chiếu sáng bằng đèn đặt nghiêng, qua điểm kiểm tra A lập mặt phẳng ngang phụ và mặt phẳng nghiêng vuông góc với trục đèn, khi đó mặt phẳng ngang phụ được như mặt phẳng nghiêng với mặt phẳng kia.

Hình 2.14

Để xác định độ rọi từ dây đèn gửi đến điểm kiểm tra A trên mặt phẳng ngang, cần giả định điểm kiểm tra A nằm trên mặt phẳng vuông góc với trục đèn. Từ các giá trị $d_d/2$ và d_1 xác định được d_k theo biểu thức:

$$d_k = \sqrt{(d_d/2)^2 + d_1^2} \quad (2-31)$$

khoảng cách d_k dùng để xác định độ rọi quy ước e trên các đường đẳng lux. Các độ rọi quy ước e tìm được thuộc mặt phẳng vuông góc với trục đèn gọi là e_{ngh} .

Muốn chuyển từ độ rọi e_{ngh} sang độ rọi nằm trên mặt phẳng ngang e_{gn} theo biểu thức:

$$e_{gn} = e_{ngh} \cdot h_u / d_1 \quad (2-32)$$

Quang thông tính toán đèn được xác định bằng biểu thức (2.33) theo e_{gn}

$$\Phi_{u-d} = 1000 \cdot E_{\min} \cdot K / \mu \cdot \Sigma e \quad (2-33)$$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. NGUYỄN XUÂN PHÚ – NGUYỄN CÔNG HIỀN

Cung cấp điện
Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật

2. NGUYỄN CÔNG HIỀN

Cung cấp điện cho xí nghiệp công nghiệp
Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật

3. TRẦN ĐỨC LỢI

SCHNEIDER ELECTRIC S.A – Điện công nghiệp
Nhà xuất bản thành phố Hồ Chí Minh

4. TÔ HỮU PHÚC – BÙI NGỌC THƯ

Hướng dẫn thiết kế lắp đặt điện theo tiêu chuẩn quốc tế IEC
Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật

5. BÙI NGỌC THƯ

Mạng cung cấp và phân phối điện
Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật

