

Chương IV

Khí cụ điện đóng cắt Điện áp cao

❶ các thông số kỹ thuật cơ bản của máy cắt điện

1.1. Công dụng:

Máy cắt điện là một loại khí cụ điện cao áp, dùng để đóng cắt mạch điện cao áp tại chỗ hoặc từ xa, khi lưới điện đang vận hành bình thường, không bình thường, hoặc khi bị sự cố ngắn mạch trong hệ thống điện.



Máy cắt đang đóng Máy cắt đang cắt

1.2. Ký hiệu máy cắt điện trên sơ đồ mạch:

1.3. Phân loại máy cắt điện:

a. Phân loại theo cấu tạo: gồm

- Máy cắt một hống và máy cắt nhiều hống.
- Máy cắt một buồng dập hồ quang và máy cắt nhiều buồng dập hồ quang trên cùng một pha.
- Máy cắt có lò xo tích năng và máy cắt không có lò xo tích năng.

b. Phân loại theo vị trí lắp đặt:

- Máy cắt lắp đặt trong nhà.
- Máy cắt lắp đặt ngoài trời, phải chịu khí hậu khắc nghiệt, chống đơc ăn mòn hoá học.

c. Phân loại theo phương pháp dập tắt hồ quang:

- Máy cắt điện nhiều dầu không có buồng dập tắt hồ quang.
- Máy cắt điện nhiều dầu có buồng dập tắt hồ quang.
- Máy cắt điện không khí
- Máy cắt điện ít dầu
- Máy cắt điện khí SF6
- Máy cắt điện tự sinh khí
- Máy cắt điện chân không
- Máy cắt điện từ (dập tắt hồ quang bằng từ trường).

1.4. Các yêu cầu kỹ thuật cơ bản của máy cắt điện:

- Máy cắt điện phải có khả năng cắt lớn, thời gian cắt bé (cắt nhanh) tránh đơc hồ quang cháy phục hồi.
- Độ tin cậy cao : khi đóng cắt không đơc gây cháy nổ và các hỏng khác.
- Phải có khả năng đóng cắt một số lần nhất định phải đơc ra bảo đơng, sửa chữa.
- Kích thốt gọn, trọng lượng nhẹ, kết cấu đơn giản, dễ lắp đặt, dễ vận hành, giá thành hợp lý.

1.5. Các thông số kỹ thuật cơ bản của máy cắt điện:

a. Điện áp định mức : U_{dm} là điện áp cao nhất đặt vào máy cắt, mà máy cắt có thể vận hành an toàn (còn đơc gọi là điện áp danh định của máy cắt).

b. Dòng điện định mức : I_{dm} là trị số hiệu dụng lớn nhất chạy qua máy cắt khi nó vận hành lâu dài, nhng vẫn đơc bảo giữ nhiệt độ các bộ phận của máy cắt thấp hơn nhiệt độ cho phép.

c.
$$S_{cdm} = \sqrt{3} \cdot I_{cdm} \cdot U_{dm}$$

Dòng điện cắt định mức: I_{cdm} đặt trng cho khả năng cắt của máy cắt, là dòng điện ngắn mạch ba pha hiệu dụng toàn phần mà máy cắt có thể cắt đơc an toàn.

d. Dòng điện đóng định mức: I_{ddm} trong vận hành có trùng hợp máy cắt đóng lúc mạch điện đơc bị ngắn mạch (đóng lặp lại). Khả năng đóng của máy cắt khi mạch điện đơc ngắn

mạch, đặc trưng bởi $I_{dđm}$ là dòng điện ngắn mạch ba pha hiệu dụng toàn phần lớn nhất chạy qua máy cắt, nó có thể đóng vào mà không làm hỏng máy cắt.

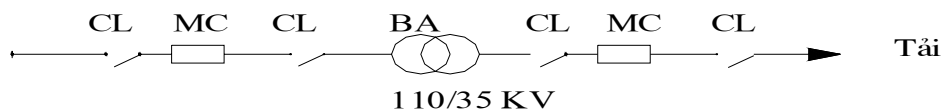
e. Dòng điện ổn định động định mức: $I_{odđm}$ là dòng điện lớn nhất chạy qua máy cắt mà lực điện động do nó sinh ra không làm hỏng máy cắt.

f. Dòng điện ổn định nhiệt định mức: $I_{onđm}$ là dòng điện ngắn mạch hiệu dụng lớn nhất không thay đổi theo thời gian, chạy qua máy cắt mà không làm nhiệt độ của máy cắt tăng quá trị số cho phép.

g. Thời gian cắt : T_c là khoảng thời gian tính từ khi cuộn dây nam châm điện điều khiển cắt có điện, đến khi hồ quang bị dập tắt hoàn toàn.

$$T_c = t_{\text{truyền động}} + t_{\text{khử ion}}$$

Tất cả các thông số kỹ thuật trên đều có trong lý lịch của máy cắt điện.



h.

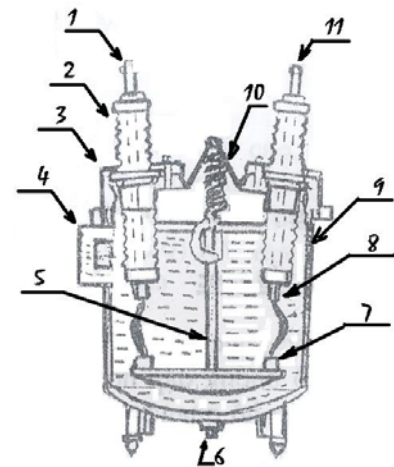
Vị trí lắp đặt máy cắt điện:

2 các loại máy cắt điện

2.1. Máy cắt điện nhiều dầu không có buồng dập hồ quang:

a. Đặc điểm cấu tạo : Mặt cắt một pha nh hình vẽ

1. Cực bắt dây nguồn tới máy cắt
2. Sứ xuyên
3. Nắp máy cắt
4. ống chỉ mức dầu
5. Thanh truyền động
6. Van xả dầu



7. Tiếp xúc động
8. Tiếp xúc tĩnh
9. Vỏ máy cắt
10. Lò xo tích năng
11. Cực bắt dây tải ra

ở loại máy cắt này dầu chứa một lượng đủ lớn vừa để cách điện vừa để dập tắt hồ quang(hàng trăm lít).

b. Nguyên lý làm việc :

Nếu máy cắt đang ở vị trí đóng, tiếp xúc động 7 đóng chặt vào tiếp xúc tĩnh 8, lò xo tích năng 10 ở trạng thái nén, đèn tín hiệu chỉ màu đỏ, dòng điện từ nguồn bắt qua cực bắt dây 11 về tải. Khi có tín hiệu cắt từ rơle hoặc từ khoá điều khiển thì bộ truyền động được giải phóng khỏi vị trí đóng, lò xo tích năng đẩy thanh truyền động 5 sập xuống, đưa tiếp xúc động rời khỏi tiếp xúc tĩnh 8, mạch điện được cắt, hồ quang phát sinh giữa hai đầu tiếp xúc động và tĩnh khi cắt đứt nóng cục bộ làm dầu bị phân tích thành hơi là hỗn hợp khí các bon hydro nhẹ, trong đó hydro chiếm

tới 70%, áp suất có thể đạt tới (100-140 N/Cm²) làm cho dầu bị xáo trộn mạnh, đẩy tia hồ quang vào sâu trong dầu. Mặt khác lực điện từ do dòng điện chạy ngược chiều cũng đẩy tia hồ quang vào sâu trong lớp dầu ngoài. Vì vậy hồ quang bị làm nguội và dập tắt, tuy vậy tốc độ luồng khí không đủ mạnh dập tắt hồ quang nhanh, nên loại máy cắt này thời gian cắt thông bị kéo dài.

