

BÀI GIẢNG

TRANG BỊ ĐIỆN HỆ THỐNG LẠNH

GV: ThS. VÕ ANH HÀO

Lớp: 19C1

Khoá: 19

Năm học: 2019 - 2020

TP.HCM, tháng 06 năm 2020

1.1. Công tắc, nút nhấn, cầu dao

1.2. Công tắc tơ

1.3. Cầu chì

1.4. Rơle

(rơle trung gian , rơle thời gian, rơle nhiệt)

1.3. Cầu chì

1.3.1. Khái niệm và công dụng

- Cầu chì là một loại khí cụ dùng để bảo vệ thiết bị và lưới điện tránh khỏi dòng điện ngắn mạch.
- Cầu chì thường được dùng để bảo vệ đường dây dẫn, máy biến áp, động cơ điện, thiết bị điện, mạch điều khiển, mạch điện thấp sáng
- Cầu chì có đặc điểm là đơn giản, kích thước bé, khả năng cắt lớn và giá thành hạ, nên ngày nay vẫn được ứng dụng rộng rãi.

1.3. Cầu chì

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

- Đặc tính A (ampe) - s (giây) của cầu chì cần phải thấp hơn đặc tính của đối tượng được bảo vệ.
- 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.
- Khi có ngắn mạch; cầu chì cần phải làm việc có lực chọn theo thứ tự.
- Công suất của thiết bị càng tăng, cầu chì càng phải có khả năng cắt cao hơn
- Việc thay thế dây chảy cầu chì cháy phải dễ dàng và tốn ít thời gian.

1.3. Cầu chì

1.3.2. Cấu tạo

Cầu chì bao gồm các thành phần sau:

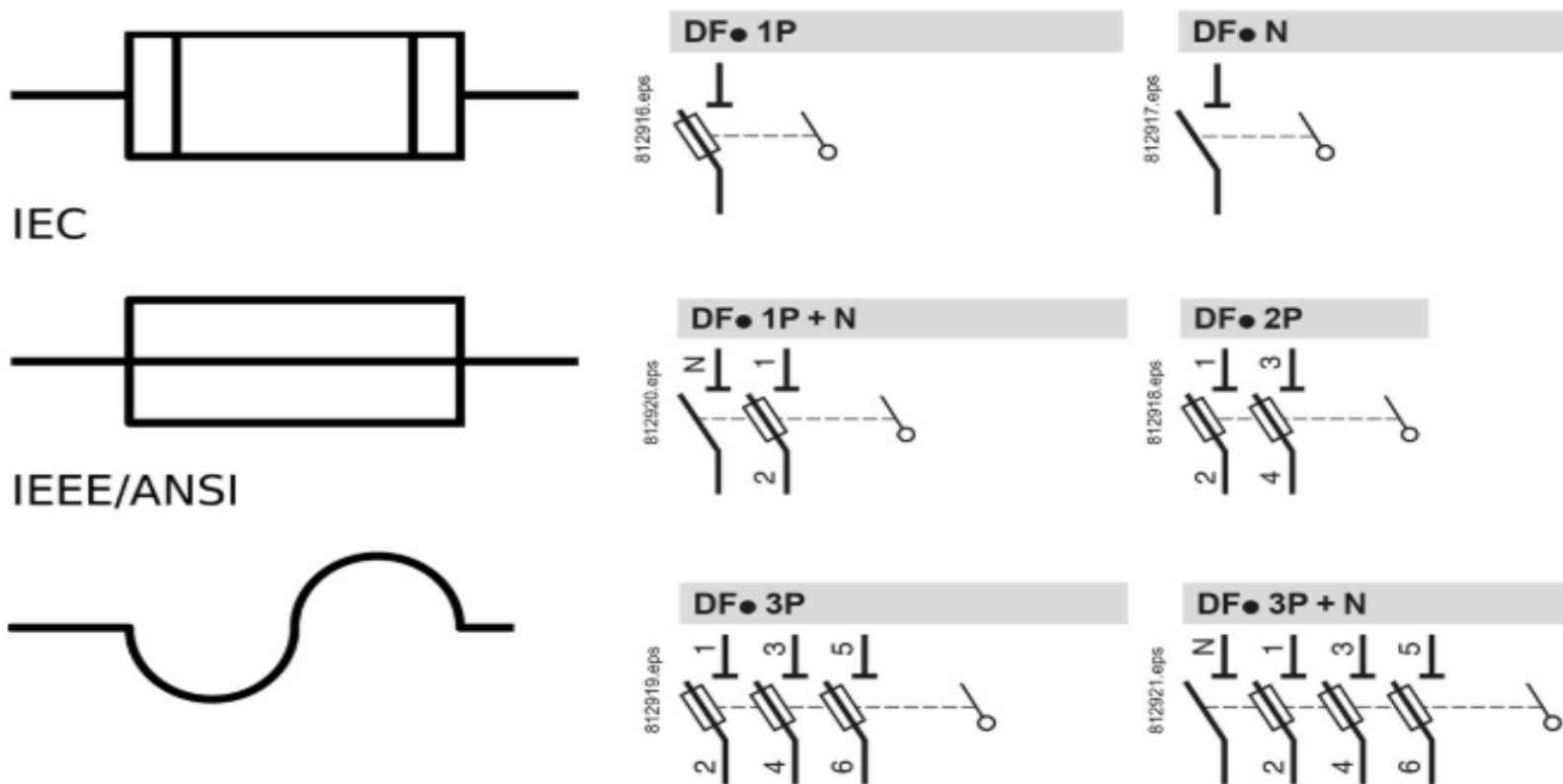
- **Phần tử ngắt mạch:** Đây chính là thành phần chính của cầu chì, phần tử này phải có khả năng cảm nhận được giá trị hiệu dụng của dòng điện qua nó. Phần tử này có giá trị điện trở suất bé (*thường bằng bạc, đồng hay các vật liệu dẫn có giá trị điện trở suất nhỏ lân cận với các giá trị nêu trên...*).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