phụ lục VIII

PL VIII.1.Hệ số sử dụng của một số loại đèn

| Loại đèn | Sợi đốt vụn năng | | | Sợi đốt vụn năng | | | Sợi đốt chiếu sâu | | | Sợi đốt dùng cho phòng làm việc | | | | | | Đèn huỳnh quang | | | | | | Đèn huỳnh quang loại kín | | | | | | | | |
|------------------|------------------|----|----|------------------|----|----|-------------------|----|----|---------------------------------|----|----|----|----|----|-----------------|----|----|----|----|----|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 30 | 50 | 70 | 30 | 50 | 70 | 30 | 50 | 70 | 50 | 70 | 70 | 30 | 50 | 70 | 30 | 50 | 70 | 30 | 50 | 70 | 30 | 50 | 70 | 30 | 50 | 70 | | | |
| P trần % | 30 | 50 | 70 | 30 | 50 | 70 | 30 | 50 | 70 | 50 | 70 | 70 | 30 | 50 | 70 | 30 | 50 | 70 | 30 | 50 | 70 | 30 | 50 | 70 | 30 | 50 | 70 | 30 | 50 | 70 |
| P tường % | 10 | 30 | 50 | 10 | 30 | 50 | 10 | 30 | 50 | 30 | 50 | 70 | 30 | 50 | 70 | 10 | 30 | 50 | 10 | 30 | 50 | 10 | 30 | 50 | 10 | 30 | 50 | 10 | 30 | 50 |
| Chỉ số của phòng | 0,5 | 21 | 24 | 28 | 14 | 17 | 21 | 19 | 21 | 25 | 16 | 20 | 27 | 22 | 29 | 28 | 31 | 32 | 37 | 41 | 40 | 45 | 49 | 46 | 50 | 53 | 56 | 57 | | |
| | 0,6 | 27 | 30 | 34 | 19 | 22 | 26 | 24 | 27 | 31 | 21 | 25 | 32 | 27 | 33 | 28 | 31 | 32 | 37 | 41 | 40 | 45 | 49 | 46 | 50 | 53 | 56 | 57 | | |
| | 0,7 | 32 | 35 | 38 | 23 | 26 | 29 | 29 | 31 | 34 | 24 | 29 | 35 | 30 | 38 | 37 | 41 | 41 | 46 | 45 | 40 | 45 | 49 | 46 | 50 | 53 | 56 | 57 | | |
| | 0,8 | 35 | 38 | 41 | 26 | 28 | 32 | 32 | 34 | 37 | 26 | 31 | 37 | 33 | 41 | 37 | 41 | 40 | 45 | 41 | 37 | 41 | 45 | 41 | 46 | 50 | 53 | 56 | 57 | |
| | 0,9 | 38 | 40 | 44 | 28 | 30 | 34 | 34 | 36 | 39 | 29 | 33 | 39 | 35 | 43 | 39 | 41 | 39 | 44 | 40 | 37 | 41 | 45 | 41 | 46 | 50 | 53 | 56 | 57 | |
| | 1,0 | 40 | 42 | 45 | 30 | 32 | 35 | 36 | 38 | 40 | 31 | 34 | 41 | 37 | 44 | 43 | 45 | 43 | 48 | 44 | 41 | 45 | 49 | 46 | 50 | 53 | 56 | 57 | | |
| | 1,1 | 42 | 44 | 46 | 31 | 33 | 36 | 37 | 39 | 41 | 32 | 36 | 42 | 38 | 46 | 47 | 49 | 47 | 52 | 48 | 45 | 49 | 53 | 50 | 54 | 57 | 59 | 60 | | |
| | 1,25 | 44 | 46 | 48 | 33 | 35 | 37 | 39 | 41 | 43 | 34 | 38 | 43 | 41 | 48 | 50 | 52 | 50 | 55 | 51 | 48 | 52 | 56 | 53 | 57 | 60 | 62 | 63 | | |
| | 1,5 | 46 | 48 | 51 | 35 | 36 | 40 | 41 | 43 | 46 | 37 | 41 | 46 | 44 | 51 | 55 | 57 | 55 | 60 | 56 | 53 | 57 | 61 | 58 | 62 | 65 | 67 | 68 | | |
| | 1,75 | 48 | 50 | 53 | 37 | 39 | 41 | 43 | 44 | 48 | 39 | 43 | 48 | 46 | 53 | 58 | 60 | 58 | 63 | 59 | 56 | 60 | 64 | 61 | 65 | 68 | 70 | 71 | | |
| 2,0 | 50 | 52 | 55 | 39 | 40 | 43 | 44 | 46 | 49 | 41 | 45 | 50 | 48 | 55 | 60 | 62 | 60 | 65 | 62 | 59 | 63 | 67 | 64 | 68 | 70 | 72 | 74 | | | |
| 2,25 | 52 | 54 | 56 | 40 | 42 | 45 | 46 | 48 | 51 | 43 | 47 | 52 | 50 | 57 | 62 | 64 | 62 | 67 | 64 | 61 | 65 | 69 | 66 | 70 | 72 | 74 | 76 | | | |
| 2,5 | 54 | 55 | 59 | 42 | 44 | 46 | 48 | 49 | 52 | 45 | 48 | 54 | 52 | 58 | 64 | 66 | 64 | 69 | 66 | 63 | 67 | 71 | 68 | 71 | 73 | 75 | 77 | | | |
| 3,0 | 55 | 57 | 60 | 43 | 45 | 47 | 49 | 51 | 53 | 47 | 51 | 55 | 54 | 60 | 66 | 68 | 66 | 71 | 68 | 65 | 69 | 73 | 70 | 73 | 75 | 77 | 79 | | | |
| 3,5 | 56 | 58 | 61 | 44 | 46 | 48 | 50 | 52 | 54 | 49 | 52 | 57 | 56 | 61 | 67 | 69 | 67 | 72 | 69 | 66 | 70 | 74 | 71 | 74 | 76 | 78 | 80 | | | |
| 4,0 | 57 | 59 | 62 | 45 | 47 | 49 | 51 | 52 | 55 | 50 | 54 | 58 | 57 | 62 | 68 | 70 | 68 | 73 | 70 | 67 | 71 | 75 | 72 | 75 | 77 | 79 | 81 | | | |
| 5,0 | 58 | 60 | 63 | 46 | 48 | 51 | 52 | 54 | 57 | 52 | 56 | 60 | 59 | 64 | 69 | 71 | 69 | 74 | 71 | 68 | 72 | 76 | 73 | 76 | 78 | 80 | 82 | | | |