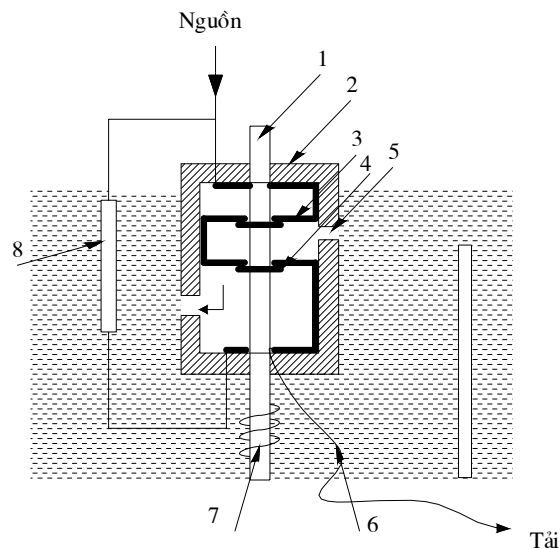
c. u nhược điểm và phạm vi sử dụng:

u điểm: Cấu tạo đơn giản, dễ lắp đặt, giá thành không cao.

Nhược điểm: Sau một số lần đóng cắt dầu nhanh chóng bắn, do một phần cacbonhidroxit bị cháy, chất lượng dầu giảm nên phải lọc dầu, thay dầu gây ra tốn kém, mặt khác loại máy cắt này thời gian cắt không nhanh, nguy cơ cháy nổ cao, vì chứa nhiều dầu cho nên thông số chế tạo có công suất cắt không lớn, điện áp vận hành nhỏ hơn 15 KV.

2.2. Máy cắt nhiều dầu có buồng dập hồ quang:

a. Đặc điểm cấu tạo:



Để khắc phục những nhược điểm cơ bản của máy cắt điện nhiều dầu không có buồng dập hồ quang, người ta cải tiến chế tạo ra loại máy cắt này, buồng dập hồ quang được lắp đặt cố định bao lấy tiếp xúc động và tĩnh của máy cắt nh hình vẽ.

1. Thanh truyền động
2. Buồng dập hồ quang
3. Tiếp xúc tĩnh
4. Tiếp xúc động
5. Lỗ thoát dầu
6. Dây dẫn mềm
7. Lò xo tích năng
8. Điện trở phân áp

Điện trở phân áp số 8 có tác dụng phân đều điện áp trên các điện áp trên các điểm cắt, tránh hiện tượng điện áp cục bộ các điểm cắt không đều, gây ra hồ quang cháy phục hồi sau khi cắt, làm quá điện áp và hỏng máy cắt.

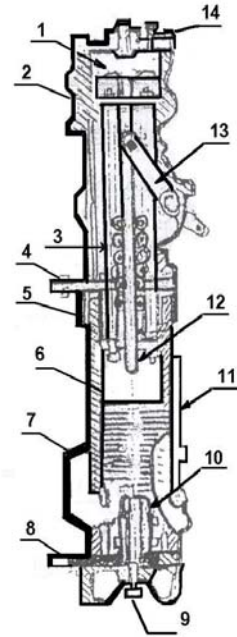
b. Nguyên lý làm việc:

Nếu máy cắt đang ở vị trí đóng, dòng điện từ nguồn qua thanh dẫn sứ xuyên qua tiếp xúc tĩnh 3 qua tiếp xúc động 4 qua dây dẫn 6 về tải. Khi có tín hiệu cắt từ role hoặc khoá điều khiển, bộ truyền động được giải phóng khỏi vị trí đóng, lò xo tích năng 7 đẩy thanh truyền động 1 xấp xuống, đưa tiếp xúc động 4 rời khỏi tiếp xúc tĩnh 3, mạch điện được cắt. Hồ quang phát sinh giữa tiếp xúc động và tĩnh, đốt nóng và phân tích dầu trong buồng dập thành hỗn hợp khí

cacbuađiđroxit làm cho áp suất trong buồng dập tăng lên rất lớn đạt tới $(400-500)N/cm^2$ phụt qua lỗ 5 tạo thành luồng khí thổi ngang cắt đứt tia hồ quang. Sau một số lần đóng cắt, muội than do các bua hiđrô cháy sinh ra bám lại trong buồng dập cho nên phải đa máy cắt ra bảo dưỡng làm sạch muội than.

c. u nhược điểm và phạm vi sử dụng:

Loại máy cắt này, dập hồ quang bằng hơi dầu áp suất cao, thời gian cắt nhanh, muội than bám lại trong buồng dập hồ quang nên dầu ít bị bắn. Nguy cơ cháy nổ giảm, nên có thể chế tạo máy cắt có công suất lớn, điện áp vận hành cao. Loại máy cắt dầu điện áp vận hành từ 100-220 KV được chế tạo nhiều buồng dập hồ quang nối tiếp nhau trên cùng một pha.



2.3. Máy cắt điện ít dầu :

a. Đặc điểm cấu tạo :

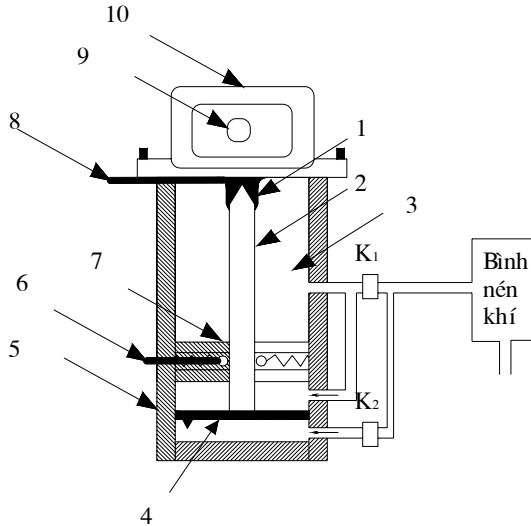
1. Buồng phân ly dầu
2. Vỏ máy cắt
3. Tiếp xúc lăn
4. Cực bắt dây ra tải
5. Mặt bích
6. Buồng dập hồ quang
7. Buồng hãm xung
8. Cực bắt dây nối nguồn
9. Van xả dầu
10. Tiếp xúc tĩnh
11. ống chỉ mức dầu
12. Tiếp xúc động
13. Bộ truyền động
14. Nắp đổ dầu

MC§ Ýt dÇu

ở máy cắt ít dầu: dầu chủ yếu dùng để dập tắt hồ quang và đóng vai trò cách điện tăng cường cho các loại cách điện rắn khác nh nhựa êbôxi, têchtôlít.

Cấu tạo buồng dập hồ quang : vỏ bằng thép hình trụ, bên trong lót vật liệu cách điện rắn là nhựa êbôxi và sợi thuỷ tinh, lớp kế theo là các tấm cách tử, được chế tạo từ vật liệu cách điện rắn. Hêtinác, têchtôlít ghép song song với nhau theo mặt phẳng ngang. Giữa chúng có khe hẹp chứa dầu nh hình vẽ. ở máy cắt, điện áp vận hành từ 110 KV trở lên, có nhiều điểm cắt trên mỗi pha. Buồng hãm xung 7 có tác dụng giảm rung động và đập khi máy cắt hoặc đóng mạch. Buồng phân ly dầu 1 có tác dụng ngưng tụ hơi dầu thoát ra theo sản phẩm cháy để lọc và tiết kiệm dầu.

b. Nguyên lý làm việc :



