

[www.mientay.vn.com](http://www.mientay.vn.com)

Dịch tiếng anh chuyên ngành khoa học tự nhiên và kĩ thuật.

Dịch các bài giảng trong chương trình học liệu mở của học viện MIT, Yale.

Tìm và dịch tài liệu phục vụ cho sinh viên làm seminar, luận văn.

Tại sao mọi thứ đều miễn phí và chuyên nghiệp ???

## BÀI 1 KHÁI NIỆM VỀ KHÍ CỤ ĐIỆN

### I. KHÁI NIỆM VỀ KHÍ CỤ ĐIỆN

#### 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 điện 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.

#### 2. Sự phát nóng của khí cụ điện

Vật liệu làm khí cụ điện	Nhiệt độ cho phép (°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

Vật liệu cách điện	Cấp cách nhiệt	Nhiệt độ cho phép (°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.

#### 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 nhiệt độ của nó sụt xuống tới mức không so sánh được với môi trường xung quanh.

### C. 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 đạt 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.

## 3. Tiếp xúc điện

### 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.
- Mọi nơi tiếp xúc phải có độ bền cơ khí cao.
- Mọi nơi 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 hoá học...)

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

- Điện dẫn và nhiệt dẫn cao.
- Độ bền chống rỉ trong không khí và trong các khí khác.
- Độ bền chống tạo 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).
- Đơn giản gia công, giá thành hạ.

Một số vật liệu dùng làm tiếp điểm: Đồng, Bạc, Nhôm, Vonfram...

### 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 ra hồ quang điện.

### 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 ôxy 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.

#### **4. Các nguyên nhân hư hỏng và cách khắc phục**

##### **\* 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 trong 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. Oxy hóa**

Môi trường xung quanh làm bề mặt tiếp xúc bị oxy hóa tạo thành lớp oxit mỏng trên bề mặt tiếp xúc, điện trở suất của lớp oxit rất lớn nên làm tăng  $R_{tx}$  dẫn đến gây phát nóng tiếp điểm.

Mức độ gia tăng  $R_{tx}$  do bề mặt tiếp xúc bị oxy hóa còn tùy nhiệt độ. Ở 20-30°C có lớp oxit dày khoảng 25.10-6mm

##### **c. Điện thế hóa kim loại**

Mỗi chất có một điện thế hóa học nhất định. Lấy H làm gốc có điện thế âm (-) thì ta có bảng một số kim loại có điện thế hóa học như bảng sau:

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 học âm hơn sẽ bị ăn mòn 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 làm cháy tiếp điểm.

Ngoài ra, tiếp điểm bị bẩn, rỉ sẽ tăng điện trở tiếp xúc, gây phát nóng dẫn đến hao mòn nhanh tiếp điểm.

##### **\* 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 oxy hóa làm tiếp điểm.

Mạ điện các tiếp điểm: với tiếp điểm đồng, đồng thau thường được mạ thiếc, mạ bạc, mạ kẽm còn tiếp điểm 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.

#### **5. Hồ quang và các phương pháp dập tắt hồ quang**

##### **1. Khái niệm**

Trong các khí cụ điện dùng để đóng ngắt mạch điện (cầu dao, contactor, role...) 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.

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

## 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 đến 80000<sup>0</sup> K.
- Mật độ dòng điện tại Catốt lớn ( $10^4$  đến  $10^5$ )A/cm<sup>2</sup>.
- Sụt áp ở Catốt bằng 10 đến 20V và thực tế không phụ thuộc vào dòng điện.

## 3. Quá trình phát sinh và dập hồ quang

### a) 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 (gọi là phát xạ nguội điện tử). Số điện tử càng nhiều, chuyển động dưới tác dụng của điện trường làm ion hoá 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/cm<sup>2</sup>, do đó tại các tiếp điểm sự phát nóng sẽ tăng 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 và trong không gian giữa hai tiếp điểm xuất hiện hồ quang điện. Vì quá trình phát nóng của cầu thực hiện rất nhanh nên sự 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.

### b) 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 điện trở mắc song song với hai tiếp điểm sinh hồ quang).

## 6. Lực điện động

Lực điện động chính là lực tác dụng của điện trường và từ trường.

Lực điện động trong KCD (được tạo ra từ dòng điện lớn, dòng điện ngắn mạch).

Khâu nâng chòu lõi ta có năng suất sinh khi có dòng điện ngắn mạch chảy qua là một tiêu chuẩn không thể thiếu của khí cụ điện, gọi là tính ổn định điện động

Trong 1 mạch vòng có sự tác động của lực điện động làm biến dạng mạch vòng

Ở chế độ xả lập  $\rightarrow I_{dm}$  không lớn  $\rightarrow F = kI^2$  bé  $\rightarrow$  ngắn mạch  $\rightarrow I_{nm} \gg I_{dm}$   
 $\rightarrow F$  tăng lên làm cho thiết bị nhanh hỏng hơn.

## II. CÔNG DỤNG VÀ PHÂN LOẠI KHÍ CỤ ĐIỆN

### 1. Công dụng

Khí cụ điện là những thiết bị điện, cơ cấu điện dùng để điều khiển các quá trình sản xuất, biến đổi, truyền tải, phân phối năng lượng điện và các dạng năng lượng khác.

### 2. Phân loại

Khái niệm điều khiển theo nghĩa rộng bao gồm : điều chỉnh bằng tay tự động, kiểm tra và bảo vệ.

Theo lĩnh vực sử dụng, các khí cụ điện được chia thành 5 nhóm, trong mỗi nhóm lại có rất nhiều chủng loại khác nhau. Các nhóm đó là :

a-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 chui (cầu chì) , dao ngắn mạch, điện kháng , biến dòng, biến điện áp ...

b-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 ...

c-Nhóm khí cụ điện điều khiển : Công tắc tơ, khởi động từ, các bộ khống chế và điều khiển, nút ấn , công tắc hành trình , các bộ điện trở điều chỉnh và mở máy, các bộ khuếch đại điện tử, khuếch đại từ, tự áp...

d-Nhóm các role bảo vệ : Role dòng điện role điện áp, role công suất, role tổng trở, role thời gian

e-Nhóm khí cụ điện dùng trong sinh hoạt và chiếu sáng: công tắc, ổ cắm, phích cắm, bàn là, bếp điện...

### 2.1. Phân loại theo công dụng

+ Đóng ngắt mạch điện của lưới điện : cầu dao, CB, công tắc...

+ Mở máy, điều chỉnh tốc độ , điều chỉnh điện áp, dòng điện: công tắc tơ, khởi động từ, bộ khống chế...

+ Bảo vệ lưới điện, máy điện: cầu chì , aptomat ...

+ Duy trì tham số điện ở giá trị không đổi: ổn áp, thiết bị tự động điều chỉnh điện áp, dòng điện, tần số, tốc độ, nhiệt độ...

+ Đo lường :VOM , volt kế, ampe kế...

**2.2. Phân loại theo điện áp**

- + Khí cụ điện cao thế:  $U_{đm} \geq 100KV$
- + Khí cụ điện trung thế :  $1000V \leq U_{đm} < 100KV$
- + Khí cụ điện hạ thế:  $U_{đm} < 1000V$

**2.3. Phân loại theo dòng điện**

- + Khí cụ điện 1 chiều
- + Khí cụ điện xoay chiều

**2.4. Phân loại theo nguyên lý làm việc**

- + KCĐ nguyên lý điện từ
- + KCĐ nguyên lý từ điện
- + KCĐ nguyên lý cảm ứng
- + KCĐ nguyên lý điện động
- + KCĐ nguyên lý điện nhiệt
- + KCĐ có tiếp điểm
- + KCĐ không có tiếp điểm

**2.5. Phân loại theo điều kiện làm việc và dạng bảo vệ**

- + KCĐ làm việc ở vùng nhiệt đới
- + KCĐ làm việc ở vùng có nhiều rung động
- + KCĐ làm việc ở vùng mỏ có khí nổ
- + KCĐ làm việc ở môi trường có chất ăn mòn hoá học...

## BÀI 2 KHÍ CỤ ĐIỆN ĐÓNG CẮT

### I. CẦU DAO

#### 1. Khái quát và công dụng

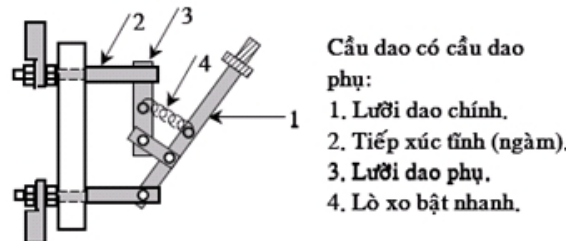
Cầu dao là một khí cụ điện dùng để đóng cắt mạch điện bằng tay, được sử dụng trong các mạch điện có nguồn dưới 500V, dòng điện định mức có thể lên tới vài KA.

Khi thao tác đóng ngắt mạch điện, cần đảm bảo an toàn cho thiết bị dùng điện. Bên cạnh, cần có biện pháp dập tắt hồ quang điện, tốc độ di chuyển lưỡi dao càng nhanh thì hồ quang kéo dài nhanh, thời gian dập tắt hồ quang càng ngắn. Vì vậy khi đóng ngắt mạch điện, cầu dao cần phải thực hiện một cách dứt khoát.

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

#### 2. Cấu tạo

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.



Cầu dao có cầu dao phụ:  
1. Lưỡi dao chính.  
2. Tiếp xúc tĩnh (ngâm).  
3. Lưỡi dao phụ.  
4. Lò xo bật nhanh.

#### 3. 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.

Do tốc độ kéo bằng tay không thể nhanh được nên người ta làm thêm lưỡi dao phụ. Lúc dẫn điện thì lưỡi dao phụ cùng lưỡi dao chính được kẹp trong ngâm. Khi ngắt điện, tay kéo lưỡi dao chính là trước còn lưỡi dao được kéo căng ra và tới một mức nào đó sẽ bật nhanh kéo lưỡi dao phụ ra khỏi ngâm một cách nhanh chóng. Do đó, hồ quang được kéo dài nhanh và hồ quang bị dập tắt trong thời gian ngắn.

#### 4. Phân loại

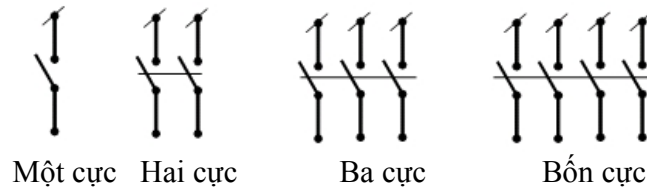
Phân loại cầu dao dựa vào các yếu tố sau:

- Theo kết cấu: cầu dao được chia làm loại một cực, hai cực, ba cực hoặc bốn cực.
- Cầu dao có tay nắm ở giữa hoặc tay ở bên. Ngoài ra còn có cầu dao một ngã, hai ngã được dùng để đảo nguồn cung cấp cho mạch và đảo chiều quay động cơ.
- Theo điện áp định mức: 250V, 500V.
- Theo dòng điện định mức: dòng điện định mức của cầu dao được cho trước bởi nhà sản xuất (thường là các loại 10A, 15A, 20A, 25A, 30A, 60A, 75A, 100A, 150A, 200A, 350A, 600A, 1000A...).
- Theo vật liệu cách điện: có loại sứ, đế nhựa, đế đá.
- Theo điều kiện bảo vệ: loại có nắp và không có nắp (loại không có nắp được đặt trong hộp hay tủ điều khiển).

