

## LỜI NÓI ĐẦU

Đất nước ta đang trong thời kỳ công nghiệp hóa - hiện đại hóa, nền kinh tế đang trên đà phát triển. Các thiết bị điện, khí cụ điện được sử dụng trong xây lắp các khu công nghiệp, khu chế xuất - liên doanh, khu nhà cao tầng ngày càng đa dạng và phong phú. Vì vậy việc tìm hiểu đặc tính, kết cấu, tính toán lựa chọn sử dụng khí cụ điện rất cần thiết cho sinh viên - học sinh ngành Điện nói riêng và những ai quan tâm đến ngành điện nói chung. Ngoài những kiến thức sẵn có, cần phải cập nhật thêm những công nghệ mới đang không ngừng được cải tiến và nâng cao của các nhà sản xuất lớn như: Merlin Gerin, Télémécanique, General Electric, Siemens....

Quyển giáo trình này được biên soạn gồm:

- ✚ Chương 1 : Lý thuyết cơ sở khí cụ điện.
- ✚ Chương 2 : Khí cụ điện điều khiển bằng tay.
- ✚ Chương 3 : CB
- ✚ Chương 4 : Cầu chì
- ✚ Chương 5 : Contactor
- ✚ Chương 6 : Rơle điều khiển và bảo vệ
- ✚ Chương 7 : Cảm biến
- ✚ Chương 8 : lắp đặt vận hành bảo dưỡng kiểm tra.

Trong quá trình biên soạn với những kiến thức và thời gian hạn chế nên không thể tránh khỏi những sai sót, kính mong được sự ủng hộ và góp ý chân thành từ phía độc giả để giáo trình ngày càng hoàn thiện hơn.

Nhóm Biên Soạn

# Chương 1:

# LÝ THUYẾT CƠ SỞ KHÍ CỤ ĐIỆN

## 1.1 KHÁI QUÁT VÀ PHÂN LOẠI KHÍ CỤ ĐIỆN

### 1. Khái quát:

Khí cụ điện là những thiết bị dùng để đóng, cắt, điều khiển, điều chỉnh và bảo vệ các lưới điện, mạch điện, máy điện, ... Ngoài ra nó còn được dùng để kiểm tra và điều chỉnh các quá trình không điện khác

Khí cụ điện được sử dụng rộng rãi ở các nhà máy phát điện, trạm biến áp, trong xí nghiệp công nghiệp, nông nghiệp, lâm nghiệp, giao thông vận tải và quốc phòng...

VD: công tắc, cầu chì, cầu dao, rơ le ...

### 2. Phân Loại :

#### a. Phân loại theo công dụng : gồm 5 loại

- Khí cụ điện dùng để đóng ngắt mạch điện của lưới điện : cầu dao, aptômát, công tắc ...
- Khí cụ điện dùng để mở máy, điều chỉnh tốc độ, điều chỉnh điện áp, dòng điện: công tắc tơ, khởi động từ, bộ không chế ...
- Khí cụ điện dùng để bảo vệ lưới điện, máy điện, cầu chì, aptômát ...
- Khí cụ điện dùng để 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 ...
- Khí cụ điện đo lường : VOM, volt kế, ampe kế ...

#### b. Phân loại theo điện áp :

- Khí cụ điện cao thế:  $U_{đm} \geq 1000V$
- Khí cụ điện trung thế :  $600V \leq U_{đm} < 1000V$
- Khí cụ điện hạ thế:  $U_{đm} < 600V$

#### c. Phân loại theo dòng điện: gồm 2 loại

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

#### d. Phân loại theo nguyên lý làm việc

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

#### e. Phân loại theo điều kiện làm việc và dạng bảo vệ:

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

## 1.2 CÁC YÊU CẦU CƠ BẢN ĐỐI VỚI KHÍ CỤ ĐIỆN

- Khí cụ điện phải đảm bảo sử dụng lâu dài với các thông số kỹ thuật định mức.
- Khí cụ điện phải ổn định nhiệt và ổn định lực điện động.
- Khí cụ điện phải đảm bảo an toàn, làm việc chính xác, rẻ tiền, dễ gia công, dễ lắp ráp, gia công, dễ sửa chữa.

- Vật liệu cách điện trong khí cụ điện phải tốt để ko bị hư hỏng khi xảy ra sự cố.
- Khí cụ điện phải làm việc ổn định ở các điều kiện khí hậu và môi trường yêu cầu.

### **1.3 MỘT SỐ VẤN ĐỀ CẦN CHÚ Ý KHI TÍNH TOÁN THIẾT KẾ, LỰA CHỌN KHÍ CỤ ĐIỆN**

- Điện áp định mức của khí cụ điện cần lựa chọn
- Dòng định điện mức của khí cụ điện cần lựa chọn
- Chế độ, điều kiện, môi trường làm việc của các thiết bị khí cụ điện cần bảo vệ
- Chú ý khảo sát đường đặc tuyến của từng thiết bị để có sự chọn lựa một cách phù hợp nhất

# Chương 2:

## KHÍ CỤ ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN BẰNG TAY

## 2.1 CẦU DAO

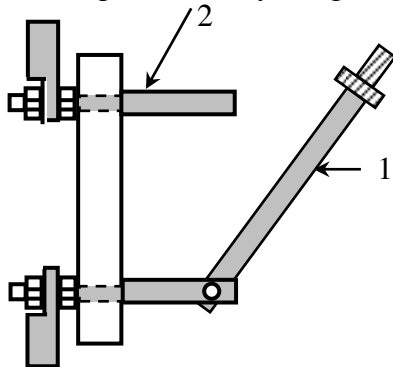
### 1. Khái Quát Và Công Dụng

- 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 ngắn mạch cho mạch điện.

### 2. Cấu Tạo, Nguyên Lý Hoạt Động Và Phân Loại:

#### a. 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.

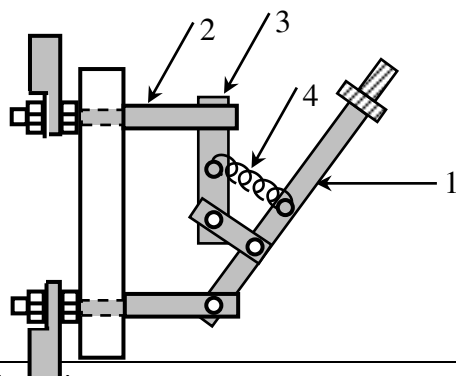


Cầu dao có:

1. Lưỡi dao chính.
2. Tiếp xúc tĩnh (ngàm)  
(hệ thống kẹp).

#### 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.
- 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 ngàm. Khi ngắt điện, tay kéo lưỡi dao chính ra trước còn lưỡi dao phụ vẫn kẹp trong ngàm. Lò xo liên kết giữa hai lưỡi dao được kéo căng ra và tới một mức nào đó sẽ bật nhanh kéo lưỡi dao phụ ra khỏi ngàm một cách nhanh chóng. Do đó, hồ quang được kéo dài nhanh và hồ quang bị dập tắt trong thời gian ngắn.