1.3. Cầu chì

1.3.2. Cấu tạo

- **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.

1.3. Cầu chì



Hình . Kí hiệu của cầu chì dùng trong thiết kế mạch điện.

DF series là loại cầu chì ống hình trụ
IEC (là viết tắt của *International Electrotechnical Commission*) - Ủy ban Kỹ thuật Điện Quốc tế

IEEE (phát âm: i – triple - e) là tổ chức danh giá của cộng đồng khoa học kỹ thuật hàng đầu thế giới. Tên đầy đủ của **IEEE là Institute of Electrical and Electronics Engineers**.

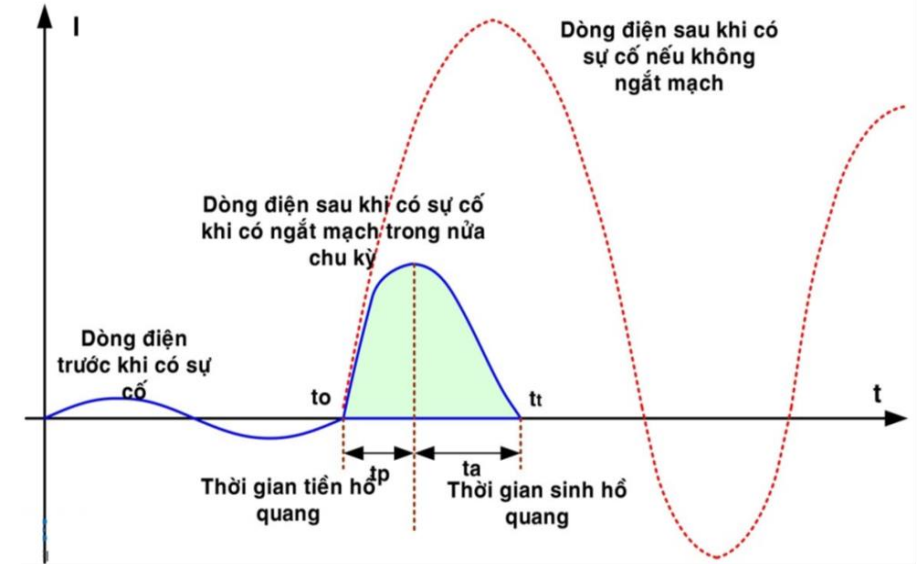
1.3. Cầu chì

1.3.3. Nguyên lý làm việc

Đặc tính cơ bản của cầu chì là sự phụ thuộc của thời gian chảy đứt với dòng điện chạy qua (đặc tính Ampe - giây). Để có tác dụng bảo vệ, đường Ampe – giây của cầu chì 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 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 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:



Hình giản đồ quá trình phát sinh hồ quang

1.3. Cầu chì

1.3.3. Nguyên lý làm việc

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

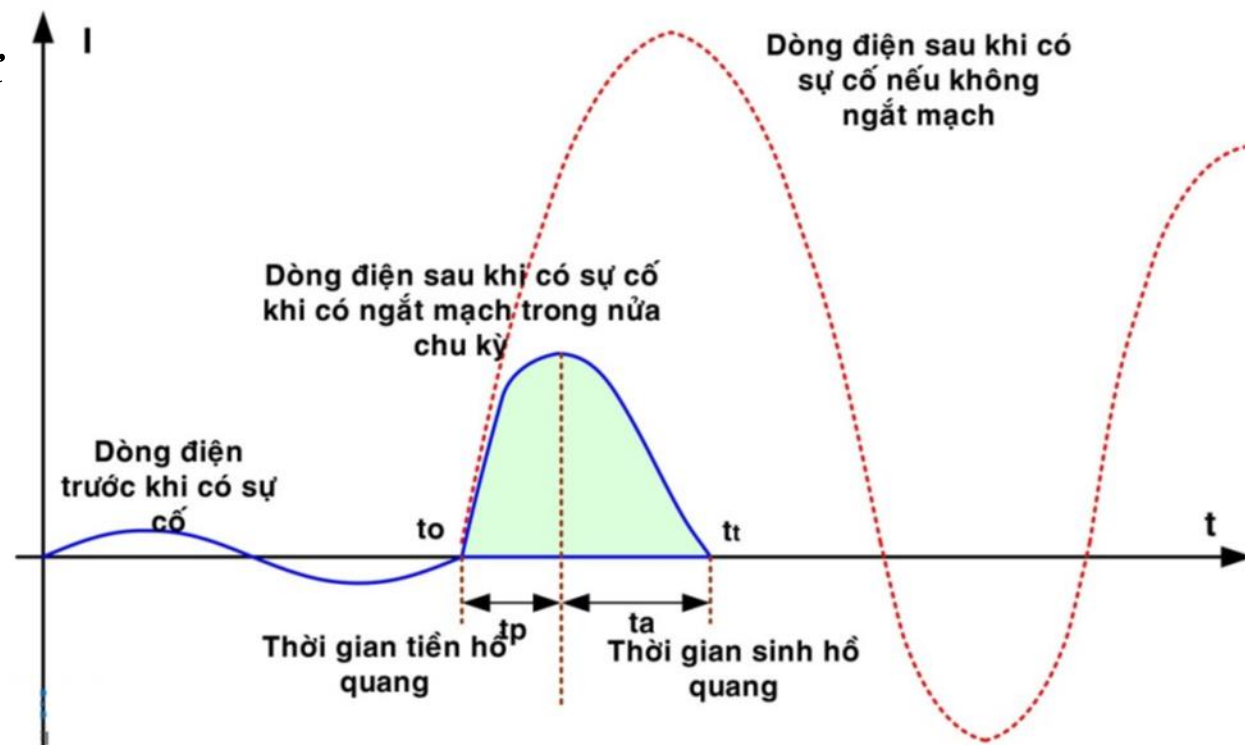
- Quá trình tiền hồ quang (t_p).
- Quá trình sinh ra hồ quang (t_a).

Trong đó:

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.



Hình giản đồ quá trình phát sinh hồ quang

1.3. Cầu chì

1.3.3. Nguyên lý làm việc

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.

1.3. Cầu chì

1.3.3. Nguyên lý làm việc

Khi có quá tải lớn (dòng điện đi qua dây chảy lớn gấp $3 \div 4$ lần dòng điện định mức) nhiệt lượng dây chảy sinh ra sẽ **phát nóng cục bộ cầu chì**. Kết quả **làm cho dây chảy cầu chì phát nóng lớn đến nhiệt độ chảy**, sau đó **chuyển từ trạng thái rắn sang trạng thái lỏng**, tức là **đứt cầu chì**.

Khi chảy hơi kim loại **ion hóa vì nhiệt độ cao của hồ quang**. Thể tích dây chảy càng lớn số lượng hơi kim loại trong hồ quang càng tăng, càng khó dập tắt hồ quang. Do đó, trong cầu chì hạ thế, thường **giảm thể tích dây chảy bằng cách chế tạo các dây chảy có một số đoạn hẹp**. Trong các đoạn hẹp này, **mật độ dòng điện và nhiệt độ tăng cao làm dây chảy nóng chảy nhanh** và dưới tác dụng lực điện động **cắt đứt nhanh dây chảy**, tương tự như lực điện động trong các tiếp điểm khi có ngắn mạch.