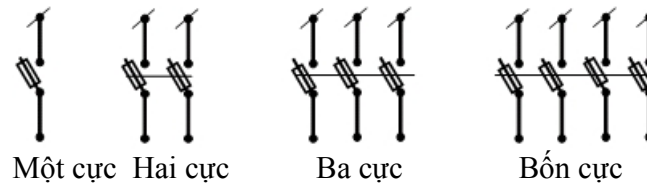


- Theo yêu cầu sử dụng: loại cầu dao có cầu chì bảo vệ ngắn mạch hoặc không có cầu chì bảo vệ.

**Ký hiệu cầu dao không có cầu chì bảo vệ:**



**Ký hiệu cầu dao có cầu chì bảo vệ:**



**5. Các thông số định mức của 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.
- Unguồn là điện áp nguồn của lưới điện sử dụng.
- $I_{dm}$  cầu dao =  $I_{tt}$
- $U_{dm}$  cầu dao = Unguồn

**II. CÔNG TẮC**

**1. Khái quát và công dụng**

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 đóng mở. Điện áp của công tắc nhỏ hơn hay bằng 500V.

Công tắc hộp làm việc chắc chắn hơn cầu dao, dập tắt hồ quang nhanh hơn vì thao tác ngắt nhanh và dứt khoát hơn cầu dao.

Một số công tắc thường gặp:



**Công tắc hành trình**

**Công tắc ba pha   Công tắc ba pha hai ngã**

**2. Cấu tạo**

Cấu tạo của công tắc: phần chính là tiếp điểm đóng mở được gắn trên đế nhựa và có lò xo để thao tác chính xác.

**3. Phân loại**

Phân loại theo công dụng làm việc, có các loại công tắc sau:

- Công tắc đóng ngắt trực tiếp.
- Công tắc chuyển mạch (công tắc xoay, công tắc đảo, công tắc vạn năng), dùng để đóng ngắt chuyển đổi mạch điện, đổi nối sao tam giác cho động cơ.

- Công tắc hành trình và cuối hành trình, loại công tắc này được áp dụng trong các máy cắt gọt kim loại để điều khiển tự động hoá hành trình làm việc của mạch điện.

#### 4. 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.

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

#### 5. Các yêu cầu thử của công tắc

Việc kiểm tra chất lượng công tắc phải thử các bước sau:

- Thử xuyên thủng: đặt điện áp 1500V trong thời gian một phút ở các điểm cách điện giữa chúng.
- Thử cách điện: đo điện trở cách điện  $< 2M\Omega$ .
- Thử phát nóng.
- Thử công suất cắt.
- Thử độ bền cơ khí.
- Thử nhiệt độ đối với các chi tiết cách điện: các chi tiết cách điện phải chịu đựng  $100^{\circ}C$  trong thời gian hai giờ mà không bị biến dạng hoặc sủi nhám.

### III. DAO CÁCH LY

#### 1. Khái niệm

Dao cách ly là một loại khí cụ điện dùng để chế tạo một khoảng hở cách điện được trông thấy giữa bộ phận đang mang dòng điện và bộ phận cắt điện nhằm mục đích đảm bảo an toàn, khiến cho nhân viên sửa chữa thiết bị điện an tâm khi làm việc

Dao cách ly không có bộ phận dập tắt hồ quang nên không thể cắt được dòng điện lớn.

#### 2. Phân loại

Theo yêu cầu sử dụng, dao cách ly có hai loại:

- Dao cách ly một pha.
- Dao cách ly ba pha.

Theo vị trí sử dụng, dao cách ly có hai loại:

- Dao cách ly đặt trong nhà.
- Dao cách ly đặt ngoài trời.

#### 3. Lựa chọn và kiểm tra dao cách ly

Dao cách ly được chọn theo điều kiện định mức, chúng được kiểm tra theo điều kiện ổn định lực điện động và ổn định nhiệt

### IV. MÁY CẮT ĐIỆN

#### 1. Công dụng:

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

#### 2. Ký hiệu máy cắt điện trên sơ đồ mạch:



#### 3. Phân loại máy cắt điện:

##### a. Phân loại theo cấu tạo:

- Máy cắt một hướng và máy cắt nhiều hướng.

- Máy cắt một buồng dập hồ quang và máy cắt nhiều buồng dập hồ quang trên cùng một pha.

- Máy cắt có lò xo tích năng và máy cắt không có lò xo tích năng.

**b. Phân loại theo vị trí lắp đặt:**

- Máy cắt lắp đặt trong nhà.

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

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

- Máy cắt điện nhiều dầu không có buồng dập tắt hồ quang.

- Máy cắt điện nhiều dầu có buồng dập tắt hồ quang.

- Máy cắt điện không khí

- Máy cắt điện ít dầu

- Máy cắt điện khí SF<sub>6</sub>

- Máy cắt điện tự sinh khí

- Máy cắt điện chân không

- Máy cắt điện từ (dập tắt hồ quang bằng từ trường).

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

- Máy cắt điện phải có khả năng cắt lớn, thời gian cắt bé (cắt nhanh) tránh được hồ quang cháy phục hồi.

- Độ tin cậy cao: khi đóng cắt không được gây cháy nổ và các hư hỏng khác.

- Phải có khả năng đóng cắt một số lần nhất định phải đưa ra bảo đông, sửa chữa.

- Kích thước gọn, trọng lượng nhẹ, kết cấu đơn giản, dễ lắp đặt, dễ vận hành, giá thành hợp lý.

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

**5.1 Điện áp định mức :**

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

**5.2 Dòng điện định mức :**

$I_{dm}$  là trị số hiệu dụng lớn nhất chạy qua máy cắt khi nó vận hành lâu dài, nhưng vẫn đảm bảo giữ nhiệt độ các bộ phận của máy cắt thấp hơn nhiệt độ cho phép.

**5.3  $S_{cdm} = 3I_{cdm}U_{dm}$**

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

**5.4 Dòng điện đóng định mức:**

$I_{ddm}$  trong vận hành có trường hợp máy cắt đóng lúc mạch điện đang bị ngắn mạch (đóng lặp lại). Khả năng đóng của máy cắt khi mạch điện đang ngắn mạch, được đặc trưng bởi  $I_{ddm}$  là dòng điện ngắn mạch ba pha hiệu dụng toàn phần lớn nhất chạy qua máy cắt, nó có thể đóng vào mà không làm hỏng máy cắt.

**5.5 Dòng điện ổn định động định mức:**

$I_{oddm}$  là dòng điện lớn nhất chạy qua máy cắt mà lực điện động do nó sinh ra không làm hỏng máy cắt.

**5.6 Dòng điện ổn định nhiệt định mức:**

$I_{odndm}$  là dòng điện ngắn mạch hiệu dụng lớn nhất không hay đổi theo thời gian, chạy qua máy cắt mà không làm nhiệt độ của máy cắt tăng quá trị số cho phép.

**5.7 Thời gian cắt :**

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

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

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

## **V. ÁP – TÔ – MÁT ( CB )**

### **1. Khái niệm và yêu cầu**

CB (CB được viết tắt từ danh từ Circuit Breaker), CB là khí cụ điện dùng đóng ngắt mạch điện (một pha, ba pha); có công dụng bảo vệ quá tải, ngắn mạch, sụt áp... mạch điện.

Chọn CB phải thỏa mãn ba yêu cầu sau:

- Chế độ làm việc ở định mức của CB phải là chế độ làm việc dài hạn, nghĩa là trị số dòng điện định mức chạy qua CB lâu tùy ý. Mặt khác, mạch dòng điện của CB phải chịu được dòng điện lớn (khi có ngắn mạch) lúc các tiếp điểm của nó đã đóng hay đang đóng.
- CB phải ngắt được trị số dòng điện ngắn mạch lớn, có thể vài chục KA. Sau khi ngắt dòng điện ngắn mạch, CB đảm bảo vẫn làm việc tốt ở trị số dòng điện định mức.
- 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, CB 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 CB.

### **2. Cấu tạo**

#### **a) Tiếp điểm**

CB thường được chế tạo có hai cặp tiếp điểm (tiếp điểm chính và hồ quang), hoặc ba cặp 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 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.

#### **b) Hộp dập hồ quang**

Để CB 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 CB 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 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.

#### **c) Cơ cấu truyền động cắt CB**

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

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

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

#### **d) Móc bảo vệ**

CB tự động cắt nhờ các phần tử bảo vệ - gọi là móc bảo vệ, sẽ tác động khi mạch điện có sự cố quá dòng điện (quá tải hay ngắn mạch) và sụt áp.

Móc bảo vệ quá dòng điện (còn gọi là bảo vệ dòng điện cực đại) để bảo vệ thiết bị điện không bị quá tải và ngắn mạch, 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 CB.

Móc kiểu điện từ có cuộn dây mắc nối tiếp với mạch chính, cuộn dây này được quấn tiết diện lớn chịu dòng tải và ít vòng. Khi dòng điện vượt quá trị số cho phép thì phản ứng bị hút và nóc sẽ đập vào khớp rơi tự do, làm tiếp điểm của CB mở ra. Điều chỉnh vít để thay đổi lực kháng lò xo, ta có thể điều chỉnh được trị số dòng điện tức động. Để giữ thời gian trong boả vệ quá tải kiểu điện từ, người ta thêm một cơ cấu giữ thời gian.

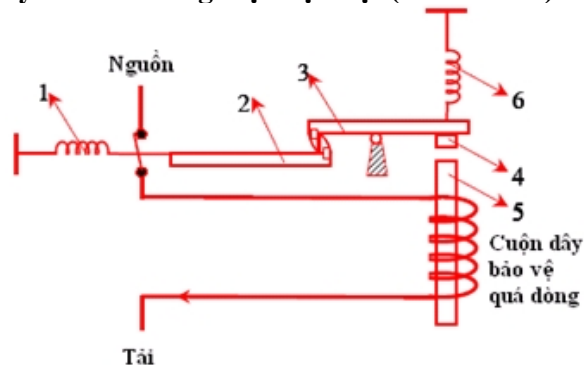
Móc kiểu role nhiệt đơn giản hơn cả, có kết cấu tương tự như role nhiệt có phần tử phát nóng đầu nối tiếp với mạch điện chính, tấm kim loại kép dẫn nở làm nhà khớp rơi tự do để mở tiếp điểm của CB khi có quá tải. Kiểu này có nhược điểm là quán tính nhiệt lớn nên không ngắt nhanh được dòng điện tăng vọt 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 một CB. Loại này được dùng ở CB 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, cuộn dây này được quấn ít vòng với dây tiết diện nhỏ chịu điện áp nguồn.

