

# Phần 1: MỘT SỐ KHÍ CỤ ĐIỆN HẠ ÁP THÔNG DỤNG

## Chương 1: Khí cụ phân phối và bảo vệ

### § 1-1. Cầu dao

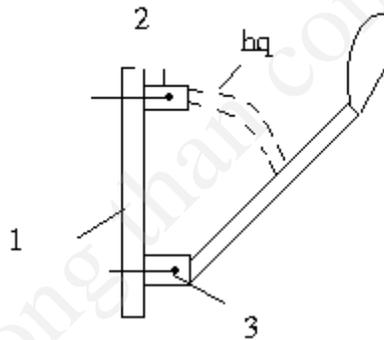
#### Định nghĩa :

- Dùng để đóng cắt mạng điện hạ áp không tải hoặc tải rất nhỏ
- Cầu dao phụ tải : dòng cắt < dòng tải

Cấu tạo:

$$F_{dd} = \frac{k * I^2}{4 \Pi l} \frac{d_l}{d_x} \Rightarrow F_{dd} \sim \frac{1}{l} \rightarrow \text{chiều dài lưỡi dao không tuyến tính với } I_{cát}$$

-Với dòng lớn dùng thêm lưỡi dao phụ ,buồng dập hồ quang.Ngoài ra dùng cầu



dao hộp , đóng cắt từ dư

- Lực hút hồ quang vào buồng dập  $F_{dd}$  và  $F_{dt}$  (Sắt non từ )
- Ngoài ra dùng cầu dao hộp, đóng cắt tự do .Nút ấn ,công tắc các loại ,các hệ không chế,bộ điều khiển ,cầu dao đổi nối , điện trở , biến trở .....

### § 1-2. Cầu chì

#### I. Khái niệm:

- Cầu chì là một Khí Cụ Điện bảo vệ mạch điện khi có tải và ngắn mạch

Cấu tạo :

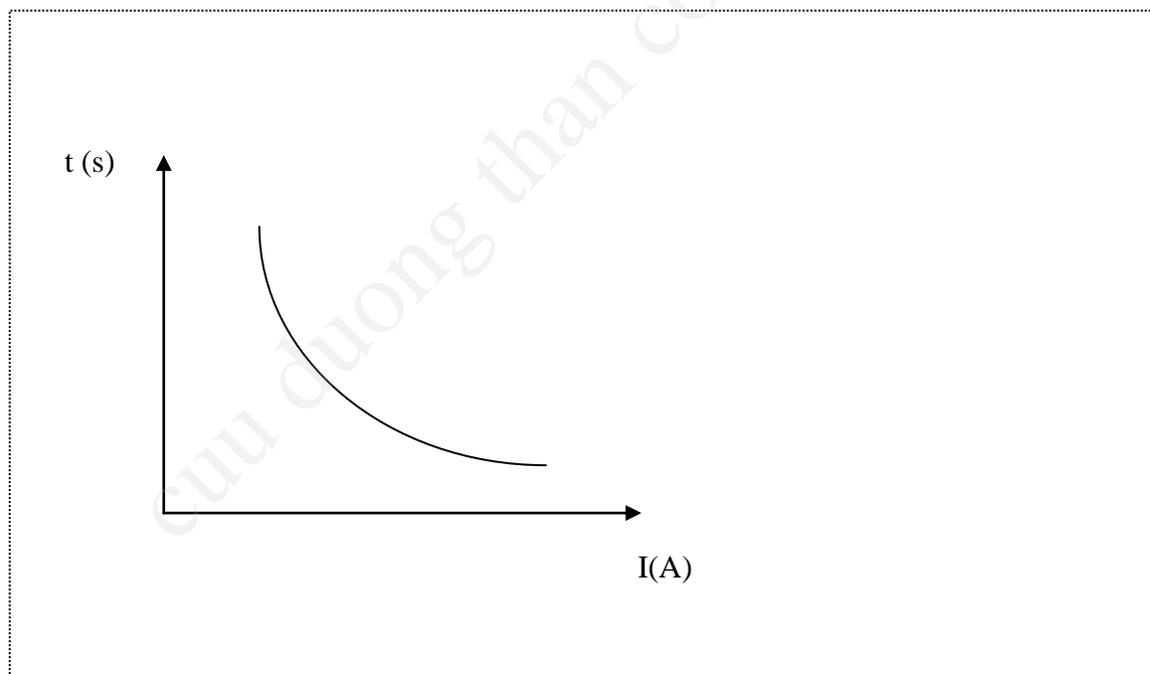
- + Dây chảy: phần quan trọng nhất ,là nơi đứt ra khi có sự cố
- + Vật liệu : đồng ,bạc,kẽm và chì.

VD:

Lidonky

Vật liệu	$\rho_0$ ( $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ )	A'	A''	A'' + A'
Đồng	0.0153	80000	11600	91600
Bạc	0.0147	62000	8000	70000
Kẽm	0.06	9000	3000	12000
Thiếc	0.21	1200	400	1600

**Đặc tính bảo vệ:**



Khi  $I \sim I_{th}$  : chế độ làm việc nặng nề

Để loại bỏ chế độ trên: Dùng dây chảy có tiết diện thu hẹp ,dẹp ( Hạ áp )

Dùng hiệu ứng luyện kim

Lidonky

Giọt kim loại có  $t_{nc}^o < t_{nc}^o$  dây chảy  $\rightarrow$  chảy trước.

+ Hệ thống tiếp điểm:

- là nơi đưa điện vào, ra khỏi dây chảy

+ Vỏ cầu chì :

- Ngăn không cho hồ quang xuất hiện khi cầu chì đứt tiếp xúc với các bộ phận lân cận hay là nơi cầm tay để thay thế cầu chì.

• Phân loại:

+ cầu chì hở

+ cầu chì nửa hở

+ cầu chì kín : cầu chì không có chất nhồi và cầu chì có chất nhồi.

## II . Tính toán cầu chì.

**Bài toán 1**: Biết  $I_{th}$ , vật liệu làm cầu chì, kích thước  $l \leftrightarrow$  tìm .... của cầu chì

Phương trình cân bằng nhiệt:

$$I_{th}^2 * R = K_T * S_T * (\theta_{nc} - \theta_0)$$

$$R = \rho_0 * [1 + \alpha * (\theta_{nc} - \theta_0)] * \frac{l}{S}$$

Trong đó :

$$\rho_0 = 0.0159 \text{ ( } \Omega \text{ mm}^2/\text{m) }$$

$$\alpha = 0.0043 \text{ ( } \frac{1}{\tau} \text{ ) }$$

$$\Rightarrow I_{th} = \sqrt{\frac{K_T * S_T * (\theta_{nc} - \theta_0)}{R}}$$

$$+ S_T = \Pi * d * l$$

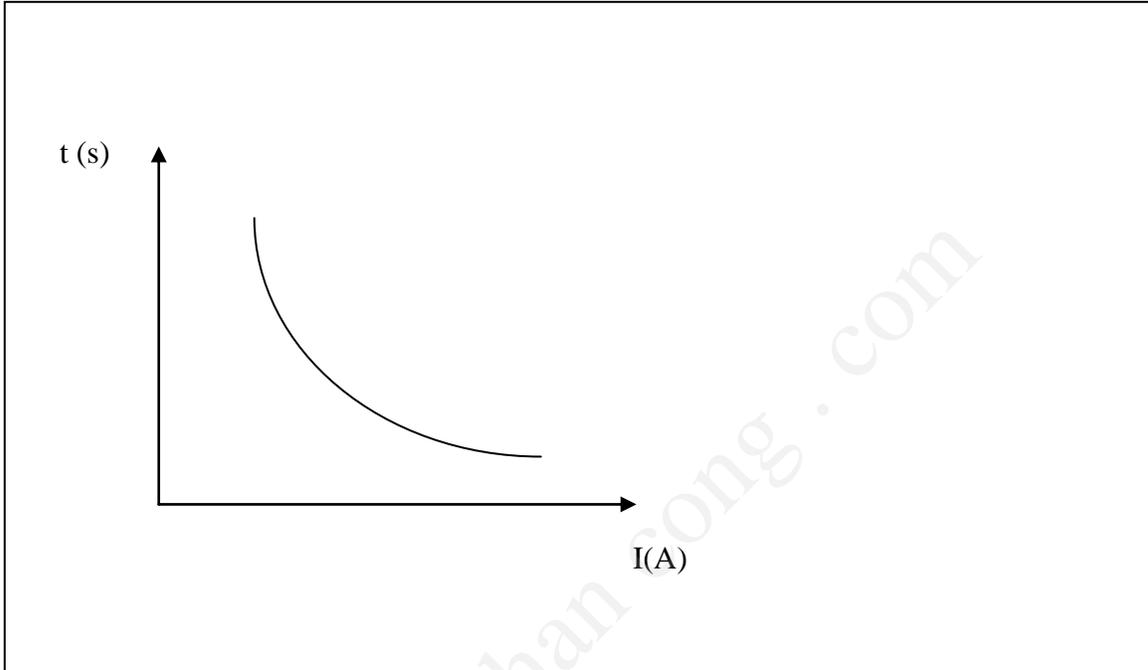
$$+ S = \frac{\Pi * d^2}{4}$$

$$\Rightarrow I_{th} = \sqrt{\frac{K_T * \Pi^2 * d^3 * (\theta_{nc} - \theta_0)}{\rho_0 * [1 + \alpha * (\theta_{nc} - \theta_0)] * \frac{\Pi * d^2}{4}}} = A_0 * d^{3/2}$$

$A_0 * d^{3/2}$  : hệ số phụ thuộc vật liệu

Đối với hình chữ nhật :

$$S_T = 2 * (a+b) * l \quad \text{và} \quad S = a * b$$

**Bài toán 2: Tìm mối quan hệ giữa thời gian tác động và dòng điện  $t = f(I)$** 

Ta có :  $t_{td} = t' + t'' + t'''$

Với :

$t'$  : từ khi bắt đầu có sự cố cho đến khi dây chảy bắt đầu chảy.

$t''$  : từ khi dây chảy bắt đầu chảy cho đến khi đứt về mặt cơ

$t'''$  : từ lúc đứt cơ khí cho đến khi đứt điện ( hồ quang cháy )

a: Trong khoảng thời gian  $t'$

Toàn bộ nhiệt lượng sinh ra :

$$I^2 * R * dt = v * \gamma * C * d\theta$$

Trong đó :  $I^2 * R * dt$  : nhiệt sinh ra

$v * \gamma * C * d\theta$  : nhiệt đốt nóng

$$\Rightarrow \int_0^{t'} dt = \int_{\theta_0}^{\theta_{nc}} \frac{v * \gamma * C * d\theta}{I^2 * R}$$

$$\Rightarrow t' = A' * \left(\frac{S}{I}\right)^2$$

Lidonky

b: Trong khoảng thời gian  $t''$

$$I^2 * R * dt = \lambda * \gamma * S * dl_{nc}$$

$R = R_1 + R_2$  trong đó :  $R_1$  nóng chảy rồi  
 $R_2$  chưa nóng chảy

Chảy hết chiều dài  $l''$

$$\Rightarrow \int_0^{t''} I^2 * R * dt = \int_0^{l''} \alpha * \gamma * S * dl_{nc}$$

$$\Rightarrow t'' = A'' * \left(\frac{S}{I}\right)^2$$

c: Trong khoảng thời gian  $t'''$

$$+ \text{ Với cầu chì kiểu hở : } t_{td} = (1.2 \div 1.3) * (A' + \frac{A''}{3}) * \left(\frac{S}{I}\right)^2$$

$$+ \text{ Với cầu chì kín có nhô: } t_{td} = (1.7 \div 2) * (A' + A'') * \left(\frac{S}{I}\right)^2$$

### III. Lựa chọn cầu chì:

#### 1, Chọn cầu chì theo chế độ làm việc dài hạn và mở máy

a: Theo chế độ làm việc dài hạn

- Xác định dòng tính toán  $I_{tt}$

$$I_{tt} = I_{đm} = \frac{P}{\sqrt{3} * U_{dm} * \eta_{dm} * \cos \varphi_{dm}}$$

Ta chọn  $I_{đm}$  của cầu chì  $> I_{tt}$

b: Mở máy :

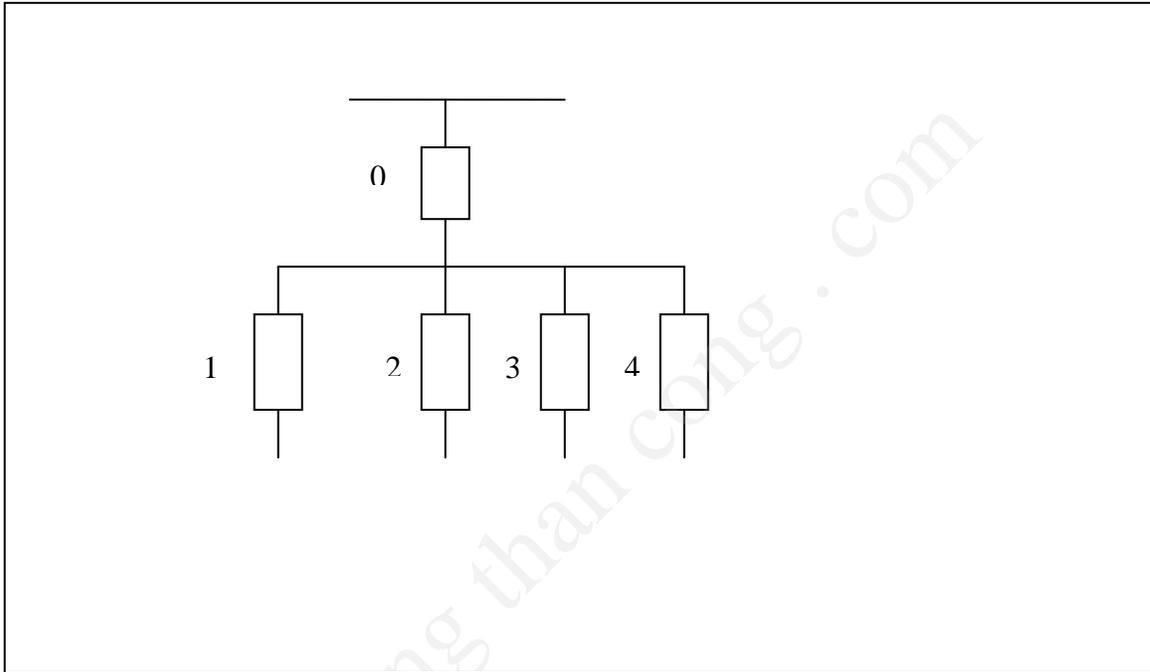
- cầu chì bảo vệ một động cơ  $I_{đmcc} \geq I_{mở đc}/c$

trong đó:  $c = 1.6$  - đối với mở máy động cơ nặng (động cơ nén)

$c = 2.5$  - mở máy nhẹ ( tải quạt gió )

- Nhiều động cơ  $I_{đmcc} \geq I_{mm \max} / c + I_{đm}$  còn lại  $\Rightarrow$  các động cơ không cùng mở máy một lúc

## 2, Bảo vệ chọn lọc



$$t_{td4} \leq t_0' \Leftrightarrow (1.7 \div 2) * (A_4' + A'') * \left(\frac{S_4}{I}\right)^2 \leq A_0' * \left(\frac{S_0}{I}\right)^2$$

### § 1-3 Áptomát ( Máy cắt hạ áp )

#### I) Khái quát chung:

##### Định nghĩa :

- là một khí cụ điện dùng để đóng cắt một cách không thường xuyên mạch điện ở chế độ định mức và tự động ngắt mạch khi có sự cố

+ Sự cố: Dòng  $I_{max}$ ,  $I_{min}$ ,  $U_{cao}$ ,  $U_{thấp}$ ,  $P_{ngược}$  bảo vệ dòng điện dư(  $I_{dur}$ )

Lidonky

Idr : chênh lệch I giữa các pha

Irò : dòng rò ra ngoài

**-Yêu cầu đối với Aptomat:**

+ ở chế độ  $I = I_{dm}$  thì ATM không phát nhiệt ,không có sức điện động nguy hiểm, ổn định nhiệt , ổn định sức điện động.

