

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

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

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

LỜI GIỚI THIỆU

Đây là tài liệu được biên soạn theo chương trình đào tạo nghề Điện công nghiệp trình độ Cao đẳng.

Giáo trình được tác giả biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, có bổ sung và cập nhật nhiều kiến thức từ các nguồn tài liệu khác nhau. Nội dung giáo trình bao gồm các chương:

- Chương 1: Vật liệu cách điện**
- Chương 2: Vật liệu dẫn điện**
- Chương 3: Vật liệu dẫn từ**
- Chương 4: Khí cụ điện đóng cắt**
- Chương 5: Khí cụ điện bảo vệ**
- Chương 6: Khí cụ điện điều khiển**

Xin trân trọng cảm ơn Khoa Điện – Điện tử, Trường Cao đẳng Nghề Đà Lạt cũng như sự hỗ trợ, giúp đỡ của các đồng nghiệp đã giúp tác giả hoàn thành giáo trình này.

Mặc dù rất cố gắng biên soạn lại nhưng chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót, tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp để giáo trình ngày càng hoàn thiện hơn để cung cấp cho người học những kiến thức và kỹ năng trọng tâm trong lần xuất bản sau.

Đà Lạt, ngày 03 tháng 07 năm 2017

Tham gia biên soạn

Chủ biên: Ths. Lê Đoàn Đình Đức

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: Vật liệu – Khí cụ điện

Mã số môn học: MH10

I. Vị trí, tính chất của môn học:

1. Vị trí: Môn học này được bố trí học sau môn học An toàn điện và học song song với các môn học Về kỹ thuật điện, Mạch điện...

2. Tính chất: Là môn học kỹ thuật cơ sở, thuộc các môn học đào tạo nghề Điện công nghiệp bắt buộc.

II. Mục tiêu môn học:

1. Về kiến thức:

- Nhận dạng được các loại vật liệu điện thông dụng.
- Phân loại được các loại vật liệu điện thông dụng.
- Trình bày đặc tính của các loại vật liệu điện.
- Nhận dạng và phân loại được các loại khí cụ điện.
- Trình bày được cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các loại khí cụ điện thông dụng.

2. Về kỹ năng:

- Xác định được các dạng và nguyên nhân gây hư hỏng ở vật liệu điện.
- Tính chọn được các loại khí cụ điện theo yêu cầu của phụ tải.

3. Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

- Rèn luyện được tính cẩn thận, tỉ mỉ, thái độ nghiêm túc, chính xác, chủ động trong học tập và trong thực hiện công việc.

MỤC LỤC

ĐỀ MỤC	TRANG
Tuyên bố bản quyền	1
Lời giới thiệu	1
BÀI MỞ ĐẦU: VẬT LIỆU ĐIỆN	5
1 Khái niệm về vật liệu điện	5
2. Phân loại vật liệu	10
CHƯƠNG 1 VẬT LIỆU DẪN ĐIỆN	11
1 Khái niệm về vật liệu dẫn điện	11
2. Tính chất của vật liệu dẫn điện.....	11
3 Đặc điểm và tính chất chọn lựa	13
4. Phân loại và phạm vi ứng dụng	14
5. Một số vật liệu thông dụng.....	15
CHƯƠNG 2 VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN	21
1 Khái niệm về vật liệu cách điện	21
2. Tính chất của vật liệu cách điện	21
3 Tiêu chuẩn chọn lựa	30
4. Một số vật liệu cách điện thông dụng.....	30
CHƯƠNG 3 VẬT LIỆU DẪN TỪ	41
4.1 Khái niệm về vật liệu dẫn từ.....	41
4.2. Tính chất của vật liệu từ	43
4.3 Các loại vật liệu sắt từ	51
BÀI MỞ ĐẦU: KHÍ CỤ ĐIỆN	46
1 Khái niệm	46
1.1 Khái niệm về khí cụ điện.....	46
1.2. Sự phát nóng của khí cụ điện	46
1.3 Tiếp xúc điện	48
1.4 Hồ quang và các phương pháp dập tắt hồ quang	49
2 Phân loại	51
2.1 Phân loại theo công dụng	51
2.2. Phân loại theo điện áp.....	51
2.3 Phân loại theo nguyên lý làm việc.....	51
3 Yêu cầu chung đối với khí cụ điện.....	52
CHƯƠNG 4 KHÍ CỤ ĐIỆN ĐÓNG CẮT	54
1 Cầu dao	54
2 Công tắc.....	58
3 Áptômát	63

4 Tính toán, chọn lựa và mắc khí cụ đóng cắt trên hệ thống điện	75
5 Kiểm tra, thay thế, sửa chữa khí cụ đóng cắt	78
CHƯƠNG 5 KHÍ CỤ ĐIỆN BẢO VỆ.....	88
1 Cầu chì.....	88
2 Rơ le nhiệt.....	95
3 Rơ le điện áp.....	102
4 Thiết bị chống dòng điện rò	103
5 Tính toán, chọn lựa và mắc khí cụ điện bảo vệ trên hệ thống điện.....	107
6 Kiểm tra, thay thế, sửa chữa khí cụ điện bảo vệ	113
CHƯƠNG 6 KHÍ CỤ ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN	119
1 Nút nhấn	119
2 Bộ khống chế.....	121
3 Công tắc tơ – Khởi động từ	121
6.3 Rơ le trung gian	123
6.4 Rơ le thời gian	136
6.5 Rơ le tốc độ.....	143
6.6 Chọn lựa, mắc khí cụ điện điều khiển trên hệ thống điện.....	144
6.7 Kiểm tra, thay thế, sửa chữa khí cụ điện điều khiển	145

BÀI MỞ ĐẦU: VẬT LIỆU ĐIỆN

1. Khái niệm về vật liệu điện

Vật liệu điện là tất cả những chất liệu dùng để sản xuất thiết bị sử dụng trong lĩnh vực ngành điện. Thường người ta phân các loại vật liệu điện theo đặc điểm, tính chất và công dụng của nó.

2. Cấu tạo nguyên tử

Mọi vật liệu (vật chất) được cấu tạo từ nguyên tử và phân tử. Nguyên tử là phần tử cơ bản của vật chất. Theo mô hình nguyên tử của Bor, nguyên tử được cấu tạo từ hạt nhân mang điện tích dương và các điện tử (electron e) mang điện tích âm chuyển động xung quanh hạt nhân theo quỹ đạo nhất định.

Hạt nhân nguyên tử được cấu tạo từ các hạt proton và notron. Notron là hạt không mang điện tích, còn proton có điện tích dương với số lượng bằng $Z.q$

Trong đó:

Z – số lượng điện tử của nguyên tử đồng thời cũng là số thứ tự của nguyên tố nguyên tử đó trong bảng tuần hoàn Mendêlêep.

q – điện tích của điện tử e ($q = 1,6.10^{-19}$ culông). Proton có khối lượng bằng $1,6.10^{-27}$ kg, electron (e) có khối lượng bằng $9,1.10^{-31}$ kg.

Ở trạng thái bình thường nguyên tử trung hoà về điện, tức là trong nguyên tử có tổng các điện tích dương của hạt nhân bằng tổng số điện tích âm của các điện tử. Nếu vì lý do nào đó nguyên tử mất đi một hay nhiều điện tích thì sẽ trở thành điện tích dương, ta gọi là ion dương. Ngược lại nếu nguyên tử trung hoà nhận thêm điện tử thì trở thành ion âm.

Để có khái niệm về năng lượng của điện tử ta xét nguyên tử của Hidrô, nguyên tử này được cấu tạo từ một proton và một điện tử.

Khi điện tử chuyển động trên quỹ đạo tròn bán kính r xung quanh hạt nhân thì điện tử sẽ chịu lực hút của hạt nhân f_1 và được xác định bởi công thức sau:

$$f_1 = \frac{q^2}{r^2} \quad (1.1)$$

Lực hút f_1 sẽ được cân bằng với lực ly tâm của chuyển động f_2 :

$$f_2 = \frac{mv^2}{r} \quad (1.2)$$

Trong đó:

m – khối lượng của điện tử

v – tốc độ chuyển động của điện tử

$$\text{Từ (1.1) và (1.2) ta có: } f_1 = f_2 \text{ hay } mv^2 = \frac{q^2}{r} \quad (1.3)$$

Trong quá trình chuyển động điện tử có một động năng $T = \frac{mv^2}{2}$ và một thế năng $U = -\frac{q^2}{r}$, nên năng lượng của điện tử bằng:

$$W_e = T + U$$

$$\text{Thay } T = \frac{mv^2}{2} = \frac{q^2}{2r}. \text{ Vậy } W_e = T + U = \frac{q^2}{2r} - \frac{q^2}{r} = -\frac{q^2}{2r} \quad (1.4)$$

Biểu thức (1.4) ở trên chứng tỏ mỗi điện tử của nguyên tử có một mức năng lượng nhất định, năng lượng này tỷ lệ nghịch với bán kính quỹ đạo chuyển động của điện tử. Để di chuyển điện tử từ quỹ đạo chuyển động bán kính ra xa vô cùng cần phải cung cấp cho nó một năng lượng lớn hơn bằng $\frac{q^2}{r^2}$.

Năng lượng tối thiểu cung cấp cho điện tử để điện tử tách rời ra khỏi nguyên tử trở thành điện tử tự do người ta gọi là năng lượng ion hoá (W_i). Khi bị ion hoá (bị mất điện tử), nguyên tử trở thành ion dương. Quá trình biến nguyên tử trung hoà thành ion dương và điện tử tự do gọi là quá trình ion hoá.

Trong một nguyên tử, năng lượng bị ion hoá của các lớp điện tử khác nhau cũng khác nhau, các điện tử hoá trị ngoài cùng có mức năng lượng ion hoá thấp nhất vì chúng cách xa hạt nhân.

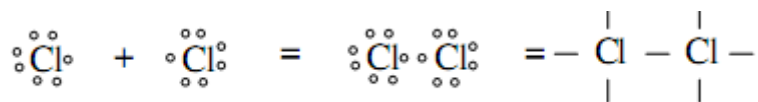
Khi điện tử nhận được năng lượng nhỏ hơn năng lượng ion hoá chúng sẽ bị kích thích và có thể di chuyển từ mức năng lượng này sang mức năng lượng khác, song chúng luôn có xu thế trở về vị trí ở trạng thái ban đầu. Phần năng lượng cung cấp để kích thích nguyên tử sẽ được trả lại dưới dạng năng lượng quang học (quang năng).

Trong thực tế, năng lượng ion hoá và năng lượng kích thích nguyên tử có thể nhận được từ nhiều nguồn năng lượng khác nhau như nhiệt năng, quang năng, điện năng; năng lượng của các tia sóng ngắn như tia α , β , γ hay tia Ronghen...

3 Cấu tạo phân tử

3.1. Liên kết đồng hoá trị

Liên kết đồng hoá trị được đặc trưng bởi sự dùng chung các điện tử của các nguyên tử trong phân tử. Khi có mật độ đám mây điện tử giữa các hạt nhân trở thành bão hoà, liên kết phân tử bền vững.



Hình 1.1. Cấu tạo phân tử Clo

Lấy cấu trúc phân tử clo làm ví dụ. Phân tử clo (Cl_2) gồm 2 nguyên tử clo, mỗi nguyên tử clo có 17 điện tử, trong đó 7 điện tử ở lớp hoá trị ngoài cùng. Hai nguyên tử này được liên kết bền vững với nhau bằng cách sử dụng chung hai điện tử, lớp vỏ ngoài cùng của mỗi nguyên tử được bổ sung thêm một điện tử của nguyên tử kia.

Tùy thuộc vào cấu trúc đối xứng hay không đối xứng mà phân tử liên kết đồng hoá trị có thể là trung tính hay cực tính (lưỡng cực).

- Phân tử có trọng tâm của các điện tích dương và điện tích âm trùng nhau gọi là phân tử trung tính. Các chất được tạo nên bởi các phân tử trung tính gọi là chất trung tính.

- Phân tử có trọng tâm các điện tích dương và điện tích âm không trùng nhau cách nhau một khoảng “a” nào đó được gọi là phân tử cực tính hoặc phân tử lưỡng cực. Phân tử lưỡng cực đặc trưng bởi mômen lưỡng cực $m = q.a$. Dựa vào trị số mômen lưỡng cực của phân tử người ta chia ra thành chất cực tính yếu và cực tính mạnh. Những chất được cấu tạo bằng các phân tử cực tính gọi là chất cực tính.

3.2. Liên kết ion

Liên kết ion được xác lập bởi lực hút giữa các ion dương và các ion âm trong phân tử. Liên kết ion là liên kết khá bền vững. Do vậy, vật rắn có cấu tạo ion đặc trưng bởi độ bền cơ học và nhiệt độ nóng chảy cao. Ví dụ điển hình về tinh thể ion là các muối halogen của các kim loại kiềm.

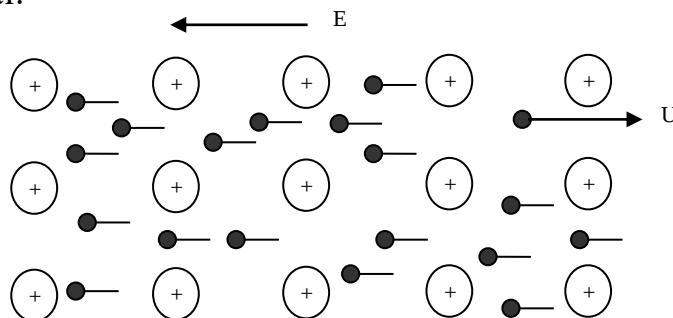
Cấu trúc tinh thể ion clorua natri và clorua xeri: ở chất thứ nhất các ion được ràng buộc chặt chẽ, còn chất thứ hai không chặt chẽ.

Khả năng tạo nên một chất hoặc hợp chất mạng không gian nào đó phụ thuộc chủ yếu vào kích thước nguyên tử và hình dạng lớp điện tử hoá trị ngoài cùng.

3.3. Liên kết kim loại

Dạng liên kết này tạo nên các tinh thể vật rắn. Kim loại được xem như là một hệ thống cấu tạo từ các ion dương nằm trong môi trường các điện tử tự do. Lực hút giữa các ion dương và các điện tử tạo nên tính nguyên khối của kim loại. Chính vì vậy liên kết kim loại là loại liên kết bền vững, kim loại có độ bền cơ học và nhiệt độ nóng chảy cao.

Lực hút giữa các ion dương và các điện tử đã tạo nên tính nguyên khối của kim loại.



Hình 1.2 Liên kết kim loại

Sự tồn tại của các điện tử tự do làm cho kim loại có tính ánh kim và tính dẫn điện, dẫn nhiệt cao. Tính dẻo của kim loại được giải thích bởi sự dịch chuyển và trượt lên nhau giữa các lớp ion, cho nên kim loại dễ cán, kéo thành lớp mỏng.

3.4. Liên kết VandecVan

Liên kết này là dạng liên kết yếu, cấu trúc mạng tinh thể phân tử vững chắc. Do vậy những liên kết phân tử là liên kết Vandec – Vanx có nhiệt độ nóng chảy và độ bền cơ thấp như parafin.

4. Khuyết tật trong cấu tạo vật rắn

Các tinh thể vật rắn có thể có kết cấu đồng nhất. Sự phá huỷ các kết cấu đồng nhất và tạo nên các khuyết tật trong vật rắn thường gặp nhiều trong thực tế. Những khuyết tật có thể được tạo nên bằng sự ngẫu nhiên hay cố ý trong quá trình công nghệ chế tạo vật liệu.

Khuyết tật của vật rắn là bất kỳ hiện tượng nào phá vỡ tính chất chu kỳ của trường tĩnh điện mạng tinh thể như: phá vỡ thành phần hợp thức; sự có mặt của các tạp chất lạ; áp lực cơ học; các lượng tử của dao động đàn hồi – phonon; mặt tinh thể phụ – đoạn tầng; khe rãnh, lỗ xóp...

Khuyết tật sẽ làm thay đổi các đặc tính cơ – lý – hoá và các tính chất về điện của vật liệu. Khuyết tật có thể tạo nên các tính năng đặc biệt

tốt (ví dụ: vi mạch IC...) và cũng có thể làm cho tính chất của vật liệu kém đi (ví dụ: vật liệu cách điện có lẫn kim loại)

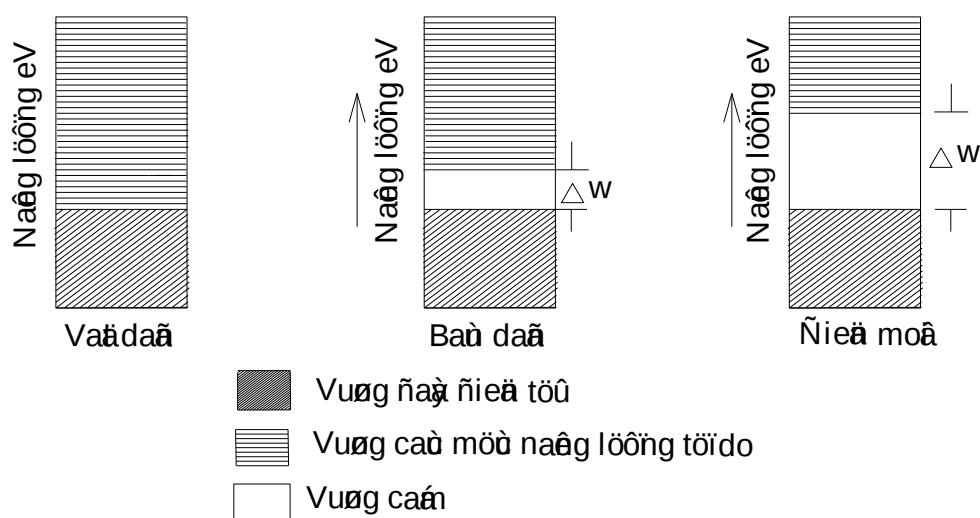
5. Lý thuyết về vùng năng lượng

Có thể sử dụng lý thuyết phân vùng năng lượng để giải thích, phân loại vật liệu thành các nhóm vật liệu dẫn điện, bán dẫn và điện môi (cách điện)

Việc nghiên cứu quang phổ phát xạ của các chất khác nhau ở trạng thái khí khi các nguyên tử cách xa nhau một khoảng cách lớn chỉ rõ rằng nguyên tử của mỗi chất được đặc trưng bởi những vạch quang phổ hoàn toàn xác định. Điều đó chứng tỏ rằng các nguyên tử khác nhau có những trạng thái năng lượng hay mức năng lượng khác nhau.

Khi nguyên tử ở trạng thái bình thường không bị kích thích, một số trong các mức năng lượng bị nguyên tử lấp đầy, còn các mức năng lượng khác điện tử chỉ có thể có mặt khi các nguyên tử nhận được năng lượng từ bên ngoài tác động (trạng thái kích thích). Nguyên tử luôn có xu hướng quay về trạng thái ổn định. Khi điện tử chuyển từ mức năng lượng kích thích sang mức năng lượng nguyên tử nhỏ nhất, nguyên tử phát ra phần năng lượng dư thừa.

Những điều nói trên được đặc trưng bởi biểu đồ năng lượng. Khi chất khí hoá lỏng và sau đó tạo nên mạng tinh thể của vật rắn, các nguyên tử nằm sát nhau, tất cả các mức năng lượng của nguyên tử bị dịch chuyển nhẹ do tác động của các nguyên tử bên cạnh tạo nên một dải năng lượng hay còn gọi là vùng các mức năng lượng.



Hình 1.3 Vùng năng lượng của vật liệu

Do không có năng lượng chuyển động nhiệt nên vùng năng lượng bình thường của các nguyên tử ở vị trí thấp nhất và được gọi là vùng hoá trị hay còn gọi là vùng đầy (ở 0^0K các điện tử hoá trị của nguyên tử lấp đầy vùng này).

Những điện tử tự do có mức năng lượng hoạt tính cao hơn, các dải năng lượng của chúng tập hợp thành vùng tự do hay vùng điện dẫn.

6. Phân loại vật liệu

6.1. Phân loại theo khả năng dẫn điện

Trên cơ sở giản đồ năng lượng người ta phân loại theo vật liệu cách điện (điện môi), bán dẫn và dẫn điện.

- **Điện môi:** là chất có vùng cấm lớn đến mức ở điều kiện thường sự dẫn điện bằng điện tử không xảy ra. Các điện tử hoá trị tuy được cung cấp thêm năng lượng của sự chuyển động nhiệt vẫn không thể di chuyển tới vùng tự do để tham gia vào dòng điện dẫn. Chiều rộng vùng cấm của điện môi ΔW nằm trong khoảng từ 1,5 đến vài điện tử von (eV).

- **Bán dẫn:** là chất có vùng cấm hẹp hơn nhiều so với điện môi, vùng này có thể thay đổi nhờ tác động năng lượng bên ngoài. Chiều rộng vùng cấm chất bán dẫn bé ($\Delta W = 0,2 - 1,5\text{eV}$), do đó ở nhiệt độ bình thường một số điện tử hoá trị ở trong vùng đầy được tiếp sức của chuyển động nhiệt có thể di chuyển tới vùng tự do để tham gia vào dòng điện dẫn.

- **Vật dẫn:** là chất có vùng tự do nằm sát với vùng đầy thậm chí có thể nằm chồng lên vùng đầy ($\Delta W < 0,2\text{eV}$). Vật dẫn điện có số lượng điện tử tự do rất lớn; ở nhiệt độ bình thường các điện tử tự do trong vùng đầy có thể chuyển sang vùng tự do rất dễ dàng, dưới tác dụng của lực điện trường các điện tử này tham gia vào dòng điện dẫn. Chính vì vậy vật dẫn có tính dẫn điện tốt.

6.2 Phân loại vật liệu theo từ tính

- **Nghịch từ:** là những chất có mật độ từ thẩm $\mu < 1$ và không phụ thuộc vào cường độ từ trường bên ngoài. Loại này gồm có Hidro, các khí hiếm, đa số các hợp chất hữu cơ, muối mỏ và các kim loại như: đồng, kẽm, bạc, vàng, thủy ngân...

- **Thuận từ:** là những chất có độ từ thẩm $\mu > 1$ và cũng không phụ thuộc vào từ trường bên ngoài. Loại này gồm có oxy, nitơ oxit, muối đất hiếm, muối sắt, các muối coban và niken, kim loại kiềm, nhôm, bạch kim.

- **Chất dẫn từ:** là các chất có $\mu > 1$ và phụ thuộc vào cường độ từ trường bên ngoài. Loại này gồm có: sắt, niken, coban, và các hợp kim của chúng; hợp kim crom và mangan, gadolonit, pherit có các thành phần khác nhau.

Chương 1. Vật liệu dẫn điện

1. Khái niệm về vật liệu dẫn điện

Vật liệu dẫn điện là vật chất khi ở trạng thái bình thường có các điện tích tự do, nếu đặt chúng vào trong điện trường các điện tích sẽ chuyển động theo một hướng nhất định và tạo thành dòng điện. Người ta gọi chúng là vật liệu có tính dẫn điện.

2. Tính chất của vật liệu dẫn điện

2.1. Điện dẫn suất và điện trở suất

Khi đặt vật dẫn một từ trường E thì có dòng điện chạy trong vật dẫn và được tính theo công thức:

$$I = n_0 q_e S v_{tb} \quad (1.5)$$

Trong đó: n_0 – là mật độ điện tử tự do của vật dẫn

q_e – điện tích của điện tử

S – tiết diện của dây dẫn

v_{tb} – tốc độ chuyển động trung bình của điện tử dưới tác dụng của điện trường E

Nếu gọi K là độ linh hoạt của điện tử $K = \frac{v}{E}$ thì có biểu thức của định luật Ôm như sau:

$$I = n_0 q_e S K E \quad (1.6)$$

$$\text{Điện dẫn suất} \quad \gamma = \frac{I}{S} \quad (1.7)$$

Trị số nghịch đảo của điện dẫn suất γ gọi là điện trở suất ρ , nếu vật dẫn có tiết diện không đổi là S và độ dài l thì:

$$\rho = R \frac{S}{l} \quad (1.8)$$

Đơn vị của điện trở suất là: $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Trong hệ SI điện trở suất có thứ nguyên là $\Omega \cdot \text{m}$

2.2. Hệ số nhiệt của điện trở suất

Điện trở suất của kim loại phụ thuộc vào nhiệt độ. Giá trị của điện trở suất có thể tính theo công thức:

$$\rho_t = \rho_0(1 + \alpha_p \cdot \Delta t) \quad (1.9)$$

Trong đó: ρ_t – điện trở suất của vật liệu đo ở nhiệt độ t^0

ρ_0 - điện trở suất của nhiệt độ ban đầu t_0

α_p – hệ số nhiệt của điện trở suất

Hệ số nhiệt của điện trở suất nói lên sự thay đổi điện trở suất của vật liệu khi nhiệt độ thay đổi.

2.3. Sức nhiệt động

Khi cho hai kim loại khác nhau tiếp xúc với nhau thì giữa chúng phát sinh hiệu điện thế gọi là hiệu điện thế tiếp xúc. Nguyên nhân sinh ra hiệu điện thế tiếp xúc là do công thoát của điện tử của mỗi kim loại khác nhau, do đó số điện tử tự do trong các kim loại hoặc hợp kim không bằng nhau. Theo thuyết điện tử, hiệu điện thế tiếp xúc giữa hai kim loại A và B bằng:

$$u_{AB} = u_B - u_A + \frac{KT}{e} \ln \frac{n_{0A}}{n_{0B}} \quad (1.10)$$

Ở đây: u_A và u_B là điện thế tiếp xúc của hai kim loại A và B,

n_{0A} và n_{0B} là mật độ điện tử trong kim loại A và B

Hiệu điện thế tiếp xúc giữa các cặp kim loại dao động trong phạm vi từ vài phần mười vôn đến vài vôn, nếu nhiệt độ của cặp bằng nhau, tổng hiệu điện thế trong mạch kín bằng không. Nhưng khi một phần tử của cặp có nhiệt độ T_1 còn phần kia là T_2 thì trong trường hợp này sẽ phát sinh sức nhiệt điện động:

$$\begin{aligned} u &= u_{AB} + u_{BA} \\ &= u_B - u_A + \frac{KT_1}{e} \ln \frac{n_{0A}}{n_{0B}} + u_A - u_B + \frac{KT_2}{e} \ln \frac{n_{0B}}{n_{0A}} \end{aligned} \quad (1.11)$$

Từ đó ta có:

$$u = \frac{K}{e} (T_1 - T_2) \ln \frac{n_{0A}}{n_{0B}} = A(T_1 - T_2) \quad (1.12)$$

Biểu thức nhận được (1.11) chứng tỏ s.n.đ.đ là hàm số của hiệu nhiệt độ.

Người ta dùng hai dây dẫn có s.n.đ.đ lớn và có quan hệ tuyến tính với nhiệt độ, để đo nhiệt độ (cặp nhiệt ngẫu). Trong các dụng cụ đo và điện trở mẫu nên sử dụng những kim loại và hợp kim có s.n.đ.đ nhỏ đối với đồng để không gây ra sai số khi đo. Có những cặp nhiệt ngẫu đôi đầu sdd trong quá trình đốt.

2.4. Hệ số nhiệt độ dẫn nở dài của vật dẫn kim loại

Hệ số dẫn nở nhiệt theo chiều dài của vật dẫn kim loại:

$$\alpha_1 = TK_1 = \frac{1}{l_t} \frac{dl}{l_t} (\text{độ}^{-1}) \quad (1.13)$$

Trong kỹ thuật cần phải chú ý đến hệ số α_1 để tính toán hệ số nhiệt độ của vật dẫn:

$$\alpha_R = \alpha_\rho - \alpha_1 \quad (1.14)$$

Giữa các trị số của hệ số dẫn nở dài theo nhiệt độ và nhiệt độ nóng chảy của kim loại có quan hệ với nhau theo quy luật nhất định. Kim loại có giá trị α_1 cao nóng chảy ở nhiệt độ thấp, còn kim loại có hệ số α_1 nhỏ sẽ khó nóng chảy.

2.5. Tính chất cơ học của vật dẫn: Thông thường đặc tính cơ được đặc trưng bằng giới hạn bền kéo và độ dẫn dài tương đối khi đứt $\Delta l/l$.

3. Đặc điểm và tính chất chọn lựa

Vật liệu dẫn điện trong quá trình sử dụng có những đặc điểm sau:

- Tính dẫn điện giảm đi đáng kể sau thời gian làm việc lâu dài.
- Hay bị gãy hoặc biến dạng do chịu tác dụng của lực cơ học, lực điện động và nhiệt độ cao.
- Bị ăn mòn hóa học do tác dụng của môi trường hoặc của các dung môi.

Vì vậy, khi chọn vật liệu dẫn điện phải đảm bảo được các yêu cầu về tính chất lý hóa, để phù hợp với mục đích sử dụng vật liệu. Thông thường phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Độ dẫn điện tốt.
- Có sức bền cơ học, đảm bảo được điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt.

- Có khả năng kết hợp với các kim loại khác thành hợp kim.
- Đảm bảo được tính chất lý học như: tính nóng chảy, tính dẫn nhiệt, tính dẫn nở vì nhiệt.
- Đảm bảo được tính chất hóa học: tính chống ăn mòn do tác dụng của môi trường và các dung môi gây ra.
- Đảm bảo được tính chất cơ học.

4. Phân loại và phạm vi ứng dụng

Vật liệu dẫn điện có thể ở thể rắn, lỏng và trong một số điều kiện phù hợp có thể là thể khí hoặc hơi.

Vật liệu dẫn điện ở thể rắn gồm các kim loại và hợp kim của chúng.

Vật liệu dẫn điện ở thể lỏng bao gồm các kim loại lỏng và các dung dịch điện phân. Vì kim loại thường nóng chảy ở nhiệt độ rất cao (trừ thủy ngân có nhiệt độ nóng chảy ở -39°C) do đó trong điều kiện nhiệt độ bình thường chỉ có thể dùng vật liệu dẫn điện kim loại lỏng là thủy ngân.

Các chất ở thể khí hoặc hơi có thể trở nên dẫn điện nếu chịu tác động của điện trường lớn.

Vật liệu dẫn điện được phân thành hai loại: vật liệu có tính dẫn điện tử và vật liệu có tính dẫn ion.

- Vật liệu có tính dẫn điện tử: là vật chất mà sự hoạt động của các điện tử không làm biến đổi thực thể đã tạo thành vật liệu đó. Vật dẫn có tính dẫn điện tử bao gồm những kim loại ở trạng thái rắn hoặc lỏng, hợp kim của chúng và một số chất không phải kim loại như than đá. Kim loại và hợp kim có tính dẫn điện tốt được chế tạo thành dây dẫn điện, cáp điện, dây quần máy biến áp, máy điện... Các kim loại và hợp kim có điện trở cao dùng trong các dụng cụ đốt nóng bằng điện, đèn thấp sáng, biến trở và điện trở mẫu...

- Vật liệu có tính dẫn ion: là những vật chất mà dòng điện đi qua sẽ tạo nên sự biến đổi hóa học. Vật dẫn có tính ion thông thường là các dung dịch: dung dịch axit, dung dịch kiềm và các dung dịch muối.

Tất cả các chất khí và hơi, kể cả hơi kim loại, nếu cường độ điện trường ngoài thấp sẽ không phải là vật dẫn (cách điện). Nhưng nếu cường độ điện trường ngoài vượt quá một giá trị giới hạn nào đó đủ gây ion hóa quang và ion hóa va chạm thì chất khí đó trở thành vật dẫn có điện dẫn ion và điện tử. Khi bị ion hóa mạnh sẽ có số điện tử và ion dương bằng

nhau sinh ra trong một đơn vị thể tích là môi trường dẫn điện đặc biệt gọi là plazma.

5. Một số vật liệu thông dụng

5.1. Đồng và hợp kim của đồng

5.1.1. Đồng

Đồng là vật liệu dẫn điện quan trọng nhất trong tất cả các loại vật liệu dẫn điện dùng trong kỹ thuật điện, vì nó có các ưu điểm nổi trội so với các vật liệu dẫn điện khác.

- Đặc tính của đồng:
 - + Điện trở suất nhỏ (chỉ lớn hơn so với bạc Ag)
 - + Độ bền cơ học tương đối cao
 - + Trong nhiều trường hợp đồng có tính chất chống ăn mòn tốt (đồng bị oxy hóa tương đối chậm so với sắt ngay khi có độ ẩm cao; đồng chỉ bị oxy hóa mạnh ở nhiệt độ cao).
 - + Khả năng gia công tốt, đồng cán được thành tấm, thanh, kéo thành sợi; độ nhỏ của dây có thể đạt tới phần nghìn milimet.
 - + Hàn và gắn tương đối dễ dàng.
 - + Có khả năng tạo thành hợp kim tốt
- Đồng tiêu chuẩn là đồng ở trạng thái ủ, ở 20°C có điện dẫn suất $58\text{m}/\Omega.\text{mm}^2$, nghĩa là $\rho = 0,017241\Omega.\text{mm}^2/\text{m}$. Người ta thường chọn số liệu này làm gốc để đánh giá điện dẫn suất của các kim loại và hợp kim khác.
- Phân loại
 - + Đồng được kéo nguội gọi là đồng cứng: có sức bền cao, độ dẫn dài nhỏ, rắn và đàn hồi (khi uốn).
 - + Đồng được nung nóng rồi để nguội gọi là đồng mềm: nó ít rắn hơn đồng cứng, sức bền cơ học kém, độ dẫn khi đứt lớn và điện dẫn suất cao.
 - + Đồng được sử dụng trong công nghiệp là loại đồng tinh chế, nó được phân loại trên cơ sở các tạp chất có trong đồng (mức độ tinh khiết của đồng)

Bảng 1.1: Phân loại đồng theo tỷ lệ tạp chất

Ký hiệu	CuE	Cu9	Cu5	Cu0
Cu%	99,95	99,90	99,50	99,00

Trong kỹ thuật người ta sử dụng đồng có tỷ lệ đồng 99,95% và 99,90% để làm dây dẫn điện.

- Ứng dụng

+ Đồng cứng được dùng ở những nơi cần sức bền cơ giới cao, chịu mài mòn như làm cổ góp điện, thanh dẫn ở tủ phân phối, thanh cái trạm biến áp, lưỡi dao chính của cầu dao cách ly, các tiếp điểm của thiết bị bảo vệ...

+ Đồng mềm dùng ở những nơi có độ uốn lớn và sức bền cơ học cao như: ruột cáp dẫn điện, thanh góp điện áp cao, dây dẫn điện, dây quấn máy điện.

5.1.2. Hợp kim của đồng

Ngoài việc dùng đồng tinh khiết làm vật dẫn, người ta còn dùng các hợp kim của đồng với các chất khác như: thiếc, silic, photpho, crom, mangan, cadimi... trong đó đồng chiếm tỷ lệ cao còn các chất khác có hàm lượng thấp. Căn cứ vào lượng và thành phần các chất ta có 2 loại hợp kim đồng: đồng thanh và đồng thau.

Bảng 1.2. Tính chất của hợp kim đồng kỹ thuật

Hợp kim	Trạng thái	Điện dẫn %, so với đồng	Giới hạn bền kéo, kG/mm ²	Độ giãn dài tương đối khi đứt %
Đồng thanh Camidi (0,9% Cd)	ủ kéo nguội	95 83 ÷ 90	Đến 31 Đến 73	50 4
Đồng thanh (0,8% Cd, 0,6% Sn)	ủ kéo nguội	55 ÷ 60 50 ÷ 55	29 đến 73	55 4
Đồng thanh (2,5% Al, 2% Sn)	ủ kéo nguội	15 ÷ 18 15 ÷ 18	37 đến 97	45 4
Đồng thanh	ủ	10 ÷ 15	40	60

photpho (7%Sn, 0,1%P)	kéo nguội	10 ÷ 15	105	3
Đồng thau	ủ	25	32 ÷ 35	60 ÷ 70
(70%Cu, 30%Zn)	kéo nguội	25	đến 88	5

Ứng dụng của hợp kim đồng:

- Đồng thanh được dùng để chế tạo các chi tiết dẫn điện trong các máy điện và khí cụ điện; để gia công các chi tiết nối và giữ dây dẫn, các ốc vít, đai cho hệ thống nối đất, vỏ góp điện, các gia đỡ ...

- Đồng thau được dùng trong kỹ thuật điện để gia công các chi tiết dẫn dòng như ổ cắm điện, phích cắm, đui đèn, đầu nối hệ thống tiếp đất, các ốc, vít...

5.2. Nhôm

Sau đồng, nhôm là vật liệu quan trọng thứ hai được sử dụng trong kỹ thuật điện, nhôm có điện dẫn suất cao (nó chỉ thua bạc và đồng), trọng lượng riêng giảm, tính chất vật liệu và hoá học cho ta khả năng dùng nó làm dây dẫn điện.

Nhôm có màu trắng bạc là kim loại tiêu biểu cho các kim loại nhẹ (nghĩa là kim loại có khối lượng nhỏ hơn 5 G/cm³). Khối lượng riêng của nhôm đúc gần bằng 2,6G/cm³), nhôm cán là 2,7G/cm³, nhẹ hơn đồng 3.5 lần. Hệ số nhiệt độ dẫn nở dài, nhiệt dung và nhiệt độ nóng chảy của nhôm đều lớn hơn đồng.

Điện dẫn suất của nhôm $\rho = 0,028 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$.

Ngoài ra nhôm còn có một số ưu, nhược điểm sau:

Nhược điểm:

- Cùng một tiết diện và độ dài, nhôm có điện trở cao hơn đồng 1,63 lần

- Khó hàn nối hơn đồng, chỗ tiếp xúc không hàn dễ hình thành lớp ôxít có điện trở cao, phá huỷ chỗ tiếp xúc.

- Khi nhôm và đồng tiếp xúc nhau, nếu bị ẩm sẽ hình thành pin cục bộ có trị số suất điện động khá cao, dòng điện đi từ nhôm sang đồng phá huỷ mối tiếp xúc rất nhanh.

Ưu điểm

- Giá thành hạ.
- Trọng lượng nhẹ nên được dùng để chế tạo các đường dây tải điện trên không; những đường cáp này để có điện trở nhỏ, đường kính dây càng phải lớn nên giảm được hiện tượng phóng điện vàng quang.

Nhôm tinh khiết có thể thay thế chì để làm vỏ cáp.

Nhôm dùng trong công nghiệp được phân loại trên cơ sở tỷ lệ phần trăm của kim loại tinh khiết và tạp chất. Nhôm sử dụng trong kỹ thuật điện phải bảo đảm tinh khiết tối thiểu 99,5% Al, các tạp chất khác như sắt, silic tối đa là 0,45%, đồng và kẽm là 0,05%.

Bảng 1.3: Phân loại nhôm theo tỷ lệ tạp chất

Ký hiệu	AB1	AB2	A-00	A-0	A-1	A-2	A-3
Nhôm %	99,90	99,85	99,70	99,60	99,50	99,00	98,00

Theo tiêu chuẩn quốc tế, nhôm dùng trong kỹ thuật điện để làm dây dẫn có độ tinh khiết lớn hơn 99,5%.

Ứng dụng của nhôm: trong kỹ thuật điện, nhôm được sử dụng phổ biến để chế tạo:

- Dây dẫn điện trên không để truyền tải điện năng.
- Ruột cáp điện
- Các thanh ghép và chi tiết cho trang thiết bị điện.
- Dây quấn trong các máy điện
- Các lá nhôm để làm tụ điện, mạch từ của máy biến áp, các rôto của động cơ điện,...

5.3. Sắt và hợp kim của sắt

Sắt được sản xuất tương đối dễ dàng nên giá thành hạ so với các kim loại khác. Trên cơ sở tỷ lệ cacbon chứa trong sắt mà người ta phân thành:

- Gang: là sắt chứa tỷ lệ (1,7 ÷ 4,5%)C
- Thép: là sắt chứa tỷ lệ (0,5 ÷ 1,7)%C
- Sắt rèn: là sắt chứa tỷ lệ dưới 0,5%C

- Sắt tinh khiết trong thành phần có $(99,7 \div 99,9)\%$ Fe, trong kỹ thuật rất ít sử dụng.

Dòng điện xoay chiều trong thép sẽ gây nên hiệu ứng bề mặt đáng kể, vì vậy điện trở dây thép đối với dòng điện xoay chiều cao hơn điện trở đối với dòng điện một chiều. Ngoài ra dòng điện xoay chiều trong thép còn gây ra tổn thương từ trễ.

Để làm dây dẫn điện người ta thường dùng thép mềm có 1,0 đến 1,6 % cacbon, giới hạn bền kéo 70 - 75kG/mm², độ giãn dài tương đối khi đứt 5 – 8%, điện dẫn suất nhỏ hơn đồng 6 - 7 lần. Vì thế thép dùng làm dây dẫn đường dây tải điện trên không với công suất tương đối nhỏ. Trong trường hợp này sử dụng thép có lợi vì khi trị số dòng điện nhỏ, tiết diện dây không xác định theo điện trở mà theo độ bền cơ của nó.

Thép có sức bền cơ học lớn gấp $2 \div 2,5$ lần so với đồng, do đó dây dẫn thép có thể dùng ở những khoảng cột lớn, những tuyến vượt sông rộng...(có thể dùng với khoảng cột từ 1500 ÷ 1900m).

Thép cũng là một dạng vật liệu dẫn điện, đường sắt chạy điện, tàu điện ngầm..... Để làm lõi của dây nhôm, lõi thép dùng dây thép có độ bền đặc biệt với giới hạn bền kéo 120 -150kG/mm² và độ giãn dài tương đối là 4 -5 %.

Nhược điểm của thép là khả năng chống ăn mòn kém ngay ở nhiệt độ bình thường và đặc biệt khi độ ẩm cao thép sẽ bị gỉ nhanh. Khi nhiệt độ cao tốc độ ăn mòn càng tăng mạnh; vì vậy bề mặt dây thép cần được bảo vệ bằng lớp kim loại bền hơn. Thông thường dây thép được bọc lớp kẽm bảo vệ cho thép khỏi bị gỉ.

Lưỡng kim: Trong nhiều trường hợp để giảm chi phí kim loại màu trong kết cấu vật dẫn có thể sử dụng lưỡng kim, đó là thép có bọc lớp đồng ở mặt ngoài, cả hai kim loại gắn chặt với nhau và liên tục suốt bề mặt của chúng.

Dây lưỡng kim được dùng làm đường dây thông tin tải điện vv... thanh cái thiết bị phân phối, thanh trụ của cầu dao, các phần dẫn điện khác trong thiết bị phân phối chế tạo bằng vật liệu lưỡng kim.

5.4. Bạc

Bạc là kim loại trắng không bị ô xy hoá ở điều kiện nhiệt độ bình thường. Bạc có trị số điện trở suất nhỏ nhất trong các kim loại $\rho = 0,016\Omega.\text{mm}^2/\text{m}$ nên dẫn điện tốt nhất trong tất cả các kim loại, giới hạn

bền kéo của dây bạc gần bằng 20kG/mm^2 , độ giãn dài khi đứt khoảng 50%.

Trong kỹ thuật điện, bạc được sử dụng:

- Làm dây dẫn, dây quấn, tiếp điểm trong kỹ thuật thu thanh, vô tuyến, làm dây chì bảo vệ.
- Hợp kim với Mangan hay Niken được dùng trong dây dẫn trong các máy đo.
- Để mạ cho các kim loại khác, ngăn oxy hóa, để tráng gương, tráng kim loại cho các dụng cụ chiếu sáng...

5.5. Vật liệu dẫn điện có điện trở cao

Vật liệu có điện trở cao dưới dạng hợp kim được dùng trong các dụng cụ đo, làm điện trở mẫu, biến trở và các dụng cụ đốt nóng bằng điện.

Manganin (86%Cu, 2%Ni, 12%Mn)

Là hợp kim dùng phổ biến trong các dụng cụ đo điện và làm điện trở mẫu.

Điện trở suất $\delta = 0,42 \div 0,48 \text{ }\Omega\text{mm}^2/\text{m}$, nhiệt độ làm việc $t = 100 - 200^\circ\text{C}$,

Công dụng: Làm điện trở Sun, điện trở phụ trong đồng hồ đo, làm sợi nung trong thiết bị nung.

Constantan

Là hợp kim của đồng (Cu) và Niken (Ni). Đồng 60%; Niken 40%. Điện trở suất $\delta = 0,48 \div 0,52 \text{ }\Omega\text{mm}^2/\text{m}$. Nhiệt độ làm việc cho phép $t = 450 - 500^\circ\text{C}$.

Dùng làm các dây biến trở, dụng cụ đốt nóng bằng điện và dùng làm nhiệt ngẫu để đo nhiệt độ.

Hợp kim Crôm - Niken

Là hợp kim của Niken (Ni), Crôm (Cr), Mangan (Mn) trong đó Ni = 60%, Cr = 15%, Mn = 1.5% còn lại là các chất khác.

Điện trở suất $\delta = 1 \div 1,2 \text{ }\Omega\text{mm}^2/\text{m}$. Nhiệt độ làm việc cho phép $t = 1000^\circ\text{C}$

Công dụng: Dùng làm là điện, bếp điện, mỏ hàn, bàn là

Hợp kim Crôm - Nhôm

Là hợp kim rẻ tiền dùng trong thiết bị đốt nóng bằng điện công suất lớn.

Hợp kim này cứng và dòn nên khó kéo thành sợi.

Chương 1 Vật liệu cách điện

1. Khái niệm vật liệu cách điện

Vật liệu dùng để cách điện (còn gọi là chất điện môi) là các chất mà trong điều kiện bình thường điện tích không dịch chuyển. Tức là ở điều kiện bình thường, điện môi là vật liệu không dẫn điện, điện dẫn của chúng bằng không hoặc không đáng kể.

2. Tính chất của vật liệu cách điện

2.1. Tính dẫn điện của điện môi

Khi điện môi đặt trong điện trường chịu tác dụng của một cường độ điện trường E , trong trường hợp đồng nhất thì E được xác định:

$$E = \frac{U}{h} \left[\frac{kV}{mm} \right] \quad (1.15)$$

Trong đó: E : điện áp đặt lên hai điểm cực

h : khoảng cách giữa hai điểm cực

Điện môi đặt trong điện trường thì xảy ra hai hiện tượng cơ bản là: sự dẫn điện của điện môi và sự phân cực của điện môi.

Điện dẫn của điện môi được xác định bởi sự chuyển động có hướng của các điện tích tự do tồn tại trong điện môi (các điện tích tự do có thể là điện tử, ion hoặc các nhóm phân tử mang điện).

Dưới tác dụng của lực điện trường $F = E \cdot q$ (N). Trong đó: q – điện tích của các phân tử mang điện tự do. Các điện tích dương chuyển động theo chiều của E và ngược lại dẫn đến trong điện môi xuất hiện một dòng điện. Trị số của dòng điện phụ thuộc vào mật độ các điện tích tự do trong điện môi. Trong điện môi tồn tại rất ít các điện tích tự do mà chủ yếu là các điện tích có liên kết chặt chẽ nên dưới tác dụng của điện trường chúng không chuyển động xuyên suốt điện môi để tạo thành dòng điện mà chỉ có thể xê dịch rất ít hoặc xoay theo hướng của điện trường.

Dựa vào thành phần của dòng điện dẫn người ta chia điện dẫn thành 3 loại sau:

- Điện dẫn điện tử: thành phần mang điện là các điện tử, loại điện dẫn này có trong tất cả các điện môi.

- Điện dẫn ion: thành phần của các hạt điện dẫn này là cả ion dương và âm. Các ion sẽ chuyển động đến điện cực khi có điện trường tác động, tại điện cực các ion sẽ được trung hòa về điện và tích lũy dần trên bề mặt điện cực giống như quá trình điện phân. Vì vậy, điện dẫn ion còn gọi là điện dẫn điện phân.

- Điện dẫn điện di (hay còn gọi là điện dẫn Môliôn). Thành phần của dòng điện này là các nhóm phân tử hay tạp chất được tích điện tồn tại trong điện môi, chúng tạo nên bởi ma sát trong quá trình chuyển động nhiệt.

Quá trình dẫn điện và phân cực làm tiêu hao một phần năng lượng và tỏa ra dưới dạng nhiệt dẫn đến điện môi bị nóng lên, đó là tổn hao điện môi.

2.2. Sự phân cực điện môi

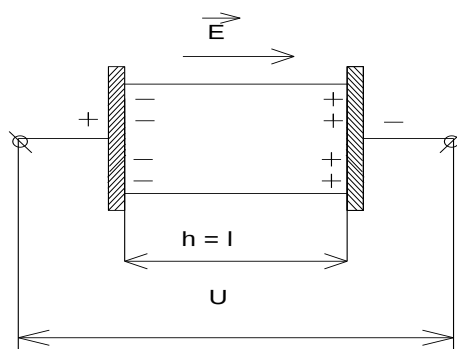
Khi đặt điện môi vào trong điện trường E , trong điện môi xảy ra quá trình phân cực: trên bề mặt điện môi phía điện cực dương ta thấy xuất hiện các điện tích âm và ngược lại trên bề mặt điện môi phía cực âm – xuất hiện các điện tích dương trái dấu với các điện cực bên ngoài. Vì vậy chúng ta có khái niệm phân cực như sau: Phân cực được xác định bởi sự dịch chuyển có giới hạn của các điện tích ràng buộc hoặc sự định hướng của các phân tử lưỡng cực dưới tác dụng của lực điện trường.