### 3. Nguyên lý hoạt động

#### a) Sơ đồ nguyên lý của CB dòng điện cực đại (hình vẽ 1.1)



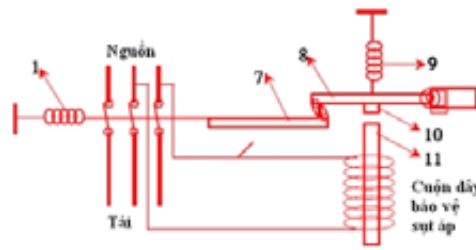
**Hình 1.1 Sơ đồ CB dòng điện cực đại**

Ở trạng thái bình thường sau khi đóng điện, CB được giữ ở trạng thái đóng tiếp điểm nhờ móc 2 khớp với móc 3 cùng một cụm với tiếp điểm động.

Bật CB ở trạng thái ON, với dòng điện định mức nam châm điện 5 và phản ứng 4 không hút.

Khi mạch điện quá tải hay ngắn mạch, lực hút điện từ ở nam châm điện 5 lớn hơn lực lò xo 6 làm cho nam châm điện 5 sẽ hút phản ứng 4 xuống làm bật nhà móc 3, móc 5 được thả tự do, lò xo 1 được thả lỏng, kết quả các tiếp điểm của CB được mở ra, mạch điện bị ngắt.

#### b) Sơ đồ nguyên lý CB điện áp thấp (hình 1.2)



**Hình 2.2: Sơ đồ CB điện áp thấp**

Bật CB ở trạng thái ON, với điện áp định mức nam châm điện 11 và phần ứng 10 hút lại với nhau. Khi sụt áp quá mức, nam châm điện 11 sẽ nhả phần ứng 10, lò xo 9 kéo móc 8 bật lên, móc 7 thả tự do, thả lỏng, lò xo 1 được thả lỏng, kết quả các tiếp điểm của CB được mở ra, mạch điện bị ngắt.

#### 4. Phân loại và cách lựa chọn CB

Theo kết cấu, người ta chia CB ra làm ba loại: một cực, hai cực và ba cực.

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

Tuỳ theo công dụng bảo vệ, người ta chia CB ra các loại: CB cực đại theo dòng điện, CB cực tiểu theo điện áp. CB dòng điện ngược ...

- aptomat bảo vệ quá dòng (ngắn mạch hoặc quá tải)
- aptomat bảo vệ quá điện áp.
- aptomat bảo vệ kém áp.
- aptomat bảo vệ chống dật (Aptomat vi sai)
- aptomat bảo vệ vắn năng

##### **Việc lựa chọn CB chủ yếu dựa vào:**

- Dòng điện tính toán đi trong mạch.
- Dòng điện quá tải.
- CB thao tác phải có tính chọn lọc.

Ngoài ra lựa chọn CB còn phải căn cứ vào đặc tính làm việc của phụ tải là CB không được phép cắt khi có quá tải ngắn hạn thường xảy ra trong điều kiện làm việc bình thường như dòng điện khởi động, dòng điện đỉnh trong phụ tải công nghệ.

$$I_B < I_n < I_Z \text{ và } I_{SCB} > I_{SC}$$

(Trong đó:  $I_B$  là dòng điện tải lớn nhất;  $I_n$  là dòng điện định mức của MCB, MCCB;  $I_Z$  là dòng điện cho phép lớn nhất của dây dẫn điện (được cho bởi nhà sản xuất);  $I_{SCB}$  là dòng điện lớn nhất mà MCB, MCCB có thể cắt;  $I_{SC}$  là dòng điện ngắn mạch).

**Ví dụ:** một tải một pha sử dụng nguồn điện 220V có dòng điện lớn nhất là 13A và dòng điện ngắn mạch tính toán được là 5KA. Thì ta chọn MCB và dây dẫn như sau: MCB Comet CM216A có dòng định mức là 16A, cường độ cắt lớn nhất là 6KA và dây dẫn Cadivi 2 x 2,5mm<sup>2</sup> có dòng cho phép lớn nhất là 18A. Chúng ta nên chọn MCB, MCCB của các nhà sản xuất có uy tín trên thị trường hiện nay như Comet, Clipsal, Hager... vì những sản phẩm này được sản xuất và kiểm tra dưới những điều kiện, tiêu chuẩn khắt khe theo tiêu chuẩn quốc tế. Đối với trường hợp kém chất lượng thì nên thay cái mới, không nên sửa chữa.

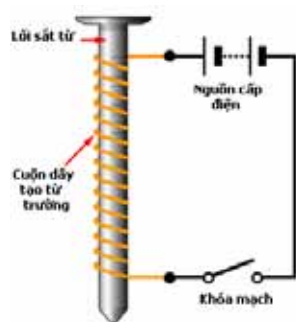
## BÀI 3 KHÍ CỤ ĐIỆN BẢO VỆ

### I. NAM CHÂM ĐIỆN

#### 1> Khái niệm

**Nam châm điện** là một dụng cụ tạo từ trường hay một nguồn sản sinh từ trường hoạt động nhờ từ trường sinh ra bởi cuộn dây có dòng điện lớn chạy qua. Cảm ứng từ của nam châm điện được dẫn và tạo thành lớn nhờ việc sử dụng một lõi dẫn từ làm bằng vật liệu từ mềm có độ từ thẩm lớn và cảm ứng từ bão hòa cao. Khác với nam châm vĩnh cửu có cảm ứng từ cố định, nam châm điện có cảm ứng từ có thể thay đổi được nhờ việc điều khiển dòng điện chạy qua cuộn dây.

Nam châm điện lần đầu tiên được phát minh bởi nhà điện học người Anh William Sturgeon (1783-1850) vào năm 1825. Nam châm điện của Sturgeon là một lõi sắt non hình móng ngựa có một số vòng dây điện cuốn quanh. Khi cho dòng điện sinh ra bởi một pin nhỏ chạy qua, lõi sắt bị từ hóa và cảm ứng từ sinh ra đủ mạnh để hút lên được một hộp sắt nặng 7 ounce. Khi ngắt dòng điện, từ trường của lõi cũng biến mất.



Sơ đồ nguyên lý của nam châm điện đầu tiên. Dòng điện cung cấp bởi nguồn pin tạo ra từ trường trong cuộn dây và được khuếch đại bởi lõi dẫn từ làm bằng sắt non.

#### 2> Ứng dụng của nam châm

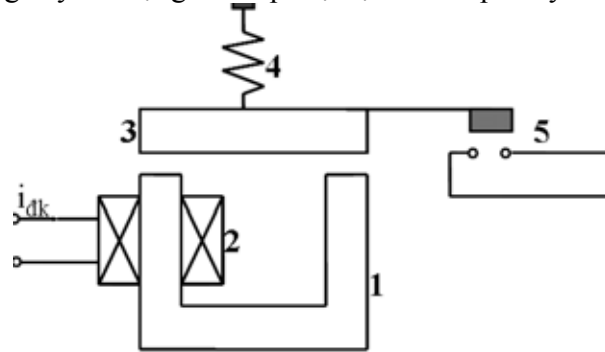
Các nam châm được ứng dụng để xử lý nguyên liệu, nâng sản phẩm nặng, tách vật liệu trong các dây chuyền sản xuất, ... Không chỉ trong ngành công nghiệp nặng mà còn ở các đơn vị quy mô nhỏ như đơn vị sản xuất điện tử, máy tính, đĩa CD, TV, ... là những ngành ứng dụng nam châm.

Ngoài việc bị sử dụng trong ngành công nghiệp, nam châm cũng được dùng để chữa bệnh. Từ trường của nam châm, tăng dòng chảy của máu và do đó điều trị các bệnh thể chất. Nam châm được sử dụng để điều trị các biến chứng thể chất như huyết áp, tăng huyết áp các vấn đề thần kinh, ...

### II. ROLE TỪ

Role điện từ làm việc trên nguyên lý điện từ. Nếu đặt một vật bằng vật liệu sắt từ (gọi là phần ứng hay nắp từ) trong từ trường do cuộn dây có dòng điện chạy qua sinh ra.

Từ trường này tác dụng lên nắp một lực làm nắp chuyển động



**Hình : Cấu trúc chung**

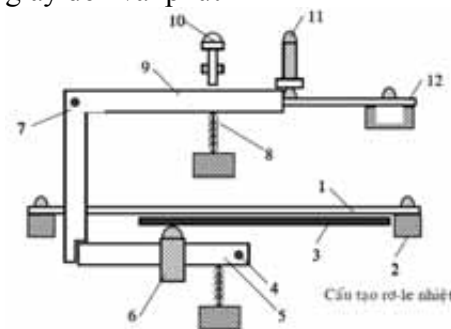
Khi cung cấp điện cho cuộn dây, sẽ tạo từ trường chạy trong mạch từ chính.

Lực hút điện từ sinh ra thắng được lực hút lò xo phản lực 7 nắp mạch từ được về phía lõi. Ứng với mạch từ 1 chiều - xoay chiều có các role 1 chiều - xoay chiều.

### III. ROLE NHIỆT (OVER LOAD OL)

#### 1. Khái niệm và cấu tạo:

Role nhiệt là một loại khí cụ để bảo vệ động cơ và mạch điện khi có sự cố quá tải. Role nhiệt không tác động tức thời theo trị số dòng điện vì nó có quán tính nhiệt lớn, phải có thời gian phát nóng, do đó nó làm việc có thời gian từ vài giây đến vài phút



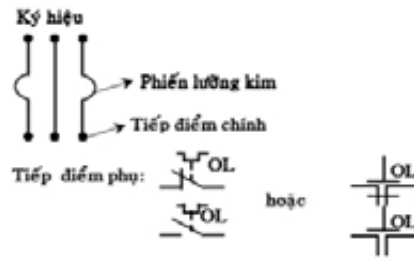
Phần tử phát nóng 1 được đấu nối tiếp với mạch động lực bởi vít 2 và ôm phiến lưỡng kim 3. Vít 6 trên giá nhựa cách điện 5 dùng để điều chỉnh mức độ uốn cong đầu tự do của phiến 3. Giá 5 xoay quanh trục 4, tùy theo trị số dòng điện chạy qua phần tử phát nóng mà phiến lưỡng kim cong nhiều hay ít, đẩy vào vít 6 làm xoay giá 5 để mở ngàm đòn bẩy 9. Nhờ tác dụng lò xo 8, đẩy đòn bẩy 9 xoay quanh trục 7 ngược chiều kim đồng hồ làm mở tiếp điểm động 11 khỏi tiếp điểm tĩnh 12. Nút nhấn 10 để Reset Role nhiệt về vị trí ban đầu sau khi phiến lưỡng kim nguội trở về vị trí ban đầu.