Cầu dao có cầu dao phụ:

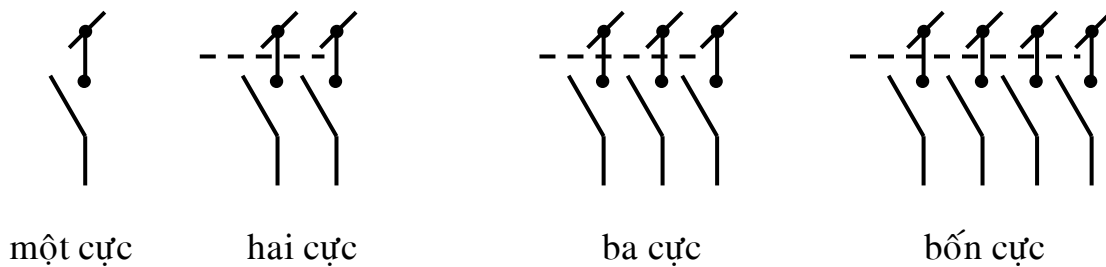
1. Lưỡi dao chính.
2. Tiếp xúc tĩnh (ngàm).
3. Lưỡi dao phụ.
4. Lò xo bật nhanh.

**c. Phân loại:**

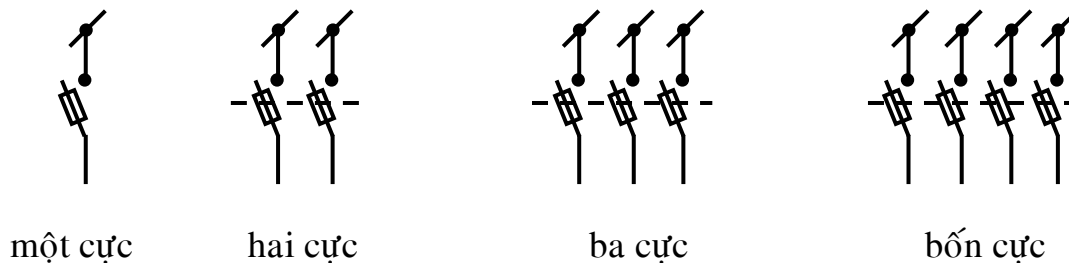
Phân loại cầu dao dựa vào các yếu tố sau:

- 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:**



**d. 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.

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

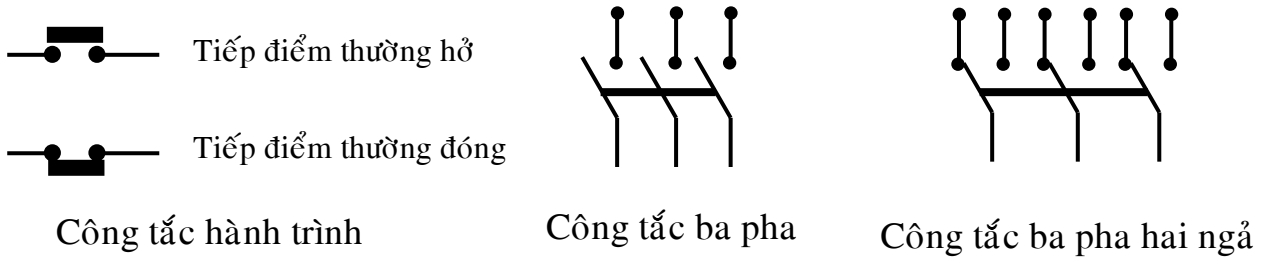
$$I_{đm \text{ cầu dao}} \geq I_{tt}$$

$$U_{đm \text{ cầu dao}} \geq U_{nguồn}$$

**2.2 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:



## 2. Cấu Tạo Và Phân Loại:

### a. 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.

### b. 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 hóa hành trình làm việc của mạch điện.

## 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...

## 4. 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 cần cách điện giữa chúng.
- Thử cách điện: đo điện trở cách điện lớn hơn 2MΩ.
- 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<sup>0</sup> C trong thời gian hai giờ mà không bị biến dạng hoặc sủi nhám.

## 2.3 NÚT ÁN

### 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 contactor 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.

## 2. Cấu Tạo Và Phân Loại:

### a. 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.

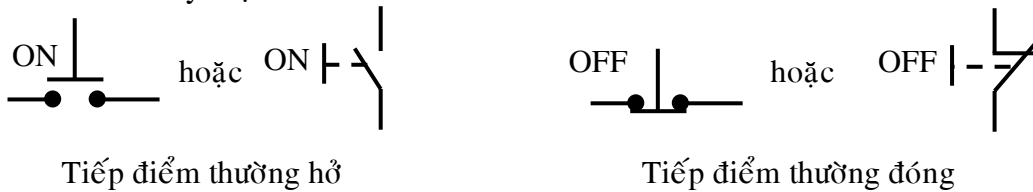
### b. Phân loại:

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:

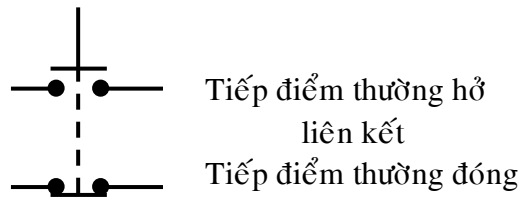
➤ Nút nhấn đơn: Mỗi nút nhấn chỉ có một trạng thái (ON hoặc OFF)

➤ Ký hiệu:



➤ 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 lắp 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 âm 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.

### 3. Các Thông Số Định Mức Của Công tắc:

$U_{dm}$ : 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:



### CÂU HỎI CHƯƠNG 2

- 1) Cầu dao: nêu công dụng, cách phân loại, ký hiệu, nguyên tắc hoạt động, cách lựa chọn.
- 2) Công tắc: công dụng, cấu tạo, cách lựa chọn.
- 3) Nút nhấn: nêu công dụng, phân loại, ký hiệu, cách lựa chọn.
- 4) **Bài tập 1:** chọn cầu dao dùng để đóng cắt cho mạch gồm các thiết bị sau:
  - ✚ 10 bộ đèn, mỗi bộ có công suất sau:  $40W$ ;  $U_{dm}=220V$ ;  $\cos\varphi =0.8$ .
  - ✚ 10 quạt, mỗi quạt có công suất  $60W$ ;  $U_{dm}=220V$ ;  $\cos\varphi = 0.9$ .