+ ATM phải có khả năng cắt dòng  $I_{ngdm}$  mà không ảnh hưởng đến những lần cắt tiếp theo.

+ Thời gian tác động càng nhỏ càng tốt

+ Phải có độ tin cậy cao

**- Thông số cơ bản:**

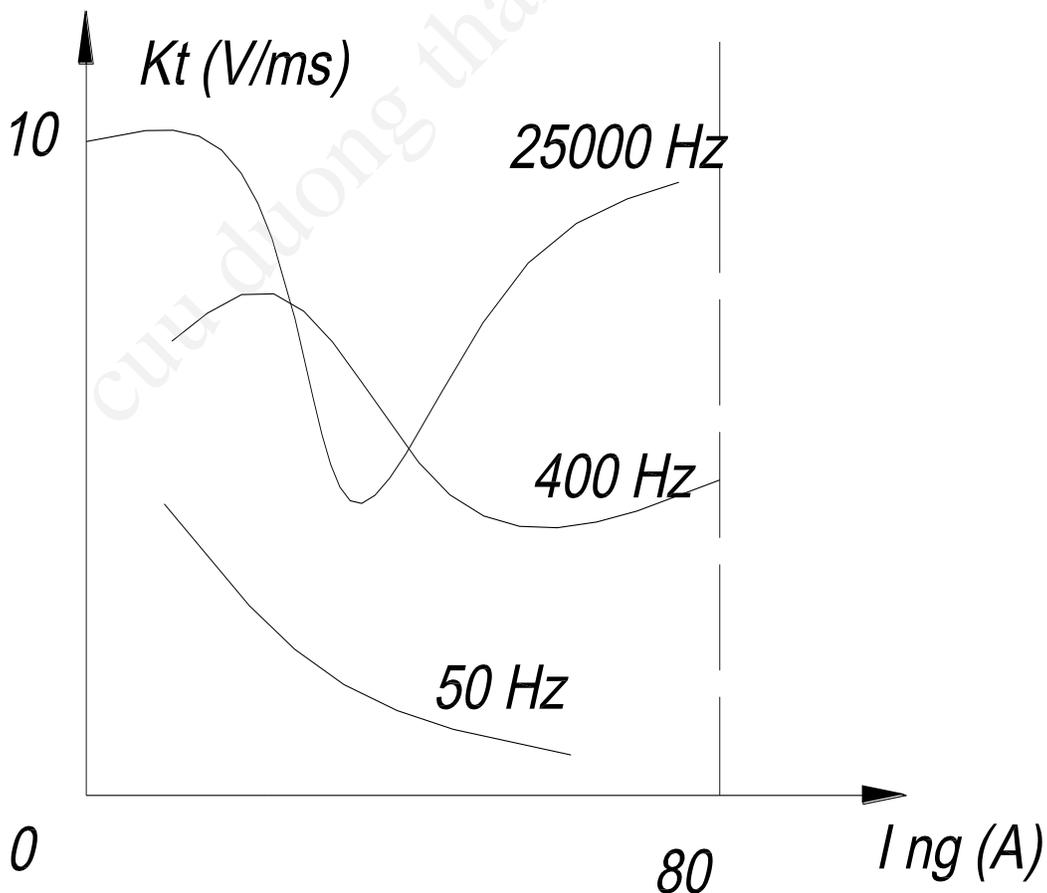
+  $U_{dm}$  : là giá trị điện áp đặt vào ATM ở trạng thái mở với thời gian vô cùng lớn mà không làm ATM hỏng do phóng điện .

+  $I_{dm}$  : là giá trị dòng điện đi qua ATM ở trạng thái đóng với thời gian dài vô hạn mà không làm cho hệ thống mạch vòng dẫn điện ATM hỏng do nhiệt .

+  $I_{ngdm}$  : là giá trị dòng điện max mà ATM có thể cắt được mà không làm hư hỏng ATM.

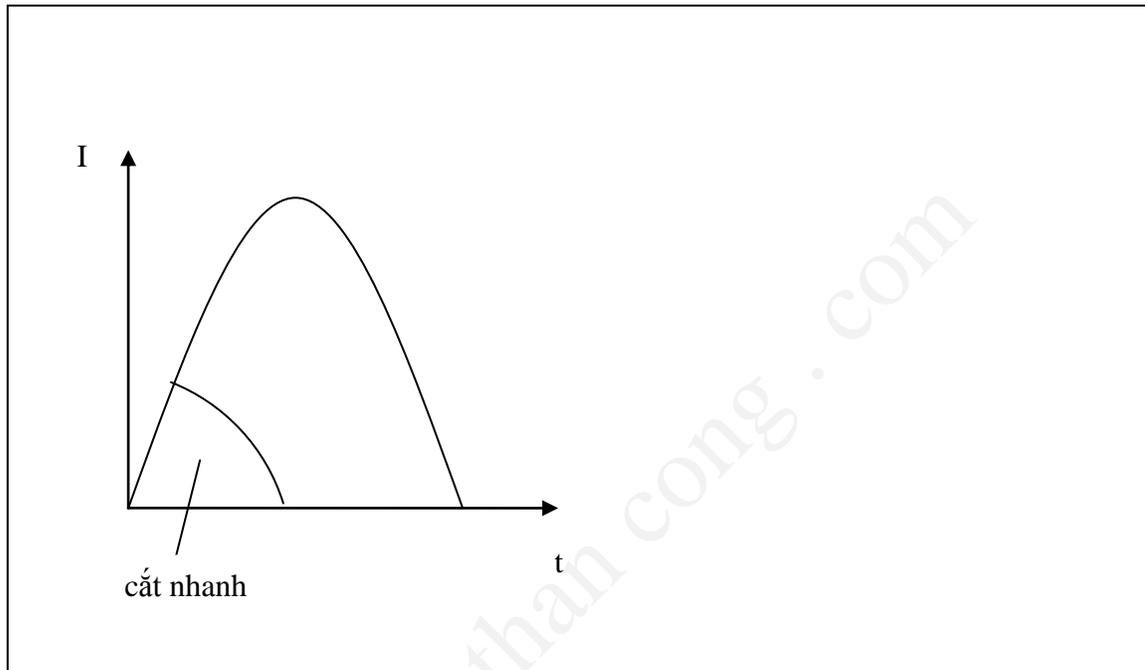
+ Thông số bảo vệ :U, f , I , ρ .....và phạm vi điều chỉnh

+ Thời gian tác động: là khoảng thời gian sự cố cho đến khi tắt hồ quang hoàn toàn.



Lidonky

Hình vẽ

**Cắt nhanh :**

- + Sử dụng lò xo , cơ cấu cắt tác động nhanh
- + Hệ thống dập hồ quang phải được tăng cường để dập hồ quang một cách nhanh chóng, an toàn.
- + ATM xoay chiều dùng cơ cấu dập hồ quang kiểu dàn dập ( sử dụng các tấm sắt non ghép song song cách điện bố trí thành 1 hộp )
- + Dân dụng : EN60898 ( MCCB\_ 3 pha )

Kiểu	Ngưỡng tác động
B	$3I_{dm} \leq Itđ \leq 5I_{dm}$
C	$5I_{dm} \leq Itđ \leq 10I_{dm}$
D	$10I_{dm} \leq Itđ \leq 20I_{dm}$

+ Công nghiệp : EN60947

Kiểu	Ngưỡng tác động
G	$2I_{dm} \leq I_{td} \leq 5I_{dm}$
D	$5I_{dm} \leq I_{td} \leq 10I_{dm}$
MA(A)	$6.3I_{dm} \leq I_{td} \leq 12.5I_{dm}$

- **Cấu tạo:**

- + Hệ thống mạch vòng dẫn điện: đầu nối , thanh dẫn , tiếp điểm ( kiểu ngón )
- + Hệ thống dập hồ quang: dùng dàn dập để dập hồ quang
- + Hệ thống tạo và truyền chuyển động:
  - Tạo chuyển động bằng tay
  - Bảng NCD, động cơ điện
  - Truyền bằng cơ cấu 4 khâu luật khớp
- + Phần tử bảo vệ trong ATM
  - Bảo vệ quá tải dùng role nhiệt
  - Bảo vệ ngắn mạch : Role dòng điện
  - Bảo vệ bằng điện tử số
- + Vỏ và các thiết bị bảo vệ khác

**Phân loại :**

- theo thời gian

Tác động nhanh	Bình thường	Chậm
< 0.08 s	0.08 ÷ 0.15 s	>0.15s

- theo công dụng:

- + ATM vạn năng
- + ATM định hình
- + ATM tác động nhanh

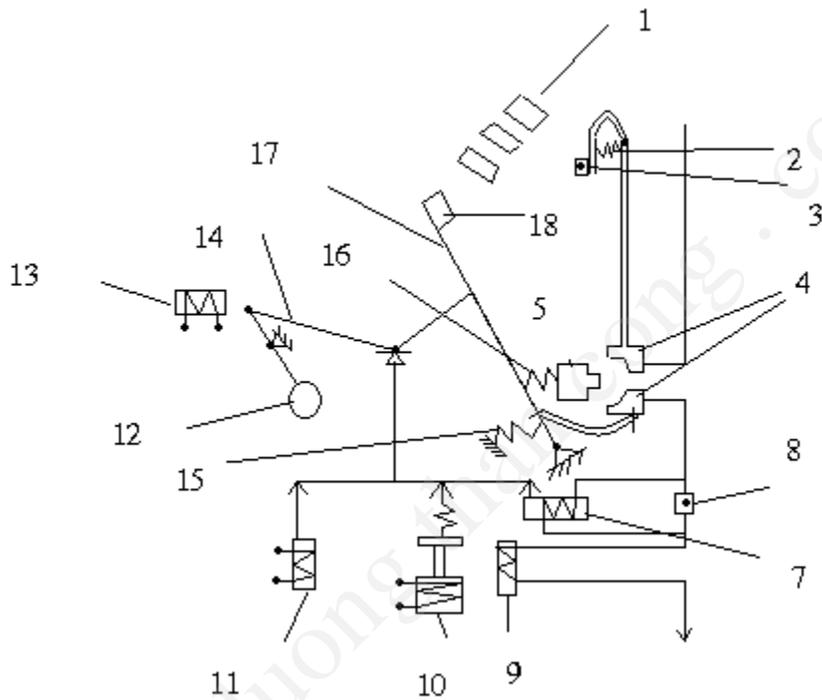
## **II, Áptômát vạn năng**

1, Áptômát vạn năng kiểu điện từ :

- Công suất ngắt lớn (  $\geq 400 A, I_{dm}$  )
- Nhiều thông số bảo vệ, phạm vi bấp vệ rộng

Thường không vỏ và được lắp ngay vào tủ điện ,dung ở đầu nguồn

\* Xét ATM vạn năng kiểu điện từ:



- 1: Bùồng dập hồ quang
- 2: Lò xo tiếp điểm hồ quang
- 3: Tiếp điểm tĩnh hồ quang
- 4: Tiếp điểm tĩnh chính
- 5: Tiếp điểm động chính
- 6: Dây nối mềm
- 7: Role nhiệt
- 8: Điện trở

- 9: Role dòng điện tự cảm
- 10: Role điện áp thấp
- 11: NCD ngắt
- 12: Tay cầm
- 13: NCD đóng
- 14: Cơ cấu 4 khâu
- 15: Lò xo ngắt
- 16: Lò xo tiếp điểm chính

### III, Lựa chọn ATM

1. Thông số của ATM

- $I_{dm} \geq I_{tt}$
- $Ing_{dm} \geq Ing_{max}$
- $t_{tt} \leq t_{bèn}$

2. Chọn ATM theo điều kiện bảo vệ chọn lọc : tác động đúng chỗ

## CHƯƠNG 2 . KHÍ CỤ ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN

### § 2-1 . CÔNG TẮC TƠ

#### I. Khái quát :

Công tắc tơ là KCD dùng để đóng cắt mạch điện hạ áp một cách thường xuyên ( có thể lên tới 1500 lần /h ) từ xa ( bằng tay hoặc tự động ).

- Cấu tạo :

+ Hệ thống mạch vòng dẫn điện (đầu nối, thanh dẫn , tiếp điểm( chính ,phụ), công tắc tơ 1 chiều sử dụng tiếp điểm hình ngón, công tắc tơ xoay chiều sử dụng tiếp điểm bắc cầu, 1 pha 2 chỗ cắt).

+ NCD:

- Mạch từ : 1 chiều làm bằng thép khối hoặc xoay chiều làm bằng lá thép kỹ thuật điện ,vòng ngắn mạch.