Nếu máy cắt ở vị trí đóng, đèn tín hiệu chỉ màu đỏ, tiếp xúc động 12 đóng chặt vào tiếp xúc tĩnh 10, khi đó dòng điện từ nguồn qua cực bắt dây số 8 qua tiếp xúc tĩnh, qua tiếp xúc động qua tiếp xúc lăn 3 qua cực bắt dây 4 ra tải. Khi có tín hiệu cắt từ role hoặc khoá điều khiển thì bộ truyền động được giải phóng khỏi vị trí đóng, kéo tiếp xúc động rời khỏi tiếp xúc tĩnh. Hồ quang phát sinh giữa hai đầu tiếp xúc, đốt nóng phân tích dầu trong các khe hẹp chứa dầu. Bởi vì trong các khe hẹp dầu bị phân tích thành hơi, làm cho áp suất trong buồng dập hồ quang tăng lên rất lớn có thể đạt tới 15-20 at ép dầu dòn vào buồng hãm xung 7 còn hơi dầu trong buồng tụ nén lại. Khi tiếp xúc động chuyển động lên khỏi khe hở, hơi dầu được thoát ra, phụt qua các rãnh hẹp tạo thành luồng khí thổi ngang dập tắt hồ quang. Sản phẩm cháy và hơi dầu thoát lên buồng phân ly 1 ở đó hơi dầu được ngưng tụ, lọc sạch đa trở về buồng chứa dầu, còn sản phẩm cháy thoát ra ngoài. Sau khi giải trừ sự cố, đóng lại máy cắt qua khoá điều khiển.

c. Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng:

Cấu tạo gọn nhẹ, ít dầu, ít nguy cơ cháy nổ khi đóng cắt mạch, thời gian cắt nhanh, công suất cắt lớn, phạm vi sử dụng rộng rãi, chế tạo ở nhiều cấp điện áp vận hành từ 3 KV trở lên, công suất cắt tới 12000MVA. Loại máy cắt điện áp vận hành từ (6-35) KV thông thường chế tạo hợp bộ với dao cách ly tạo thành các tủ điện phân phối gọi là tủ hợp bộ, còn ở cấp điện áp vận hành từ 110KV trở lên được chế tạo nhiều điểm cắt nối tiếp nhau trên mỗi pha để đảm bảo cắt nhanh, an toàn.

Nhược điểm cơ bản của loại máy cắt này là xung va đập và tiếng ồn khi đóng cắt lớn, giá thành cao.

2.4. Máy cắt điện không khí :

a. Đặc điểm cấu tạo :

Mặt cách một pha nh hình vẽ :

1. Tiếp xúc tĩnh
2. Tiếp xúc động
3. Buồng dập hồ quang
4. Pít tông
5. Xi lanh

6. Cực bắt dây ra tải
 7. Tiếp xúc lăn
 8. Cực bắt dây tới nguồn
9. Lỗ van xả khí
 10. Nắp quy lát
 - K1 van cắt
 - K2 van đóng

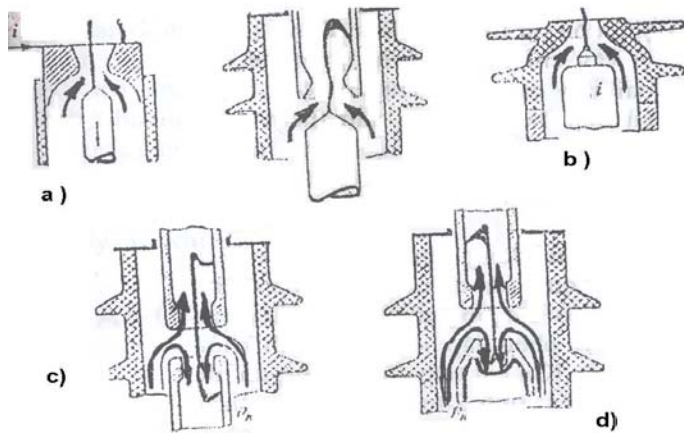
ở loại máy cắt này điều khiển truyền động và dập tắt hồ quang điện dùng không khí đã sấy khô lọc sạch nén ở áp suất cao tới 20 at. Do không cần thời gian tạo ra sản phẩm khí nh ở các loại máy cắt dầu nên quá trình dập hồ quang rất nhanh. Thời gian cắt khoảng 0,17, công suất cắt có thể đạt tới 15000MVA.

b. Nguyên lý làm việc :

Nếu máy cắt ở vị trí đóng thì van K2 mở, van K1 đóng, tiếp xúc động 2 đóng chặt vào tiếp xúc tĩnh 1, đèn tín hiệu báo màu đỏ, dòng điện từ nguồn qua cực bắt dây 6 ra tải. Khi có tín hiệu cắt từ role hoặc khoá điều khiển, van K1 sẽ mở khí nén áp suất cao vào ngăn trên của xilanh đẩy pittông 4 chuyển động xuống phía dưới kéo tiếp xúc động 2 rời khỏi tiếp xúc tĩnh 1. Hồ quang phát sinh giữa hai đầu tiếp xúc động và tĩnh được khí nén áp suất cao thổi trực tiếp dập tắt, sản phẩm khí cháy thoát ra ngoài qua lỗ 9. Khi đóng máy cắt, van K2 mở khí nén áp suất cao vào ngăn xilanh đẩy pittông 4 chuyển động lên trên đưa tiếp xúc động đóng chặt vào tiếp xúc tĩnh.

C₁, c₂, ch thái đặc trong m₁, y c^{3/4}t kh<ng khÝ

c. u, nhược điểm và phạm vi sử dụng :



Loại máy cắt này có thời gian cắt nhanh, công suất cắt lớn nhưng nhược điểm cơ bản cấu tạo công kênh vì phải có thêm hệ thống sấy, lọc và nén khí, nên mặt bằng lắp đặt đòi hỏi phải đủ lớn. Khi đóng cắt vẫn gây tiếng ồn lớn, giá thành còn cao. Loại máy cắt này chỉ thích hợp lắp đặt ở những trạm hoặc nhà máy điện có nhiều máy cắt không khí giống nhau dùng chung một hệ thống lọc, sấy và nén khí, mới có hiệu quả kinh tế, do đó loại máy cắt này có phạm vi sử dụng khá rộng rãi.

✖3 dao cách ly

Ký hiệu

CI MC CI

3.1. Công dụng :

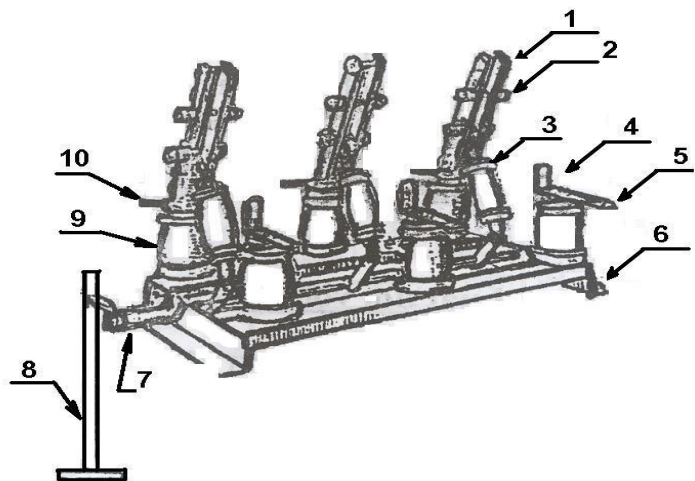
Dao cách ly là một loại khí cụ điện cao áp, được sử dụng để đóng cắt mạch điện cao áp khi không có điện, tạo ra khoảng cách an toàn trông thấy dọc giữa các bộ phận mang điện và bộ phận đã cắt điện. Khi cần kiểm tra sửa chữa, bảo dưỡng bộ phận không mang điện. Trong điều kiện nhất định có thể dùng dao cách ly đóng cắt đồng dây hoặc máy biến áp không mang tải công suất nhỏ, hoặc đóng cắt mạch điện đẳng thế để đổi nối phong thức kết dây của sơ đồ. Vì dao cách ly không có bộ phận dập tắt hồ quang cho nên nghiêm cấm dùng dao cách ly đóng cắt mạch điện không mang tải.

3.2. Yêu cầu kỹ thuật đối với dao cách ly :

- Dao cách ly phải làm việc tin cậy, tiếp xúc phải đảm bảo chắc chắn.
- Phải đảm bảo ổn định động và ổn định nhiệt khi có dòng điện ngắn mạch cực đại chạy qua.
- Kết cấu dao cách ly phải gọn nhẹ, đơn giản, dễ lắp đặt, dễ thao tác, phải liên động với máy cắt để dao cách ly đã cắt điện và chỉ đóng được cách ly trước khi đóng điện cho máy cắt.
- Khoảng cách giữa các lõi dao sau khi cắt hết hành trình phải đủ lớn, để đảm bảo không bị phóng điện khi có xung điện áp.