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

1.3. Cầu chì

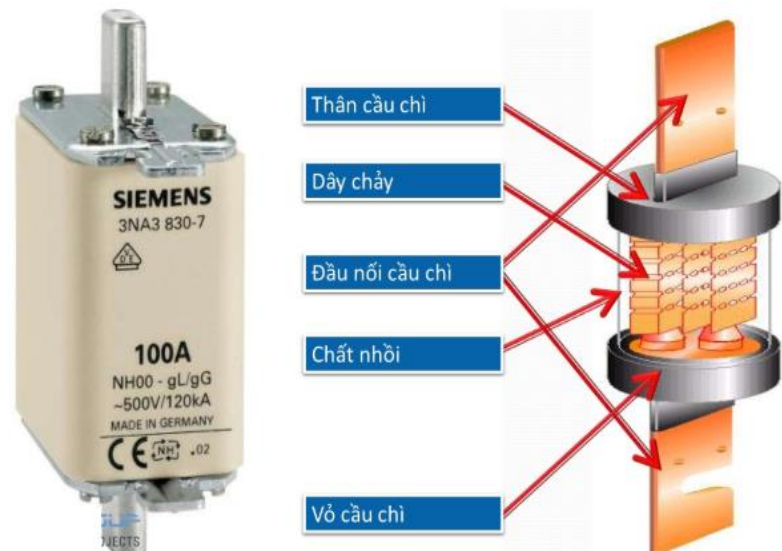
1.3.4. Phân loại

❑ Phân theo môi trường hoạt động

❖ Cầu chì cao áp

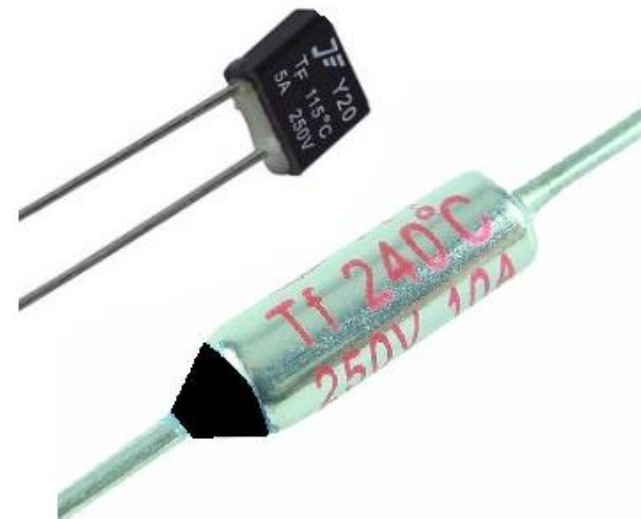


❖ Cầu chì hạ áp



Hình. Mặt cắt cấu tạo của cầu chì hạ áp.

❖ Cầu chì nhiệt



1.3. Cầu chì

1.3.4. Phân loại

□ *Phân loại theo hình thức sử dụng:*

Cầu chì bảo vệ quá tải (theo tiêu chuẩn IEC cầu chì bảo vệ quá tải được ký hiệu bằng chữ “**g**” đầu): chỉ cầu chì thông dụng có thể dẫn dòng điện từ tối thiểu đến giá trị định mức và có thể cắt dòng điện từ giá trị cắt tối thiểu và tới khả năng cắt định mức của chúng.

Cầu chì dự phòng (theo tiêu chuẩn IEC cầu chì dự phòng được ký hiệu bằng chữ “**a**” đầu): chúng có thể dẫn dòng tới dòng điện định mức và chỉ có thể cắt khi dòng điện quá tải nặng nề hoặc ngắn mạch

1.3. Cầu chì

1.3.4. Phân loại

□ *Phân loại theo hình thức sử dụng:*

Ngoài ra các cầu chì còn được phân loại theo thiết bị bảo vệ của nó bảo vệ:

- Bảo vệ cho cáp và đường dây **L**.
- Bảo vệ động cơ, máy cắt **M**.
- Bảo vệ linh kiện bán dẫn **R**.
- Bảo vệ máy biến áp **T_r**.

Ví dụ:

- Cầu chì **gL** là cầu chì bảo vệ quá tải cho đường dây.
- Cầu chì **aM** là cầu chì dự phòng bảo vệ ngắn mạch cho động cơ.

1.3. Cầu chì

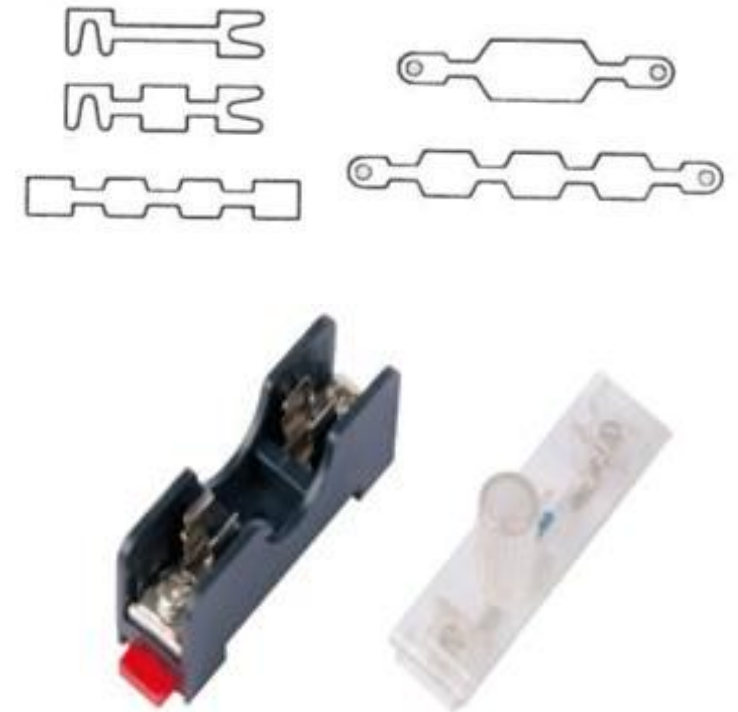
1.3.4. Phân loại

□ *Phân loại theo hình thức sử dụng:*

a. Loại hở

Loại này **không có vỏ bọc kín**, thường chỉ gồm dây chảy. Đó **là những phiến làm bằng chì lá, kẽm, hợp kim chì thiếc, nhôm lá hay đồng lá mỏng được dập cắt thành các dạng như hình** vẽ. Sau đó dùng vít bắt chặt vào các đầu cực dẫn điện đặt trên các bản cách điện bằng đá, sứ v.v...