- Cuộn dây: dùng dây đồng KTĐ

Do NCD 1 chiều nhiều ưu điểm hơn xoay chiều cho nên hầu hết các công tắc tơ sử dụng NCD 1 chiều kể cả công tắc tơ xoay chiều

+ Vỏ và các chi tiết khác: các thông số cơ bản

+ Uđm : là giá trị điện áp đặt vào công tắc tơ với khoảng thời gian vô hạn mà không làm công tắc tơ hỏng do điện áp ( trạng thái mở )

+ Iđm : là giá trị dòng điện đi qua tiếp điểm chính của công tắc tơ ở trạng thái đóng mà không làm công tắc tơ hỏng do nhiệt

+ Iđóng ,ngắt :dòng max khi đóng ngắt mà không làm cho công tắc tơ hư hỏng do nhiệt , $I_{đg} = I_{đm}, I_{ng} = 5 I_{đm}$ .

+ Uđk : là giá trị điện áp đặt vào cuộn dây NCD của công tắc tơ ( 0.8 ÷ 1.1 Uđm )

+ Cấp cách điện ,chế độ làm việc chủ yếu dài hạn

+ Số lượng tiếp điểm: 3 hoặc 4 tiếp điểm chính ,2 tiếp điểm phụ.

- Phân loại :

+ Công tắc tơ điện tử ( công tắc tơ có điều khiển )

+ Công tắc tơ điện tử ( không tiếp điểm )

Cấu tạo gồm các van động lực ( thyristor.triac )

## § 2-1 KHỞI ĐỘNG TỪ

**Định nghĩa** : là TBĐ dùng để đóng cắt và điều khiển từ xa các mạch điện động lực hoặc đảo chiều quay và bảo vệ động cơ

Cấu tạo : gồm

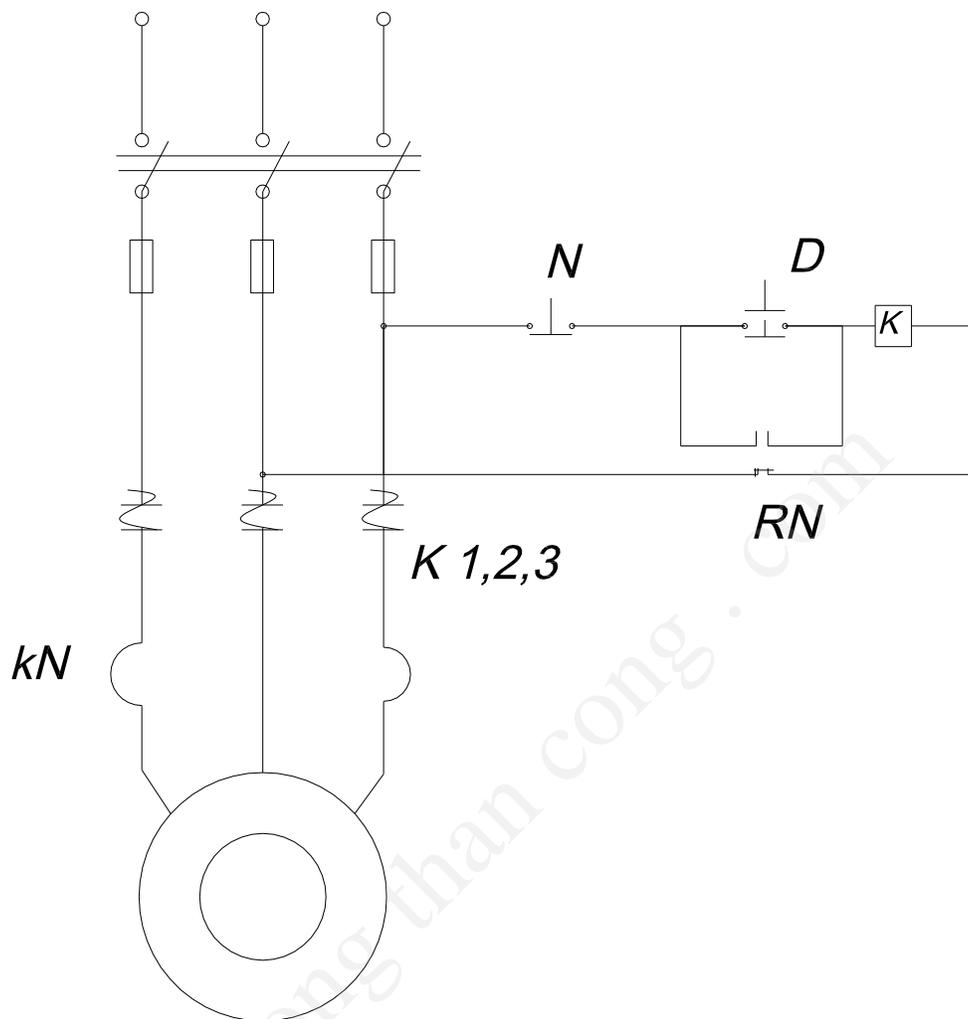
- + Công tắc tơ (đóng cắt)
- + Role nhiệt ( bảo vệ )

Phân loại :

- + Khởi động từ đơn : 1 Công tắc tơ và role nhiệt
- + Khởi động từ kép : 2 Công tắc tơ và role nhiệt

1. Khởi động từ đơn :

- Tác dụng : để đóng cắt và bảo vệ mạch điện cũng như động cơ khi bị quá tải.
- Sơ đồ mạch điện



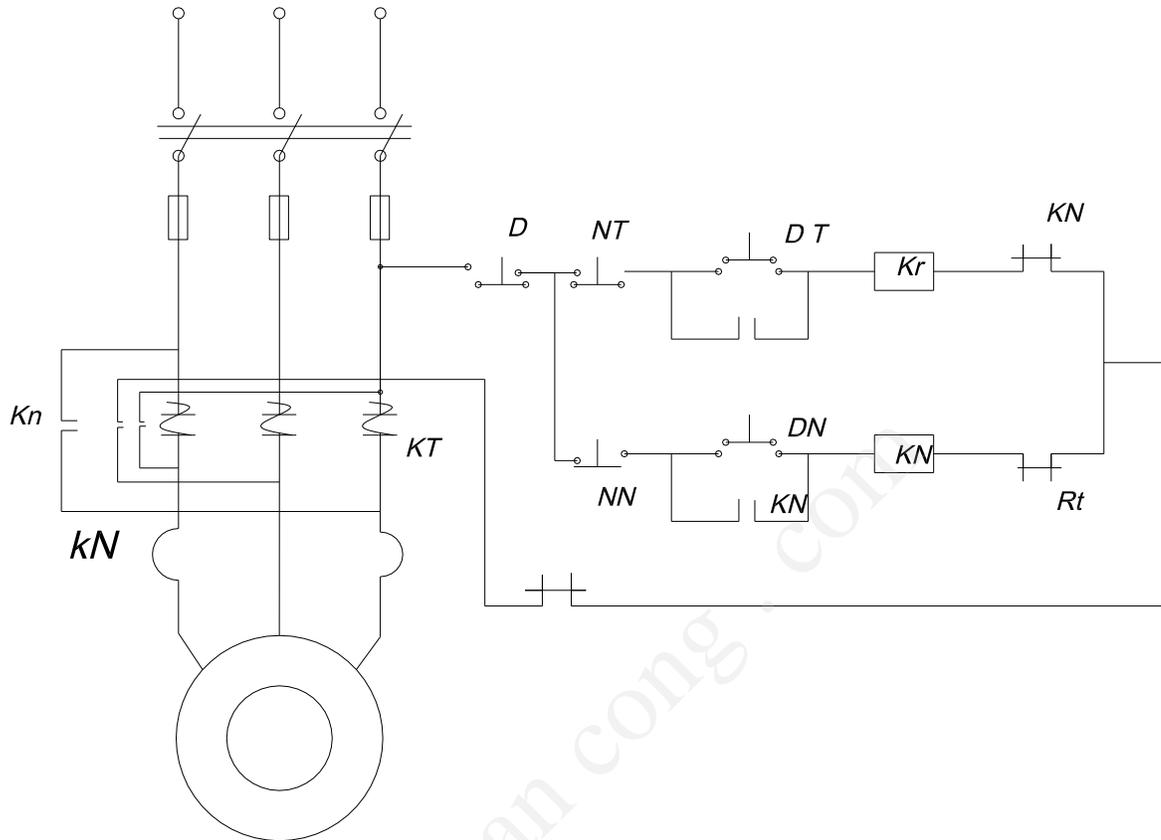
### Nguyên lý :

- Mở máy động cơ : đóng CD, ấn D → K có điện → tiếp điểm  $K_{1,2,3}$  đóng → ĐC quay
- Dừng động cơ : ấn N → K mất điện →  $K_{1,2,3}$  mở → ĐC dừng
- + Khi quá tải → RN tác động → tiếp điểm RN mở → K mất điện →  $K_{1,2,3}$  mở → ĐC dừng
- Thay thế cầu dao ,cầu chì bằng ATM

### 2. Khởi động từ kép:

- Ngoài chức năng giống KĐT đơn còn thêm chức năng đảo chiều quay động cơ

Lidonky



Động cơ khởi động thuận : đóng CD → ấn  $D_T$  →  $K_T$  có điện → tác động  $K_T$   
 đóng → động cơ quay thuận

Muốn động cơ quay ngược ấn nút  $D$  → động cơ dừng →  $D_N$  →  $K_N$  có điện  
 →  $K_N$  đóng

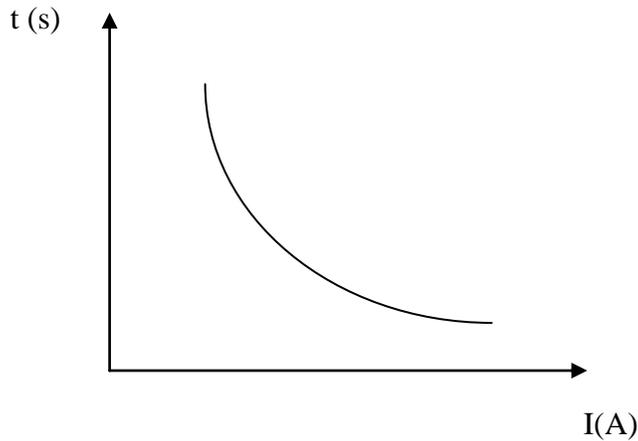
Để tránh tình trạng 3 công tắc tơ hoạt động đồng thời gây ngắn mạch các pha người ta sử dụng tiếp điểm phụ thường đóng của công tắc tơ này khóa chế công tắc tơ kia và ngược lại

Để bảo đảm an toàn tuyệt đối người ta còn sử dụng khoá liên động cơ khí giữa các nút ấn.

### 3. Role nhiệt

- Dùng để bảo vệ quá tải cho thiết bị điện

**Đặc tính bảo vệ :  $t = f(I)$  (A/s)**



Để đảm bảo yêu cầu bảo vệ quá tải cho động cơ thì đặc tính quá tải động cơ phải nằm thấp hơn và gần sát với đặc tính bảo vệ của role nhiệt .

Chọn  $I_{dmđc} = I_{dmRN}$

$$I_{tdRN} = (1.2 \div 1.3)I_{dm}$$

Ta có thể điều chỉnh dòng tác động của Role bằng các núm điều chỉnh trên Role Role có thể cơ ó 2 hoặc 3 phần tử đốt nóng

## CHƯƠNG 3 . CƠ CẤU ĐIỆN TỬ CHẤP HÀNH

### § 1 . KHÁI NIỆM CHUNG

- Là các thiết bị điện chấp hành dùng để thực hiện một công đoạn nhất định trong quá trình công nghệ nguyên lý làm việc là nguyên lý điện tử.
- NCD là bộ phận chủ yếu của CCĐT chấp hành vì đó là bộ phận sinh ra lực từ để cho cơ cấu làm việc .
- Chủ yếu dùng NCD 1 chiều vì :
  - + Không tổn hao sắt cho nên mạch không bị phát nóng
  - + Làm việc êm ,không ồn do bị rung
  - + I không phụ thuộc vào khe hở không khí  $\delta$
  - + Dùng ác quy thay thế được khi mất nguồn điện lưới

### §2. KHỚP LY HỢP ĐIỆN TỬ

**Định nghĩa** : là cơ cấu điện từ chấp hành dùng để truyền mômen trực dẫn sang trục bị dẫn và điều chỉnh tốc độ quay của trục bị dẫn bằng quá trình điện từ.

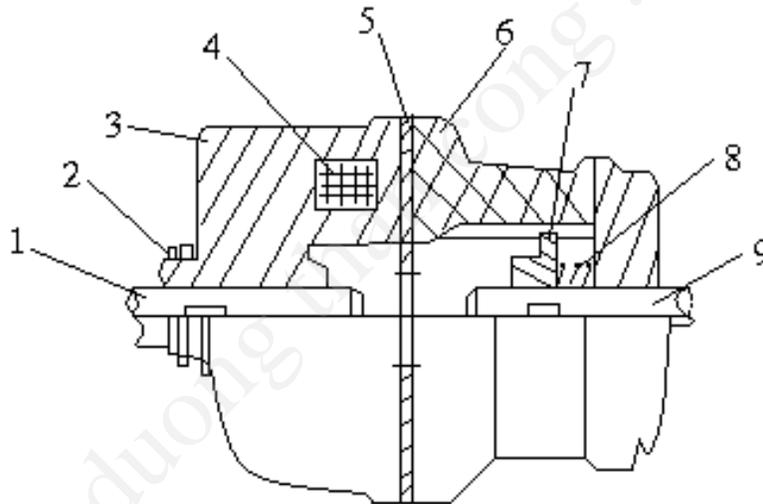
Phân loại:

- Kiểu ma sát
- Kiểu bám
- Kiểu cảm ứng
- Kiểu từ trễ

### 1. Khớp ly hợp điện từ kiểu ma sát:

a, **Tác dụng** : dùng để truyền mômen từ trục dẫn sang trục bị dẫn nhờ lực ma sát được sinh ra khi các đĩa ma sát bị ép chặt vào nhau dưới tác dụng của lực điện từ.

b, **Cấu tạo**:



c, **Nguyên lý**:

- Truyền M từ 1 → 9
- + đưa I vào cuộn dây qua 2 → (IW) →  $\phi$  qua (3,6) → tạo ra Fđt ở  $\delta$  → hút 6 chuyển động sang trái → đĩa ma sát bị ép chặt vào nhau → 8 bị nén → dự trữ năng lượng → khi đĩa ma sát nối liền thì nối liền 2 mặt quay → khi 1 quay → 3 quay → 6 quay → 7 quay → 9 quay
- Muốn không truyền mômen → ngắt điện → Fđt = 0 → Fphản8 lực đẩy 6 sang phải → Fms = 0 → 3,6 tách rời.