#### 2. Nguyên lý hoạt động:

Nguyên lý chung của Role nhiệt là dựa trên cơ sở tác dụng nhiệt làm dẫn nở phiến kim loại kép. Phiến kim loại kép gồm hai lá kim loại có hệ số giãn nở khác nhau (hệ số giãn nở hơn kém nhau 20 lần) ghép chặt với nhau thành một phiến bằng phương pháp cán nóng hoặc hàn. Khi có dòng điện quá tải đi qua, phiến lưỡng kim được đốt nóng, uốn cong về phía kim loại có hệ số giãn nở bé, đẩy cần gạt làm lò xo co lại và chuyển đổi hệ thống tiếp điểm phụ.



Để Role nhiệt làm việc trở lại, phải đợi phiến kim loại nguội và kéo cần Reset của Role nhiệt.



### 3. Phân loại Role nhiệt:

Theo kết cấu Role nhiệt chia thành hai loại: Kiểu hở và kiểu kín. Theo yêu cầu sử dụng: Loại một cực và hai cực.

Theo phương thức đốt nóng:

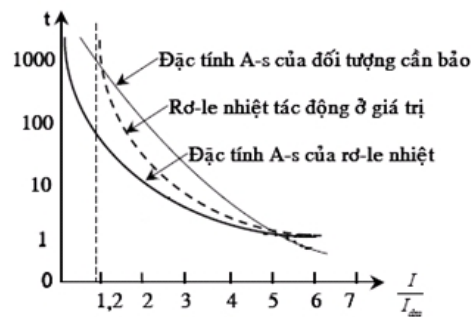
- Đốt nóng trực tiếp: Dòng điện đi qua trực tiếp tấm kim loại kép. Loại này có cấu tạo đơn giản, nhưng khi thay đổi dòng điện định mức phải thay đổi tấm kim loại kép, loại này không tiện dụng.
- Đốt nóng gián tiếp: Dòng điện đi qua phần tử đốt nóng độc lập, nhiệt lượng tỏa ra gián tiếp làm tấm kim loại cong lên. Loại này có ưu điểm là muốn thay đổi dòng điện định mức ta chỉ cần thay đổi phần tử đốt nóng. Nhược điểm của loại này là khi có quá tải lớn, phần tử đốt nóng có thể đạt đến nhiệt độ khá cao nhưng vì không khí truyền nhiệt kém, nên tấm kim loại chưa kịp tác động mà phần tử đốt nóng đã bị cháy đứt.
- Đốt nóng hỗn hợp: Loại này tương đối tốt vì vừa đốt trực tiếp vừa đốt gián tiếp. Nó có tính ổn định nhiệt tương đối cao và có thể làm việc ở bội số quá tải lớn.

### 4. Chọn lựa Role nhiệt

Đặc tính cơ bản của Role nhiệt là quan hệ giữa dòng điện phụ tải chạy qua và thời gian tác động của nó (gọi là 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 bảo vệ cũng cần đặc tính thời gian dòng điện.

Lựa chọn đúng Role là sao cho đường đặc tính A - s của Role gần sát đường đặc tính A - s của đối tượng cần bảo vệ. Nếu chọn thấp quá sẽ không tận dụng được công suất của động cơ điện, chọn cao quá sẽ làm giảm tuổi thọ của thiết bị cần bảo vệ.

Trong thực tế, cách lựa chọn phù hợp là chọn dòng điện định mức của Role nhiệt bằng dòng điện định mức của động cơ điện cần bảo vệ, Role sẽ tác động ở giá trị  $(1,2 \div 1,3)I_{dm}$ . Bên cạnh, chế độ làm việc của phụ tải và nhiệt độ môi trường xung quanh phải được xem xét.



#### IV. CẦU CHÌ

##### 1. Khái niệm và yêu cầu

Cầu chì là một loại khí cụ điện dùng để bảo vệ thiết bị và lưới điện tránh sự cố ngắn mạch, thường dùng để bảo vệ cho đường dây dẫn, máy biến áp, động cơ điện, thiết bị điện, mạch điện điều khiển, mạch điện thắp sáng.

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

##### Các tính chất và yêu cầu của cầu chì:

- Cầu chì có đặc tính làm việc ổn định, không tác động khi có dòng điện mở máy và dòng điện định mức lâu dài đi qua.
- Đặc tính A - s của cầu chì phải thấp hơn đặc tính của đối tượng bảo vệ.
- Khi có sự cố ngắn mạch, cầu chì tác động phải có tính chọn lọc.
- Việc thay thế cầu chì bị cháy phải dễ dàng và tốn ít thời gian.

##### 2. cấu tạo và nguyên lý hoạt động

###### 1. Cấu tạo

Cầu chì bao gồm các thành phần sau:

+ Phần tử ngắt mạch: Đây chính là thành phần chính của cầu chì, phần tử này phải có khả năng cảm nhận được giá trị hiệu dụng củ dòng điện qua nó. Phần tử này có giá trị điện trở suất bé (thường bằng bạc, đồng hay các vật liệu dẫn có giá trị điện trở suất nhỏ lân cận với các giá trị nêu trên...). Hình dạng của phần tử có thể ở dạng là một dây (tiết diện tròn), dạng băng mỏng.

+ Thân của cầu chì: Thường bằng thủy tinh, ceramic (sứ gốm) hay các vật liệu khác tương đương. Vật liệu tạo thành thân của cầu chì phải đảm bảo được hai tính chất:

- Có độ bền cơ khí.
- Có độ bền về điều kiện dẫn nhiệt và chịu đựng được các sự thay đổi nhiệt độ đột ngột mà không hư hỏng.

+ Vật liệu lấp đầy (bao bọc quanh phần tử ngắt mạch trong thân cầu chì):

Thường bằng vật liệu Silicat ở dạng hạt, nó phải có khả năng hấp thụ được năng lượng sinh ra do hồ quang và phải đảm bảo tính cách điện khi xảy ra hiện tượng ngắt mạch.

+ Các đầu nối: Các thành phần này dùng định vị cố định cầu chì trên các thiết bị đóng ngắt mạch; đồng thời phải đảm bảo tính tiếp xúc điện tốt.

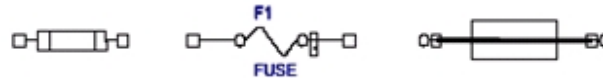
###### 2. Nguyên lý hoạt động

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 tại mọi điểm phải thấp hơn đặc tính của đối tượng cần bảo vệ.

- + Đối với dòng điện định mức của cầu chì: Năng lượng sinh ra do hiệu ứng Joule khi có dòng điện định mức chạy qua sẽ toả ra môi trường và không gây nên sự nóng chảy, sự cân bằng nhiệt sẽ được thiết lập ở một giá trị mà không gây sự già hoá hay phá hỏng bất cứ phần tử nào của cầu chì.
- + Đối với dòng điện ngắn mạch của cầu chì: Sự cân bằng trên cầu chì bị phá huỷ, nhiệt năng trên cầu chì tăng cao và dẫn đến sự phá huỷ cầu chì:

### 3. Phân loại, ký hiệu, công dụng

Cầu chì dùng trong lưới điện hạ thế có nhiều hình dạng khác nhau, trong sơ đồ nguyên lý ta thường ký hiệu cho cầu chì theo một trong các dạng sau:



Cầu chì có thể chia thành hai dạng cơ bản, tùy thuộc vào nhiệm vụ:

- + Cầu chì loại g: Cầu chì dạng này chỉ có khả năng ngắt mạch, khi có sự cố hay quá tải hay ngắn mạch xảy ra trên phụ tải.
- + Cầu chì loại a: Cầu chì dạng này chỉ có khả năng bảo vệ duy nhất trạng thái ngắn mạch trên tải.

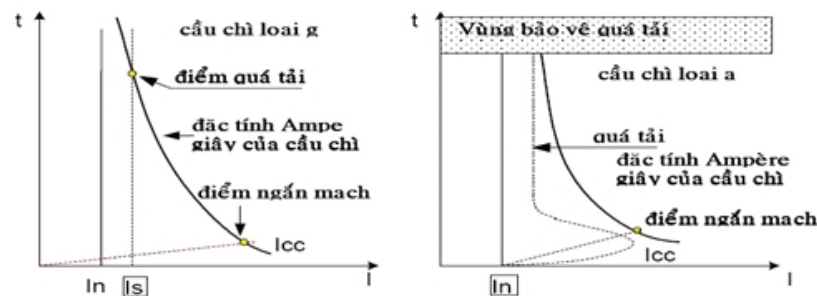
Muốn phân biệt nhiệm vụ làm việc của cầu chì, ta cần căn cứ vào đặc tuyến Ampe - giây (là đường biểu diễn mô tả mối quan hệ giữa dòng điện qua cầu chì và thời gian ngắt mạch của cầu chì).

Gọi  $I_{CC}$ : Giá trị dòng điện ngắn mạch.

$I_S$ : Giá trị dòng điện quá tải.

Với cầu chì loại g: Khi có dòng  $I_{CC}$  qua mạch nó phải ngắt mạch tức thì, và khi có dòng  $I_S$  qua mạch cầu chì không ngắt mạch tức thì mà duy trì một khoảng thời gian mới ngắt mạch (thời gian ngắt mạch và giá trị dòng  $I_S$  tỉ lệ nghịch với nhau).

Do đó nếu quan sát hai đặc tính Ampe - giây của hai loại cầu chì a và g; ta nhận thấy đặc tính Ampe - giây của cầu chì loại a nằm xa trục thời gian (trục tung) và cao hơn đặc tính Ampe - giây của cầu chì loại g.



Đặc tính Ampe - giây của các loại cầu chì

### 4. Các đặc tính điện áp của cầu chì

- Điện áp định mức là giá trị điện áp hiệu dụng xoay chiều xuất hiện ở hai đầu cầu chì (khi cầu chì ngắt mạch), tần số của nguồn điện trong phạm vi 48Hz đến 62Hz..
- Dòng điện định mức là giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều mà cầu chì có thể tải liên tục thường xuyên mà không làm thay đổi đặc tính của nó.
- Dòng điện cắt cực tiểu là giá trị nhỏ nhất của dòng điện sự cố mà dây chì có khả năng ngắt mạch. Khả năng cắt định mức là giá trị cực đại của dòng điện ngắn mạch mà cầu chì có thể cắt.

## V. THIẾT BỊ CHỐNG RÒ ĐIỆN

### 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.

### 2. Cấu tạo

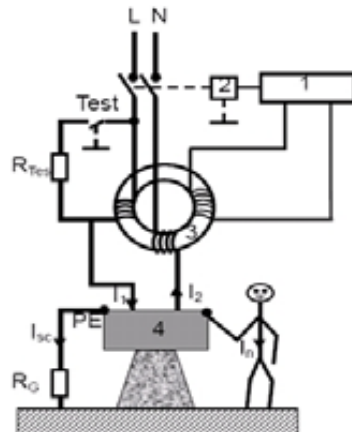
Thiết bị chống dòng điện rò hoạt động trên nguyên lý bảo vệ so lệch, được thực hiện trên cơ sở cân bằng giữa tổng dòng điện vào và tổng dòng điện đi ra tiết bị tiêu thụ điện.

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 có 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.