Khi xảy ra phân cực, trên bề mặt điện môi xuất hiện điện tích trái dấu của điện cực bên ngoài. Như vậy điện môi sẽ tạo thành một tụ điện với điện dung là C , điện tích của tụ là Q . Điện tích Q của tụ điện có trị số tỷ lệ với điện áp đặt lên tụ điện và tính bởi công thức:

$$Q = CU \quad (1.16)$$

Trong đó : C – điện dung của tụ điện.

U – điện áp đặt vào tụ điện



Hình 1.4. Phân cực điện môi

Điện tích Q gồm 2 thành phần:

Q' – điện tích tạo nên bởi sự phân cực của điện môi

Q_0 – là điện tích có ở điện cực nếu như giữa các điện cực là chân không

$$Q = Q_0 + Q' \quad (1.17)$$

* *Hằng số điện môi*

Một trong những đặc tính quan trọng nhất của điện môi và có ý nghĩa đặc biệt đối với kỹ thuật điện là hằng số điện môi tương đối ϵ . Đại lượng này là tỷ số giữa điện tích Q của tụ điện chế tạo từ điện môi khi điện áp đặt vào có một trị số nào đó với Q_0 – là điện tích của tụ điện khi điện môi là chân không:

$$\epsilon = \frac{Q}{Q_0} = \frac{Q_0 + Q'}{Q_0} = 1 + \frac{Q'}{Q_0} \quad (1.18)$$

Từ biểu thức (1.18) ta thấy hằng số điện môi tương đối của bất kỳ chất nào cũng lớn hơn một và chỉ bằng 1 khi điện môi là chân không.

Chú ý: Giá trị hằng số điện môi phụ thuộc vào hệ đơn vị. Trong hệ CGSE nó bằng 1, còn trong hệ SI nó bằng $\frac{1}{36\pi \cdot 10^9}$ F/m

Từ công thức (1.16) và (1.17), ta có thể viết biểu thức dưới dạng:

$$Q = Q_0 \epsilon = CU = C_0 \epsilon U \quad (1.19)$$

Trong đó: C_0 – điện dung của tụ điện khi giữa các điện cực là chân không.

Từ công thức (1.19) ta có: $\epsilon = \frac{C}{C_0}$

Như vậy hằng số điện môi của một điện môi bất kỳ có thể xác định bằng tỷ số giữa điện dung của tụ điện của điện môi đó với điện dung tụ điện cùng kích thước điện cực khi điện môi là chân không.

** Các dạng phân cực chính của điện môi*

- Phân cực điện tử: là dạng phân cực do xô dịch của các điện tử dưới tác động của điện trường ngoài.

- Phân cực ion: là dạng phân cực do các ion liên kết dưới tác dụng của điện trường ngoài.

- Phân cực lưỡng cực: là dạng phân cực gây nên bởi sự định hướng của các lưỡng cực (các phân tử có cực tính).

- Phân cực kết cấu: là dạng phân cực đặc trưng cho điện môi có kết cấu không đồng nhất.

- Phân cực tự phát: là dạng phân cực đặc trưng cho các điện môi Xec-nhet. Nó có đặc điểm là tự phân cực khi điện trường ngoài bằng không.

2.3. Tổn hao điện môi

Khi cho điện trường tác dụng lên điện môi, trong điện môi xảy ra quá trình dịch chuyển các điện tích tự do và điện tích ràng buộc. Như vậy trong điện môi xuất hiện dòng điện dẫn và dòng điện phân cực, chúng tác động đến điện môi làm điện môi nóng lên, tỏa nhiệt và truyền nhiệt vào môi trường. Phần năng lượng nhiệt này không sinh ra công, nên người ta thường gọi là tổn hao điện môi.

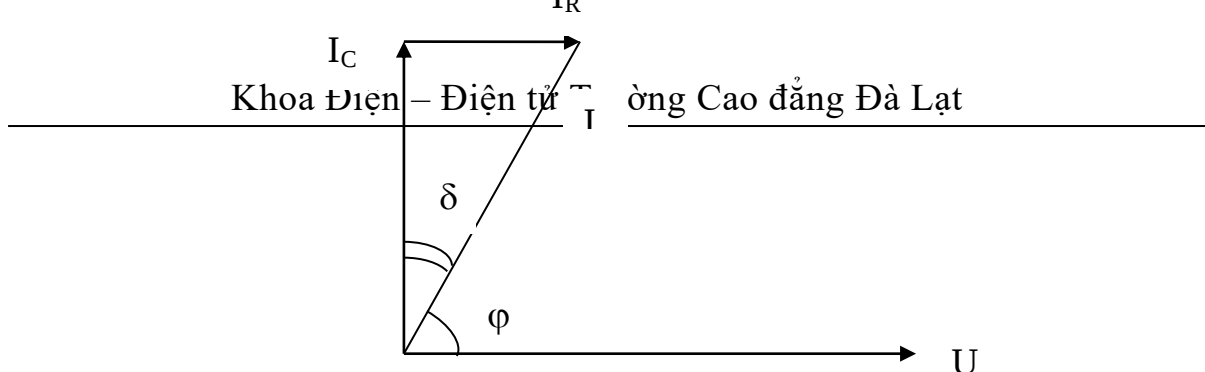
Tổn hao công suất trong vật mẫu hay trong bất kỳ khối vật liệu nào (với các điều kiện giống nhau) có trị số tỷ lệ với bình phương điện áp đặt vào vật thể. Với điện áp một chiều ta có công thức tính công suất tổn hao điện môi như sau:

$$P = R \cdot I^2 = \frac{U^2}{R}$$

Trong đó: R – đo bằng Ôm;

I - Ampe (A);

U – Vôn (V);



Hình 1.5. Góc tổn hao điện môi

Khi điện áp xoay chiều với tần số $\omega = 2\pi f$, giữa dòng điện I và điện áp U có một góc lệch pha là φ . Góc phụ với φ là góc δ ($\varphi + \delta = 90^\circ$) đồng thời cũng gọi là góc tổn hao điện môi.

Tổn hao điện môi được tính như sau:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = U \cdot I_R = U \cdot I_C \cdot \operatorname{tg} \delta = U \cdot \frac{U}{X_C} \operatorname{tg} \delta = U^2 \cdot \omega C \cdot \operatorname{tg} \delta$$

Như vậy:

$$P = U^2 \omega C \cdot \operatorname{tg} \delta \quad (1.20)$$

Trong đó: P : Công suất tổn hao;

U : Điện áp đặt vào vật thể;

ω : Tần số góc ($\omega = 2\pi f$);

C : Điện dung của tụ;

Trong trường hợp điện môi lý tưởng, vector dòng điện trong sơ đồ thay thế điện môi sẽ vượt trước vector điện áp góc là 90° ; khi đó góc $\delta = 0$ và tổn hao điện môi $P = 0$, nghĩa là không sinh ra tổn hao điện môi. Công suất tiêu hao năng lượng để phát nhiệt càng lớn khi góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp càng bé. Để xác định khả năng phát tán năng lượng trong điện môi trong điện trường, người ta thường dùng góc tổn hao điện môi δ và tang của góc đó $\operatorname{tg} \delta$ theo công thức (1.20).

Qua công thức (1.20) ta thấy giá trị tổn hao công suất tỉ lệ với $\operatorname{tg} \delta$ khi tần số và điện áp không đổi. Vì vậy khi nghiên cứu tổn hao điện môi của điện môi nào đó người ta thường đo góc δ hay $\operatorname{tg} \delta$ để xác định tính chất của vật liệu.

Giá trị $\operatorname{tg} \delta$ có thể được xác định bằng công thức sau:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{I_R}{I_C} \quad (1.21)$$

hay:

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{P}{Q} \quad (1.22)$$

Với Q – là công suất phản kháng.

2.4. Sự phóng điện trong điện môi.

Thực nghiệm cho thấy khi cường độ điện trường đặt lên điện môi vượt quá một giới hạn nào đó sẽ xảy ra hiện tượng phóng điện chọc thủng điện môi, khi đó điện môi bị mất hoàn toàn tính chất cách điện. Hiện tượng đó chính là sự phóng điện chọc thủng của điện môi hay là sự phá hủy độ bền điện của điện môi.

Trị số điện áp mà ở đó xảy ra đánh thủng điện môi, được gọi là điện áp đánh thủng (U_{dt}); trị số tương ứng của cường độ điện trường của cường độ đánh thủng hay cường độ điện trường cách điện của điện môi (E_{dt}).

$$U_{dt} = E_{dt} \cdot d \quad (1.23)$$

Trong đó: d - là chiều dày của điện môi đo bằng mm.

Bảng 1.4: Thông số đặc trưng của một số vật liệu cách điện

Vật liệu	E_{dt} , kV/cm	ε	ρ , Ωcm
Giấy tẩm dầu	100 ÷ 200	3,6	
Không khí	30	1	
Vải sơn	100 ÷ 400	3 ÷ 4	$10^{11} \div 10^{13}$
Đá hoa	30 ÷ 50	7 ÷ 8	$10^8 \div 10^{11}$
Paraphin	200 ÷ 250	2 ÷ 2,2	$10^{16} \div 10^{17}$
Polietylen	500	2,25	$10^{14} \div 10^{16}$
Cao su	150 ÷ 200	3 ÷ 6	$10^{13} \div 10^{14}$
Thủy tinh	100 ÷ 150	6 ÷ 10	10^{14}
Thủy tinh hữu cơ	400 ÷ 500	3	$10^{14} \div 10^{16}$
Vải thủy tinh	300 ÷ 400	3 ÷ 4	$5 \cdot 10^{13}$
Mica	500 ÷ 1000	5,4	$5 \cdot 10^{-3} \div 10^{14}$

Dầu Xovon	150	5,3	$5.10^{14} \div 5.10^{15}$
Dầu biến áp	$50 \div 180$	$2 \div 2,5$	$10^{14} \div 10^{15}$
Sứ	$150 \div 200$	5,5	$10^{15} \div 10^{16}$
Êbonit	$600 \div 800$	$3 \div 3,5$	$10^8 \div 10^{10}$
Cactong cách điện	$80 \div 120$	$3 \div 3,5$	$10^{11} \div 10^{13}$

Cường độ điện trường cách điện của điện môi E_{dt} chính là điện áp đánh thủng điện môi trên một đơn vị chiều dày điện môi. Để đảm bảo điện môi làm việc tốt, cường độ điện trường đặt vào điện môi không vượt quá giới hạn cho phép U_{cp} :

$$U_{cp} = U_{dt}/k$$

k : hệ số an toàn, thường lấy $k = 2 \div 3$

Ví dụ: Xác định điện áp cho phép và điện áp đánh thủng của một tấm catong cách điện có bề dày $h = 0,15\text{cm}$ áp sát vào hai điện cực, cho biết hệ số an toàn bằng 3.

Lời giải: Tra bảng 1.4: cường độ đánh thủng của cactong cách điện lấy trung bình $E_{dt} = 100 \text{ kV/cm}$.

Ta có điện áp đánh thủng: $U_{dt} = E_{dt}.d = 100.0,15 = 15\text{kV}$

Điện áp cho phép: $U_{cp} = U_{dt}/k = 15/3 = 5\text{kV}$

2.5. Tính chất cơ – lý – hóa của vật liệu cách điện

* Tính hút ẩm của điện môi

Các vật liệu điện nói chung đều hút ẩm vào bên trong từ môi trường xung quanh hay thấm ẩm tức là hơi nước xuyên qua chúng. Khi bị thấm ẩm tính chất cách điện của điện môi bị giảm nhiều. Những vật liệu cách điện không cho nước đi vào bên trong nó khi đặt trong môi trường có độ ẩm cao, trên bề mặt có thể ngưng tụ một lớp ẩm làm cho dòng rò bề mặt tăng, điện áp phóng điện dọc theo bề mặt giảm và có thể gây nên sự cố cho các thiết bị điện.

Tính hút ẩm của vật liệu cách điện không những phụ thuộc vào kết cấu và loại vật liệu mà nó còn phụ thuộc vào nhiệt độ, áp suất, độ ẩm...

của môi trường làm việc. nó sẽ làm biến đổi tính chất ban đầu của vật liệu dẫn đến lão hóa và làm giảm tính chất cách điện của vật liệu, góc tổn hao $\tan \delta$ có thể dẫn đến phá hỏng cách điện. Đặc biệt là đối với cách điện thể rắn.

Để hạn chế ảnh hưởng do hơi ẩm đối với vật liệu cách điện cần sử dụng các biện pháp sau đây:

- Sấy khô và sấy trong chân không để hơi ẩm thoát ra ngoài.
- Tẩm các vật liệu xốp bằng sơn cách điện. Sơn tẩm lấp đầy các lỗ xốp khiến cho hơi ẩm có thể thoát ra ngoài và làm tăng tính chất cách điện của vật liệu.
- Quét lên bề mặt các vật liệu rắn lớp sơn phủ nhằm ngăn chặn hơi ẩm lọt vào bên trong.
- Tăng bề mặt điện môi, thường xuyên vệ sinh bề mặt vật liệu cách điện, tránh bụi bẩn bám vào làm tăng khả năng thấm ẩm có thể gây phóng điện bề mặt.

** Tính chất cơ học của điện môi*

Trong nhiều trường hợp thực tế, vật liệu cách điện còn phải chịu tải cơ học, do đó khi nghiên cứu vật liệu cách điện cần xét đến tính chất cơ học của nó.

Khác với vật liệu dẫn điện (kim loại) có độ bền kéo σ_k , độ bền nén σ_n và độ bền uốn σ_u hầu như gần bằng nhau. Căn cứ vào độ bền này người ta tính toán, chế tạo vật liệu cách điện phù hợp với khả năng chịu lực tốt nhất của nó.

Ví dụ: thủy tinh có độ bền nén $\sigma_n = 2.104\text{kg/cm}^2$ trong khi đó độ bền kéo $\sigma_k = 5.102\text{kg/cm}^2$. Vì thế thủy tinh thường được dùng làm vật liệu cách điện đỡ.

** Tính chất hóa học của vật liệu cách điện.*

Tính chịu nhiệt của vật liệu cách điện là khả năng chịu tác dụng của nhiệt độ cao và sự thay đổi đột ngột của nhiệt độ. Mỗi loại vật liệu cách điện chỉ chịu một nhiệt độ nhất định (có độ bền chịu nhiệt nhất định). Độ bền chịu nhiệt được xác định theo nhiệt độ làm thay đổi tính năng của vật liệu cách điện.

Đối với vật liệu cách điện vô cơ, độ bền chịu nhiệt được biểu thị bằng nhiệt độ mà nó bắt đầu có sự biến đổi rõ rệt về tính chất cách điện như tổn hao tgδ tăng, điện trở cách điện giảm sút...

Đối với vật liệu cách điện hữu cơ, độ bền chịu nhiệt là nhiệt độ gây nên các biến dạng cơ học, những biến dạng này sẽ dẫn đến sự suy giảm tính chất cách điện của nó.

Về mặt hóa học, nhiệt độ tăng sẽ dẫn đến tốc độ của các phản ứng hóa học xảy ra trong vật liệu cách điện tăng (có dạng hàm mũ theo nhiệt độ). Vì vậy, sự giảm sút tính chất cách điện của vật liệu gia tăng rất mạnh khi nhiệt độ tăng quá mức cho phép.

Bảng 1.5. Phân cấp vật liệu cách điện theo độ bền nhiệt

(Theo quy định của IEC: hội kỹ thuật điện quốc tế)

Ký hiệu cấp chịu nhiệt	Nhiệt độ làm việc lớn nhất cho phép, °C	Ký hiệu cấp chịu nhiệt	Nhiệt độ lớn nhất cho phép, °C
Y	90	B	130
A	105	F	155
E	120	H	180
		C	> 180

* Cấp Y: Bao gồm các vật liệu sợi gốc xenlulô và tơ (sợi, vải, băng đai, giấy, các tông, gỗ...).

* Cấp A: Là các vật liệu cấp Y khi đã được ngâm hay tẩm bất kỳ chất cách điện khác. Ví dụ : giấy tẩm hay ngâm trong dầu biến áp, vải bông tẩm dầu, tơ có dầu hay sơn. Trong cấp A còn có êmay gốc sơn nhựa dầu, tẩm gỗ dán...

* Cấp E: Gồm các chất dẻo có độn hữu cơ và lớp nhựa liên kết chịu nhiệt loại fênol fomalđêhít và các loại tương tự khác (hêtinắc, tectonit, bột nén có độn bột gỗ...) nhựa êpôcxì và hỗn hợp không có độn, chất cách điện của dây êmay gốc sơn polyvinyl axêtan...

Như vậy cấp Y, A, E gồm chủ yếu là các vật liệu cách điện thuần túy hữu cơ. Một số vật cách điện hữu cơ khác (cao su, polystyrol...) có độ bền chịu nóng thậm chí còn thấp hơn cấp Y và không được đưa vào phân loại theo tiêu chuẩn.

* Cấp B: Bao gồm mēca vụn, các vật liệu sợi amian và thủy tinh kết hợp với các vật liệu liên kết và tấm hữu cơ như: các micnit (trong đó có đệm giấy hoặc vải hữu cơ), vải sơn thủy tinh, tectolit, thủy tinh dựa trên nhựa phenol focmalđehyt chịu nhiệt, hỗn hợp êpoxi với lớp độn vô cơ...

* Cấp F: Bao gồm micanit, các vật liệu trên cơ sở sợi thủy tinh không có lớp đệm hoặc có lớp đệm vô cơ; chất liên kết và tấm là vật liệu hữu cơ có độ bền chịu nóng cao êpoxi poliête chịu nhiệt, silic hữu cơ.

* Cấp H: Tương tự với cấp F nhưng chất liên kết là loại nhựa silic hữu cơ có độ bền nhiệt đặc biệt cao.

* Cấp C: Gồm các vật liệu vô cơ thuần túy, hoàn toàn không có thành phần kết dính hay tấm. Đó là chất cách điện oxit nhôm và florua nhôm, mica, thủy tinh và vật liệu sợi thủy tinh, thạch anh, amian, micaléch, ximăng, amian không tấm, micanhít chịu nóng...

3. Tiêu chuẩn chọn lựa

Khi lựa chọn vật liệu cách điện sử dụng vào một mục đích cụ thể, cần phải chú ý đến tính chất cách điện của nó trong những điều kiện làm việc bình thường và xem xét tới độ ổn định của những tính chất đó khi có sự tác động của cơ học, lí học, hóa học, điều kiện môi trường xung quanh và của các tia phóng xạ, bức xạ... gọi chung là các điều kiện vận hành tác động đến vật liệu cách điện. Dưới tác động của điều kiện vận hành, tính chất của vật liệu cách điện bị giảm sút liên tục đó là sự lão hóa vật liệu cách điện. Do vậy, tuổi thọ của vật liệu cách điện sẽ rất khác nhau trong những điều kiện khác nhau.

Ngoài ra, khi chọn vật liệu cách điện cũng cần phải xét đến khả năng chịu va đập, độ rắn, độ dẫn nở theo nhiệt của vật liệu. Đặc biệt chú ý khi gán các loại vật liệu cách điện với nhau cần phải chọn vật liệu có hệ số dẫn nở vì nhiệt gần bằng nhau.

4. Một số vật liệu cách điện thông dụng

4.1. Vật liệu cách điện thể khí

* *Không khí*

Trong số các vật liệu cách điện thể khí trước tiên phải nói đến không khí. Trong không khí được sử dụng rộng rãi để làm cách điện chủ yếu của các đường dây tải điện trên không, cách điện của các thiết bị điện làm việc trong không khí hoặc phối hợp với các chất cách điện rắn và lỏng. Đối với cách điện của máy điện, cáp điện, máy biến áp, tụ điện... nếu quá trình tản nhiệt không được cẩn thận sẽ còn những bọt khí cách điện làm việc dưới điện áp cao hay điện trường lớn bọt khí sẽ thành ổ phát sinh vàng quang, phát sinh ra nhiệt.

Với cùng một điều kiện thí nghiệm như nhau (áp suất, nhiệt độ, độ ẩm, dạng cực, khoảng cách giữa các cực..) các chất khí khác nhau có cường độ điện trường cách điện khác nhau. Nếu lấy cường độ cách điện của không khí là một đơn vị thì các tính chất và cường độ cách điện của một số chất khí thường dùng trong kỹ thuật được cho ở bảng 1.6

Bảng 1.6. So sánh đặc tính của không khí với các chất khác

Các đặc tính tương đối	Không khí	Nitơ (N_2)	Cacbonic (CO_2)	Hydro (H_2)
Tỉ trọng	1	0.97	1.52	0.07
Nhiệt dẫn suất	1	1.08	0.64	6.69
Tỉ nhiệt	1	1.05	0.85	14.35
Hệ số tỏa nhiệt từ vật rắn sang khí	1	1.03	1.13	1.61
Độ bền cách điện	1	1.00	0.9	0.60

Ở bảng ta thấy so với không khí thì cường độ cách điện của các chất khí đều kém hơn. Song nitơ (N_2) đôi khi được dùng thay cho không khí để lấp đầy các tụ điện khí hay trong các thiết bị điện khác vì nó có đặc tính gần giống với không khí, đồng thời không chứa ôxy là chất có thể gây ra ôxy hóa các vật liệu khi tiếp xúc với nó.

* *Hợp chất halôgen*: có khối lượng phân tử và tỉ trọng cao, năng lượng iôn hóa lớn, có cường độ cách điện cao hơn hẳn so với không khí. Ví dụ florua lưu huỳnh SF_6 hay còn gọi là khí êlêgaz có độ bền điện lớn hơn không khí khoảng 2,5 lần. Êlêgaz nặng hơn không khí 5 lần và trong nhiệt độ bình thường có thể lên tới 20 at vẫn không hóa lỏng. Êlêgaz không

độc, chịu được tác dụng hóa học, không bị phân hủy khi đốt nóng tới 800°C ; có thể sử dụng trong tụ điện, cáp điện, máy cắt ở các cấp điện áp khác nhau...đem lại hiệu quả kinh tế cao; đặc biệt có những ưu điểm lớn khi ở áp suất cao.

* Khí frêon (CCl_2F_2) có độ bền gần bằng khí êlegaz và ở nhiệt độ bình thường nó chỉ có thể chịu nén tới 6 at. Khí frêon ăn mòn một số vật liệu hữu cơ thể rắn, đây là điều cần chú ý khi dùng loại khí này trong tủ lạnh, máy điều hòa, máy làm lạnh...

Các chất khí và hơi của các chất lỏng nói trên có độ bền điện lớn hơn không khí từ 6 – 10 lần, người ta thường pha một lượng nhỏ khí êlegaz, frêon hay các chất khí kể trên lẫn vào không khí sẽ đem lại một hỗn hợp khí có độ bền điện tăng đáng kể và được sử dụng trong các thiết bị điện cao áp.

* *Khí hydro*: là khí nhẹ có đặc tính truyền dẫn nhiệt tốt nên được dùng làm mát thay cho không khí trong các máy điện công suất lớn, làm giảm tổn thất công suất do ma sát của rôto với chất khí và do quạt gió gây ra. Khi dùng hydro sẽ làm chậm sự hóa già các chất cách điện hữu cơ trong dây quấn và loại trừ khả năng hỏa hoạn trong trường hợp bị ngắn mạch ở bên trong máy điện, đồng thời khi hydro làm cải thiện điều kiện làm việc của chổi than. Do làm mát bằng khí hydro cho phép tăng công suất và hiệu suất làm việc của máy điện, người ta thường chế tạo các máy phát nhiệt điện và các máy bù đồng bộ công suất làm mát bằng khí hydro, nhưng khí hydro dễ kết hợp với khí oxy theo tỷ lệ nhất định sẽ tạo thành hỗn hợp dễ nổ; vì vậy để tránh nguy hiểm do không khí lọt vào máy cần phải duy trì áp suất trong máy cao hơn áp suất khí quyển hoặc không được để khí hydro tiếp xúc với khí (khí hydro làm việc trong chu trình kín).

Hiện nay người ta còn dùng khí trơ hay argon, neon, hơi thủy ngân, hơi natri ... cũng như hơi thủy ngân để làm các dụng cụ điện chân không và bóng đèn.

4.2. Vật liệu cách điện thể lỏng

4.2.1. Dầu mỏ cách điện (dầu biến áp)

Dầu biến áp có hai chức năng chính

- Lắp đầy các lỗ xóp trong vật liệu cách điện gốc sợi và lỗ trống giữa các dây dẫn của cuộn dây, giữa cuộn dây với vỏ máy biến áp, làm nhiệm vụ cách điện và tăng độ bền cách điện.

- Dầu có nhiệm vụ làm mát, tăng cường sự thoát nhiệt do tổn hao công suất trong dây quấn và lõi thép máy biến áp sinh ra.

Dầu biến áp còn được sử dụng trong các máy cắt dầu có tác dụng làm nguội dòng hồ quang và nhanh chóng dập hồ quang. Người ta còn dùng dầu biến áp làm cách điện và làm mát trong một số kháng điện, biến trở và các thiết bị điện khác.

Tính chất của dầu biến áp

Hằng số điện môi $\varepsilon = 2,2 \div 2,3$

Làm việc ở chế độ lâu dài với nhiệt độ $90 - 95^{\circ}\text{C}$ ít bị hóa già.

Độ bền cách điện cao. Trị số bền điện của dầu biến áp phụ thuộc nhiều vào độ ẩm và mức độ tạp chất của dầu; chỉ với lượng nhỏ nước hoặc tạp chất sẽ làm độ bền điện của dầu giảm đi đáng kể.

Bảng 1.7. Tiêu chuẩn độ bền điện của dầu biến áp

Thiết bị có điện áp làm việc, kV	Điện áp phóng điện của dầu kV/2,5 mm (không nhỏ hơn)	
	Dầu mới	Dầu đã vận hành
6 và thấp hơn	25	20
35	30	25
110 và 220	40	35
330 và cao hơn	50	45

Trị số tổn hao điện môi tgđ quy định như sau: ở nhiệt độ 20°C tgđ không lớn hơn 0,003 và khi nhiệt độ 75°C tgđ không lớn hơn 0,025.

Trong quá trình làm việc, tính chất cách điện của dầu bị giảm đó là hiện tượng hóa già, màu của dầu trở nên sẫm và lắng cặn. Tốc độ hóa già của dầu tăng lên trong các trường hợp sau:

- Khi có không khí lọt vào vì hiện tượng hóa già của dầu gắn liền với hiện tượng oxy hóa dầu bằng oxy của không khí đặc biệt khi tiếp xúc với ôzôn.

- Khi dầu làm việc ở nhiệt độ cao.

- Có các phản ứng hóa học khi dầu tiếp xúc với một số kim loại (đồng, sắt, chì...) và những chất khác là những chất xúc tác cho hiện tượng hóa già.

- Dầu chịu tác dụng của ánh sáng.
- Dầu đặt trong điện trường cao.

Khi dầu bị hóa già để có thể sử dụng ta cần loại bỏ nước và tạp chất bằng phương pháp lọc và hấp thụ.

4.2.2. Điện môi lỏng tổng hợp

Đối với các loại dầu mỏ có những ưu điểm là: Rẻ tiền, sản xuất được nhiều, nếu làm sạch tốt thì tổn hao tgđ bé và cường độ cách điện cao. Nhưng khuyết điểm của dầu mỏ là dễ cháy, dễ nổ, ít ổn định hoá học khi có nhiệt độ cao và khi tiếp xúc với không khí, hệ số điện môi bé, bị hóa già do nhiệt độ cao và khi có điện trường tác dụng. Vì vậy người ta đã nghiên cứu các loại dầu tổng hợp có một số đặc tính tốt hơn dầu mỏ. Nguyên tắc để tạo ra dầu tổng hợp là sự clo hoá các loại cacbua hydro.

* Dầu Xôvôn $C_{12}H_5Cl_5$:

Thay 5 nguyên tử Hydro trong cacbua hydro diphenyl $C_{12}H_5$ bằng 5 nguyên tử Clo.

Dầu Xôvôn là một chất lỏng, có đặc tính nhiệt là làm việc ở nhiệt độ cao hơn so với dầu MBA và dầu Xôvôn trong suốt không màu.

Trong điện trường lớn, dầu Xôvôn ổn định hơn dầu mỏ và không bị cháy.

Nhưng nhược điểm của dầu Xôvôn là: Độ nhớt lớn, và làm lạnh kém và đắt hơn dầu mỏ nhiều nên ít dùng trong MBA.

Công dụng: Dùng tẩm giấy các tụ điện dùng trong động học.

* Dầu xốp tôn ($C_6H_3Cl_3$)

Do sự Clo hoá Benzen (C_6H_6) mà ta có. Thay 3 nguyên tử Hydro bằng 3 nguyên tử Clo người ta được dầu Xốp tôn, dầu này không cháy nhưng không dùng được trong máy cắt điện vì chúng sinh nhiều cặn và ăn mòn kim loại, mặt khác chúng là chất độc đối với người nên cần chú ý khi sử dụng.

Ngoài các loại dầu mỏ và dầu tổng hợp thường gặp nói trên thì còn có một số loại dầu thực vật lấy từ hạt của một số cây như: Dầu gai, dầu thầu dầu...

4.2.3. Dầu thực vật:

* Dầu gai (dầu khô)

Khi chịu tác dụng của nhiệt, ánh sáng và khi tiếp xúc với không khí thì dầu khô lại và trở thành một lớp rắn gắn chặt vào các chi tiết khác và nó có cường độ cách điện cao, lớp dầu khô chịu được cả tác dụng của dầu mỡ ngay cả khi ở nhiệt độ cao nhưng ít chịu được tác dụng của cácbua thơm như Benzen.

** Dầu thầu dầu*

Dầu này khô rất chậm, hoặc không khô nên không có sự gia công hoá học. Vì vậy nó được dùng làm điện môi lỏng (tẩm giấy tụ điện).

4.3. Vật liệu cách điện thể rắn

4.3.1. Mica và vật liệu dựa trên cơ sở mica

Là loại vật liệu cách điện vô cơ thuộc loại khoáng sản (gốc là quặng) có một vai trò quan trọng trong kỹ thuật điện. Mica có đặc tính tốt như: cường độ cơ học và cường độ cách điện cao, độ uốn lớn, chịu được nhiệt và chịu ẩm do đó mica được dùng làm cách điện các Máy điện có điện áp cao, công suất lớn và làm điện môi của tụ điện. Dựa vào thành phần hoá học người ta chia mica ra làm hai loại sau:

** Mica Mutscovit*

Thành phần hoá học ($K_2O.3Al_2O_3.6SiO_2.2H_2O$) có màu trắng, hơi đỏ hoặc hơi xanh có bề mặt nhẵn, độ bền cơ cao dễ uốn, điện trở suất $\rho = 10^{14} \div 10^{16} \Omega cm$, tổn hao điện môi $tg\delta = 150.10^{-4}$, hệ số điện môi $\epsilon = 7$.

Công dụng: Làm cách điện trong các vành góp điện và làm điện môi trong các tụ điện, làm cách điện cho các máy điện có công suất lớn và điện áp cao.

** Mica Flogopit (Mica hồ phách)*

Thành phần hoá học ($K_2O.6MgO.Al_2O_3.6SiO_2.2H_2O$)

Có màu đen hay đen nâu, đặc tính về điện thấp hơn so với loại trên, điện trở suất $\rho = 10^{13} \div 10^{14} \Omega cm$, $tg\delta = 500.10^{-4}$, tính chịu nhiệt cao hơn loại trên nên thường dùng làm cách điện trong các thiết bị nung.

Công dụng: Làm cách điện trong máy điện có công suất lớn và điện áp cao, dùng làm bàn là, mỏ hàn, bếp điện.

** Các sản phẩm của Mica (chế tạo từ gốc Mica)*

- Micanit: Là loại Mica có dán vật liệu hữu cơ là giấy hoặc vải bằng các loại keo hoặc nhựa dính, tính chịu kéo sẽ cao hơn so với Mica nguyên chất.

- Micalêch: Là loại vật liệu gồm 60% là Mica, 40% là thủy tinh dễ cháy và được ép nóng ở nhiệt độ 600°C với áp lực $500 \div 700 \text{ kg/cm}^2$. Có tính chịu nhiệt cao, cường độ cơ giới cao, khả năng bị va đập và chịu hồ quang rất lớn.

Công dụng: dùng làm cuồng dập hồ quang trong máy cắt điện, tay nắm cách điện, phích cắm, các giá đèn công suất lớn, bảng panen trong kỹ thuật vô tuyến điện.

4.3.2. Thủy tinh

Thủy tinh là loại vật liệu vô định hình, thành phần của thủy tinh là một hỗn hợp phức tạp của các loại ôxit, trong đó chủ yếu là SiO_2 .

Dựa vào công dụng thì có các loại thủy tinh sau:

* *Thủy tinh tụ điện*: dùng làm môi chất trong tụ điện, dùng trong các bộ lọc cao thế, trong các máy phát sóng xung của mạch dao động cao tần.

* *Thủy tinh định vị*: Dùng để chế tạo các chi tiết định vị (sứ đỡ, sứ xuyên, sứ chuỗi).

* *Thủy tinh làm đèn*: Dùng làm bóng đèn, chân đèn thấp sáng và trong các ống điện tử. Khi sử dụng loại này yêu cầu phải hàn được với kim loại (Vonfram, Molipden) và chú ý đến hệ số dẫn nở.

* *Men thủy tinh*: Là loại thủy tinh dễ chảy, dùng để bọc các sản phẩm.

* *Sợi thủy tinh*: Thủy tinh được kéo hình thành sợi nhỏ, dài và mềm để chế tạo vật liệu dệt ứng dụng làm cách điện cho cuộn dây của máy điện.

4.3.3. Vật liệu gốm sứ

Là vật liệu vô cơ dùng để chế tạo các chi tiết có hình dạng khác nhau, sau đó được đưa vào nung ở nhiệt độ cao.

Gốm được chế tạo chủ yếu là đất sét, đất sét được trộn với nước sau đó nung ở nhiệt độ cao.

Thành phần của sứ gồm: cao lanh ($\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{SiO}_2.2\text{H}_2\text{O}$), thạch anh (SiO_2), fenspat ($\text{Al}_2\text{O}_3.6\text{SiO}_2.\text{K}_2\text{O}$), đem hỗn hợp nghiền nhỏ sau đó khử hết tạp chất trộn với nước để tạo thành một chất dẻo, sau đó khử hết nước rồi cho chất dẻo đó vào khuôn để có các chi tiết, mang các chi tiết đi tráng men và nung cứng.

Nhờ có lớp men bên ngoài nhẵn bóng nên giảm được tính hút ẩm của sứ làm cho sứ có thể chịu được ẩm của không khí nên có thể làm việc ngoài trời, nâng cao được điện áp phóng điện mặt ngoài và hạn chế dòng dò.

Công dụng: Làm cách điện cho đường dây tải điện cao áp và hạ áp (như sứ đỡ, sứ treo), sứ dùng trong trạm (sứ đỡ, sứ xuyên), các máy cắt điện, dao cách ly và thiết bị chống sét.

4.3.4. Nhựa cách điện

Nhựa là một nhóm vật liệu có gốc khác nhau và tính chất phụ thuộc vào thành phần hoá học của chúng. Chúng là một hỗn hợp hữu cơ ở dạng cao phân tử, không hòa tan trong nước và ít hút ẩm. Theo nguồn gốc ta có hai loại nhựa: nhựa thiên nhiên và nhựa nhân tạo

* *Nhựa thiên nhiên* (là nhựa có nguồn gốc từ động vật hay thực vật).

a) *Nhựa cánh kiến*

Là một loại nhựa do một loại côn trùng sống ở vùng nhiệt đới (Đông nam á) sinh ra. Nó là những vẩy mỏng, giòn, màu nâu hay hơi đỏ.

Thành phần cơ bản của cánh kiến là các axit hữu cơ có kết cấu phức tạp, dễ tan trong rượu nhưng không hoà tan trong Cacbua hydrô.

Các đặc tính điện của cánh kiến như sau: $\rho = 10^{15} \div 10^{16} \Omega\text{cm}$; $\epsilon = 3.5$; $\text{tg}\delta = 0.01$; $E_{\text{đt}} = 20 \div 30 \text{ kV/mm}$. Ở nhiệt độ $50 \div 60^\circ\text{C}$ thì dẻo, dễ uốn, trên 60°C thì mềm và chảy. Nhưng nếu tiếp tục nung nóng nữa thì nó sẽ đông lại.

Công dụng: trong lĩnh vực cách điện được dùng để chế tạo sơn dán, vecni đặc biệt là dùng để chế tạo micanít.

b) *Nhựa thông*

Là loại nhựa giòn có màu vàng hay nâu đen, được chế tạo bằng cách chưng cất dầu thông. Thành phần cơ bản của nhựa thông là axit hữu cơ. Nhựa thông có thể hoà tan trong dầu mỡ nhất là khi đun nóng.

Đặc tính của nhựa thông: $\rho = 10^{14} \div 10^{15} \Omega\text{cm}$; $E_{\text{đt}} = 10 \div 15 \text{ KV/mm}$, hằng số điện môi và $\text{tg}\delta$ phụ thuộc vào nhiệt độ

Công dụng: Nhựa thông pha với dầu mỡ để tạo ra hỗn hợp dùng để tẩm và ngâm cáp, dùng làm sơn dầu cách điện.

* *Nhựa nhân tạo*

- Nhựa Polyetylen (PE: $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$): Dẻo, dễ uốn ở nhiệt độ thấp, nóng chảy ở nhiệt độ 110°C , chịu được tác dụng của axit, bazơ.

Có công dụng: Thường dùng làm cách điện cho cáp lực hạ áp và cao trung áp, vì nó có tổn hao nhỏ do đó được dùng trong cách điện cáp cao tần của thiết bị vô tuyến.

- Nhựa Polyzobutylen: Giống cao su, rất dính, có tính chịu lạnh tốt, chịu được nhiệt độ trên 110°C , có độ bền hoá học, độ hút ẩm nhỏ.

Công dụng: thay vỏ chì bọc dây cáp.

- Polyvinylclorit (PVC): là vật liệu cách điện dẻo, đàn hồi, chịu ẩm, kiềm, axit, dầu, rượu, có đặc tính cơ và điện tốt. có thể sử dụng với điện áp đến 600V và nhiệt độ đến 60°C .

Công dụng: làm vỏ cáp, cách điện dây điện thoại, chế tạo sơn.

- Nhựa Fenol – Fomandehyt

Tuỳ theo hàm lượng Fenol – Fomandehit mà ta có Bakenit hoặc Novolắc.

Bakenit được dùng để tẩm gỗ và chế tạo các chất dẻo, vải tẩm nhựa và giấy.

Novolắc: thường dùng để chế tạo các chất dẻo.

- Epocxy: Thường dùng để chế tạo hỗn hợp cách điện tạo sơn keo và các loại chất dẻo, có thể dùng để thay thế các loại trên đường dây tải điện.

- Nhựa silicon: có tính chống nước, chịu nhiệt độ cao (180°C), có độ bám tốt, đàn hồi.

Công dụng: bọc cách điện dây dẫn, tẩm các cuộn dây trong máy điện.

4.3.4. Cao su

Đặc điểm: Cao su có tầm quan trọng trong lĩnh vực KTĐ và đời sống, có tính đàn hồi rất cao, ít thấm nước được dùng làm vật liệu ở những nơi có độ ẩm cao và dễ uốn như: dây dẫn điện, cáp điện ngầm, các phần cách điện của các dụng cụ điện cầm tay

Cao su tự nhiên do ngưng tụ từ mủ cây cao su và khử tạp chất. Cao su tự nhiên có đặc điểm: ở nhiệt độ 50°C thì mềm và trở nên dính, ở nhiệt độ thấp thì giòn vì vậy không được dùng để chế tạo cách điện.

Còn cao su dùng trong công nghiệp là cao su tự nhiên đã được lưu hoá nghĩa là cao su tự nhiên được đun nóng và cho thêm lưu huỳnh vào.

Khi được lưu hoá cao su sẽ có tính chịu nhiệt và tính chịu lạnh cao, sức bền cơ giới và chịu được tác dụng của các dung môi.

Tùy theo tỷ lệ lưu huỳnh trong cao su mà có các loại cao su khác nhau.

- Cao su mềm: có tỷ lệ lưu huỳnh từ $1 \div 3\%$, còn gọi là Renzin. Loại này mềm có tính đàn hồi và độ dẫn cao. Công dụng: làm cách điện trong các mạch tần số thấp, cách điện dây dẫn, dây cáp, các dụng cụ phòng hộ: ủng, găng tay, thảm cách điện...

- Cao su cứng (Êbonit)

Là loại cao su trong đó có $30 \div 35\%$ lưu huỳnh. Êbonit là loại vật liệu rắn có khả năng chịu được tải trọng xung, chịu được dầu, lão hóa chậm

4.3.5. Sơn

Sơn là một dung dịch keo bao gồm nhựa, bitum, dầu khô và các chất tự tạo nên gốc sơn.

Đặc điểm: Sau khi sấy khô thì các dung môi bay hơi (dung môi hoà tan các chất trên) còn có gốc sơn sẽ chuyển sang trạng thái rắn tạo thành một màng sơn.

Căn cứ vào công dụng người ta chia thành 3 loại sơn:

* *Sơn tẩm*

Dùng để tẩm các loại vật liệu cách điện rắn, xốp hay sợi (vải, gỗ, giấy, cách điện cuộn dây MBA).

Sau khi tẩm sơn sẽ lấp kín các lỗ xốp nên nâng cao được cường độ cách điện, giảm tính hút ẩm, nâng cao được sức bền cơ giới và tăng nhiệt dẫn của vật liệu cách điện.

* *Sơn bảo vệ (sơn bọc)*

Loại này dùng để chế tạo ra một lớp màng sơn chắc, láng bóng phủ lên bề mặt vật liệu sau khi đã được tẩm nhằm tiếp tục nâng cao khả năng cách điện của vật liệu đồng thời làm cho bề mặt ngoài đẹp hơn.

** Sơn dán*

Dùng để dán các vật liệu cách điện rắn với nhau hoặc dán vật cách điện rắn với kim loại. Sơn này có tính chất cách điện cao, hút ẩm ít và có độ dính cao.

4.3.6. Vật liệu cách điện gỗ giấy

** Gỗ*

Nhược điểm: hút ẩm mạnh nên cường độ cách điện giảm và làm cho gỗ dễ cong, dễ mục và dễ cháy. Để nâng cao cường độ cách điện của gỗ người ta thường sơn tẩm gỗ bằng prafin hoặc dầu gai. Sau khi sơn tẩm thì tính hút ẩm giảm, cường độ cách điện tăng và chống mục.

Công dụng: Chế tạo các tay cầm của bộ phận truyền động trong dao cách ly và máy cắt dầu, làm giá đỡ cho các chi tiết dùng để chêm trong MBA và máy phát điện

** Giấy*

Là loại vật liệu có sợi ngắn, thành phần chủ yếu là Xenlulo. Các loại giấy cách điện gồm có:

+ Giấy cáp: Loại này thường có độ dày 0,08; 0,12; 0,77, và được dùng làm cách điện trong cáp điện lực, cáp kiểm tra.

+ Giấy tụ điện:

Dùng để làm điện môi trong tụ điện giấy, có chiều dày 0,007 ÷ 0,022mm, cường độ điện trường làm việc trong tụ điện giấy đã tẩm chất lỏng là 25 ÷ 35 kV/mm đối với điện một chiều và bằng 12 ÷ 15kV/mm đối với điện xoay chiều.

** Cát tông*

Dùng trong KTD và được chế tạo từ sợi thực vật như giấy nhưng có độ dày lớn và có hai loại như sau:

- Loại dùng ngoài không khí : cứng và đàn hồi, dùng làm cách điện trong không khí (lót rãnh máy điện, các lõi cuộn dây, các vòng đệm)

- Loại dùng trong dầu: có cấu trúc xốp, mềm hơn, dùng chủ yếu trong máy biến áp. Cát tông dùng trong dầu có tính tẩm dầu tốt và độ bền cách điện cao $E_{đt} = 7,5 \text{ kV/mm}$.

4.4. Quan sát, nhận biết và ứng dụng vật liệu cách điện trong thực tế.

Chương 3. Vật liệu dẫn từ

1. Khái niệm về vật liệu dẫn từ

Như ta đã biết, nếu có môi trường vật chất xung quanh dòng điện (các điện tích chuyển động) thì môi trường này sẽ có cảm ứng từ khác với cảm ứng từ trong chân không sinh ra bởi cùng dòng điện đó. Ta nói môi trường đó bị nhiễm từ, môi trường có khả năng nhiễm từ gọi là vật liệu từ.

Nguyên nhân chủ yếu gây nên từ tính của vật liệu là do các điện tích luôn chuyển động ngẫu nhiên tạo nên các quỹ đạo kín tạo nên những dòng điện vòng. Đó là chuyển động trong của các điện tử quay xung quanh trục của nó gọi là Spin điện tử và chuyển động xung quanh hạt nhân. Chuyển động đó tạo ra dòng điện vòng và gây ra mômen từ. Trong trạng thái cường độ điện trường bằng 0 thì tổng mômen từ trong vật liệu sắt từ bằng 0.

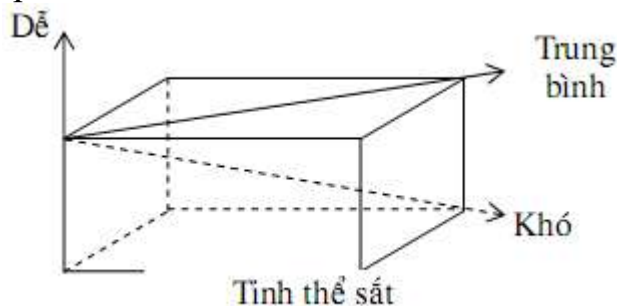
2. Tính chất của vật liệu từ

2.1. Sự từ hoá vật liệu sắt từ

Sự từ hoá vật liệu sắt từ phụ thuộc vào kết cấu của vật liệu và phương từ hoá của vật liệu sắt từ.

Ví dụ: Đối với tinh thể sắt thì:

- Từ hoá theo các cạnh của khối thì dễ dàng hơn so với chiều đường chéo của khối.

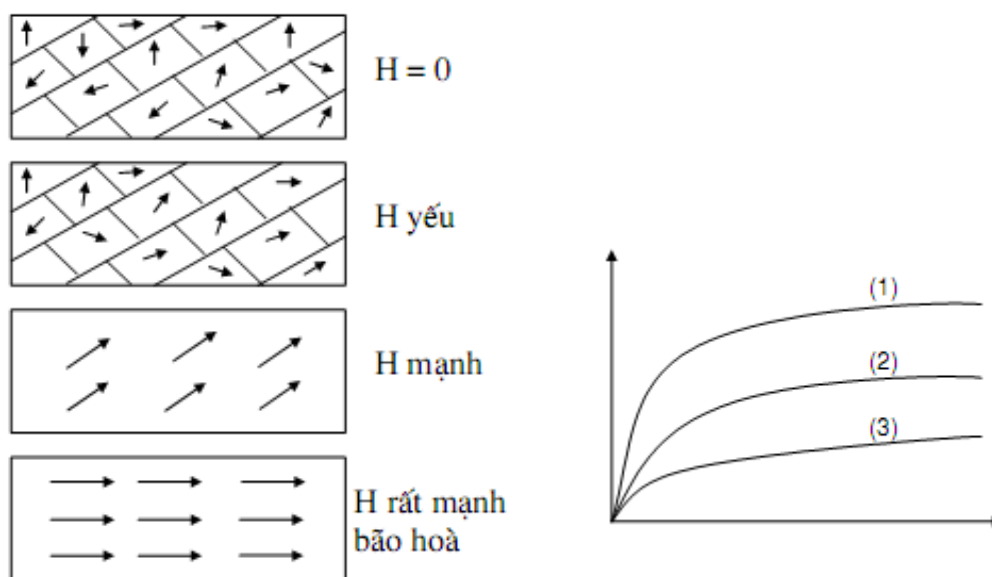


Hình 1.6 Phương từ hóa của vật liệu từ

- Từ hoá theo chiều đường chéo của bề mặt thì trung bình.

2.2. Quá trình từ hoá vật liệu sắt từ

Dưới tác dụng của điện trường ngoài sẽ làm cho các mômen từ xoay theo phương của từ trường ngoài. Hiện tượng bão hoà từ trong vật liệu sắt từ xảy ra khi các miền từ hoá không còn phụ thuộc vào từ trường ngoài và các mômen từ của tất cả các miền đều đã xoay theo hướng của từ trường ngoài.



Hình 1.7 Đường cong từ hóa

Quá trình từ hoá của vật liệu từ được đánh giá bằng đường cong từ hoá $B = f(H)$. Trong đó : B – cảm ứng từ, H – cường độ từ trường.

- Đường (1) ứng với loại sắt đặc biệt hay là sắt nguyên chất.
- Đường (2) ứng với sắt chiếm 99,98% .
- Đường (3) ứng với loại có 99,92% là sắt.

Qua đường cong từ hoá người ta xác định được độ thẩm từ. Độ thẩm từ là tỷ số của đường cảm ứng từ B và cường độ từ trường H .