5) **Bài tập 2:** Chọn cầu dao dùng để đóng cắt cho động cơ 3 pha có thông số sau:

$$P_{\text{đm}} = 5\text{HP}; U_{\text{đm}} = 380\text{V}; \cos\varphi_{\text{đm}} = 0.8; K_{\text{mm}} = 3.$$

6)

7) **Bài tập 3:** Chọn cầu dao dùng để đóng cắt cho động cơ 1 pha có thông số sau:

$$P_{\text{đm}} = 5\text{HP}; U_{\text{đm}} = 220\text{V}; \cos\varphi_{\text{đm}} = 0.8; K_{\text{mm}} = 5.$$

8) **Bài tập 4:** chọn cầu dao để đóng cắt cho mạch điện 2 động cơ 3 pha có thông số sau:

⚡ Động cơ 1:  $P_{\text{đm}} = 5\text{HP}; U_{\text{đm}} = 380\text{V}; \cos\varphi_{\text{đm}} = 0.8; K_{\text{mm}} = 4.$

⚡ Động cơ 2:  $P_{\text{đm}} = 7.5\text{HP}; U_{\text{đm}} = 380\text{V}; \cos\varphi_{\text{đm}} = 0.85; K_{\text{mm}} = 5.$

## **Chương 3:**

# **CB (CIRCUIT BREAKER)**

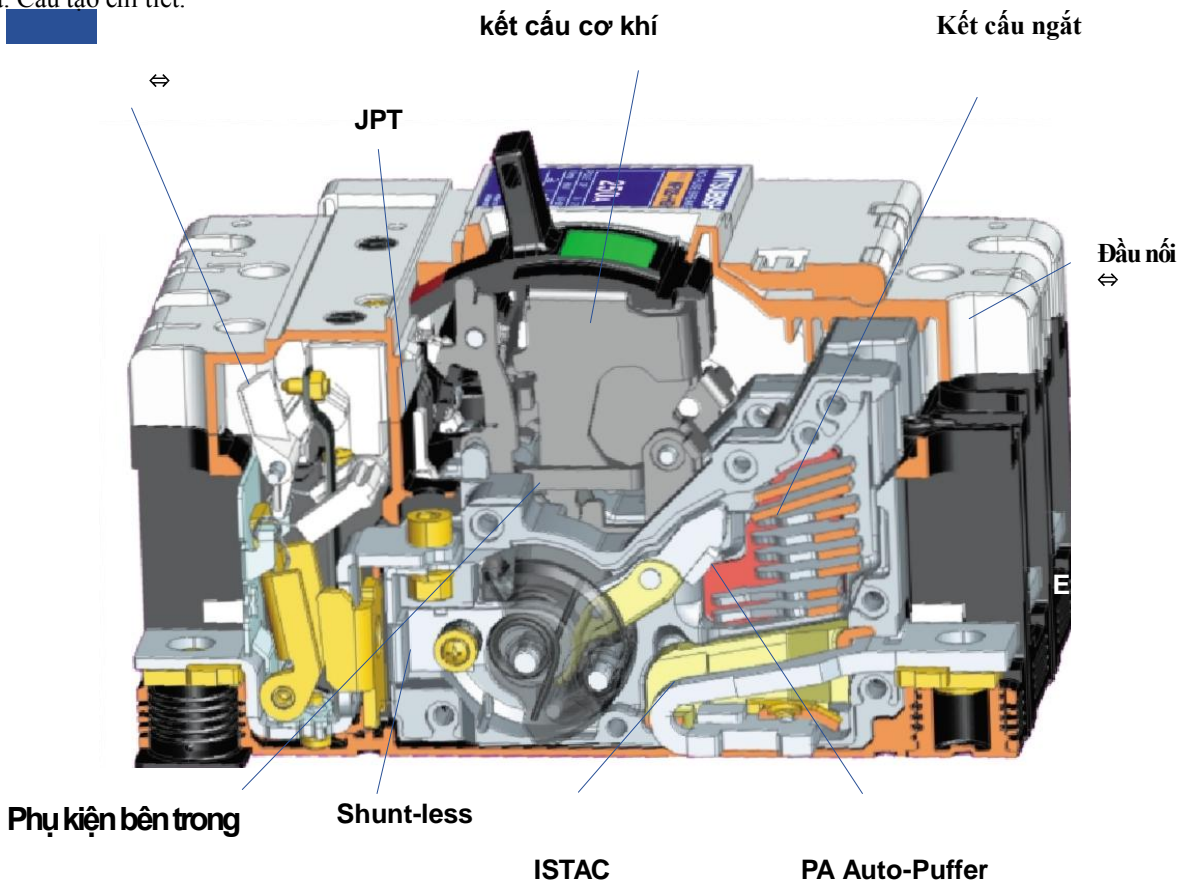
### 3.1 KHÁI QUÁT

#### 1. Khái Niệm và Yêu Cầu

- CB (CB được viết tắt từ danh từ Circuit Breaker- tiếng Anh), tên khác như : Disjonteur (tiếng Pháp) hay Aptômát (theo Liên Xô). 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 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.

### 3.2 CẤU TẠO

a. Cấu tạo chi tiết:



❖ *Tiếp điểm*

- CB thường được chế tạo có hai cấp tiếp điểm (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.

❖ *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.

❖ *Cơ cấu truyền động cắt CB*

- Truyền động cắt CB 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 khí nén.

❖ *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 phần ứng bị hút và móc sẽ đập vào khớp rơi tự do, làm tiếp điểm của CB 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).

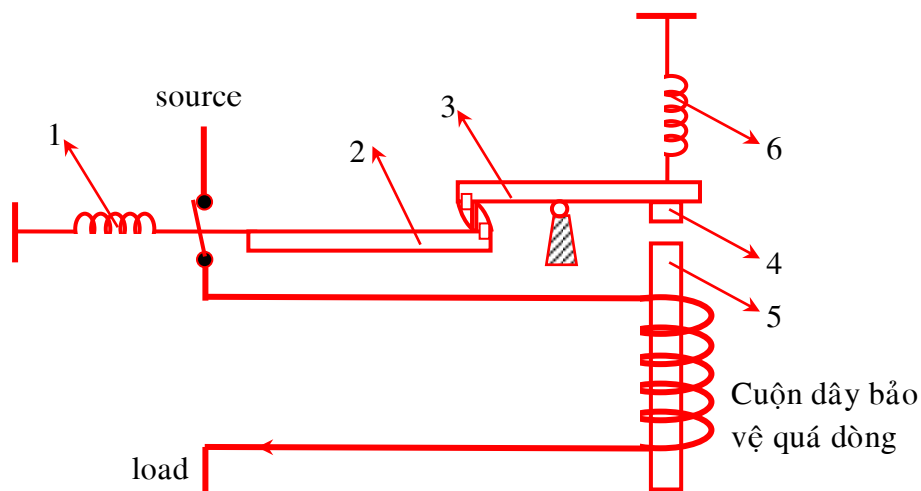
- ✚ Móc kiểu rơle nhiệt đơn giản hơn cả, có kết cấu tương tự như rơle nhiệt có phần tử phát nóng đầu nối tiếp với mạch điện chính, tấm kim loại kép dẫn nở làm nhả khớp rơi tự do để mở tiếp điểm của CB khi có quá tải. Kiểu này có thiếu sót là quán tính nhiệt lớn nên không ngắt nhanh được dòng điện tăng 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 rơle nhiệt trong một CB. Loại này được dùng ở CB có dòng điện định mức đến 600A.