Bảng 3-1 : trahệ số n_{hq}^*

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

Bảng 2.1 Các hệ số tính toán của các nhóm thiết bị điện

| Tên thiết bị | Hệ số | | |
|--|-------------|---------------------|------------|
| | k_{sd} | $\text{Cos}\varphi$ | k_{nc} |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| <i>A. Xí nghiệp liên hợp làm giàu quặng và xưởng đóng bánh</i> | | | |
| <i>Bơm, quạt gió, máy nén khí, máy thổi khí, máy hút khí</i> | | | |
| Bơm nước | 0,7 – 0,8 | 0,8 – 0,85 | 0,75 – 0,9 |
| Bơm cát | 0,9 | 0,8 | 0,91 |
| Bơm chân không | 0,95 | 0,85 | 0,95 |
| Quạt gió | 0,6 – 0,8 | 0,75 – 0,85 | – |
| Quạt áp suất cao cho xưởng đóng bánh | 0,75 | 0,85 | – |
| Quạt gió của máy nghiền | 0,4 – 0,5 | 0,7 – 0,75 | – |
| Máy hút gió của thiết bị đóng bánh | 0,5 – 6,6 | 0,6 – 6,7 | 0,6 – 0,7 |
| <i>Máy đập máy nghiền</i> | | | |
| Máy đập búa | 0,8 | 0,85 | – |
| Máy đập nón | 0,6 – 0,7 | 0,75 – 0,8 | – |
| Máy đập bốn trục | 0,9 | 0,9 | – |
| Máy nghiền bi | 0,8 | 0,8 | – |
| Máy nghiền thanh | 0,7 | 0,75 | – |
| Máy sàng | 0,5 – 0,6 | 0,6 – 0,7 | – |
| <i>Máy vận chuyển liên tục</i> | | | |
| Băng tải công suất trên 170 KW | 0,5 – 0,6 | 0,7 – 0,8 | – |
| Băng tải công suất dưới 170 KW | 0,5 – 0,6 | 0,65 – 0,75 | – |
| Băng tải dưới 10 KW | 0,4 – 0,5 | 0,6 – 0,7 | – |
| Băng tải trên 10 KW | 0,55 – 0,76 | 0,7 – 0,8 | – |
| Băng tải cho máy đập loại lớn | 0,5 – 0,65 | 0,6 – 0,85 | – |
| Gầu nâng máy vận chuyển xoắn ốc | 0,6 | 0,7 | – |
| <i>Máy lọc và làm giàu quặng</i> | | | |
| Máy cô đặc | 0,7 | 0,8 | – |
| Máy trộn hình trống | 0,6 – 0,7 | 0,8 | – |