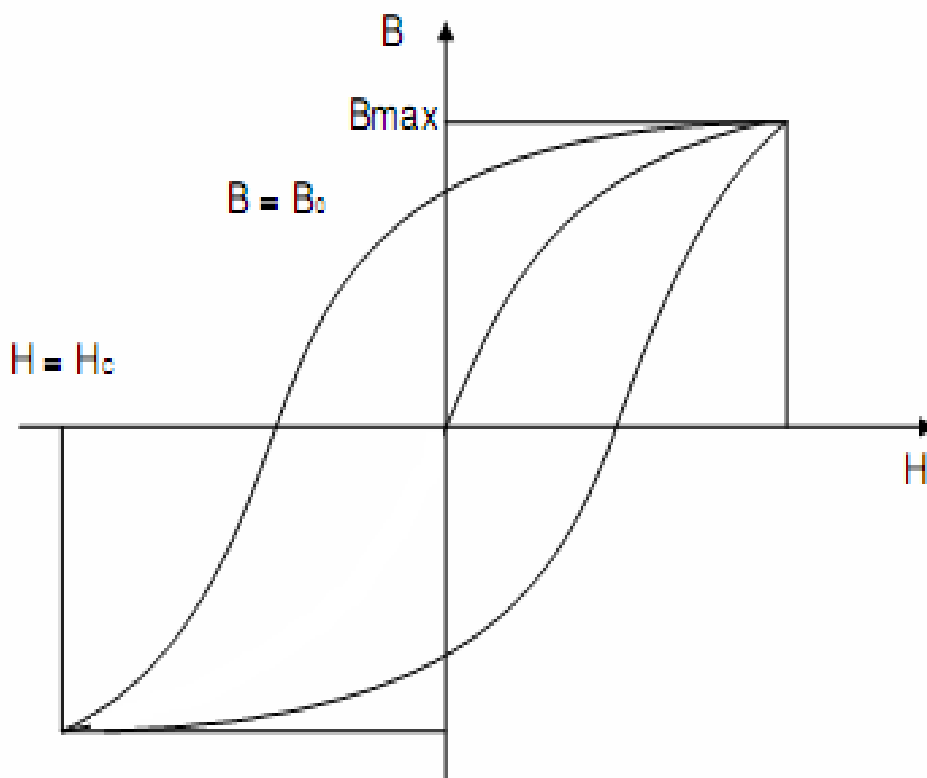
$$\mu = B/H$$

Nếu từ hoá ứng với từ trường xoay chiều ta sẽ được đường cong từ hóa ban đầu và vòng từ trễ (hình 1.8). Trên vòng từ trễ có những điểm đáng chú ý:

- Điểm 1 có $H = 0$; $B = B_0$
- Điểm 2 có $H = H_C$; $B = 0$ (H_C gọi là lực khử từ)

Khi từ hoá với từ trường xoay chiều vật liệu sắt từ có tổn hao do từ hoá gồm hai phần: Tổn hao từ trễ và tổn hao do dòng điện xoáy.

Như hình vẽ trên ta thấy: Tổn hao từ trễ do khi vật liệu sắt từ từ hoá ở trong trường xoay chiều sẽ có tổn hao từ trễ và tổn hao động chủ yếu là do dòng điện xoáy chiều gây nên bởi sự cảm ứng trong vật liệu sắt từ đối với loại vật liệu mà tổn hao do dòng điện xoáy thì phụ thuộc vào điện trở suất, nếu điện trở suất của vật liệu sắt từ càng cao thì dòng điện xoáy càng nhỏ.



Hình 1.8 Đường cong từ hóa ban đầu và vòng từ trễ

3. Các loại vật liệu sắt từ

Trong kỹ thuật điện (KTĐ) vật liệu sắt từ được chia làm 3 nhóm:

* *Vật liệu sắt từ có tần số thấp*

Loại này μ có lớn, lực khử từ nhỏ và tổn hao từ trễ nhỏ, nó được dùng làm lõi MBA, làm nam châm điện. Để giảm tổn hao dòng điện xoáy, trong các MBA thường dùng loại vật liệu sắt từ mềm có điện trở lớn.

a) *Sắt kỹ thuật*

Tỷ lệ sắt chiếm khá cao ngoài ra còn có lượng nhỏ các tạp chất khác như: cacbon, lưu huỳnh, mangan, silic, và các nguyên tố khác làm xấu tính chất từ. Loại này có điện trở tương đối thấp nên sử dụng ít.

Công dụng: Làm mạch từ có từ thông không đổi

b) *Thép lá kỹ thuật điện (KTĐ)*

Loại này chủ yếu dùng trong KTĐ, thành phần chủ yếu là sắt, ngoài ra còn có Silic, Silic chiếm $\leq 5\%$, sự có mặt của Silic sẽ khử được oxy hoá, loại này có suất tổn hao nhỏ, điện trở suất cao.

c) *Pecmalôi*

Là hợp kim của sắt và Niken, tùy theo hàm lượng của Niken mà chia Pecmalôi ra làm hai loại sau:

- Pecmalôi nhiều Niken, $Ni = 72 \div 80\%$

Công dụng: Làm lõi cuộn cảm có kích thước nhỏ, làm MBA âm tần nhỏ và các MBA xung và trong khuếch đại từ.

- Pecmalôi ít Niken, $Ni = 40 \div 50\%$, có cảm ứng từ bão hoà lớn gấp đôi so với loại nhiều Ni. Do đó nó được dùng làm lõi MBA lực, làm lõi cuộn cảm và các dụng cụ cần có mật độ từ thông cao.

** Vật liệu sắt từ mềm tần số cao*

a) Từ môi

Là vật liệu do ép bột của chất liên kết hữu cơ hay vô cơ với vật liệu sắt từ.

Thành phần cơ bản gồm Cácbon, Pecmalôi, và Alsife.

Yêu cầu phải có tính từ tốt, chất liên kết phải có khả năng để tạo nên màn cách điện chắc chắn giữa các hạt và gắn liền các hạt với nhau có cùng một độ dày.

Từ môi cần có tổn hao điện môi bé, có độ từ thẩm - ổn định với thời gian và khi nhiệt độ thay đổi. Vật liệu này dùng làm lõi các cuộn cảm của bộ lọc máy phát điện.

b) Ferit

Là loại vật liệu có điện dẫn điện tử bé, điện trở suất của nó lớn hơn vật liệu sắt từ (từ $106 \div 1011$) lần, do đó năng lượng tổn hao ở vùng tần số cao rất bé.

Công dụng: Được dùng nhiều trong kỹ thuật vô tuyến điện tử, Ferit là hệ thống gồm có oxyt sắt và oxyt kim loại, Ferit chia làm 4 loại: Ferit mềm, ferit cao tần, ferit có đường từ trễ hẹp, ferit từ cứng.

- Ferit từ mềm: Là hợp kim của Niken và Kẽm có cảm ứng từ B đạt 0,3Tesla. Lực khử từ đạt $H_C = 0,2$ Otsxtet. Dùng làm cuộn dây của bộ lọc, dùng làm màn từ, dùng làm lõi MBA xung, lõi MBA quét màn trong vô tuyến truyền hình.

- Ferit cao tần: Là loại Ferit có chứa nhiều oxyt Mangan, nó được dùng trong phạm vi tần số cao, khi dùng trong tần số cao nó sẽ xuất hiện nhiều tính chất đặc biệt có thể điều khiển được bằng cách cho trường tác dụng thay đổi.

Công dụng: Dùng để chế tạo phần tử điều khiển và dẫn sóng, chế tạo các đổi nối.

- Ferit có đường từ trễ hẹp: Có cảm ứng từ dư B_0 lớn gần bằng trị số cảm ứng từ $B_{\max}$. Lực khử từ H_C bé. Từ hoá nó được dùng ở trạng thái từ hoá với cảm ứng từ $+B_0$ và $-B_0$.

Công dụng: Dùng làm các phần tử đổi nối với hai trạng thái ổn định và các phần tử nhớ trong máy tính điện tử.

- Ferit cứng: Là vật liệu từ cứng.

** Vật liệu từ cứng*

Loại này có lực khử từ H_C lớn, đường cong từ trễ lớn.

Công dụng: Dùng làm nam châm vĩnh cửu. Đặc trưng của nó là cho năng lượng ra bên ngoài lớn.

Vật liệu dùng làm nam châm vĩnh cửu đơn giản nhất là thép chứa Silic, Vonfram, Crôm, Molipđen, ngoài ra còn có các hợp kim (gồm Al, Ni, Fe).

Câu hỏi:

1. Trình tính chất cơ bản của vật liệu dẫn điện ?
2. Trình bày tính chất chung, phân loại, tính chất cơ học và các ứng dụng của kim loại đồng, nhôm, bạc, sắt ?
3. Hãy so sánh điện trở của dây nhôm và dây đồng có cùng chiều dài và tiết diện ?
4. Tại sao đồng là kim loại được sử dụng nhiều nhất trong kỹ thuật điện ?
5. Nêu các dạng tổn hao điện môi?
6. Công thức tính tổn hao điện môi ở điện áp một chiều và xoay chiều ?
7. Nêu tính chất và công dụng của một số loại khí đang được sử dụng rộng rãi để cách điện trong kỹ thuật điện
8. Điện áp đặt lên điện môi 220V, điện trường 2000V/m thì chiều dày điện môi là bao nhiêu ?

Yêu cầu về đánh giá kết quả học tập

Nội dung

+ Kiến thức:

- Phân biệt, nhận dạng được các vật liệu điện thông dụng.
- Phân tích được tính chất các vật liệu điện thông dụng.

+ Kỹ năng

- Sử dụng đúng các vật liệu này theo các tiêu chuẩn kỹ thuật trong các điều kiện xác định.

+ Thái độ

- Rèn luyện tính cẩn thận, an toàn cho người và thiết bị

Phương pháp đánh giá: Bài viết hoặc thi trắc nghiệm

BÀI MỞ ĐẦU: KHÍ CỤ ĐIỆN

1. Khái niệm về khí cụ điện

1.1 Khái niệm về khí cụ điện

Khí cụ điện là thiết bị dùng để đóng cắt, bảo vệ, điều khiển, điều chỉnh các lưới điện, mạch điện, các loại máy điện và các máy trong quá trình sản xuất.

Khí cụ điện làm việc lâu dài trong các mạch dẫn điện, nhiệt độ của khí cụ điện tăng lên gây tổn thất điện năng dưới dạng nhiệt năng và đốt nóng các bộ phận dẫn nhiệt và cách điện của khí cụ. Vì vậy khí cụ điện làm việc được trong mọi chế độ khi nhiệt độ của các bộ phận phải không quá những giá trị cho phép làm việc an toàn lâu dài.

1.2 Sự phát nóng của khí cụ điện

Bảng 2.1 Bảng nhiệt độ cho phép của một số vật liệu

Vật liệu làm khí cụ điện	Nhiệt độ cho phép ($^{\circ}\text{C}$)
Vật liệu không bọc cách điện hoặc để xa nhất cách điện	110
Dây nối ở dạng tiếp xúc cố định	75
Vật liệu có tiếp xúc dạng hình ngón	75
Tiếp xúc trượt của đồng và hợp kim đồng	110
Tiếp xúc má bạc	120
Vật không dẫn điện và không bọc cách điện	110

Bảng 2.2 Bảng cấp cách nhiệt của một số vật liệu

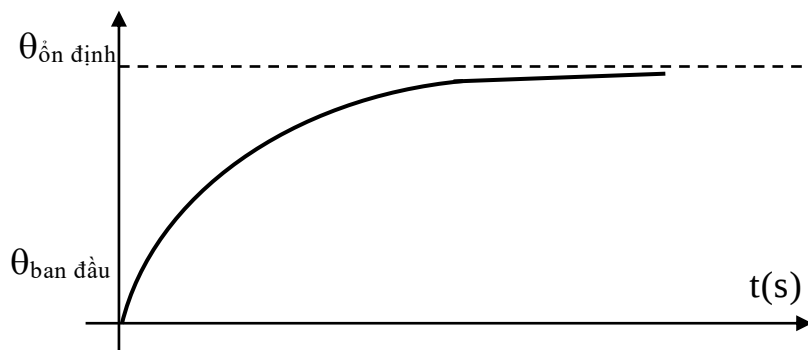
Vật liệu cách điện	Cấp cách nhiệt	Nhiệt độ cho phép ($^{\circ}\text{C}$)

Vải sợi, giấy không tẩm cách điện	Y	90
Vải sợi, giấy có tẩm cách điện	A	105
Hợp chất tổng hợp	E	120
Mica, sợi thủy tinh	B	130
Mica, sợi thủy tinh có tẩm cách điện	F	155
Chất tổng hợp Silic	H	180
Sứ cách điện	C	> 180

Tùy theo chế độ làm việc khác nhau, mỗi khí cụ điện sẽ có sự phát nóng khác nhau:

a, Chế độ làm việc lâu dài của khí cụ điện

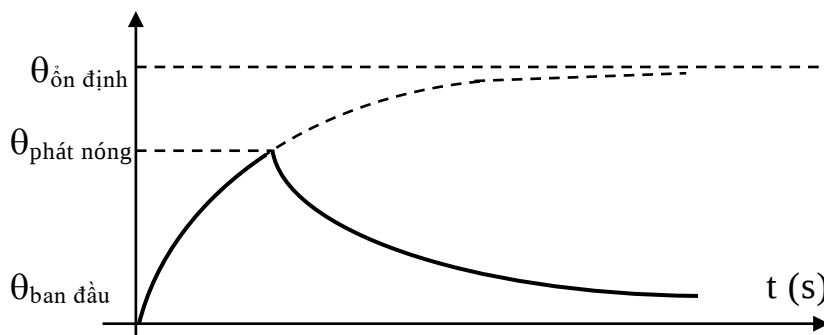
Khí cụ điện làm việc lâu dài, nhiệt độ trong khí cụ điện bắt đầu tăng và đến nhiệt độ ổn định thì không tăng nữa, lúc này sẽ tỏa nhiệt ra môi trường xung quanh



Hình 2.1: Chế độ làm việc dài hạn của khí cụ điện

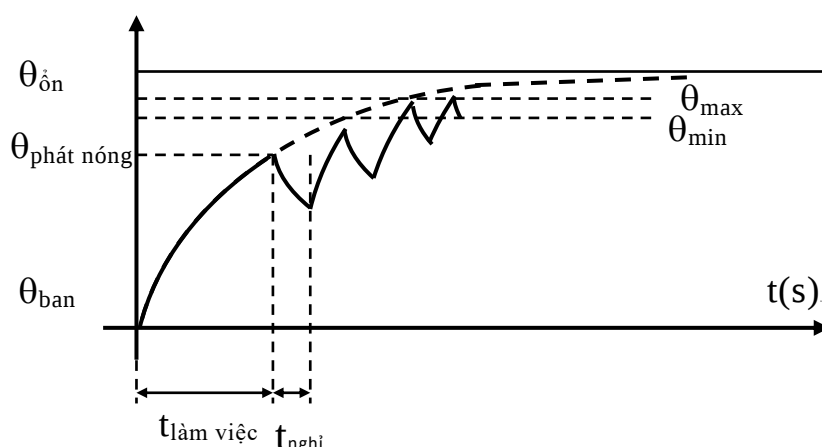
b, Chế độ làm việc ngắn hạn của khí cụ điện

Chế độ làm việc ngắn hạn của khí cụ điện là chế độ khi đóng điện nhiệt độ của nó không đạt tới nhiệt độ ổn định, sau khi phát nóng ngắn hạn, khí cụ được ngắt điện, nhiệt độ của nó sụt xuống bằng nhiệt độ của môi trường xung quanh.



Hình 2.2 Chế độ làm việc ngắn hạn của khí cụ điện

c, Chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại của khí cụ điện



Hình 2.3 Chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại của khí cụ điện

Nhiệt độ của khí cụ điện tăng lên trong khoảng thời gian khí cụ làm việc, nhiệt độ giảm xuống trong khoảng thời gian khí cụ nghỉ, nhiệt độ giảm chưa đến giá trị ban đầu thì khí cụ điện làm việc lặp lại. Sau khoảng thời gian, nhiệt độ tăng lên lớn nhất gần bằng nhiệt độ giảm nhỏ nhất thì khí cụ điện đạt được chế độ dừng.

1.3 Tiếp xúc điện

1.3.1 Khái niệm

Tiếp xúc điện là nơi mà dòng điện đi từ vật dẫn này sang vật dẫn khác. Bề mặt tiếp xúc của hai vật dẫn được gọi là tiếp xúc điện

Các yêu cầu cơ bản của tiếp xúc điện:

- Nơi tiếp xúc điện phải chắc chắn, đảm bảo.
- Mỗi nối tiếp xúc phải có độ bền cơ khí cao.
- Mỗi nối không được phát nóng quá giá trị cho phép.
- Ổn định nhiệt và ổn định động khi có dòng điện cực đại đi qua.
- Chịu được tác động của môi trường (nhiệt độ, chất hóa học...)

Để đảm bảo các yêu cầu trên, vật liệu dùng làm tiếp điểm có các yêu cầu sau:

- Điện dẫn và nhiệt dẫn cao.
- Độ bền chống rỉ trong không khí và trong các khí khác.
- Độ bền chống tạo các lớp màng có điện trở suất cao.
- Độ cứng bé để giảm lực nén
- Độ cứng cao để giảm hao mòn ở các bộ phận đóng ngắt.
- Độ bền chịu hồ quang cao (nhiệt độ nóng chảy)
- Gia công đơn giản, giá thành hạ.

Một số vật liệu dùng làm tiếp điểm như: đồng, bạc, nhôm, vonfram...

1.3.2 Phân loại tiếp xúc điện

Dựa vào kết cấu tiếp điểm có các loại tiếp xúc điện sau:

a. Tiếp xúc cố định

Các tiếp điểm được nối cố định với các chi tiết dẫn dòng điện như là: thanh cái, cáp điện, chỗ nối khí cụ vào mạch. Trong quá trình sử dụng, cả hai tiếp điểm được gắn chặt vào nhau nhờ các bu lông, hàn nóng hay nguội.

b. Tiếp xúc đóng mở

Là tiếp xúc để đóng ngắt mạch điện. Trong trường hợp này phát sinh hồ quang điện, cần xác định khoảng cách giữa tiếp điểm tĩnh và động dựa vào dòng điện định mức, điện áp định mức và chế độ làm việc của khí cụ điện.

c. Tiếp xúc trượt

Là tiếp xúc ở cổ góp và vành trượt, tiếp xúc này cũng dễ sinh hồ quang điện

1.3.3 Các yếu tố ảnh hưởng đến điện trở tiếp xúc

- Vật liệu làm tiếp điểm: Vật liệu mềm, tiếp xúc tốt
- Kim loại làm tiếp điểm không bị ô xy hóa
- Lực ép tiếp điểm càng lớn thì sẽ tạo nên nhiều tiếp điểm tiếp xúc
- Nhiệt độ tiếp điểm càng cao thì điện trở tiếp xúc càng lớn
- Diện tích tiếp xúc

Thông thường dùng hợp kim để làm tiếp điểm

1.4 Hồ quang và các phương pháp dập tắt hồ quang

1.4.1 Khái niệm

Trong các khí cụ điện dùng để đóng ngắt mạch điện (cầu dao, công tắc tơ, rơ le...) khi chuyển mạch sẽ phát sinh hiện tượng phóng điện. Nếu dòng điện ngắt dưới 0,1A và điện áp tại các tiếp điểm khoảng 250 – 300V thì các tiếp điểm sẽ phóng điện âm ỉ. Trường hợp dòng điện và điện áp cao hơn trị số trong bảng sau sẽ sinh ra hồ quang điện.

Bảng 2.3 Điện áp và dòng điện cực đại của vật liệu làm tiếp điểm

Vật liệu làm tiếp điểm	U (V)	I (A)
Platin	17	0,9
Vàng	15	0,38
Bạc	12	0,4
Vonfram	17	0,9
Đồng	12,3	0,43
Than	18 - 22	0,03

1.4.2 Tính chất cơ bản của phóng điện hồ quang

- Phóng điện hồ quang chỉ xảy ra khi các dòng điện có trị số lớn.
- Nhiệt độ trung tâm hồ quang rất lớn và trong các khí cụ có thể đến 6000 - 80000⁰K
- Mật độ dòng điện tại Catốt lớn ($10^4 - 10^5$ A/cm²)
- Sụt áp ở Catốt bằng 10 – 20V và thực tế không phụ thuộc vào dòng điện.

1.4.3 Quá trình phát sinh và dập tắt hồ quang

* Quá trình phát sinh hồ quang điện

Đối với tiếp điểm có dòng điện bé, ban đầu khoảng cách giữa chúng nhỏ khi điện áp đặt có trị số nhất định, vì vậy trong khoảng không gian này sẽ sinh ra điện trường có cường độ rất lớn (3.10^7 V/cm) có thể làm bật điện tử từ Catốt gọi là phát xạ tự động điện tử (phát xạ nguội điện tử). Số điện tử càng nhiều, chuyển động dưới tác dụng của điện trường làm ion hóa không khí gây hồ quang điện.

Đối với tiếp điểm có dòng điện lớn, quá trình phát sinh hồ quang phức tạp hơn. Lúc đầu mở tiếp điểm, lực ép giữa chúng có trị số nhỏ nên số tiếp điểm tiếp xúc để dòng điện đi qua ít. Mật độ dòng điện tăng đáng

kể đến hàng chục nghìn A/cm², do đó tại các tiếp điểm sự phát nóng sẽ tăng lên đến mức làm cho ở đó giọt kim loại được kéo căng ra trở thành cầu chất lỏng và nối liền hai tiếp điểm này, nhiệt độ của cầu chất lỏng tiếp tục tăng, lúc đó cầu chất lỏng bốc hơi mang tính chất nổ. Khi cầu chất lỏng cắt kéo theo sự mài mòn tiếp điểm, điều này rất quan trọng khi ngắt dòng điện quá lớn hay quá trình đóng mở xảy ra thường xuyên.

** Quá trình dập tắt hồ quang điện*

Điều kiện dập tắt hồ quang là quá trình ngược lại với quá trình phát sinh hồ quang

- Hạ nhiệt độ hồ quang
- Kéo dài hồ quang
- Chia hồ quang thành nhiều đoạn nhỏ.
- Dùng năng lượng bên ngoài hoặc chính nó để thổi tắt hồ quang.
- Mắc điện trở Shunt để tiêu thụ năng lượng hồ quang.

Thiết bị để dập tắt hồ quang:

- Hạ nhiệt độ hồ quang bằng cách dùng hơi khí hoặc dầu làm nguội, dùng vách ngăn để hồ quang cọ xát.

Chia hồ quang thành nhiều cột nhỏ và kéo dài hồ quang bằng cách dùng vách ngăn chia thành nhiều phần nhỏ và thổi khí dập tắt.

- Dùng năng lượng bên ngoài hoặc chính nó để thổi tắt hồ quang, năng lượng của nó tạo áp suất để thổi tắt hồ quang

- Mắc điện trở Shunt để tiêu thụ năng lượng hồ quang (dùng hai điện trở mắc song song với hai tiếp điểm sinh hồ quang)

2 Phân loại

Để tiện lợi cho quá trình khai thác sử dụng, ta phân loại các khí cụ điện theo các tiêu chí sau:

2.1 Phân loại theo công dụng

- Khí cụ điện không chế: dùng để đóng cắt, không chế hoạt động từ xa đối với các thiết bị điện, máy phát điện, động cơ điện (như cầu dao, áp tô mát, công tắc tơ...).

- Khí cụ điện bảo vệ: làm nhiệm vụ bảo vệ các động cơ, máy phát, lưới điện khi có sự cố quá tải, ngắn mạch, sụt áp... (như rơ le, cầu chì, máy cắt...)

- Khí cụ điện hạn chế dòng ngắn mạch như điện trở phụ, cuộn kháng.

- Khí cụ điện duy trì sự ổn định của các tham số điện (như ổn áp, bộ tự động điều chỉnh điện áp máy phát)

2.2 Phân loại theo điện áp

- Khí cụ điện hạ áp có điện áp $< 1000V$
- Khí cụ điện trung áp có điện áp từ $1000V$ đến $< 35KV$
- Khí cụ điện cao áp có điện áp từ $35KV$ đến $< 400KV$
- Khí cụ điện siêu cao áp có điện áp trên $400KV$

2.3 Phân loại theo nguyên lý làm việc

- Khí cụ điện nguyên lý điện từ
- Khí cụ điện nguyên lý từ điện
- Khí cụ điện nguyên lý cảm ứng
- Khí cụ điện nguyên lý điện động
- Khí cụ điện nguyên lý điện nhiệt
- Khí cụ điện có tiếp điểm
- Khí cụ điện không có tiếp điểm

Ngoài các phân loại trên còn có phân loại theo dòng điện, phân theo điều kiện làm việc và dạng bảo vệ.

Theo lĩnh vực sử dụng, các khí cụ điện được chia thành năm nhóm, trong mỗi nhóm lại có nhiều chủng loại khác nhau. Các nhóm đó là:

- ✓ Nhóm khí cụ điện phân phối năng lượng điện áp cao, gồm: Dao cách ly, máy ngắt dầu (nhiều dầu và ít dầu), máy ngắt không khí, máy ngắt tự sản khí, máy ngắt chân không cầu chủ (cầu chì), dao ngắn mạch, điện kháng, biến dòng, biến điện áp...
- ✓ Nhóm khí cụ điện phân phối năng lượng điện áp thấp, gồm: Máy ngắt tự động, máy ngắt bằng tay, các bộ đổi nối (cầu dao, công tắc), cầu chì...
- ✓ Nhóm khí cụ điện điều khiển: Công tắc tơ, khởi động từ, các bộ không chế và điều khiển, nút nhấn, công tắc hành trình, các bộ điện trở điều chỉnh và mở máy, các bộ khuếch đại điện tử, khuếch đại từ, tự áp...
- ✓ Nhóm các rơ le bảo vệ: rơ le dòng điện, rơ le điện áp, rơ le công suất, rơ le tổng trở, rơ le thời gian
- ✓ Nhóm khí cụ điện dùng trong sinh hoạt và chiếu sáng: công tắc, ổ cắm, phích cắm, bàn là, bếp điện...

3 Yêu cầu chung với khí cụ điện

Mục tiêu:

Hiểu được các yêu cầu chung khi sử dụng khí cụ điện

Khí cụ điện phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Khí cụ điện phải đảm bảo sử dụng lâu dài với các thông số kỹ thuật định mức. Nói cách khác, dòng điện qua vật dẫn không được vượt quá trị số cho phép vì nếu không sẽ làm nóng khí cụ điện và chóng hỏng.
- Khí cụ điện ổn định nhiệt và ổn định động. Vật liệu phải chịu nóng tốt và có cường độ cơ khí cao vì khi quá tải hay ngắn mạch, dòng điện lớn có thể làm khí cụ điện hư hỏng hoặc biến dạng.
- Vật liệu cách điện phải tốt để khi xảy ra quá điện áp trong phạm vi cho phép, khí cụ điện không bị chọc thủng.
- Khí cụ điện phải đảm bảo làm việc chính xác, an toàn, song phải gọn nhẹ, rẻ tiền, dễ gia công, dễ lắp ráp, dễ sửa chữa.
- Ngoài ra khí cụ điện phải làm việc ổn định ở các điều kiện và môi trường yêu cầu

Một số khí cụ điện trong quá trình sử dụng sẽ bị hỏng hóc. Nếu không phát hiện kịp thời sẽ làm ảnh hưởng tới các mạch điện, lưới điện, các loại máy điện và các máy trong quá trình sản xuất. Vì vậy việc tìm ra nguyên nhân, biện pháp khắc phục là vấn đề cần thiết.

3.1 Các nguyên nhân hư hỏng

a, Ăn mòn kim loại

Trong thực tế chế tạo dù gia công thế nào thì bề mặt tiếp xúc tiếp điểm vẫn còn những lỗ nhỏ li ti.

Trong vận hành hơi nước và các chất có hoạt tính hóa học cao thấm vào và đọng lại, những lỗ nhỏ đó sẽ gây ra các phản ứng hóa học tạo ra một lớp màng mỏng rất giòn. Khi va chạm trong quá trình đóng, lớp màng này dễ bị bong ra. Do đó bề mặt tiếp xúc sẽ bị mòn dần, hiện tượng này gọi là hiện tượng ăn mòn kim loại.

b, Ô xy hóa

Môi trường xung quanh làm bề mặt tiếp xúc bị ô xy hóa tạo thành lớp ô xít mỏng trên bề mặt tiếp xúc, điện trở suất của lớp ô xít rất lớn nên làm tăng điện trở tiếp xúc (R_{xt}) dẫn đến gây phát nóng tiếp điểm. Mức độ gia tăng R_{xt} do bề mặt tiếp xúc bị ô xy hóa còn tùy nhiệt độ. Ở $20 - 30^{\circ}\text{C}$ có lớp ô xít dày khoảng $25 \cdot 10^{-6}\text{mm}$.

c, Điện thế hóa kim loại

Mỗi chất có một điện thế hóa học nhất định. Hai kim loại có điện thế hóa học khác nhau khi tiếp xúc sẽ tạo nên một cặp hiệu điện thế hóa học, giữa chúng có một hiệu điện thế. Nếu bề mặt tiếp xúc có nước xâm nhập sẽ có dòng điện chạy qua và kim loại có điện thế hóa học âm hơn sẽ bị ăn mòn kim loại trước làm nhanh hỏng tiếp điểm.

d, Hư hỏng do điện.

Thiết bị điện vận hành lâu ngày hoặc không được bảo quản tốt, lò xo tiếp điểm bị hoen rỉ yếu đi sẽ không đủ lực ép vào tiếp điểm. Khi có dòng điện chạy qua, tiếp điểm dễ bị phát nóng gây nóng chảy, thậm chí hàn dính vào nhau. Nếu lực ép tiếp điểm quá yếu có thể phát sinh tia lửa điện làm cháy tiếp điểm.

3.2 Cách khắc phục hư hỏng

- Đối với những tiếp xúc cố định: nên bôi một lớp mỡ chống rỉ hoặc quét sơn chống ẩm

- Khi thiết kế ta nên chọn những vật liệu có điện thế hóa học giống nhau hoặc gần bằng nhau cho từng cặp.

- Nên sử dụng các vật liệu không bị ô xy hóa làm tiếp điểm.

- Mạ điện các tiếp điểm:

- + Với tiếp điểm đồng, đồng thau thường được mạ thiếc, mạ bạc, mạ kẽm

- + Với tiếp điểm bằng thép thường được mạ cadini, kẽm...

- Thay lò xo tiếp điểm: Những lò xo đã rỉ, đã yếu làm giảm lực ép sẽ làm tăng điện trở tiếp xúc, cần lau sạch tiếp điểm bằng vải mềm và thay thế lò xo nén khi lực nén còn quá yếu.

- Kiểm tra sửa chữa, cải tiến: Cải tiến thiết bị dập hồ quang để rút ngắn thời gian dập hồ quang nếu điều kiện cho phép.

Chương 4. Khí cụ điện đóng cắt

1 Cầu dao

1.1 Khái quát và công dụng

Cầu dao là một khí cụ điện dùng để đóng cắt mạch điện bằng tay, được sử dụng trong các mạch điện có nguồn dưới 500V, dòng điện định mức có thể lên tới vài KA.

Khi thao tác đóng ngắt mạch điện, cần đảm bảo an toàn cho thiết bị dùng điện. Bên cạnh đó cần có biện pháp dập tắt hồ quang điện, tốc độ di chuyển lưỡi dao càng nhanh thì hồ quang kéo dài càng nhanh, thời gian

dập tắt hồ quang càng ngắn. Vì vậy khi đóng cắt mạch điện cầu dao cần phải đóng cắt một cách dứt khoát.

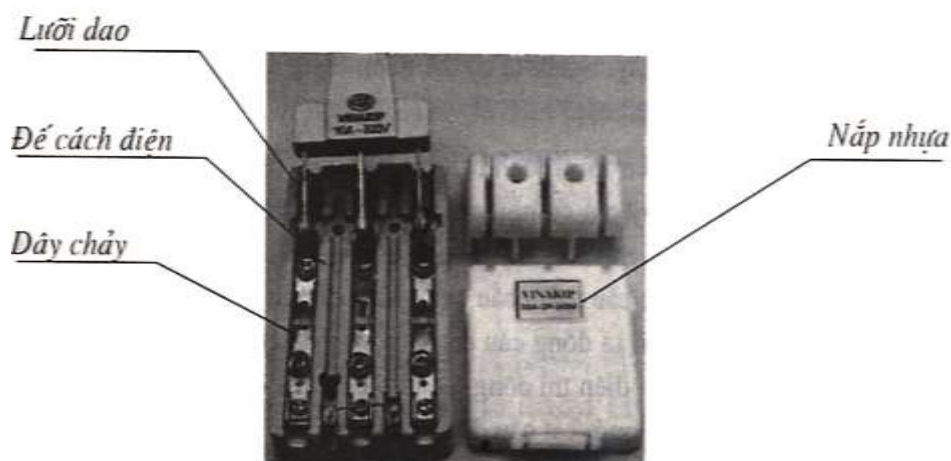
Thông thường cầu dao được bố trí đi cùng với cầu chì để bảo vệ ngắn mạch cho mạch điện.

1.2 Cấu tạo, nguyên lý hoạt động của cầu dao

a, Cấu tạo

-Cấu tạo chung

Phần chính của cầu dao là lưỡi dao và hệ thống kẹp lưỡi được làm bằng hợp kim của đồng, ngoài ra bộ phận nối dây cũng làm bằng hợp kim đồng



Hình 2.4 Cấu tạo cầu dao

Các cầu dao đơn giản như hình 2. thường dùng để đóng cắt mạch điện công suất nhỏ, dòng điện cỡ vài chục Ampe.

b, Nguyên lý hoạt động của cầu dao cắt nhanh

Khi thao tác trên cầu dao, nhờ vào lưỡi dao và hệ thống kẹp lưỡi mạch điện được đóng ngắt. trong quá trình ngắt mạch, cầu dao thường xảy ra hồ quang điện tại đầu lưỡi dao và điểm tiếp xúc trên hệ thống kẹp lưỡi. Người sử dụng cần phải kéo lưỡi dao ra khỏi kẹp nhanh để dập tắt hồ quang.

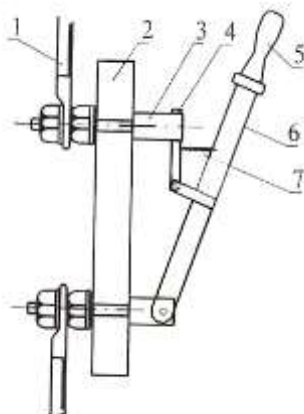
Để giúp cho việc ngắt mạch điện bằng cầu dao một cách nhanh chóng và dứt khoát người ta bố trí thêm lưỡi dao phụ như sơ đồ nguyên lý cấu tạo hình 2.4.

Bộ phận chính của nó gồm: Giá đỡ (1), đế cách điện (2), tiếp xúc tĩnh - ngàm (3), lưỡi dao phụ (4), tay gạt (5), lưỡi dao chính (6), lò xo bật nhanh (7).

Ngoài ra, người ta còn trang bị thêm cho cầu dao hệ thống bảo vệ ngắn mạch điện. Với cầu dao công suất nhỏ thường trang bị các dây chảy bằng đồng hoặc chì, còn các cầu dao công suất lớn thường trang bị cầu chì ống, bên trong có chứa cát và dây chảy, lớp cát này có tác dụng tản nhiệt và chặn hồ quang, bảo vệ cho vỏ sứ khỏi bị nứt vỡ khi có hiện tượng ngắn mạch.

Nguyên lý làm việc của cầu dao có lưỡi dao phụ

Khi đóng mạch điện ta kéo tay gạt (5) lên, lưỡi dao phụ số (4) sẽ tiếp xúc với ngàm (3) trước, sau đó đến lượt lưỡi dao chính (6).



Hình 2.5 Cấu tạo cầu dao có lưỡi dao phụ

Khi ngắt mạch điện, ta kéo tay gạt (5) xuống, lưỡi dao chính sẽ di chuyển khỏi ngàm trước, làm cho lò xo (7) bị kéo căng, đồng thời lưỡi dao phụ (4) cũng di chuyển và tách khỏi ngàm, nhưng nhờ có lực căng của lò xo (7) nên lưỡi dao phụ tách khỏi ngàm một cách dứt khoát, mạch điện được cắt đột ngột, hạn chế được sự phát sinh của hồ quang.

1.3 Phân loại

Theo kết cấu người ta chia ra làm các loại sau:

- Cầu dao 1 cực
- Cầu dao 2 cực
- Cầu dao 3 cực...

Theo vật liệu đế cách điện người ta chia ra làm các loại sau:

- Cầu dao đế sứ
- Cầu dao đế nhựa

- Cầu dao để gổ

Theo công dụng người ta chia ra làm 2 loại sau:

- Cầu dao đóng cắt thông thường: thường dùng đóng cắt phụ tải công suất nhỏ.
- Cầu dao cách ly: thường dùng đóng cắt dòng không tải cho các phụ tải trung bình và lớn.

Theo điện áp định mức: 250V, 400V

Theo dòng điện định mức: dòng điện định mức của cầu dao được cho trước bởi nhà sản xuất (thường là loại 10A, 15A, 20A, 25A, 30A, 60A, 75A, 100A, 150A, 200A, ...)

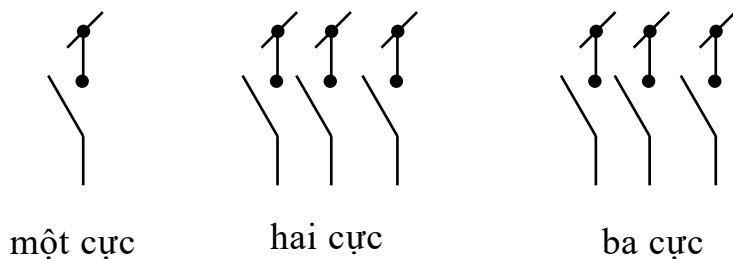
Theo điều kiện bảo vệ:

- Cầu dao có nắp
- Cầu dao không có nắp (thường được đặt trong hộp hay tủ điều khiển)

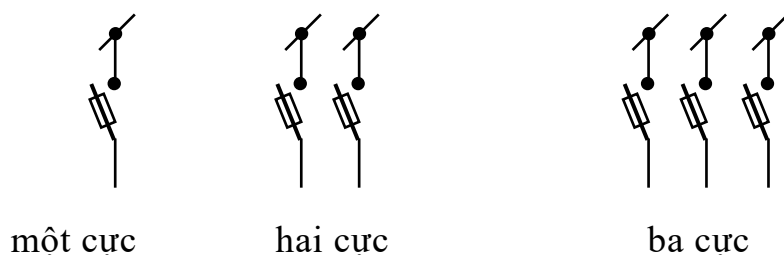
Theo yêu cầu sử dụng

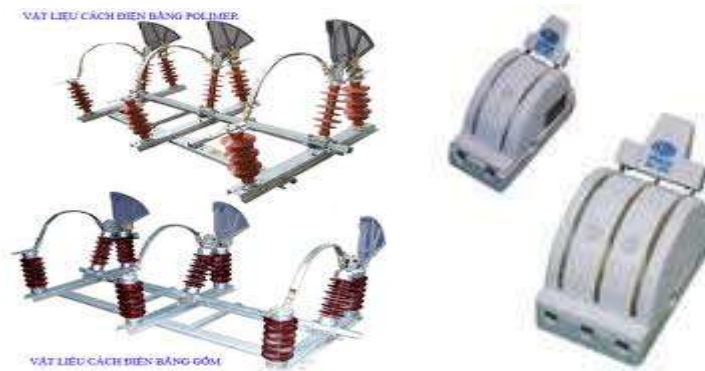
- Cầu dao có cầu chì bảo vệ ngắn mạch
- Cầu dao không có cầu chì bảo vệ

Ký hiệu cầu dao không có cầu chì bảo vệ



Ký hiệu cầu dao không có cầu chì bảo vệ





Hình 2.6 Một số hình ảnh về cầu dao

1.4. Một số thông số kỹ thuật của cầu dao.

a. Cầu dao nhựa dùng ở Việt Nam

- Cầu dao 30A. Dòng điện định mức 30A
- Cầu dao 60A. Dòng điện định mức 60^a

b. Cầu dao các nước châu Âu

Bảng 2.4 Thông số kỹ thuật của cầu dao

Đặc tính kỹ thuật	Phần yêu cầu đối với khí cụ điện	Đơn vị đo	Giá trị ở dòng xoay chiều
Điện áp định mức	Tiếp điểm chính	V	1000
Dòng điện định mức	Tiếp điểm chính	A	200/350/600/1000
Tần số dòng điện	Tiếp điểm chính	Hz	50 ÷ 60 Hz
Tuổi thọ cơ khí	Tổng hợp	Thao tác	1000
Vị trí đặt	Tổng hợp		Thẳng đứng
Dây dẫn nối	Cực chính		200A: tối thiểu 25x3 350A: tối thiểu 30x5 600A: tối thiểu 40x8 1000A: tối thiểu 50x10
Trọng lượng		Kg	15 ÷ 18

2 Công tác

2.1 Khái quát và công dụng



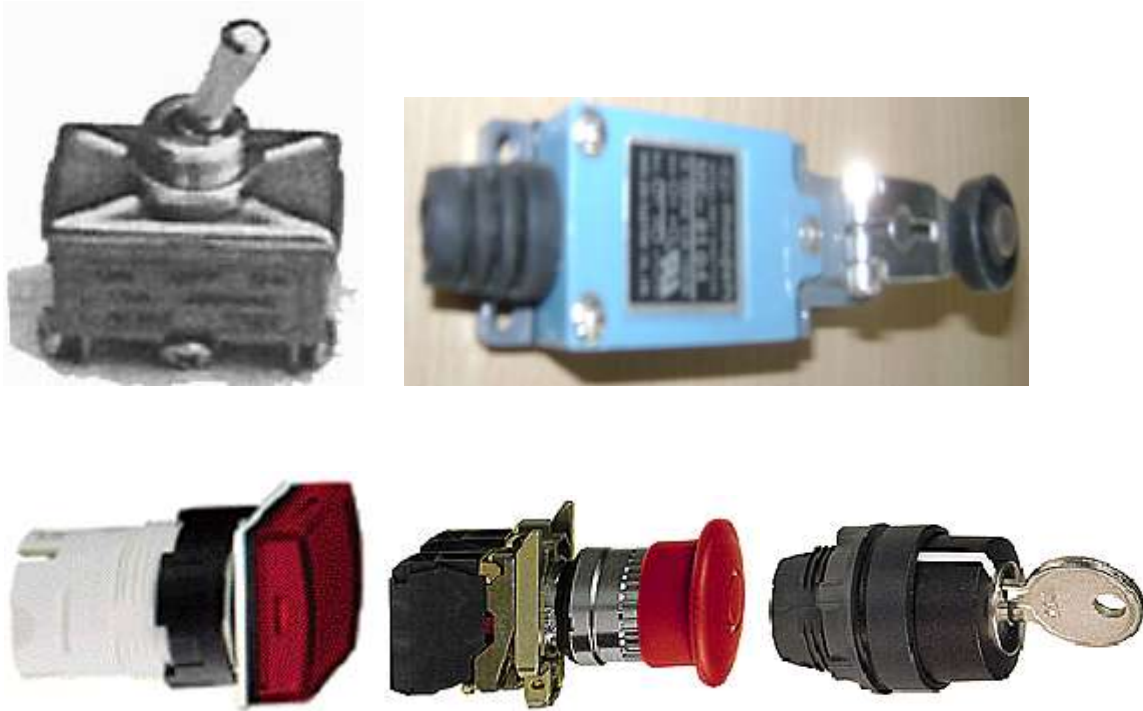
Hình 2.7 Một số công tắc thường gặp

Công tắc là khí cụ điện dùng để đóng ngắt mạch điện có công suất nhỏ và có dòng điện định mức nhỏ hơn 6A. Công tắc thường có hộp bảo vệ để tránh sự phóng điện khi có đóng mở. Điện áp của công tắc nhỏ hơn hay bằng 500V.

Trạng thái của công tắc sẽ bị thay đổi khi có ngoại lực tác động và giữ nguyên khi bỏ lực tác động (trừ công tắc hành trình). Thông thường công tắc (hay chuyển mạch nói chung) dùng để đóng ngắt mạch điện có công suất nhỏ, điện áp thấp.

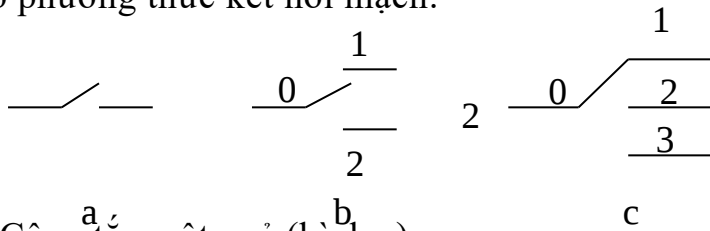
2.2 Phân loại:

- Theo cơ cấu tác động:
 - Công tắc gạt
 - Công tắc hành trình
 - Công tắc xoay
 - Công tắc ấn
 - Công tắc ấn xoay (nút dùng khăn cấp)
 - Công tắc có khóa (khóa điện)



Hình 2.8 Công tắc điện

- Theo phương thức kết nối mạch:



- Công tắc một ngã (hình a)
- Công tắc hai ngã (hình b)
- Công tắc ba ngã (hình c)

2.3 Các thông số định mức của công tắc

U_{dm} : Điện áp định mức của công tắc

I_{dm} : Dòng điện định mức của công tắc

Trị số điện áp định mức của công tắc thường có giá trị $< 500V$

Trị số dòng điện định mức của công tắc thường có giá trị $< 6A$

Ngoài ra còn có các thông số trong việc thử công tắc như độ bền cơ khí, độ cách điện, độ phóng điện...

2.4. Một số yêu cầu thử

Bên cạnh các yêu cầu cơ khí, va đập, dao động... trong việc kiểm tra chất lượng công tắc, người ta còn phải thử:

1. Thử xuyên thủng: đặt điện áp xoay chiều 1500V trong thời gian 1 phút ở các điểm cần cách điện giữa chúng

2. Thử cách điện: đo điện trở cách điện, điện trở này không được bé hơn $2M\Omega$.
3. Thử phát nóng: cho một dòng điện bằng $125\%I_{dm}$ đi qua, ở các đầu cực không được phép có một điện áp rơi lớn 50mV đối với mỗi vị trí đóng của công tắc và không phát nóng
4. Thử công suất cắt: cho một dòng điện bằng $125\%I_{dm}$ đi qua và ở điện áp bằng điện áp định mức U_{dm} , công tắc phải chịu được số lần ngắt với thời gian như sau:
 - Đối với công tắc $\leq 10A$, 90 lần ngắt trong thời gian 3 phút
 - Đối với công tắc 25A, 60 lần ngắt trong thời gian 3 phút
5. Thử sức bền cơ khí: tiến hành 10.000 lần thay đổi vị trí với tần số thao tác 25 lần/phút không có điện áp và dòng điện. Sau đó công tắc phải ở trạng thái làm việc tốt và có thể chịu được tiêu chuẩn xuyên thủng trên.
6. Thử nhiệt độ đối với các chi tiết cách điện: Các chi tiết cách điện phải chịu đựng $100^{\circ}C$ trong thời gian 2 giờ mà không bị biến dạng hoặc sủi nhám

2.5 Sửa chữa và thay mới công tắc

Sau một thời gian sử dụng, hầu hết các công tắc lắp trên tường thường bị hư hỏng do các mối nối bên trong lỏng sút dần ra. Công tắc cũng có thể bị hư do một vài bộ phận bên trong bị ăn mòn. Nếu công tắc đã hư, ta nên thay công tắc mới.

Sửa chữa và thay mới công tắc loại một vị trí

Trước khi tiến hành sửa chữa và thay mới công tắc, cần có một số dụng cụ cần thiết như: tô vít, đèn neon thử mạch điện, giấy nhám... Công việc được thực hiện theo các bước sau:

- Tắt nguồn điện đi đến công tắc tại bảng cầu dao chính (tháo cầu chì hay gạt cầu dao xuống), rồi tháo nắp che công tắc ra

- Tháo các vít giữ công tắc, nắm giữ cẩn thận và kéo công tắc từ từ ra khỏi hộp công tắc. Tuyệt đối cẩn thận không chạm tay vào bất kỳ các đầu dây trần hay các cọc bắt dây nào cho đến khi công tắc được kiểm tra điện.

- Kiểm tra có điện hay không bằng cách chạm một đầu dò của đèn neon thử mạch vào hộp công tắc bằng kim loại đã nối mát hay đến một đầu dây đồng trần nối mát, và chạm đầu dò kia vào mỗi cọc bắt dây. Đèn neon sẽ không sáng. Nếu sáng, tức là vẫn còn điện đi vào hộp công tắc. Quay trở lại bảng cầu dao và ngắt đúng mạch điện đến ổ cắm của bạn.

- Tháo các đầu dây điện và tháo rời công tắc ra. Kiểm tra sự thông mạch điện của công tắc. Bạn có thể dùng một cục pin nối với một bóng

đèn nhỏ hay dụng cụ thử sự thông mạch. Phải thay mới nếu công tắc hư. Nếu các đầu dây điện quá ngắn, bạn có thể dùng một đoạn dây điện cùng loại để nối dài ra

- Nếu các đầu dây bị gãy hay bị cắt khía, cắt bỏ đoạn bị hỏng bằng dụng cụ cắt dây điện. Tuốt dây để lộ đầu dây trần một đoạn khoảng 2 cm.

- Làm sạch các đầu dây trần bằng giấy nhám nếu dây dơ hay sẫm màu. Nếu các dây làm bằng đồng, bôi lên đầu dây chất chống oxy hóa trước khi bắt dây điện vào công tắc.