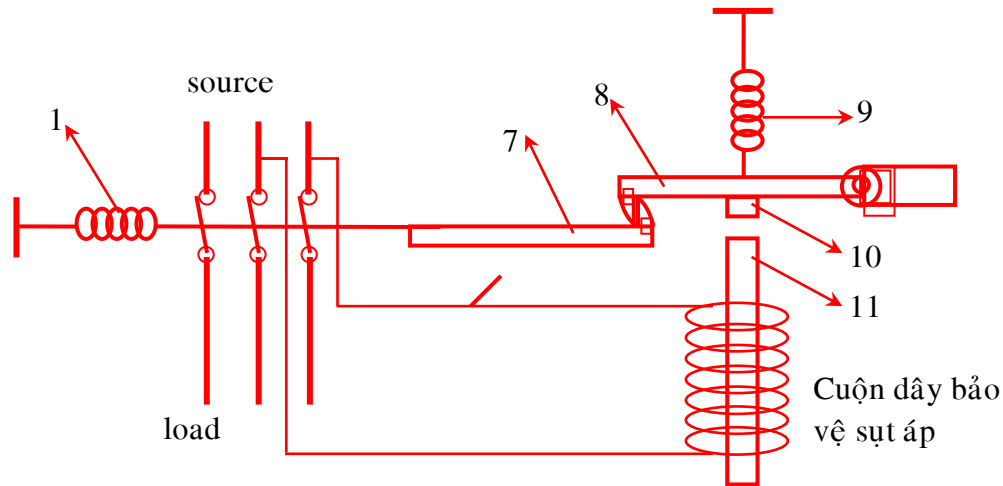
- ✚ Móc bảo vệ sụt áp (còn gọi là bảo vệ điện áp thấp) cũng thường dùng kiểu điện từ. Cuộn dây mắc song song với mạch điện chính, cuộn dây này được quấn nhiều vòng với dây tiết diện nhỏ chịu điện áp nguồn .

**b. Nguyên lý hoạt động**

- Sơ đồ nguyên lý của CB dòng điện cực đại và CB điện áp thấp được trình bày trên hình bên.
- 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 phần 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 phần ứng 4 xuống làm bật nhả 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.



- 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.

**c. Phân loại, ký hiệu, công dụng:**

- Theo kết cấu, người ta chia CB ra 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).
- Tùy 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 v.v...

**3.3 ĐIỀU KIỆN LỰA CHỌN CB**

Việc lựa chọn CB, chủ yếu dựa vào :

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

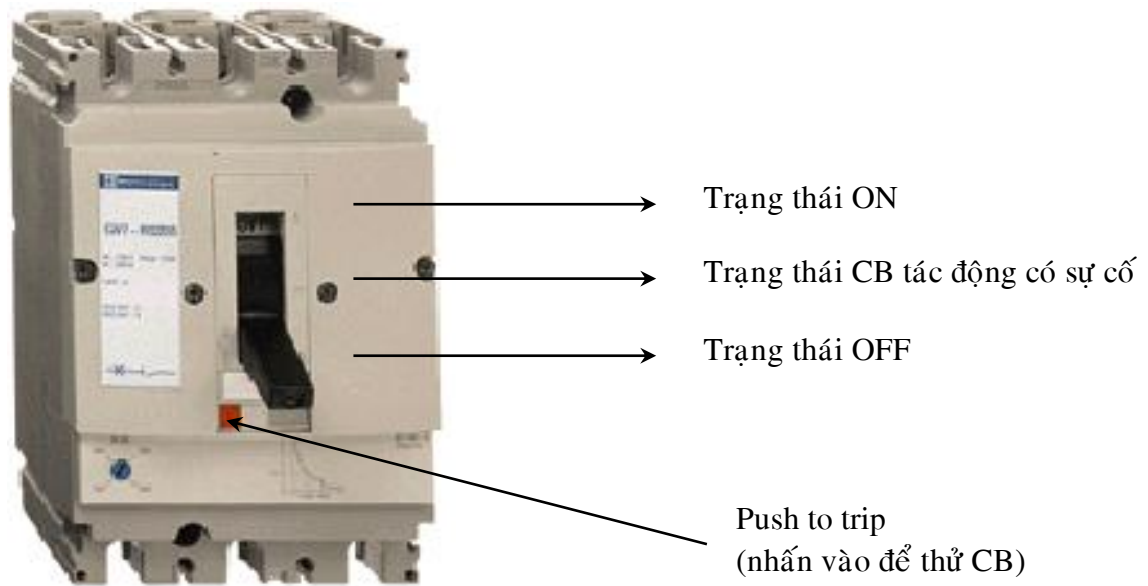
Ngoài ra lựa chọn CB còn phải căn cứ vào đặc tính làm việc của phụ tải là CB không được phép cắt khi có quá tải ngắn hạn thường xảy ra trong điều kiện làm việc bình thường như dòng điện khởi động, dòng điện đỉnh trong phụ tải công nghệ.

Yêu cầu chung là dòng điện định mức của móc bảo vệ  $I_{CB}$  không được bé hơn dòng điện tính toán  $I_{tt}$  của mạch.

Tùy theo đặc tính và điều kiện làm việc cụ thể của phụ tải, người ta hướng dẫn lựa chọn dòng điện định mức của móc bảo vệ bằng 125%, 150% hay lớn hơn nữa so với dòng điện tính toán mạch.



Sau đây là một số hình ảnh của CB hãng Merlin Gerin

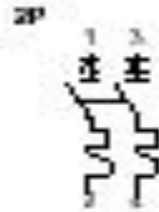




27291



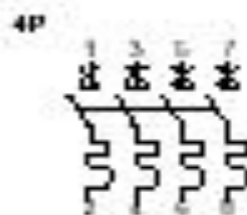
27249



27328



27331



### CÂU HỎI CHƯƠNG 3

#### ❖ CB (CIRCUIT BREAKER)

- 1) Cho biết công dụng, cấu tạo, các loại CB
- 2) Hãy nêu nguyên lý hoạt động của các loại CB
- 3) Cách chọn CB
- 4) **Bài tập 1:** chọn CB dùng để đóng cắt cho mạch gồm các thiết bị sau :
  - ✚ 10 bộ đèn. Mỗi bộ có công suất sau : 40W;  $U_{dm}=220V$ ;  $\text{Cos}\varphi = 0.8$
  - ✚ 10 quạt. Mỗi quạt có công suất 60 W;  $U_{dm}=220V$ ;  $\text{Cos}\varphi = 0.9$
- 5) **Bài tập 2:** Chọn CB dùng để đóng cắt cho động cơ ba pha có thông số sau:
 
$$P_{dm} = 5\text{HP}; \quad U_{dm} = 380\text{V}; \quad \text{Cos}\varphi_{dm} = 0.8; \quad K_{mm} = 3$$
- 6) **Bài tập 3:** Chọn CB để đóng cắt cho mạch 2 động cơ 3 pha có thông số sau:
  - ✚ Động cơ 1 :  $P_{dm} = 5\text{HP}$ ;  $U_{dm} = 380 \text{ V}$ ;  $\text{Cos}\varphi_{dm} = 0.8$ ;  $K_{mm} = 4$
  - ✚ Động cơ 2 :  $P_{dm} = 7.5\text{HP}$ ;  $U_{dm} = 380\text{V}$ ;  $\text{Cos}\varphi_{dm} = 0.85$ ;  $K_{mm} = 5$

#### ❖ CÔNG TẮC TƠ:

- 1) Nêu cấu tạo và nguyên lý hoạt động của contactor.
- 2) Phân biệt các loại tiếp điểm có trong contactor.
- 3) Cho biết các chế độ làm việc của contactor xoay chiều.
- 4) Cho biết các chế độ làm việc của contactor xoay chiều.
- 5) **Bài tập 1:** Chọn contactor theo tải là động cơ KĐB 3 pha rotor lồng sóc 10HP, 220V,  $\text{cos}\varphi = 0.75$ ,  $\eta=0.8$ ,  $k_{mm} = 4$ , vận hành dừng động cơ bình thường.