### 3. Nguyên tắc hoạt động



Chú thích:

- $I_1$ : Dòng điện đi vào thiết bị tiêu thụ điện.
- $I_2$ : Dòng điện đi từ thiết bị tiêu thụ điện ra.
- $I_{sc}$ : Dòng điện sự cố.
- $I_n$ : Dòng điện đi qua cơ thể người.

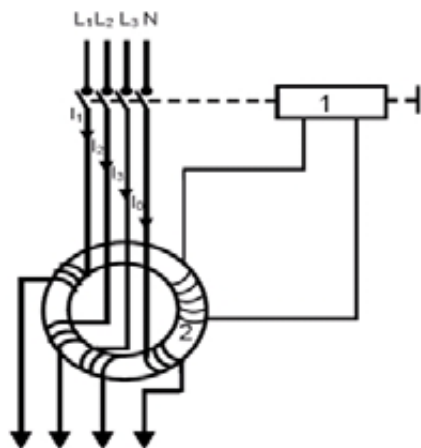
1: Thiết bị đo lường sự cân bằng

2: Cơ cấu ngắt.

### 3: Lõi từ hình vành xuyên

Trường hợp thiết bị điện không có sự cố  $I_1 = I_2$

Trường hợp thiết bị điện có sự cố  $I_1 - I_2 = I_{sc}$



$I_1 - I_2$  do đó xuất hiện mất sự cân bằng trong hình xuyên từ, dẫn đến cảm ứng một dòng điện trong cuộn dây dò tìm, đưa đến tác động rơle và kết quả làm mở mạch điện.

Chú thích:

- $I_1$ : Dòng điện đi quapha 1.
- $I_2$ : Dòng điện đi quapha 2.
- $I_3$ : Dòng điện đi qua pha 3.
- $I_0$ : Dòng điện đi qua dây trung tính.

1: Cơ cấu nhà.

2: Lõi từ hình vành xuyên.

Trường hợp thiết bị điện không có sự cố:

$$I_1 = I_2 = I_3 = I_0 = 0$$

Từ thông tổng trong mạch từ hình xuyên bằng 0, do đó sẽ không có dòng điện cảm ứng trong cuộn dây dò tìm.

Trường hợp thiết bị có sự cố:

$$I_1 - I_2 - I_3 - I_0 \neq 0$$

Từ thông tổng trong mạch từ hình xuyên không bằng 0, do đó sẽ có dòng điện cảm ứng trong cuộn dây dò tìm, vậy cuộn dây dò tìm sẽ tác động mở các cực điện.

## 4. SỰ TÁC ĐỘNG CỦA THIẾT BỊ CHỐNG DÒNG ĐIỆN RÒ

### 4.1. Sự tác động tin cậy của RCD

- RCD tác động nhạy và tin cậy.
- Dòng điện tác động rò thực tế luôn thấp hơn dòng tác động rò danh định (ghi trên nhãn hiệu của RCD) khoảng 20 % 40% khi dòng điện rò xuất hiện tăng dần hay đột ngột.
- Thời gian tác động thực tế đều nhỏ hơn thời gian tác động được nhà sản xuất quy định (ghi trên nhãn hiệu) khoảng 20 % 80%. Thông thường thời gian tác động cắt mạch được ghi trên nhãn hiệu của RCD là 0,1s và thời gian tác động cắt mạch thực tế nằm trong khoảng 0,02 % 0,08s.

### 4.2. Sự tác động có tính chọn lọc của RCD bảo vệ hệ thống điện - sơ đồ điện.

- Khi xuất hiện dòng điện rò đủ lớn ở đoạn đường dây điện hoặc phụ tải, RCD được lắp đặt gần nhất sẽ tác động cắt mạch, tách đoạn dây hoặc phụ tải bị rò

điện ra khỏi hệ thống cung cấp điện. Như vậy đảm bảo tính chọn lọc, việc cung cấp điện không ảnh hưởng đến phần còn lại.

- Nếu RCD lắp đặt không đúng yêu cầu kỹ thuật thì RCD đó sẽ không tác động cắt mạch khi xuất hiện dòng điện rò ở phần đường dây hay phụ tải tương ứng với chúng, hoặc tác động không đúng yêu cầu đã đề ra.

#### a) Khả năng chọn lọc tổng hợp

Khả năng chọn lọc tổng hợp là nhằm loại trừ duy nhất thiết bị có sự cố. Để đạt được khả năng này phải thỏa mãn hai điều kiện:

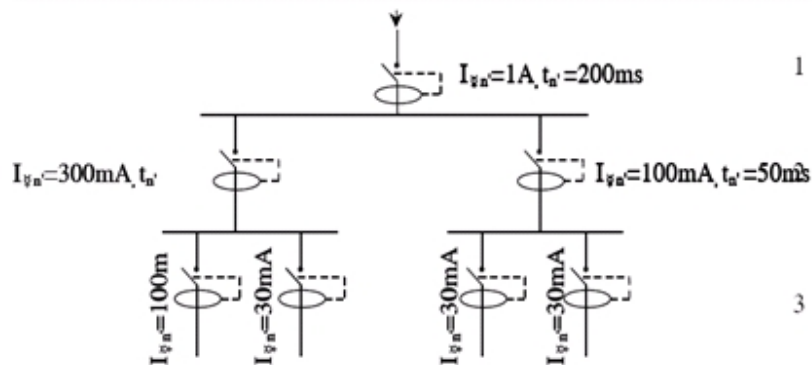
- Dòng điện so lệch dư định mức của RCD ở phía trên phải có giá trị lớn hơn dòng điện so lệch dư định mức của RCD ở phía dưới.
- Thời gian tối thiểu không làm việc của RCD ở phía trên phải có giá trị lớn hơn thời gian tối thiểu không làm việc của RCD ở phía dưới.

#### b) Khả năng chọn lọc từng phần

Tính chọn lọc được gọi là từng phần vì nó không tiếp nhận đối với một số giá trị dòng điện sự cố. Tính chọn lọc được thỏa mãn khi các hệ quả của một số sự

cố có thể kéo theo ngắt điện từng phần hay ngắt điện toàn bộ hệ thống cung cấp điện.

Ví dụ về chọn lọc từng phần:



Hệ thống cung cấp điện công nghiệp với khả năng chọn lọc tổng ở 3 mức chậm (trễ) mức 1: chậm 200ms; mức 2: chậm 50ms; mức 3 không có thời gian trễ.

## VI. BIẾN ÁP ĐO LƯỜNG

### 1. BU

Biến điện áp đo lường dùng để biến đổi điện áp từ trị số lớn xuống trị số thích hợp (100V hay 100/ V) để cung cấp cho các dụng cụ đo lường, rơle và tự động hóa.

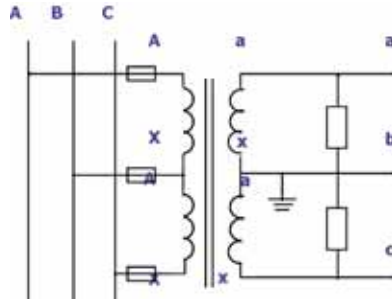
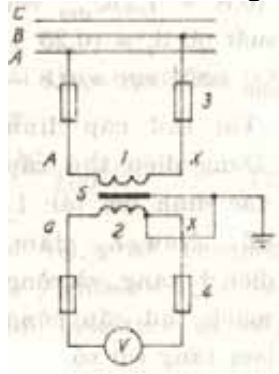
Như vậy các dụng cụ thứ cấp được tách khỏi mạch điện cao áp nên rất an toàn cho người.

Cũng vì an toàn, một trong những đầu ra của cuộn dây thứ cấp phải được nối đất.

Các dụng cụ phía thứ cấp của BU có điện trở rất lớn nên có thể coi BU làm việc ở chế độ không tải.

- ✓ Điện áp định mức của cuộn dây sơ cấp, chính là điện áp định mức của BU.
- ✓ Hệ số biến điện áp định mức :

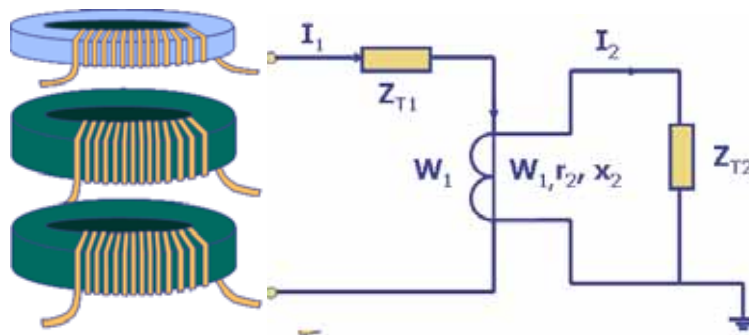
- ✓ Sai số :  
Sai số điện áp tương đối  
Sai số góc của BU
- ✓ Công suất định mức của BU



## 2. Máy biến dòng BI

- ❖ Máy biến dòng điện (BI) hay biến dòng là thiết bị dùng để biến đổi dòng điện có trị số lớn và điện áp cao xuống dòng điện có trị số tiêu chuẩn 5A hoặc 1A, điện áp an toàn cung cấp cho mạch đo lường, điều khiển và bảo vệ.
- ❖ Ở mạch điện xoay chiều, nguyên lý làm việc của biến dòng tương tự như MBA.
- ❖ Cuộn dây sơ cấp của biến dòng có số vòng rất nhỏ, có khi chỉ một vài vòng, còn cuộn thứ cấp có số vòng nhiều hơn và luôn được nối đất để phòng khi cách điện giữa sơ và thứ cấp bị chọc thủng thì không nguy hiểm cho dụng cụ phía thứ cấp và người phục vụ.
- ❖ Phụ tải thứ cấp của biến dòng điện rất nhỏ vì vậy có thể coi biến dòng luôn làm việc ở trạng thái ngắn mạch.
- ❖ Trong trường hợp không có tải phải nối đất cuộn thứ cấp để tránh quá điện áp cho nó.
- ❖ Sơ đồ đấu dây của biến dòng trong mạch điện được trình bày như hình .Tải của biến dòng được đấu vào cuộn thứ cấp w2 của nó và một đầu được nối đất, thứ tự đầu và cuối của các cuộn dây máy biến dòng thường được phân biệt , đầu cuộn dây đánh dấu “sao”





### Các thông số

- ✓ Điện áp định mức là trị số của điện áp dây của lưới điện mà biến dòng làm việc, điện áp này quyết định cách điện giữa phía sơ cấp và thứ cấp của biến dòng.
- ✓ Dòng điện định mức phía sơ cấp và thứ cấp là dòng làm việc dài hạn theo phát nóng có dự trữ.
- ✓ Hệ số biến đổi :  $K_{dm} = I_{1ddm}/I_{2ddm}$
- ✓ Sai số của biến dòng điện

$$\Delta I\% = \frac{K_{dm} \cdot I_2 - I_1}{I_1} 100$$

### Chọn BI

Theo vị trí đặt: Trong nhà hoặc ngoài trời.