- Nối các đầu dây vào các cọc bắt vít trên công tắc. Siết các vít giữ lại, nhưng không quá chặt, bởi siết quá chặt có thể làm tuôn ren các vít bắt dây.

- Lắp công tắc trở lại vào vị trí, cẩn thận gấp lại đoạn dây thừa phía sau công tắc và bỏ vào trong hộp. Lắp nắp đậy công tắc trở lại và mở cầu dao điện nối đến công tắc tại bảng cầu dao chính.

Sửa hay thay mới công tắc loại 3 vị trí, bạn nên thực hành theo trình tự như sau:

- Tắt nguồn điện đến công tắc ở bảng cầu dao chính, rồi tháo nắp che công tắc và các vít bắt dây. Nắm giữ cẩn thận và kéo công tắc ra khỏi hộp. Tuyệt đối cẩn thận không chạm tay vào bất kỳ các đầu dây trần hay các cọc bắt dây nào cho đến khi công tắc được kiểm tra điện.

- Kiểm tra điện bằng cách chạm một đầu dò của đèn neon thử mạch vào hộp công tắc bằng kim loại đã nối mát hay đến một đầu dây đồng trần nối mát, và chạm đầu dò kia vào mỗi cọc bắt dây. Đèn neon không được sáng. Nếu sáng, nghĩa là điện vẫn còn đi vào hộp công tắc. Quay trở lại bảng cầu dao và ngắt đúng mạch điện đến ổ cắm của bạn.

- Xác định vị trí cọc bắt dây chung có màu sậm, và dùng một băng keo để đánh dấu dây chung này. Tháo các đầu dây và tháo rời công tắc ra. Kiểm tra sự thông mạch của công tắc. Nếu công tắc hư, bạn nên thay mới. Kiểm tra các đầu dây bị trầy xước hay có khía. Nếu cần, cắt bỏ đoạn dây hư và tuốt lại đầu dây mới.

- Nối dây chung đến cọc bắt dây chung màu sậm trên công tắc. Ở hầu hết các công tắc 3 vị trí, cọc bắt dây chung này bằng đồng. Hoặc là cạnh nó có ghi hàng chữ COMMON in trên phía lưng của công tắc.

- Nối các đầu dây còn lại đến các cọc bắt dây bằng bạc hay bằng đồng thau. Các dây này có thể đổi lẫn cho nhau, và có thể được nối đến một trong các cọc. Cẩn thận xếp các đoạn dây dư trở vào trong hộp. Lắp công tắc và nắp đậy công tắc trở lại. Bật điện lên ở bảng cầu dao chính. Đối với công tắc loại 4 vị trí, bạn phải thực hiện theo trình tự như sau:

- Tắt nguồn điện đến công tắc ở bảng cầu dao chính, rồi tháo nắp che công tắc và các vít bắt dây. Giữ cẩn thận, kéo công tắc ra khỏi hộp. Tuyệt đối cẩn thận không chạm tay vào bất kỳ các đầu dây trần hay các cọc bắt dây nào cho đến khi công tắc được kiểm tra điện.

- Kiểm tra có điện đến công tắc không bằng cách chạm một đầu dò của đèn neon thử mạch điện vào hộp công tắc bằng kim loại đã được nối mát hay đến một đầu dây đồng trần nối mát, và chạm đầu dò kia vào mỗi cọc bắt dây. Đèn neon không được sáng. Nếu sáng, điện vẫn còn đi vào hộp công tắc. Quay trở lại bảng cầu dao và ngắt đúng mạch điện đến ổ cắm của bạn.

- Tháo các đầu dây ra và quan sát xem chúng có bị trầy xước hay có khía không. Nếu cần, cắt bỏ đoạn dây hư và tuốt lại đầu dây mới. Kiểm tra sự thông mạch của công tắc. Nếu công tắc hư, bạn nên thay mới.

- Nối hai đầu dây có cùng màu đến các cọc bắt dây bằng đồng thau. Ở công tắc như trong hình vẽ, các cọc bắt dây bằng đồng thau có in chữ LINE 1.

- Nối các đầu dây còn lại đến các cọc bắt dây bằng đồng, có in hàng chữ LINE 2 trên một số công tắc. Cẩn thận xếp các đoạn dây dư trở vào lại trong hộp. Lắp công tắc và nắp đậy công tắc trở lại. Bật điện lên ở bảng cầu dao chính.

3 Áp tô mát

3.1 Khái quát và yêu cầu

Áp tô mát là khí cụ điện dùng để tự động cắt mạch điện, bảo vệ quá tải, ngắn mạch, sụt áp, ... (*áp tô mát còn được gọi là cầu dao tự động*).

Thường gọi là áp tô mát không khí vì hồ quang được dập tắt trong không khí

Áp tô mát có ba yêu cầu sau:

1. Chế độ làm việc ở định mức của áp tô mát phải là chế độ làm việc dài hạn, nghĩa là trị số dòng điện định mức chạy qua áp tô mát lâu bao nhiêu cũng được. Mặt khác, mạch dòng điện của áp tô mát phải chịu được dòng điện lớn (khi có ngắn mạch) lúc các tiếp điểm của nó đã đóng hay đang đóng.

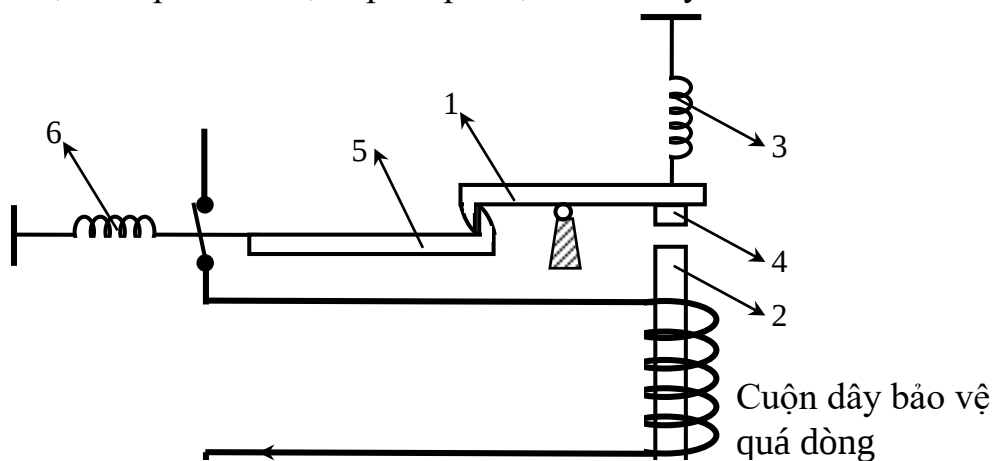
2. Áp tô mát phải ngắt được trị số dòng điện ngắn mạch lớn, có thể đến vài chục kilôampe. Sau khi ngắt dòng điện ngắn mạch, áp tô mát phải đảm bảo vẫn làm việc tốt ở trị số dòng điện định mức.

3. Để nâng cao tính ổn định nhiệt và điện động của các thiết bị điện, hạn chế sự phá hoại do dòng điện ngắn mạch gây ra, áp tô mát phải có thời

gian cắt bé. Muốn vậy thường phải kết hợp lực thao tác cơ học với thiết bị dập hồ quang bên trong aptômát.

Để thực hiện yêu cầu thao tác bảo vệ có chọn lọc, aptômát cần phải có khả năng điều chỉnh trị số dòng điện tác động và thời gian tác động.

3.2 Nguyên lý làm việc của aptômát: Sơ đồ nguyên lý của aptômát dòng điện cực đại và aptômát điện áp thấp được trình bày trên hình 2.9 a và b.

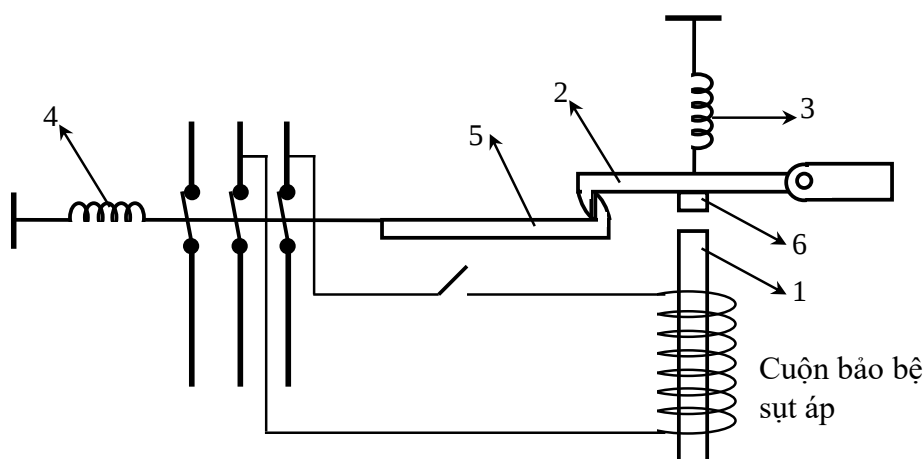


Hình 2.9a Aptômát dòng điện cực đại

trạng t

cum với tiếp điểm động hình 2.3a.

Khi mạch điện quá tải hay ngắn mạch, nam châm điện 2 sẽ hút phần ứng 4 xuống làm nhả móc 1, cần 5 được tự do, kết quả các tiếp điểm của aptômát được mở ra dưới tác dụng của lực lò xo 6, mạch điện bị ngắt.

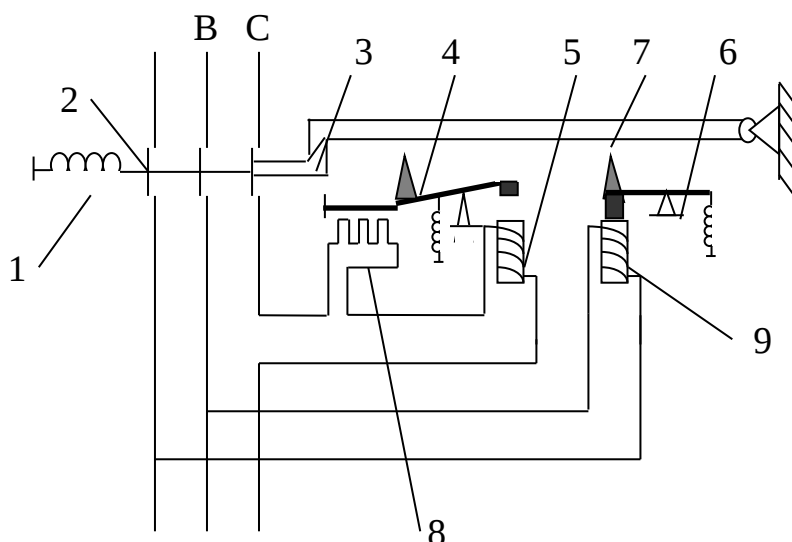


Hình 2.9b Aptômát điện áp thấp

Trên hình 2.9b, khi sụt áp quá mức, nam châm điện 1 sẽ nhả phần ứng 2 làm nhả móc 1, do đó các tiếp điểm của aptômát cũng được mở ra dưới tác dụng của lực lò xo 4, mạch điện bị cắt.

Nam châm 2 hình 2.9a được gọi là móc bảo vệ quá tải hay ngắn mạch. Nam châm 1 hình 2.9b được gọi là móc bảo vệ sụt áp hay mất điện áp.

Nguyên lý làm việc của áp tô mát dòng cực đại và điện áp thấp



Hình 2.10 Áp tô mát dòng cực đại và điện áp thấp

Khi đóng áp tô mát bằng tay thì các tiếp điểm (2) của áp tô mát đóng lại để cấp điện cho phụ tải làm việc.

Khi mạch điện bị quá tải, dòng điện quá tải chạy qua phần tử đốt nóng (8) lớn hơn bình thường. Nó sẽ đốt nóng thanh lưỡng kim làm cho thanh lưỡng kim bị cong lên tác động vào đòn bẩy số (4). Đòn bẩy (4) sẽ đập và lấy (7), mở ngàm (3), lò xo (1) kéo tiếp điểm (2) mở ra – mạch điện bị cắt.

Thời gian mở tiếp điểm (2) phụ thuộc vào dòng điện quá tải, dòng điện càng lớn thời gian cắt càng nhanh.

Trường hợp phụ tải bị ngắn mạch, dòng điện rất lớn đi qua cuộn dây (5) (tiết diện dây lớn, ít vòng) lập tức hút đòn bẩy (4) tác động làm cho ngàm (3) mở, lò xo (1) kéo tiếp điểm (2) mở ra. Như vậy mạch điện bị cắt tức thời nhờ lực điện từ của cuộn dây (5).

Trường hợp mất điện nguồn hoặc điện áp thấp thì lực hút của cuộn dây điện áp (9) (dây nhỏ nhiều vòng) sẽ không thắng lực kéo của lò xo làm đòn (6) bật lên, tác động vào lấy (7) mở ngàm (3) – tự động ngắt điện khi điện áp thấp hoặc mất điện.

3.3 Phân loại và cấu tạo áp tô mát

✓ Phân loại áp tô mát

Theo *kết cấu*, người ta chia áp tô mát ra ba loại: một cực, hai cực và ba cực.

Theo *thời gian thao tác*, người ta chia aptômát ra loại tác động không tức thời và loại tác động tức thời (nhạy).

Tùy theo *công cụ bảo vệ*, người ta chia aptômát ra các loại aptômát cực đại theo dòng điện, aptômát cực tiểu theo dòng điện, aptômát cực tiểu theo điện áp, aptômát dòng điện ngược, ...

Trong một vài trường hợp có yêu cầu bảo vệ tổng hợp (cực đại theo dòng điện và cực tiểu theo điện áp), người ta có loại aptômát vạn năng.



Hình 2.11 Một số kiểu Aptômát

✓ Cấu tạo aptômát

1. Tiếp điểm

Aptômát thường được chế tạo có hai cấp tiếp điểm (chính và hồ quang), hoặc ba cấp tiếp điểm (chính, phụ, hồ quang).

Khi đóng mạch, tiếp điểm hồ quang đóng trước, tiếp theo là tiếp điểm phụ, sau cùng là tiếp điểm chính. Khi cắt mạch thì ngược lại, tiếp điểm chính mở trước, sau đến tiếp điểm phụ, cuối cùng là tiếp điểm hồ quang.

Như vậy, hồ quang chỉ cháy trên tiếp điểm hồ quang, do đó bảo vệ được tiếp điểm chính để dẫn điện. Dùng thêm tiếp điểm phụ để tránh hồ quang cháy lan vào làm hư hại tiếp điểm chính.

Tiếp điểm của aptômát thường làm bằng hợp kim gồm chịu được hồ quang như Ag-W; Cu-W; Ni, ...

2. Hộp dập hồ quang

Để aptômát dập được hồ quang trong tất cả các chế độ làm việc của lưới điện, người ta thường dùng hai kiểu thiết bị dập hồ quang là: kiểu nửa kín và kiểu hở.

Kiểu nửa kín được đặt trong vỏ kín của aptômát và có lỗ thoát khí. Kiểu này có dòng điện giới hạn cắt không quá 50kA.

Kiểu hở được dùng khi giới hạn dòng điện cắt lớn hơn 50kA hoặc điện áp lớn hơn 1000V (cao áp).

Trong buồng dập hồ quang thông dụng, người ta dùng những tấm thép xếp thành lưới ngăn, để phân chia hồ quang thành nhiều đoạn ngắn thuận lợi cho việc dập tắt hồ quang.

Cùng một thiết bị dập tắt hồ quang, khi làm việc ở mạch điện xoay chiều điện áp đến 500V, có thể dập tắt được hồ quang của dòng điện đến 40kA; nhưng khi làm việc ở mạch điện một chiều điện áp đến 440V, chỉ có thể cắt được dòng điện đến 20kA.

3. Cơ cấu truyền động cắt aptômát

Truyền động cắt aptômát thường có hai cách: bằng tay và bằng cơ điện (điện từ, động cơ điện).

Điều khiển bằng tay được thực hiện với các aptômát có dòng điện định mức không lớn hơn 600A. Điều khiển bằng điện từ (nam châm điện) được ứng dụng ở các aptômát có dòng điện lớn hơn (đến 1000A).

Để tăng lực điều khiển bằng tay người ta còn dùng một tay dài phụ theo nguyên lý đòn bẩy. Ngoài ra còn có cách điều khiển bằng động cơ điện hoặc khí nén.

4. Móc bảo vệ

Aptômát tự động cắt nhờ các phần tử bảo vệ - gọi là móc bảo vệ.

+ *Móc bảo vệ quá tải* (còn gọi là quá dòng điện) để bảo vệ thiết bị điện khỏi bị quá tải, *đường thời gian – dòng điện* của móc bảo vệ phải nằm dưới đường đặc tính của đối tượng cần bảo vệ. Người ta thường dùng hệ thống điện từ và role nhiệt làm móc bảo vệ đặt bên trong aptômát.

Móc kiểu điện từ có cuộn dây mắc nối tiếp với mạch điện chính. Khi dòng điện vượt quá trị số cho phép thì phản ứng bị hút và móc sẽ đập vào khớp rơi tự do, làm tiếp điểm của aptômát mở ra. Điều chỉnh vít để thay đổi lực kháng của lò xo, ta có thể điều chỉnh được trị số dòng điện tác động. Để giữ thời gian trong bảo vệ quá tải kiểu điện từ, người ta thêm một cơ cấu giữ thời gian (ví dụ bánh xe răng như trong cơ cấu đồng hồ).

Móc kiểu role nhiệt đơn giản hơn cả, có kết cấu tương tự như role nhiệt có phần tử phát nóng đầu nối tiếp với mạch điện chính, tấm kim loại kép dẫn nở làm nhả khớp rơi tự do để mở tiếp điểm của aptômát khi có quá tải. Kiểu này có thiếu sót là quán tính nhiệt lớn nên không ngắt nhanh được dòng điện tăng vọt khi có ngắn mạch, do đó chỉ bảo vệ được dòng điện quá tải.

Vì vậy người ta thường sử dụng tổng hợp cả móc kiểu điện từ và móc kiểu role nhiệt trong aptômát. Loại này thường được dùng ở aptômát có dòng điện định mức đến 600A.

+ *Móc bảo vệ sụt áp* (còn gọi là bảo vệ điện áp thấp) cũng thường dùng kiểu điện từ. Cuộn dây mắc song song với mạch điện chính.

Nguyên lý làm việc như đã nêu ở mục 3-2-2 và H2.9b.

3.4. Cách lựa chọn aptômát

Khi lựa chọn aptômát ta cần chú ý đến các thông số kỹ thuật chính như sau:

- Dòng điện định mức của aptômát I_{dm} (A). Đây là dòng điện lớn nhất cho phép aptômát làm việc trong thời gian lâu dài mà không bị tác động (không bị ngắt). Dòng điện này không được nhỏ hơn dòng điện tính toán của phụ tải.

- Dòng điện bảo vệ ngắn mạch của aptômát I_{nm} (A). Đây là dòng điện nhỏ nhất (tác động trong thời gian rất ngắn) đủ để làm cho aptômát tự ngắt. Chỉ những aptômát có kết cấu ngắt kiểu điện từ mới có các thông số này. Đối với aptômát loại này khi chọn để đóng ngắt động cơ thì dòng điện này không được nhỏ hơn dòng khởi động động cơ ($I_{nm} > I_{kd}$).

- Dòng điện bảo vệ quá tải của aptômát I_{qt} (A): dòng điện này có thể điều chỉnh được nhờ các vít điều chỉnh đặt bên trong aptômát. Thông thường nhà chế tạo đã chỉnh định sẵn và gắn keo, trong một số trường hợp ta có thể chỉnh lại theo giá trị sau.

$$I_{qt} = (1,1 \div 1,2) \cdot I_{tt}$$

- Điện áp làm việc của aptômát: (điện áp định mức của aptômát). Điện áp này được chọn phụ thuộc vào điện áp của lưới điện mà aptômát sử dụng.

- Số cực của aptômát: loại 1 cực, hai cực hay ba cực.

3.5. Một số thông số kỹ thuật của aptômát

1. *Aptômát Liên Xô* sản xuất có kiểu A3100; kiểu AB sản xuất hàng loạt có dòng điện định mức nói chung lớn (từ 400A đến 1800A xoay chiều và 2000A một chiều); kiểu АП-25 và АП-50 có dòng điện định mức nhỏ; kiểu AB6.2 và BAB có dòng điện một chiều cỡ trung bình và lớn.

Bảng 2.5 Số liệu kỹ thuật của aptômát kiểu A3100 của Liên Xô

Kiểu aptômát	Ký hiệu theo kết cấu	Dòng điện định mức của aptômát, A	Số cực	Dạng móc bảo vệ dòng điện cực đại	Dòng điện định mức của móc bảo vệ, A	Dòng điện tác động tức thời, A
A3160	A3161 A3162 A3163	60	1 2 3	Phản từ nhiệt	15, 20, 25, 30, 40, 50, 60	
A3110	A3113/1 A3114/1	100	2 3	Tổng hợp	15 20 25 30 40 50 60 80 100	150 200 250 300 400 500 600 800 1000
A3110	A3113/5 A3114/5		2 3	Điện từ	15 20 25 40 60 100	150 200 250 300, 400 500, 600 800, 1000
A3120	A3123 A3124	100	2 3	Tổng hợp	15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80,	430 600 800

					100	
				Điện từ	30 100	430 600, 800
A3130	A3133 A3134	200 (250)	2 3	Tổng hợp	120 150 200	840 1050 1400
				Điện từ	200 (250)	840 1050 1400 (1750)
A3140	A3143 A3144	600	2 3	Tổng hợp	(250) 300 400 500 600	(1750) 2100 2800 3500 4200
				Điện từ	600	1750, 2100, 2800, 3500, 4200

Bảng 2.6: Số liệu kỹ thuật của aptômát kiểu АП-25 của Liên Xô

Kiểu aptômát	Số cực	Loại dòng điện	Điện áp, V	Dòng điện đặt định mức, A	Móc bảo vệ kiểu nhiệt có thời gian			Móc bảo vệ kiểu điện từ		
					Giới hạn dòng điện đặt điều chỉnh, A	Thời gian tác động khi quá tải			Dòng điện cắt tức thời	
						1,1 dòng điện đặt	1,35 dòng điện đặt	6 lần dòng điện đặt	Điện xoay chiề u, A	Điện một chiề u, A
АП-25 3MT АП-25 3M АП-25 3	3	Xoay chiều	380	1,6 2,5 4 6,4	1÷1,6 1,6÷2, 5 2÷54 4÷6,4	Không tác động sau 1 giờ	Không lớn hơn 30 phút	Từ 1 đến 10 giây	11 17,5 28 45	14 22 36 57

АП-25 2MT	2	Một chiều	220	10	6,4÷10				70	90
АП-25 2M				16	10÷16				110	140
АП-25 2				25	16÷25				175	220

4 Tính toán lựa chọn và mắc khí cụ đóng cắt trên hệ thống điện

4.1 Quá trình quá độ khi đóng cắt mạch điện

Các khí cụ đóng cắt nói riêng cũng như các khí cụ điện nói chung, trong quá trình hoạt động thường xuyên phải thay đổi từ trạng thái làm việc này sang trạng thái làm việc khác. Khi chuyển đổi trạng thái làm việc, các khí cụ cần phải có một thời gian mới có thể chuyển sang làm việc ổn định ở trạng thái mới. Thời gian này được gọi là thời gian quá độ hay quá trình quá độ. Đối với thiết bị đóng cắt chỉ có thể ở một trong hai trạng thái là “đóng” hoặc “cắt” vì vậy quá trình quá độ xảy ra thường xuyên. Quá trình quá độ khi đóng cắt mạch điện nói chung rất phức tạp, nó có thể làm cho điện áp hoặc dòng điện trên khóa tăng cao hơn mức bình thường và rất dễ làm cho khóa bị hư hỏng. Ở đây chúng ta chỉ nghiên cứu quá trình quá độ khi đóng cắt trong mạch một chiều với ba phần tử cơ bản là điện trở, cuộn cảm và tụ điện

Đóng cắt mạch điện một chiều tải điện trở

Nếu giá trị điện trở không phụ thuộc vào nhiệt độ và dòng điện qua nó, tức là giá trị điện trở luôn ổn định thì khi bắt đầu đóng khóa K cũng như khi khóa K đang ở trạng thái đóng ta luôn có:

$$U_K = 0V$$

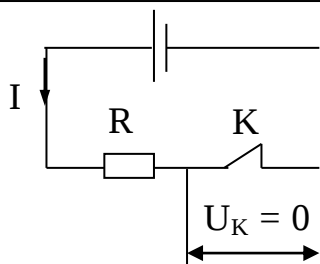
$$I_K = I_R = \frac{E}{R} (A)$$

Khi chuyển khóa K sang trạng thái ngắt, mạch điện bị hở mạch, dòng điện qua khóa K bằng không và điện áp trên khóa bằng sức điện động của nguồn.

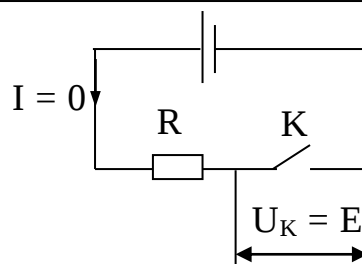
$$U_K = E$$

$$I_K = I_R = 0$$

Tuy nhiên, với một số tải thuần trở như sợi đốt bóng đèn chẳng hạn, do sợi đốt được chế tạo từ vonfram nên điện trở của nó phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ. Khi mới bật công tắc, nhiệt độ trên sợi đốt còn thấp, điện trở của sợi đốt nhỏ. Vì vậy dòng điện khi mới bật công tắc lớn hơn nhiều so với dòng điện khi đèn đã làm việc ổn định. Nếu ta bật tắt nhiều lần công tắc trong thời gian ngắn sẽ làm cho đèn và công tắc mau hỏng.



Khóa K đóng



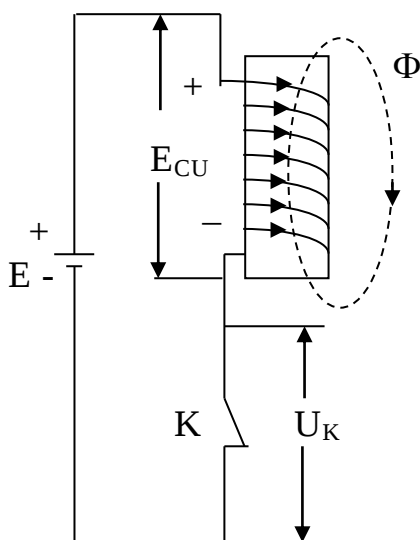
Khóa K hở

Đóng cắt mạch điện một chiều tải cuộn cảm.

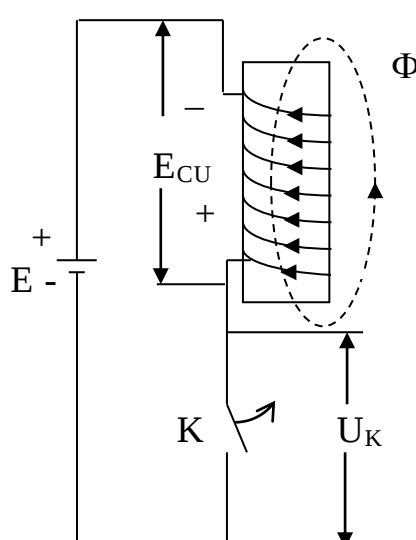
Xét thí nghiệm như hình vẽ 2.17:

Khi chưa đóng khóa K, dòng điện trong cuộn dây bằng không, từ thông trong cuộn dây bằng không.

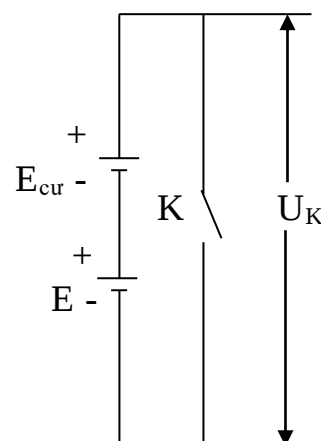
Đóng khóa K (hình a), dòng điện trong cuộn dây tăng, từ thông trong cuộn dây tăng (từ thông đã biến thiên), theo luật cảm ứng điện từ trong cuộn dây sẽ xuất hiện một sức điện động cảm ứng có chiều sao cho dòng điện mà nó sinh ra chống lại sự tăng của từ thông sinh ra nó. Sức điện động cảm ứng này có chiều ngược chiều với chiều sức điện động của nguồn. Kết quả là dòng điện chạy trong cuộn dây tăng dần sau đó mới đạt giá trị cực đại $I_{\max} = \frac{E}{R_L}$ (R_L là điện trở thuần của cuộn dây).



H 2.17a



H 2.17b



H 2.17c

Lại ngắt khóa K (hình b), dòng điện giảm đột ngột, từ thông trong cuộn dây cũng giảm đột ngột. Trong cuộn dây sẽ sinh ra sức điện động cảm ứng có chiều xác định như hình 2.17b (sức điện động này có xu

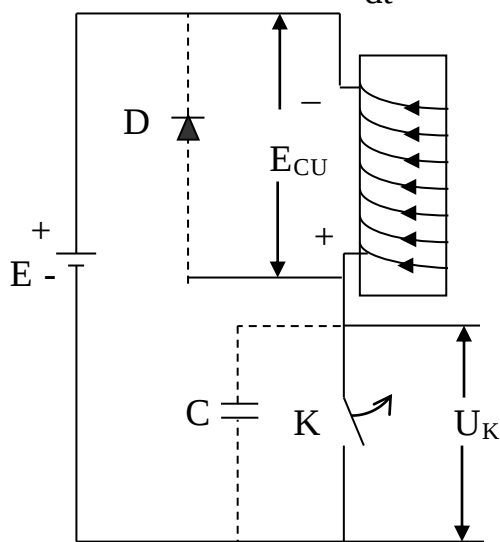
hướng chống lại sự giảm của dòng điện có trong cuộn dây). Coi sức điện động cảm ứng như một bộ nguồn một chiều và xây dựng mạch điện tương đương như hình c, ta có điện áp trên khóa K khi đó là:

$$U_K = E + E_{cu}$$

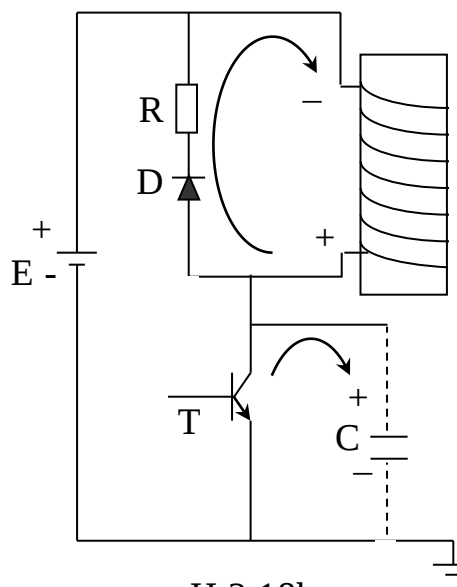
Trong đó: E là sức điện động cảm ứng của nguồn

E_{cu} là sức điện động cảm ứng, nếu số vòng dây của cuộn cảm

là W thì : $E_{cu} = -W \frac{d\Phi}{dt}$



H 2.18a



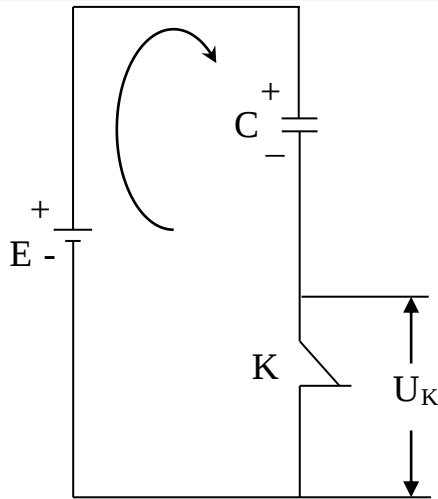
H 2.18b

Ta nhận thấy khi khóa K chuyển sang trạng thái hở mạch, thì khóa K sẽ chịu một điện áp lớn hơn điện áp nguồn. Nếu khóa K là chuyển mạch cơ khí thì khi đó có thể sẽ xuất hiện các tia hồ quang. Tia hồ quang này làm phá hủy bề mặt tiếp xúc của các tiếp điểm thậm chí gây nguy hiểm cho người thợ đóng cắt điện. Còn nếu khóa K là khóa điện tử thì điện áp cao đặt vào khóa có thể làm cho khóa bị đánh thủng lớp tiếp giáp. Để khắc phục hiện tượng này người ta dùng đi ốt hoặc tụ điện dập xung điện áp cảm ứng như hình 2.18a.

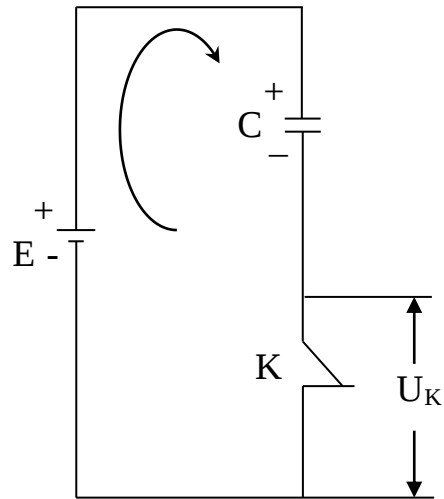
Nguyên lý dập xung như sau:

Khi khóa K đóng thì đi ốt sẽ khóa và tụ điện sẽ phóng điện qua khóa để chuẩn bị cho lần nạp sau. Khi khóa chuyển sang trạng thái hở mạch thì điện áp cảm ứng sẽ phóng qua đi ốt hoặc nạp cho tụ điện để bảo vệ cho khóa khỏi bị đánh thủng. Đối với các khóa điện tử làm việc ở tần số cao, sức điện động cảm ứng lớn có thể làm phá hỏng đi ốt dập xung, vì vậy người ta có thể mắc thêm điện trở hạn chế dòng điện như hình 2.18b

Đóng cắt mạch điện một chiều tải tụ điện



Hình 2.19a: Khóa K đóng



Hình 2.19b: Khóa K hở

Đóng khóa K (hình 2.19a), tụ điện được nạp với dòng cực đại sau đó giảm dần về không. Khi tụ đã nạp đủ điện áp trên tụ bằng điện áp nguồn, tương ứng dòng nạp bằng không.

Chuyển khóa K sang trạng thái ngắt (hình 2.19b), mạch điện bị hở mạch, dòng điện qua khóa K bằng không và điện áp trên tụ vẫn giữ nguyên giá trị và cùng cực tính với điện áp nguồn nên điện áp trên khóa bằng không.

$$\begin{aligned}U_C &= E \text{ (V)} \\U_K &= E - U_C = 0 \\I_K &= 0\end{aligned}$$

Qua việc nghiên cứu trên chúng ta đi đến một số kết luận mang tính chất định tính như sau:

- Đóng cắt phụ tải điện trở sẽ an toàn hơn so với trường hợp đóng cắt phụ tải cuộn cảm hoặc tụ điện
- Quá trình quá độ của các phần tử tụ điện, cuộn cảm phức tạp hơn nhiều so với điện trở.
- Đối với tụ điện, khi đóng điện (do tụ được nạp) khóa sẽ chịu tải lớn hơn so với khi cắt điện tức là khóa sẽ dễ bị phá hỏng ở thời điểm đóng điện. Để hạn chế dòng nạp cho tụ người ta có thể mắc nối tiếp với tụ một điện trở hoặc cuộn cảm.
- Ở chế độ ổn định, tụ điện không dẫn điện một chiều, nhưng trong quá trình quá độ (tụ phóng nạp) thì tụ điện cũng được coi là dẫn điện một chiều.
- Đối với cuộn cảm, khi ngắt điện (do xuất hiện điện áp cảm ứng) nên điện áp trên khóa sẽ lớn hơn nhiều so với khi đóng điện, tức là khóa sẽ dễ bị phá hỏng ở thời điểm ngắt điện.

Những kết luận trên đây sẽ giúp chúng ta lựa chọn khóa và có các biện pháp bảo vệ khóa phù hợp với từng loại phụ tải.

4.2 Tính chọn thiết bị đóng cắt mạch điện

4.2.1. Tính chọn cầu dao

Chọn cầu dao theo dòng điện định mức và điện áp định mức:

Gọi I_{tt} là dòng điện tính toán của mạch điện

$U_{nguồn}$ là điện áp nguồn của lưới điện sử dụng

Dòng điện định mức (A): $I_{dm} = (1,2 \div 1,5) I_{tt}$

Điện áp làm việc (V): $U_{dm} > U_{lưới\ điện}$

Ví dụ: Chọn cầu dao dùng để đóng cắt cho động cơ ba pha có công suất tương ứng là 10KW, điện áp 400V, hệ số công suất là 0.85 và hiệu suất là 0.88

Giải

Cường độ dòng điện tiêu thụ bởi động cơ là:

$$I_{tt} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85 \cdot 0,88} = 19,3A$$

Dòng điện định mức là:

$I_{dm} = (1,2 \div 1,5) 19,3$. Chọn cầu dao có dòng điện là 25A, điện áp là 400V.

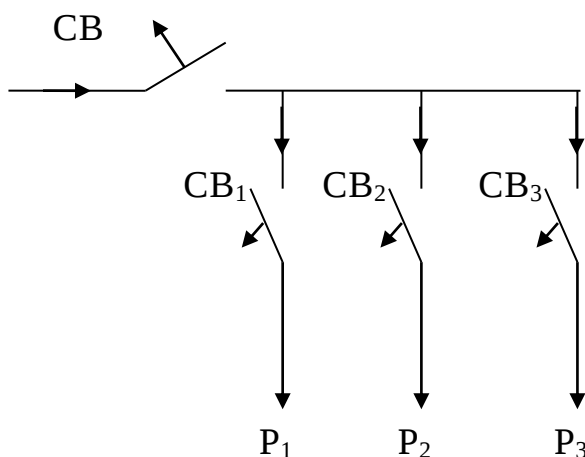
4.2.2. Tính chọn áp tô mát

A. Sơ đồ tính toán

CB: áp tô mát mạch chính

CB₁, CB₂, CB₃: Áp tô mát mạch nhánh

P₁, P₂, P₃ công suất của các phụ tải tương ứng trên mạch nhánh



B. Tính chọn áp tô mát tự ngắt bằng cuộn dây điện từ (tác động tức thời)

Áp tô mát tự ngắt bằng cuộn dây điện từ có tính chất là thời gian tác động rất nhanh. Đối với các động cơ điện, dòng điện khởi động lớn hơn nhiều dòng điện định mức, nên nếu chọn áp tô mát điện từ để bảo vệ quá tải thì sẽ không thích hợp vì áp tô mát có thể tự ngắt ngay tại thời điểm động cơ đang khởi động. Người ta có thể dùng áp tô mát điện từ để bảo vệ quá tải cho phụ tải có dòng làm việc ổn định nhưng thông thường người ta thường chọn áp tô mát điện từ để bảo vệ ngắn mạch là chính. Khi đó áp tô mát điện từ còn gọi là cầu dao tự động. Để tận dụng ưu điểm của áp tô mát này, khi tính chọn ta cần phải xét đến chế độ quá tải của thiết bị.

1. Tính dòng điện tính toán

a. Đối với phụ tải thuần trở (bóng đèn sợi đốt, bếp điện, bàn là...)

Với những phụ tải này thời gian quá độ rất nhanh chưa đủ để áp tô mát tác động nên ta có thể bỏ qua.

- Nếu áp tô mát điện từ chỉ đóng cắt và bảo vệ cho một phụ tải duy nhất (áp tô mát nhánh) $I_{tt} = I_{dm}$

- Nếu áp tô mát điện từ đóng cắt và bảo vệ cho nhiều phụ tải hoạt động thì:

$$I_{tt} = \sum_{i=1}^n I_{dmi} (A)$$

Ở đây phải tính đến trường hợp xấu nhất mà áp tô mát điện từ phải gánh chịu đó là khi tất cả các phụ tải hoạt động đồng thời ($k_{sd} = 1$)

b. Đối với động cơ điện

- Nếu áp tô mát điện từ chỉ đóng cắt và bảo vệ cho một động cơ (áp tô mát nhánh) thì $I_{tt} = I_{kd}$

- Nếu áp tô mát điện từ đóng cắt và bảo vệ cho nhiều động cơ khởi động không đồng thời thì dòng điện qua áp tô mát sẽ lớn nhất tại thời điểm động cơ có dòng khởi động lớn nhất nhưng lại khởi động sau cùng. Khi đó dòng khởi động được tính như sau:

$$I_{tt} = \sum_{i=1}^n I_{dmi} + I_{kd} \max$$

Trong đó $\sum_{i=1}^{n-1} I_{dmi}$: Là tổng dòng điện định mức của tất cả các động cơ trừ

động cơ có dòng khởi động lớn nhất

$I_{kd} \max$: Là dòng điện khởi động lớn nhất của 1 động cơ trong tổng n động cơ

- Nếu áp tô mát điện từ đóng cắt và bảo vệ cho nhiều động cơ khởi động đồng thời (trường hợp này xảy ra khi trong mạch không có áp tô mát nhánh hoặc áp tô mát nhánh $CB_1, CB_2, \dots, CB_n$ đã đóng trước, còn áp tô mát chính đóng sau cùng)

Vậy dòng tính toán được xác định như sau: $I_{tt} = \sum_{i=1}^n I_{kd}$

Ở đây $\sum_{i=1}^n I_{kd}$ là tổng dòng điện khởi động của tất cả các động cơ (trên thực tế trường hợp này ít xảy ra)

2. Tính chọn áp tô mát điện từ (cầu dao tự động)

Nếu áp tô mát điện từ không có cơ cấu chỉnh dòng ngắt ở bên ngoài (nhà chế tạo đã chỉnh định sẵn) thì dòng định mức được hiểu là tương đương với dòng tác động. nên ta chọn dòng định mức của áp tô mát như sau:

$$I_{dmATM} = (1,2 - 1,5) \cdot I_{tt}$$

Nếu áp tô mát điện từ có cơ cấu chỉnh dòng ngắt ở bên ngoài chúng ta có thể chọn áp tô mát dòng định mức $I_{dmATM} > I_{tt}$ sau đó điều chỉnh tác động $I_{dc} = (1,1 - 1,2) \cdot I_{tt}$

Chú ý: Cách tính toán và lựa chọn áp tô mát điện từ cũng có thể áp dụng cho rơ le dòng điện kiểu điện từ.

3. Tính chọn áp tô mát tự ngắt bằng cơ cấu nhiệt điện (tác động chậm).

3.1. Tính dòng điện tính toán

Áp tô mát loại này hoạt động dựa trên nguyên lý của rơ le nhiệt, nên thời gian tác động chậm. Nó không chịu tác động (không tự ngắt) bởi những xung dòng điện có trị số lớn nhưng xuất hiện trong thời gian ngắn. Vì vậy nó rất thích hợp để bảo vệ quá tải cho các phụ tải nói chung, đặc biệt là cho các động cơ điện. Khi tính chọn áp tô mát này ta không cần xét đến chế độ quá độ (chế độ khởi động) của các phụ tải. Tuy nhiên, đối với các động cơ có dòng khởi động lớn, khởi động trong thời gian dài thì ta không thể bỏ qua. Cách tính dòng tính toán như sau:

$$I_{tt} = k_{sd} \cdot \sum_{i=1}^n I_{dmi}$$

k_{sd} là hệ số sử dụng phụ thuộc vào mức độ hoạt động đồng thời của các thiết bị. Khi có một thiết bị hoặc khi các thiết bị hoạt động đồng thời thì $k_{sd} = 1$.

3.2 Tính chọn áp tô mát nhiệt điện

Nếu áp tô mát nhiệt điện không có cơ cấu chỉnh dòng ngắt ở bên ngoài. Ta nên chọn dòng định mức của áp tô mát như sau:

$$I_{dmATM} = (1,2 - 1,5) \cdot I_{tt}$$

Nếu áp tô mát nhiệt điện có cơ cấu chỉnh dòng ngắt ở bên ngoài chúng ta có thể chọn như sau:

- Dòng định mức $I_{dmATM} > I_{tt}$
- Dòng điện điều chỉnh $I_{dc} = (1,1 - 1,2) \cdot I_{tt}$

- Lựa chọn áp tô mát có cả hai cơ cấu tự ngắt điện từ và điện nhiệt
Hiện nay xuất hiện nhiều áp tô mát có trang bị cả hai cơ cấu tự ngắt nhằm mục đích vừa bảo vệ ngắn mạch vừa bảo vệ quá tải. Giá trị dòng tác động (bảo vệ ngắn mạch) của áp tô mát này lớn hơn nhiều so với giá trị dòng điện định mức của áp tô mát. Nói chung nó có tính chất của cả hai áp tô mát nói trên.

Điều kiện lựa chọn:

- Dòng định mức: $I_{dmATM} > I_{ttqt}$

- Dòng điện điều chỉnh bảo vệ quá tải: $I_{dcqt} = (1,1 - 1,2) \cdot I_{ttqt}$

I_{ttqt} : Dòng điện tính toán đối với trường hợp áp tô mát nhiệt điện

- Dòng điện điều chỉnh bảo vệ ngắn mạch:

$$I_{dcnm} = (1,1 - 1,2) \cdot I_{ttnm}$$

I_{ttnm} : Dòng điện tính toán đối với trường hợp bảo vệ ngắn mạch.

Ví dụ 4: Tính chọn áp tô mát khởi động trực tiếp cho động cơ công suất 18,5W, $\cos\varphi = 0,93$; $\eta = 89\%$, tốc độ 2940 vòng/phút. Biết rằng động cơ này chỉ hoạt động ở lưới điện ba pha 380V.

Giải

Tính dòng điện định mức của động cơ:

$$I_{dm} = \frac{P_2}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{18500}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,93 \cdot 0,89} \approx 34(A)$$

Ta chọn áp tô mát kiểu nhiệt điện và áp tô mát này chỉ đóng cắt duy nhất cho động cơ trên nên $I_{tt} = I_{dm}$. Vậy ta chọn áp tô mát có dòng điện định mức là 40A.

5 Kiểm tra, thay thế, sửa chữa khí cụ điện đóng cắt

5.1 Áptômát và khí cụ điện khác đặt trong tủ điện hạ áp

1. Đối với áptômát hoạt động trong các trang thiết bị điện được vận hành liên tục, hàng tháng nên tiến hành bảo dưỡng với nội dung sau:

- Kiểm tra, làm sạch tiếp điểm chính
- Kiểm tra, làm sạch các chi tiết cách điện bằng giẻ tẩm xăng và bằng giẻ khô. Không nên dùng các vật cứng để làm sạch
- Kiểm tra, làm sạch tiếp điểm phụ và tiếp điểm điều khiển (nếu có)
- Kiểm tra, làm sạch mạch điều khiển, mạch tín hiệu và mạch tự động.
- Kiểm tra, làm sạch, siết các bulông của đường dây dẫn điện đến các sứ bằng cờ lê thích hợp, tránh dùng kìm vặn.

f. Thử đóng aptomat bằng hệ thống mạch tự động hay bằng nút bấm điều khiển ở khoảng cách xa.

g. Kiểm tra và làm sạch cơ cấu đóng lặp lại tự động (nếu có), đồng thời kiểm tra khoảng thời gian giữa lúc mở và đóng lặp lại.

h. Kiểm tra hành trình tiếp điểm động.

i. Kiểm tra bộ phận truyền động và kiểm tra áp lực lò xo.

Ngoài ra cần phải làm thêm các yêu cầu riêng của từng loại

2. Bảo dưỡng và sửa chữa định kỳ hàng năm.

Thực hiện nội dung bảo dưỡng định kỳ hàng tháng đồng thời tiến hành thêm các nội dung sau:

a. Thay thế những thiết bị hư hỏng

b. Tháo và làm sạch bộ dập tắt hồ quang

c. Đo và kiểm tra điện trở các cuộn dây duy trì, cuộn dây đóng và cuộn dây mở (nếu có)

d. Thực hiện kiểm tra cách điện cầu dao

e. Lắp các bộ phận đã tháo ra để kiểm tra theo thứ tự ngược lại

f. Kiểm tra hành trình của tiếp điểm động

g. Xem xét và kiểm tra áp lực lò xo theo catalo (bằng lực kế)

h. Điều chỉnh điện và cơ khí

Ngoài các yêu cầu trên còn cần phải làm thêm các yêu cầu riêng của từng loại cầu dao

3. Tủ đặt các khí cụ điện và tủ điều khiển gồm các khí cụ điện thì định kỳ ba tháng nên tiến hành với nội dung sau:

a. Lau sạch các bộ phận thiết bị khí cụ điện ở trong và ngoài tủ

b. Tất cả những chi tiết cách điện phải được lau bằng giẻ ẩm xăng sau đó bằng giẻ khô, không được dùng các vật cứng để lau

c. Siết bulông lỏng bằng cờ lê (khóa) đồng thời quan sát các bulông xem nó có bị phát nóng quá trong thời gian làm việc khiến cho màu sắc bị biến đổi

d. Làm sạch và kiểm tra tất cả cầu dao, cầu chì, khí cụ điều khiển, khí cụ đo lường, khí cụ bảo vệ, dây dẫn nối điện

e. Kiểm tra vành đai tiếp đất, dây dẫn nhánh đến vành đai này, làm sạch và siết lại bulông tiếp đất

f. Những phần tiếp xúc của cầu dao thao tác bằng tay phải làm sạch, phải kiểm tra các cơ cấu thao tác, hình dạng lưỡi, lò xo v.v...

g. Kiểm tra trạng thái mở cửa tủ vì có một số khí cụ điện nằm trong những tủ có hệ thống liên động an toàn (khi đóng tủ cũng tức là đưa mạch điện vào tủ, còn khi mở tủ tức là tự động cắt mạch điện)

Chú ý rằng để thực hiện công tác trên an toàn chúng ta phải cắt các mạch điện đưa đến tủ trước khi tiến hành công tác

5.2 Một vài hiện tượng hư hỏng thông thường và cách sửa chữa

Nói chung điều kiện để đảm bảo cho khí cụ điện làm việc bình thường là:

- Phải lựa chọn đúng khí cụ điện theo dòng điện và điện áp
- Chất lượng kết cấu và đặc tính kỹ thuật của khí cụ điện phải tốt
- Phải lắp ráp và điều chỉnh khí cụ điện đúng theo quy phạm kỹ thuật lắp đặt điện.