3.3. Phân loại :

a. Phân loại theo vị trí lắp đặt :



Dao cách ly lắp đặt trong nhà và dao cách ly lắp đặt ngoài trời. ở cùng cấp điện áp vận hành thì yêu cầu kỹ thuật của dao cách ly ngoài trời cao hơn, vì dao cách ly ngoài trời phải chịu được tác động của môi trường khắc nghiệt như mưa, nắng, bức xạ, tác nhân hoá học, bụi bẩn ...

b. Phân loại theo cấu tạo :

- Loại dao cách ly có lõi dao tiếp đất và dao cách ly không có lõi dao tiếp đất.
- Loại dao cách ly có lõi dao động quay trên mặt phẳng ngang và loại dao cách ly có lõi dao động quay trên mặt phẳng thẳng đứng.
- Loại dao cách ly có bộ liên động lắp kèm với máy cắt và cách ly không có bộ liên động (cách ly phân đoạn).

A. Dao cách ly lắp đặt trong nhà :

1. Đặc điểm cấu tạo như hình vẽ :

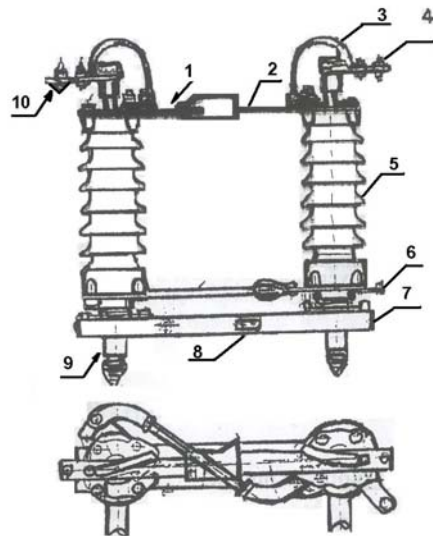
1. Lõi dao tiếp xúc động
2. Lò xo
3. Sứ đỡ thanh truyền động
4. Tiếp xúc tĩnh
5. Cục bắt dây nối nguồn

6. Giá đỡ
7. Trục truyền động
8. Cần thao tác
9. Sứ đỡ lõi dao động
10. Cực bắt dây nối tải

2. Nguyên tắc thao tác vận hành :

Nếu dao cách ly ở vị trí đóng thì tiếp xúc động 1 sẽ đóng chặt vào tiếp xúc tĩnh 4. Sau khi đóng máy cắt nối tiếp cách ly, thì dòng điện tải từ nguồn qua cực bắt dây 5 qua tiếp xúc tĩnh 4 qua tiếp xúc động 1 qua cực bắt dây 10 về tải.

Muốn cắt cách ly, trước hết phải cắt điện máy cắt nối tiếp với dao cách ly, sau đó sử dụng động cơ hoặc tay, tác động vào cần thao tác số 8. Kéo xuống là cách ly, đẩy lên là đóng cách ly.



Nguyên tắc thao tác : muốn cắt cách ly phải cắt điện ở máy cắt nối tiếp với dao cách ly trước, sau đó mới đóng cắt đến cách ly, khi đóng thì đóng dao cách ly trước, sau đó mới đóng điện máy cắt nối tiếp với cách ly để dao cách ly mang tải.

3. Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng : Loại dao cách ly này có ưu điểm cấu tạo đơn giản, gọn, dễ lắp đặt và thao tác. Phạm vi sử dụng lắp đặt trong nhà, chủ yếu lắp đặt cho lưới điện trung áp.

B. Dao cách ly lắp đặt ngoài trời :

1. Đặc điểm cấu tạo : Cấu tạo một pha nh
1. Lõi dao tiếp xúc tĩnh
2. Lõi dao tiếp xúc động
3. Dây dẫn mềm
4. Cực bắt dây nối tải
5. Sứ đỡ lõi dao
6. Thanh truyền động
7. Giá đỡ
8. Cực bắt dây nối đất an toàn
9. Trục quay
10. Cực bắt dây nối nguồn

2. Nguyên tắc thao tác vận hành :

Khi dao cách ly ở vị trí đóng lõi dao 1 và 2 đóng chặt vào nhau dòng điện từ nguồn qua cực bắt dây 10 qua dây dẫn mềm 3 qua lõi dao 1 và 2 qua cực bắt dây 4 ra tải. Muốn cắt cách ly trước hết phải cắt điện ở máy cắt nối tiếp với dao cách ly. Khi cắt cách ly, dùng động cơ hoặc tay, tác động vào bộ truyền động làm cho trục quay 9 và sứ đỡ 5 quay, kéo lõi dao động 1 và 2 tách rời nhau quay ngược chiều cùng một phía, trên cùng một mặt phẳng ngang đến khi chúng

song song với nhau mới cắt hết hành trình.

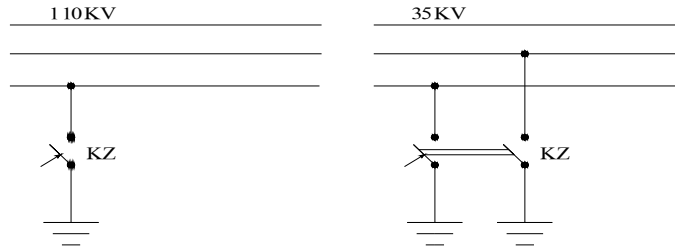
Nguyên tắc thao tác : Muốn cắt cách ly phải cắt điện ở máy cắt nối tiếp với dao cách ly. Khi đóng dao cách ly thì đóng trước khi đóng điện cho máy cắt nối tiếp cách ly. (Đóng và cắt cách ly đều không có dòng điện tải).

3. u nhược điểm và phạm vi sử dụng :

Loại dao cách ly ngoài trời thông thường thiết kế lõi dao động quay theo mặt phẳng ngang hoặc mặt phẳng thẳng đứng, để đảm bảo an toàn và ở những dao cách ly công suất lớn, người ta thường sử dụng động cơ để truyền động đóng cắt từ xa và tự động. Phạm vi sử dụng dao cách ly ở mọi cấp điện áp từ 3KV trở lên.

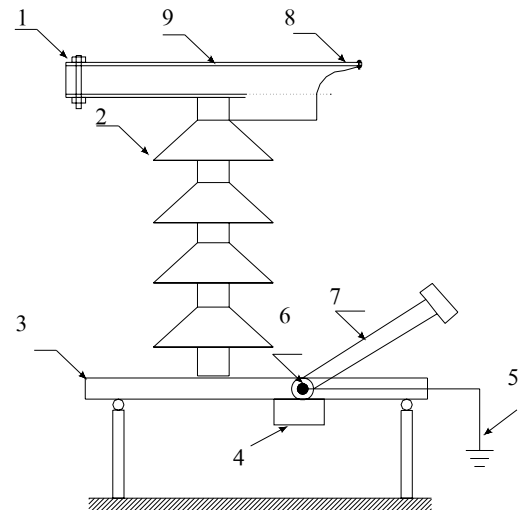
C. Dao ngắn mạch :

Ký hiệu : KZ



Ký hiệu trên sơ đồ điện :

1. Công dụng :

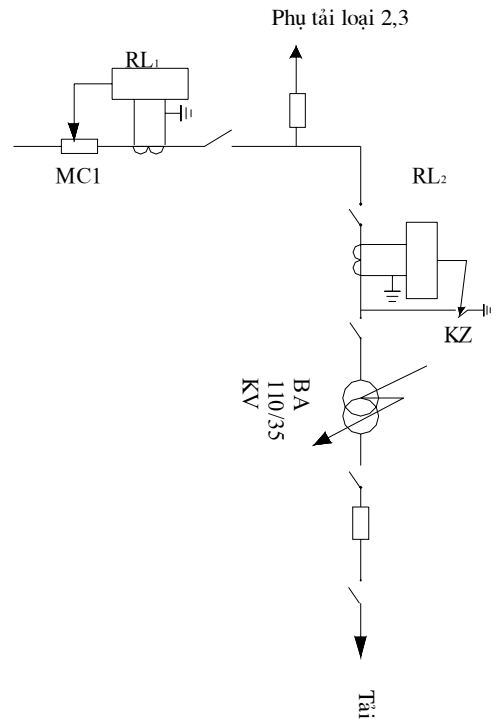


Dao ngắn mạch là một loại khí cụ điện cao áp được sử dụng để tạo ra điểm ngắn mạch nhân tạo, trong trường hợp ngắn mạch ở máy biến áp dòng điện không đủ lớn cho role bảo vệ đầu dòng dây tác động. KZ thông thường lắp đặt thay thế vị trí máy cắt phía cao áp máy biến áp.