- 6) **Bài tập 2:** Một lò nung có công suất 5KW, 1 pha 220V.  $\eta=0.8$ , chọn contactor để đóng ngắt cho tải trên.

## **Chương 4:**

# **CẦU CHÌ**

## 4.1 KHÁI QUÁT :

### 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 thấp 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.

## 4.2 CẤU TẠO

### a. 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 của dòng điện qua nó. Phần tử này có giá trị điện trở suất rất 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 thu 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.

**b. Nguyên lý hoạt động**

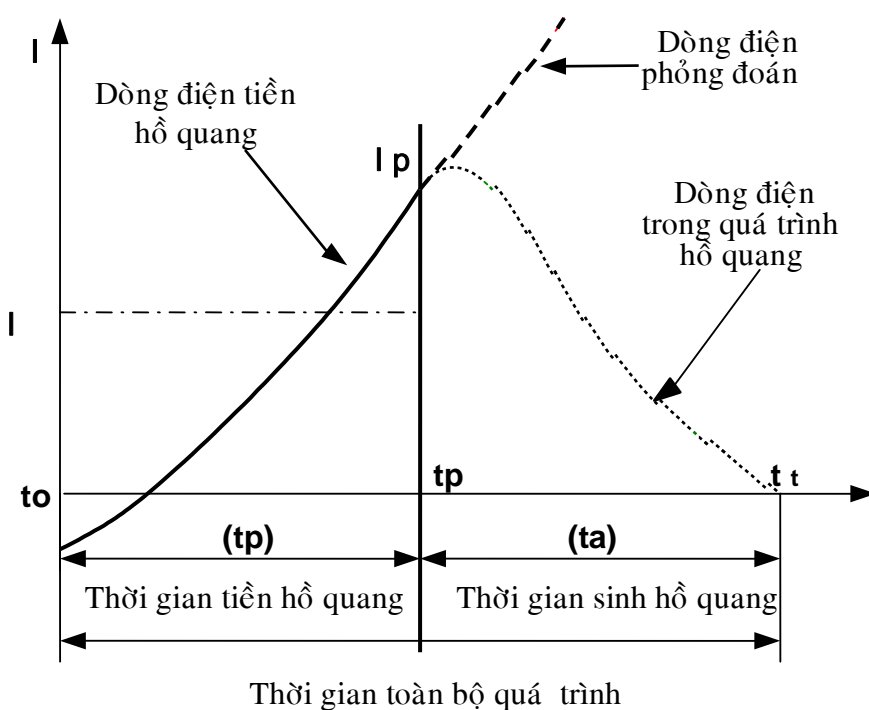
Đặc tính cơ bản của cầu chì là sự phụ thuộc của thời gian chảy đứt với dòng điện chạy qua (đặc tính ampe – giây). Để có tác dụng bảo vệ, đường ampe – giây của cầu chì tại mọi điểm phải thấp hơn đặc tính của đối tượng cần bảo vệ.

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 tỏa 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 hóa 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 hủy, nhiệt năng trên cầu chì tăng cao và dẫn đến sự phá hủy cầu chì.

Người ta phân thành hai giai đoạn khi xảy ra sự phá hủy cầu chì :

- Quá trình tiền hồ quang ( $t_{BB_{pBB}}$ ).
- Quá trình sinh ra hồ quang ( $t_{BB_{aBB}}$ )



- $t_0$  : thời điểm bắt đầu sự cố.
- $t_p$  : thời điểm chấm dứt giai đoạn tiền hồ quang.
- $t_t$  : thời điểm chấm dứt quá trình phát sinh hồ quang.
- $I_p$  : của dòng ngắn mạch  $I_{cc}$ .

Giải đồ thời gian của quá trình phát sinh hồ quang.

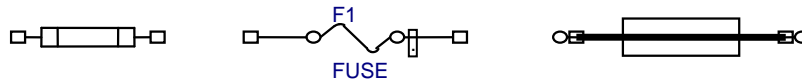
Quá trình tiền hồ quang : giả sử tại thời điểm  $t_0$  phát sinh sự quá dòng, trong khoảng thời gian  $t_p$  làm nóng chảy cầu chì và phát sinh ra hồ quang điện. Khoảng thời gian này phụ thuộc vào giá trị dòng điện tạo nên do sự cố và sự cảm biến của cầu chì .

Quá trình phát sinh hồ quang : tại thời điểm  $t_p$  hồ quang sinh ra cho đến thời điểm  $t_t$  mới dập tắt toàn bộ hồ quang. Trong suốt quá trình này, năng lượng sinh ra do hồ quang làm nóng chảy các chất làm đầy tại môi trường hồ quang sinh ra; điện áp ở hai đầu cầu chì hồi phục lại, mạch điện được ngắt ra.