- Phải định kỳ bảo dưỡng, làm sạch và thay thế chi tiết mau mòn trong quá trình sử dụng vận hành

Tuy nhiên, do điều kiện làm việc nặng nề, đặc biệt là ở các nhà máy chế tạo cơ khí, các khí cụ điện như công tắc tơ, khởi động từ... thường hay bị hư hỏng do các nguyên nhân như sau:

1. Việc điều khiển tự động truyền động điện trong hầu hết các máy công cụ được thực hiện theo hàm thời gian hay hàm hành trình, làm cho các khí cụ điện phải đóng ngắt trong các điều kiện nặng nề và thường xuyên xuất hiện các quá trình quá độ trong chúng.

2. Tần số đóng ngắt các khí cụ điện lớn làm chấn động và mau hỏng các cơ cấu cơ điện và lắp ghép.

3. Môi trường xung quanh thường có bụi gang, bụi than, dầu mỡ, nước êmunxi, hơi nước, hơi axit, muối kiềm... ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng làm việc và tuổi thọ của khí cụ điện.

Để giảm ảnh hưởng này, ngày nay thông dụng hai phương pháp đặt khí cụ điện là:

- Đặt khí cụ điện trong tủ ngay trong thành máy
- Đặt khí cụ điện trong tủ (trạm) ở bên ngoài máy

Kinh nghiệm thực tế sử dụng vận hành và qua thống kê phân tích các sự cố hư hỏng của các khí cụ điện hạ thế cho thấy dạng sự cố chủ yếu là cháy hỏng các tiếp điểm chính tĩnh, động và hư hỏng cuộn dây, trong đó hay hỏng nhất là ở các công tắc tơ, khởi động từ, rơ le trung gian.

Để rút kinh nghiệm trong sử dụng vận hành và có biện pháp công nghệ sửa chữa đúng đắn, ta cần tìm hiểu nguyên nhân có thể đã gây ra các hư hỏng này:

5.2.1 Về hiện tượng hư hỏng tiếp điểm.

✓ Nguyên nhân có thể:

- Lựa chọn không đúng công suất khí cụ điện: chẳng hạn dòng điện định mức và tần số thao tác cho phép của khí cụ điện không đúng với thực tế...

- Lực ép trên các tiếp điểm không đủ

- Giá đỡ tiếp điểm không bằng phẳng, cong, vênh (nhất là đối với loại tiếp điểm bắc cầu)... hoặc lắp ghép lệch.

- Bề mặt viên tiếp điểm bị oxy hóa do xâm thực của môi trường làm việc (có hóa chất, ẩm ướt...)

- Do hậu quả của việc xuất hiện dòng điện ngắn mạch một pha với đất hoặc dòng ngắn mạch hai pha ở phía sau công tắc tơ, khởi động từ...

✓ Biện pháp sửa chữa

- Lựa chọn khí cụ điện cho đúng công suất, dòng điện, điện áp và chế độ làm việc tương ứng

- Kiểm tra và sửa chữa nắn thẳng độ bằng phẳng của giá đỡ tiếp điểm, điều chỉnh để khếp trùng khít hoàn toàn các tiếp điểm động và tĩnh của các bộ không chế, công tắc tơ, khởi động từ, rơ le...

- Kiểm tra lại lò xo của tiếp điểm điện xem có bị méo, biến dạng hay đặt lệch khỏi cốt giữ không. Phải điều chỉnh đúng lực ép tiếp điểm và có thể kiểm tra bằng lực kế

- Thay thế bằng tiếp điểm dự phòng khi thấy tiếp điểm bị mòn gần hết hoặc cháy hỏng nặng

- Đặc biệt trong điều kiện làm việc có đảo chiều hay hãm ngược, các tiếp điểm thường nhanh chóng bị hư mòn, có khi chỉ làm việc được hai, ba tháng đã phải thay thế. Kinh nghiệm cho thấy là tiếp điểm động mau mòn hơn tiếp điểm tĩnh.

5.2.2 Về hiện tượng hư hỏng cuộn dây

✓ Nguyên nhân có thể:

- Ngắn mạch cục bộ giữa các vòng dây do cách điện xấu

- Ngắn mạch giữa các dây dẫn do chất lượng cách điện xấu hoặc ngắn mạch giữa dây dẫn ra và các vòng dây quấn do cuộn dây do đặt giao nhau không có lót cách điện

- Đứt dây quấn

- Điện áp tăng cao quá điện áp định mức của cuộn dây

- Cách điện của cuộn dây bị phá hỏng do bị va đập cơ khí

- Cách điện của cuộn dây bị phá hủy do cuộn dây bị quá nóng hoặc vì tính toán thông số quấn lại cuộn dây không đúng, hoặc điện áp cuộn dây bị nâng cao quá, hoặc lõi thép hút không hoàn toàn, hoặc điều chỉnh không đúng hành trình lõi thép

- Do nước êmunxi, do muối, dầu, khí hóa chất... của môi trường xâm thực làm chọc thủng cách điện vòng dây

✓ Biện pháp sửa chữa

- Kiểm tra và loại trừ các nguyên nhân bên ngoài gây hư hỏng cuộn dây và quấn lại cuộn dây theo mẫu hoặc tính toán lại cuộn dây đúng điện áp và công suất tiêu thụ yêu cầu.

- Khi quấn lại cuộn dây, cần đảm bảo công nghệ sửa chữa đúng kỹ thuật vì đó là một yếu tố quan trọng để đảm bảo độ bền và tuổi thọ của cuộn dây

✓ Sơ lược về công nghệ sửa chữa quấn lại cuộn dây:

1. Về chế tạo khung lõi cuộn dây:

Trừ những cuộn dây không cần khung lõi hoặc khung lõi đặc biệt, còn nói chung có thể chế tạo đơn chiếc được khung lõi cuộn dây bằng bìa các tông cách điện dày từ 1 đến 2mm, cắt thành từng miếng

2. Về công nghệ quấn dây và lót cách điện:

Nói chung khi quấn dây phải quấn sóng và thành từng lớp. Giữa hai đến ba lớp nên đặt một lớp giấy cách điện mỏng để đề phòng chạm chập vòng dây giữa các lớp khi bị hư hỏng cách điện dây dẫn. Giấy cách điện lót giữa hai lớp cần phải cắt có chiều rộng lớn hơn kích thước bề rộng khung lõi chừng 10mm, hai mép phải cắt khía các đường sâu khoảng $5 \div 6$ mm (Hình 2.20). Nó còn có tác dụng giữ cho dây khỏi bị đổ khi quấn các vòng dây phía ngoài cùng của mỗi lớp



Hình 2.20: Giấy lót cách điện giữa hai lớp

Các đầu dây ra nên hàn thẳng vào các bản đầu cốt bằng đồng mà không nên hàn bằng nhiều sợi dây dẫn ra vì dễ gây tác hại là khí ẩm lọt theo đường này vào cuộn dây, gây ra hư hỏng cách điện dây quấn

3. Về tẩm sấy cách điện cuộn dây:

Cuộn dây thường được tẩm sơn cách điện trong thùng tẩm hoặc nhúng tẩm trong chậu sơn cách điện có độ nhớt thích hợp. Trước khi tẩm

phải sấy khô chuẩn bị. Sau khi tắm, cuộn dây được cho vào lò sấy để sấy khô, nhiệt độ lò sấy thường trong khoảng $1100^{\circ}\text{C} \div 1200^{\circ}\text{C}$

5.2.3 Về hiện tượng hư hỏng cầu chì ống và cầu dao đóng ngắt bằng tay

Nguyên nhân hư hỏng thường là do đặt dây chảy sai quy cách (lớn quá), khi bị cháy đứt, không khí bên trong ống tăng nhanh chóng gây áp lực đẩy hồ quang ra thành ống làm cháy ống phíp, hoặc làm hỏng cách điện đế nhựa hoặc đế bằng đá của cầu dao. Ngoài ra cũng còn do chất lượng chế tạo cầu dao hoặc cầu chì của nhà chế tạo. Việc sử dụng đúng kỹ thuật cũng rất cần thiết, chẳng hạn phải vặn chặt nắp cầu chì ống, đóng mở dứt khoát cầu dao...

5.3. Sửa chữa các khí cụ điện đóng cắt

1. Cầu dao

a. Hiện tượng, nguyên nhân hư hỏng thường gặp đối với cầu dao

Bảng 2.9 Các hư hỏng thường gặp đối với cầu dao

TT	Hiện tượng	Nguyên nhân gây ra hư hỏng
1	Chỉ có hai pha không thông mạch, còn một pha không thông mạch	Do tiếp xúc hoặc tiếp điểm động của một pha bị cháy
2	Khi cắt cầu dao, một pha vẫn thông mạch	Do cách điện của đế bị đánh thủng hoặc hỏng lò xo bật nhanh
3	Không kẹp chặt dây điện vào đầu cực của cầu dao được	- Do vít kẹp bị nhờn - Vặn không chặt

b, Các bước sửa chữa cầu dao

Bước 1: Tháo cầu dao ra khỏi bảng điện:

- Tháo dây đầu vào cầu dao
- Tháo vít giữ đế cầu dao
- Đưa cầu dao ra ngoài

Bước 2: Làm sạch bên ngoài cầu dao:

- Dùng dụng cụ làm sạch, giẻ lau ... để làm sạch bên ngoài.
- Yêu cầu làm sạch hết bụi bẩn, dầu mỡ bám vào cầu dao, đảm bảo nơi làm việc khô ráo, sạch sẽ.

Bước 3: Tháo tác chi tiết ngoài

Trình tự tháo:

- Tháo vỏ bảo vệ

- Tháo dây chảy
- Tháo đầu nối điện ra
- Tháo tiếp điểm tĩnh
- Tháo hệ thống lưỡi dao động
- Tháo tay nắm cầu dao
- Sắp xếp thứ tự theo trình tự tháo

Chú ý: Các chi tiết tháo ra được sắp xếp tuần tự, lần lượt theo thứ tự các bước.

Bước 4: Làm sạch các chi tiết sau khi tháo:

- Làm sạch vỏ
- Làm sạch các tiếp điểm

Chú ý: Cần thận koong làm biến dạng các tiếp điểm tĩnh hoặc làm gãy chốt

Bước 5: Kiểm tra tình trạng kỹ thuật của cầu dao

✓ Kiểm tra đế cầu dao

Quan sát đế có vết cháy rỗ không. Trường hợp đế làm bằng sứ thì kiểm tra xem có vết nứt hay không.

Dùng đồng hồ Mêgômme, đưa hai que đo vào hai vị trí cần kiểm tra (Chú ý: thực hiện đúng quy trình kiểm tra cách điện). nếu đồng hồ Mêgômme chỉ giá trị $< 1M\Omega$ thì vỏ không đảm bảo yêu cầu cách điện.

✓ Kiểm tra tiếp điểm

- Dùng mắt quan sát và kiểm tra tiếp điểm động:

+ Kiểm tra lưỡi dao chính và lưỡi dao phụ xem có bị cháy rỗ hay không.

+ Kiểm tra tiếp xúc giữa lưỡi dao chính và cọc đầu dây ra

- Kiểm tra tiếp điểm tĩnh:

+ Kiểm tra khe hở giữa hai lá tiếp điểm đối diện (yêu cầu khoảng cách khe hở phải nhỏ hơn chiều dày của tiếp điểm động)

+ Kiểm tra cọc đầu dây

+ Kiểm tra tiếp xúc giữa cọc đầu dây và tiếp điểm tĩnh.

✓ Ra quyết định

Dựa vào nguyên nhân hư hỏng ở trên ta đưa ra biện pháp khắc phục như ở bảng dưới đây:

Bảng 2.10 Các hư hỏng thường gặp và biện pháp khắc phục của cầu dao

TT	Các hư hỏng	Biện pháp khắc phục
1	Vít bắt bị nhờn không vặn chặt được	Khoan, ta rô lại hoặc thay vít mới
2	Phóng hồ quang ở vị trí	Bắt chặt lại vít tại chỗ tiếp xúc

	tiếp xúc trong cầu dao	
3	Tiếp điểm chính bị cháy cắt	Thay tiếp điểm khác
4	Tiếp điểm tĩnh và tiếp điểm động không tiếp xúc với nhau	Chỉnh lại khe hở của tiếp điểm tĩnh
5	Tay nắm cầu dao và tiếp điểm động bị lỏng	Siết chặt vít giữa tay nắm cầu dao và lưỡi tiếp điểm động

Bước 6: Lắp cầu dao

Trình tự lắp cầu dao ngược lại với trình tự tháo

Áp tômát

a. Hiện tượng, nguyên nhân hư hỏng thường gặp đối với áp tômát

TT	Hiện tượng	Nguyên nhân gây ra hư hỏng
1	Một pha của áp tômát không thông mạch	Do tiếp xúc giữa tiếp điểm tĩnh và tiếp điểm động của một pha gây ra
2	Thông mạch ở hai pha cạnh nhau	Do cách điện của vỏ giữa pha bị đánh thủng
3	Áp tômát thường xuyên tác động ở chế độ dòng điện làm việc nhỏ hơn định mức	Do lò xo phản kháng bị kéo dãn nên lực cản của lò xo giảm

b. Dụng cụ thiết bị vật liệu:

- Dụng cụ tháo lắp, dụng cụ làm sạch
- Đồng hồ vạn năng, đồng hồ Mêgômmet
- Giấy nhám, giẻ lau

c. Các bước sửa chữa áp tômát

Bước 1: Tháo áp tômát ra khỏi bảng điện

- Tháo dây đấu vào áp tômát
- Tháo vít giữ đế áp tômát
- Đưa áp tômát ra ngoài

Bước 2: Làm sạch bên ngoài áp tômát:

- Dùng dụng cụ làm sạch, giẻ lau ... để làm sạch bên ngoài.
- Yêu cầu làm sạch hết bụi bẩn, dầu mỡ bám vào áp tômát, đảm bảo nơi làm việc khô ráo, sạch sẽ.

Bước 3: Tháo tác chi tiết ngoài

Trình tự tháo:

- Tháo buồng giập hồ quang
- Tháo cần tác động.
- Hệ thống lấy tác động
- Tháo hệ thống tiếp điểm động
- Sắp xếp theo trình tự các bước tháo

Chú ý: Không được tháo khỏi bảo vệ bằng rơ le dòng, vì phần này nhà sản xuất đã hiệu chỉnh và định sẵn

Bước 4: Làm sạch các chi tiết sau khi tháo:

- Làm sạch vỏ
- Làm sạch các tiếp điểm, rơ le dòng, cần tác động

Chú ý: Cần thận không làm biến dạng các chi tiết rất nhỏ, nên khi tháo cần để aptomat trên một tấm bìa khổ A₀

Bước 5: Kiểm tra tình trạng kỹ thuật của aptomat.

- ✓ Kiểm tra vỏ aptomat : kiểm tra độ cách điện của vỏ
- ✓ Kiểm tra hệ thống bảo vệ của aptomat :
 - Dùng đồng hồ vạn năng thang đo điện trở kiểm tra:
- + Kiểm tra điện trở của rơ le dòng
- + Kiểm tra lấy tác động
- Kiểm tra thông số tác động của rơ le dòng
- ✓ Kiểm tra hệ thống tiếp điểm
 - Dùng mắt quan sát sự rạn nứt, rỗ, biến dạng của tiếp điểm động và tĩnh
 - Kiểm tra gen của vít và đai ốc
 - Kiểm tra độ tiếp xúc giữa hai cặp tiếp điểm tĩnh
- ✓ Kiểm tra hệ thống dập hồ quang
- ✓ Kiểm tra hệ thống lò xo phản hồi và hệ thống điều chỉnh dòng

Bước 6: Ra quyết định

TT	Các hư hỏng	Biện pháp khắc phục
1	Khi buồng tay khỏi nùm tác động, aptomat trở lại trạng thái mở	Do lấy tác động bị hỏng
2	Một pha aptomat không thông mạch	Do tiếp xúc của pha trên đoạn từ đầu vào đến đầu ra của aptomat.

Bước 7: Lắp aptômát.

Trình tự lắp aptômát ngược lại với trình tự tháo

Công tắc tơ

a, Hư hỏng và các nguyên nhân gây hư hỏng

TT	Hiện tượng	Nguyên nhân gây ra hư hỏng
1	Một pha tiếp điểm mạch động lực không thông mạch khi công tắc tơ tác động	Do tiếp xúc hoặc bị cháy ở tiếp điểm động và tiếp điểm tĩnh, hoặc lò xo phản kháng của tiếp điểm động đó bị hỏng
2	Hai pha cạnh nhau thông mạch với nhau	Do cách điện của vỏ giữa pha bị dẫn điện
3	Khi cấp điện vào cuộn dây công tắc tơ, công tắc tơ không làm việc	- Do tiếp xúc hoặc cuộn dây bị đứt

b, Các bước sửa chữa công tắc tơ.

Bước 1: Tháo công tắc tơ ra khỏi bảng điện

- Tháo dây đấu vào công tắc tơ
- Tháo vít giữ đế công tắc tơ
- Đưa công tắc tơ ra ngoài

Bước 2: Làm sạch bên ngoài công tắc tơ:

- Dùng dụng cụ làm sạch như chổi lông, giẻ lau ... để làm sạch bên ngoài và bên trong.

- Yêu cầu làm sạch hết bụi bẩn, dầu mỡ bám vào công tắc tơ, đảm bảo nơi làm việc khô ráo, sạch sẽ.

Bước 3: Tháo tác chi tiết ngoài

Trình tự tháo:

- Tháo nắp
- Tháo vỏ và hệ thống tiếp điểm.
- Tháo lõi thép động và lõi thép tĩnh ra khỏi vỏ
- Tháo cuộn dây ra khỏi lõi thép

Chú ý:

-Sắp xếp các chi tiết thứ tự theo trình tự các bước tháo

Bước 4: Làm sạch các chi tiết sau khi tháo:

- Làm sạch vỏ

- Làm sạch các tiếp điểm, cuộn dây

Chú ý: Cần thận không làm biến dạng các tiếp điểm, hay làm đứt cuộn dây.

Bước 5: Kiểm tra tình trạng kỹ thuật của công tắc tơ

1. Kiểm tra vỏ công tắc tơ.

- Kiểm tra cách điện của vỏ

- Kiểm tra các tiếp điểm tĩnh có bắt chặt với vỏ hay không

2. Kiểm tra cuộn dây, dùng đồng hồ Ôm kế kiểm tra những nội dung

sau:

- Kiểm tra thông mạch

- Kiểm tra điện trở cuộn dây.

3. Kiểm tra hệ thống tiếp điểm:

- Kiểm tra sự rạn nứt, rỉ, biến dạng của tiếp điểm động và tĩnh

- Kiểm tra gen của vít và đai ốc.

- Kiểm tra độ tiếp xúc giữa hai cặp tiếp điểm tĩnh

4. Kiểm tra giá tác động.

5. Kiểm tra hệ thống lò xo phản hồi

Bước 6: Ra quyết định

TT	Các hư hỏng	Biện pháp khắc phục
1	Một pha tiếp điểm mạch động lực không thông mạch khi công tắc tơ tác động	- Chỉnh lại khoảng cách giữa tiếp điểm động và tiếp điểm tĩnh - Nếu hỏng lò xo phản kháng thì thay thế chiếc khác - Nếu tiếp điểm bị cháy cụt thì thay thế chiếc khác
2	Hai pha cạnh nhau thông mạch với nhau	Thay thế vỏ khác
3	Khi cấp điện vào cuộn dây công tắc tơ, công tắc tơ không làm việc	- Kiểm tra vị trí dây đứt hoặc tiếp xúc, sau đó nối lại

Chương 5. Khí cụ điện bảo vệ

1 Cầu chì

1.1 Khái quát và công dụng

Cầu chì là một loại khí cụ dùng để bảo vệ thiết bị điện và lưới điện tránh khỏi dòng điện ngắn mạch. Nó thường được dùng để bảo vệ đường

dây dẫn, máy biến áp, động cơ điện, thiết bị điện, mạch điện điều khiển, mạch điện thấp sáng, ...

Cầu chì có đặc điểm là đơn giản, kích thước bé, khả năng cắt lớn và giá thành hạ, nên ngày nay vẫn được ứng dụng rộng rãi.

Các phần tử cơ bản của cầu chì là dây chảy (để cắt mạch điện cần được bảo vệ) và thiết bị dập tắt hồ quang để dập tắt hồ quang phát sinh ra sau khi dây chảy bị đứt. Ở mạch điện hạ thế, đôi khi người ta không cần dùng thiết bị dập tắt hồ quang.

Cầu chì có các tính chất và yêu cầu như sau:

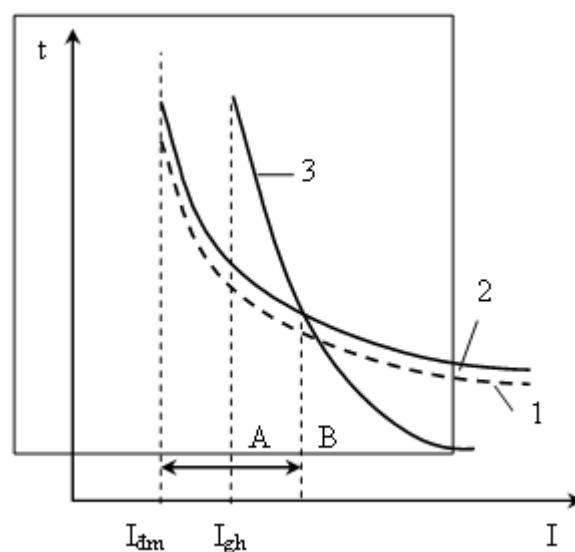
1. Đặc tính ampe – giây của cầu chì cần phải thấp hơn đặc tính của đối tượng được bảo vệ.
2. Khi có ngắn mạch, cầu chì cần phải làm việc có lựa chọn theo thứ tự.
3. Cầu chì cần có đặc tính làm việc ổn định.
4. Công suất của thiết bị càng tăng, cầu chì càng phải có khả năng cắt cao hơn.
5. Việc thay thế dây chảy cầu chì bị cháy phải dễ dàng và tốn ít thời gian.

1.2. Nguyên lý làm việc

Đặc tính cơ bản của cầu chì là sự phụ thuộc của thời gian chảy đứt với dòng điện chạy qua (đặc tính ampe – giây). Để có tác dụng bảo vệ, đường ampe – giây của cầu chì (đường 1, H.2.21) tại mọi điểm đều phải thấp hơn đường đặc tính của đối tượng được bảo vệ (đường 2, H.2.21). Đường đặc tính thực tế của cầu chì được biểu thị bằng đường cong 3 (H.2.21).

Trong miền quá tải lớn (vùng B), cầu chì bảo vệ được đối tượng. Trong miền quá tải nhỏ (vùng A), cầu chì không bảo vệ được đối tượng. Trong thực tế khi quá tải không lớn $(1,5 \div 2) I_{dm}$, sự phát nóng của cầu chì diễn ra chậm và phần lớn nhiệt lượng đều tỏa ra môi trường xung quanh. Do đó, cầu chì không bảo vệ được quá tải nhỏ.

Trị số dòng điện mà dây chảy cầu chì bị chảy đứt khi đạt tới nhiệt



Hình 2.21 Đặc tính ampe – giây của cầu chì 39

độ giới hạn, được gọi là *dòng điện giới hạn* I_{gh} . Để dây chảy cầu chì không chảy đứt ở dòng điện làm

việc định mức I_{dm} , cần đảm bảo điều kiện: $I_{gh} > I_{dm}$.

Mặt khác, để bảo vệ tốt và nhạy, dòng điện giới hạn lại phải không lớn hơn dòng điện định mức

nhiều. Do đó, thường cho theo kinh nghiệm:

$$I_{gh} / I_{dm} = 1,6 \div 2 \text{ đối với đồng;}$$

$$I_{gh} / I_{dm} = 1,25 \div 1,45 \text{ đối với chì;}$$

$$I_{gh} / I_{dm} = 1,15 \text{ đối với hợp kim chì - thiếc.}$$

Dòng điện định mức của cầu chì được lựa chọn (*) sao cho khi chạy liên tục qua dây chảy, chỗ phát nóng lớn nhất của dây chảy không làm cho kim loại bị ôxy hóa quá mức và biến đổi đặc tính bảo vệ; đồng thời nhiệt phát ra ở bộ phận bên ngoài của cầu chì cũng không vượt quá trị số ổn định.

Ở dòng điện gần dòng điện giới hạn, nhiệt độ của dây chảy yêu cầu cần phải gần tới nhiệt độ chảy lỏng. Bởi vậy, nếu nhiệt độ chảy lỏng cao, các chi tiết của cầu chì đều bị phát nóng tới nhiệt độ cao, Do đó, người ta dùng nhiều biện pháp hạ thấp phát nóng như giảm thời gian chảy lỏng, hạ thấp nhiệt độ dây chảy bằng cách sử dụng kim loại có nhiệt độ chảy thấp như chì, kẽm, hợp kim chì – thiếc, ... đối với cầu chì hạ thế.

Khi có quá tải lớn (dòng điện đi qua dây chảy lớn gấp $3 \div 4$ lần dòng điện định mức) thì quá trình phát nóng thực tế sẽ đoạn nhiệt, nghĩa là tất cả nhiệt lượng dây chảy sinh ra sẽ phát nóng cục bộ cầu chì. Kết quả làm cho dây chảy cầu chì phát nóng lên đến nhiệt độ chảy, sau đó chuyển từ trạng thái rắn sang trạng thái lỏng, tức là chảy đứt cầu chì. Khi chảy, hơi kim loại bị ion hóa vì nhiệt độ cao của hồ quang. Thể tích dây chảy càng lớn số lượng hơi kim loại trong hồ quang càng tăng, càng khó dập tắt hồ quang. Do đó, trong cầu chì hạ thế, người ta thường giảm thể tích dây bằng cách chế tạo các dây chảy có một số đoạn hẹp. trong các đoạn hẹp này, mật độ dòng điện và nhiệt độ tăng cao làm dây chảy nóng chảy nhanh và dưới tác dụng lực điện động cắt đứt nhanh dây chảy, tương tự như lực điện động trong các tiếp điểm khi có ngắn mạch.

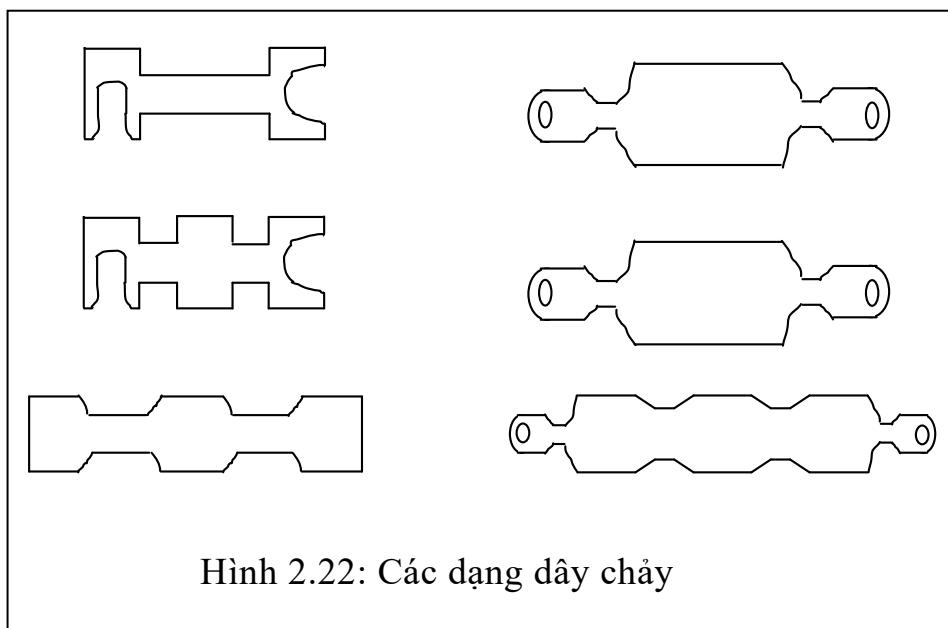
Sự có mặt các đoạn hẹp trong dây chảy còn làm giảm đột ngột thời gian từ lúc xuất hiện ngắn mạch đến lúc xuất hiện hồ quang. Phối hợp với các thiết bị dập tắt hồ quang đặc biệt, người ta đã đạt được thời gian dập tắt hồ quang ngắn đến vài phần nghìn giây.

1.3. Kết cấu cầu chì hạ áp

Cầu chì có loại đặt hở, có loại đặt kín, có loại có thiết bị dập tắt hồ quang, ... Thông thường, gồm các loại:

a. Loại hở

Loại này không có vỏ bọc kín, thường chỉ gồm dây chảy. Đó là những phiến làm bằng chì lá, kẽm, hợp kim chì – thiếc, nhôm lá hay đồng lá mỏng được dập tắt thành các dạng như Hình 2.22



Hình 2.22: Các dạng dây chảy

Sau đó dùng vít bắt chặt vào các đầu cực dẫn điện đặt trên các bản cách điện bằng đá, sứ, ...



Dây chảy cũng còn có hình dạng tiết diện tròn và làm bằng chì, được thông dụng ở ta có các cỡ 5A, 10A, 15A, 30A.

b. Loại vặn

Dây chảy nối với nắp ở phía trong. Nắp có dạng răng vít để vặn chặt vào đế. Dây chảy bằng đồng, có khi dùng bạc, có các cỡ định mức 6A, 10A, 15A, 20A, 25A, 30A, 60A, 100A ở điện áp 500V.

c. Loại hộp còn gọi là cầu chì hộp

Hộp và nắp đều làm bằng sứ cách điện, và đều bắt chặt các tiếp xúc điện bằng đồng. Tiếp xúc có kết cấu kẹp chặt đơn hoặc kép. Loại kép kẹp giữ chặt hơn, ít bị rơi nắp trong sử dụng vận hành.



Dây chảy được bắt chặt bằng vít vào phía trong nắp. Nó không được chế tạo sẵn mà tùy nơi sử dụng. Ta thường dùng dây chảy là dây chì tròn hoặc chì lá có kích thước thích hợp.

Cầu chì hộp được chế tạo theo các cỡ có dòng điện định mức là: 5A, 10A, 15A, 20A, 30A, 60A, 80A, 100A ở điện áp 500V.

d. Loại kín trong ống không có cát thạch anh

Vỏ làm bằng chất hữu cơ (một loại xenlulô) có dạng hình ống mà ta thường gọi là cầu chì ống phíp.

Dây chảy được đặt trong một ống kín bằng phíp, hai đầu có nắp bằng đồng, có răng vít để vặn chặt kín. Dây chảy được nối chặt với các cực tiếp xúc bằng các vòng đệm đồng.

Dây chảy của cầu chì này làm bằng kẽm là vật liệu có nhiệt độ nóng chảy thấp (420°C), lại có khả năng chống gỉ. Nó được dập theo dạng phiến như đã trình bày trên H.2.22. Số lượng chỗ hẹp ($1 \div 4$) tùy theo điện áp định mức.

Quá trình dập hồ quang của nó như sau: khi xảy ra ngắn mạch, dây chảy sẽ chảy đứt ra ở chỗ có tiết diện hẹp và phát sinh hồ quang. Dưới tác dụng của nhiệt độ cao của hồ quang, vỏ xenlulô của ống bị đốt nóng sẽ bốc hơi (40% H_2 , 50% CO_2 , 10% hơi nước), làm áp lực khí trong ống tăng lên rất lớn ($40 \div 80$ at) sẽ dập tắt hồ quang. Cầu chì ống được chế tạo có hai cỡ chiều dài tùy thuộc điện áp làm việc của nó. Cỡ ngắn để làm việc ở điện áp không cao hơn 380V điện xoay chiều. Cỡ dài để làm việc ở điện áp đến 500V.

Tùy thuộc dòng điện định mức chạy qua cầu chì mà trong cùng một cỡ chiều dài, ta còn có nhiều cỡ đường kính (có thể tới 6 cỡ đường kính). Trong mỗi cỡ đường kính, ta có thể đặt dây chảy có các trị số dòng điện định mức khác nhau. Ví dụ trong cầu chì ống định mức 15A, có thể đặt dây chảy có dòng điện định mức 6, 10 và 15A.

e. Loại kín trong ống có cát thạch anh

Loại này có đặc tính bảo vệ hoàn thiện hơn loại trên và thường gọi là cầu chì ống sứ.

Vỏ của cầu chì làm bằng sứ hoặc steatit, có dạng là hình hộp chữ nhật. Trong vỏ có trụ tròn rỗng để đặt dây chảy hình lá, sau đó đổ đầy cát thạch anh. Dây chảy được hàn dính vào đĩa và được bắt chặt vào phiến có cực tiếp xúc. Các phiến này được bắt chặt vào ống sứ bằng vít.

Dây chảy được chế tạo bằng đồng lá dày $0,1 \div 0,2\text{mm}$, có dập các lỗ dài để tạo tiết diện hẹp. Để giảm nhiệt độ chảy của đồng (1080°C), người ta hàn các quả cầu thiếc vào các đoạn có tiết diện hẹp.

1.4. Dây chảy và cách tính gần đúng dòng điện giới hạn I_{gh}

Dây chảy: khi lựa chọn kim loại làm dây chảy cần chú ý những điều kiện sau:

- a) Điểm nóng chảy phải thấp.
- b) Khối lượng vật liệu cần thiết phải ít, quán tính nhiệt cũng nhỏ và do đó có nhiều thuận lợi trong dập tắt hồ quang.

Để việc dập tắt hồ quang được dễ dàng, nhiệt độ ion hóa của hơi kim loại cần phải cao. Sau đây là nhiệt độ ion hóa của hơi kim loại được xếp theo thứ tự giảm dần $W > Zn > Cd > Ag > Cu > Pb > Mg > Ni > Sn > Al$.

Ngoài ra vật liệu làm dây chảy cần phải thỏa mãn một số điều kiện phụ khác nữa. Song trong thực tế, không có vật liệu nào thỏa mãn được tất cả các điều kiện theo quan điểm kỹ thuật và kinh tế được. Sau đây, chúng tôi xin nêu một vài vật liệu thông dụng làm dây chảy.

+ Chì Pb: được dùng nhiều trong quá khứ, mềm, có điểm nóng chảy thấp, có khối lượng lớn và bị oxy hóa trong không khí. Ở dòng điện bé có kích thước nhỏ dễ lắp ráp. Người ta còn sử dụng có dưới dạng hợp kim để có điểm nóng chảy thấp hơn nhiều (bảng 2.11).

+ Kẽm Zn: sau bạc Ag và đồng Cu, kẽm cũng là kim loại dùng nhiều để làm dây chảy. Kẽm có ưu điểm là điểm nóng chảy thấp và giá rẻ. Người ta dùng nhiều để làm dây chảy dạng lá dát mỏng như hình 2 cho dòng điện $20 \div 500\text{A}$.

+ Nhôm Al: có khối lượng nhỏ song điểm nóng chảy tương đối cao, tạo ôxyt rắn ở nhiệt độ nóng chảy và có nhiệt độ ion hóa thấp. Hiện nay theo kinh nghiệm, người ta dùng dây chảy nhôm dưới dạng sợi có tiết diện ôvan hay dạng dát mỏng thành phiến.

Bảng 2.11: So sánh giữa các loại vật liệu được dùng làm dây chảy, tiết diện tròn, có cùng dòng điện giới hạn I_{gh} .

Vật liệu	Quán tính nhiệt (*)	Khối lượng (*)	Điểm nóng chảy, °C
Al	3,04	3,08	658
Pb	6,08	20,25	327
Cu	1,00	1,00	1083
Đồng vàng	0,47	1,61	900
Ni	0,362	1,72	1460
Ag	1,16	1,47	960
3Sn+2Pb	3,10	14,41	135
Zn	7,60	8,16	419
Sn	7,00	13,90	231

So sánh với đồng Cu

Bảng 2.12: Hợp kim làm dây chảy với điểm nóng chảy thấp

Thành phần hóa học % (trọng lượng)					Điểm nóng chảy, °C
Bi	Pb	Sn	Cd	Hg	
-	100	-	-	-	327
20	20	-	-	60	20
50	27	13	10	-	72
52	40	-	8	-	92
53	32	15	-	-	96
54	26	-	20	-	103
29	43	28	-	-	132

Dòng điện giới hạn nóng chảy I_{gh} . Được tính gần đúng nhờ công thức sau:

$$I_{gh} = ad^{3/2} \quad (1)$$

trong đó: I_{gh} – dòng điện giới hạn nóng chảy, A

d – đường kính dây chảy, mm

a – hằng số của vật liệu có giá trị sau:

Vật liệu	Ag	Cu	Al	Pb	Pt	Zn	Sn	(2Pb+1Sn)
a	60	80	59,2	10,8	40	12,9	12,8	10,4

Bảng 2.13: Thời gian nóng chảy của cầu chì loại nhanh và chậm có công suất cắt lớn, tính bằng giây.

I_{dm} (A)	Cầu chì chậm						Cầu chì nhanh					
	$2,5I_{dm}$		$4I_{dm}$		$6I_{dm}$		$2,5I_{dm}$		$4I_{dm}$		$6I_{dm}$	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
35	20	80	2,0	5,8	0,42	1,2	2,7	16,0	0,27	1,4	0,054	0,27

60	28	110	2,8	8,5	0,60	1,7	4,0	24,0	0,40	2,0	0,078	0,40
80	35	130	3,5	10,5	0,72	2,0	4,8	29,0	0,48	2,4	0,096	0,48
100	40	150	4,0	12,0	0,83	2,4	5,6	33,0	0,56	2,8	0,112	0,56
125	47	165	4,7	14,0	0,96	2,8	6,5	38,0	0,65	3,2	0,130	0,65
160	55	190	5,5	16,5	1,15	3,3	7,6	45,0	0,76	3,8	0,155	0,76
200	65	215	6,5	19,5	1,30	3,8	9,0	53,0	0,90	4,4	0,180	0,90
225	70	230	7,0	21,0	1,40	4,2	9,6	58,0	0,96	4,8	0,195	0,96
260	76	250	7,6	23,0	1,55	4,6	10,6	64,0	1,06	5,3	0,21	1,06
300	85	270	8,5	25,0	1,70	5,0	12,0	70,0	1,20	6,0	0,23	1,2
350	95	300	9,5	28,0	1,90	5,6	13,0	78,0	1,30	6,5	0,26	1,3
430	110	330	11,0	32,0	2,20	6,4	15,0	90,0	1,50	7,5	0,30	1,5
500	120	365	12,0	36,0	2,40	7,2	17,0	100	1,70	8,5	0,33	1,7
600	135	405	13,5	40,0	2,70	8,0	19,0	114	1,90	9,5	0,38	1,9

Bảng 2.14: Số liệu kỹ thuật của dây chảy dây chì tròn

Đường kính, (mm)	Dòng điện định mức *	Đường kính, (mm)	Dòng điện định mức *
0,2	0,5	1,2	9
0,3	1	1,4	11
0,4	1,5	1,6	14
0,5	2	1,8	16
0,6	2,5	2,0	19
0,7	3,5	2,2	24
0,8	4	2,4	28
0,9	5	2,6	32
1,0	6		

* Còn được hiểu là cường độ cực đại

Bảng 2.13: Kích thước lá kẽm dùng làm dây chảy

Dòng điện định mức, (*) A	Chiều rộng b, mm	Chiều dày e, mm	Tiết diện, mm ²
100	5	0,5	2,5
125	8	0,5	4,0
160	12	0,5	6,0
200	17	0,5	8,5
225	8	1	8,0
260	10	1	10,0
300	13	1	13,0
350	5	2	10,0

* Còn được hiểu là cường độ cực đại

1.5. Một số thông số kỹ thuật của cầu chì

Thông số kỹ thuật của cầu chì ống của Đức theo DIN 43620
 - Cấp I dòng điện định mức của cầu chì từ 36A ÷ 200A

36 – 50 – 63 – 80 – 100 – 125 – 160 – 200A

- Cấp II dòng điện định mức của cầu chì từ 30A ÷ 355A

36 – 50 – 63 – 80 – 100 – 125 – 160 – 200 – 224 – 250 – 300 - 355A

- Cấp III dòng điện định mức của cầu chì từ 300A ÷ 600A (300 – 355 – 425 – 500 - 600A)

Dung lượng cắt của chúng từ 2000A hiệu dụng đến $\leq 500.000A$ hiệu dụng.

Thông số kỹ thuật của cầu chì được sản xuất ở các nước khác:

a) Cầu chì có dung lượng cắt bé

Loại cầu chì này dùng để bảo vệ các mạch điện áp thấp (12V dòng điện một chiều). Có đặc tính kỹ thuật dây chảy như sau: (bảng 2.14)

Bảng 2.14 Thông số kỹ thuật của cầu chì

Đặc tính kỹ thuật	Phần yêu cầu KCD	Đơn vị đo	Giá trị
			Dòng một chiều
Điện áp định mức	Tiếp điểm chính	V	12
Dòng điện định mức	“	A	2; 8; 15; 20
Vị trí đặt			Thẳng đứng
Trọng lượng			0,010
Mã hiệu CL25		Kg	5103 ÷ 5110

b) Cầu chì nóng chảy loại phích cắm

cỡ 0,5 ÷ 5A mã số 5032, có kích thước như bảng 2.15.

Bảng 2.15 Dòng điện định mức của cầu chì nóng chảy

Dòng điện định mức, A	Đường kính, mm	
	a	b
0,5	4	4
1	4	5
2	4	6
5	5	5

c) Cầu chì loại tác động cực nhanh:

Dùng để bảo vệ chỉnh lưu bán dẫn (chỉnh lưu silic) đối với dòng điện ngắn mạch cỡ dòng điện định mức từ 10A đến 65A, theo bảng 2.16; Ngoài ra còn có cỡ dòng định mức đến 315A.

Bảng 2.16 Kích thước của cầu chì tác động nhanh

Dòng điện	Kích thước, mm	Màu
-----------	----------------	-----

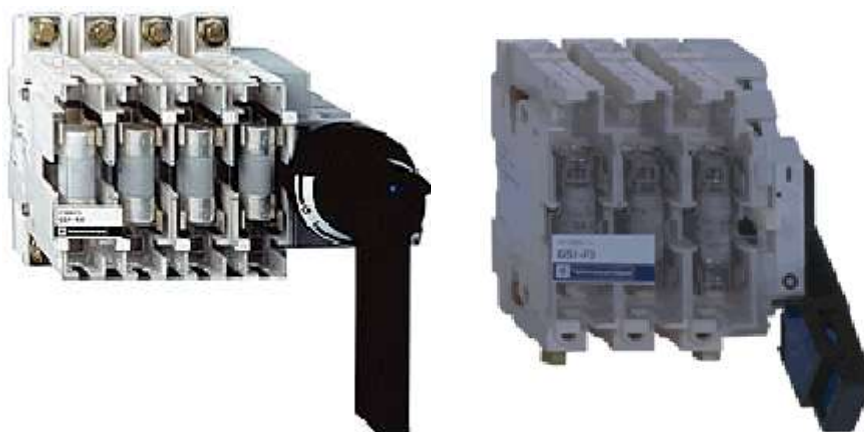
<i>định mức</i>	d1	d2	d3	a	h1	h2	
10	8,3	13,3	21,8	7	5,8	6,4	Son
16	10,3					6,4	Tro
20	11,3					5	Da trời
25	13,3					5	Vàng
35	15,7	17,7	27,3	9	6	6	Đen
50	17,7					6	Trắng
63	19,7					6	Xanh lá cây

Bảng 2.17 Đặc tính kỹ thuật của cầu chì tác động nhanh

Bảng 2.17 - Đặc tính kỹ thuật của cầu chì tác động nhanh													
Đặc tính kỹ thuật		Phần yêu cầu	Đơn vị	Giá trị									
				Ở dòng điện xoay chiều									
Điện áp định mức		Tiếp điểm chính	V	500									
Dòng điện định mức			A	10; 16; 25; 35; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315									
Khả năng đóng và cắt	Hệ số công suất		cosφ	0,3									
	Dòng định mức		A	10 ÷ 25	35 ÷ 63	80 ÷ 200	250 ÷ 315						
	Dòng điện đóng		A	4.000	8.000	16.000	20.000						
	Dòng điện đóng		A	4.000	8.000	16.000	20.000						
	Dòng điện cắt		V	550									
Mã số			kg	23 00 02	23 01 02	23 02 03	23 03 03	23 04 05	23 05 05	23 06 05	23 07 12	23 08 12	23 09 50
Trọng lượng				0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,12	0,12	0,50

d) Cầu chì có công suất cắt lớn

Dùng để bảo vệ mạch có dòng điện ngắn mạch lớn.



Hình 2.23 Hình ảnh của cầu chì hãng Merlin Gerin

2 Rơ le nhiệt

2.1. Khái niệm và công dụng

Rơ le nhiệt là một loại khí cụ, để bảo vệ động cơ và mạch điện khỏi bị quá tải, thường dùng kèm với khởi động từ, công tắc tơ (xem ở 2.4.4). Nó được dùng ở điện áp xoay chiều đến 500V, tần số 50Hz. Một số kết cấu mới của rơ le nhiệt có dòng điện định mức đến 150A, có thể dùng ở lưới điện một chiều, có điện áp đến 440V.

Rơ le nhiệt được đặt trong tủ điện, trên bảng điện, đằng trước hoặc đằng sau bộ phận dây dẫn. Rơ le nhiệt không tác động tức thời theo trị số dòng điện vì nó có quán tính nhiệt lớn, phải có thời gian để phát nóng. Do đó nó làm việc có thời gian từ vài giây đến vài phút. Vì vậy nó không thể dùng để bảo vệ ngắn mạch được.

Thường khi dùng rơ le nhiệt để bảo vệ quá tải, người ta phải đặt kèm với cầu chì để bảo vệ ngắn mạch.

2.2. Nguyên lý làm việc

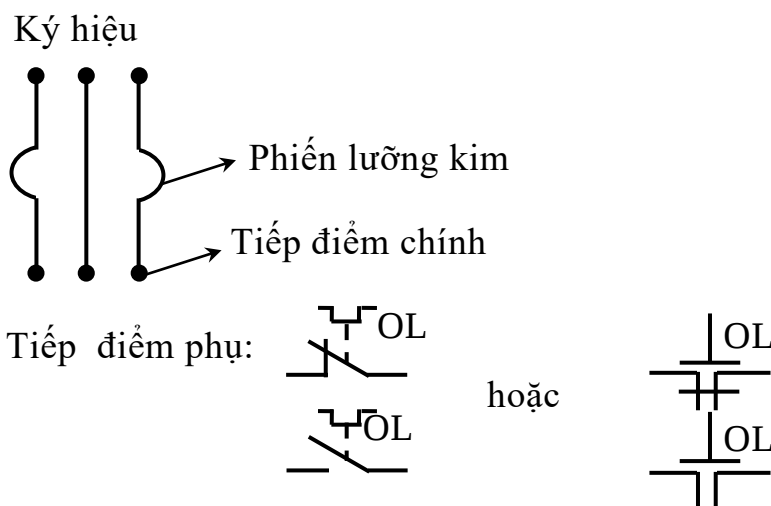
Nguyên lý chung của rơ le nhiệt là dựa trên cơ sở tác dụng nhiệt của dòng điện. Ngày nay người ta ứng dụng rộng rãi rơ le nhiệt có phiến kim loại kép.

Nguyên lý tác dụng của loại rơ le này là dựa trên sự khác nhau về hệ số giãn nở dài của hai kim loại khi bị đốt nóng. Do đó, phần tử cơ bản của rơ le này là phiến kim loại kép (bimétan) cấu tạo từ hai tấm kim loại. Một tấm có hệ số giãn nở dài bé (thường dùng invar có thành phần 36% Ni, 64% Fe), một tấm có hệ số giãn nở dài lớn (thường dùng đồng thau, hoặc thép crôm-niken). Cụ thể đồng thau có hệ số giãn nở vì nhiệt lớn gấp 20 lần invar. Hai tấm kim loại này được ghép chặt với nhau thành một phiến hoặc bằng phương pháp cán nóng, hoặc bằng phương pháp hàn.

Khi bị đốt nóng phiến kim loại kép uốn cong về phía kim loại có hệ số giãn nở bé. Sự phát nóng là do có dòng điện trực tiếp đi qua phiến hoặc

gián tiếp qua phần tử điện trở phát nóng đặt bao quanh phiến kim loại kép.

Để được độ uốn cong lớn, cần phải chế tạo phiến có chiều dài lớn và chiều dày nhỏ. Ngược lại, nếu cần lực đẩy mạnh, lại phải chế tạo phiến rộng, chiều dày lớn và chiều dài bé.