2. Cấu tạo nh hình vẽ :

1. Cực bắt dây nối nguồn
2. Sứ đỡ cách điện
3. Giá đỡ
4. Bộ truyền động
5. Dây nối đất
6. Trục quay
7. Lõi dao tiếp xúc động
8. Cực bắt dây nối tải
9. Lõi dao tiếp xúc tĩnh

3. Nguyên lý làm việc :



Phía sơ cấp máy biến áp 110/35 KV nh trên hình vẽ, lẽ ra phải trang bị máy cắt. Nhưng nếu làm thế thì giá thành xây dựng lưới điện tăng. Để tiết kiệm vốn đầu tư xây dựng cơ bản mà vẫn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, người ta có thể cho lắp dao ngắt mạch phía cao áp máy biến áp cấp điện cho phụ tải loại 2,3.

$$I_N = \frac{U}{(Z_d + Z_{BA})}$$

Giả sử khi xảy ra ngắn mạch ở máy biến áp thì trị số dòng ngắn mạch sẽ chạy qua là :

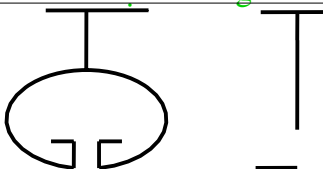
Vì đồng dây dài Z_d lớn nên $I_N < I_{kdRL1}$ cho nên hệ thống role bảo vệ đầu đồngdây không khởi động điều khiển máy cắt MC1 được, vì vậy phải lắp đặt dao ngắt mạch KZ phía sơ cấp máy biến áp trên hình vẽ.

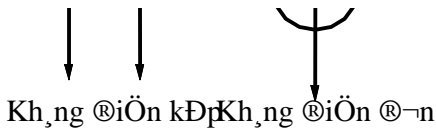
Khi có ngắn mạch xảy ra ở máy biến áp thì hệ thống role 2 sẽ khởi động điều khiển đóng dao ngắt mạch KZ gây ra ngắn mạch nhân tạo xếp chồng làm tăng trị số dòng điện ngắn mạch trên đồng dây, vì vậy hệ thống role 1 sẽ khởi động được, điều khiển cắt MC1 đầu đồng dây, loại máy biến áp bị ngắn mạch ra khỏi hệ thống điện.

Sau khi cắt dao cách ly (tự động hoặc trực tiếp) nhân viên vận hành trạm, thông tin cho điều độ để chỉ huy đóng lại máy cắt MC1. Như vậy các phụ tải khác nối vào đồng dây chỉ mất điện tạm thời trong thời gian thao tác.

4 Cuộn KHÁNG ĐIỆN

4.1. Khái niệm chung về kháng điện :





a. Công dụng : Kháng điện là một loại khí cụ điện cao áp được sử dụng để hạn chế dòng điện ngắn mạch trong hệ thống điện, giảm bớt tình trạng làm việc nặng nề của các thiết bị điện khi có sự cố ngắn mạch hay hạn chế dòng điện mở máy của động cơ cao áp công suất lớn, đảm bảo điện áp trên thanh góp đỡ giảm sút quá mức, khi xảy ra ngắn mạch hoặc khi động cơ cao áp khởi động.

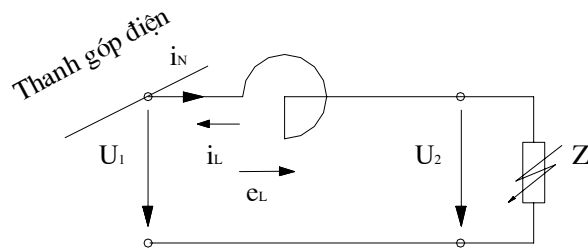
b. Phân loại :

- Phân loại theo cấu tạo gồm : Kháng điện đơn, kháng điện kép, kháng điện khô, kháng điện dầu.
- Phân loại theo vị trí lắp đặt : lắp đặt ngoài trời hoặc lắp đặt trong nhà.

c. Yêu cầu kỹ thuật :

- Kháng điện làm việc phải tin cậy, vận hành tốt trong điều kiện khắc nghiệt : ma, nắng, bụi bẩn...
- Phải ổn định động và ổn định nhiệt khi có dòng điện ngắn mạch cực đại chạy qua.
- Điện trở phải rất nhỏ so với điện kháng của nó để giảm tổn thất công suất cho hệ thống điện.
- Kết cấu phải gọn nhẹ, đơn giản, dễ lắp đặt vận hành và bảo dưỡng, sửa chữa.

d. Nguyên lý làm việc : Xét mạch điện nh hình vẽ :

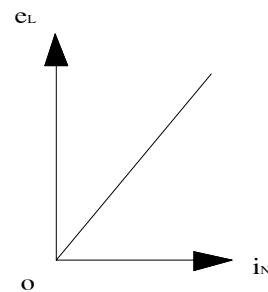


Khi có dòng điện biến thiên tăng chạy qua cuộn dây thì trong cuộn dây sẽ xuất hiện sức điện động tự cảm e_L nh hình vẽ. ta có phương trình cân bằng điện áp

$$U_2 = U_1 + e_L \Rightarrow U_1 \equiv U_2 + e_L \frac{di_N}{dt} U_2 - \left(-L \frac{di_N}{dt} \right) = U_2 + L \frac{di_N}{dt}$$

Vậy :

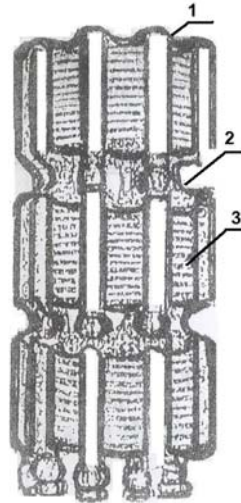
Khi có ngắn mạch xảy ra phía sau cuộn kháng thì dòng điện ngắn mạch quá độ chạy qua kháng điện biến thiên tăng, do đó mặc dù u_2 giảm nhng (di_N/dt) tăng, cho nên điện áp u_1 trên thanh góp giảm không đáng kể. Mặt khác trong thời gian quá độ, khi dòng điện ngắn mạch biến thiên tăng thì e_L sinh ra i_L chống lại sự biến thiên tăng của dòng điện ngắn mạch. Vì vậy dòng điện thực tế chạy qua điểm ngắn mạch nhỏ hơn dòng điện ngắn mạch khi không lắp kháng điện.



Dựa vào cơ sở lý thuyết này, người ta chế tạo kháng điện để hạn chế dòng điện ngắn mạch trong thời gian quá độ trước thời điểm máy cắt cắt loại trừ phần tử bị sự cố ra khỏi hệ thống điện.

Đồ đặc tính kỹ thuật của kháng điện nh hình vẽ.

4.2. Cuộn kháng khô :



Dùng cho các trang bị điện trong nhà điện áp đến 35 KV là cuộn kháng được sử dụng rất rộng rãi. Cuộn đặt hở trong không khí làm mát tự nhiên bằng các luồng khí của phòng. Các vòng dây được cố định qua các trụ đỡ bằng bê tông hoặc gỗ.