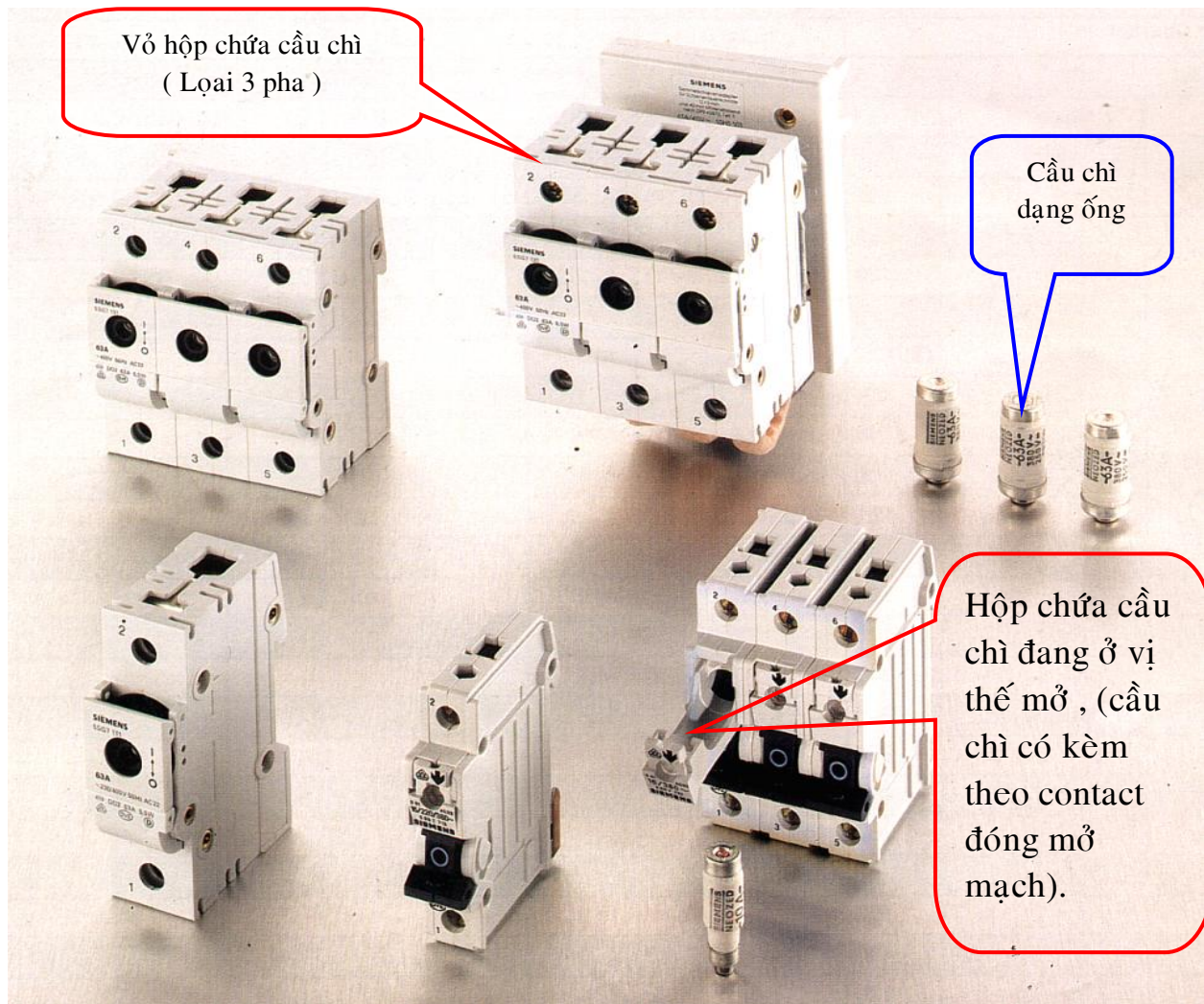
### 4.3 CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA CẦU CHÌ

#### a. 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 :

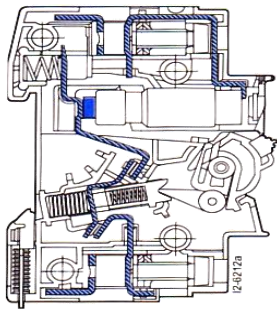




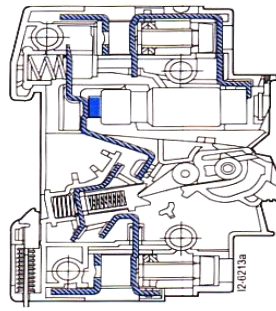


**Hình dạng của cầu chì ống, và vỏ hộp (Cầu chì của SIEMENS)**

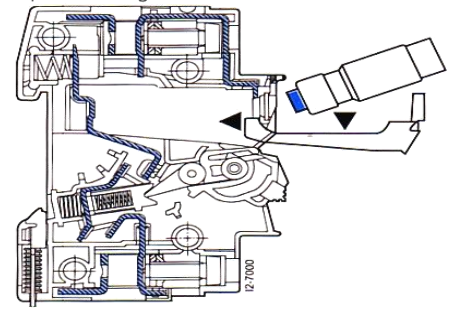
**Sơ đồ mô tả cấu tạo bên trong một dạng cầu chì dùng kèm theo contact đóng mở (ON) mở (OFF).**



Cầu chì ở dạng ON

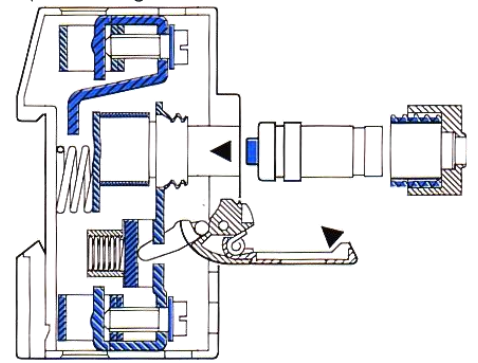
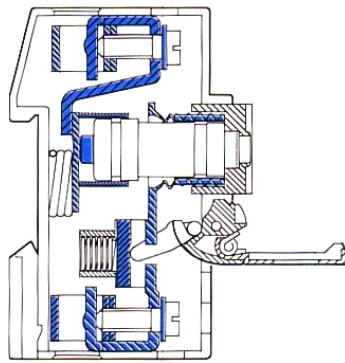


Cầu chì ở dạng OFF

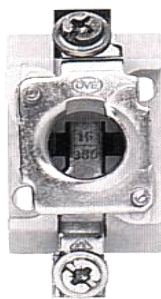


Cầu chì ở vị thế đang thay thế

Cấu tạo bên trong một dạng cầu chì dùng kèm theo contact đóng (ON) mở (OFF). Dạng cầu chì trong hình 3.2 và 3.3 không thao tác lắp đặt giống nhau.



Hình dạng của đế dùng lắp đặt cầu chì (dạng xoay )



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

✚ Cầu chì loại g : cầu chì dạng này có khả năng ngắt mạch, khi có sự cố 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).

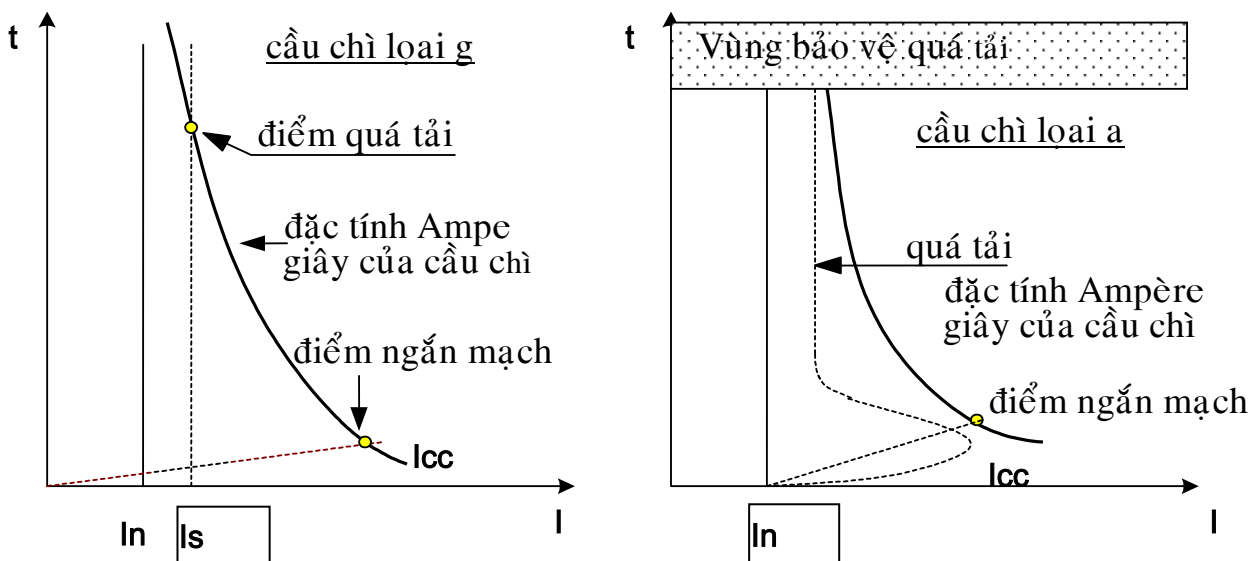
Gọi  $I_{cc}$  : giá trị dòng điện ngắn mạch ( cc : court – circuit – Pháp văn)

$I_s$  : giá trị dòng điện quá tải ( s : surchage – Pháp văn).