2.3. Phân loại và kết cấu

+ Theo kết cấu, người ta chia role nhiệt ra hai loại: kiểu hở và kiểu kín. Role nhiệt kiểu hở được đặt trong các nắp máy, tủ điện, bảng điện, ... Role nhiệt kiểu kín (còn gọi là kiểu bảo vệ) được đặt trong các bề mặt hở của thiết bị.

+ Theo phương thức đốt nóng, người ta chia role nhiệt ra ba loại:

- *Đốt trực tiếp*: dòng điện trực tiếp đi qua tấm kim loại kép. Loại này có cấu tạo đơn giản, nhưng khi thay đổi dòng điện định mức ta phải thay đổi tấm kim loại kép. Do đó không tiện dụng.

- *Đốt gián tiếp*: dòng điện đi qua phần tử đốt nóng độc lập, nhiệt lượng của nó tỏa ra gián tiếp làm tấm kim loại kép cong lên. Loại này có ưu điểm là muốn thay đổi dòng điện định mức ta chỉ cần thay đổi phần tử đốt nóng, chứ không cần phải thay đổi tấm kim loại kép. Khuyết điểm của loại này là khi có quá tải lớn, phần tử đốt nóng có thể đạt tới nhiệt độ khá cao, nhưng vì không khí truyền nhiệt kém nên tấm kim loại kép chưa kịp tác động mà phần tử đốt nóng đã bị cháy đứt. Trong thực tế đa số role nhiệt kiểu này bị cháy hỏng bộ phận đốt nóng là như vậy.

- *Đốt hỗn hợp*: loại này tương đối tốt vì vừa đốt trực tiếp, vừa đốt gián tiếp. Nó có tính ổn định nhiệt cao và có thể làm việc ở bội số quá tải lớn, đến $(12 \div 15)I_{dm}$.

+ Theo yêu cầu sử dụng, người ta chia role nhiệt ra hai loại: hai cực và một cực. Loại hai cực thường được dùng để bảo vệ quá tải ở mạch xoay chiều ba pha.

2.4. Cách lựa chọn role nhiệt

Đặc tính cơ bản của role nhiệt là quan hệ giữa thời gian tác động và dòng điện phụ tải chạy qua (còn gọi là đường đặc tính thời gian – dòng điện, A-s). Mặt khác, để đảm bảo yêu cầu giữ được tuổi thọ lâu dài của thiết bị theo đúng số liệu kỹ thuật đã cho của nhà sản xuất, các đối tượng cần bảo vệ cũng có đường đặc tính thời gian – dòng điện. Lựa chọn đúng đắn role nhiệt sao cho có được đường đặc tính ampe – giây của role gần sát đường đặc tính ampe – giây của đối tượng cần bảo vệ và thấp hơn một ít, nhưng phương pháp này khá phức tạp.

Trong thực tế sử dụng, để việc chọn lựa đơn giản, chúng ta chọn dòng điện định mức của role nhiệt bằng dòng điện định mức của động cơ điện cần bảo vệ, và role tác động ở giá trị $I_{td} \approx (1,2 - 1,3)$ lần dòng điện định mức.

Tùy theo chế độ làm việc của phụ tải là liên tục hay ngắn hạn mà ta cần xét đến hằng số thời gian phát nóng của role khi có quá tải liên tục hay ngắn hạn.

Ngoài ra, khi nhiệt độ môi trường xung quanh thay đổi, dòng điện tác động role cũng thay đổi theo, làm cho bảo vệ kém chính xác. Thông thường nhiệt độ môi trường xung quanh tăng, dòng điện tác động giảm và ta phải hiệu chỉnh lại vít điều chỉnh hoặc núm điều chỉnh.

2.5. Một số thông số kỹ thuật của role nhiệt

5.1. Role nhiệt ba cực của Pháp dùng để bảo vệ động cơ xoay chiều và một chiều (bảng 2.18)

Bảng 2.18 Thông số kỹ thuật của Role nhiệt

Kiểu	Công suất định mức của động cơ điện 3 pha 50/60Hz, loại AC3					Để lắp đặt trực tiếp dưới công tắc tơ LC1 hay LP1	Vùng điều chỉnh của role [A]	Loại role sử dụng
	KW							
	220 V	380 V	415 V	440 V	660 V			
- Mắc trực tiếp dưới công tắc	*	*	*	*	*	D09 đến D32	0,1 ÷ 0,16	LR1-D09301A65
	*	*	*	*	*	D09 đến D32	0,16 ÷ 0,25	LR1-D09302A65
	*	*	*	*	0,37	D09 đến D32	0,25 ÷ 0,55	LR1-
	*	*	*	*	0,55	D09 đến D32	0,25 ÷ 0,55	LR1-
	*	*	*	*	0,55	D09 đến D32	0,25 ÷ 0,55	LR1-

tơ. Role					0,75	D32	0,4	D09303A65
LR1-D	*	0,37	*	0,55	1,1	D09 đến	0,4 ÷	LR1-
(A-65).	*	0,55		0,75		D32	0,63	D09304A65
Cực	0,37	0,75	1,1	1,1	1,5	D09 đến	0,63 ÷	LR1-
được	0,55	1,1			2,2	D32	1	D09305A65
bảo vệ	0,75	1,5	1,5	1,5	3			
chống	1,1	2,2	2,2	2,2	4	D09 đến	1 ÷ 1,6	LR1-
sự va			3	3		D32		D09306A65
chạm	1,5	3	3,7	3,7	5,5		1,6 ÷	
và vít	2,2	4	4	4	7,5	D09 đến	2,5	LR1-
tháo	3	5,5	5,5	5,5	10	D32		D09307A65
lông.	4	7,5	9	9	15		2,5 ÷ 4	
	5,5	11	11	11	18,5	D09 đến	4 ÷ 6	LR1-
- Loại	7,5	15	15	15	-	D32		D09308A65
có dấu	-	15	15	-	-	D09 đến	5,5 ÷ 8	LR1-
* là loại	7,5	15	15	15	22	D32	7 ÷ 10	D09309A65
không	10	18,5	22	22	30		10 ÷ 13	
có công	11	22	25	25	37	D09 đến	13 ÷ 18	LR1-
suất	15	25	30	30	45	D32	18 ÷ 25	D09312A65
định	18,5	30	37	37	55	D09 đến	23 ÷ 32	LR1-
mức,						D32	28 ÷ 40	D09314A65
đối với						D09 đến	23 ÷ 32	LR1-
những						D32	30 ÷ 40	D09316A65
động cơ						D09 đến	38 ÷ 50	LR1-
này,						D32	48 ÷ 57	D123211A6
chọn						D09 đến	57 ÷ 66	5
role tùy						D32		LR1-
theo						D09 đến		D25322A65
cường						D32		LR1-
độ dòng						D09 đến		D32353A65
điện						D32		LR1-
hấp thụ						D40 đến		D32355A65
						D63		LR1-
						D40 đến		D40353A65
						D63		LR1-
						D40 đến		D40355A65
						D63		LR1-
						D40 đến		D63357A65
						D63		LR1-
						D40 đến		D63359A65
						D63		LR1-
								D63361A65

Bảng 2.19 Đặc tính kỹ thuật của role nhiệt kiểu PT của Liên Xô

Kiểu	Ký hiệu kết cấu	Số tiếp điểm		Phần tử phát nóng	Thời gian tác động, s	Trọng lượng, kg
		Thường đóng	Thường mở			
PT (role nhiệt hai pha, có nút ấn phục hồi, làm việc ở điện áp xoay chiều đến 500V)	PT-1 (hở)		1	Số phần tử có thể thay đổi là 67. Mức độ điều chỉnh là 10% đối với số từ 1 đến 19 và 5% đối với số từ 20 đến 67. Dòng điện định mức của phần tử N ⁰ 1 là 0,4A, dòng điện của số N ⁰ 67 là 24,2A	20 phút ở 1,2 I _{đm}	0,24
	PT-1 (có vỏ)		1	Số phần tử có thể thay đổi là 71. Dòng điện định mức của phần tử N ⁰ 1 là 0,33A; tới số N ⁰ 154 là 24,2A		0,92
	PT-2 (hở)		1	Số phần tử có thể thay đổi là 22. Mức độ điều chỉnh là 5% từ số N ⁰ 68 đến N ⁰ 89. Dòng điện định mức của N ⁰ 68 là 25,7A đến số N ⁰ 89 là 75,6A		0,94
	PT-3 (hở)		1	Số phần tử là 18. Mức độ điều chỉnh là 5% từ N ⁰ 90 đến N ⁰ 108. Dòng điện định mức của N ⁰ 90 là 80A, của N ⁰ 108 là 196 ^a		1,44

3 Rơ le điện áp

3.1 Khái niệm chung

- Rơ le điện áp hoạt động dựa trên nguyên tắc của nam châm điện, thường dùng để đóng cắt mạch điện có công suất nhỏ, tần số đóng cắt lớn.

Cuộn dây của rơ le điện áp (được đấu song song với nguồn điện) thường có số vòng dây lớn, tiết diện dây nhỏ - điện trở thuần của cuộn dây lớn. Loại này dùng nhiều trong mạch điện công nghiệp

3.2 Cách lựa chọn và thông số kỹ thuật của rơ le điện áp

Khi sử dụng rơ le điện áp trong mạch điện ta cần chú ý các thông số kỹ thuật sau:

- Điện áp làm việc của rơ le điện áp (điện áp cách ly). Đây là điện áp cách ly an toàn giữa các bộ phận tiếp điện với vỏ của rơ le điện áp. Điện áp này không được chọn nhỏ hơn điện áp cực đại của lưới điện.

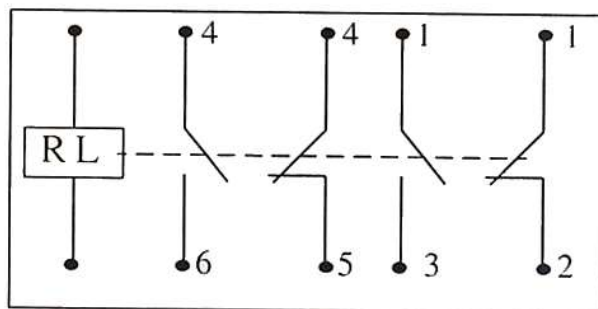
- Điện áp định mức của cuộn hút đối với rơ le điện áp (V). Điện áp này được lựa chọn phải phù hợp với điện áp của mạch điều khiển. Ví dụ: mạch điều khiển sử dụng điện áp 220V – AC thì ta phải chọn rơ le trung gian có điện áp định mức cuộn hút là 220V – AC.

- Tuổi thọ của rơ le điện áp: được tính bằng số lần đóng cắt (tính trung bình) kể từ khi dùng cho đến khi hỏng.

- Tần số đóng cắt lớn nhất cho phép. Thường được tính bằng số lần đóng cắt lớn nhất cho phép trong 1 giờ.

- Số lượng các cặp tiếp điểm chính phụ tùy thuộc vào chức năng mà rơ le điện áp đảm nhiệm.

Các tiếp điểm và cuộn hút trên rơ le điện áp thường được ký hiệu như sau



4 Thiết bị chống dòng điện rò

4.1 Khái niệm

Cơ thể người rất nhạy cảm với dòng điện, ví dụ: dòng điện nhỏ hơn 10mA thì người có cảm giác kim châm; lớn hơn 10mA thì các cơ bắp co quắp; dòng điện đến 30mA đưa đến tình trạng co thắt, ngạt thở và chết người. Khi thiết bị điện bị hư hỏng rò điện, chạm mát mà người sử dụng tiếp xúc vào sẽ nhận dòng điện đi qua người xuống đất ở điện áp nguồn. Trong trường hợp này, CB và cầu chì không thể tác động ngắt nguồn điện với thiết bị, gây nguy hiểm cho người sử dụng.

Nếu trong mạch điện có sử dụng thiết bị chống dòng điện rò thì người sử dụng sẽ tránh được tai nạn do thiết bị này ngắt nguồn điện ngay khi dòng điện rò xuất hiện.

Bảng 2.20 Các thương hiệu thiết bị chống dòng điện rò

Nước chế tạo	Thương hiệu	Ký hiệu	Tên đầy đủ của ký hiệu
Anh	MEM	RCD	Residual Circuit Devides
Pháp	HAGER	RCB)	Residual Circuit Breakers Over
	MERLIN GERIN		
Nhật Bản	FUJI	ELCB	Earth Leakage Circuit Breakers
	KASUGA		
	TEMPEARL		
Australia	CLIPSAL	RCD	Residual Circuit Devides
Malaysia	LKE	RCCB	Residual Current Circuit Breakers

4.2 Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

1. Cấu tạo:

Thiết bị chống dòng điện rò hoạt động trên nguyên lý bảo vệ so lệch, được thực hiện trên cơ sở cân bằng giữa tổng dòng điện vào và tổng dòng điện đi ra thiết bị tiêu thụ điện.

Khi thiết bị tiêu thụ điện bị rò điện, một phần của dòng điện được rẽ nhánh xuống đất, đó là dòng điện rò. Khi đó dòng điện về theo đường dây trung tính rất nhỏ và role so lệch sẽ dò tìm sự mất cân bằng này và điều khiển cắt mạch điện nhờ thiết bị bảo vệ so lệch.

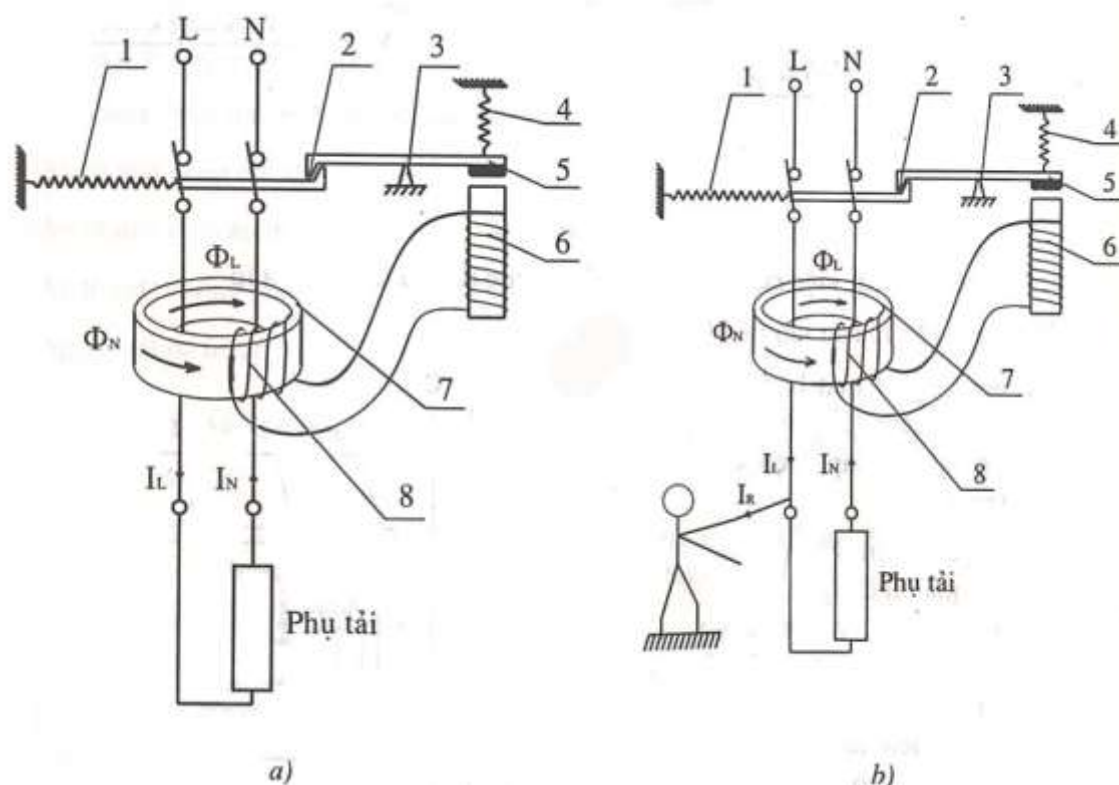
Thiết bị bảo vệ so lệch gồm hai phần tử chính:

- Mạch điện từ ở dạng hình xuyên mà trên đó được quấn các cuộn dây của phần công suất (dây có tiết diện lớn), chịu dòng cung cấp cho thiết bị tiêu thụ điện.

- Role mở mạch cung cấp được điều khiển bởi cuộn dây đo lường (dây có tiết diện bé) cũng được đặt trên hình xuyên này, nó tác động ngắt các cực.

a. Đối với hệ thống điện một pha

Xem sơ đồ nguyên lý cấu tạo trên hình 2.24a, b



Hình 2.24 Cấu tạo của Áptômát chống dòng điện rò

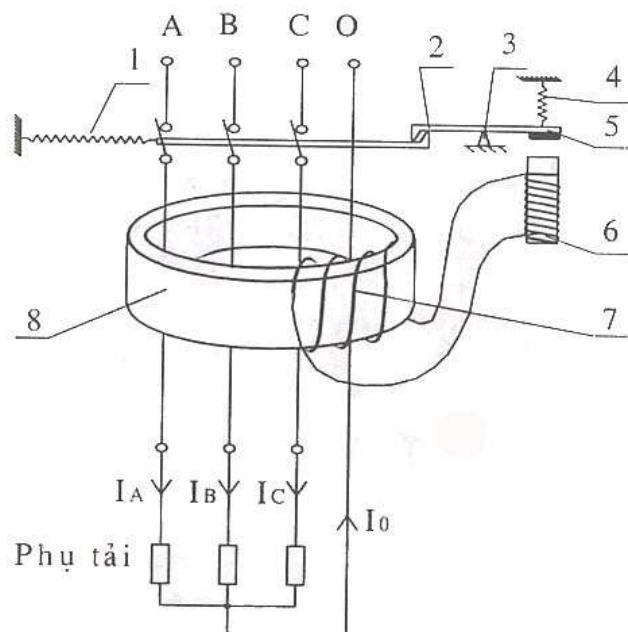
b-Nguyên lý làm việc

- Khi không có dòng rò từ dây pha, ta nhận thấy trị số dòng điện tức thời chạy qua dây pha và dây trung tính luôn bằng nhau ($i_L = i_N$) nhưng luôn ngược chiều nhau. Tương ứng từ thông do 2 dòng điện này sinh ra có cùng độ lớn và ngược chiều nhau nên từ thông tổng chạy trong lõi thép hình xuyên bị triệt tiêu: $\Phi_T = \Phi_L + \Phi_N = 0$. Cuộn thứ cấp (8) sẽ không có điện áp cảm ứng cấp cho cuộn dây (6). Hệ thống giữ nguyên trạng thái, phụ tải làm việc bình thường.

- Khi có người hoặc vật chạm vào dây pha sẽ xuất hiện dòng rò từ dây pha đi qua người hoặc vật xuống đất, khi đó trị số dòng điện chạy qua dây pha lớn hơn dây trung tính ($I_L = I_R + I_N$) và ngược chiều nhau. Tương ứng, từ thông do hai dòng điện này sinh ra có độ lớn và chiều khác nhau nên từ thông tổng chạy trong lõi thép hình xuyên không bị triệt tiêu ($\Phi_T = \Phi_L + \Phi_N > 0$). Cuộn thứ cấp (8) có điện áp cảm ứng cấp cho cuộn dây (6). Cuộn (6) sẽ hút lõi thép (5), tác động vào lẫy (3) mở ngắt (2) mạch điện tự động cắt điện.

b. Đối với hệ thống điện ba pha

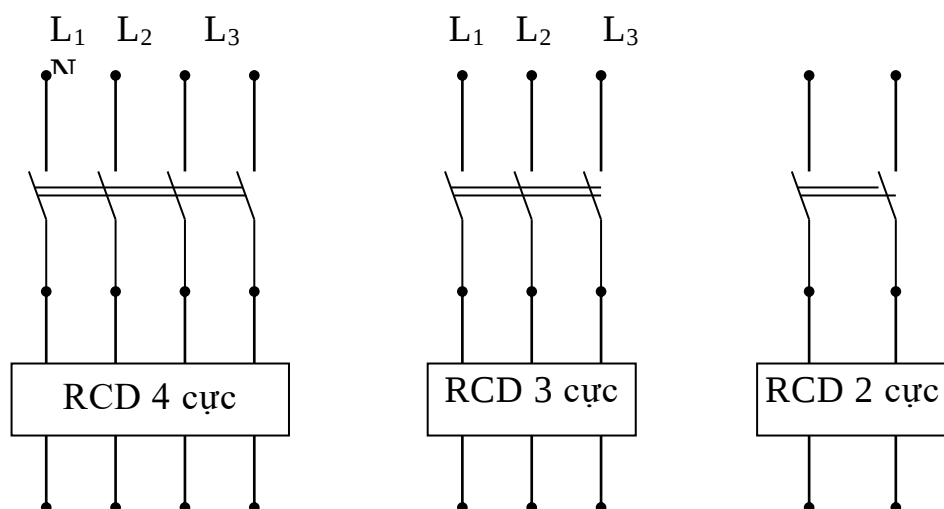
Xem sơ đồ nguyên lý cấu tạo như hình vẽ 2.25



Hình 2.25 Cấu tạo Átômát chống dòng điện rò 3 pha

Kết cấu tương tự áp thiết bị điện chống giật 1 pha, chỉ khác là 3 dây pha và một dây trung tính đều lồng qua lõi thép. Nếu không có hiện tượng rò điện từ các dây pha thì dòng điện qua dây trung tính cân bằng tổng dòng điện qua các dây pha nên từ thông trong lõi thép bị triệt tiêu, cuộn thứ cấp không có điện áp – thiết bị điện làm việc bình thường. Nếu có hiện tượng rò điện từ một trong các dây pha thì dòng điện qua dây trung tính không cân bằng với tổng dòng điện qua các dây pha nên từ thông trong lõi thép không bị triệt tiêu, cuộn thứ cấp có điện áp – cuộn hút (6) làm việc, thiết bị điện tự ngắt.

c. Phân loại RCD theo cực của hệ thống điện.



Hình 2.26 RCD tác động tức thời và RCD tác động có thời gian trễ

4.3. Thông số kỹ thuật của thiết bị chống dòng điện rò

- Tiêu chuẩn quốc tế: IEC-1 (Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 6950-1:2001)

- Dòng định mức (In): 40A – 63A – 100A

- Điện áp định mức: 230V/400V

- Dòng rò: 30 – 100 – 300mA

- Số cực: 2 cực, 4 cực

- Bề rộng một cực: 18mm

Bảng 2.21 Thông số kỹ thuật của thiết bị chống dòng điện rò

Mã hàng	Số cực	Dòng định mức (A)	Icu (KA)
RCCB 2P			
RCB240-30	2P	40	30
RCB263-30	2P	63	30
RCB2H0-30	2P	100	30
RCB240-100	2P	40	100
RCB263-100	2P	63	100
RCB2H0-100	2P	100	100
RCB240-300	2P	40	300
RCB263-300	2P	63	300
RCB2H0-300	2P	100	300
RCCB 4P			
RCB440-30	4P	40	30
RCB463-30	4P	63	30
RCB4H0-30	4P	100	30
RCB440-100	4P	40	100
RCB463-100	4P	63	100
RCB4H0-100	4P	100	100
RCB440-300	4P	40	300
RCB463-300	4P	63	300
RCB4H0-300	4P	100	300

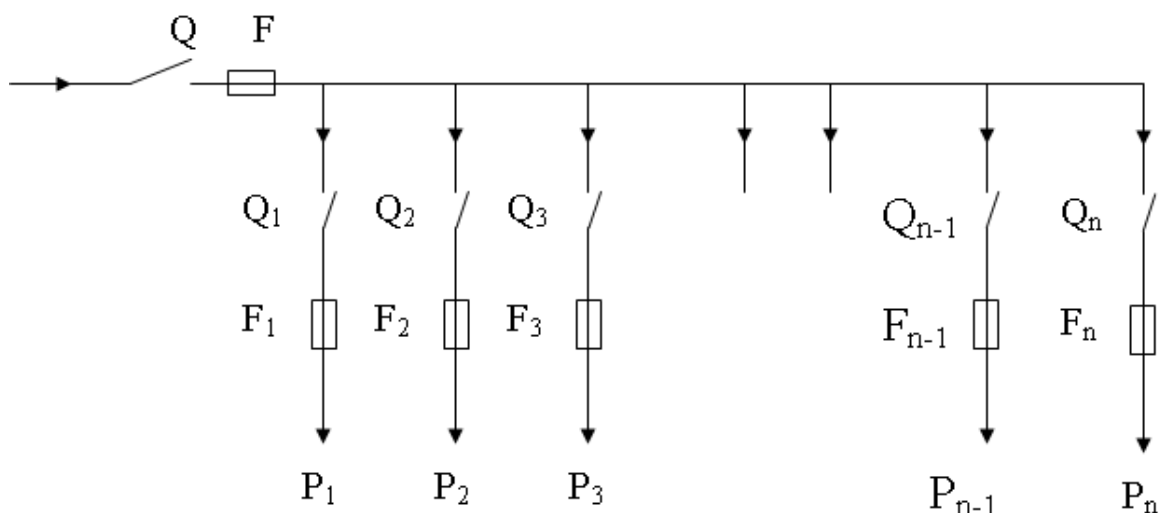
5 Tính toán, chọn lựa và mắc khí cụ điện bảo vệ trên hệ thống điện.

5.1 Tính chọn cầu chì

1. Sơ đồ tính toán

Q: Cầu dao mạch chính; Q1, Q2, ... Qn: Cầu dao mạch nhánh

F: Cầu chì mạch chính; F1, F2, ... Fn: Cầu chì mạch nhánh



2. Xác định dòng điện tính toán của cầu chì

a. Đối với phụ tải thuần trở (bóng đèn sợi đốt, bàn là, bếp điện...)

- Nếu cầu chì chỉ bảo vệ cho 1 phụ tải duy nhất thì $I_{tt} = I_{dm}$
- Nếu có nhiều phụ tải hoạt động không đồng thời thì

$$I_{tt} = k_{sd} \cdot \sum_{i=1}^n I_{dm} \text{ (A)}$$

k_{sd} là hệ số tính đến sự hoạt động đồng thời của các thiết bị. Về nguyên tắc $k_{sd} \leq 1$, nếu các phụ tải hoạt động đồng thời thì $k_{sd} = 1$

b. Đối với động cơ điện

Nếu cầu chì bảo vệ duy nhất cho 1 động cơ thì $I_{tt} = \frac{I_{kd}}{k} \text{ (*)}$

Trong đó:

+ I_{kd} là dòng điện khởi động của động cơ, được tính như sau:

$$I_{kd} = k_{mm} \cdot I_{dm}$$

Ở đây k_{mm} là bội số dòng điện khởi động, phụ thuộc vào từng loại động cơ và phương pháp khởi động. Cụ thể:

- Nếu áp dụng phương pháp mở máy trực tiếp và khi động cơ hoạt động không xảy ra hiện tượng đảo chiều quay đột ngột thì với động cơ rô to lồng sóc lấy $k_{mm} = (4 - 7)$ lần; với động cơ rô to dây quấn thì $k_{mm} = (2 - 2,5)$ lần; động cơ 1 chiều thì $k_{mm} = (1,5 - 2)$ lần

- Nếu động cơ đột ngột đảo chiều quay tại thời điểm đó thì dòng điện tăng cao có thể làm đứt cầu chì nên phải tăng k_{mm} lên từ 1,5 - 2 lần so với trường hợp trên

Tuy nhiên nếu áp dụng phương pháp mở máy gián tiếp thì dòng điện khởi động sẽ giảm nhiều so với mở máy trực tiếp.

+ k là hệ số kinh nghiệm phụ thuộc vào chế độ khởi động (tải nặng hay tải nhẹ) và thời gian khởi động của động cơ. Cụ thể:

- Nếu động cơ khởi động nhẹ nhàng trong thời gian ngắn dưới 10 giây và tần số khởi động ít thì $k = 2,5$

- Nếu động cơ khởi động nặng nề trong thời gian dài hơn 10 giây và tần số khởi động lớn thì $k = 1.6 - 2$

Nếu cầu chì bảo vệ cho nhiều động cơ khởi động không đồng thời (cầu chì trong mạch chính) thì dòng điện qua cầu chì sẽ lớn nhất tại thời điểm động cơ có dòng khởi động lớn nhất nhưng lại khởi động sau cùng. Vậy dòng tính toán được xác định

$$I_{tt} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} I_{dm}^i \cdot I_{kd}^{max}}{k} \quad (**)$$

Trong đó $\sum_{i=1}^{n-1} I_{dm}^i$: Là tổng dòng điện định mức của tất cả các động cơ trừ động cơ có dòng khởi động lớn nhất

I_{kd}^{max} : Là dòng điện khởi động lớn nhất của 1 động cơ trong tổng n động cơ

c, Tính chọn cầu chì

✓ Tính đường kính dây chảy

Sau khi tính toán nếu $I_{tt} < I_{dm}$ thì chọn dòng tính toán là dòng điện định mức. Dây chảy chọn vật liệu là đồng hoặc chì và được tính theo công thức:

- Đối với dây chảy bằng chì:

$$d_{pb} = \sqrt[3]{\frac{I_{tt}^2}{100}} \approx 0,215 \cdot \sqrt[3]{I_{tt}^2}$$

- Đối với dây chảy bằng đồng:

$$d_{Cu} = \sqrt[3]{\frac{I_{tt}^2}{6400}} \approx 0,054 \cdot \sqrt[3]{I_{tt}^2}$$

✓ Chọn cầu chì

Điều kiện lựa chọn: $I_{dm} \text{ cầu chì} \geq I_{tt}$; $U_{dm} \text{ cầu chì} \geq U_{nguồn}$

✓ Chọn cầu dao

Điều kiện lựa chọn: $I_{dm} \text{ cầu dao} \geq I_{tt} = k_{sd} \cdot \sum_{i=1}^n I_{dm}^i$

$U_{dm} \text{ cầu dao} \geq U_{nguồn}$

BÀI TẬP

VD 1: Tính chọn cầu chì bảo vệ cho động cơ máy bơm nước, có mã hiệu như sau: Động cơ 3 pha có Δ/Y : 220/380(V) - 18,2/10,5(A), $P = 5,5 \text{ kW}$, $f = 50 \text{ Hz}$, $\cos\varphi = 0,91$, $\eta = 87,5\%$, $n = 2890 \text{ vòng/phút}$. Biết rằng động cơ này hoạt động ở lưới điện 3 pha 380V

Giải

Động cơ hoạt động ở lưới điện 380V nên các cuộn dây của động cơ được đấu hình sao. Dòng điện định mức của động cơ là 10,5 A

Theo yêu cầu của bài toán, động cơ làm nhiệm vụ kéo máy bơm nước nên thời gian khởi động ngắn (cỡ vài giây), chế độ khởi động nhẹ nhàng. Áp dụng công thức (*) ta có

$$I_{tt} = \frac{I_{kd}}{k} = \frac{I_{mm} \cdot I_{dm}}{k} = \frac{5 \cdot 10,5}{2} = 26,25(A)$$

Dòng điện này lớn hơn dòng định mức, vậy ta chọn trị số này để tính toán dây chảy

Chọn dây chảy bằng đồng, ta có đường kính dây chảy là

$$d_{Cu} = \sqrt[3]{\frac{I_{tt}^2}{6400}} = \sqrt[3]{\frac{26,25^2}{6400}} \approx 0,48(mm)$$

Hoặc tính theo công thức:

$$d_{Cu} = 0,054 \cdot \sqrt[3]{26,25^2} \approx 0,48(mm)$$

VD 2: Một máy động cơ trộn bê tông có mã hiệu như sau: Động cơ 3 pha có Δ/Y : 380/660(V) – 34/19,6(A), $P = 18,5 \text{ kW}$, $f = 50 \text{ Hz}$, $\cos\varphi = 0,93$, $\eta = 89\%$, $n = 2940 \text{ vòng/phút}$. Biết rằng động cơ này hoạt động ở lưới điện 3 pha 380V. Thời gian động cơ khởi động dài, chế độ tải nặng nề nên $k_{mm} = 7$, $k = 1,6$

Tính chọn cầu chì bảo vệ cho động cơ trên trong 2 trường hợp:

a, Mở máy trực tiếp

b, Mở máy gián tiếp

=> Hãy rút ra nhận xét

GIẢI

a, Trường hợp 1: Động cơ mở máy trực tiếp

Khi mở máy trực tiếp ở điện áp 380V, các cuộn dây của động cơ được đấu hình tam giác. Dòng điện định mức của động cơ tương ứng ở chế độ các cuộn dây đấu hình tam giác là 34A.

Do động cơ làm nhiệm vụ kéo máy trộn bê tông nên thời gian khởi động dài, chế độ khởi động tải nặng có $k_{mm} = 7$, $k = 1,6$, ta có

$$I_{tt} = \frac{I_{kd}}{k} = \frac{I_{mm} \cdot I_{dm}}{k} = \frac{7.34}{1,6} = 148,75(A)$$

$I_{tt} > I_{dm}$, vậy ta chọn trị số này để tính toán dây chảy

Chọn dây chảy bằng đồng, ta có đường kính dây chảy là

$$d_{Cu} = \sqrt[3]{\frac{I_{tt}^2}{6400}} = \sqrt[3]{\frac{148,75^2}{6400}} \approx 1,5(mm)$$

b, Trường hợp 2: Động cơ mở máy sao – tam giác

Áp dụng biện pháp mở máy sao – tam giác dòng điện mở máy sẽ giảm 3 lần. Khi đó dòng khởi động là:

$$I_{kd} = \frac{I_{mm} \cdot I_{dm}}{3} = \frac{7.34}{3} = 79,3(A)$$

Dòng điện tính toán là:

$$I_{tt} = \frac{I_{kd}}{k} = \frac{79,3}{1,6} = 49,6(A)$$

$I_{tt} > I_{dm}$, vậy ta chọn trị số này để tính toán dây chảy

Chọn dây chảy bằng đồng, ta có đường kính dây chảy là:

$$d_{Cu} = \sqrt[3]{\frac{I_{tt}^2}{6400}} = \sqrt[3]{\frac{49,6^2}{6400}} \approx 0,727(mm)$$

Nhận xét:

Khởi động động cơ bằng phương pháp giảm áp sẽ giảm được dòng điện khởi động vì vậy đường kính dây chảy nhỏ hơn

Ví dụ 3: Một trạm bơm nước có 3 động cơ mã hiệu như sau:

Động cơ M_1 :

ĐỘNG CƠ KĐB BA PHA
Δ/Y 220/380(V) – 18,2/10,5 (A)
P : 5,5 KV f = 50 Hz
coφ = 0,91 η = 87,5%
n = 2890 vòng / phút

Động cơ M_2 :

ĐỘNG CƠ KĐB BA PHA

Δ/Y 220/380(V) – 26,2/15,1 (A)

P : 7,5 KV f = 50 Hz

co ϕ = 0,86 η = 87,5%

n = 1460 vòng / phút

Động cơ M₃:

ĐỘNG CƠ KĐB BA PHA

Δ/Y 380/660(V) – 34/19,6 (A)

P : 18,5 KV f = 50 Hz

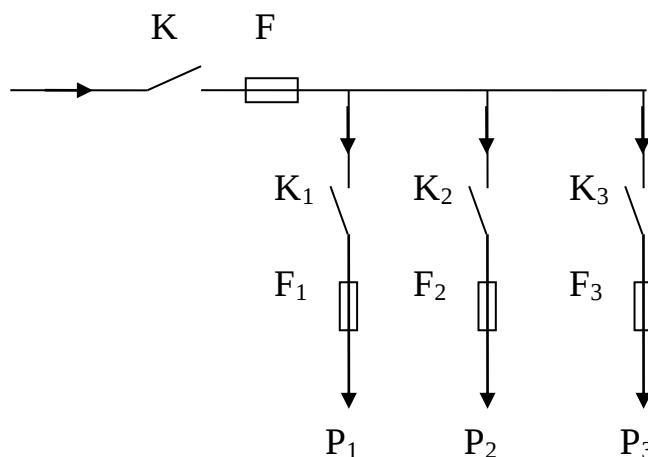
co ϕ = 0,93 η = 89%

n = 2940 vòng / phút

Hãy tính chọn cầu chì mạch chính và cầu chì mạch nhánh cho ba động cơ trên. Biết rằng trạm bơm sử dụng điện ba pha 380V.

Giải

Ta có sơ đồ tính toán sau:



Do điện áp của trạm bơm là 380V nên động cơ M₁ được đấu hình sao, dòng điện định mức tương ứng là $I_{dm1} = 10,5A$. Động cơ M₂ được đấu hình sao, dòng điện định mức tương ứng là $I_{dm2} = 15,1A$. Động cơ M₃ được đấu tam giác, dòng điện định mức tương ứng là $I_{dm3} = 34A$. Như vậy động cơ M₃ có dòng điện định mức lớn nhất. Các động cơ trên lại có các

khóa điều khiển riêng biệt (K_1, K_2, K_3) nên khởi động không đồng thời. Áp dụng công thức (**) ta có:

$$I_{tt} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} I_{đm} \cdot I_{kđ}^{max}}{k} = \frac{(10,5+15,1)+7,34}{2} = 131,8(A)$$

Chọn dây chảy bằng đồng, ta có đường kính dây chảy là:

$$d_{Cu} = \sqrt[3]{\frac{I_{tt}^2}{6400}} = \sqrt[3]{\frac{131,8^2}{6400}} \approx 1,4(mm)$$

Phần tính chọn cầu chì mạch nhánh, đề nghị bạn đọc tự giải quyết, chỉ lưu ý là sau khi tính cầu chì nhánh, nếu kích cỡ của cầu chì nhánh lớn hơn kích cỡ của cầu chì mạch chính thì phải tăng kích cỡ của cầu chì mạch chính lên một cấp để bảo đảm tính chọn lọc.

6 Kiểm tra, thay thế, sửa chữa khí cụ điện bảo vệ (Đối với rơ le điều khiển và bảo vệ)

6.1 Kiểm tra chung

Để rơ le phát huy được nhiệm vụ khi có sự cố bất thường thì yêu cầu phải bảo dưỡng và kiểm tra thường xuyên rơ le. Để tìm nguyên nhân và loại trừ các hư hỏng của rơ le, đồng thời bảo đảm duy trì những thông số theo quy định thì nhất thiết phải thực hiện bảo dưỡng tốt, phải tăng cường kiểm tra và thử tác động của rơ le trong vận hành. Tùy theo từng loại rơ le mà sự kiểm tra có tính phức tạp khác nhau.

Bảo dưỡng rơ le thực hiện trong phòng thí nghiệm hay ngay tại chỗ đặt rơ le. Việc thử, kiểm tra và kiểm nghiệm ở phòng thí nghiệm được thực hiện trước khi đưa vào vận hành và sau một thời gian vận hành nhất định. Kiểm nghiệm rơ le ở phòng thí nghiệm có ưu điểm cho phép xác định tất cả các đặc tính của nó nhờ sử dụng một số thiết bị kiểm nghiệm có độ chính xác cao.

Việc thử và kiểm nghiệm tại chỗ lắp đặt được thực hiện nhờ một số thiết bị đo lường xách tay có độ chính xác thấp hơn thiết bị kiểm nghiệm và đo lường ở phòng thí nghiệm. Việc thử này có ưu điểm là thử với sơ đồ bảo vệ cụ thể. Để bố trí thử, phải loại khỏi vòng làm việc mạch sơ cấp và chỉ cần theo dõi tác động của khí cụ điện khác khi có một tín hiệu từ sơ đồ bảo vệ.

Khi đưa vào làm việc hay sau một thời gian vận hành, sau một cải tạo hay sửa chữa, bên cạnh việc thử kiểm tra, kiểm nghiệm, còn phải kiểm

tra trạng thái cách điện bằng cách đo điện trở cách điện ở dòng một chiều hay bằng điện áp xoay chiều tăng cao.

Việc kiểm tra và điều chỉnh khí cụ điện đặc biệt là rơ le thường tiến hành theo ba bước:

- Bắt đầu xem xét rơ le bằng việc quan sát bên ngoài, vỏ kính, cặp chì nguyên vẹn. Có cặp chì của nhà chế tạo chứng tỏ việc điều chỉnh của nhà chế tạo không bị sai lệch. Khi mở nắp phải chú ý chất lượng của đệm bảo vệ ngăn bụi vào rơ le. Tiến hành quan sát bên trong, lau sạch bụi, thổi, mặt kim loại bằng bút lông bé hay khăn lau sạch, kiểm tra độ sạch của tiếp điểm (làm sạch tiếp điểm nếu cần). Sơn cách điện và chống ăn mòn tốt. Kiểm tra chất lượng mối hàn nhìn thấy được, kiểm tra sự bắt chặt của các vít và êcu bằng tuốc nơ vít và bằng cơ lê. Chú ý quan sát mômen lò xo, sửa chữa các chỗ vênh của lò xo. Hệ thống động của rơ le phải cảm thấy chỉ có mômen lò xo chống lại. Lò xo phải làm cho hệ thống động quay về vị trí ban đầu ngay sau khi dùng tay xô dịch nó đi một chút. Kiểm tra việc đặt vít tì và giới hạn hệ thống động rơ le. Kiểm tra sự làm việc của các bộ phận hiệu chỉnh trong đồng hồ đo lường. Bộ máy đồng hồ của rơ le thời gian phải làm cho các rơ le tác động (đóng hay mở tiếp điểm) ở tất cả các trị số đặt.

Tiến hành điều chỉnh các tiếp điểm của rơ le trong thời gian xem xét phải theo hướng dẫn đặc biệt.

- Giai đoạn hiệu chỉnh thứ hai là kiểm tra từng phần tử riêng biệt của thiết bị và rơ le. Kiểm tra sự nguyên vẹn hoặc đo điện trở một chiều của cuộn dây. Đối với rơ le nhiều cuộn dây, cần xác định đầu ra cùng cực tính của các cuộn dây, hệ số biến đổi của các biến áp phụ, v.v... Đo điện trở cách điện các phần tử dẫn điện so với vỏ và giữa các mạch riêng biệt bằng megôm-mét.

- Giai đoạn thứ ba của hiệu chỉnh rơ le là điều chỉnh. Điều chỉnh rơ le để đảm bảo điều kiện chuyển mạch chính của các tiếp điểm. Điều kiện làm việc đúng là: rơ le tác động khi cho vào cuộn dây một dòng điện hay điện áp có trị số xác định.

Bảng 2.22 Thời gian kiểm tra và bảo dưỡng Rơ le.

Đang kiểm tra	Nội dung công việc	Khi lắp đặt	Trước khi vận hành	Chu kỳ vận hành trong 6 tháng	Sau tác động không đúng	Trong dịp sửa chữa hay cải tạo

1	2	3	4	5	6	7
Kiểm tra chung, kiểm tra bên ngoài	Tình trạng tiếp điểm	x	x	x	x	X
	Tình trạng trục và ổ trục	-	-	-	-	X
	Kiểm tra thiếu đủ các chi tiết của hệ thống từ và lò xo kháng	x	x	-	-	X
	Tình trạng các mối nối	X	x	x	x	X
	Tình trạng bulông	x	x	-	-	X
	Kiểm tra thiếu đủ bulông, êcu, long đen	x	x	x	x	X
	Tình trạng vỏ hộp, trạng thái kín, bụi và chất bẩn khác của vỏ hộp	x	x	x	x	X
Xem xét sửa chữa điều chỉnh cơ khí	Tình trạng tồn tại mối hàn	-	x	x	X	
	Kiểm tra sự làm việc của hệ thống động	-	x	x	x	X
	Điều chỉnh trục và ổ trục	-	-	-	-	X
	Làm sạch bóng tiếp điểm	-	-	x	-	X
	Tháo bộ phận động, làm sạch chi tiết, điều chỉnh độ dơ, (dung sai)	-	-	-	-	X
	Thay đổi nắp thang	-	-	-	-	X
Đo, thử cơ khí	Điều chỉnh cơ cấu cơ khí	-	x	x	x	X
	Đo áp lực tiếp xúc	-	x	x	-	X
	Thử sự làm việc trôi chảy của cơ cấu cơ khí đồng hồ thời gian	x	x	x	x	X
Đo, thử cách điện	Đo dung sai, loại trừ chi tiết quá giới hạn	-	x	-	-	X
	Đo điện trở cách điện	-	x	x	x	X
	Thử cách điện với điện áp tăng cao	-	x	x	-	X
Kiểm tra cụ thể các thông số, số	Kiểm tra thang chia (so với thông số điều chỉnh dòng điện, điện áp)	-	x	x	x	X
	Đo điện áp tác động bé nhất	-	x	x	x	X

hiệu ban đầu, kiểm tra điện	Kiểm tra hệ số trở về	-	x	x	x	X
	Kiểm tra việc đóng tiếp điểm khi có dòng điện	-	x	x	x	X
	Kiểm tra thời gian chờ đợi	-	x	x	x	X
	Đo điện trở cuộn dây	-	x	-	-	X
	Đo điện dung tụ điện	-	x	x	-	X

2. Kiểm tra riêng

a. Sửa chữa cầu chì

- Hư hỏng và các nguyên nhân gây ra hư hỏng

TT	Hiện tượng	Nguyên nhân gây ra hư hỏng
1	Khi đã đóng ống dây chảy vào má tiếp xúc tĩnh nhưng hai má tiếp xúc tĩnh không thông mạch	- Do tiếp xúc giữa má tiếp xúc động và má tiếp xúc tĩnh - Do dây chảy cầu chì bị đứt - Do tiếp xúc giữa dây chảy cầu chì với má tiếp xúc động
2	Má tiếp xúc tĩnh không chặt với đế	Do lỏng vít bắt giữa má tiếp xúc tĩnh với đế

- Sửa chữa

TT	Các hư hỏng	Biện pháp khắc phục
1	Khi đã đóng ống dây chảy vào má tiếp xúc tĩnh nhưng hai má tiếp xúc tĩnh không thông mạch	- Sửa lại độ tiếp xúc giữa má tiếp xúc với động với má tiếp xúc tĩnh, nếu không được thì thay chiếc khác - Thay dây chảy cầu chì mới - Sửa lại độ tiếp xúc giữa má tiếp xúc động và dây chì, nếu không được thì thay chiếc khác
2	Má tiếp xúc tĩnh không chặt với đế	Bắt chặt lại vít giữa má tiếp xúc tĩnh với đế

b. Sửa chữa rơ le nhiệt

- * Hiện tượng, nguyên nhân hư hỏng

TT	Hiện tượng	Nguyên nhân gây ra hư hỏng
1	Dòng điện làm việc vẫn ở chế độ định mức, nhưng sau một thời gian rơ le nhiệt tác động	Do rơ le nhiệt tác động nhiều, phần tử đốt nóng bị hao mòn, do vậy dòng điện tác động của rơ le nhiệt bị giảm đi so với chế tạo
2	Một pha rơ le nhiệt không	Do tiếp xúc hoặc phần tử nối tiếp

	tác động	mạch động lực của một pha bị đứt
3	Rơ le nhiệt không tác động khi quá tải	- Do tiếp xúc hoặc phần tử đốt nóng của pha bị đứt - Dính tiếp điểm

b.Các bước sửa chữa rơ le nhiệt

Bước 1: Tháo aptômát ra khỏi bảng điện

- Tháo dây đấu vào rơ le nhiệt
- Tháo vít giữ để rơ le nhiệt
- Đưa rơ le nhiệt ra ngoài

Bước 2: Làm sạch bên ngoài rơ le nhiệt:

- Dùng dụng cụ làm sạch, giẻ lau ... để làm sạch bên ngoài.
- Yêu cầu làm sạch hết bụi bẩn, dầu mỡ bám vào rơ le nhiệt, đảm

bảo nơi làm việc khô ráo, sạch sẽ.

Bước 3: Tháo tác chi tiết ngoài

Trình tự tháo:

- Tháo hệ thống thanh lưỡng kim và phần tử đốt nóng
- Tháo hệ thống đòn bẩy.
- Tháo cần tác động
- Tháo lò xo phản kháng
- Tháo hệ thống tiếp điểm và núm điều chỉnh dòng

Chú ý:

- Sắp xếp các chi tiết thứ tự theo trình tự các bước tháo
- Trong quá trình tháo, không được tháo khỏi điều chỉnh dòng điện

tác động

Bước 4: Làm sạch các chi tiết sau khi tháo:

- Làm sạch vỏ
- Làm sạch các tiếp điểm, thanh đốt nóng

Chú ý: Cần thận không làm biến dạng các tiếp điểm, hay làm đứt các phần tử đốt nóng

Bước 5: Ra quyết định

TT	Các hư hỏng	Biện pháp khắc phục
1	Dòng điện làm việc vẫn ở chế độ định mức nhưng sau một thời gian rơ le nhiệt tác động	- Phần tử đốt nóng bị hao mòn quá thì thay phần tử đốt nóng khác - Nếu hao mòn ít thì điều chỉnh tăng dòng tác động. chú ý trường hợp này phải thử nghiệm lại dòng tác động đúng định mức
2	Một pha rơ le nhiệt không thông mạch	Nối lại phần dây bị đứt

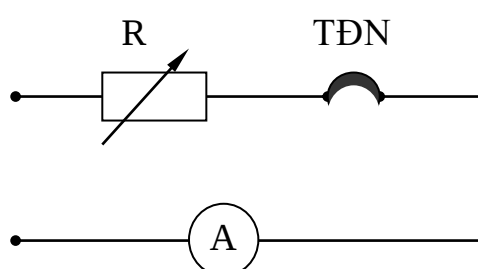
3	Rơ le nhiệt không tác động khi xảy ra quá tải	- Tháo phần tiếp xúc kém ra làm sạch phần tiếp xúc, xiết chặt vít lại tại vị trí tiếp xúc kém Tách tiếp điểm bị dính ra, dùng giấy nhám đánh lại phần đầu tiếp điểm để tăng cường tiếp xúc
---	---	---

Bước 6: Lắp rơ le nhiệt.