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



1.3. Cầu chì

1.3.4. Phân loại

❑ *Phân loại theo hình thức sử dụng:*

b. Cầu chì loại vặn

Thường có dạng như hình vẽ. Dây chảy nối với nắp ở phía trong. Nắp có có dạng răng vít để vặn chặt vào đế.

Dây chảy bằng đồng, có khi dùng bạc, có các cỡ định mức 6A, 10A, 15A, 20A, 25A, 30A, 60A, 100A ở điện áp 500V.



1.3. Cầu chì

1.3.4. Phân loại

❑ *Phân loại theo hình thức sử dụng:*

c. Cầu chì hộp

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

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

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



1.3. Cầu chì

1.3.4. Phân loại

❑ *Phân loại theo hình thức sử dụng:*

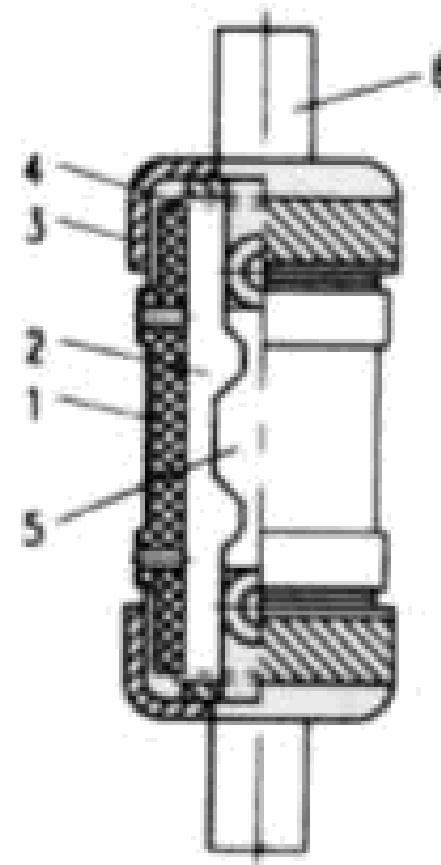
d. Loại kín trong ống không có thạch anh

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

Dây chảy được đặt trong một ống kín bằng phíp 1, hai đầu có nắp bằng đồng 3, có răng vít để vặn chặt kín. Dây chảy 5 được nối chặt với các cực tiếp xúc 6 bằng các vòng đệm đồng 4.

Dây chảy của cầu chì này làm bằng kẽm là vật liệu có nhiệt độ nóng chảy thấp (420°C), lại có khả năng chống gỉ.

Khi xảy ra ngắn mạch dây chảy sẽ đứt ở chỗ có tiết diện hẹp và phát sinh hồ quang. Dưới tác dụng của nhiệt độ cao do hồ quang sinh ra, vỏ xenlunô của ống bị đốt nóng bốc hơi, làm áp lực khí trong ống tăng lên rất lớn sẽ dập tắt hồ quang.



Hình: Cầu chì
ống phíp

1.3. Cầu chì

1.3.4. Phân loại

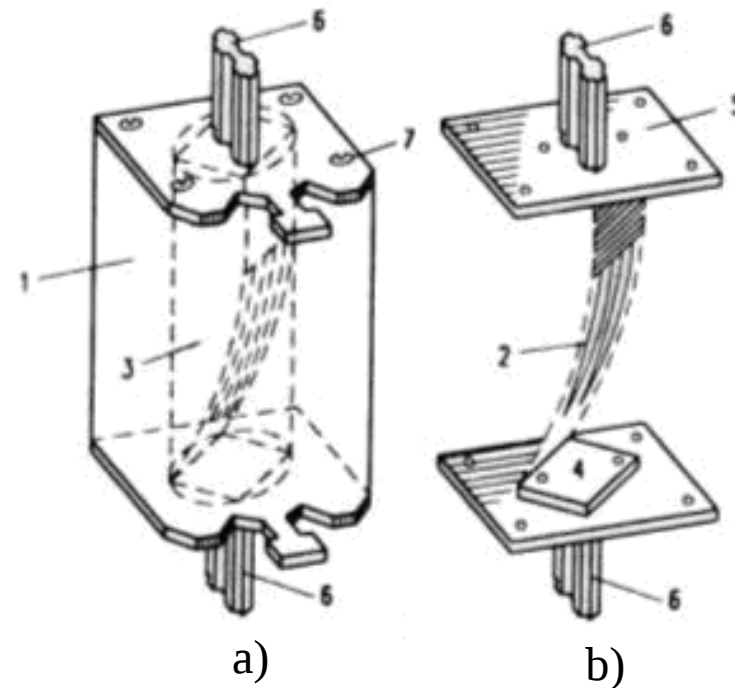
❑ *Phân loại theo hình thức sử dụng:*

e. Loại kín trong ống có cát thạch anh

Loại này có đặc tính bảo vệ hoàn thiện hơn loại trên, có hình dạng cấu tạo như hình vẽ. Loại này thường gọi là cầu chì ống sứ.