Hình vẽ cuộn kháng khô trụ bê tông điện áp 35KV. Cuộn dây số 3 là cuộn dây nhôm hoặc đồng, tiết diện lớn, cách điện bằng giấy dầu và lớp sợi bông tét bên ngoài, các vòng dây được lồng vào trụ bê tông 1.

Cuộn kháng quấn xong được tắm vào sơn chịu ẩm, thông 3 pha được chồng lên nhau, giữa các pha cách điện bằng sứ đỡ 2. Cuộn dây pha giữa phải quấn ngược chiều với hai cuộn dây trên và đối nhằm cân bằng lực điện từ giữa các vòng dây trong các pha chống biến dạng của các vòng dây khi có dòng điện ngắn mạch chạy qua, khi lắp đặt và sửa chữa cần chú ý đến chiều cũng như thứ tự pha của cuộn kháng.

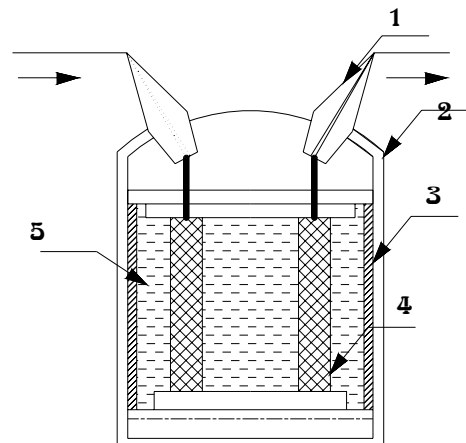
Ngoài ra khi lắp đặt cần tránh các bộ phận sắt thép đặt quá gần cuộn kháng làm thay đổi trị số điện kháng của nó. Cuộn kháng khô phải được đặt trong phòng thông gió tốt, nhiệt độ không quá 35⁰C và không thay đổi đột ngột. Trong quá trình cuộn kháng làm việc cần giữ cho lớp sơn mặt ngoài luôn sạch sẽ.

Nếu mặt ngoài bị bẩn, hơi nước đọng lại sẽ làm giảm điện trở bề mặt gây phóng điện mặt ngoài, có hại cho cuộn kháng và dễ dẫn tới sự cố ngắn mạch giữa các pha, Nhược điểm của cuộn kháng điện bê tông là nặng nề, cồng kềnh.

4.3. Cuộn kháng ngâm dầu :

Thông dùng cho các thiết bị điện ngoài trời, điện áp từ 35 KV trở lên. Nó gồm có một hoặc ba cuộn dây, quấn trên lõi cách điện, đặt trong thùng dầu vô thép, đựng đầy dầu cách điện. Trông bề ngoài cuộn kháng giống máy biến áp chỉ khác các sứ xuyên dẫn điện vào và ra có kích thước nh nhau và không có bình dầu phụ.

- (1) sứ xuyên
- (2) vỏ thùng dầu
- (3) màn chắn từ
- (4) cuộn dây kháng điện
- (5) dầu cách điện



Cấu tạo cuộn kháng ngâm dầu

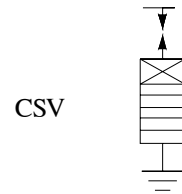
So với cuộn kháng khô thì kháng ngâm dầu có ưu điểm là tránh được ẩm ướt, bụi bẩn, thu gọn kích thước và khối lượng, đặt được ở mọi vị trí, gần các vật sắt thép không sợ bị ảnh hưởng từ tính. Tuy nhiên cấu tạo của nó phức tạp giá thành cao hơn cuộn kháng khô cùng cấp điện áp.

Khi cuộn kháng có dòng điện xoay chiều chạy qua từ thông của các cuộn dây sẽ móc vòng qua vỏ thép. (vì cuộn kháng khô không có mạch từ bằng lõi thép) sinh ra dòng điện xoáy làm nóng vỏ và gây tổn hao lớn. Để khắc phục hiện tượng trên người ta dùng các phương pháp sau đây :

- **Dùng màn chắn từ :** Bằng cách đặt giữa các cuộn dây và vỏ thùng dầu một tấm kính loại ba dẫn điện, bằng đồng hay nhôm. Khi cuộn dây có từ thông biến thiên qua, trong tấm kính sẽ cảm ứng ra một sức điện động. Do tấm kim loại và vòng dây kín mạch, nên sức điện động cảm ứng sẽ tạo ra dòng điện chạy trong vòng kín đó. Theo định luật Lenxơ, dòng điện này sinh ra từ thông phụ chống lại sự biến thiên của từ thông trong lòng nó. Kết quả là từ thông tản qua vỏ thùng dầu giảm đi rất nhiều.
- **Dùng mạch từ phụ :** bằng cách lót trong vỏ thùng một lớp thép lá kỹ thuật điện tạo ra mạch từ phụ cho từ thông cuộn dây móc vòng qua. Vì lá thép dẫn từ tốt hơn rất nhiều so với vỏ máy nên từ thông móc vòng qua vỏ máy giảm đi rất nhiều.

5 Chống sét

5.1. Chống sét van có khe hở dập hồ quang :



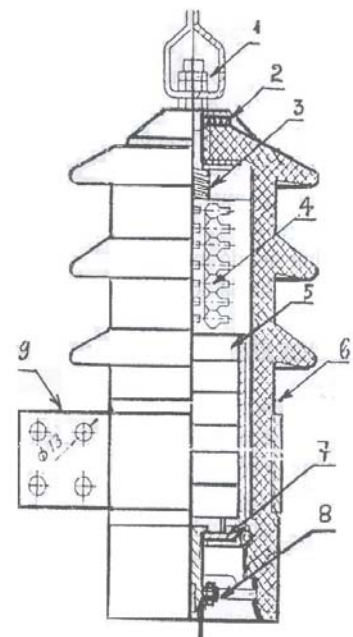
Ký hiệu

a. Công dụng : Chống sét van là một loại thiết bị điện cao áp được sử dụng để bảo vệ chống sét xâm nhập từ dòng dây vào trạm biến áp hoặc nhà máy

điện, chống quá điện áp cho trạm biến áp và nhà máy điện.

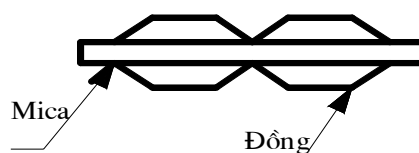
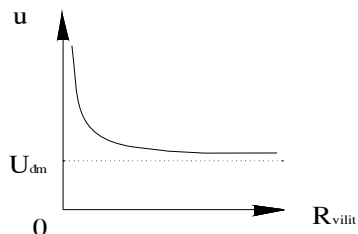
b. Đặc điểm cấu tạo : Loại chống sét van có khe hở dập hồ quang như hình vẽ

1. Đầu cực bắt dây ra
2. nắp và đệm trên
3. Lò xo
4. Khe hở dập hồ quang
5. Điện trở vilit
6. Vỏ sứ
7. Nắp và đệm dưới
8. Bulông bắt dây nối đất
9. Bách bắt xà (đai ôm)



Cấu tạo chính của loại chống sét van này là điện trở vilit và khe dập hồ quang. Hai bộ phận này đặt nối tiếp nhau, dòng sét qua khe dập tia lửa qua điện trở vilit xuống đất.