| | | | |
|--|---|------------|-----------|
| Máy làm nguội | 0,7 | 0,85 | – |
| Máy làm khô kiểu trống và kiểu phân ly | 0,6 | 0,7 | – |
| Máy phân loại hình xoắn ốc | 0,65 | 0,8 | – |
| Máy tuyển nổi | 0,9 | 0,8 | – |
| Máy lọc điện | 0,4 | 0,87 | – |
| Máy phân ly từ | 0,4 | – | – |
| Động cơ – máy phát | 0,7 | 0,8 | – |
| Máy lọc chân không | 0,3 | 0,4 | – |
| Cần trục | 0,2 | 0,6 | – |
| Quang lật | <i>Xưởng cốc</i> | | – |
| Máy vận chuyển | 0,3 – 0,7 | 0,4 – 0,85 | 0,5 - 0,8 |
| Máy vận chuyển bằng dây | 0,3 | 0,75 | 0,4 |
| Máy đập búa | 0,8 | 0,8 | 0,9 |
| Bàn phối liệu | 0,25 | 0,5 | 0,35 |
| Máy xếp đồng | 0,16 | 0,6 – 0,75 | 0,35 |
| Máy tải than | 0,14 | 0,5 | 0,2 |
| Máy đầy cốc | 0,1 | 0,75 | 0,2 |
| Toa chất liệu | 0,3 | 0,6 | 0,4 |
| Tời | <i>B. Xí nghiệp luyện kim đen và màu</i> | | 0,55 |
| | <i>Bơm quạt gió, máy nén khí</i> | | |
| Bơm nước | 0,7 – 0,8 | 0,8 – 0,85 | 0,8 |
| Bơm của phân xưởng lò máctanh | 0,9 | 0,9 | 0,95 |
| Quạt hút khói của xưởng lò máctanh | 0,9 | 0,9 | 0,95 |
| Quạt của phân xưởng lò cao | 0,7 – 0,95 | 0,7 – 0,87 | – |
| Quạt khí cháy | 0,65 | 0,85 | – |
| Quạt phân xưởng cán | 0,6 – 0,75 | 0,75 – 0,9 | 0,7 – 0,9 |
| Quạt thổi cưỡng bức | 0,5 – 0,7 | 0,7 – 0,8 | 0,7 – 0,8 |
| Quạt của gian máy | 0,65 | 0,8 | – |
| Máy nén | <i>Máy vận chuyển liên tục</i> | | 0,8 |
| Băng tải | <i>Thiết bị phụ của phân xưởng cán và các phân xưởng khác</i> | | 55 |

| | | | |
|---|------------|------|----------------------------------|
| Băng lăn (lấy trung bình) | 0,17 | – | – |
| Máy biến tần cung cấp cho động cơ băng lăn | 0,2 – 0,5 | – | – |
| Máy đảo liệu | 0,2 | 0,7 | – |
| Cái manip, thiết bị nén | 0,2 | – | – |
| Máy đẩy | 0,12 | – | 1,14 |
| Cần đẩy các thổi mỏng | 0,32 | – | – |
| Bàn xếp chồng | 0,1 | 0,8 | 0,16 |
| Bàn nâng | 0,15 | – | 0,19 |
| *Động cơ đóng mở nắp | 0,1 | 0,65 | – |
| Dao cắt nguội | 0,45 | 0,65 | 0,5 |
| Cửa và dao cắt nóng | 0,15 | 0,9 | – |
| Dao của máy cán thô | 0,25 | 0,5 | – |
| Vận chuyển của dao cắt | 0,25 | 0,9 | – |
| Máy cắt phần nguội | 0,3 | 0,5 | – |
| Quay và chuyển dịch lưỡi cửa cắt nóng | 0,5 | – | 0,5 |
| Đường dẫn và máy nén của hộp cán bóng | 0,01 | 0,75 | – |
| Máy cuộn xoắn ốc | 0,2 – 0,4 | – | 0,5 |
| Máy kéo thép | 0,25 | 0,7 | 0,35 |
| Nắp khuôn, van, van peoxit, cửa lò van đĩa | 0,1 | 0,6 | – |
| Cửa lò máctanh | 0,25 | 0,6 | – |
| Máy vận chuyển các phôi | 0,1 – 0,22 | – | – |
| Thiết bị quay lò đúc gang | 0,03 | 0,7 | – |
| Máy sàng cốc | 0,12 | 0,5 | – |
| Máy nghiền cát phân xưởng đúc gang | 0,7 | 0,65 | – |
| Những máy móc khác của phân xưởng đúc gang | 0,3 | 0,6 | – |
| Máy quạt của phân xưởng đúc | 0,5 | 0,82 | – |
| Máy lọc không khí của phân xưởng | | | – |
| <i>Cầu trục</i> | | | |
| Cầu trục sân ra gang | 0,35 | 0,7 | 0,5 |
| Cầu trục bốc đất | 0,35 | – | – |
| Các cầu trục khác | | | 0,11 – 0,18 |
| | | | <i>Các máy phát nhiệt và hàn</i> |
| Lò điện trở nạp liệu liên tục | 0,8 | 1,0 | 0,85 |
| Lò điện trở nạp liệu chu kỳ | 0,5 – 0,6 | 1,0 | 0,7 |
| Lò hồ quang 3 ÷ 10 tấn, tự động điều chỉnh điện lực | | | |