Vỏ của cầu chì 1 làm bằng sứ hoặc steatite, có dạng là hình hộp chữ nhật. Trong vỏ có trụ tròn rỗng để đặt dây chảy 2 hình lá, sau đó đổ đầy cát thạch anh 3. Dây chảy được hàn dính vào đĩa 4, và được bắt chặt vào phiến 5 có cực tiếp xúc 6. Các phiến 5 được bắt chặt vào ống sứ bằng vít 7.

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



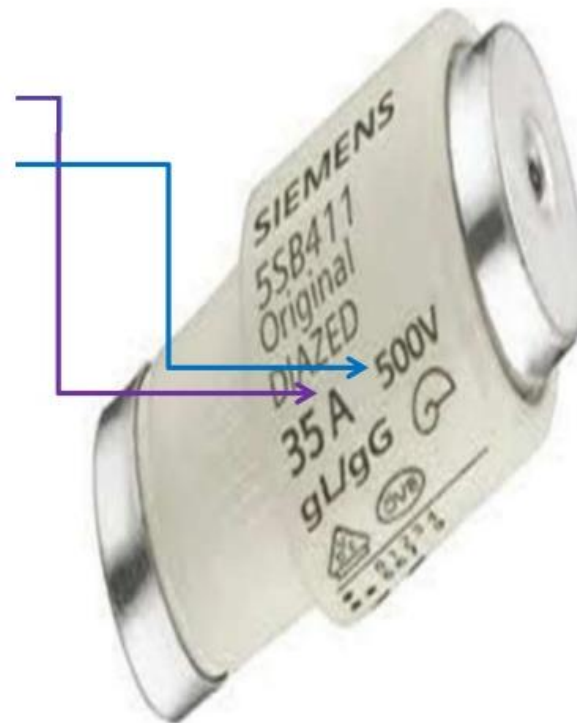
Hình: Cầu chì ống sứ
a) Hình dạng chung
b) Cầu chì dây chảy bên trong

1.3. Cầu chì

1.3.5. Thông số kỹ thuật

- Dòng điện định mức: $I_n = I_{dm}$
- Điện áp định mức: $U_n = U_{dm}$
- Khả năng cắt định mức
- Đặc tính ampe giây .

- Dòng điện định mức: I_{dm}
- Điện áp định mức: U_{dm}



1.3. Cầu chì

1.3.5. Thông số kỹ thuật

DÒNG ĐIỆN ĐỊNH MỨC (*Được ghi trên nhãn cầu chì*)

Dòng điện định mức(A) $I_{dm} = I_n$	Thời gian quy ước (giờ)	Dòng quy ước không nóng chảy I_{nf}	Dòng quy ước nóng chảy
≤ 4	1	$1,5I_n$	$2,1I_n$
4 - 16	1	$1,5I_n$	$1,9I_n$
16 - 63	1	$1,25I_n$	$1,6I_n$
63 - 160	2	$1,25I_n$	$1,6I_n$
160 - 400	3	$1,25I_n$	$1,6I_n$
>400	4	$1,25I_n$	$1,6I_n$

1.3. Cầu chì

➤ Khả năng cắt định mức: I_{Cu} và I_{cs}

I_{cu} (Ultimate breaking capacity(kA)) : là dòng ngắn mạch tối đa, nó có khả năng chịu được dòng cực đại khi xảy ra sự cố của thiết bị.

I_{cs} (Service breaking capacity(% I_{cu})) : là dòng ngắn mạch thực, nó có khả năng cắt thực tế khi xảy ra sự cố của thiết bị, Thường thì $I_{cs}=75\%I_{cu}$, đối với các loại xịn thì $100\%I_{cu}$

Ứng suất nhiệt I^2t (tích phân Joule): Là nhiệt lượng phát ra trong mạch trong quá trình cầu chì tác động :

Trong đó:

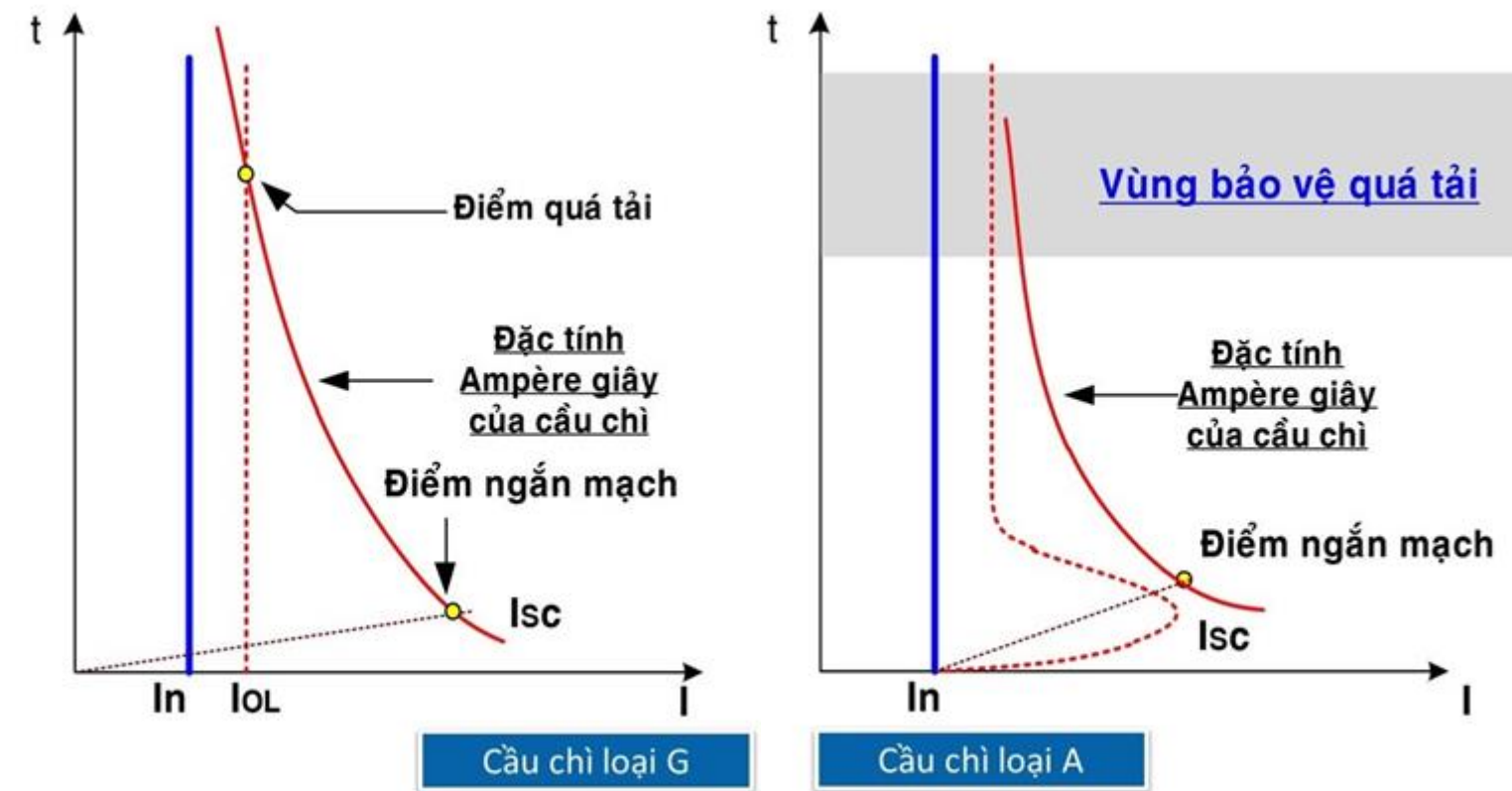
I : giá trị hiệu dụng của dòng điện qua cầu chì

t : thời gian tác động của cầu chì= t/g nóng chảy + t/g hồ quang

$$I^2t_{\text{tổng}} = I^2t_{\text{nóng chảy}} + I^2t_{\text{hồ quang}}$$

1.3. Cầu chì

➤ Đặc tính ampe giây .



Hình . Đặc tính Ampe – giây của các loại cầu chì.

Quan sát hai đặc tính Ampe – giây của hai loại cầu chì a và g; 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.

- I_{SC} : dòng điện ngắn mạch.
- I_{OL} : dòng điện quá tải.
- I_n : dòng điện định mức

Đối với cầu chì loại g: Khi có dòng I_{SC} qua mạch nó phải ngắt mạch tức thì, và khi có dòng I_{OL} 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_{OL} tỉ lệ nghịch với nhau*).

1.3. Cầu chì

1.3.6. Lựa chọn cầu chì

Động cơ điện và đường dây dẫn điện cần phải được bảo vệ quá tải và ngắn mạch. Để bảo vệ quá tải và ngắn mạch trong các thiết bị điện hạ thế, người ta dùng cầu chì bảo vệ, aptômat dòng điện cực đại và khởi động từ có rơle nhiệt.

Cầu chì là thiết bị bảo vệ ngắn mạch đơn giản nhất. Nó cũng có thể bảo vệ quá tải cho đường dây, nhưng không bảo vệ quá tải cho các động cơ có dòng điện mở máy quá lớn được (ví dụ động cơ không đồng bộ lồng sóc). Vì vậy, muốn bảo vệ ngắn mạch và quá tải cho các động cơ có dòng điện mở máy lớn, ta phải dùng phối hợp cả cầu chì với aptômat dòng điện cực đại hoặc với khởi động từ có rơle nhiệt.