✚ 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).

✚ Với cầu chì loại a : cho phép dòng điện  $I_s$  qua mạch trong thời gian dài, và khi có dòng ngắn mạch  $I_{cc}$  qua nó, nó không ngắt tức thì mà duy trì một khoảng thời gian mới ngắt mạch ( thời gian ngắt mạch và giá trị dòng  $I_{cc}$  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 ampère giây của các loại cầu chì

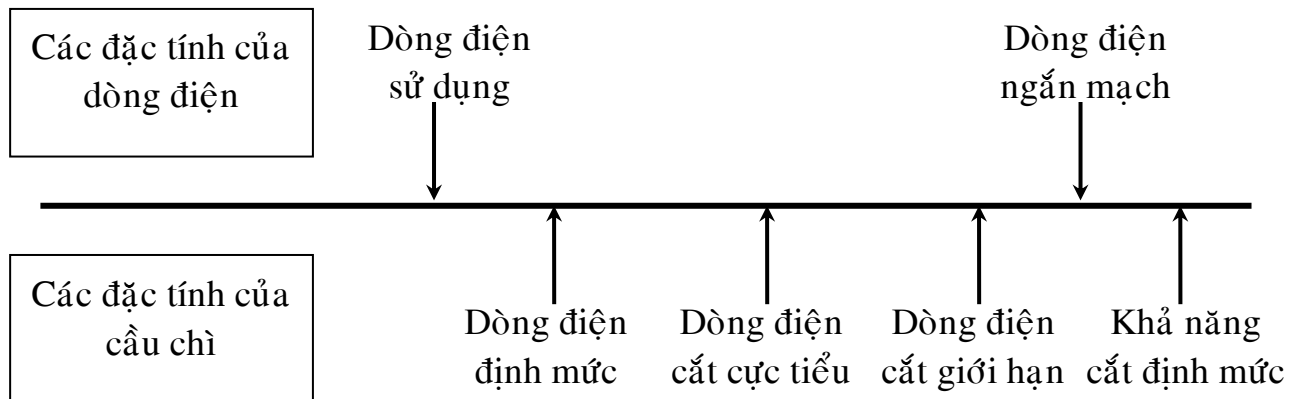
**b. Các đặc tính điện của cầu chì:**

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.

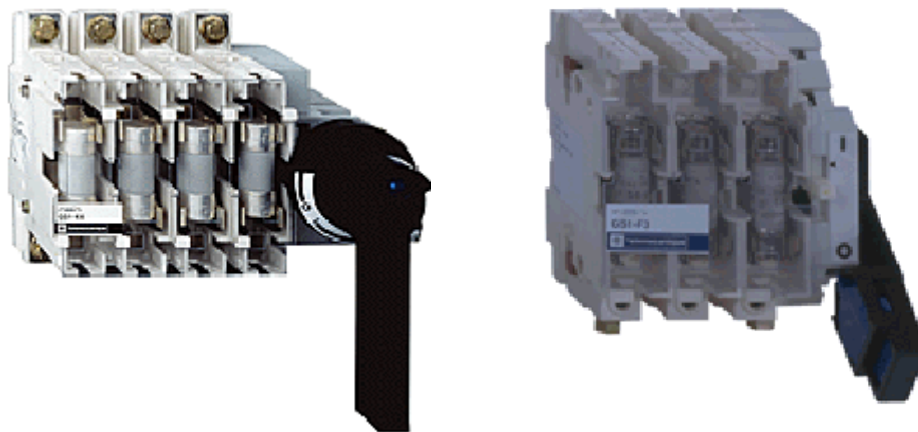
Dòng điện định mức là giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều mà cầu chì có thể tải liên tục thường xuyên mà không làm thay đổi đặc tính của nó.

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.

Sau đây là các vị trí trên biểu đồ của các dòng điện khác nhau:



*Hình ảnh thực tế của cầu chì hãng Merlin Gerin.*



### 4.3 CÁCH CHỌN CẦU CHÌ

Cầu chì là một khí cụ điện dùng để bảo vệ mạch điện khi quá tải hay khi ngắn mạch. Thời gian cắt của cầu chì phụ thuộc nhiều vào vật liệu làm dây chảy

Dây chảy được làm bằng hợp kim chì với thiếc, kẽm, nhôm, đồng, bạc... có nhiệt độ nóng chảy tương đối thấp, điện trở suất tương đối lớn. Do vậy, loại dây chảy này thường chế tạo có tiết diện lớn và thích hợp với điện áp ≤ 500V. Đối với điện áp cao không thể dùng dây chảy có tiết diện lớn được vì lúc nóng chảy hơi kim loại toả ra lớn, khó khăn cho việc dập tắt hồ quang

Cầu chì được dùng nhiều cho mạng điện dưới 1000V. Ở các thiết bị điện 10-35kv cầu chì được dùng để bảo vệ cho mạng hình tia, các máy biến áp có công suất bé.

Cầu chì được chọn theo điện áp định mức, dòng điện định mức và dòng điện cắt định mức (hay công suất cắt định mức). Ngoài ra, cần chú ý vị trí đặt cầu chì (trong hay ngoài trời).

Bảng 8.4 ghi tóm tắt công thức và kiểm tra cầu chì.

| Thứ tự | Đại lượng chọn và kiểm tra            | Công thức tính toán       |
|--------|---------------------------------------|---------------------------|
| 1      | Điện áp định mức $U_{dmcc}; KV$       | $U_{dmcc} \geq U_{đmạng}$ |
| 2      | Dòng điện định mức $I_{dmcc}; A$      | $I_{dmcc} \leq I_{lvmax}$ |
| 3      | Công suất cắt định mức $S_{đmccátcc}$ | $S_{đmccátcc} \geq S''$   |

Khi có nhiều đường dây mắc nối tiếp nhau, để đảm bảo tính chọn lọc thì dòng điện định mức của cầu chì phía trước phải lớn hơn dòng điện định mức của cầu chì phía sau, ít nhất là một cấp (tính từ nguồn đến hộ tiêu thụ).