| | | | |
|--|-------------|------------|-----------|
| - Loại luyện thép tốt nạp liệu cơ giới hóa | 0,75 | 0,9 | - |
| - Loại luyện thép tốt nạp liệu không cơ giới hóa | 0,6 | 0,87 | - |
| - Loại đúc định hình nạp liệu cơ giới hóa | 0,75 | 0,9 | - |
| - Loại đúc định hình nạp liệu không cơ giới hóa | 0,65 | 0,87 | - |
| Lò hồ quang 0,5 ÷ 1,5 tấn, loại đúc định hình trong các phân xưởng phụ có tự động điều chỉnh điện cực | 0,5 | 0,8 | - |
| Lò hồ quang luyện kim loại màu 0,25÷0,5 tấn điều chỉnh điện cực bằng tay | 0,7 | 0,75 | 0,78 |
| Lò đốt nóng quặng dùng máy biến áp ba pha 6; 7,5; 9 MVA | 0,9 | 0,9 | - |
| Tủ sấy | 0,8 | 1,0 | - |
| Thiết bị đốt nóng loại nhỏ | 0,6 | 1,0 | 0,7 |
| Máy biến áp hàn của máy hàn hồ quang | 0,2 | 0,4 | 0,3 |
| Máy biến áp hàn của máy hàn tự động | 0,4 | 0,5 | - |
| Máy hàn đường | 0,25 | 0,65 | - |
| Máy hàn điểm | | | - |
| <i>C. Công nghiệp chế tạo và gia công kim loại</i> | | | |
| Máy cắt gọt kim loại trong sản xuất quy mô nhỏ, làm việc ở chế độ định mức – các máy tiện loại nhỏ, máy bào dọc, máy phay, máy khoan, máy đúc kiểu đứng, máy mài, v.v... | 0,12 – 0,14 | 0,4 – 0,05 | 0,14–0,16 |
| Như trên, nhưng trong sản xuất quy mô lớn | 0,16 | 0,5 – 0,6 | 0,2 |
| Như trên, khi làm việc ở chế độ nặng: rơ-vonve, máy dập thô, v.v... máy phay răng, ép thủy lực và những máy tiện, bào, phay, dao cỡ lớn | 0,17 | 0,65 | 0,25 |
| Như trên, nhưng làm việc trong chế độ đặc biệt nặng như: truyền động máy búa, máy rèn, máy kéo, máy chuốt, v.v... | 0,2 – 0,24 | 0,65 | 0,34–0,4 |
| Dụng cụ điện cầm tay | 0,06 | 0,5 | 0,1 |
| Quạt gió, máy hút gió | 0,6 – 0,65 | 0,8 | 0,65–0,7 |
| Máy bơm, máy nén khí, tổ diezen, máy phát | 0,7 | 0,85 | 0,75 |
| Cầu trục với $\epsilon\% = 25$ | 0,05 | 0,5 | 0,1 |
| Như trên với $\epsilon\% = 40$ | 0,1 | 0,5 | 0,2 |
| Máy nâng bằng tải không có khóa liên động | 0,4 | 0,75 | 0,5 |