- ✓ Cấp chính xác: Tùy theo mục đích sử dụng (công tơ cấp chính xác 0,5).
- ✓ Điện áp:  $U_{dmBI} \geq U_{HT}$
- ✓ Dòng điện:  $I_{dmBI} \geq I_{cb}/1,2$ , Vì BI cho phép quá tải lâu dài 20%
- ✓ Phụ tải của BI

Theo vị trí đặt: Trong nhà hoặc ngoài trời.

- ✓ Cấp chính xác: Tùy theo mục đích sử dụng (công tơ cấp chính xác 0,5).
- ✓ Điện áp:  $U_{dmBI} \geq U_{HT}$
- ✓ Dòng điện:  $I_{dmBI} \geq I_{cb}/1,2$ , Vì BI cho phép quá tải lâu dài 20%
- ✓ Phụ tải của BI



## BÀI 4 KHÍ CỤ ĐIỀU KHIỂN

### I. CÔNG – TÁC – TỜ

#### 1. khái niệm

Contactơ là một khí cụ điện dùng để đóng ngắt các tiếp điểm, tạo liên lạc trong mạch điện bằng nút nhấn. Như vậy khi sử dụng Contactơ 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 Contactơ rất xa vị trí các tiếp điểm đóng ngắt mạch điện).

Phân loại Contactơ tùy theo các đặc điểm sau:

- Theo nguyên lý truyền động: ta có Contactơ kiểu điện từ (truyền điện bằng lực hút điện từ), kiểu hơi ép, kiểu thủy lực. Thông thường sử dụng Contactơ kiểu điện từ.
- Theo dạng dòng điện: Contactơ một chiều và Contactơ xoay chiều (Contactơ 1 pha và 3 pha).

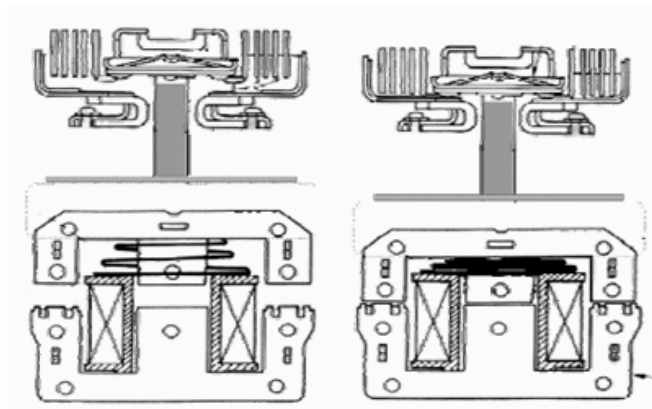
#### 2. Cấu tạo

Contactơ 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.



Trạng thái nam châm chưa hút

Trạng thái nam châm tạo lực hút

##### b) Hệ thống dập hồ quang điện:

Khi Contactơ 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 cạnh bên hai tiếp điểm tiếp xúc nhau, nhất là ở các tiếp điểm chính của Contactơ.

##### c) Hệ thống tiếp điểm của Contactơ

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 Contactơ thành hai loại:

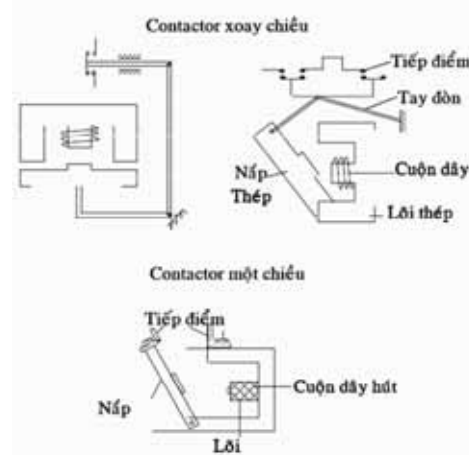
- Tiếp điểm chính: Có khả năng cho dòng điện lớn đi qua (từ 10A đến vài nghìn A, thí dụ khoảng 1600A hay 2250A). Tiếp điểm chính là tiếp điểm thường hở đóng lại khi cấp nguồn vào mạch từ của Contactor làm mạch từ Contactor hút lại.
- Tiếp điểm phụ: Có khả năng cho dòng điện đi qua các tiếp điểm nhỏ hơn 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 Contactor ở trạng thái nghỉ (không được cung cấp điện). Tiếp điểm này hở ra khi Contactor 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 Contactor theo quy trình định trước).

Theo một số kết cấu thông thường của Contactor, các tiếp điểm phụ có thể được liên kết cố định về số lượng trong mỗi bộ Contactor, tuy nhiên cũng có một vài nhà sản xuất chỉ bố trí cố định số tiếp điểm chính trên mỗi Contactor, còn các tiếp điểm phụ được chế tạo thành những khối rời đơn lẻ. Khi cần sử dụng ta chỉ ghép thêm vào trên Contactor, số lượng tiếp điểm phụ trong trường hợp này có thể bố trí tùy ý.

### 3. Nguyên lý hoạt động của Contactor



Khi cấp nguồn điện bằng giá trị điện áp định mức của Contactor vào hai đầu của cuộn dây quấn trên phần lõi từ cố định thì lực từ tạo ra hút phần lõi từ di động hình thành mạch từ kín (lực từ lớn hơn phản lực của lò xo), Contactor ở trạng thái hoạt động. Lúc này nhờ vào bộ phận liên động về cơ giữa lõi từ di động và hệ thống tiếp điểm làm cho tiếp điểm chính đóng lại, tiếp điểm phụ chuyển đổi trạng thái (thường đóng sẽ mở ra, thường hở sẽ đóng lại) và duy trì trạng thái này. Khi ngưng cấp nguồn cho cuộn dây thì Contactor ở trạng thái nghỉ, các tiếp điểm trở về trạng thái ban đầu.

Các ký hiệu dùng để biểu diễn cho cuộn dây (nam châm điện) trong Contactor và các loại tiếp điểm.

Có nhiều tiêu chuẩn của các quốc gia khác nhau, dùng để biểu diễn cho cuộn dây và tiếp điểm của Contactor

Cuộn dây	Tiếp điểm thường đóng	Tiếp điểm thường hở

#### 4. các thông số cơ bản của contactor

##### 4.1. Điện áp định mức

Điện áp định mức của Contactor  $U_{dm}$  là điện áp của mạch điện tương ứng mà tiếp điểm chính phải đóng ngắt, chính là điện áp đặt vào hai đầu cuộn dây của nam châm điện sao cho mạch từ hút lại.

Cuộn dây hút có thể làm việc bình thường ở điện áp trong giới hạn  $(85 \div 105)\%$  điện áp định mức của cuộn dây. Thông số này được ghi trên nhãn đặt ở hai đầu cuộn dây Contactor, có các cấp điện áp định mức: 110V, 220V, 440V một chiều và 127V, 220V, 380V, 500V xoay chiều.

##### 4.2. Dòng điện định mức

Dòng điện định mức của Contactor  $I_{dm}$  là dòng điện định mức đi qua tiếp điểm chính trong chế độ làm việc lâu dài.

Dòng điện định mức của Contactor hạ áp thông dụng có các cấp là: 10A, 20A, 25A, 40A, 60A, 75A, 100A, 150A, 250A, 300A, 600A. Nếu đặt trong tủ điện thì dòng điện định mức phải lấy thấp hơn 10% vì làm kém mát, dòng điện cho phép qua Contactor còn phải lấy thấp hơn nữa trong chế độ làm việc dài hạn.

##### 4.3. Khả năng cắt và khả năng đóng

Khả năng cắt của Contactor điện xoay chiều đạt bội số đến 10 lần dòng điện định mức với phụ tải điện cảm.

Khả năng đóng: Contactor điện xoay chiều dùng để khởi động động cơ điện cần phải có khả năng đóng từ 4 đến 7 lần  $I_{dm}$ .

##### 4.4. Tuổi thọ của Contactor

Tuổi thọ của Contactor được tính bằng số lần đóng mở, sau số lần đóng mở ấy thì Contactor sẽ bị hỏng và không dùng được.

##### 4.5. Tần số thao tác

Là số lần đóng cắt Contactor trong một giờ: Có các cấp: 30, 100, 120, 150, 300, 600, 1200, 1500 lần/giờ.

##### 4.6. Tính ổn định lực điện động

Tiếp điểm chính của Contactor cho phép một dòng điện lớn đi qua (khoảng 10 lần dòng điện định mức) mà lực điện động không làm tác rời tiếp điểm thì Contactor có tính ổn định lực điện động.

##### 4.7. Tính ổn định nhiệt

Contactor có tính ổn định nhiệt nghĩa là khi có dòng điện ngắn mạch chạy qua trong một khoảng thời gian cho phép, các tiếp điểm không bị nóng chảy và hàn dính lại.

## II. KHỞI ĐỘNG TỪ

### 1. Khái quát và công dụng

Khởi động từ là một loại khí cụ điện dùng để điều khiển từ xa việc đóng - ngắt, đảo chiều và bảo vệ quá tải (nếu có lắp thêm role nhiệt) các động cơ không đồng bộ ba pha rôto lồng sóc.

Khởi động từ có một Contactor gọi là khởi động từ đơn thường để đóng - ngắt động cơ điện. Khởi động từ có hai Contactor là khởi động từ kép dùng để thay đổi chiều quay của động cơ gọi là khởi động từ đảo chiều. Muốn bảo vệ ngắn mạch phải lắp thêm cầu chì.

### 2. Các yêu cầu kỹ thuật

Động cơ điện không đồng bộ ba pha có thể làm việc liên tục được hay không phụ thuộc vào mức độ tin cậy của khởi động từ. Do đó khởi động từ cần phải thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật sau:

- Tiếp điểm có độ bền chịu mài mòn cao.
- Khả năng đóng - cắt cao.
- Thao tác đóng - cắt dứt khoát.
- Tiêu thụ công suất ít nhất.
- Bảo vệ động cơ không bị quá tải lâu dài (có Role nhiệt).
- Thoả mãn điều khởi động (dòng điện khởi động từ 5 đến 7 lần dòng điện định mức).

### 3. Kết cấu và nguyên lý làm việc

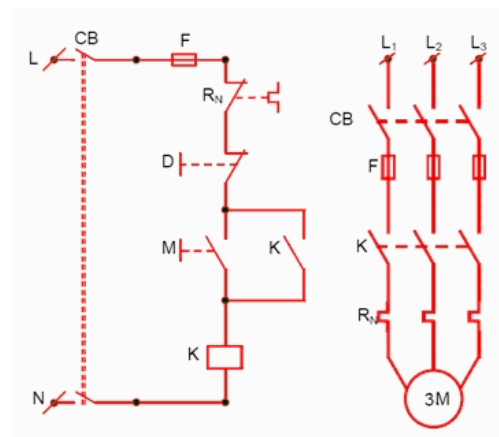
#### 3.1. Khởi động từ thường được phân chia theo:

- Điện áp định mức của cuộn dây hút: 36V, 127V, 220V, 380V, 500V.
- Kết cấu bảo vệ chống các tác động bởi môi trường xung quanh: hồ, bảo vệ, chống bụi, nước nổ...
- Khả năng làm biến đổi chiều quay động cơ điện: Không đảo chiều quay và đảo chiều quay.
- Số lượng và loại tiếp điểm: Thường hở, thường đóng.