Phần tử bảo vệ của cầu chì là dây chảy, nó được đặc trưng bằng dòng điện định mức I_{dmCC} , nghĩa là dòng điện cực đại lâu dài đi qua dây chảy mà không làm dây bị cháy đứt.

1.3. Cầu chì

1.3.6. Lựa chọn cầu chì

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). Khi chọn cầu chì yêu cầu nó phải thỏa mãn ba điều kiện sau:

- ❖ *Dây chảy cầu chì không chảy khi có dòng điện mở máy động cơ chạy qua.*
- ❖ *Cầu chì phải cắt có tính chất chọn lọc, nghĩa là thiết bị điện nào bị ngắn mạch, chỉ cầu chì bảo vệ thiết bị đó cháy, cầu chì bảo vệ đường dây chính, cung cấp cho nhiều thiết bị vẫn không bị cháy.*

1.3. Cầu chì

1.3.6. Lựa chọn cầu chì

Đại lượng lựa chọn & kiểm tra	Công suất tính toán
- Điện áp định mức [kV]	$U_{dmCC} \geq U_{dm \text{ mạng}}$
- Dòng điện định mức [A]	$I_{dmCC} \geq I_{lv \text{ max}}$
- Công suất cắt định mức [kA]	$S_{đm\text{cắt}} \geq S''$

Khi có nhiều đường dây mắc nối tiếp với nhau, để bảo đảm 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 cung cấp đến hộ tiêu thụ).

1.3. Cầu chì

1.3.6. Lựa chọn cầu chì

Dòng điện định mức của cầu chì dùng để bảo vệ động cơ điện được chọn xuất phát từ hai điều kiện sau đây:

➤ **Theo điều kiện làm việc bình thường:**

$$I_{dc} \geq I_{lv}$$

$$I_{lv} = \frac{K_t \cdot P_{dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos \varphi_{dm} \cdot \eta} \quad (1)$$

Với: I_{dc} : dòng định mức của dây chảy (A).

I_{lv} : dòng làm việc của động cơ (A).

K_t : hệ số mạng tải (tỉ số giữa công suất động cơ tiêu thụ với công suất định mức của động cơ, nếu không biết lấy $K_t = 1$).

P_{dm} : công suất định mức của động cơ (W).

U_{dm} : điện áp định mức (V).

$\cos \varphi_{dm}$: hệ số công suất định mức của động cơ.

η : hiệu suất động cơ, nếu không biết lấy bằng 1.

1.3. Cầu chì

1.3.6. Lựa chọn cầu chì

➤ **Theo điều kiện mở máy**

- Khi mở máy nhẹ (hoặc không tải) như máy bơm, máy cắt gọt kim loại:

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm}}{2,5} = \frac{K_{mm} \cdot I_{dm}}{2,5} \quad (2)$$

- Khi mở máy nặng (có tải) như cần cầu, cầu trục, máy nâng:

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm}}{1,6} \quad (3)$$

Với I_{mm} : dòng điện mở máy của động cơ.

K_{mm} : hệ số mở máy của động cơ.

I_{dm} : dòng điện định mức của động cơ.

1.3. Cầu chì

1.3.6. Lựa chọn cầu chì

Nếu 1 đường dây cung cấp cho nhiều động cơ thì cầu chì được chọn theo 2 điều kiện sau:

$$I_{dc} \geq K_{dt} \sum_{i=1}^n I_{lvi} \quad (4)$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm \max} + K_{dt} \sum_{i=1}^{n-1} I_{lvi}}{\alpha} \quad (5)$$

Trong đó:

K_{dt} : hệ số đồng thời

$$n = 1 \div 2 \rightarrow K_{dt} = 1$$

$$n = 3 \div 6 \rightarrow K_{dt} = 0,9$$

$$n = 7 \div 9 \rightarrow K_{dt} = 0,85$$

$$n = 10 \div 15 \rightarrow K_{dt} = 0,8$$

α : hệ số phụ thuộc vào điều kiện mở máy

+ **Mở máy bình thường ($\alpha = 2,5$)**: máy không tải, mở máy đủ điện áp, mở máy thời gian nhanh.

+ **Mở máy nặng nề ($\alpha = 1,6$)**: máy có tải, mở máy thiếu điện áp, thời gian mở máy lâu.

$I_{mm \max}$: dòng điện mở máy lớn nhất trong n động cơ

$\sum_{i=1}^n I_{lvi}$: dòng điện làm việc tổng của (n-1) động cơ, trừ 1 động cơ có dòng điện mở máy lớn nhất.

Dòng điện định mức của dây chảy cầu chì sản xuất theo tiêu chuẩn chế tạo của các nhà máy thông thường là: **4, 6, 10, 15, 20, 25, 35, 60, 80, 100, 125, 160, 190, 225, 260, 300, 350, 400 ampe** và lớn hơn.