Trình tự lắp rơ le nhiệt ngược lại với trình tự tháo

Bước 7 : Kiểm tra dòng tác động của rơ le nhiệt

Để điều chỉnh dòng tác động của rơ le nhiệt, ta mắc rơ le nhiệt vào nguồn UN theo sơ đồ sau (nên sử dụng nguồn điện áp thấp)



Ta điều chỉnh thay đổi giá trị biến trở R sao cho đồng hồ ampe kế chỉ 1,2 dòng điện định mức của thiết bị. Chờ một khoảng thời gian từ 1 đến 2 phút xem rơ le có tác động hay không. Nếu không tác động ta phải chỉnh lại dòng thông qua nút điều chỉnh của rơ le rồi thực hiện tương tự cho đến khi nào rơ le nhiệt tác động trong khoảng thời gian từ 1 đến 2 phút thì dừng lại.

c, Sửa chữa thiết bị chống dòng điện rò

Hư hỏng, các nguyên nhân gây hư hỏng và biện pháp khắc phục

TT	Hiện tượng	Nguyên nhân	Biện pháp khắc phục
1	Một pha của aptomat bảo vệ so lệch không thông mạch	- Do tiếp xúc tại vị trí tiếp điểm động và tĩnh của một pha Do tiếp điểm động hoặc tiếp điểm tĩnh của một pha bị cháy	- Dùng đồng hồ ôm mét kiểm tra thông mạch, xác định tiếp điểm bị tiếp xúc, chỉnh lại cho tiếp xúc. - Thay thế mới
2	Thông mạch ở hai pha cạnh nhau	Do cách điện của vỏ giữa pha bị đánh thủng	Thay thế mới
3	Dòng so lệch có giá	- Do bị đứt hoặc	Thay thế mới

trị lớn hơn trị số bảo vệ nhưng aptomat không tác động	cuộn dây phần ứng bị cháy - Hồng rơ le điện từ	
--	---	--

Chương 6. Khí cụ điện điều khiển

1 Nút ấn

1.1 Khái quát và công dụng:

Nút nhấn còn gọi là nút điều khiển là một loại khí cụ điện dùng để đóng ngắt từ xa các thiết bị điện từ khác nhau; các dụng cụ báo hiệu và cũng để chuyển đổi các mạch điện điều khiển, tín hiệu liên động bảo vệ ... Ở mạch điện một chiều điện áp đến 440V và mạch điện xoay chiều điện áp 500V, tần số 50Hz; 60Hz, nút nhấn thông dụng để khởi động, đảo chiều quay động cơ điện bằng cách đóng và ngắt các cuộn dây của công tắc tơ nối cho động cơ.

Nút nhấn thường được đặt trên bảng điều khiển, ở tủ điện, trên hộp nút nhấn. Nút nhấn thường được nghiên cứu, chế tạo làm việc trong môi trường không ẩm ướt, không có hơi hóa chất và bụi bẩn.

Nút nhấn có thể bền tới 1.000.000 lần đóng không tải và 200.000 lần đóng ngắt có tải. Khi thao tác nhấn nút cần phải dứt khoát để mở hoặc đóng mạch điện.

1.2 Phân loại và cấu tạo:

Cấu tạo:

Nút nhấn gồm hệ thống lò xo, hệ thống các tiếp điểm thường hở – thường đóng và vỏ bảo vệ.

Khi tác động vào nút nhấn, các tiếp điểm chuyển trạng thái; khi không còn tác động, các tiếp điểm trở về trạng thái ban đầu.

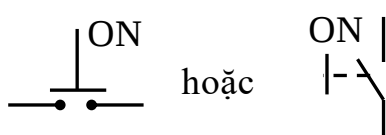
Phân loại:

Nút nhấn được phân loại theo các yếu tố sau:

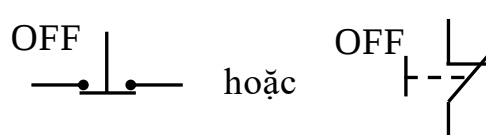
✓ Phân loại theo chức năng trạng thái hoạt động của nút nhấn, có các loại:

- Nút nhấn đơn: Mỗi nút nhấn chỉ có một trạng thái (ON hoặc OFF)

Ký hiệu:



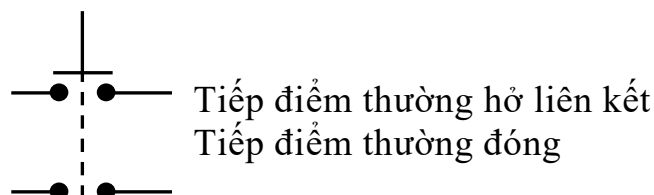
Tiếp điểm thường hở



Tiếp điểm thường đóng

- Nút nhấn kép: Mỗi nút nhấn có hai trạng thái (ON và OFF)

Ký hiệu:



Trong thực tế, để dễ dàng sử dụng vào tháo ráp lắp lẫn trong quá trình sửa chữa, thường người ta dùng nút nhấn kép, ta có thể dùng nó như là dạng nút nhấn ON hay OFF.

✓ Phân loại theo hình dạng bên ngoài, người ta chia nút nhấn ra thành 4 loại:

- + Loại hở.
- + Loại bảo vệ.
- + Loại bảo vệ chống nước và chống bụi.

Nút ấn kiểu bảo vệ chống nước được đặt trong một hộp kín khít để tránh nước lọt vào.

Nút ấn kiểu bảo vệ chống bụi nước được đặt trong một vỏ cacbon đúc kín khít để chống ẩm và bụi lọt vào.

- + Loại bảo vệ khỏi nổ.

Nút ấn kiểu chống nổ dùng trong các hầm lò, mỏ than hoặc ở nơi có các khí nổ lẫn trong không khí. Cấu tạo của nó đặc biệt kín khít không lọt được tia lửa ra ngoài và đặc biệt vững chắc để không bị phá vỡ khi nổ.

✓ Theo yêu cầu điều khiển người ta chia nút ấn ra 3 loại: một nút, hai nút, ba nút.

✓ Theo kết cấu bên trong:

- Nút ấn loại có đèn báo.
- Nút ấn loại không có đèn báo.

1.3. Các thông số kỹ thuật của nút nhấn:

U_{dm} : điện áp định mức của nút nhấn.

I_{dm} : dòng điện định mức của nút nhấn.

Trị số điện áp định mức của nút nhấn thường có giá trị $< 500V$.

Trị số dòng điện định mức của nút nhấn thường có giá trị $< 5A$

Hình dạng của một số dạng nút nhấn:



Hình 2.27 Hình dáng của một số loại nút ấn

2 Bộ không chế

1. Công dụng và phân loại

a. Công dụng

Bộ không chế là thiết bị chuyển đổi các tiếp điểm mạch điện bằng các cơ cấu cơ khí (cơ cấu cam) theo chương trình nhất định. Nó được điều khiển bằng tay gạt hoặc vô lăng, điều khiển trực tiếp hoặc gián tiếp từ xa,

thực hiện chuyển đổi mạch điện phức tạp để điều khiển khởi động, điều chỉnh tốc độ, đảo chiều quay, hãm... các máy điện và thiết bị điện

Bộ không chế được chia thành bộ không chế động lực để điều khiển trực tiếp, bộ không chế chỉ huy để điều khiển gián tiếp từ xa

Bộ không chế động lực: để điều khiển trực tiếp động cơ công suất bé và trung bình ở các chế độ làm việc khác nhau để đơn giản thao tác cho người vận hành (thợ lái tàu điện, cần trục...)

Bộ không chế chỉ huy: được dùng để điều khiển gián tiếp các động cơ điện có công suất lớn chuyển đổi mạch điều khiển các cuộn dây của công tắc tơ, khởi động từ. Đôi khi nó cũng dùng để đóng ngắt trực tiếp các động cơ điện công suất bé, nam châm điện và các bộ phận khác

Về nguyên lý bộ không chế chỉ huy không khác gì bộ không chế động lực, mà nó chỉ có hệ thống tiếp điểm bé, nhẹ, nhỏ hơn và sử dụng ở mạch điều khiển.

b. Phân loại

- Theo kết cấu có các loại:
 - Bộ không chế hình trống
 - Bộ không chế hình cam
- Theo dạng dòng điện có các loại:
 - Bộ không chế điện xoay chiều
 - Bộ không chế điện một chiều

2. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của bộ không chế

a. Cấu tạo

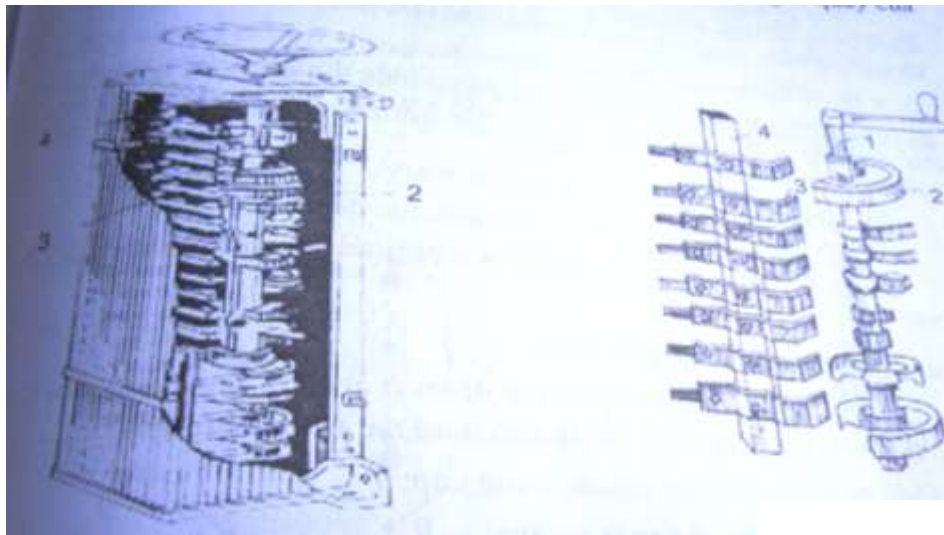
Bộ không chế gồm trục quay chính trên đó có gắn các bánh cam với biên hình khác nhau và hệ thống tiếp điểm. Các bánh cam sẽ đóng ngắt các cụm tiếp điểm theo một chương trình nhất định phụ thuộc vào góc quay của trục chính.

b. Nguyên lý làm việc

Khi đặt tay quay ở vị trí giữa, tùy theo vị trí cam mà có tiếp điểm đóng hoặc tiếp điểm mở (h2.28). Giả sử khi ở vị trí không, cam số 2 tỳ lên tiếp điểm động số 3 làm cho tiếp điểm số 3 mở không tiếp xúc với tiếp điểm số 4. Khi xoay tay quay sang vị trí phải, cam số 2 xoay đi một góc, phần lõm của cam số 2 không tỳ vào tiếp điểm động số 3, làm cho tiếp điểm động số 3 chuyển động tiếp xúc với tiếp điểm động số 4, dẫn đến tiếp điểm 3 và 4 thông mạch với nhau.

Khi xoay tay quay về vị trí ban đầu, cam số 2 quay đi một góc. Phần lồi của cam số 2 lại tỳ lên tiếp điểm động số 3 làm cho tiếp điểm động số 3 mở, không tiếp xúc với tiếp điểm số 4.

Tùy theo yêu cầu và kết cấu của bộ khống chế, kết cấu của cam và góc độ đặt cam mà ở mỗi vị trí có một hay nhiều tiếp điểm đóng.



Hình 2.28 Cấu tạo của bộ khống chế

3. Các thông số kỹ thuật của bộ khống chế

- Tần số thao tác: tần số thao tác bộ khống chế hình trống bé, bởi vì tiếp điểm động và tiếp điểm tĩnh có hình dạng tiếp xúc trượt dễ bị mài mòn. Bộ khống chế hình cam có tần số thao tác lớn hơn (hơn 1000 lần/giờ)

- Hệ số thông điện: $DL = 40\%$

- Các bộ khống chế động lực để điều khiển động cơ xoay chiều ba pha rô to dây quấn có công suất tới 100kW (ở 380V), động cơ điện một chiều có công suất 80kW (ở 440V)

- Điện áp bộ khống chế chỉ huy đến 500V.

- Tiếp điểm có dòng điện làm việc liên tục đến 10A.

- Dòng điện ngắn mạch một chiều phụ tải điện cảm đến 1,5A ở điện áp 220V

3 Công tắc tơ – Khởi động từ

3.1 Công tắc tơ

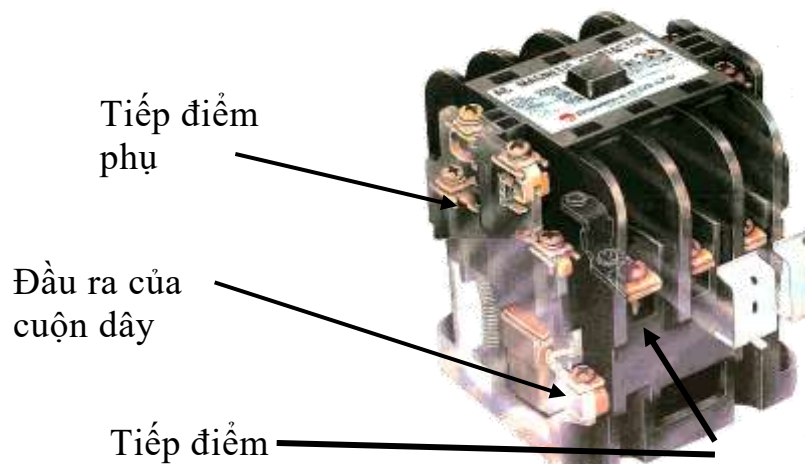
A. Khái niệm

Công tắc tơ là một loại khí cụ điện dùng để đóng ngắt các tiếp điểm, tạo liên lạc trong mạch điện bằng nút nhấn. Như vậy khi sử dụng công tắc tơ ta có thể điều khiển mạch điện từ xa có phụ tải với điện áp đến 500V và dòng là 600A (vị trí điều khiển, trạng thái hoạt động của công tắc tơ rất xa vị trí các tiếp điểm đóng ngắt mạch điện).

Phân loại công tắc tơ tùy theo các đặc điểm sau:

- Theo nguyên lý truyền động: ta có công tắc tơ kiểu điện từ (truyền điện bằng lực hút điện từ), kiểu hơi ép, kiểu thủy lực. Thông thường sử dụng công tắc tơ kiểu điện từ.

- Theo dạng dòng điện: công tắc tơ một chiều và công tắc tơ xoay chiều (công tắc tơ 1 pha và 3 pha).



Hình 2.12 Hình dáng một số kiểu Côngtắctơ

B. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

1. Cấu tạo:

Công tắc tơ được cấu tạo gồm các thành phần : cơ cấu điện từ (nam châm điện), hệ thống dập hồ quang, hệ thống tiếp điểm (tiếp điểm chính và phụ).

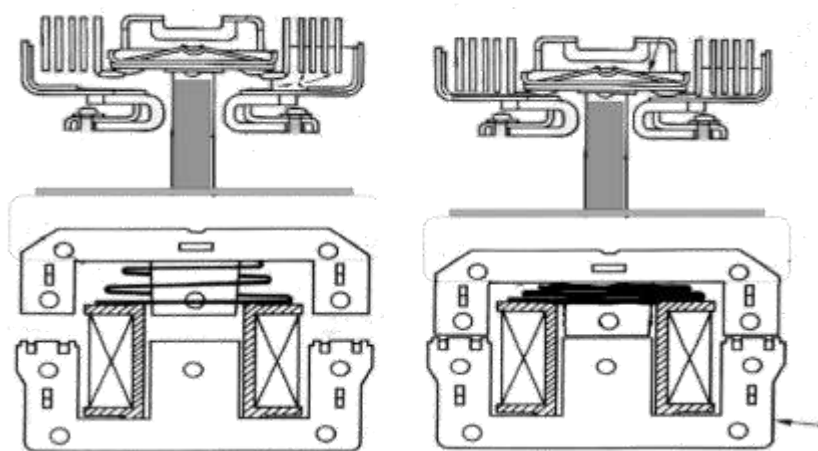
a. Nam châm điện:

Nam châm điện gồm có 4 thành phần:

- Cuộn dây dùng tạo ra lực hút nam châm.
- Lõi sắt (hay mạch từ) của nam châm gồm hai phần: phần cố định, và phần nắp di động. Lõi thép nam châm có thể có dạng EE, EI hay dạng CI.
- Lò xo phản lực có tác dụng đẩy phần nắp di động trở về vị trí ban đầu khi ngừng cung cấp điện vào cuộn dây.

b. Hệ thống dập hồ quang điện:

Khi công tắc tơ chuyển mạch, hồ quang điện sẽ xuất hiện làm các tiếp điểm bị cháy, mòn dần. Vì vậy cần có hệ thống dập hồ quang gồm nhiều vách ngăn làm bằng kim loại đặt bên cạnh hai tiếp điểm tiếp xúc nhau, nhất là ở các tiếp điểm chính của công tắc tơ.



Trạng thái nam châm chưa hút Trạng thái nam châm tạo lực hút

Hình 2.13 Trạng thái của nam châm

c. Hệ thống tiếp điểm của công tắc tơ:

Hệ thống tiếp điểm liên hệ với phần lõi từ di động qua bộ phận liên động về cơ. Tùy theo khả năng tải dẫn qua các tiếp điểm, ta có thể chia các tiếp điểm của công tắc tơ thành hai loại:

- Tiếp điểm chính: có khả năng cho dòng điện lớn đi qua (từ 10A đến vài nghìn A, thí dụ khoảng 1600A hay 2250A). Tiếp điểm chính là

tiếp điểm thường hở đóng lại khi cấp nguồn vào mạch từ của công tắc tơ làm mạch từ công tắc tơ hút lại.

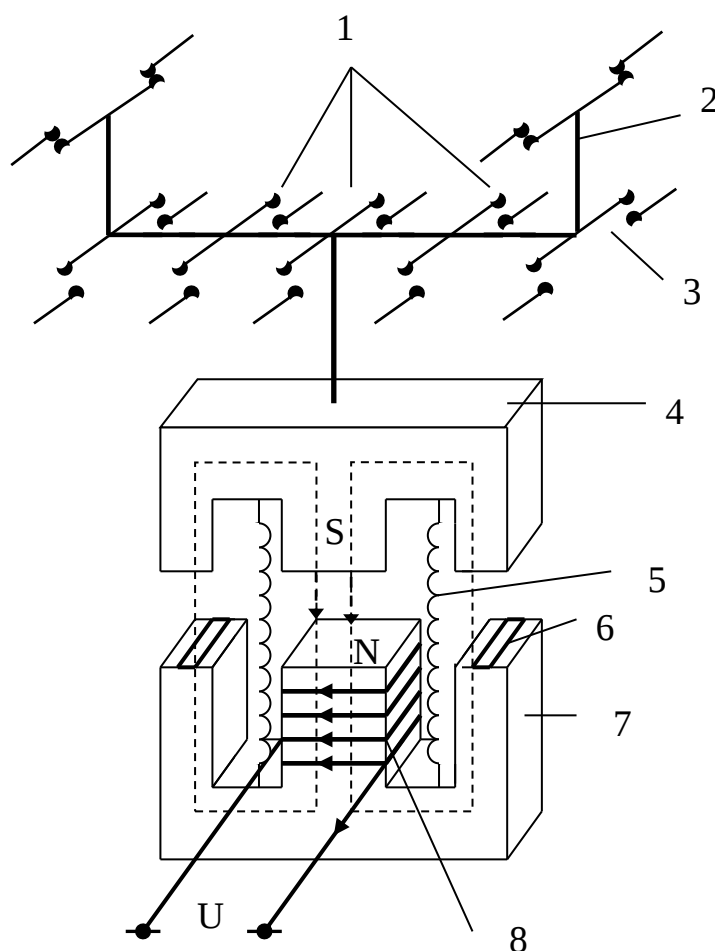
- Tiếp điểm phụ: có khả năng cho dòng điện đi qua các tiếp điểm nhỏ hơn 5A. Tiếp điểm phụ có hai trạng thái: thường đóng và thường hở,

Tiếp điểm thường đóng là loại tiếp điểm ở trạng thái đóng (có liên lạc với nhau giữa hai tiếp điểm) khi cuộn dây nam châm trong công tắc tơ ở trạng thái nghỉ (không được cung cấp điện). Tiếp điểm này hở ra khi công tắc tơ ở trạng thái hoạt động. Ngược lại là tiếp điểm thường hở.

Như vậy, hệ thống tiếp điểm chính thường được lắp trong mạch điện động lực, còn các tiếp điểm phụ sẽ lắp trong hệ thống mạch điều khiển (dùng điều khiển việc cung cấp điện đến các cuộn dây nam châm của các công tắc tơ theo quy trình định trước).

Theo một số kết cấu thông thường của công tắc tơ, các tiếp điểm phụ có thể được liên kết cố định về số lượng trong mỗi bộ công tắc tơ, tuy nhiên cũng có một vài nhà sản xuất chỉ bố trí cố định số tiếp điểm chính trên mỗi công tắc tơ, còn các tiếp điểm phụ được chế tạo thành những khối rời riêng lẻ. Khi cần sử dụng ta chỉ ghép thêm vào trên công tắc tơ, số lượng tiếp điểm phụ trong trường hợp này có thể bố trí tùy ý.

2. Nguyên lý hoạt động của công tắc tơ:



Hình 2.14 Cấu tạo của Công tắc

Khi cuộn hút của công tắc tơ chưa được cấp điện, lò so 5 đẩy lõi thép động số 4 tách xa khỏi lõi thép tĩnh. Các cặp tiếp điểm chính 1 và tiếp điểm phụ 3 ở trạng thái mở, cặp tiếp điểm phụ 2 ở trạng thái đóng. Vì vậy tiếp điểm phụ (1) và (3) gọi là tiếp điểm thường mở.

Khi cấp điện cho cuộn hút, trong cuộn hút sẽ có dòng điện chạy qua. Dòng điện này sẽ sinh ra từ thông móc vòng qua cả hai lõi thép và khép kín mạch từ. Chiều và trị số của từ thông sẽ biến thiên theo chiều và trị số của dòng điện sinh ra nó, nhưng xét tại một thời điểm nhất định thì từ thông đi qua bề mặt tiếp xúc của hai lõi thép là cùng chiều nên sẽ tạo thành ở hai bề mặt này hai cực N – S trái dấu (cực nào có chiều từ thông đi vào là cực nam còn cực nào có chiều từ thông đi ra là cực bắc). Kết quả là lõi thép động sẽ bị hút về phía lõi thép tĩnh, kéo theo tay đòn 2 làm cho các tiếp điểm chính 1 và tiếp điểm phụ 3 đóng lại, tiếp điểm phụ 2 mở ra. Khi cắt điện vào cuộn hút, lò so hồi vị đẩy lõi thép động 4 về vị trí ban đầu.

Hình vẽ trên minh họa cực tính của bề mặt tiếp xúc giữa hai lõi thép tại thời điểm dòng điện chạy trong cuộn dây có chiều như hình vẽ.

Kết luận:

- Khi cuộn hút được cấp điện thì hai lõi thép sẽ biến thành “nam châm điện” và luôn có xu thế hút nhau, không phụ thuộc vào chiều dòng điện chạy trong cuộn dây. Tức là không phụ thuộc vào nguồn điện cấp cho cuộn dây là điện một chiều hay điện xoay chiều.

- Thông qua việc đóng cắt điện cho cuộn hút (dòng điện này thường rất nhỏ) mà ta có thể đóng cắt được các phụ tải tiêu thụ dòng rất lớn và có thể điều khiển từ xa được.

- Nếu công tắc tơ dùng với điện xoay chiều thì tại thời điểm dòng điện bằng không, từ thông do cuộn dây sinh ra sẽ bị triệt tiêu nên sẽ không có lực hút lõi động. Tức thời lò so sẽ đẩy lõi động về vị trí cũ gây ra hiện tượng rung động. Để khắc phục nhược điểm này người ta thường đặt vào bề mặt tiếp xúc một vòng ngắn mạch. Từ thông của vòng ngắn mạch luôn lệch pha so với từ thông chính của cuộn dây sinh ra nó và sẽ giúp cho hai lõi thép hút nhau ngay cả thời điểm dòng điện bằng không. Vì vậy vòng ngắn mạch còn được gọi là vòng chống rung.

- Thông qua việc đóng cắt điện cho cuộn hút của công tắc tơ mà ta có thể đóng cắt được hàng loạt các tiếp điểm có khả năng chịu được dòng điện lớn. Tức là ta có thể dùng công tắc tơ để đóng cắt phụ tải ba pha thay cho cầu dao hoặc áp tô mát mà việc đóng cắt rất nhẹ nhàng, đơn giản. Đây chính là ưu điểm nổi bật của công tắc tơ.

C. Các thông số kỹ thuật của công tắc tơ.

Khi chọn công tắc tơ cần chú ý các thông số kỹ thuật sau:

- Dòng điện định mức trên công tắc tơ (A). Đây là dòng điện lớn nhất cho phép công tắc tơ làm việc trong thời gian lâu dài mà không bị hư hỏng. Đối với mỗi công tắc tơ thì dòng điện này phụ thuộc vào điện áp làm việc của công tắc tơ (lưu ý là điện áp làm việc của tiếp điểm chứ không phải điện áp của cuộn hút). Về nguyên tắc khi chọn công tắc tơ thì dòng điện định mức của công tắc tơ không được nhỏ hơn dòng điện tính toán của phụ tải. Dòng điện này chủ yếu do tiếp điểm của công tắc tơ quyết định.

Để tiết kiệm người ta chọn $I_{dm} = (1,2 - 1,5) \cdot I_{tt}$

- Điện áp định mức của công tắc tơ (V). Đây là điện áp cách điện an toàn giữa các bộ phận tiếp điện với vỏ của công tắc tơ. Điện áp này không được chọn nhỏ hơn điện áp cực đại của lưới điện.

- Điện áp định mức của cuộn hút (V). Điện áp này được lựa chọn phải phù hợp với điện áp của mạch điều khiển. Ví dụ: mạch điều khiển sử dụng điện áp 220V-AC thì phải chọn công tắc tơ có điện áp định mức cuộn hút là 220V-AC...

- Tuổi thọ của công tắc tơ: Được tính bằng số lần đóng cắt (tính trung bình) kể từ khi dùng cho đến khi hỏng. Tuổi thọ được chia làm hai loại: Tuổi thọ về điện và tuổi thọ cơ khí. Kinh nghiệm cho thấy tuổi thọ điện thấp hơn tuổi thọ cơ khí.

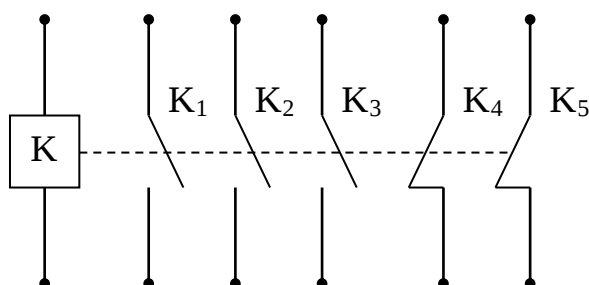
- Tần số đóng cắt lớn nhất cho phép. Thường được tính bằng số lần đóng cắt lớn nhất cho phép trong 1 giờ.

- Môi trường làm việc của công tắc tơ: Nếu môi trường làm việc của công tắc tơ khô ráo thì ta có thể lựa chọn công tắc tơ loại hở. Còn nếu môi trường làm việc của công tắc tơ có độ ẩm cao (ví dụ trong trạm bơm nước) thì ta phải lựa chọn công tắc tơ loại kín để an toàn cho người vận hành và bảo vệ cho cuộn dây khỏi bị ẩm ướt dẫn đến chập chập

- Số lượng các cặp tiếp điểm chính phụ: Tùy thuộc vào phụ tải (một pha hay ba pha) và sự liên động của công tắc tơ với các thiết bị khác trong hệ thống.

Trên sơ đồ nguyên lý, các tiếp điểm và cuộn hút được ký hiệu như sau:
Trong đó:

- K là cuộn hút của công tắc tơ
- K_1, K_2, K_3 là tiếp điểm thường mở
- K_4, K_5 là tiếp điểm thường đóng



2. Khởi động từ

A. Khái niệm về khởi động từ

Khởi động từ là một khí cụ điện được dùng để điều khiển từ xa việc đóng, cắt, đảo chiều quay và bảo vệ quá tải (nếu có lắp thêm rơ le nhiệt) động cơ điện ba pha rô to lồng sóc. Khởi động từ có một công tắc tơ gọi là khởi động từ đơn, thường dùng để đóng ngắt động cơ điện. Khởi động từ có hai công tắc tơ gọi là khởi động từ kép, dùng để điều khiển đảo chiều quay động cơ điện. Muốn bảo vệ ngắn mạch thường phải lắp thêm cầu chì.

Độ bền điện và bền cơ của các tiếp điểm.

a, Độ bền chịu mòn về điện

Độ mòn tiếp điểm về điện lớn nhất khi khởi động từ mở máy động cơ điện không đồng bộ rô to lồng sóc, do hồ quang sinh ra khi các tiếp điểm động tác động vào tiếp điểm tĩnh bị chấn động bật trở lại. Lúc này dòng điện đi qua khởi động từ từ 6 ÷ 7 lần dòng điện định mức, do đó hồ quang điện cũng ứng với dòng điện đó.

Trong chế tạo, ngày nay người ta dùng kết cấu tiếp điểm bắc cầu để giảm bớt thời gian chấn động thứ nhất, đồng thời làm tiếp điểm động có trọng lượng bé và tăng cường lò xo nén ban đầu lên tiếp điểm. Giảm thời gian chấn động thứ hai bằng cách đặt đệm lò xo vào lõi thép tĩnh, đồng thời với việc nâng cao độ bền chịu mài mòn về cơ của nam châm điện

Tình trạng bề mặt làm việc của các tiếp điểm cũng ảnh hưởng rõ rệt đến mức độ mài mòn. Điều này thường xảy ra trong quá trình sử dụng và nhất là do chất lượng sửa chữa bảo dưỡng tiếp điểm. Hiện tượng cong, vênh, nghiêng các bề mặt tiếp điểm làm tiếp xúc xấu dẫn tới giảm nhanh cường độ bền chịu mòn của tiếp điểm. Để giảm ảnh hưởng của hiện tượng

này, người ta chế tạo tiếp điểm động có đường kính bé hơn tiếp điểm tĩnh một chút và có mặt cầu

b, Độ mòn chịu bền về cơ

Cũng như hầu hết các khí cụ điện hạ áp, các chi tiết động của khởi động từ làm việc không có dầu mỡ bôi trơn, tức là làm việc khô. Do đó phải chọn vật liệu ít bị mòn do ma sát và không bị gỉ. Ngày nay người ta thường dùng kim loại – nhựa có độ bền chịu mòn cao, có thể gấp 200 lần độ mòn giữa kim loại – kim loại.

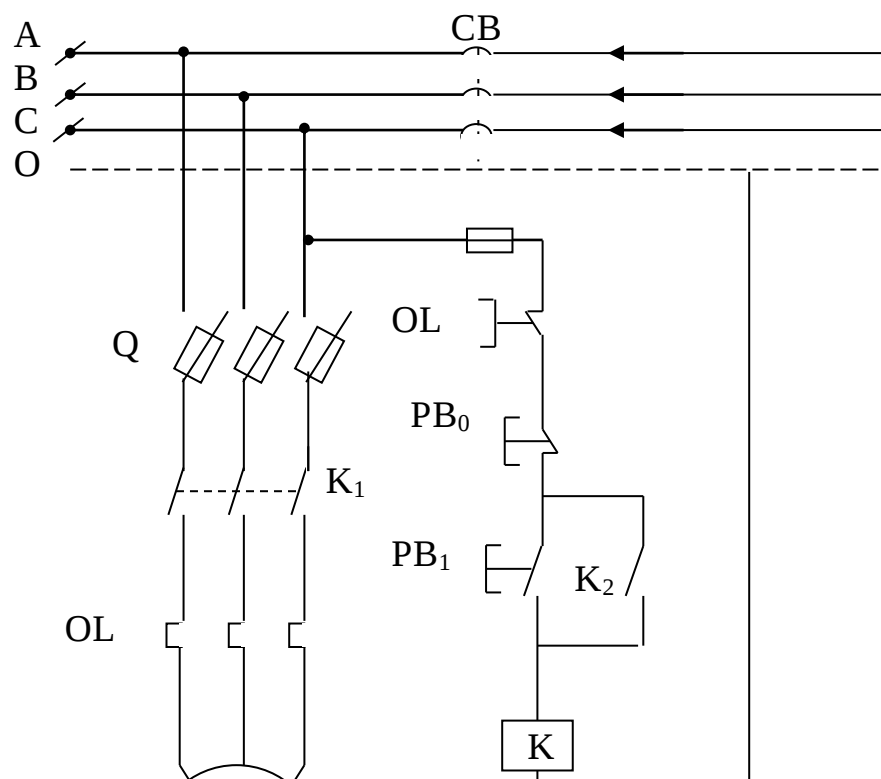
Các yếu tố ảnh hưởng tới độ bền chịu mài mòn về cơ của khởi động từ thường là:

- Kiểu kết cấu (cách bố trí các bộ phận cơ bản)
- Phụ tải riêng ở chỗ có ma sát và va đập
- Hệ thống giảm chấn động của nam châm

C. Ứng dụng

1. Khởi động từ đơn và hai nút nhấn:

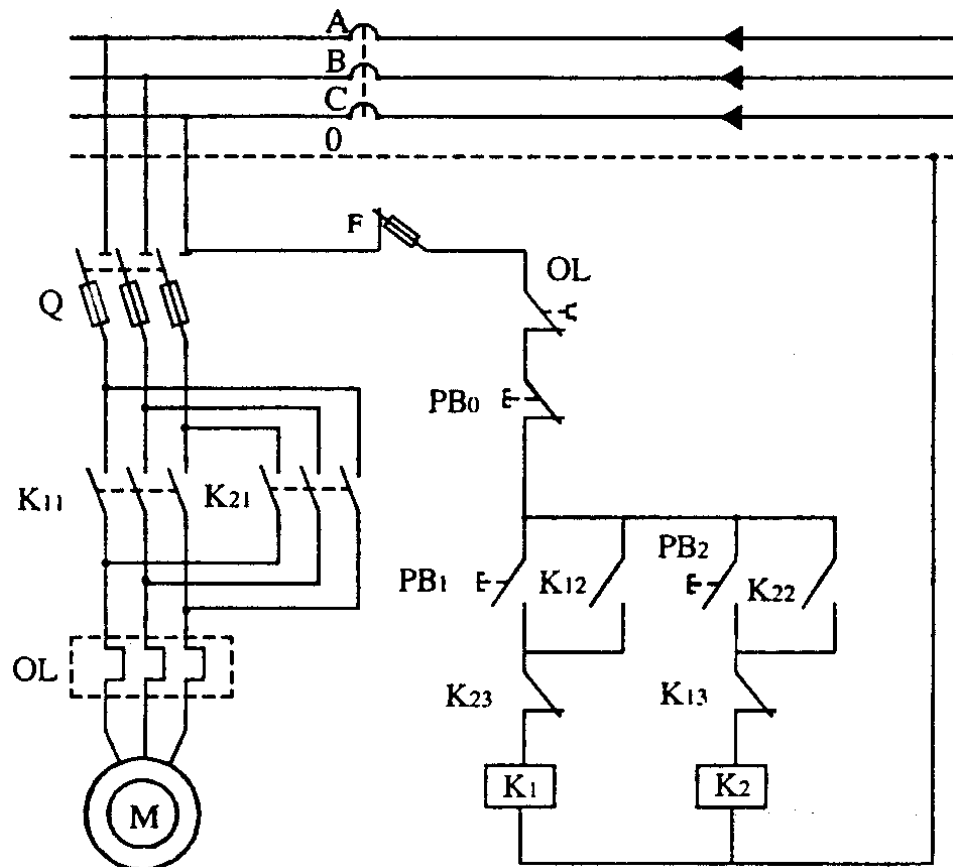
Khi cung cấp điện áp cho cuộn dây bằng nhấn nút khởi động PB_1 , cuộn dây công tắc tơ có điện hút lõi thép di động và mạch từ khép kín lại; làm đóng các tiếp điểm chính K_1 để khởi động động cơ và đóng tiếp điểm phụ thường mở K_2 để duy trì mạch điều khiển khi buông tay khỏi nút nhấn khởi động. Khi nhấn nút dừng PB_0 , khởi động từ bị ngắt điện, dưới tác dụng của lực lò xo nén làm phần lõi từ di động trở về vị trí ban đầu; các tiếp điểm trở về trạng thái thường mở. Động cơ dừng hoạt động. Khi có sự cố quá tải động cơ, rơle nhiệt sẽ thao tác làm ngắt mạch điện cuộn dây, do đó cũng ngắt khởi động từ và dừng động cơ điện.



Hình 1.15 Sơ đồ mạch điện khởi động từ đơn

Khởi động từ đảo chiều và ba nút nhấn:

Sơ đồ nguyên lý



Hình 2.16 Sơ đồ mạch điện đảo chiều quay động cơ bằng khởi động từ kép

Khi nhấn nút nhấn PB_1 , cuộn dây công tắc tơ K_1 có điện hút lõi thép di động và mạch từ khép kín lại; làm đóng các tiếp điểm chính K_{11} để khởi động động cơ quay theo chiều thuận và đóng tiếp điểm phụ thường mở K_{12} để duy trì mạch điều khiển khi buông tay khỏi nút nhấn khởi động PB_1 .

Để đảo chiều quay động cơ, ta nhấn nút nhấn PB_2 cuộn dây công tắc tơ K_1 mất điện, cuộn dây công tắc tơ K_2 có điện hút lõi thép di động và mạch từ khép kín lại; làm đóng các tiếp điểm chính K_{21} , lúc này trên mạch động lực đảo hai dây trong ba pha điện làm cho động cơ đảo chiều quay ngược lại và tiếp điểm phụ thường mở K_{22} đóng lại để duy trì mạch điều khiển khi buông tay khỏi nút nhấn khởi động PB_2 .

Quá trình đảo chiều quay được lặp lại như trên.

Khi nhấn nút dừng PB_0 , công tắc tơ K_1 (hoặc K_2) bị ngắt điện, động cơ dừng hoạt động.

Khi có sự cố quá tải động cơ, role nhiệt sẽ thao tác làm ngắt mạch điện cuộn dây, do đó cũng ngắt khởi động từ và dừng động cơ điện. Sơ đồ trên có thể thực hiện cả khóa liên động điện bằng các tiếp điểm phụ thường đóng của bản thân hai khởi động từ này.

3 Rơ le trung gian

3.1 Khái niệm và cấu tạo:

Rơ-le trung gian là một khí cụ điện dùng trong lĩnh vực điều khiển tự động, cơ cấu kiểu điện từ. Rơ-le trung gian đóng vai trò điều khiển trung gian giữa các thiết bị điều khiển (công tắc tơ, rơ-le thời gian...).



Hình 2.29 Một số loại Role trung gian

Rơ-le trung gian gồm các bộ phận chính sau:

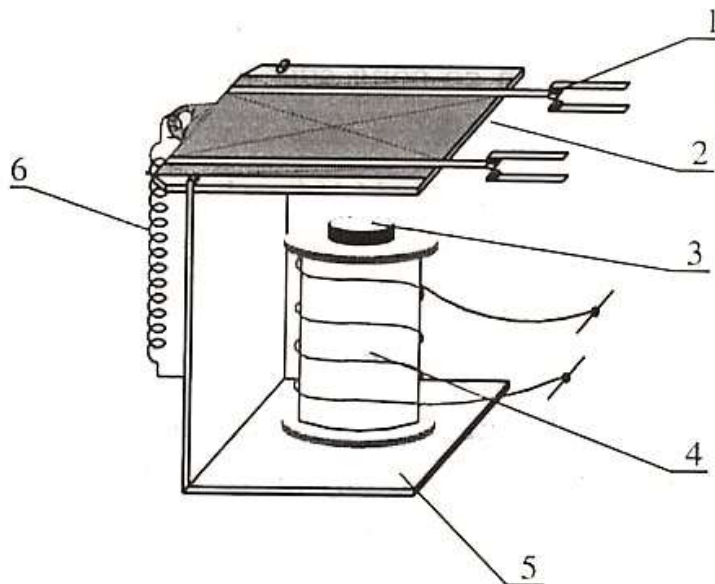
- Lõi thép tĩnh thường được gắn cố định với thân (vỏ) của rơ le trung gian. Với rơ le trung gian cỡ nhỏ thì lõi thép tĩnh thường là một khối thép hình trụ lồng qua cuộn dây.
- Lá thép động có gắn tiếp điểm động. Ở trạng thái cuộn hút chưa có điện lá thép động được tách xa khỏi lõi thép tĩnh nhờ lò xo hồi vị
- Cuộn dây (cuộn hút) được lồng vào lõi thép tĩnh có thể làm việc với dòng điện một chiều hoặc xoay chiều.

3.2 Nguyên tắc hoạt động

Nguyên tắc hoạt động của rơ-le trung gian tương tự như nguyên lý hoạt động của công tắc tơ. Khi cấp điện áp bằng giá trị điện áp định mức vào hai đầu cuộn dây của rơ-le trung gian (ghi trên nhãn), lực điện từ hút mạch từ kín lại, hệ thống tiếp điểm chuyển đổi trạng thái và duy trì trạng thái này (tiếp điểm thường đóng mở ra, tiếp điểm thường mở đóng lại). Khi ngưng cấp nguồn, mạch từ hở, hệ thống tiếp điểm trở về trạng thái ban đầu.

3.3 Nguyên lý hoạt động

Khi chưa đóng điện cho cuộn hút 4 lá thép động 2 chỉ chịu lực kéo của lò xo 6 làm cho tiếp điểm động tiếp xúc với tiếp điểm tĩnh phía trên tương ứng cặp tiếp điểm phía trên ở trạng thái đóng cặp tiếp điểm phía dưới ở trạng thái mở.



Hình 2. 30 Cấu tạo Role trung gian

Khi đóng điện cho cuộn hút 4 từ thông do cuộn hút sinh ra móc vòng qua cả lõi thép tĩnh 3 và lõi động 2 tạo thành 2 cực trái dấu ở bề mặt

tiếp xúc làm cho lõi động 2 bị hút về lõi thép tĩnh. Momen do lực hút này sinh ra thắng momen lực kéo của lò xo.

Kết quả là lõi thép động bị hút chặt vào lõi tĩnh, tương ứng cặp tiếp điểm phía trên ở trạng thái mở, cặp tiếp điểm phía dưới trạng thái đóng. Như vậy chỉ nhờ vào sự đóng cắt điện cho cuộn hút mà ta có thể thay đổi trạng thái của hàng loạt các tiếp điểm.

Điểm khác biệt giữa công tắc tơ và rơ-le có thể tóm lược như sau:

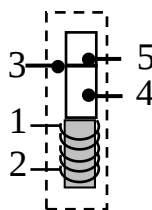
- Trong rơ-le ta chỉ có duy nhất một loại tiếp điểm có khả năng tải dòng điện nhỏ, sử dụng cho mạch điều khiển (tiếp điểm phụ).
- Trong rơ-le ta cũng có các loại tiếp điểm thường đóng và tiếp điểm thường mở, tuy nhiên các tiếp điểm không có buồng dập hồ quang (khác với hệ thống tiếp điểm chính trong công tắc tơ hay CB).

Các ký hiệu dùng cho rơ-le trung gian:

Trong quá trình lắp ráp các mạch điều khiển dùng rơ-le hay trong một số mạch điện tử trong công nghiệp, ta thường gặp các ký hiệu sau đây:

- Ký hiệu SPDT:

Ký hiệu này được viết tắt từ thuật ngữ SINGLE POLE DOUBLE THROW, rơ-le mang ký hiệu này có một cặp tiếp điểm, gồm tiếp điểm thường đóng và thường mở, cặp tiếp điểm này có một đầu chung.



SPDT

- Ký hiệu DPDT:

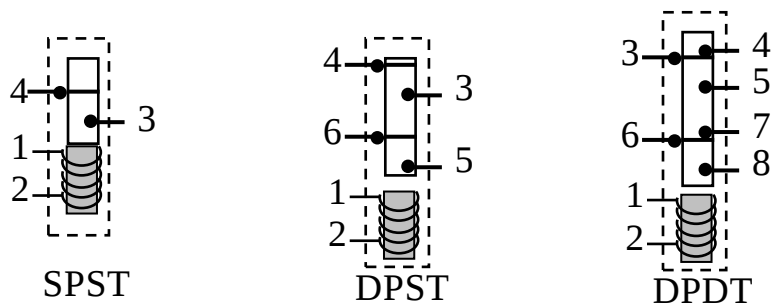
Ký hiệu này được viết tắt từ thuật ngữ DOUBLE POLE DOUBLE THROW, rơ-le mang ký hiệu này gồm có hai cặp tiếp điểm. Mỗi cặp tiếp điểm gồm tiếp điểm thường đóng và thường mở, cặp tiếp điểm này có một đầu chung.

- Ký hiệu SPST:

Ký hiệu này được viết tắt từ thuật ngữ SINGLE POLE SINGLE THROW, rơ-le mang ký hiệu này gồm có một tiếp điểm thường mở.

- Ký hiệu DPST:

Ký hiệu này được viết tắt từ thuật ngữ DOUBLE POLE SINGLE THROW, rơ-le mang ký hiệu này gồm có hai tiếp điểm thường mở.



Ngoài ra, các rơ-le khi được lắp ghép trong tủ điều khiển thường được lắp trên các đế chân ra. Tùy theo số lượng chân ra ta có các kiểu khác nhau: đế 8 chân, đế 11 chân, đế 14 chân...

3.4 Các thông số kỹ thuật và cách lựa chọn rơ le trung gian

Khi sử dụng rơ le trung gian trong mạch điện ta cần chú ý các thông số kỹ thuật sau:

- Dòng điện định mức trên rơ le trung gian (A), đây là dòng điện lớn nhất cho phép rơ le trung gian thì dòng điện định mức của nó không được nhỏ hơn dòng điện tính toán của phụ tải. Dòng điện này chủ yếu do tiếp điểm của rơ le trung gian quyết định.

Để tiết kiệm người ta thường chọn $I_{dm} = (1,2 \div 1,5) \cdot I_{tt}$.

Tuy nhiên rơ le trung gian đóng vai trò là trung gian trong mạch điều khiển thì thông số này không quan trọng lắm.

- Điện áp làm việc của rơ le trung gian (điện áp cách ly). Đây là điện áp cách ly an toàn giữa các bộ phận tiếp điện với vỏ của rơ le trung gian. Điện áp này không được chọn nhỏ hơn điện áp cực đại của lưới điện.

- Điện áp định mức của cuộn hút đối với rơ le trung gian (V). Điện áp này được lựa chọn phải phù hợp với điện áp của mạch điều khiển. Ví dụ: mạch điều khiển sử dụng điện áp 220V – AC thì ta phải chọn rơ le trung gian có điện áp định mức cuộn hút là 220V – AC.

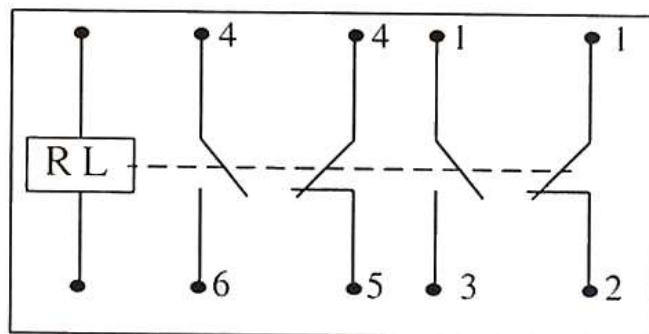
- Tuổi thọ của rơ le trung gian: được tính bằng số lần đóng cắt (tính trung bình) kể từ khi dùng cho đến khi hỏng.

- Tần số đóng cắt lớn nhất cho phép. Thường được tính bằng số lần đóng cắt lớn nhất cho phép trong 1 giờ.

- Số lượng các cặp tiếp điểm chính phụ tùy thuộc vào chức năng mà rơ le trung gian đảm nhiệm.