| | | | |
|---|------------|------------|------------|
| Như trên có khóa liên động | 0,55 | 0,5 | 0,65 |
| Máy biến áp hàn của máy hàn hồ quang | 0,2 | 0,4 | 0,3 |
| Tổ động cơ máy phát của máy hàn một mỏ hàn | 0,3 | 0,6 | 0,35 |
| Tổ động cơ máy phát của máy hàn nhiều mỏ hàn | 0,5 | 0,7 | 0,7 |
| Máy hàn đường | 0,2 – 0,5 | 0,7 | – |
| Máy hàn nổi và hàn điểm | 0,2 – 0,25 | 0,6 | – |
| Máy hàn hồ quang tự động kiểu A C | 0,35 | 0,5 | 0,5 |
| Lò điện trở, tủ sấy | 0,75 – 0,8 | 0,95 | 0,75 – 0,9 |
| Lò điện trở không tự động nạp các chi tiết cần nung | 0,5 | 0,95 | 0,8 |
| Lò cảm ứng tầng số thấp | – | 0,35 | 0,8 |
| Tổ động cơ – máy phát của lò cảm ứng tần số cao | – | 0,8 | 0,8 |
| Đèn phát của lò cảm ứng tần số cao | – | 0,65 | 0,8 |
| <i>D. Công nghiệp xây dựng</i> | | | |
| Máy đổ bê – tông | 0,15 | 0,6 | 0,2 – 0,3 |
| Máy uốn và cắt dây thép tự động | 0,15 | 0,6 | 0,2 – 0,4 |
| Máy làm khuôn | 0,15 | 0,6 | 0,2 – 0,25 |
| Băng tải | 0,15 | 0,5 | 0,17 – 0,2 |
| Băng lăn | 0,1 | 0,5 | 0,1 |
| Băng đào đất | 0,25 – 0,9 | 0,69 – 0,7 | – |
| Thang điện | – | 0,5 – 0,6 | 0,4 – 0,6 |
| Cần trục tháp | – | 0,5 | 0,2 |
| Tổ động cơ máy phát của máy hàn | – | 0,6 | 0,35 |
| Máy biến áp hàn | 0,2 | 0,4 | 0,3 |

Bảng 2.2 – Giá trị trung bình k_{sd} và $\cos\varphi$ của các hộ tiêu thụ điện

| Hộ tiêu thụ | Thiết bị | k_{sd} | $\cos\varphi$ |
|---|---|-------------|---------------|
| Các động cơ mang tải đầy làm việc liên tục | Quạt gió, máy bơm, máy nén khí, động cơ máy phát... | 0,65 | 0,8 |
| Các động cơ điện của các máy gia công kim loại | Máy vận năng (tiện, phay bào, khoan, xọc...) | 0,14 | 0,6 |
| | Các máy chuyên dùng, máy tự động, máy tổ hợp | 0,22 – 0,25 | 0,65 |
| | Các dây chuyền tự động | 0,6 | 0,7 |
| Các động cơ rền | Các máy của phân xưởng trên (máy đập trục khuỷu máy rền, máy rền khuôn nóng...) | 0,25 – 0,35 | 0,66 |
| Các động cơ máy đúc | Phân xưởng đúc (các tang trống quay mài, máy nghiền bi...) | 0,3 | 0,6 – 0,65 |
| Các động cơ điện của các máy vận chuyển liên tục | Băng tải băng nâng, truyền và các máy ghép bộ với chúng | 0,6 | 0,7 |
| Các động cơ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại liên tục | Cần trục, cầu trục, palăng điện trong các phân xưởng cơ khí, phân xưởng lắp ráp và các máy của phân xưởng cơ khí, phân xưởng lắp ráp và các phân xưởng tương tự | 0,06 | 0,45 |
| Cũng tương tự | Trong các phân xưởng đúc, rền và các phân xưởng tương tự | 0,09 | 0,45 |
| Các lò điện tôi bề mặt và nung cao tầng | Các lò điện trở thiết bị nung nóng, tủ làm việc chu kì, thùng nung nóng | | |
| | Lò điện trở làm việc liên tục có bản tải máy đẩy | 0,7 | 0,95 |
| | Lò cảm ứng tần số thấp | 0,75 | 0,35 |
| | Lò cao tần có động cơ máy phát | 0,6 | 0,7 |
| | Lò có máy phát bằng đèn | 0,75 | 0,87 |
| | Lò nấu chảy bằng hồ quang | 0,88 | 0,87 |
| Máy hàn điện | Các máy biến áp hồ quang | 0,3 | 0,35 |
| | Các thiết bị hàn nối, hàn đường, hàn điểm, thiết bị nung tán đỉnh | 0,35 | 0,55 |
| | Các động cơ máy phát hàn một mỏ hàn | 0,35 | 0,65 |
| | Các động cơ máy phát hàn nhiều mỏ hàn | 0,7 | 0,7 |
| Chiếu sáng điện | Đèn sợi đốt | 0,8 – 0,85 | 1,0 |
| | Đèn huỳnh quang | 0,85 – 0,9 | 0,95 |