#### 3.2. Nguyên lý làm việc của khởi động từ

##### a) Khởi động từ và hai nút nhấn:

Khi cung cấp điện áp cho cuộn dây bằng nút nhấn khởi động M, cuộn dây Contactor có điện hút lõi thép di động và mạch từ khép kín lại; làm đóng các tiếp điểm chính để khởi động động cơ và đóng tiếp điểm phụ thường hở để duy trì mạch điều khiển khi buông tay khỏi nút nhấn khởi động. Khi nhấn nút dừng D, khởi động từ bị ngắt điện, dưới tác dụng của lò xo nén làm phần lõi di động trở về vị trí ban đầu; các tiếp điểm trở về trạng thái thường hở. 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.

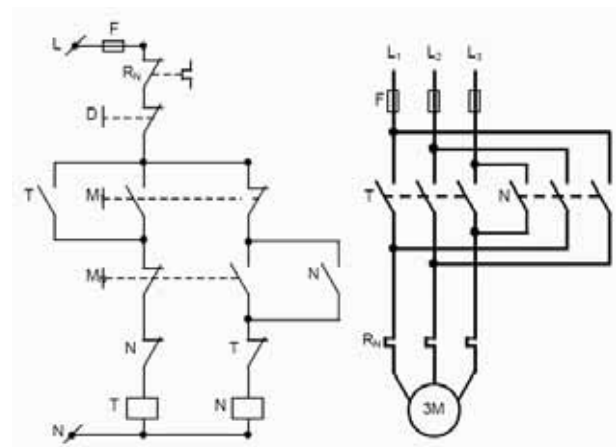


##### b) Khởi động từ đảo chiều và ba nút nhấn

Khi nhấn nút nhấn  $M_T$  cuộn dây Contactor T có điện hút lõi thép di động và mạch từ khép kín lại; làm đóng các tiếp điểm chính T để khởi động động cơ quay theo chiều thuận và đóng tiếp điểm phụ thường hở T để duy trì mạch điều khiển khi buông tay khỏi nút nhấn khởi động  $M_T$ .

Để đảo chiều quay

động cơ, ta nhấn nút nhấn  $M_N$  cuộn dây Contactor T mất điện, cuộn dây Contactor N có điện hút lõi thép di động và mạch từ khép kín lại; làm đóng các tiếp điểm chính N, 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 hở N để duy trì mạch điều khiển khi buông tay khỏi nút nhấn khởi động  $M_N$ .

Quá trình đảo chiều quay được lặp lại như trên.

Khi nhấn nút dừng D, khởi động từ N (hoặc T) 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.

#### **4. Lựa chọn và lắp ráp khởi động từ**

Hiện nay ở nước ta, động cơ không đồng bộ ba pha rôto lồng sóc có công suất từ 0,6 đến 100KW được sử dụng rộng rãi. Để điều khiển vận hành chúng, ta thường dùng khởi động từ. Vì vậy để thuận lợi cho việc lựa chọn khởi động từ, nhà sản xuất thường không những chỉ cho cường độ dòng điện suất định mức mà còn cho cả công suất của động cơ điện mà khởi động từ phục vụ ứng với các điện áp khác nhau.

Để khởi động từ làm việc tin cậy, khi lắp đặt cần phải bắt chặt cứng khởi động từ trên một mặt phẳng đứng (độ nghiêng cho phép so với trục thẳng đứng  $5^0$ ), không cho phép bôi mỡ vào các tiếp điểm và các bộ phận động. Sau khi lắp đặt khởi động từ và trước khi vận hành, phải kiểm tra:

- Cho các bộ phận chuyển động bằng tay không bị kẹt, vướng.
- Điện áp điều khiển phải phù hợp điện áp định mức của cuộn dây.
- Các tiếp điểm phải tiếp xúc đều và tốt.
- Các dây đấu điện phải theo đúng sơ đồ điều khiển.
- Role nhiệt phải đặt khởi động từ cần đặt kèm theo cầu chì bảo vệ.

### **III. Role trung gian**

#### **1. Khái niệm và cấu tạo**

Role trung gian là một khí cụ điện dùng trong lĩnh vực điều khiển tự động, cơ cấu kiểu điện từ. Role trung gian đóng vai trò điều khiển trung gian giữ các thiết bị điều khiển (Contactor, Role thời gian...).

Role trung gian gồm: Mạch từ của nam châm điện, hệ thống tiếp điểm chịu dòng điện nhỏ (5A), vỏ bảo vệ và các chân ra tiếp điểm.

#### **2. Nguyên lý hoạt động**

Nguyên lý hoạt động của Role trung gian tương tự như nguyên lý hoạt động của Contactor. Khi cấp điện áp bằng giá trị điện áp định mức vào hai đầu cuộn dây của Role 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 hở ra, tiếp điểm thường hở đóng lại). Khi ngưng cấp nguồn, mạch từ hở, hệ thống tiếp điểm trở về trạng thái ban đầu.

Điểm khác biệt giữa Contactor và Role có thể tóm lược như sau:

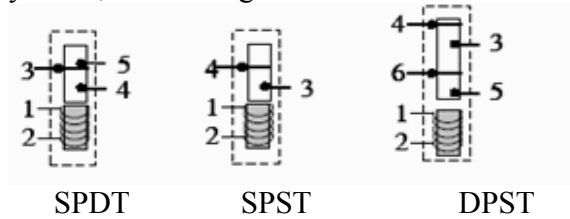
- Trong Role chỉ có duy nhất một loại tiếp điểm có khả năng tải dòng điện nhỏ, sử dụng cho mạch điều khiển (tiếp điểm phụ).
- Trong Role cũng có các loại tiếp điểm thường đóng và tiếp điểm thường hở, tuy nhiên các tiếp điểm không có buồng dập hồ quang (khác với hệ thống tiếp điểm chính trong Contactor hay CB).

Các ký hiệu dùng cho Role trung gian:

Trong quá trình lắp ráp các mạch điều khiển dùng Role hay trong một số mạch điện tử công nghiệp, ta thường gặp các ký hiệu sau đây:

- Ký hiệu SPDT:

Ký hiệu này được viết tắt từ thuật ngữ SING POLE DOUBLE THROW, Role mang ký hiệu này có một cặp tiếp điểm, gồm tiếp điểm thường đóng và thường hở, cặp tiếp điểm này có một đầu chung.



- Ký hiệu SPST:

Ký hiệu này được viết tắt từ thuật ngữ SING POLE SINGE THROW, Role mang ký hiệu này gồm có một tiếp điểm thường hở.

- Ký hiệu DPST được viết tắt từ thuật ngữ DOUBLE POLE SINGE THROW, Role mang ký hiệu này gồm có hai tiếp điểm thường hở.

Ngoài ra, các Role khi được lắp ghép trong tủ điều khiển thường được lắp trên các đế chân ra. Tùy theo số lượng chân ra có các kiểu khác nhau: Đế 8 chân, đế 11 chân, đế 14 chân...

#### IV. ROLE THỜI GIAN

##### 1. Khái niệm

Role thời gian là một khí cụ điện dùng trong lĩnh vực điều khiển tự động, với vai trò điều khiển trung gian giữa các thiết bị điều khiển theo thời gian định trước.

Role thời gian gồm: Mạch từ của nam châm điện, bộ định thời gian làm bằng linh kiện điện tử, hệ thống tiếp điểm chịu dòng điện nhỏ ( $\square$  5A), vỏ bảo vệ các chân ra tiếp điểm.

Tùy theo yêu cầu sử dụng khi lắp ráp hệ thống mạch điều khiển truyền động, ta có hai loại Role thời gian: Role thời gian ON DELAY, Role thời gian OFF DELAY.

##### 2. Nguyên tắc hoạt động

###### a) Role thời gian ON DELAY

Ký hiệu: Cuộn dây

Điện áp đặt vào hai đầu cuộn dây Role thời gian được ghi trên nhãn, thông thường 110V, 220V...

- Hệ thống tiếp điểm:

Tiếp điểm tác động không tính thời gian: Tiếp điểm này hoạt động tương tự các tiếp điểm của Role trung gian.

+ Thường đóng:

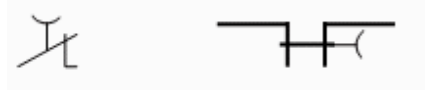
+ Thường mở:

\* Tiếp điểm tác động có tính thời gian:

+ Tiếp điểm thường Tiếp điểm thường đóng, mở chậm, đóng nhanh



+ Tiếp điểm thường đóng, mở chậm, đóng nhanh:

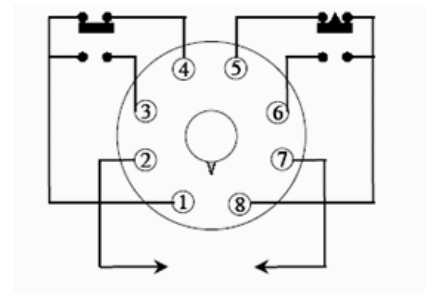


\* Nguyên lý hoạt động:

Khi cấp nguồn vào cuộn dây của Role thời gian ON DELAY, các tiếp điểm tác động không tính thời gian chuyển đổi trạng thái tức thời (thường đóng hở ra, thường hở đóng lại), các tiếp điểm tác động có tính thời gian không đổi. Sau khoảng thời gian đã định trước, các tiếp điểm tác động có tính thời gian sẽ chuyển trạng thái và duy trì trạng thái này.

Khi ngưng cấp nguồn vào cuộn dây, tất cả các tiếp điểm tức thời trở về trạng thái ban đầu.

Sau đây là sơ đồ chân của Role thời gian ON DELAY:



#### b) Role thời gian OFF DELAY

Ký hiệu: Cuộn dây



Điện áp đặt vào hai đầu cuộn dây Role thời gian được ghi trên nhãn, thông thường 110V, 220V...

- Hệ thống tiếp điểm:

Tiếp điểm tác động không tính thời gian: Tiếp điểm này hoạt động tương tự các tiếp điểm của Role trung gian.

+ Thường đóng:

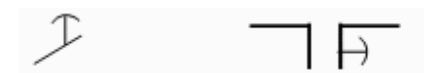


+ Thường mở:



\* Tiếp điểm tác động có tính thời gian:

+ Tiếp điểm thường mở, đóng chậm, mở nhanh:



+ Tiếp điểm thường đóng, mở chậm, đóng nhanh:



\* Nguyên lý hoạt động:

Khi cấp nguồn vào cuộn dây của Role thời gian OFF DELAY, các tiếp điểm tác động tức thời và duy trì trạng thái này.

Khi ngưng cấp nguồn vào cuộn dây, tất cả các tiếp điểm tác động không tính thời gian trở về trạng thái ban đầu. Tiếp sau đó một khoảng thời gian đã định trước, các tiếp điểm tác động có tính thời gian sẽ chuyển về trạng thái ban đầu.