$$M_{ms} = \int_{R_t}^{R_n} dM_{ms} = \frac{2 * \Pi * leinsR_n (1 \pm \beta^2)}{n}$$

$R_n, R_t$  bán kính trong ,ngoài đĩa ma sát

Leins : hằng số

$\beta = \frac{R_n}{R_t}$  hệ số hình dáng của đĩa ma sát

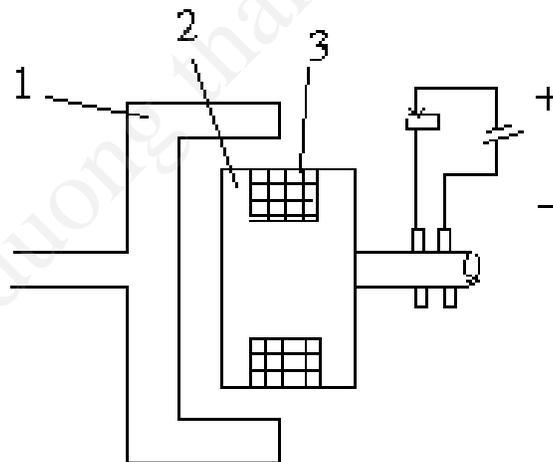
**d. Đặc điểm:**

- Đĩa ma sát được làm bằng vật liệu có hệ số ma sát lớn ,chịu mài mòn và chịu nhiệt độ cao,thường dùng kim loại gốm.
- Q khớp ma sát chỉ có tác dụng đóng ngắt ( ly hợp ) mà không điều chỉnh tốc độ quay của trục dẫn vì muốn điều chỉnh tốc độ quay trục dẫn ta phải giảm  $I_{kt} \rightarrow F_{ms}$  giảm  $\rightarrow$  sự trượt trên các đối tượng giữa các đĩa ma sát  $\rightarrow$  nhiệt độ đĩa ma sát T cao  $\rightarrow$  phá huỷ đĩa ma sát.
- Do sử dụng chổi than vành trượt cho nên tuổi thọ của khớp giảm

**2. Khớp ly hợp điện từ kiểu dư**

a, Nguyên lý: dựa vào nguyên lý cảm ứng tương tự như nguyên lý của động cơ KĐB lồng sóc.

b, Cấu tạo:



$i \rightarrow \omega \rightarrow \phi$

Khi 1 quay  $\rightarrow \phi_{(,)} \rightarrow i$  xoáy ở 1 tác dụng giữa  $i$  xoáy và từ trường  $\rightarrow M_q \rightarrow 2$  quay theo

- Để truyền  $M_{lớn} \rightarrow$  vật liệu điện từ tốt , $I_{xoáy}$  nhỏ,ta có thể điều chỉnh tốc độ quay trục bị dẫn bằng cách thay đổi dòng kích từ NCD

**3.Khớp ly hợp điện từ kiểu bám:**

- Tác dụng : truyền mômen từ trục dẫn đến trục bị dẫn nhờ lực bám được sinh ra do liên kết cứng của bột sắt trong từ trường

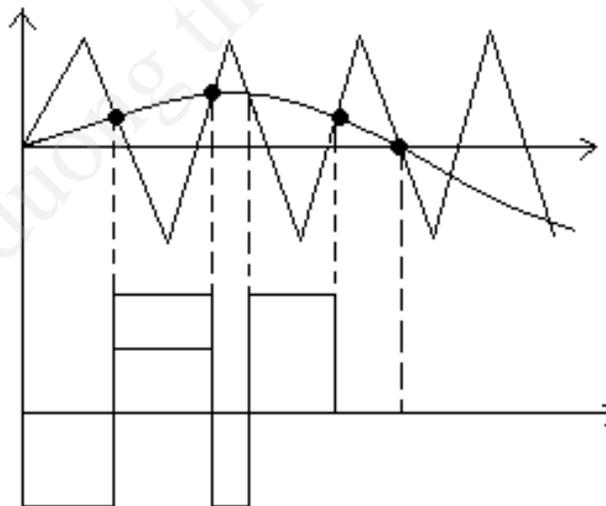
Lidonky

## THIẾT BỊ CẤP NGUỒN DỰ PHÒNG ATS

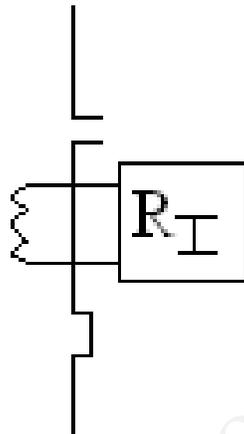
Điều kiện mở máy của động cơ  $Y/\Delta$  660/380 (380/220)  $\rightarrow$  không dùng



Sóng mang  $f_1$ ,  
Sóng điều biến  $f_2$



loại dùng role dòng điện



## Phần II: Lý Thuyết Thiết Kế

Chương 4: Những vấn đề chung về thiết kế khí cụ điện hạ áp

### Bài 4-1 Khái niệm chung

- Khí cụ điện hạ áp chia theo điện áp :
- cao áp : phân phối, bảo vệ, đo lường.
  - hạ áp : phân phối, bảo vệ, điều khiển,

khống chế

- Các bộ phận :

+ hệ thống mạch vòng dẫn điện:

- đầu nối (1)
- Thanh dẫn (2)
- Tiếp điểm (3)
- Fđđ

(1) chọn dạng : hàn

ốc, vít, .....,  $R_{tx} < R_{Tx}$  cho phép  
 $I_{nm}, I_{dm}$

(2) chọn dạng : tròn, vuông, chữ nhật.....

Lidonky

Chọn J- mật độ điện dẫn vật liệu phù hợp

(3) chọn dạng tiếp điểm, kích thước của tiếp điểm, khe hở không khí ( lực giữa tiếp điểm động và tĩnh ), độ mòn của tiếp điểm, không xảy ra phóng điện

+ Hệ thống dập hồ quang : chọn dập ( p/a ),

Kích thước : - Khe hẹp :  $R_M$ , l, dày

- dàn dập: số tấm,

- đặc biệt : dầu, không khí nén, SF, Tự sinh khí

+ cơ cấu tạo truyền động : - Tạo : nam châm điện, động cơ, thủy khí

- Truyền : lò xo ngắt, lò xo hoàn xung, cơ cấu truyền.

+ Chi tiết cách điện:

U<sub>dm</sub> ( thiết bị) tìm được điện áp phóng điện U<sub>ph</sub> à khoảng cách tối thiểu

S<sub>min</sub> pha- pha, pha - đất

- Các yêu cầu chung

+ kỹ thuật: - ổn định nhiệt T<sub>ổdnhiệt</sub> 1,3,10 (thời gian)

- ổn định điện dòng

- độ bền cách điện

- độ bền cơ khí: độ mòn, cứng

- khả năng đóng, cắt ( I<sub>dm</sub>, I<sub>nm</sub>, N<sub>cơ</sub>, N<sub>d</sub> )

$$N_{cơ} = 5 - 10 N_{điện}$$

- yêu cầu riêng

+ vận hành : - chịu được ảnh hưởng của môi trường xung quanh

- độ tin cậy cao

- thời gian sử dụng lâu dài

- đơn giản, dễ chữa, dễ thay thế

- chi phí vận hành thấp, tiêu tốn ít năng lượng

- kinh tế xã hội : giá thành hạ

dễ vận hành

an toàn

tính thẩm mỹ

- công nghệ sản xuất : dễ chế tạo

tính công nghệ

lắp lắp, qui chuẩn

tính phát triển

\* Trình tự thiết kế khí cụ điện

1- chuẩn bị tài liệu : nhiệm vụ thế

2- chọn phương án thiết kế \_ tham khảo các mẫu khác nhau, nền công nghệ

3- chọn tính toán cách điện pha-pha, pha-đất

4- vẽ kết cấu sơ bộ và xác định các hệ thống chủ yếu

5- thiết kế mạch vòng dẫn điện ( thanh dẫn, tiếp điểm và các đầu nối )

6- thiết kế hệ thống dập hồ quang

7- tính các Fđđ

- 8- thiết kế cơ cấu tạo và truyền chuyển động ( nam châm điện- động cơ điện-hệ thống truyền động )
- 9- tính toán vỏ, các chi tiết cách điện
- 10- tính toán nhiệt

## Bài 4-2 Chọn khoảng cách cách điện

- kích thước
- dựa và kinh nghiệm
- trình tự : - căn cứ vào  $U_{dm} - U_{thử} - S_{min}$  - khoảng cách cách điện tối thiểu ( dùng công thức kinh nghiệm hoặc tra bảng)
- bề mặt ẩm ướt và bẩn thì tăng khoảng cách S
- tổ hợp khí cụ điện đặt cạnh nhau thì tăng khoảng cách S

## Bài 4-3 tính toán mạch vòng dẫn điện

### I, Tính thanh dẫn

- xác định kích thước thanh dẫn
- căn cứ vào  $U_{dm}$  dựa vào bài toán nhiệt tìm ra kích thước thanh dẫn ( chế độ dài hạn )

Sau đó kiểm tra thanh dẫn ở chế độ ngắn hạn

- a) kiểm tra thanh dẫn ở chế độ dài hạn

$$p = K_T S_T (\theta_{td} - \theta_0) = I^2 R_\theta$$

$$P_{dt} = Gp * c * d * T + K_T S_T T dt$$

$$\Rightarrow I^2 \rho_\theta * \frac{l}{s} = K_T S_T (\theta_{td} - \theta_0)$$

- b) Kiểm tra phát nóng ở chế độ ngắn hạn

Đồng, cách điện cấp Y ( 90 C)

ở chế độ dài hạn  $I_{dh} = 200A$

$T = 180$  (s) hằng số thời gian nhiệt

$$\left. \begin{array}{l} \text{ngắn hạn } T_{lv} = 10 \text{ s} \Rightarrow I_{n.hạn} = ? \\ \text{ngắn hạn lặp lại } T_{lv} = 10 \text{ s} \end{array} \right\} I = ?$$

$$P_{dt} = G.c.d^\theta + K_T S_T (\theta - \theta_{mr}) dt$$

$$\rightarrow I_{nm}^2 R_{dt} = V \cdot \gamma \cdot d \cdot \theta$$

## Bài 4-4 : Đầu Nối

### 1) Yêu cầu

- ở chế độ làm việc dài hạn, nhiệt độ không được phát nóng quá nhiệt độ cho phép

$$\Rightarrow \text{dài hạn } T^o < [T], R_{TX} (U_{TX}) < [R_{TX}] \\ ([U_{TX}], F_{td} \geq [F_{td}])$$

- Ngắn mạch

độ bền cơ, nhiệt : đảm bảo.

- Vận hành : năng lượng tổn hao  $P_{\Delta X}$  nhỏ,  $R_{tx}$  nhỏ  
-  $F_{td} \geq C$ , độ tin cậy

### 2) Trình tự tính toán :

- chọn dạng kết cấu : tùy theo hình dáng thanh dẫn (sgk)

- xác định kích thước ốc vít cho đầu nối tháo rời

$$+ I_{dm} \text{ à } S_{tx} \text{ cần thiết} = I_{dm} / J \quad (J = 0,31 \text{ A/mm}^2)$$

+ chọn ốc vít

.  $S_{tx} - F_{td}$  cần thiết

$$= f_{td} \cdot I_{dm}$$

. chọn (2- 10- sgk)

## Bài 4-5 Tiếp Điểm

### 1) Các loại tiếp điểm :

- lò xo lá, tx cong- son, bắc cầu, lem,.....

### 2) Yêu cầu

-  $I_{dh} : T < [T]$

-  $I_{nm} : \text{bền cơ, nhiệt}$

- độ rung  $< [ ]$ , độ mòn  $< [ ]$

$$\frac{X_{rung}}{T_{rung}} \leq \frac{g}{G} \quad (z \text{ lần đóng cắt})$$

### 3) Thông số :

- Độ mở  $m$  (động – tĩnh)

$$I_{dm} < 200 \text{ A} \quad 4 \text{ (Role)} - 12 \text{ mm (Công tắc tơ, ATM)}$$

- kết cấu tiếp điểm : 1 chỗ ngắt  $u/n$   
n chỗ ngắt

xác định kinh nghiệm  $n_0 - len_0$  sau tính buồng hồ quang

+  $m$  càng lớn thì  $len$  đập hồ quang cao - kích thước thiết bị lớn - hao phí vật liệu, P

Lidonky

- độ lún : là quãng đường có thể đi tiếp của tiếp điểm động khi không có tiếp xúc tĩnh

$$l = A + BI_{dm} \quad A = 1.5 - 2.5 \text{ mm}$$

$$B = 0,02 \text{ mm}^2/\text{A}$$

220v, 5 A

$$\begin{cases} m = 4 \text{ mm} \\ l = 1.5 + 0,02.5 = 1,6 \end{cases}$$

$$\rightarrow \delta = 5,6 \text{ mm} = m + l$$

380 v, m = 6 mm

→ kiểm  $N_o$  theo độ mòn tiếp điểm

$$G = z (g_d I_{dg} + g_{ng} I_{ng}) \quad (z - \text{số lần đóng cắt})$$

$$G / \delta = V \quad h = V / S \quad (\text{độ mòn})$$

$$l = (1,5 - 2,5) h$$

- khoảng lẩn : Tạo tiếp điểm hồ quang và tiếp điểm làm việc

$$x = 3 - 12 \text{ mm} \quad (- \text{ I nhỏ})$$

I-, cỡ 40 A

- khoảng trượt

+ làm sạch bản do bụi, hồ quang, hồ quang sinh ra (ghồ ghề)

$$y = (0,2 - 12 \text{ mm})$$

- lực ép tiếp điểm :

$$f_{tdđ} = (0.4 - 0.7) f_{tdc}$$

$$f_{tdc} = f_{ldm} = (7 - 15) \text{ g/A}$$

#### 4) Chọn vật liệu vào ht tiếp điểm

##### A... Chọn vật liệu

a) yêu cầu

- Điện trở tiếp xúc bé
- Tính dẫn điện và nhiệt độ nóng chảy vật liệu cao
- ít bị oxi hoá
- Khó hàn dính
- Độ cứng cao ít bị ăn mòn
- Đặc tính công nghệ tốt
- Giá thành hạ

b) chọn theo 2- 13 2- 14

$I_{dm} 10 \text{ A}$  : Bạc, Vàng

$10\text{A} < I_{dm} < 2000\text{A}$  : kim loại gồm : Ag\_Ni\_Cg

##### B\_ Kích thước tiếp điểm ( 2- 15 , 2- 16 )

-tđ cầu  $I_{dm} = 5\text{A}$  chọn  $d = 4\text{mm}$

40A chọn  $d = 12\text{mm}$

**5 )Xác định nhiệt độ tiếp xúc, điện áp tiếp xúc, lực ép tiếp điểm và điện trở tiếp xúc**

**a) Nhiệt độ tiếp điểm**

- phương trình cân bằng nhiệt :

$$t_{tx} = t_{td} + (I_{dm}^2 \cdot R_{td}^2) / 8P_o \quad (= U_{tx}^2)$$

$$t_{td} = 0 + I_{dm}R / K_T S_T + I_{dm}^2 R_{td} / 2$$

- điện trường và nhiệt trường :

$$F_{td1} = I_{dm}^2 A H_B / 16^2 \arccos(T_{td}/T_{tx})^2$$

$$T_{tx} = T_{td} + (5 - 10) \text{ k}$$

$$- T_{tx} = T_{td} / \cos(I_{dm} / 4)$$

$$- I_{dm} = 4 \cdot \arccos(T_{td}/T_{tx}) /$$

**b) điện trở tiếp xúc**

$$R = R_{tx} + R_{dn} + R_{td}$$

$$R_{tx} = R_1 + R_2$$

$R_{1\_}$  do sự co hẹp của dòng điện

$R_{2\_}$  do tiếp xúc bề mặt

Tính  $R_{tx} = \frac{\rho}{2 \sqrt{\frac{f_1 n}{\sigma \pi}}} \quad (\text{lý thuyết})$

$$R_{tx} = K / (0,102 \cdot F_{td})^m \quad (\text{thực nghiệm})$$

$$m = \begin{cases} 0,5 \text{ điểm} \\ 0,7 - 1 \text{ mặt} \\ 0,5 - 0,7 \text{ đường} \end{cases}$$