#### 1- Theo điều kiện làm việc bình thường

$$I_{dmcc} \geq I_{lvdm}$$

$$I_{lvdm} = \frac{b \cdot P_{đmcc}}{\eta \cdot \sqrt{3} \cdot U_{đm} \cdot \cos \varphi}$$

là dòng điện làm việc của động cơ.

Ở đây:  $b$  - Là hệ số mang tải của động cơ, nó là tỉ số giữa công suất động cơ tiêu thụ với công suất định mức của nó.

$\varphi$  - Hiệu suất của động cơ ứng với công suất tiêu thụ của nó.

$P_{đmcc}$  - Công suất định mức của động cơ.

#### 2 - Theo điều kiện mở máy.

- Khi mở máy nhẹ :  $I_{dmcc} \geq \frac{I_{mm}}{2.5}$

- Khi mở máy nặng :  $I_{dmcc} \geq \frac{I_{mm}}{1,6 + 2,0}$

- Đối với máy hàn : 
$$I_{dmcc} \geq \frac{I_{mm}}{1,6}$$

Ở đây  $I_{mm}$  là dòng điện mở máy cực đại của động cơ .

• Nếu một đường dây cung cấp cho nhiều động cơ ,thì điều kiện chọn dòng điện định mức của cầu chì sẽ là :

$$I_{dmcc} \geq m \cdot \sum_{i=1}^n I_{lvdc_i}$$

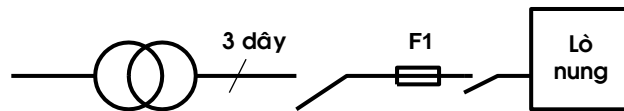
$$I_{dmcc} \geq \frac{m \cdot \sum_{i=1}^n I_{lvdc_i} + I_{mm}}{2,5}$$

Ở đây  $m$  - hệ số đồng thời .

$n$  - số động cơ được cung cấp từ một đường dây .

$I_{mm}$  - dòng điện mở máy của động cơ có hiệu số ( $I_{mm}-I_{lvdc_i}$ ) lớn nhất .

**Thí Du :** Một lò nung dùng điện 3 pha có công suất 18KW cần bảo vệ quá tải và ngắn mạch bằng cầu chì. Nguồn điện 3 pha cung cấp là 230V/400V ; dòng điện ngắn mạch cho phép đối với máy biến áp nguồn là 10KA (xem sơ đồ đơn tuyến của hệ thống).



1/ Chọn theo bảng sau cầu chì F1 dùng bảo vệ các sự cố nêu trên.

2/ Gán các giá trị dòng điện vào giản đồ dòng điện.

### Bài Giải

1./ Dòng điện định mức qua mỗi dây dẫn đến lò nung là :

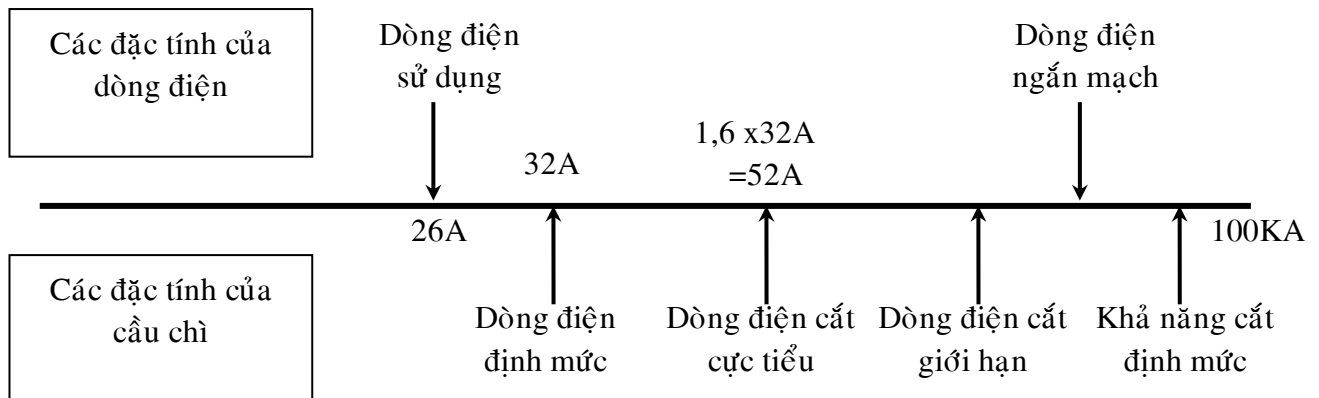
$$I = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3}} = \frac{18.000}{400 \cdot \sqrt{3}} = 25,98 \cong 26 A$$

Khi chọn cầu chì F1, căn cứ vào giá trị dòng điện định mức, điện áp nguồn, chức năng bảo vệ, tính chất phụ tải .. kích thước vỏ hộp chứa cầu chì.

- Dòng định mức là 26A.
- Điện áp nguồn (điện áp dây) 400V.
- Bảo vệ quá tải và ngắn mạch.
- Phụ tải thuần trở (lò nung).

Tra bảng tiêu chuẩn, ta chọn loại cầu chì sau cho

2./ Điền các giá trị dòng điện vào bảng



- Nêu công dụng của cầu chì.
- Cho biết cấu tạo của cầu chì gồm các thành phần nào ?
- Cầu chì có mấy loại. Chức năng của từng loại cầu chì.
- Bài tập 1 :** Chọn cầu chì dùng để bảo vệ cho mạch gồm các thiết bị sau :
  - 10 bộ đèn. Mỗi bộ có công suất sau :  $40W$   $U_{dm} = 220V$  ;  $\cos \varphi = 0.8$
  - 10 quạt : Mỗi quạt có công suất  $60W$ ;  $U_{dm} = 220V$  ;  $\cos \varphi = 0.9$
- Bài tập 2 :** Chọn cầu chì dùng để bảo vệ cho động cơ 3 pha có thông số sau :
 
$$P_{dm} = 5HP; \quad U_{dm} = 380V; \quad \cos \varphi_{dm} = 0.8; \quad K_{mm} = 3$$
- Bài tập 3:** Chọn cầu chì để bảo vệ cho mạch 2 động cơ 3 pha có thông số sau:
  - Động cơ 1 :  $P_{dm} = 5HP$ ;  $U_{dm} = 380V$ ;  $\cos \varphi_{dm} = 0.8$ ;  $K_{mm} = 4$
  - Động cơ 2:  $P_{dm} = 7.5HP$ ;  $U_{dm} = 380V$ ;  $\cos \varphi_{dm} = 0.85$ ;  $K_{mm} = 5$ .

**TÀI LIỆU THAM KHẢO:**

1. **Nguyễn Xuân Phú – Tô Đăng**  
“KHÍ CỤ ĐIỆN KẾT CẤU SỬ DỤNG & SỬA CHỮA” - NXB Khoa Học Kỹ Thuật 1997
2. Website: [www.google.com.vn](http://www.google.com.vn)  
Website: [tự động hoa24.com](http://tự động hoa24.com)
3. **Vũ Quang Hôi**  
**TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP-NXB GIÁO DỤC**