- Ký hiệu của rơ le trung gian trên sơ đồ:

RL: cuộn dây rơ le trung gian



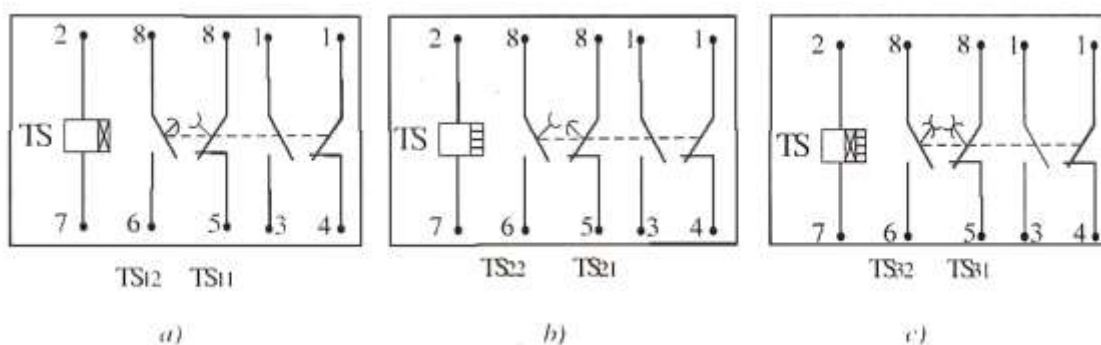
Hình 2.31 Ký hiệu Role trung gian

4 Rơ le thời gian

4.1 Khái niệm chung

Rơ le thời gian được dùng nhiều trong các mạch tự động điều khiển. Nó có tác dụng làm trễ quá trình đóng mở các tiếp điểm sau 1 khoảng thời gian chỉ định nào đó.

Thông thường rơ le thời gian không tác động (tức là đóng hoặc cắt) trực tiếp trên mạch động lực mà nó tác động gián tiếp qua mạch điều khiển, vì vậy dòng định mức qua các tiếp điểm trên rơ le thời gian không lớn, thường chỉ cỡ vài ampere. Bộ phận chính của rơ le thời gian là cơ cấu tác động trễ và hệ thống tiếp điểm.



Hình 2.32 Ký hiệu Role thời gian

Theo thời điểm trễ người ta chia thành 3 loại sau:

-Trễ vào thời điểm cuộn hút được đóng điện (hình 2.32a)

Loại này chỉ có tiếp điểm thường đóng mở chậm (TS11) hoặc thường mở đóng chậm (TS12).

-Trễ vào thời điểm cuộn hút mất điện (hình 2.32b)

Loại này chỉ có tiếp điểm thường đóng đóng chậm (TS21) hoặc thường mở mở chậm (TS22).

-Trễ vào cả hai thời điểm trên (hình 2.32c)

loại này có tiếp điểm thường đóng mở đóng chậm (TS31) hoặc thường mở đóng mở chậm (TS32).

Ngoài ra trên rơ le thời gian còn bố trí thêm tiếp điểm tác động tức thời như các cặp cực 2-3 hay 2-4 trong các sơ đồ sau.

Theo cơ cấu tác động trễ người ta chia thành các loại sau:

- Rơ le thời gian kiểu con lắc.

- Rơ le thời gian khí nén. Loại này thường được cài trực tiếp vào công tắc tơ.

- Rơ le thời gian điện từ.

- Rơ le thời gian điện tử. Loại này chế tạo từ bán dẫn vi mạch.

Các dạng tiếp điểm trên được minh họa qua giản đồ thời gian hình 2.33

Chú thích:

-TM: tiếp điểm thường mở. Khi cuộn hút chưa được cấp điện thì tiếp điểm này được đóng tức thời.

-TĐ: tiếp điểm thường đóng hoạt động ngược lại với tiếp điểm thường mở.

-TMĐC: tiếp điểm thường mở đóng chậm. Khi mạch hoặc cuộn hút chưa có điện nó ở trạng thái mở, khi cuộn hút chuyển sang trạng thái có điện thì một thời gian sau tiếp điểm này mới đóng lại (đóng chậm). Khi cuộn hút chuyển sang trạng thái mất điện thì tiếp điểm này lại mở tức thời.

-TĐMC: tiếp điểm thường đóng mở chậm, hoạt động ngược lại với tiếp điểm thường mở đóng chậm.

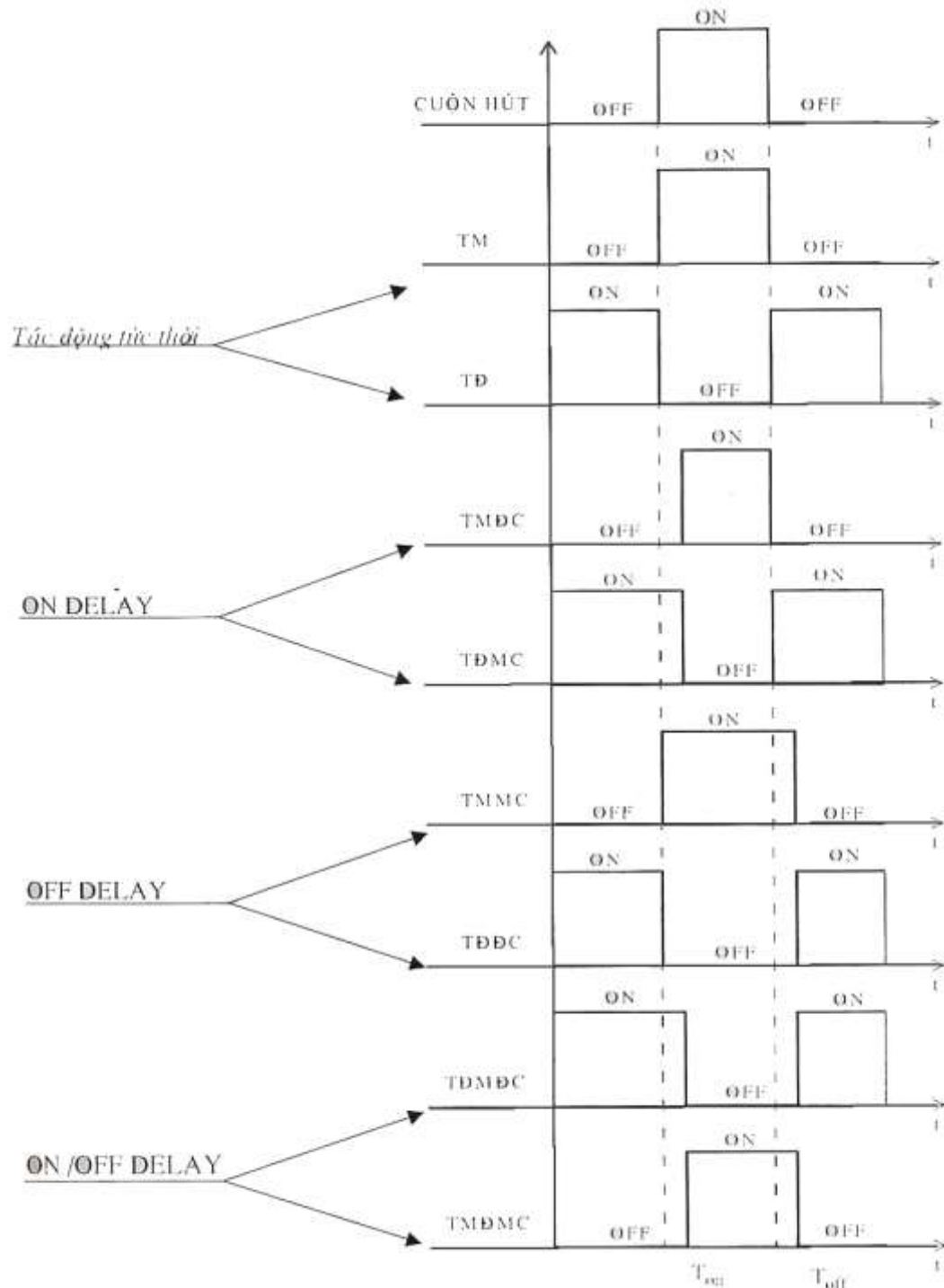
-TMMC: tiếp điểm thường mở mở chậm. Khi cuộn hút chưa có điện nó ở trạng thái mở, khi cuộn hút chuyển sang trạng thái có điện thì nó đóng tức thời (đóng nhanh). Khi cuộn hút chuyển sang trạng thái mất điện thì sau 1 thời gian tiếp điểm này mới mở ra (mở chậm).

-TĐĐC: tiếp điểm thường đóng đóng chậm hoạt động ngược lại với tiếp điểm thường mở mở chậm.

-TĐMĐC: tiếp điểm thường đóng mở đóng chậm. Khi cuộn hút chưa có điện nó ở trạng thái đóng, khi cuộn hút chuyển sang trạng thái có điện thì sau 1 thời gian nó mở ra (mở chậm). Khi cuộn hút chuyển sang trạng thái mất điện thì sau 1 thời gian tiếp điểm này mới đóng lại (đóng chậm).

-TMĐMC: tiếp điểm thường mở đóng mở chậm, hoạt động ngược lại với tiếp điểm thường đóng mở đóng chậm.

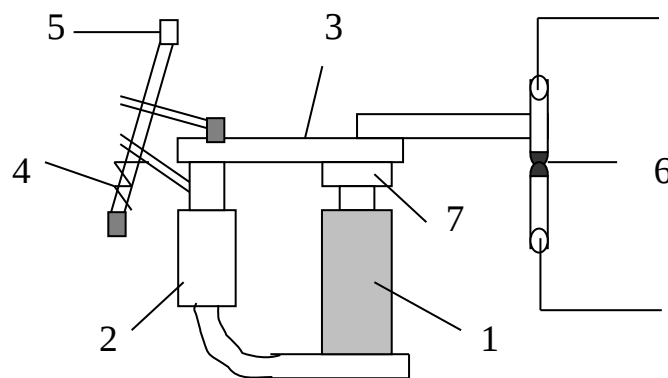
- T_{ON} – thời gian trễ khi cuộn hút đóng điện, T_{OFF} - thời gian trễ khi cuộn hút mất điện.



Hình 2.33 Thời gian tác động của Role thời gian

4.2 Cấu tạo rơ le thời gian điện tử

- | | |
|-----------------------|------------------------------|
| 1: Cuộn dây | 5: Vít điều chỉnh |
| 2: Ống đồng ngắn mạch | 6: Tiếp điểm |
| 3: Nắp phản ứng | 7: Lá đồng điều chỉnh khe hở |
| 4: Lò xo | |



Hình 2.34 Cấu tạo Role thời gian kiểu điện từ

4.3. Nguyên lý hoạt động kiểu rơ le thời gian kiểu điện từ

Lõi thép hình chữ U, bên phải quấn cuộn dây (1), bên trái là ống đồng ngắn mạch. Khi đưa điện áp vào hai đầu cuộn dây tạo nên từ thông Φ trong mạch sinh ra lực từ và nắp (3) được hút chặt vào phần cảm làm hệ thống tiếp điểm (6) đóng lại.

Khi cuộn dây mất điện, từ thông Φ giảm dần về không. Trong ống đồng xuất hiện dòng điện cảm ứng tạo nên từ thông chống lại sự giảm của từ thông Φ ban đầu. Kết quả là từ thông tổng trong mạch không bị triệt tiêu ngay sau khi mất điện.

Do từ thông trong mạch vẫn còn nên tiếp điểm vẫn duy trì trạng thái đóng thêm một khoảng thời gian nữa mới mở ra.

Vít (5) dùng điều chỉnh độ căng của lò xo, lá đồng mỏng (7) dùng điều chỉnh khe hở giữa nắp và phần cảm. Hai bộ phận này đều có tác dụng điều chỉnh thời gian tác động của rơ le.

4.4. Một số loại rơ le thời gian điện từ

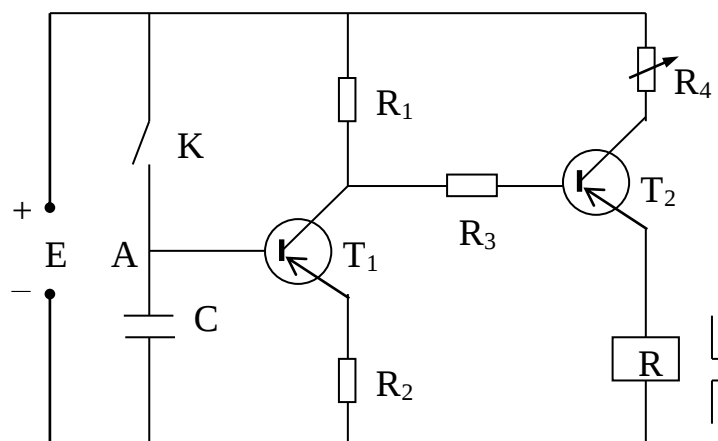
a. Rơ le thời gian bán dẫn

Khi khóa K đóng, tụ C được nạp điện đến điện áp nguồn E. Cực gốc của T_2 được nối với cực gốc của T_1 qua điện trở R_3 . Khi K đóng sẽ thiết lập dòng cực gốc T_1 làm cho T_1 mở bão hòa. Điện áp của cực bóng T_2 lớn hơn điện áp cực phát của nó nên bóng T_2 chuyển sang trạng thái khóa, cắt dòng điện qua cuộn dây R của rơ le. Quá trình làm việc của mạch được chọn sao cho khi khóa K đóng thì rơ le điện từ ở trạng thái nhả.

Khi có tín hiệu điều khiển, khóa K mở, tụ C bắt đầu phóng điện qua điện trở R_2 và cực phát rời cực gốc của T_1 . Vì thế, nó vẫn duy trì dòng cực gốc của T_1 . Bóng T_1 từ từ chuyển sang trạng thái khóa, làm cho dòng điện đi qua cực phát gốc của T_2 tăng từ từ. sau một thời gian xác định, tùy thuộc vào trị số C và R_2 , dòng điện cực phát T_2 qua cuộn dây R của rơ le

đạt tới chỉ số tác động, role điện từ đóng, tiếp điểm đầu ra của rơ le đóng. Điện trở R_4 dùng để thay đổi dòng tác động của rơ le điện từ. Như vậy, tiếp điểm của rơ le thời gian bị giữ chậm, nó đóng chậm lại sau khi khóa K đã mở 1 khoảng thời gian nhất định.

Sơ đồ rơ le thời gian bán dẫn



Hình 2.35 Sơ đồ rơ le thời gian bán dẫn

b. Rơ le thời gian vi mạch

Cấu tạo chung của rơ le thời gian vi mạch gồm các bộ phận, chức năng chủ yếu sau:

- Bộ tạo thời gian: ở đây là các bộ dao động, tạo ra các xung có tần số ổn định không đổi, thông thường tần số dao động này rất lớn, từ vài trăm kHz trở lên. Trong một số loại role thời gian dùng nguồn xoay chiều lưới điện quốc gia, người ta dùng tần số nguồn làm xung thời gian chuẩn, mỗi xung ứng với 0,01 giây ở tần số 50Hz.

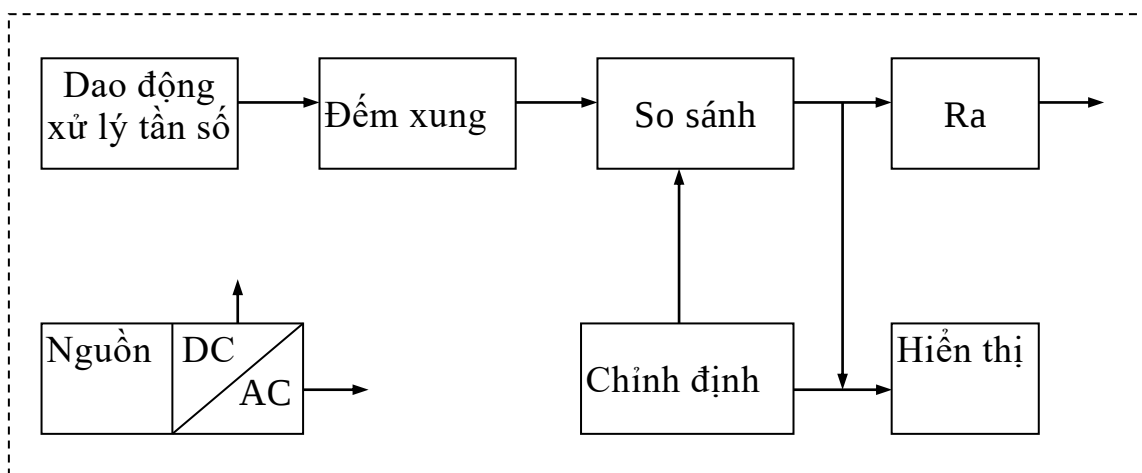
- Bộ phận đếm xung: bộ phận này đếm các xung xuất hiện từ thời điểm role làm việc (có tín hiệu đầu vào) đến thời điểm role tác động. Số xung đếm được sẽ cho thời gian trễ cần thiết. Kết quả đếm sẽ đưa ra dạng số hoặc tương tự.

- Bộ phận so sánh: so sánh kết quả đếm xung với mức chuẩn thời gian đặt trước. Thời gian chỉnh định ban đầu cũng có dạng tương tự hoặc số.

- Bộ phận nguồn cung cấp: có chức năng biến đổi điện áp nguồn cung cấp cho role, điện một chiều hoặc xoay chiều, thường là 24V, 110V, 240V,... thành các mức điện áp thấp một chiều, có cực tính, phù hợp với điện áp làm việc của các linh kiện vi mạch trong role; 12V, 8V, 5V,...

- Bộ phận đầu ra: có nhiệm vụ ghép nối và chuyển tín hiệu tác động của role đến các thiết bị phía sau role, bộ phận đầu ra thường là các role điện từ công suất nhỏ.

- Bộ phận chỉnh định: là các núm xoay trơn liên tục (như ở role kỹ thuật tương tự) hoặc các nút ấn, phím gạt nhỏ (như ở role kỹ thuật số), dùng để chỉnh định các thông số thời gian trễ làm việc của role.



Hình 2.36 Sơ đồ khối role vi mạch

- Bộ phận chỉ thị: bộ phận này cho biết rõ các thông số chỉnh định, thông số làm việc hiện thời. Tín hiệu hiện thường được thể hiện ở dạng chữ số, chữ cái, hình mã hóa trên bản in, bảng đèn LED hoặc trên màn hình tinh thể lỏng LCD.

c. Role thời gian on delay

Nguyên lý hoạt động của loại role on delay: Loại này trễ vào thời điểm cuộn hút được đóng điện. Chỉ có tiếp điểm thường đóng mở chậm hoặc thường mở đóng chậm

d. Role thời gian off delay

Nguyên lý hoạt động của loại role off delay:

Loại này trễ vào thời điểm cuộn hút mất điện. Chỉ có tiếp điểm thường đóng đóng chậm hoặc thường mở mở chậm

Hiện nay người ta sử dụng role thời gian điện tử được sản xuất ở Đài Loan, Trung Quốc, Hàn Quốc, ... Sơ đồ bố trí cực đầu dây như hình 2.37b.

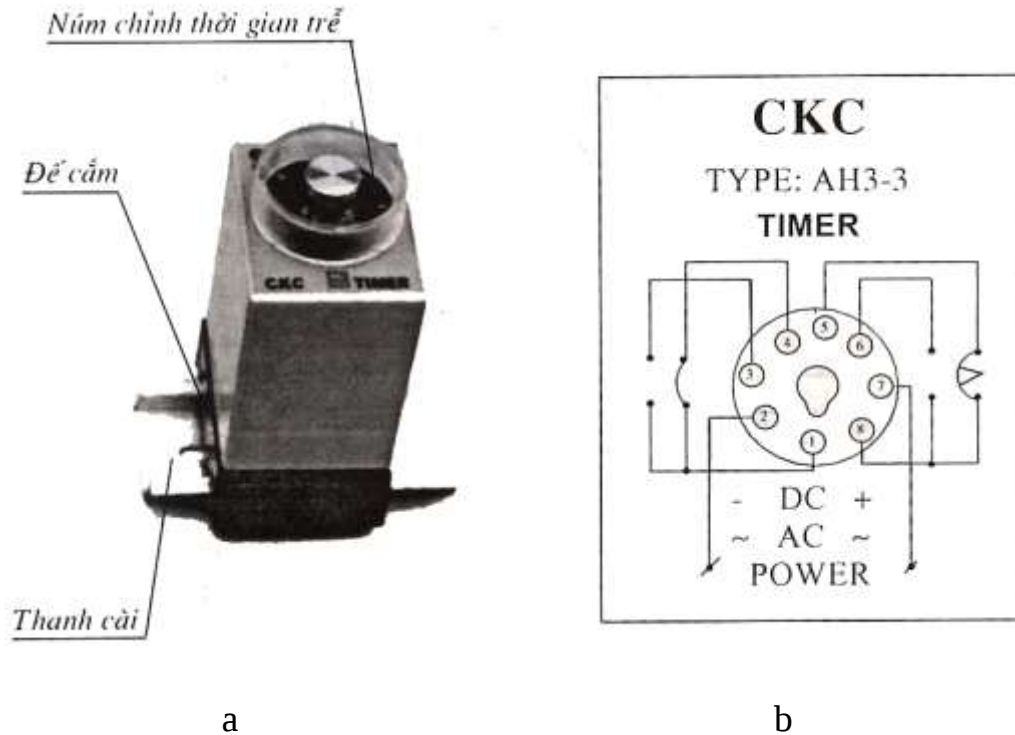
Ghi chú:

Cặp cực 8 - 6 là tiếp điểm thường mở đóng chậm

Cặp cực 8 - 5 là tiếp điểm thường đóng mở chậm.

Cặp cực 1 - 3 là tiếp điểm thường mở (tác động tức thời).

Cặp cực 2 - 7 đấu với nguồn điện.



Hình 2.37 Sơ đồ chân của Role thời gian ONDELAY

4.5 Một số ký hiệu thường gặp

TT	Việt Nam	Mỹ	Nhật	Tây Âu	Cuộn dây	Ý nghĩa
1						Tiếp điểm thường mở đóng chậm
2					ON DELAY	Tiếp điểm thường đóng mở chậm
3						Tiếp điểm thường mở mở chậm
4					OFF DELAY	Tiếp điểm thường đóng đóng chậm
5						Tiếp điểm thường mở
6						Tiếp điểm thường đóng

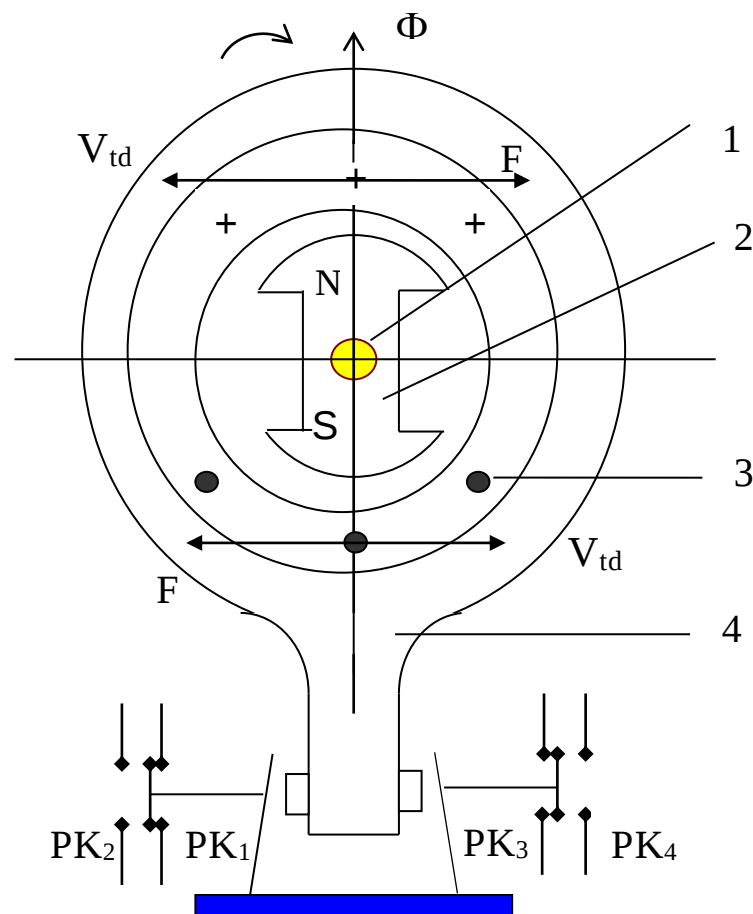
5 Rơ le tốc độ

5.1 Khái niệm chung

Đây là loại khí cụ điện dùng để đóng, ngắt mạch điện khi tốc độ động cơ đạt đến một trị số nào đó. Nó được dùng phổ biến trong các mạch hãm ngược của máy cắt gọt kim loại và thường được lắp trên các trục nhận truyền động gián tiếp từ động cơ hoặc gắn trực tiếp vào trục động cơ.

5.2 Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của rơ le tốc độ

1. **Cấu tạo:** Gồm các bộ phận chính sau:



Hình 2.38 Cấu tạo của Rơ le tốc độ

Phần cảm là nam châm vĩnh cửu (2). Nam châm này được gắn đồng trục với trục quay (1) của động cơ hoặc một trục quay nào đó nhận chuyển động từ động cơ

Phần ứng (3) gồm các lá thép kỹ thuật điện ghép lại với nhau thành hình trụ rỗng, trên đó đặt các thanh dẫn ngắt mạch tương tự như rô to lồng sóc của quạt trần. Phần ứng được gắn với một tay gạt bằng nhựa (4) và có thể quay tự do.

Khi phản ứng quay kéo theo tay gạt tác động vào lá thép đàn hồi để đóng hay mở các tiếp điểm tùy theo chiều quay của phản ứng

2, Nguyên lý hoạt động

Khi rô to chưa quay thì thanh thép đàn hồi có xu hướng làm cho tiếp điểm PK_1 và PK_3 đóng lại (thanh đàn hồi bị uốn cong)

Khi trục (1) quay (theo chiều n_1 cho từ trường Φ của phần cảm cũng quay theo chiều n_1). Coi Φ đứng yên thì các thanh dẫn được coi như chuyển động ngược lại. Xét hai thanh dẫn nằm đối diện và trùng phương với Φ tại thời điểm đang xét, ta có véc tơ vận tốc tương đối V_{td} như hình vẽ trên

Hai thanh dẫn này chuyển động tương đối với từ trường Φ , theo định luật cảm ứng điện từ, trong thanh dẫn sẽ xuất hiện một sức điện động E nào đó. Vì các thanh dẫn ngắn mạch nên trong thanh dẫn sẽ có dòng điện do E tạo ra. Dòng điện này cùng chiều với E và được xác định như hình vẽ (dấu + chỉ dòng điện đi từ ngoài vào). Thanh dẫn mang dòng điện, lại chịu tác dụng của từ trường Φ nên nó chịu lực tác dụng F . Chiều của F được xác định theo quy tắc bàn tay trái

Ta nhận thấy lực F này có xu hướng làm cho phản ứng quay theo chiều cùng chiều với n_1

Phản ứng quay sẽ kéo theo tay gạt bằng nhựa tác động vào thanh đàn hồi làm cho PK_1 mở, PK_2 đóng lại. PK_3 và PK_4 vẫn giữ nguyên trạng thái như khi rô to đứng yên.

6 Chọn lựa, mắc khí cụ điều khiển trên hệ thống điện

6.1. Lựa chọn chung

Việc lựa chọn thiết bị điều khiển phụ thuộc vào chức năng của sơ đồ. Từ đó, ta sẽ chọn các thiết bị điều khiển phù hợp để thực hiện mạch điện. Nguyên tắc lựa chọn thiết bị điều khiển dựa vào các thông số sau:

- Dòng điện định mức của tiếp điểm: Là dòng điện lớn nhất cho phép thiết bị điều khiển làm việc trong thời gian dài mà không bị hỏng tiếp điểm. Vì thiết bị điều khiển đóng cắt mạch điều khiển nên dòng điện này có giá trị từ $5 \div 10A$.
- Điện áp làm việc của thiết bị điều khiển (điện áp cách ly): Là điện áp cách ly an toàn giữa các bộ phận tiếp điện với phần vỏ. Điện áp này không nhỏ hơn điện áp cực đại của lưới điện.
- Điện áp định mức của cuộn hút: Được lựa chọn phù hợp với điện áp định mức của mạch điều khiển.
- Tần số đóng cắt lớn nhất
- Số lượng các cặp tiếp điểm: Tùy thuộc vào yêu cầu của mạch điều khiển.

6.2. Tính chọn bộ không chế

Dòng điện cho phép đi qua tiếp điểm ở chế độ làm việc liên tục và ở chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại (tần số thao tác trong một giờ)

Điện áp định mức của nguồn cung cấp:

+ Đối với bộ không chế một chiều:

$$I = 1,2 \frac{P_{dm}}{U} 10^3, A$$

Trong đó: P_{dm} : Công suất định mức của động cơ điện một chiều, kW

U : Điện áp nguồn cung cấp, V

+ Đối với bộ không chế xoay chiều:

$$I = 1,3 \frac{P_{dm}}{\sqrt{3}U} 10^3, A$$

Trong đó: P_{dm} : Công suất định mức của động cơ điện xoay chiều, kW

U : Điện áp nguồn cung cấp, V

Dòng điện bộ không chế hình tròn có các cấp 25, 40, 50, 100, 150, 300A khi làm việc bình thường. Còn khi làm việc ngắn hạn thì dòng điện định mức chọn cao hơn.

Lưu ý:

Khi tăng tần số thao tác ta phải chọn dung lượng bộ không chế lớn hơn.

Khi điện áp nguồn thay đổi, dung lượng bộ không chế cũng phải sử dụng thay đổi theo, ví dụ bộ không chế có dung lượng 100kW ở điện áp 380V khi sử dụng ở điện áp 220V thì chỉ được dùng tới công suất 60kW.

7 Kiểm tra, thay thế, sửa chữa khí cụ điều khiển.

1. Sửa chữa nút nhấn

a. Hiện tượng và nguyên nhân hư hỏng thường gặp đối với nút nhấn

Bảng 2.23 Các hư hỏng, nguyên nhân gây hư hỏng của nút nhấn

TT	Hiện tượng	Nguyên nhân gây ra hư hỏng
1	Khi tác động vào nút nhấn, tiếp điểm thường đóng không mở ra được	Do bị dính giữa tiếp điểm tĩnh và tiếp điểm động
2	Khi tác động vào nút nhấn, tiếp điểm thường mở không đóng vào được	Do tiếp xúc giữa tiếp điểm tĩnh và tiếp điểm động
3	Buông tay khỏi nút nhấn thì nút nhấn vẫn cố định ở vị trí đó không trở về vị trí ban đầu	Do nút nhấn bị kẹt Lò xo phản kháng bị hỏng

b. Các bước sửa chữa nút nhấn

Bước 1: Tháo nút nhấn ra khỏi bảng điện

- Tháo dây đấu vào nút nhấn
- Tháo vít giữ đế nút nhấn
- Đưa nút nhấn ra ngoài

Bước 2: Làm sạch bên ngoài nút nhấn:

- Dùng dụng cụ làm sạch, giẻ lau ... để làm sạch bên ngoài.
- Yêu cầu làm sạch hết bụi bẩn, dầu mỡ bám vào nút nhấn, đảm bảo nơi làm việc khô ráo, sạch sẽ.

Bước 3: Tháo tác chi tiết ngoài

Trình tự tháo:

- Tháo đầu nút tác động
- Tách phần đầu nút tác động
- Tháo khớp phần tiếp điểm.
- Tháo nắp bảo vệ hệ thống và tiếp điểm
- Tháo tiếp điểm động và tiếp điểm tĩnh
- Sắp xếp theo trình tự các bước tháo

Chú ý: Các chi tiết tháo ra được sắp xếp tuần tự lần lượt theo thứ tự các bước.

Bước 4: Làm sạch các chi tiết sau khi tháo:

- Làm sạch vỏ
- Làm sạch các tiếp điểm

Chú ý: Cần thận không làm biến dạng lò xo phản kháng

Bước 5: Kiểm tra tình trạng kỹ thuật của nút nhấn

- ✓ Kiểm vỏ nút nhấn

Quan sát xem vỏ có vết cháy rỗ không.

Dùng đồng hồ Mêgômme, thực hiện đúng quy trình kiểm tra cách điện. nếu đồng hồ Mêgômme chỉ giá trị $< 1M\Omega$ thì vỏ không đảm bảo yêu cầu cách điện.

- ✓ Kiểm tra tiếp điểm

- Dùng mắt quan sát và kiểm tra tiếp điểm động:
 - + Kiểm tra tiếp điểm động xem có bị cháy rỗ hay không.
 - + Kiểm tra độ đàn hồi giữa nút tác động và tiếp điểm động
- Kiểm tra tiếp điểm tĩnh:
 - + Kiểm tra tiếp điểm động xem có bị cháy rỗ hay không.

- + Kiểm tra độ bắt chặt giữa tiếp điểm tĩnh và vỏ
- ✓ Kiểm tra sự di chuyển của nút tác động và lò xo phản kháng

Bước 6: Ra quyết định

Bảng 2.24 Các hư hỏng của tiếp điểm và biện pháp khắc phục

TT	Các hư hỏng	Biện pháp khắc phục
1	Tiếp điểm động bị cháy cắt	Thay tiếp điểm khác
2	Ở trạng thái bình thường, tiếp điểm thường đóng không thông mạch	Sửa lại độ tiếp xúc giữa tiếp điểm tĩnh thường đóng và tiếp điểm động. Nếu tiếp điểm tĩnh thường đóng bị cháy thì thay tiếp điểm khác
3	Khi tác động tiếp điểm thường mở không liên mạch	Sửa lại độ tiếp xúc giữa tiếp điểm tĩnh thường mở và tiếp điểm động. Nếu tiếp điểm tĩnh thường mở bị cháy thì thay tiếp điểm khác
4	Khi tác động vào nút nhấn giữa hai tiếp điểm tĩnh thường đóng vẫn thông mạch với nhau	- Do vỏ bị mất tính chất cách điện, trường hợp này thay vỏ khác - Do tiếp điểm động bị kẹt, trường hợp này tháo ra chỉnh lại

Bước 6: Lắp nút nhấn

Trình tự lắp nút nhấn ngược lại với trình tự tháo

2. Hiện tượng, nguyên nhân hư hỏng và các bước sửa chữa bộ không chế hình trống

a, Hiện tượng, nguyên nhân hư hỏng thường gặp đối với bộ không chế.

Bảng 2.25 Các hư hỏng của bộ không chế và biện pháp khắc phục

TT	Hiện tượng	Nguyên nhân gây ra hư hỏng
1	Khi tác động vào bộ không chế, tiếp điểm không mở ra được	Do bị dính giữa tiếp điểm tĩnh và tiếp điểm động, liệt lò xo
2	Khi tác động vào bộ không chế, tiếp điểm 0 không đóng vào được	Do liệt lò xo, cam bị vỡ
3	Cũ hãm bị hỏng	Lò xo phản kháng bị hỏng hoặc rơi mất bi

b, Các bước sửa chữa

Bước 1: Tháo bộ không chế ra khỏi bảng điện:

- Tháo dây đầu vào bộ không chế
- Tháo vít giữ bộ không chế

Bước 2: Làm sạch bên ngoài bộ không chế:

- Dùng dụng cụ làm sạch như chổi lông, giẻ lau ... để làm sạch bên ngoài.

- Yêu cầu làm sạch hết bụi bẩn, dầu mỡ bám vào rơ le tốc độ, đảm bảo nơi làm việc khô ráo, sạch sẽ.

Bước 3: Tháo tác chi tiết ngoài

Trình tự tháo:

- Tháo tay quay
- Tháo nắp
- Tháo cữ định vị
- Tháo cam
- Tháo tiếp điểm tĩnh.
- Tháo tiếp điểm động
- Tháo lò xo phản kháng
- Xếp xếp chi tiết theo trình tự các bước tháo

Chú ý:

- Sắp xếp các chi tiết thứ tự theo trình tự các bước tháo

Bước 4: Làm sạch các chi tiết sau khi tháo:

- Làm sạch vỏ
- Làm sạch các tiếp điểm

Chú ý: Cần thận không làm biến dạng lò xo phản kháng

Bước 5: Kiểm tra tình trạng kỹ thuật của bộ không chế.

1. Kiểm tra vỏ bộ không chế

Mắt quan sát vỏ có vết cháy rỗ không.

Dùng đồng hồ Mêgômme, thực hiện đúng quy trình kiểm tra cách điện. Nếu đồng hồ Mêgômme chỉ giá trị $< 1 \text{ M}\Omega$ thì vỏ không đảm bảo yêu cầu cách điện

2. Kiểm tra tiếp điểm :

- Kiểm tra tiếp điểm động:
 - + Kiểm tra tiếp điểm động xem có bị cháy rỗ hay không
 - + Kiểm tra độ đàn hồi giữa tiếp điểm tĩnh và tiếp điểm động

- Kiểm tra tiếp điểm tĩnh
- + Kiểm tra tiếp điểm tĩnh xem có bị cháy rỗ hay không
- + Kiểm tra độ bắt chặt giữa tiếp điểm tĩnh và vỏ.
- Kiểm tra sự di chuyển của bộ không chế

Bước 6: Ra quyết định

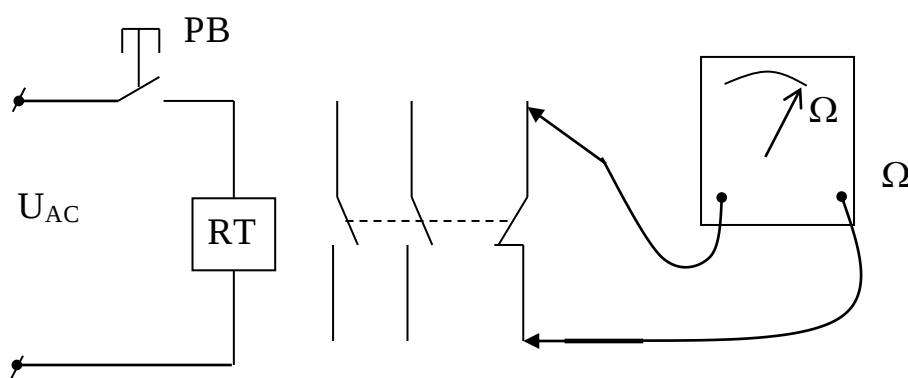
TT	Các hư hỏng	Biện pháp khắc phục
1	Tiếp điểm động bị cháy cắt	Thay tiếp điểm mới
2	Xoay cho tiếp điểm đóng nhưng không tiếp xúc.	Sửa lại độ tiếp xúc giữa tiếp điểm tĩnh thường đóng và tiếp điểm động Nếu tiếp điểm tĩnh thường đóng bị cháy thì thay tiếp điểm khác
3	Tiếp điểm đóng không đúng nguyên lý	Do bị dơ. Tháo ra sắp xếp lại. Chú ý khi lắp phải khử hết độ dơ của cam và tiếp điểm động

Bước 7 : Lắp bộ không chế:

Trình tự lắp bộ không chế ngược lại với trình tự tháo

3. Kiểm tra, thay thế rơ le trung gian

a. Sơ đồ thực hành



Hình 2.35 Sơ đồ kiểm tra Rơle trung gian

b. Các bước thực hiện

Bước 1: Đọc các thông số kỹ thuật ghi trên nhãn rơ le điện áp.

Bước 2: Xác định cực đầu dây vào cuộn hút

Ta có thể xác định thông qua ký hiệu ghi trên nhãn hoặc dùng ôm kế tìm cặp tiếp điểm có giá trị điện trở cỡ vài chục đến vài nghìn ôm, đó chính là hai cực đầu dây của cuộn hút rơ le điện áp

Bước 3: Xác định các cặp tiếp điểm thường đóng, thường mở

Bằng cách quan sát ký hiệu trên nhãn rơ le hoặc dùng ôm kế đo từng cặp tiếp điểm. Ở trạng thái cuộn hút chưa được cấp điện, cặp tiếp điểm nào thông mạch thì đó là cặp tiếp điểm thường đóng, cặp tiếp điểm nào hở mạch thì đó là cặp tiếp điểm thường mở. Khi cuộn hút trên rơ le có điện ta sẽ có các trạng thái ngược lại.

Bước 4: Đấu mạch điện theo hình vẽ

Bước 5: Kiểm tra kỹ lại mạch

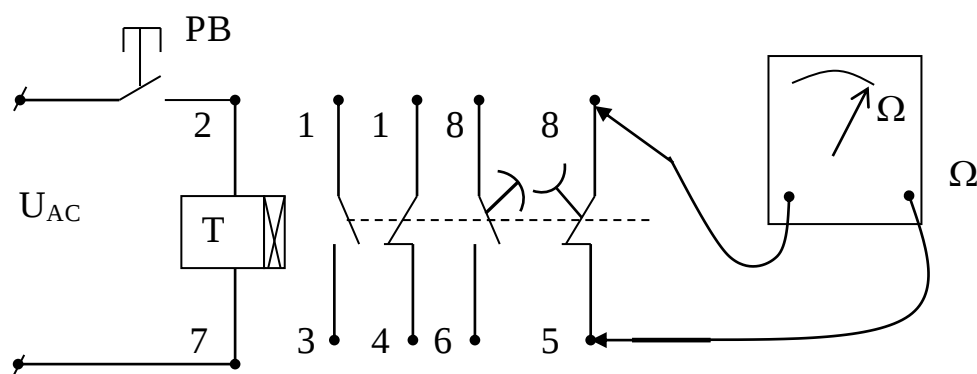
Bước 6: Hoạt động thử:

- Đóng điện
- Ấn nút PB

Quan sát hoạt động của rơ le và kim của ôm kế

4. Kiểm tra, thay thế rơ le thời gian

a. Sơ đồ thực hành



Hình 2.39 Sơ đồ kiểm tra Rơle thời gian

b. Các bước thực hiện

Bước 1: Đọc các thông số kỹ thuật ghi trên nhãn rơ le thời gian.

Bước 2: Xác định cực đầu dây vào cuộn hút

Ta có thể xác định thông qua ký hiệu ghi trên nhãn hoặc dùng ôm kế tìm cặp tiếp điểm có giá trị điện trở cỡ vài chục đến vài nghìn ôm, đó chính là hai cực đầu dây của cuộn hút rơ le thời gian (rơ le thời gian loại điện từ)

Bước 3: Xác định các cặp tiếp điểm thường đóng, thường mở

Bằng cách quan sát ký hiệu trên nhãn rơ le hoặc dùng ôm kế đo từng cặp tiếp điểm. Ở trạng thái cuộn hút chưa được cấp điện, cặp tiếp điểm nào thông mạch thì đó là cặp tiếp điểm thường đóng, cặp tiếp điểm nào hở mạch thì đó là cặp tiếp điểm thường mở. Khi cuộn hút trên rơ le có điện ta sẽ có các trạng thái ngược lại.

Bước 4: Đấu mạch điện theo hình vẽ

Bước 5: Kiểm tra kỹ lại mạch

Bước 6: Hoạt động thử:

- Đóng điện
- Ấn nút PB

Quan sát hoạt động của rơ le và kim của ôm kế

c. Viết báo cáo thực hành

- Tên bài
- Sơ đồ thực hành
- Bảng kết quả thực hành

Trạng thái làm việc			
Nút ấn	Cuộn hút rơ le	Các tiếp điểm thường đóng	Các tiếp điểm thường mở
Ấn			
Nhả			

5. Các bước sửa chữa rơ le tốc độ.

Bước 1: Tháo rơ le tốc độ ra khỏi động cơ

- Tháo dây đấu vào rơ le tốc độ
- Tháo vít giữ để rơ le tốc độ

Bước 2: Làm sạch bên ngoài rơ le tốc độ:

- Dùng dụng cụ làm sạch như chổi lông, giẻ lau ... để làm sạch bên ngoài.

- Yêu cầu làm sạch hết bụi bẩn, dầu mỡ bám vào rơ le tốc độ, đảm bảo nơi làm việc khô ráo, sạch sẽ.

Bước 3: Tháo tác chi tiết ngoài

Trình tự tháo:

- Tháo vít bắt vỏ
- Tháo nắp
- Tháo nam châm vĩnh cửu ra ngoài
- Tháo hệ thống trụ 3 quay, thanh dẫn
- Tháo giá tiếp điểm.
- Tháo hệ thống tiếp điểm động
- Tháo hệ thống tiếp điểm tĩnh
- Xếp xếp chi tiết theo trình tự các bước tháo

Chú ý:

- Sắp xếp các chi tiết thứ tự theo trình tự các bước tháo
- Trong quá trình tháo, khối điều chỉnh dòng điện tác động không được tháo

Bước 4: Làm sạch các chi tiết sau khi tháo:

- Làm sạch vỏ
- Làm sạch các tiếp điểm, vòng bi

Chú ý: Cần thận không làm biến dạng các tiếp điểm hay thanh dẫn.

Bước 5: Kiểm tra tình trạng kỹ thuật của rô le tốc độ

- a. Kiểm tra vỏ rô le tốc độ.
 - Kiểm tra cách điện của vỏ
- b. Kiểm tra hệ thống trục quay
 - Kiểm tra vòng bi
- + Kiểm tra dầu mỡ, độ trơn của vòng bi
- + Kiểm tra xem vòng bi có bị trơn hay không
 - Kiểm tra độ xoay của hệ thống cần tác động.
- c. Kiểm tra hệ thống tiếp điểm:
 - Quan sát, kiểm tra sự rạn nứt, rỉ, biến dạng của tiếp điểm động và tĩnh
 - Kiểm tra gen của vít và đai ốc.
 - Kiểm tra độ tiếp xúc giữa hai cặp tiếp điểm tĩnh
 - Kiểm tra cần tác động
- d. Kiểm tra hệ thống lò xo phản hồi

Bước 6: Ra quyết định

TT	Các hư hỏng	Biện pháp khắc phục
1	Động cơ quay phải cần tác động của rô le tốc độ đã chuyển động nhưng tiếp điểm thường mở của rô le không thông mạch	- Điều chỉnh lại độ căng của lò xo - Dùng đồng hồ Ômké kiểm tra, xác định vị trí tiếp xúc, sửa lại cho tiếp xúc. - Thay thế tiếp điểm khác
2	Động cơ làm việc quay cả phải lẫn trái, cần tác động của rô le không tác động	- Kiểm tra khớp truyền chuyển động giữa rô le và động cơ, chỉnh lại - Kiểm tra khớp giữa trục xoay của rô le và cần tác động chỉnh lại

Bước 7 : Lắp rô le tốc độ:

Trình tự lắp rô le tốc độ ngược lại với trình tự tháo

BÀI TẬP

Bài 1: Tính chọn cầu chì bảo vệ cho động cơ kéo băng tải, có mã hiệu như sau: Động cơ 3 pha có Δ/Y : 220/380(V) - 15/7,5(A), $P = 6 \text{ kW}$, $f = 50 \text{ Hz}$, $\cos\varphi = 0,87$, $\eta = 90\%$, $n = 1450 \text{ vòng/phút}$. Biết rằng động cơ này hoạt động ở lưới điện 3 pha 380V

Bài 2: Một máy động cơ trộn bê tông có mã hiệu như sau: Động cơ 3 pha có Δ/Y : 220/380(V) – 25/10.5(A), $P = 15,5 \text{ kW}$, $f = 50 \text{ Hz}$, $\cos\varphi = 0,85$, $\eta = 88\%$, $n = 2950 \text{ vòng/phút}$. Biết rằng động cơ này hoạt động ở lưới điện 3 pha 220V. Thời gian động cơ khởi động dài, chế độ tải nặng nề nên $k_{mm} = 7$, $k = 1,6$

Tính chọn cầu chì bảo vệ cho động cơ trên trong 2 trường hợp:

a, Mở máy trực tiếp

b, Mở máy gián tiếp

=> Hãy rút ra nhận xét

Bài 3: Một trạm bơm nước có 3 động cơ mã hiệu như sau:

Động cơ M_1 :

ĐỘNG CƠ KĐB BA PHA

Δ/Y 220/380(V) – 15/10,5 (A)

$P : 7,5 \text{ KV}$ $f = 50 \text{ Hz}$

$\cos\varphi = 0,95$ $\eta = 85\%$

$n = 2940 \text{ vòng / phút}$

Động cơ M_2 :

ĐỘNG CƠ KĐB BA PHA

Δ/Y 220/380(V) – 18/12 (A)

$P : 10 \text{ KV}$ $f = 50 \text{ Hz}$

$\cos\varphi = 0,90$ $\eta = 83\%$

$n = 1500 \text{ vòng / phút}$

Động cơ M₃:

ĐỘNG CƠ KĐB BA PHA

Δ/Y 220/380(V) – 25/14 (A)

P : 20 KV f = 50 Hz

cosφ = 0,88 η = 92%

n = 2890 vòng / phút

Hãy tính chọn cầu chì mạch chính và cầu chì mạch nhánh cho ba động cơ trên. Biết rằng trạm bơm sử dụng điện ba pha 380V.

Yêu cầu về đánh giá kết quả học tập

Nội dung

+ Kiến thức:

- Phân tích được cấu tạo, nguyên lý hoạt động của các loại khí cụ điện hạ áp theo nội dung đã học.

- Lựa chọn được các khí cụ điện để sử dụng cho từng trường hợp cụ thể theo tiêu chuẩn Việt Nam.

+ Kỹ năng:

- Kiểm tra, phát hiện và sửa chữa lỗi các khí cụ điện theo thông số kỹ thuật của nhà sản xuất.

+ Thái độ:

- Rèn luyện tính cẩn thận, an toàn cho người và thiết bị

Phương pháp đánh giá

+ Kiến thức: Đánh giá bằng bài kiểm tra viết hoặc trắc nghiệm

+ Kỹ năng:

- Kiểm tra, thay thế, sửa chữa khí cụ điện đóng cắt: Cầu dao, công tắc, aptomat, công tắc tơ - khởi động từ

- Kiểm tra, thay thế, sửa chữa khí cụ bảo vệ: Cầu chì, rơ le nhiệt, rơ le điện áp, thiết bị chống dòng điện rò

- Kiểm tra, thay thế, sửa chữa khí cụ bảo vệ: Nút ấn, bộ không chế, role trung gian, role thời gian, role tốc độ.