Theo đường cong  $t_{n0}$  2- 10, 11, 12

**c) lực ép tiếp điểm**

- Theo  $R_{tx} \rightarrow F_{td}$

- Thực no  $F_{tdc} = f_{td} \cdot I_{dm}$

$F_{td}$  bảng 2-17

$$F_{tdđ} = (0,5 - 0,7) F_{tdc}$$

**d)  $U_{tx}$**

$$U_{tx} = I_{dm} \cdot R_{tx} \quad \text{bảng 2 -18}$$

$[U_{tx}] = (0,5 - 0,7) U_m$  ( đ/a làm việc cho vật liệu hoá mềm )

**6) Dòng điện hàn dính, biện pháp khắc phục chống dính**

$$i_{dtd} > I_{nm}, i \text{ đóng}, i \text{ cắt}$$

a) Lý thuyết :

$$I_{thhd} = \frac{4^2 \cdot \arccos\left(\frac{(T_{td} - T_{td} \cdot e^{-t_1/T})}{(T_{txd} - T_{td} \cdot e^{-t_1/T})}\right) \sqrt{fad \Sigma}}{\sqrt{a^{\pi H_b}}}$$

T- hằng số thời gian phát nóng tiếp điểm  
 $t_1$ - khoảng thời gian từ lúc tiếp điểm bắt đầu  
 đóng đến lúc hàn dính

b) Tính  $I_{hd}$  ban đầu theo  $U_{tx}$ ,  $t_{tx}$

$$I_{hd} = A \sqrt{f_{nc}} \sqrt{f_{td}} \quad A = \sqrt{\frac{32 \alpha \theta_{nc} \left(1 + \frac{1}{3} \alpha \theta_{nc}\right)}{\pi H_{bo} \rho_o \left(1 + \frac{2}{3} \alpha \theta_{nc}\right)}}$$

$f_{nc}$ - đánh giá sự tăng diện tích tiếp xúc ( 2 – 4 lần )

c) Tính  $I_{hd}$  theo  $R_{tx}$ ,  $U_{nc}$

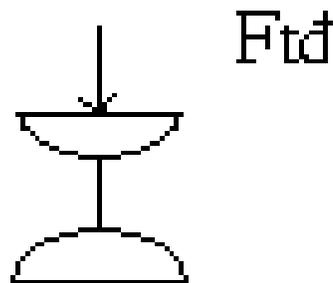
$$I_{hd} = \frac{2U_{nc} \sqrt{F_{td}}}{\rho \sqrt{\pi H_b}}$$

d) Thực nghiệm :

$$I_{hd} = K_{hd} \quad \text{Bảng 2-19}$$

Biện pháp chống dính

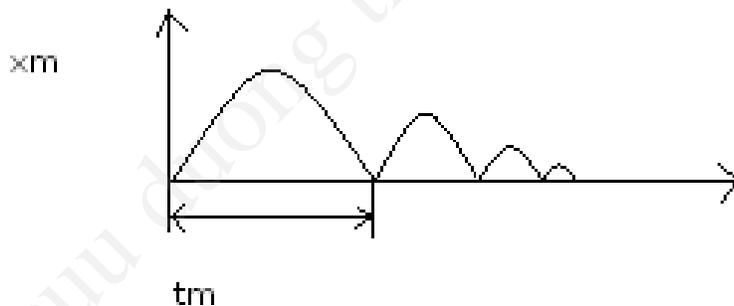
- tăng  $F_{td}$ , giảm độ rung



- 2 tiếp điểm có vật liệu khác nhau
- Phải lựa chọn kết cấu sao cho lđđ sinh ra cùng chiều với lực ép td
- Dùng vật liệu kim loại gốm

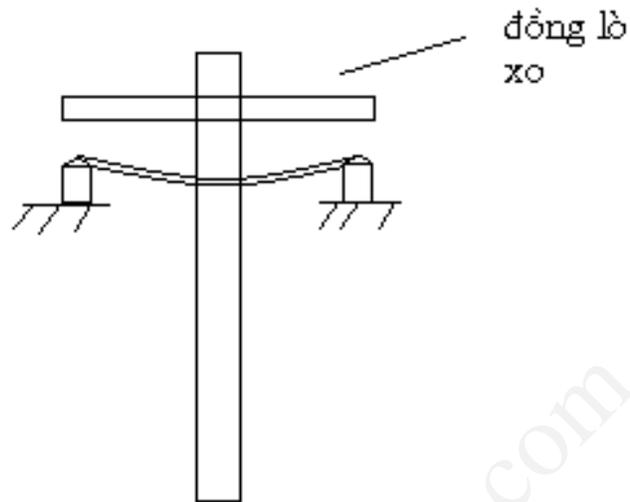
**7) Sử dụng tiếp điểm, biện pháp chống rung**

- Hai thông số:  $X_m$  – Biên độ rung
- $T_m$  – Thời gian rung



**A. Tính toán đoạn  $X_m$ ,  $T_m$**

- a. Tiếp điểm là lò xo lá, tiếp điểm tính cố định -> role <10A



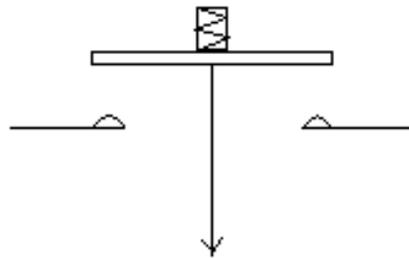
$$F_{dt} - F_{pl} \geq 0,5 \frac{K_0}{1 - K_v} j \left( \frac{m_d v_{td}^2}{2} \right)$$

J - Độ cứng lò xo

M<sub>d</sub> - ulg phân động

L<sub>v</sub> - hệ số vật liệu

b. Tiếp điểm bắc cầu -> ct tơ 10 kA



$$X_m = \frac{m_d m V_{đ0}^2 (1 - V_0)}{2F_{td\text{ đầu}}}$$

m<sub>d</sub> Y\_ tổng lực phân động

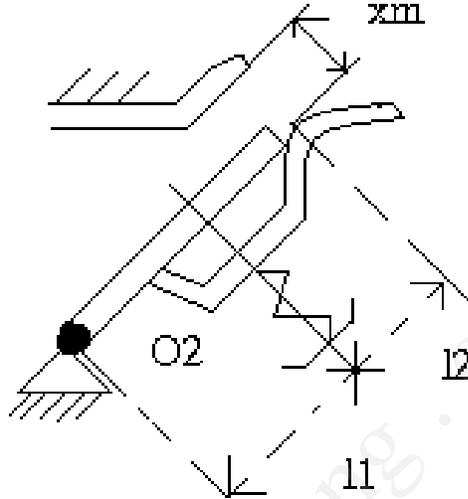
$$M_d = KI_{đm}$$

$$h = fg/A$$

$$V_d = (0,1 - 1) m/s$$

Lidonky

c. Tiếp điểm hình nón có lò xo xoắn trụ -> ct tơ 1 chiều =<20A

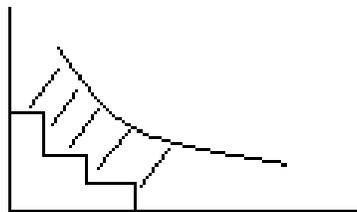


$$x_m = \sqrt{\frac{(\alpha_{20} \cdot L_2)(\alpha_{20} L_2) + [(1 - kv) / J] J d W - \alpha_{20} L_2}{1 + 2/(1-uv)}}$$

$$t_m = \frac{2x_m}{(I_1 + I_2) W_{10} \sqrt{1 - uv}}$$

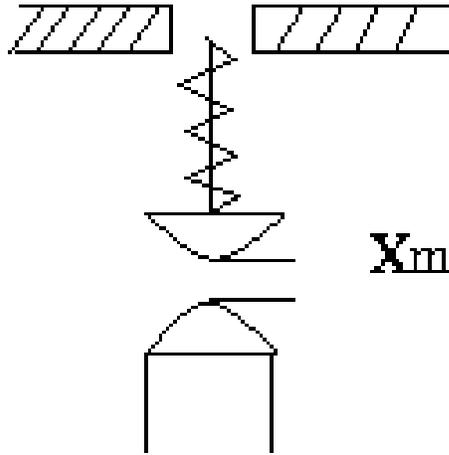
$$W_{10} = \sqrt{\frac{2sd + c}{J'd + J'g}}$$

Sdct



Jd, Jg – mô men chính

d. Tiếp điểm biến đổi có lò xo xoắn trụ -> ct tơ xoay chiều <10v



$$x_m = \sqrt{f_{bd}^2} + \frac{1 - uv}{5} \cdot m_{d2} \cdot v_{dc}^2 - f_{bd}$$

$$f_m = \frac{2 X_m}{v_{do}}$$

**B. Trị số rung cho phép và biện pháp giảm rung**

$$t_m = (1,5 - 1,8) t_m$$

Thời gian rung 0,3ms

-> tăng lực ép tiếp điểm

- giảm độ phân động

- giảm lu phân động

- giảm lực tác động lên phân động

- Dùng lò xo xoắn xung để triệt tiêu điện năng thừa phân động

**8. Sự mòn của tiếp điểm và các biện pháp khắc phục**

- Mòn do

+ Cơ khí

+ Mòn do điện (tác dụng của hquang)

$$\left| \begin{array}{l} U > U_0 \\ i > i_0 \end{array} \right. \quad \text{hq x h}$$

$$\left| \begin{array}{l} U > U_0 \\ I < i_0 \end{array} \right. \quad \text{-> hq ngắn}$$

$$\left| \begin{array}{l} U > U_0 \\ I < i_0 \end{array} \right. \quad \text{-> không x h hq}$$

A. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ mòn

a. Đb làm việc

- I, =
- Trị số điện cao áp
- Giá trị dòng điện đi qua tiếp điểm
- Tính chất phụ tải
- Môi trường làm việc

b. Kết cấu của K<sub>cd</sub>

- Tay N<sub>cd</sub>, Đ<sub>cd</sub>
- t đóng, ngắt
- Vật liệu tiếp điểm
- Dạng tiếp điểm
- Cường độ từ trường giữa hai tiếp điểm
- Phương pháp dập hồ quang
- Tốc độ chuyển động của tiếp điểm động.

**B. Các phương pháp tính toán gần đúng độ mòn**

$$V = N \cdot v$$

N – số lần đóng cắt

v – t tích mòn sau 1 lần đóng cắt

$$v = v_d + v_{\text{cát}}$$

a) Role công suất nhỏ ( I 5 A U 220 V )

\* 1 chiều ( 2 \_ 19 - 2\_ 20 )

- U<sub>ngắt</sub> < U<sub>o</sub> , I<sub>ng</sub> < I<sub>o</sub>

$$V_{ng} = KI_{ng}^2 \quad I_{ng\_} \text{ dòng điện đi qua Fđ}$$

- U<sub>ng</sub> > U<sub>o</sub> I<sub>ng</sub> < I<sub>o</sub>

< >

$$V_{ng} = K_1 KI$$

- U<sub>ng</sub> > U<sub>o</sub> I<sub>ng</sub> > I<sub>o</sub> v đóng = and Qđ

$$V_{ng} = (a_{no} + k_{na})$$

Q\_ điện lượng đi qua 2 tiếp điểm trong quá trình đóng ngắt

\_ năng suất mòn khi đóng ngắt

\* xoay chiều :

\_ Tính gần giống 1 chiều ( skg )

b) Tiếp điểm của KCD U à 30 V , I à 200 A

$$V_d + V_{ng} = \frac{1}{2} (\delta_{\text{angar}} + \delta_k) I_{ng} T_{\text{đt}} \ln \frac{u_2 q_o}{u_{ng0} - u_{ng}}$$

$$+ \frac{1}{2} \delta_{ad} \cdot I_d \frac{K_{hq} t_{\Sigma r}^2}{I_{dtd}}$$

Khq- hệ số tính đến thời gian rung có hồ quang (0,3 – 0,7)  
 $T^{\Sigma} = (1,5 - 1,8) t_m$

c) KCD phân phối và điều khiển đến 1000 V và  $5.10_3A$   
 $g_d + g_{ng} = 10^{-9} (K_d I_d^2 + K_{ng} I_{ng}^2) K_{kd}$

Kkd : độ mòn không đều ( 1,1 – 2,5 ( 3 ) )