Bảng 2.3 – Giá trị trung bình của các hệ số k_{nc} , $\cos\varphi$ và T_{max} của một số xí nghiệp

| Ngành công nghiệp | k_{nc} | $\cos\varphi$ | T_{max} |
|------------------------------------|----------|---------------|-----------|
| Nhà máy hóa chất | 0,26 | 0,82 | 6200 |
| Nhà máy gia công gỗ | 0,19 | 0,68 | 2440 |
| Nhà máy bánh mì | 0,34 | 0,73 | 4800 |
| Xí nghiệp đóng giày | 0,43 | 0,75 | 3150 |
| Nhà máy in | 0,28 | 0,80 | 2975 |
| Nhà máy làm lạnh | 0,41 | 0,82 | 4000 |
| Xí nghiệp thủy tinh | 0,50 | 0,84 | 4200 |
| Ngành máy hạng nặng | 0,22 | 0,73 | 3770 |
| Nhà máy chế tạo dụng cụ | 0,32 | 0,79 | 3080 |
| Nhà máy chế tạo máy | 0,23 | 0,68 | 4345 |
| Nhà máy dụng cụ | 0,22 | 0,69 | 4140 |
| Nhà máy vòng bi | 0,40 | 0,83 | 5300 |
| Nhà máy kỹ thuật điện | 0,31 | 0,82 | 4280 |
| Nhà máy sửa chữa tự động | 0,20 | 0,65 | 4370 |
| Nhà máy sửa chữa toa xe | 0,22 | 0,69 | 3560 |
| Xí nghiệp bánh kẹo | 0,33 | 0,75 | 4400 |
| Nhà máy thiết bị nâng – vận chuyển | 0,19 | 0,35 | 3330 |
| Nhà máy ô tô máy kéo | 0,22 | 0,79 | 3960 |

Bảng 2.4 – Suất phụ tải của một cố phân xưởng

| Tên phân xưởng | P_o , VA/m ² |
|---|---------------------------|
| Các phân xưởng nhiệt luyện và hàn điện | 300 – 600 |
| Các phân xưởng cơ khí và lắp ráp | 200 – 600 |
| Các phân xưởng tiện, phay, dập, rèn khuôn | 150 – 300 |
| Các phân xưởng dụng cụ và đồ gá | 50 – 100 |
| Các phân xưởng dập, ép chất dẻo | 100 – 200 |
| Các phân xưởng dập, nén, ép kim loại | 250 – 300 |
| Các phân xưởng mộc gia công gỗ | 48 |
| Các phân xưởng đúc | 250 – 300 |
| Các phân xưởng sửa chữa, tiện | 80 – 100 |