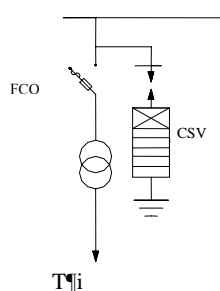
Điện trở vilit được chế tạo từ bột kim cương hoặc graphit đúc thành hình trụ có bề dày từ 20-30 mm, đường kính từ 75-100mm chịu được dòng điện cường độ từ 30-40 KA chạy qua mà không hỏng. Điện trở vilit là loại điện trở phi tuyến có đặc tính nh hình vẽ :



Khi đặt điện áp vào điện trở là điện áp lưới ($U_{vh} \approx U_{dm}$) thì điện trở vilit có điện trở rất lớn ($R_{vl} \approx \infty$) ngăn không cho dòng tải trên đồng dây tháo xuống đất. Khi đặt lên điện trở là điện áp sét, có trị số rất lớn thì điện trở vilit tự động giảm về gần bằng không. Mỗi khe dập hồ quang gồm hai đĩa đồng mỏng dập định hình ép vào tấm mica dày từ (0.5-1)mm dạng hình vòm khảm nh hình vẽ, chính tấm mica này tạo nên khe dập tia lửa hồ quang.

c. Nguyên lý làm việc :

Chống sét van được lắp đặt song song với máy phát điện hoặc máy biến áp nh hình vẽ :



Khi có sét đánh trên trên đồng dây hoặc cảm ứng vào đồng dây tải điện, thì dòng điện sét sẽ lan truyền trên đồng dây dưới dạng sóng chạy. Sóng sét là loại sóng xung cao tần, độ dốc lớn tốc độ biến thiên nhanh, khi xâm nhập vào thanh góp của nhà máy điện hoặc trạm biến áp thì điện áp đặt vào máy biến áp và chống sét van sẽ là điện áp sét có trị số rất lớn (nếu không có chống sét van bảo vệ thì máy biến áp sẽ bị hỏng). Khi điện áp đặt vào điện trở vilit là điện áp sét thì điện trở vilit tự động giảm về không. Cho nên dòng điện sét được tháo qua van chống sét xuống hệ thống nối đất.

Khi đó xem nh chống sét van trở thành một dây dẫn nối đất, đấu song song với máy biến

áp, vì vậy triệt tiêu dòng điện áp d trên máy biến áp bảo vệ an toàn cho máy biến áp. Sau khi dòng điện sét được tháo xuống đất, điện áp đặt vào van chống sét giảm dần về gần điện áp lưới, do đó điện trở vilit lại tự động tăng dần trị số, làm cho dòng điện phóng qua các khe hở dập hồ quang giảm xuống rất nhỏ, vì vậy hồ quang nhanh chóng bị dập tắt hoàn toàn trong các khe hẹp. Khi điện áp đặt vào chống sét van giảm dần về bằng điện áp lưới thì điện trở vilit tăng lên trị số vô cùng lớn, ngăn không cho dòng điện tải tháo xuống đất. Vì vậy chống sét van có tính lựa chọn chỉ tháo dòng điện sét xuống đất, ngăn không cho dòng điện tải xuống đất, nên còn được gọi là van thu sét. Khi lắp đặt chống sét van không được để hơi nước lọt vô trong làm thay đổi đặc tính của điện trở vilit sẽ mất tác dụng chống sét.

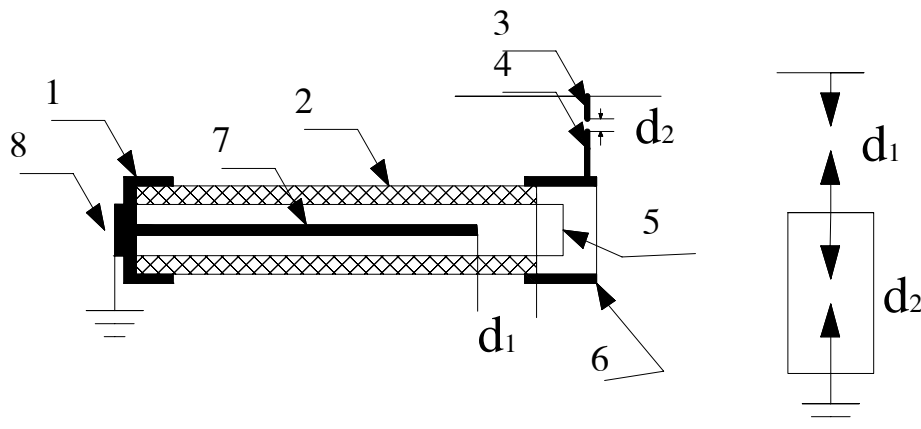
5.2. Chống sét ống :

a. Công dụng :

Là một loại khí cụ điện cao áp được sử dụng để bảo vệ chống quá điện áp do sét đánh vào đồng dây tải điện trung thế cấp điện áp từ (3-35)KV.

b. Đặc điểm cấu tạo :

Là loại chống sét có khe hở. Bộ phận dập hồ quang gồm : Khe hở trong d_1 được bao bọc xung quanh bằng vật liệu sinh khí, đặt trong ống sinh khí 2 chế tạo từ chất phi brôbakêtit hoặc chất dẻo viniplast. Một đầu ống có nắp kim loại giữ điện cực thanh 7 đầu còn lại lắp điện cực hình xuyên 6, trên điện cực hình xuyên có gắn lá thép lõi gà 5 để chỉ thị tình trạng làm việc của chống sét ống. Khe hở ngoài d_2 giữa điện cực kim loại 3 và 4 có tác dụng cách ly thân ống chống sét với đồng dây để không bị hỏng và tổn hao do dòng điện rò.



1. Nắp kim loại
2. ống sinh khí
3. Điện cực kim loại
4. Điện cực kim loại
5. Lõi gà chỉ thị
6. Điện cực hình xuyên
7. Điện cực kim loại
8. Cực bắt dây nối đất

c. Nguyên lý làm việc :

ở trạng thái bình thường đồng dây dẫn điện cách điện với đất nhờ khe hở trong d_1 và khe hở ngoài d_2 . Khoảng cách giữa các điện cực của các khe hở d_1 và d_2 phụ thuộc vào loại chống sét ống và cấp điện áp của đồng dây.

$$E = \frac{U}{(d_1 + d_2)} (U \uparrow \Rightarrow E \uparrow)$$

Khi có sét đánh trực tiếp vào đồng dây hoặc sóng sét cảm ứng vào đồng dây tải điện, thì điện áp giữa đồng dây và mặt đất tăng lên gấp nhiều lần điện áp định mức làm cho điện trường giữa các