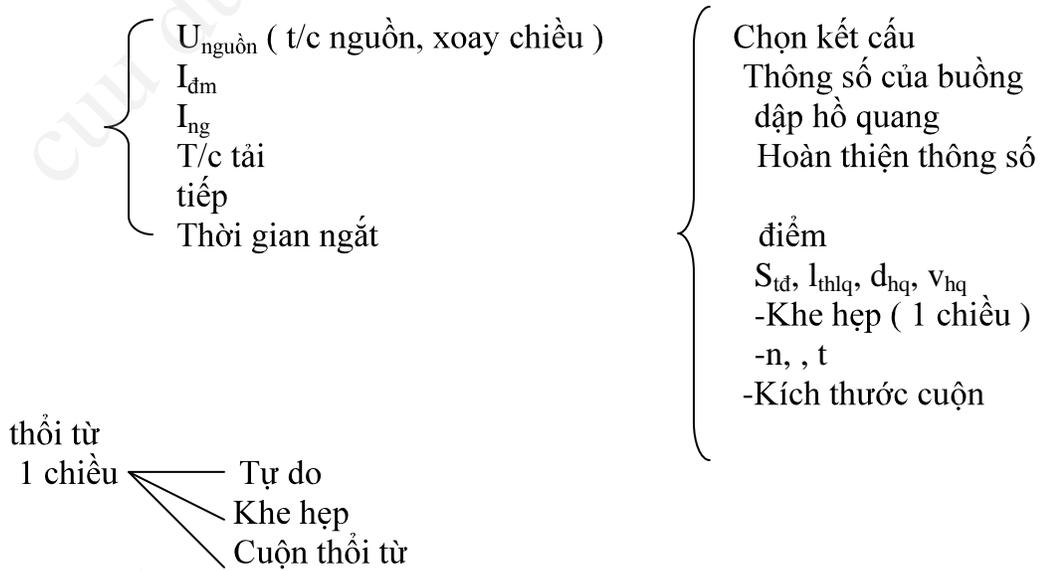
d) KCD cao áp

### C\_ Các biện pháp chống mòn

- lựa chọn vật liệu :
- giảm thời gian cháy của hồ quang
  - + Tăng tốc độ ban đầu của tiếp điểm trong quá trình ngắt.
  - + chọn cường độ từ trường của cuộn thổi từ tối ưu
- giảm thời gian đóng của tiếp điểm
- dùng các biện pháp kết cấu
  - + tăng bt của những nối tiếp điểm hay bị mòn
  - + sử dụng các tiếp điểm tự định vị để tiếp điểm mòn đồng đều
  - + bề mặt tiếp điểm phải gia công bằng phẳng

## CHƯƠNG 5 Hệ Thống Dập Hồ Quang

### Bài 5.1 Khái Niệm Chung



Xoay chiều : dàn dập

\_ hồ quang quá trình vật lý phức tạp dùng các công thức thực nghiệm

Lidonky

Phát sinh  $\left\{ \begin{array}{l} \text{phát xạ nguội điện tử} \\ \text{phát xạ điện tử do nhiệt ở K} \\ \text{ion hoá do va chạm ở thân hồ quang} \\ \text{ion hoá do nhiệt ở thân hồ quang} \end{array} \right.$

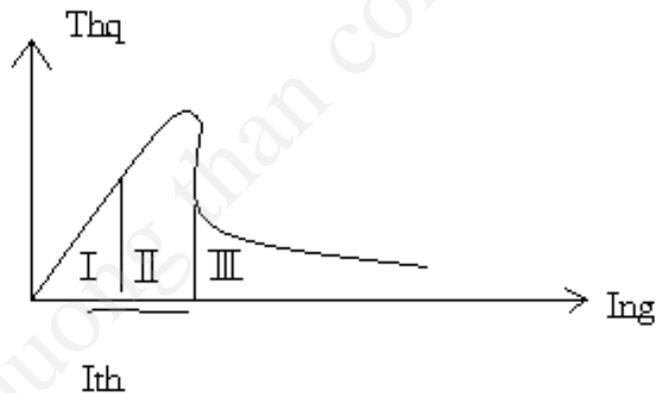
Dập tắt  $\left\{ \begin{array}{l} \text{tái hợp} \\ \text{khuếch tán} \end{array} \right.$

$U \leq 1000 \text{ V}, 30 \text{ KA} \rightarrow$  dòng cắt  $I_{ng} = 10 I_{dm}$   
 $I_{ng} = 15 I_{dm}$

a) yêu cầu :

- phải đảm bảo khả năng đóng cắt của buồng dập
- thời gian cháy của hồ quang phải nhỏ
- phải có khả năng không gây ra quá điện áp nội bộ
- kích thước nhỏ, kích thước vùng cháy hồ quang nhỏ
- hạn chế ánh sáng và âm thanh

b) giá trị dòng điện ngắt



## Bài 5.2 Vật liệu và kết cấu buồng dập hồ quang

I) Vật liệu

- $U$  yêu cầu: + phải chịu được nhiệt độ cao
- + chống ẩm
- + độ nhám bề mặt

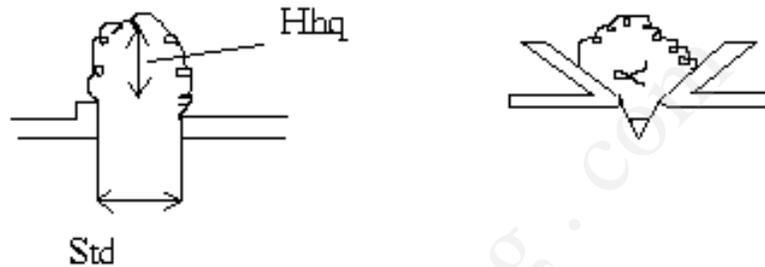
- $U$  3 loại vật liệu: + xi măng-amiăng
- + composit

+ gốm

II) kết cấu ( 91-93 )

### Bài 5.3 Các thông số hồ quang $l_{hq}$ , $d_{hq}$ , $v_{hq}$ , $t_{hq}$ của hồ quang cháy tự do

\_Chu vi hồ quang  
+ đường tròn



\_ chiều dài

$$S_{td} = v_{td} \cdot t \quad l_{hq} = \sqrt{S_{td}^2 + 9h_{hq}^2}$$

$$H_{hq} = v_{hq} \cdot t$$

$$l_{hq} = 2\pi \frac{\alpha}{360^\circ} v_{hq} \cdot t$$

\_ Đường kính hồ quang  $d_{hq}$

Hồ quang không di chuyển  $d_{hq} = 0.27 \sqrt{I_{ng}} \text{ (cm)}$

+ di chuyển  $v_{hq}$   $d_{hq} = 1.12 \sqrt{\frac{I_{ng}}{20 + v_{hq}}} \text{ (cm)}$

\_ vận tốc hồ quang

$$V_{hq} = 0 - 100 \text{ cm/s}$$

$F_{đđ}$ ,  $F_{đt}$  ( cuộn thổi từ )

$$V_{hq} \approx 0.5 I_{ng} \text{ ( cm/s ) sau đó kiểm tra lại}$$

-  $t_{hq}$

$$T_{hq} = \frac{l_{hq}}{\sqrt{v_{td}^2 + 9v_{hq}^2}}$$

### Bài 5 – 4 Tính toán gân đúng buồng dập hồ

Lidonky

## quang 1 chiều

### I, Khái niệm chung

+ số liệu cho trước

- $U_{ng} = 1,1 U_{nguồn}$
- $I_{đm}, I_{ng}$
- T/c mạch ngắt L, R, C
- số lần đóng cắt trên giờ

Tsố đóng cắt : - phân phối 50 l / giờ  
- đk 150 l / giờ

+ trình tự

- căn cứ vào đ/a nguồn và chiều dài tới hạn hồ quang
- xác định chính xác độ mở của TĐ

a) chiều dài tới hạn

- căn cứ vào thông số mạch, đ/a nguồn xác định  $L_{th}$

b) ảnh hưởng của điện cảm đến chiều dài hồ quang

$$l_{hqth} = K \cdot U_{ng} \cdot I_{ng}^{\frac{1}{3}}$$

$$\text{Động cơ : } \begin{array}{l} 150 \text{ hw} \\ 750 \text{ v} \end{array} \quad \left| \quad K = 0,013$$

c) Quá điện áp

D) các yếu tố ảnh hưởng đến buồng dập hồ quang

1) điện cảm mạch ngắt

$$T_{dt} = UR$$

$$U_{ngắt} = U_{ng} \left( 1 + \frac{T_{dt}}{T_{hq}} \right)$$

2) Tần số ngắt

$$F = 100 \text{ lần/h thì } l_{hqth} = 2 \text{ lần } l_{hqth} \text{ khi } f = 2$$

3) tốc độ mới của Tđ

$V_{td} = 100 \text{ cm/s}$  k năng đóng cắt tăng 10 lần , 15% so với các loại  $v = 1 \text{ cm/s}$

4) các yếu tố khác

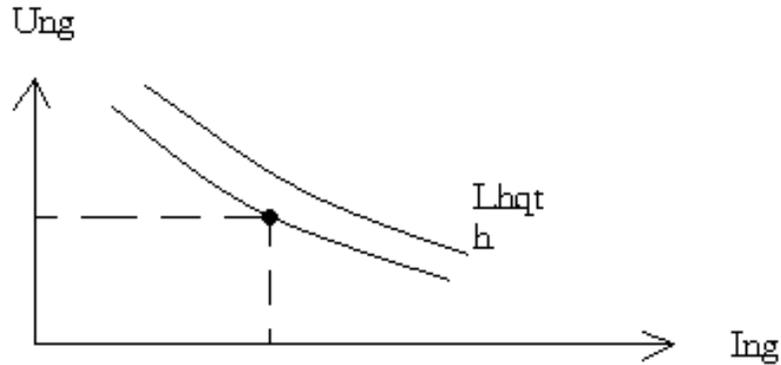
Môi trường : độ ẩm

áp suất : càng cao lên dập hồ quang càng tốt

$T^0$

### III, Dập hồ quang bằng cách kéo dài hồ quang bằng cơ khí ( hồ quang cháy tự do )

1) đồ thị



- chỉ ứng hồ quang cháy tự do trong không khí
  - sau khi tra đ/c lấy hằng số dự trữ cỡ 1,3 – 2 lần
- 2) Công thức kinh nghiệm

$$L_{hqth} = 0,42 \cdot 10^{-2} U_{ng} \sqrt{I_{ng}} \quad [cm]$$

#### IV) Dập hồ quang bằng cách kéo dài hồ quang bằng ldd

- a) xây dựng V-A theo từng giá trị  $L_{hq}$
- b) tính theo công thức kinh nghiệm

$$I \leq 200A : U_{hq} = I_{hqth} \cdot \frac{92 + 0,029 v_{hq}}{\sqrt{I_{hq}}} \quad \cdot \quad V_{hq} \text{ vận tốc di}$$

chuyển hồ quang

$$V_{hq} = \frac{2,12 I_{hq}}{\sqrt{\delta_{td}}} \text{ cm / s}$$

$$I > 200A \quad U_{hq} = 37 \sqrt[3]{I_{ng}}$$

$$K_1 = 2 f_0 \cdot K_{bd} \text{ (Kbiên độ)}$$

B4: Xác định thời gian cháy hồ quang  $t_{hq} \geq 1/2$

B5 :Xác định chiều dài nhỏ nhất của các tấm dàn dập

$$l_i \geq 1,73 \delta^2 + t_{hq} \sqrt[3]{I_{ng}} \quad (cm)$$

B6: Xác định biểu thức của buồng dập

- Các tấm phải làm bằng thép gi

$$l_{hqth} = \frac{U_{hq} \sqrt{I_{hq}}}{92 + 0,029 v_{hq}}$$

V) Dập hq bằng cách kéo dài hq bằng từ trường ngang:

## §5.5 Tính toán gần đúng buồng hq điện xoay chiều

### I) Khái niệm chung:

#### 1) Đặc điểm hq điện xoay chiều:

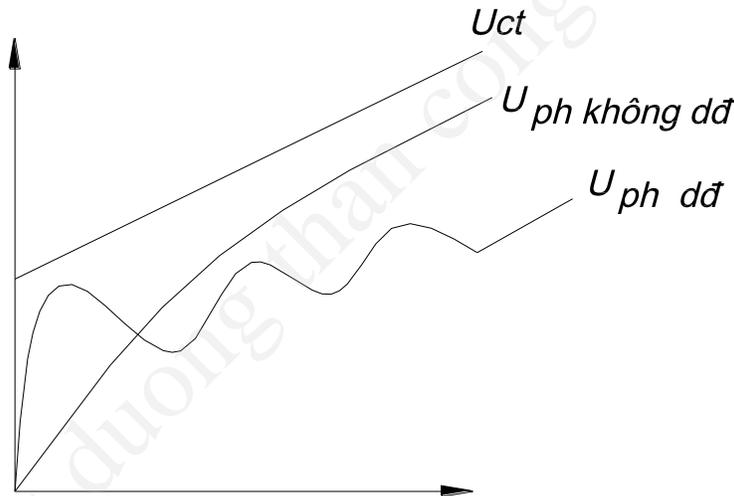
- + Dòng điện trong 1 chu kỳ bằng 2 lần
- + Khi thiết kế cần thiết kế dập hq tại  $i=0$
- + Điều kiện dập tắt  $U_{ct} > U_{phục\ hồi}$

$$U_{ct}/\omega > U_{ph}/\omega$$

$$\frac{dU_{ct}}{dt} > \frac{dU_{ph}}{dt}$$

$U_{ph}$  dao động  $\rightarrow U_{ph} \leq 2U_{ng\max}$

$U_{ph}$  không giao động  $\rightarrow U_{ph} \leq U_{ngm}$



Giá trị biên độ của điện áp phục hồi được xác định

$$U_{ng\max} = U_{ph\max} = U_{ng\atm} = \frac{1,1\sqrt{2}U_{dm}}{\sqrt{3}}$$

Trong đó :

- $U_{dm}$  : điện áp định mức của lưới
- $\varphi$  : góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp

-  $K_{sd}$  : hệ số sơ đồ

+ Ngắt mạch 3 pha thông qua 3 cực:

$$K_{sd} = 1,5$$

+ Ngắt mạch 3pha -3cực trong đó trung tính của nguồn được nối với vỏ tiêu cụ

$$K_{sd} = 1$$

Lidonky

+ Ngắt 1 pha – 1 cực  $K_{sd} = 1,73$

+ Ngắt 1 pha – 2 cực  $K_{sd} = 0.865$

Tốc độ tăng trung bình của điện áp phục hồi của quá trình dao động

$$\frac{dU_{ph}}{dt} = 2 K_{bd} f_0 U_{nguồn}$$

Trong đó:

- $K_{bd}$ : Hệ số biên độ
- + Với trường hợp hq cháy tự do

$$K_{bd} = \frac{U_{phm}}{U_{ng}} = 1 + e^{-0,0003 f_0}$$

- $f_0$ : tần số riêng của mạch ngắt

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

Trong đó LC là tự cảm, điện dung của mạch ngắt

+ Ngắt động cơ  $P = 50 \text{ kw}$ ,  $f_0 = \frac{380}{U_{dm}} \times (A + BP_{dm}^{3/4})$  (Hz)

(1) Dây cáp : 3 dây đặt trong 1 cáp (A,B,C)

(2) Dây khí : 3 dây đặt song song ngoài

Trong đó (1)  $A = 8000$

$$B = 2100$$

(2)  $A = 15000$

$$B = 3000$$

+ Ngắt cuộn dây điện từ :

$$f_0 = \frac{6,5 \times 10^6}{N} \sqrt{l + \frac{100 \delta}{S}}$$

Trong đó :

$N$  : là số vòng dây

$l$  : là chiều dài trung bình đường sức từ

$S$  : là tiết diện cực từ ( mạch từ)

$\delta$  : là khoảng cách khe hở khí đóng cắt

## 2) Độ mở tiếp điểm :

- Đối với các thiết bị đóng cắt xoay chiều độ mở không đóng vai trò quan trọng như đối với các thiết bị một chiều vì có tiếp điểm đường qua 0 còn ở dòng – không qua 0

- Tùy theo cấp phụ tải hoặc công suất của thiết bị đóng cắt cũng như dòng điện và điện áp . Độ mở được chọn theo hệ số (0,5 ÷ 11)mm

Lidonky

**3) Các số liệu biểu thức cho trước để tính toán**

- +  $U_{ng}$  : là điện áp điện mạch của nguồn cung cấp (giá trị hiệu dụng)
- +  $I_{ngát}$  : là giá trị hiệu dụng
- +  $\varphi_0$  : là góc lệch pha ban đầu của dòng điện và điện áp
- +  $f$  : là tần số của nguồn cung cấp
- +  $f_0$ : là tần số riêng của mạch ngắt
- +  $K_{sd}$  : là phương pháp ngắt
- +  $z$  : là tần số đóng cắt ( số lần cắt /1h)
- +  $l$ : là điện cảm của mạch ngắt

$$L = \frac{U_d \sin \varphi_0}{I_{ng} \omega} = \frac{U_{dm}}{U_{ng} \omega} \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_0}$$

**II) Dập hồ quang 2 chiều cháy tự do có 2 chỗ ngắt**

Dùng chủ yếu trong công tắc tơ xoay chiều hạ áp

Yếu tố để dập hq xoay chiều cháy tự do 2 chỗ ngắt

- + Độ bền điện ban đầu hay độ bền điện phục hồi

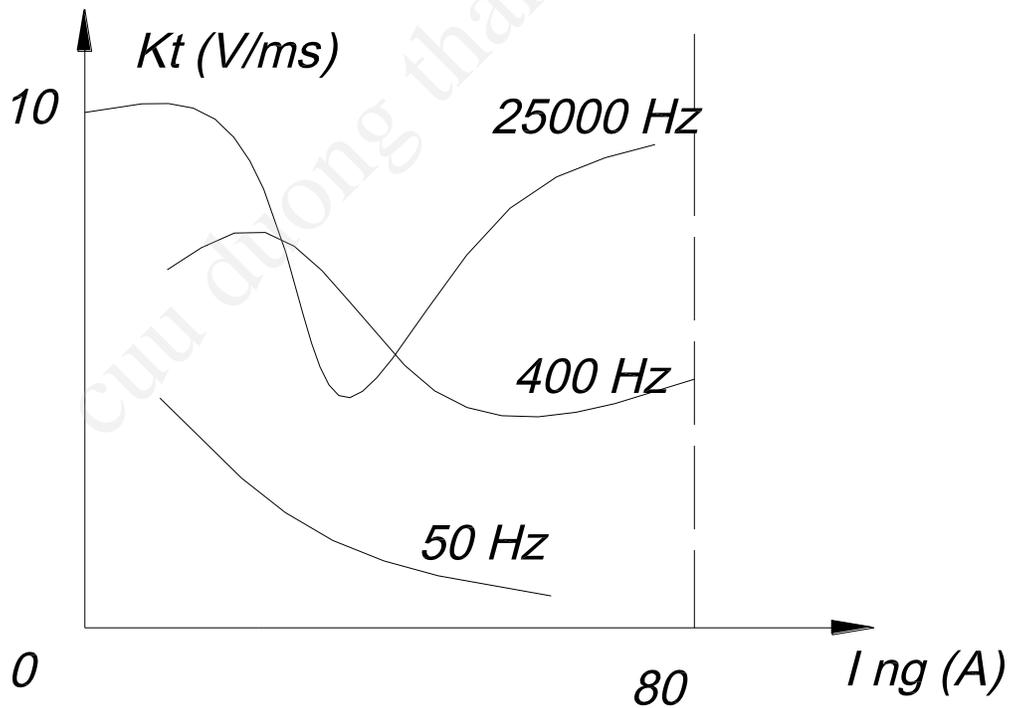
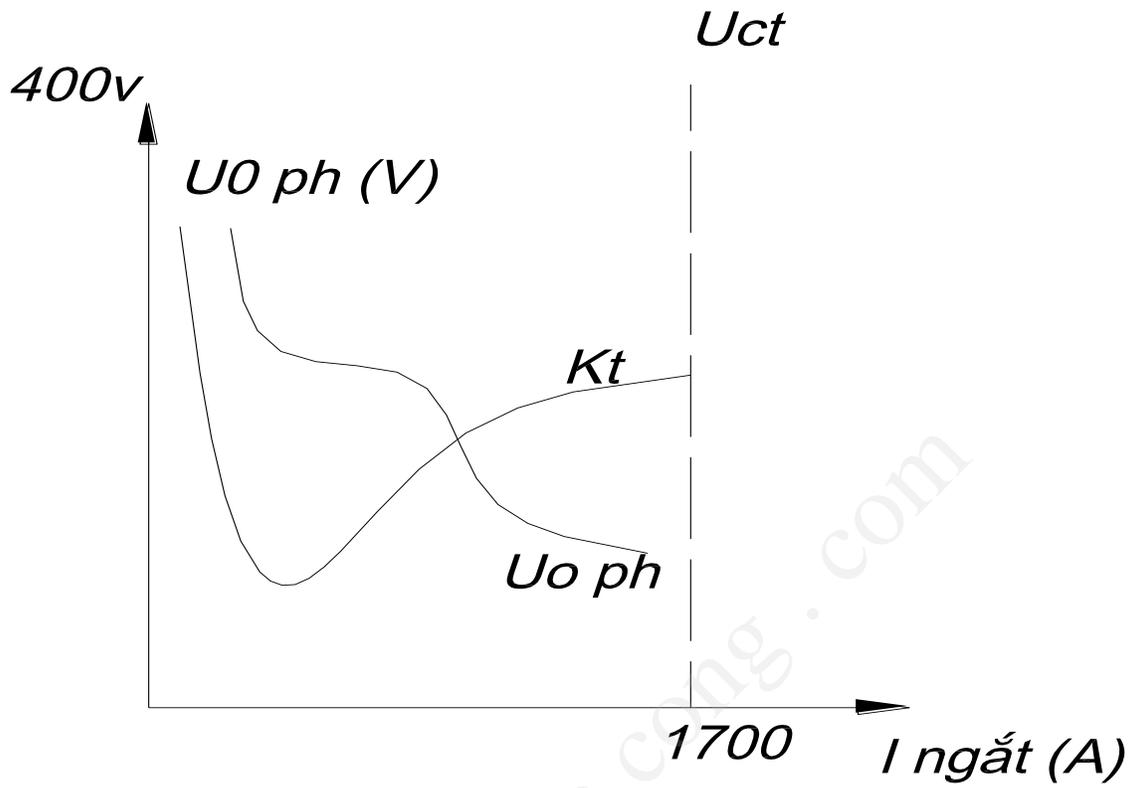
$$U_{ph} = U_{ph}^0 + K \quad (V)$$

Trong đó :

$U_{ph}^0$  : độ bền điện phục hồi ban đầu phụ thuộc vào giá trị dòng điện ngắt , tần số ngắt

$K_t$  : tốc độ tăng của độ bền điện phục hồi

Đồ thị:



Tiếp điểm làm bằng vật liệu đồng mà là vàng , bạc..thì các hệ số xác định cần phải nhân thêm 1 hệ số gọi là hệ số vật liệu (tra bảng)

Chiều dài hq trên 1 chỗ ngắt được xác định như sau :

$$TH1: I = (80 \div 200)A$$

$$l_{hq}^0 = \sqrt{\delta_{td}^2 + \frac{4,5 I_{ng}^2 t^2}{\delta_{td}}} \quad (\text{cm})$$

TH2:  $I > 200A$

$$l_{hq}^0 = \sqrt{\delta_{td}^2 + 12300 I_{ng}^{2/3} t^2} \quad (\text{cm})$$

Trong đó :

$$\delta_{td} = v_{td} \cdot t$$

$\delta_{td}$  td ở cuối thời điểm cắt

$v_{td}$  vận tốc mở thời điểm thường là 0,1 cm/s

t thời gian cháy hồ quang (<0,1 s)

Điện trở thân hồ quang được xác định:

$$R_{hq}^0 = 0,15 + \frac{14200}{I_{ng}^2} \quad (\Omega/\text{cm})$$

Đây là điện trở trên mỗi chỗ ngắt và điện trở toàn mạch được xác định như sau

$$R_{hq} = R_{hq}^0 \cdot l_{hq}^0 \cdot n$$

n là số chỗ ngắt

### Trình tự tính toán:

1. Xác định độ mở của tiếp điểm (cctơ cảm  $\geq 7\text{mm}$ )
2. Xác định số chỗ ngắt khi  $U_{ph}$  không dao động theo ct

$$= \frac{K_{dm} U_{dm} - A (1 + \ln \frac{K_{dm} U_{dm}}{A})}{U_{ph}^0 + 0,34 K_{dm} l_{hq}^0 R_{hq}^0 I_{ng}}$$

Trong đó :

$U_{ph}^0$  : là giá trị phối tại t=0

$R_{hq}^0$  : là điện trở thân hq tại thời điểm ban đầu

$l_{hq}^0$  : là chiều dài hq ban đầu tại 1 chỗ ngắt

$$K_{dm} = 0,9 K_{sd} \sqrt{1 - \cos \varphi_0}$$

$\varphi_0$  là góc pha ban đầu giữa điện áp và dòng tại t=0

$$A = \frac{K_t \beta_k L}{M_0}$$

$$M_0 \approx 0,8 \times 10^{-5} + \frac{2,5}{I_{ng}^2} \quad (\text{H/cm Ms})$$

$M_0$  là tốc độ phục hồi điện áp cực đại ở quá trình không giao động khi dòng điện làm việc  $I_{dm} = (100 \div 3600)A$

$K_t$  : là hệ số xác định trên đồ thị

$$K_t = f(I_{ng}) \quad (V/ Ms)$$

$\beta_k$  tính đến ảnh hưởng của làm tiếp điểm (tra bảng)

$L$  là điện cảm của mạch ngắt

$$L = \frac{U}{\omega I_{ng}} \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_0}$$

### 3. Kiểm tra điều kiện dao động theo công thức

$$f_0 \geq \frac{M_0 m_c 10^6}{nL}$$

$f_0$  : là tần số của mạch ngắt (Hz)

Nếu điều kiện trên không thỏa mãn  $\rightarrow$  Mạch ngắt ở trạng thái dao động

### 4. Tính số chỗ ngắt:

$$n_{dd} \geq \frac{1,8 U_{dm}}{0,62 I_{ng} l_{hq}^0 R_{hq}^0 + \frac{2 U_{ph}^0 f_0 + k + \beta_k 10^6}{f_0 K_{bd} K_{sd} \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_0}}}$$

### 5. Xác định thời gian cháy của hồ quang

$$t \leq 1/2 \text{ chu kỳ}$$

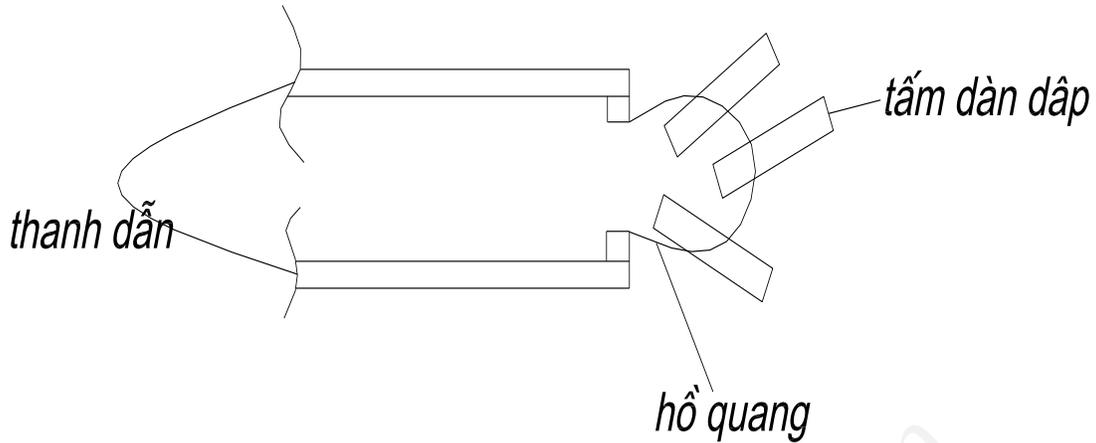
## III) Dập hồ quang xoay chiều trong buồng dập kiểu dàn dập

Khi mạch ngắt có dòng  $I_{dm} \geq 100 A$

$U_{dm}$  đến 1000V

Thì việc dập hồ quang ở 2 chỗ ngắt là khó có thể đảm bảo ngay cả với những trường hợp thiết bị có tần số thao tác nhỏ ( $Z \leq 600$  lần / h)

Khi đó người ta phải dập hồ quang vào trong buồng dập làm bằng những tấm thép ít các bon



Buồng dập kiểu này có những khả năng rút ngắn đáng kể chiều dài của hồ quang và dập tắt nó trong thể tích nhỏ với ánh sáng là ít và âm thanh bị hạn chế. Biện pháp này được sử dụng chủ yếu trong các công tắc tơ, áp tô mát và một số cầu dao có tần số thao tác thấp.