## V. MỘT SỐ SƠ ĐỒ CĂN BẢN VỀ NGUYÊN LÝ ĐIỀU KHIỂN, VẬN HÀNH ĐỘNG CƠ.

### 1. Mạch điện khởi động – dừng một động cơ kđb 3 pha

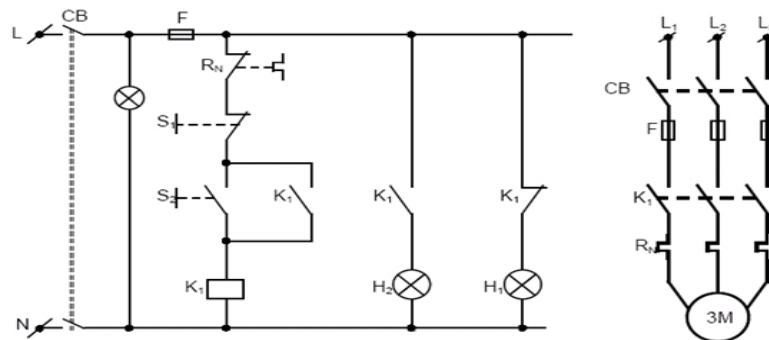
#### a) Nguyên lý:

Dùng mạch để khởi động một động cơ KĐB 3 pha, có tiếp điểm duy trì để động cơ làm việc, sau đó dừng động cơ.

#### b) Sơ đồ mạch

#### c) Thứ tự thực hiện:

- Nhấn nút  $S_2$ , Contactor  $K_1$  có điện, các tiếp điểm chính đóng lại, động cơ hoạt động, các tiếp điểm phụ thay đổi trạng thái, tiếp điểm phụ thường đóng hở ra làm cho đèn  $H_1$  tắt, tiếp điểm phụ thường hở đóng lại duy trì nguồn cho Contactor  $K_1$  và đèn  $H_2$ .



Hình 1: Sơ đồ mạch điện khởi động - dừng một động cơ KĐB 3 pha

### 2. Mạch điện khởi động thứ tự hai động cơ kđb 3 pha

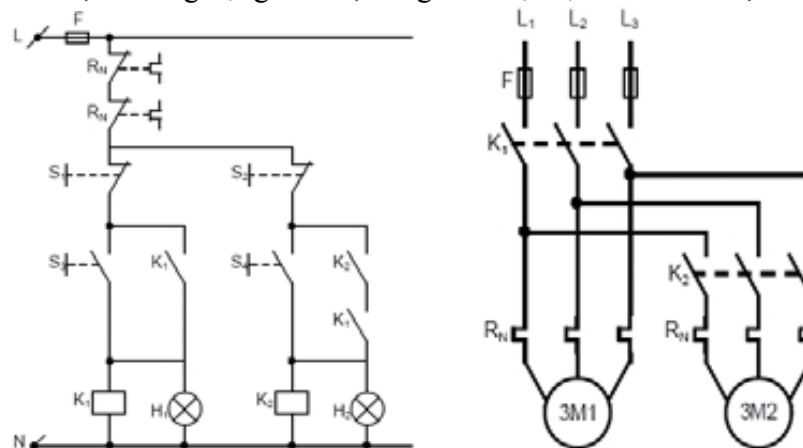
#### a) Nguyên lý

Dùng mạch để khởi động thứ tự hai động cơ KĐB 3 pha. Động cơ 1 (điều khiển bởi Contactor  $K_1$ ) chạy trước, sau đó động cơ 2 (điều khiển bởi Contactor  $K_2$ ) chạy theo. Nếu có sự tác động nhầm lẫn, mạch điện không hoạt động. Cuối cùng dừng cả hai động cơ.

#### b) Sơ đồ mạch:

#### c) Thứ tự thực hiện:

- Nhấn  $S_3$ , động cơ  $M_1$  hoạt động, đèn  $H_1$  sáng.
- Nhấn  $S_4$ , động cơ  $M_2$  hoạt động, đèn  $H_2$  sáng.
- Nhấn  $S_2$ , để dừng động cơ  $M_2$ , đèn  $H_2$  tắt.
- Nhấn  $S_1$ , để dừng động cơ  $M_1$ , dừng toàn bộ mạch điều khiển, đèn  $H_1$  tắt





Hình 2: Sơ đồ mạch khởi động thứ tự hai động cơ KĐB ba pha

### 3. Mạch điện đảo chiều động cơ kđb ba pha

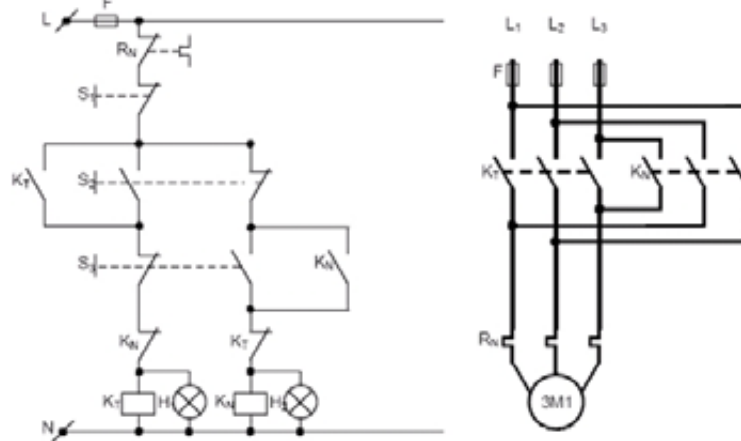
#### a) Nguyên lý:

Đảo chiều quay động cơ KĐB ba pha bằng cách đảo hai trong ba dây nguồn trước khi đưa nguồn vào động cơ. Mạch điện này dùng điều khiển động cơ KĐB ba pha làm việc hai chiều quay, sau đó dừng động cơ.

#### b) Sơ đồ mạch:

#### c) Thứ tự thực hiện:

- Nhấn  $S_2$ , động cơ hoạt động theo chiều thuận, đèn  $H_1$  sáng.
- Nhấn  $S_3$ , động cơ hoạt động theo chiều nghịch, đèn  $H_1$  tắt, đèn  $H_2$  sáng.
- Nhấn  $S_1$ , để dừng toàn bộ mạch điều khiển, động cơ ngừng hoạt động



Hình 3: Sơ đồ mạch đảo chiều động cơ KĐB ba pha

### 4. Mạch điện khởi động một động cơ kđb 3 pha – tự động dừng

#### a) Nguyên lý:

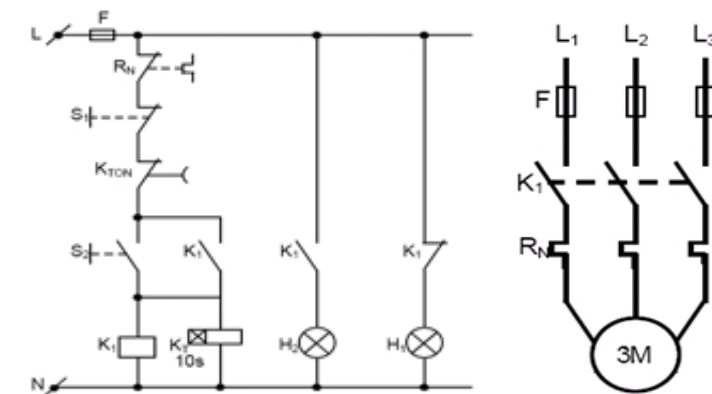
Dùng mạch để khởi động một động cơ KĐB 3 pha, có tiếp điểm duy trì để động cơ làm việc, sau thời gian làm việc đã định trên Timer, tiếp điểm thường đóng mở chậm của Timer hở ra, động cơ dừng.

#### b) Sơ đồ mạch:

#### c) Thứ tự thực hiện:

- Nhấn  $S_2$ , động cơ hoạt động, đèn  $H_1$  tắt, đèn  $H_2$  sáng.
- Role thời gian  $K_{TON}$  có điện và bắt đầu tính thời gian động cơ làm việc. Khi hết khoảng thời gian đã định, tiếp điểm thường đóng  $K_{TON}$  hở ra làm ngưng cấp điện cho Contactor  $K_1$ , động cơ ngưng hoạt động đèn  $H_1$  sáng, đèn  $H_2$  tắt.

- Nhấn  $S_1$  để dừng động cơ khẩn cấp.



Hình 4: Sơ đồ mạch điện khởi động - dừng một động cơ KĐB 3 pha

## 5. Mạch điện tự động khởi động theo thứ tự của hai động cơ kđb 3 pha

### a) Nguyên lý

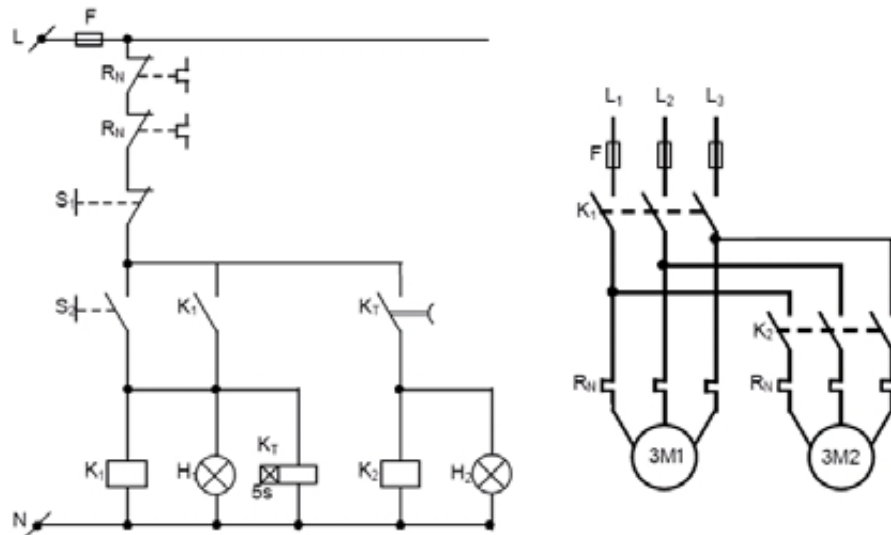
Mạch điện sử dụng T ON.

Dùng mạch để khởi động thứ tự hai động cơ KĐB 3 pha. Động cơ 1 (điều khiển bởi Contactor  $K_1$ ) khởi động trước, sau thời gian khởi động của động cơ thì tiếp điểm thường hở đóng chậm lại của Role thời gian TON đóng lại động cơ (điều khiển bởi Contactor 2) khởi động. Cuối cùng dừng cả hai động cơ, ta nhấn  $S_1$ .

### b) Sơ đồ mạch:

### c) Thứ tự thực hiện:

- Nhấn  $S_1$  động cơ  $M_1$  hoạt động đèn  $H_1$  sáng.
- Role thời gian  $K_{TON}$  chuyển trạng thái, động cơ  $M_2$  hoạt động, đèn  $H_2$  sáng.
- Nhấn  $S_1$  để dừng cả hai động cơ.



Hình 5: Sơ đồ mạch khởi động thứ tự hai động cơ KĐB ba pha