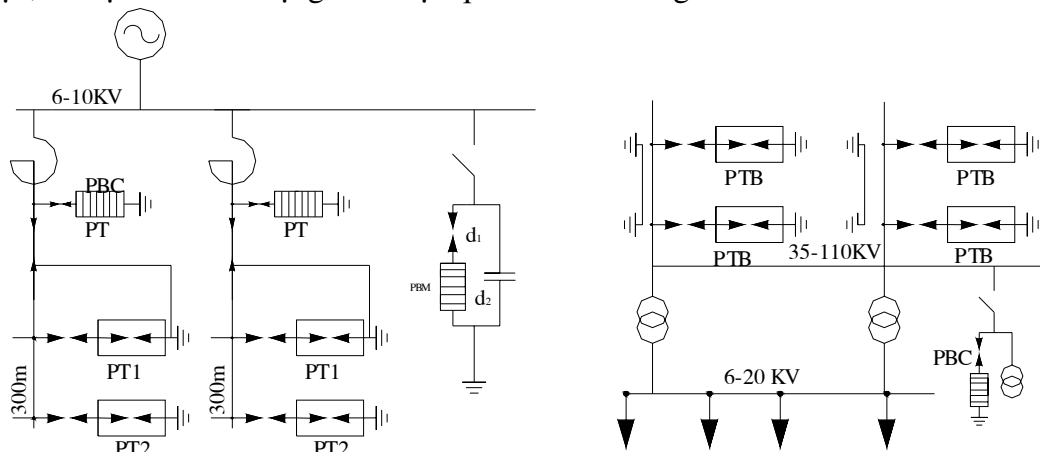
khe hở tăng d_1 và d_2 lên rất lớn

Khi $E \geq E_1$ (E_1 là giới hạn điện trường ion hoá) thì lớp không khí giữa các khe hở d_1 , d_2 bị ion hoá do va chạm, gây ra phóng điện qua các khe hở d_1 và d_2 . Vì vậy năng lượng sét trên đồng dây được tháo xuống đất làm cho biên độ sóng sét trên đồng dây giảm đi nhanh chóng, trở về trạng thái bình thường, do đó cách điện của đồng dây với đất không bị hỏng. Trong quá trình phóng điện qua khe hở d_1 hồ quang đốt nóng chất sinh khí làm cho chất sinh khí bị phân tích do nhiệt, chuyển từ thể rắn sang thể hơi do đó áp suất trong ống sinh khí tăng lên rất lớn, có thể đạt tới hàng chục at thổi dập tắt tia hồ quang. Sản phẩm cháy khí màu đỏ phụt ra ngoài theo lỗ hở của cực điện hình xuyên, đẩy lá thép lõi gà 5 bật khỏi vị trí đóng. Khi đi kiểm tra đồng dây thấy lá thép lõi gà bật lệch ra ngoài, thì người quản lý biết được chống sét ống đã tác động. Thời gian phóng điện và dập hồ quang của chống sét ống không quá 0,02s. Sau nhiều lần chống sét ống tác động, lớp vật liệu sinh khí sẽ bị mòn dần. Khi kiểm tra nếu thấy mòn quá giới hạn cho phép thì phải thay chống sét ống mới.

d. Phạm vi sử dụng :

Chống sét ống chủ yếu dùng để bảo vệ chống sét cho đồng dây trung thế : $U_{dm} = (3-35)$

KV. Ngoài ra chống sét ống còn được chế tạo đến cấp điện áp 110KV để sử dụng chống sét tăng cường cho trạm biến áp hoặc nhà máy điện có cấp điện áp tương ứng, ở những vùng thường có mật độ sét lớn, nhằm mục đích giảm biên độ sóng sét lan truyền trên đồng dây vào trạm biến áp hoặc nhà máy điện, để hạn chế tình trạng làm việc quá tải cho chống sét van.



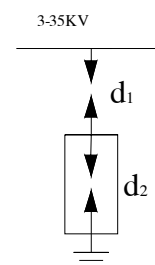
Thông số lắp đặt trên đồng dây cách nhà máy điện và trạm biến áp từ (100-300)m.

e. Ưu nhược điểm :

- Ưu điểm : cấu tạo đơn giản, gọn nhẹ, dễ lắp đặt, dễ kiểm tra và quản lý.
- Nhược điểm : do khe hở d_1 và d_2 nên chỉ khi $E \geq E_1$ thì chống sét mới tác động vì vậy điện áp trên đồng dây vẫn còn khá lớn.

Trong quá trình vận hành điện cực 3 và 4 có thể bị xô dịch do nhiều nguyên nhân làm thay đổi khoảng cách d_2 . Dẫn tới làm tăng giá trị điện áp d khi quá điện áp trên đồng dây. Vì những nhược điểm cơ bản trên cho nên chống sét ống không được dùng để bảo vệ chống sét lan truyền từ đồng dây vào trạm biến áp hoặc nhà máy điện là những thiết bị quan trọng và nhạy cảm.

f. Vị trí lắp đặt :



Nếu lắp đặt ở cùng một vị trí trên cả 3 pha thì tiết kiệm được dây nối đất và cọc tiếp đất nhưng nguy cơ gây ngắn mạch khi cả 3 chống sét ống cùng tác động sẽ tăng lên.

Nếu mỗi khoảng cột chỉ lắp một chống sét ống, muốn lắp hết trên cả 3 pha phải hết 3 khoảng cột liên tiếp, thì sẽ giảm được nguy cơ ngắn mạch khi có tác động, nhưng chi phí cho cọc tiếp đất và dây nối đất tăng.

Loại chống sét ống	Khoảng cách d_2
PT6	(10-15)mm
PT10	(15-20)mm
PT3	(20-25)mm

❖ 6 mở phóng điện

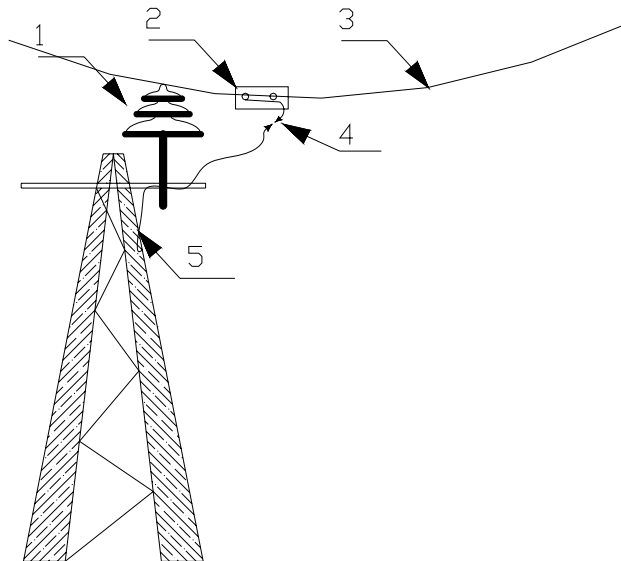
6.1. Công dụng:

Mở phóng điện là một loại khí cụ điện cao áp có thể được sử dụng để bảo vệ chống quá điện áp do sét đánh vào đường dây tải điện đã lắp đặt hệ thống tự động đóng lặp lại.

6.2. Cấu tạo: nh hình vẽ

Khoảng cách giữa hai đầu mở phóng phụ thuộc vào cấp điện áp của đường dây tải điện.

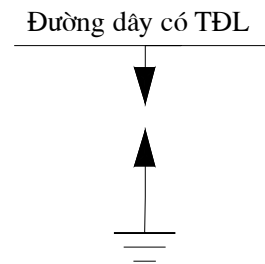
1. Sứ cách điện
2. Kẹp bắt dây



3. Dây dẫn
4. Mở phóng
5. Dây nối đất

6.3. Nguyên lý làm việc:

Đặc chế tạo dựa trên nguyên lý hiệu ứng mũi nhọn, bình thường dòng dây tải điện cách điện với mặt đất qua khe hở của mỏ phóng.



Khi có sét đánh vào dòng dây, thì điện áp trên dòng dây và mặt đất tăng lên gấp nhiều lần điện áp định mức, làm cho điện trường E giữa khe hở của mỏ phóng tăng lên có thể đạt tới 107-108 V/cm. Tác dụng của điện trường ở mỗi đầu mỏ phóng, mật độ điện tích cùng dấu trên một đơn vị diện tích tập trung rất lớn, chúng đẩy nhau làm tăng khả năng giải phóng điện tích tự do ra khỏi đầu điện cực mũi nhọn, cho nên khoảng không khí giữa hai đầu mỏ phóng tập trung mật độ điện tích tự do được giải phóng ra rất nhiều, chúng chuyển động ở vận tốc cao, gây ra ion hoá và chạm các phân tử khí, làm phóng điện giữa hai đầu mỏ phóng. Quá trình xảy ra phóng điện giữa hai đầu mỏ phóng năng lượng sét trên dòng dây được tháo xuống đất, tới cùng độ điện trường giữa hai đầu mỏ phóng $E < E_i$ thì kết thúc quá trình phóng điện. Khi đó TĐL điều khiển máy cắt đóng điện lại cho dòng dây.

6.4. Vị trí lắp đặt:

6.5. Ưu nhược điểm:

- Ưu điểm: cấu tạo đơn giản, dễ lắp đặt, giá thành thấp so với chống sét ống.
- Nhược điểm: mỏ phóng điện không có bộ phận dập tắt hồ quang cho nên khi mỏ phóng, phóng điện thời gian bị kéo dài, gây ra sự cố ngắn mạch vĩnh viễn, làm cho máy cắt dòng dây tác động, cắt dòng dây đang vận hành ra khỏi hệ thống điện, do đó dòng dây phải trang bị thiết bị TĐL. Khi có sét điện áp giữa hai đầu mỏ phóng còn lớn.

—