Bảng 2.5 – Suất phụ tải chiếu sáng của một số phân xưởng (dùng đèn sợi đốt)

| Tên phân xưởng | $P_o, W/m^2$ |
|---|--------------|
| Phân xưởng cơ khí và hàn | 13 – 16 |
| Phân xưởng rèn dập và nhiệt luyện | 15 |
| Phân xưởng chế biến gỗ | 14 |
| Phân xưởng đúc | 12 – 15 |
| Phân xưởng nồi hơi | 8 – 10 |
| Trạm bơm và trạm khí nén | 10 – 15 |
| Trạm axêtilen (nhà máy) | 20 |
| Trạm axít (nhà máy) | 10 |
| Các trạm biến áp và biến đổi | 12 – 15 |
| Gara ô tô | 10 – 15 |
| Trạm cứu hỏa | 10 |
| Cửa hàng và các kho vật liệu | 10 |
| Kho vật liệu dễ cháy | 16 |
| Các đường hầm cách nhiệt | 16 |
| Phòng thí nghiệm trung tâm của nhà máy | 20 |
| Phòng làm việc | 15 |
| Phòng điều khiển nhà máy | 20 |
| Các tòa nhà của phân xưởng | 10 |
| Đất đai trống của xí nghiệp, đường đi | 0,15 – 0,22 |
| Trung tâm điều khiển nhà máy điện và trạm biến áp | 25 – 30 |

| Loại | Công suất định mức, KVA | Điện áp định mức | | Tổn thất, W | | Hiệu suất định mức (%) | $U_N\%$ của U_{dm} | $i_o\%$ của I_{dm} | Đơn giá (đồng) |
|-----------------|-------------------------|------------------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------|
| | | Cao áp | Hạ áp | Không tải khi U_{dm} | Ngắn mạch khi U_{dm} | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 20 - 6,6/0,4 | 20 | 6,6 | 0,1 | 180 | 600 | 96,25 | 5,5 | 9 | |
| 50 - 6,6/0,4 | 50 | 6,6 | 0,4 | 350 | 1325 | 96,75 | 5,5 | 7 | 4100 |
| 50 - 10/0,4 | 50 | 10 | 0,4 | 440 | 1325 | 96,50 | 5,5 | 8 | 5500 |
| 50 - 35/0,4 | 50 | 35 | 0,4 | 520 | 1325 | 96,85 | 6,5 | 9 | 5700 |
| 100 - 6,6/0,4 | 100 | 6,6 | 0,4 | 600 | 2400 | 97,09 | 5,5 | 6,5 | 5500 |
| 100 - 10/0,4 | 100 | 10 | 0,4 | 720 | 2400 | | | 7,5 | |
| 100 - 35/0,4 | 100 | 35 | 0,4 | 900 | 2400 | | | | |
| 180 - 6,6/0,4 | 180 | 6,6 | 0,4 | 1000 | 4000 | | | | |
| 180 - 10/0,4 | 180 | 10 | 0,4 | 1200 | 4100 | | | | |
| 180 - 35/0,4 | 180 | 35 | 0,4 | 1500 | 4100 | | | | |
| 320 - 6,6/0,4 | 320 | 6,6 | 0,4 | 1600 | 6070 | | | | |
| 320 - 10/0,4 | 320 | 10 | 0,4 | 1900 | 6200 | | | | |
| 320 - 35/0,4 | 320 | 35 | 0,4 | 2300 | 6200 | | | | |
| 320 - 35/6,6 | 320 | 35 | 6,6 | 2300 | 6200 | | | | |
| 320 - 35/10,5 | 320 | 35 | 10,5 | 2300 | 6200 | | | | |
| 1800 - 31,5/6,3 | 1800 | 31,5 | 6,3 | 8300 | 24000 | | | | |
| | 1800 | 35 | 6,6 | 8300 | 24000 | | | | |
| | 1800 | 38,5 | 6,3 | 8300 | 24000 | | | | |
| | 3200 | 35 | 6,6 | 11500 | 37000 | | | | |
| | 3200 | 35 | 10,5 | 11500 | 37000 | | | | |
| | 5600 | 35 | 6,6 | 18500 | 57000 | | | | |
| | 5600 | 35 | 10,6 | 18500 | 57000 | | | | |