Yếu tố chính để dập tắt hq trong đó độ bền điện phục hồi ở trong mỗi khoảng trống giữa các tấm dàn dập và số lượng khoảng trống

- Độ bền phục hồi được xác định theo công thức sau

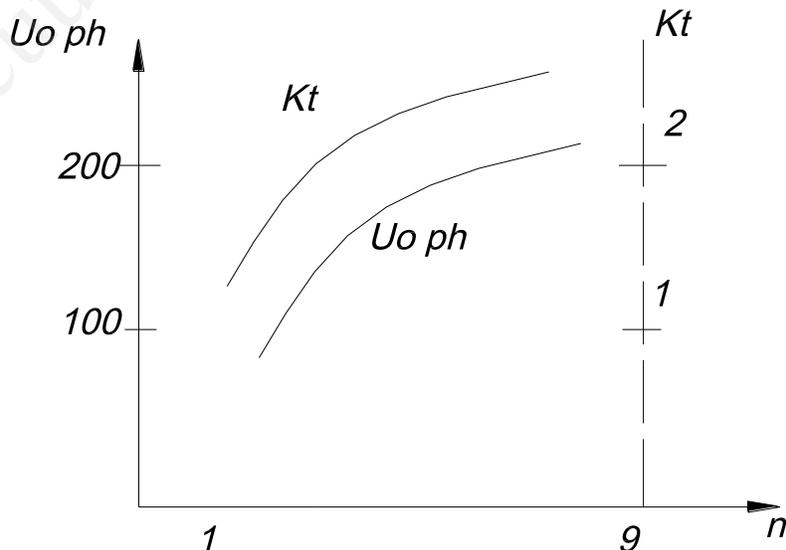
$$U_{ph} = U_{ph}^0 + K_t t \quad (V)$$

Trong đó :

$U_{ph}^0$  : là điện áp phục hồi tại thời điểm  $t=0$

$K_t$  : là tốc độ phục hồi điện áp

$(U_{ph}^0, K_t)$  xác định bằng công thức thực nghiệm hoặc tra trên đồ thị đường cong



Công thức thực nghiệm

$$U_{ph}^0 = U_t^0 \sqrt{n - 0,6} \quad (\text{V})$$

$$U_t^0 = 72 + 0,72\sigma_t$$

$\sigma_t$  là khoảng cách giữa các tấm của dàn dập

$$K_t = K_t^0 \sqrt{n - 0,6}$$

$$K_t^0 = \frac{(820 + \delta_t^2 (\sqrt{I_{ng}} - 5,7)) \sqrt{\Delta_t} 10^6}{2 \sqrt{I_{ng}} (40 + \sqrt{T - 273})}$$

$\delta_t$  là khoảng cách giữa hai tấm dàn dập liên tiếp

$\Delta_t$  là bề dày tấm dàn dập

$$T = 293 + 0,018 I_{ng} \sqrt{Z} \quad (^\circ\text{K})$$

Z là tần số đóng cắt ( lần /h)

Trình tự tính toán

+ Các số liệu cho trước

Ngoài các tần số cho trước như ở phần dập hồ quang và cháy tự do ngoài ra còn cần các tần số sau

    vật liệu thép làm tấm dàn dập, bề dày các tấm ( $\Delta_t$ ), khoảng cách giữa các tấm ( $\delta_t$ )

**B1: Xác định số tấm dập theo quy trình không dao động của điện áp phục hồi**

$$n_{tk} \geq 0,6 + \left[ \frac{K_{dm} U_{dm} - k_2 (1 + \ln \frac{K_{dm} U_{dm}}{K_2})}{U_{ph}^0 + 0,35 U_{hq}^0 K_{dm}} \right]^2$$

Trong đó

$$K_{dm} = 0,9 K_{sd} \sqrt{1 - \cos \varphi_0}$$

$$K_2 = \frac{I_{ng}^{2/3} K_t^0}{1300}$$

$$U_{hq}^0 = (110 + 0,003 I_{ng})(0,7 + 0,045 \sigma_v)$$

$U_{hq}^0$  là điện áp hồ quang trên 1 khoảng trống

B2: Kiểm tra điều kiện không dao động

$$f_0 \geq \frac{415 \sqrt{n_{tk} - 0,6}}{L I_{ng}^{2/3}}$$

Nếu điều kiện trên thỏa mãn thì số lượng tấm dàn dập

$$n_{dd} = n_{tk} + (2 \div 5) \text{ tấm}$$

Nếu không thỏa mãn thì điện áp phục hồi  $U_{ph}$  ở trạng thái dao động thì lúc đó người ta phải tính toán số tấm dàn dập

B3 : Số lượng tấm dàn dập trong điều kiện  $U_{ph}$  dao động

$$n_{td} \geq 0,6 + \left[ \frac{K_1 K_{dm} U_{dm}}{K_0^t + 2 f_0 U_{ph}^0 + 0,35 K_1 K_{dm} U_{hq}^0} \right]^2$$

- Chỗ mở của các tấm thép dàn dập thường làm dưới dạng chữ V

Khoảng cách  $\delta_i, \Delta_i$

IV) Dập hạ xoay chiều trong buồng dập khe dọc từ trường ngang

## Chương 6 : Cơ cấu của khí cụ điện

### § 6.1 Khái niệm chung

#### I) Đặc điểm

- Chuyển động trong 1 hành trình hạn chế
- Quá trình đóng và ngắt
- Lực tạo chuyển động dùng NCD, thủy lực, động cơ điện ( tác dụng nạp nhiên liệu cho lò so), phân lực, lò so,

Lidonky

## **II) Yêu cầu**

- Đảm bảo các tần số cần thiết
- Đảm bảo đóng cắt ở mọi chế độ
- Đảm bảo tốc độ nhất định của cơ cấu chấp hành ( Cỡ 0,1 m/s ÷ 100m/s tùy loại )
- Đảm bảo thời gian tác động của khí cụ điện
- Phải có trong phần tử chống va đập
- Phải có đủ cứng và bền
- Làm việc tin cậy chính xác , lắp ráp sửa chữa dễ dàng , giá thành hạ

## **III) Số liệu ban đầu**

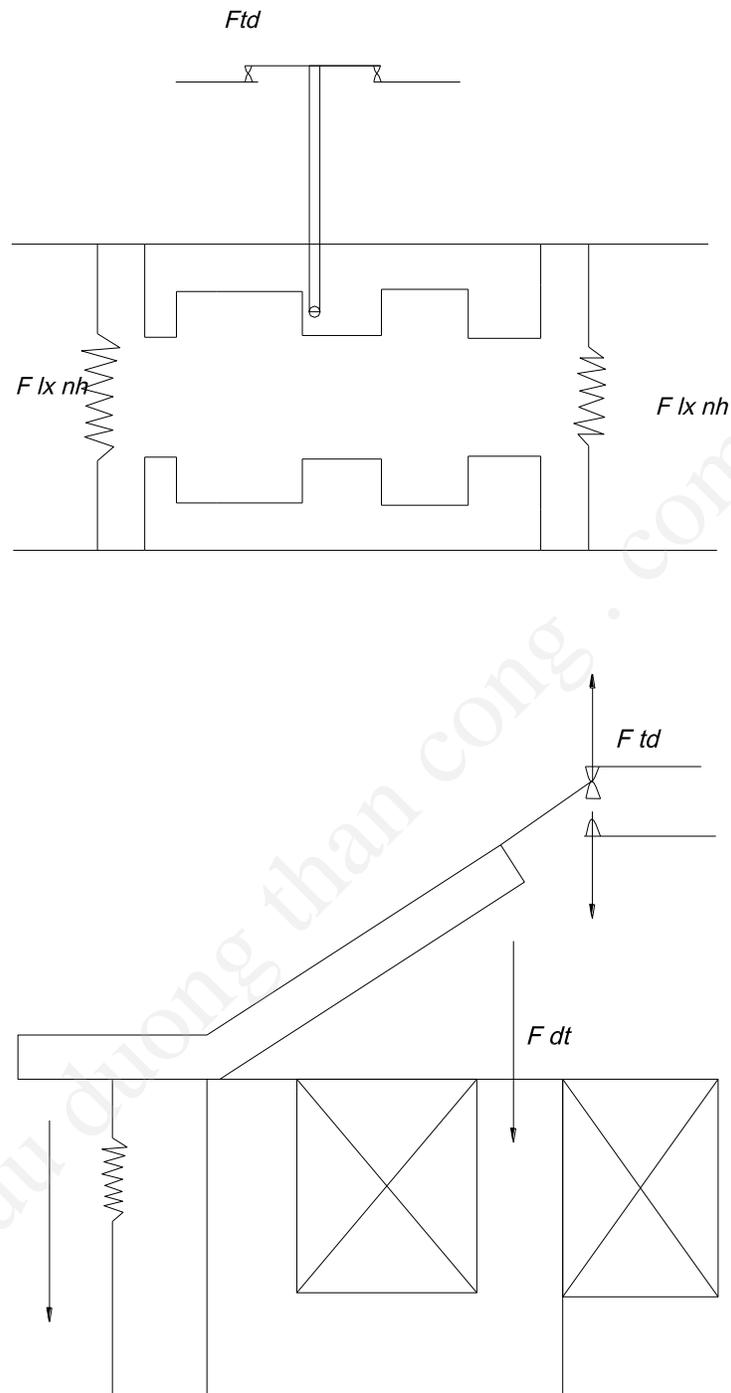
- Dạng chuyển động , độ dịch chuyển, mô men và lực cần thiết tạo nên

## **IV) Trình tự thiết kế**

1. Chọn dạng kết cấu
2. Lập sơ đồ động
3. Tính và dự tính động học
4. Xác định lực và momen tác dụng
  - + Xác định và tổng hợp các đặc tính
5. Tính toán các thông số và đặc tính chuyển động của cơ cấu dưới tác dụng của các lực
6. Hiệu chỉnh suất điện động và tính trên cơ sở phân tích các kết quả nhận được

## **§ 6.2 Lập sơ đồ động**

Lập sơ đồ động cho 2 vị trí đóng , mở



### **§6.3 Tính toán các loại tải dụng**

#### **1) Tính các lực:**

- Phân lực (ngược với  $F_{dt}$ )

Lidonky

$$F_{tđc} = f I_{đm} \quad ; f = ( 5 \div 50 ) \text{ g/A}$$

$$F_{tđđ} = ( 0,5 \div 0,7 ) F_{tđc}$$

$$F_{lxn} \quad f_{lxnd} = k ( G_d + \sum F_{tđc} )$$

$$k = 1,2$$

$$G = g_G I_{đm} \quad g_G = ( 5 \div 30 ) \text{ g/A}$$

$$F_{ms} = k_{ms} F_{tx} \approx 0$$

- Hút : NCD , thủy lực , lực lò so đóng

**2) Quy đổi lực:**

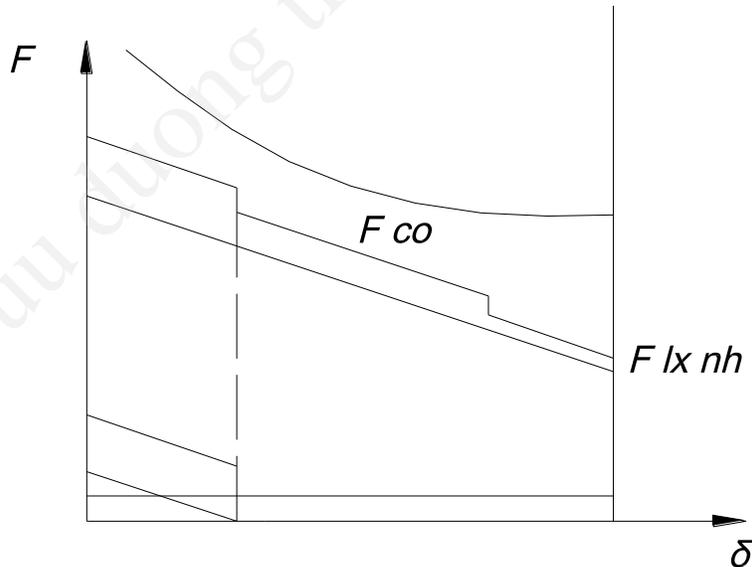
$$M = \text{const}$$

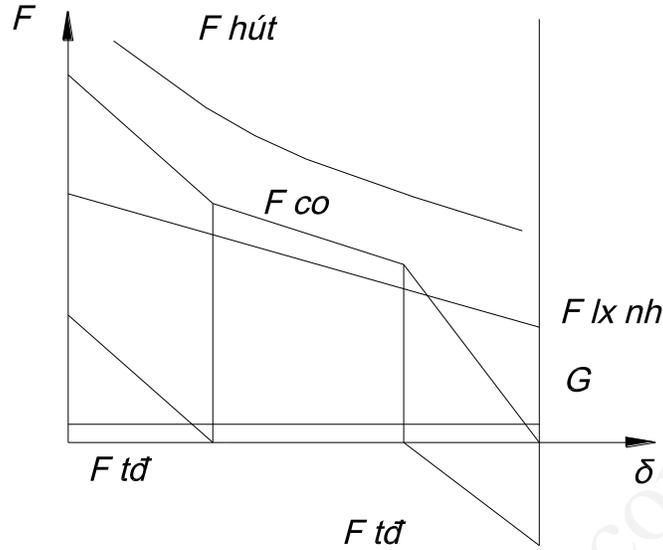
$$F_{qd} = \frac{Fl}{l_{qd}}$$

**§ 6.4 Dạng đặc tính phản lực và lực hút**

**1) Dạng đặc tính phản lực**

(Điểm quy đổi thường trùng điểm đặt lực hút)





## 2) Xây dựng đặc tính lực hút

## 3) Phối hợp đặc tính lực hút và phản lực

- Tương đối đồng dạng với nhau
- Diện tích giữa hai đặc tính có giá trị xác định trong miền nào đó
- Hai đường không cắt nhau,  $F_{\text{hút}} > F_{\text{cơ}}$

## § 6.5 Tính toán lò so

- 1) Chọn vật liệu
- 2) Xác định số vòng,  $d$ ,  $D$

## Chương 7 : Nam châm điện

### §7.1 Khái niệm chung

- Biến điện năng thành cơ năng
  - + Nếu thẳng : Dịch chuyển nhỏ
  - + Nếu quay : góc nhỏ
- Hiện tượng vật lý phức tạp , khi thiết kế dùng các công thức thực nghiệm
- Tùy theo yêu cầu thực tế mà lựa chọn các dạng nam châm điện khác nhau
- Xét trình tự thiết kế
  - + Không có vòng ngắn mạch

Lidonky

$$B_{\delta} = B_m \sin \omega t$$

$$F = 4B^2 s = 2B_m^2 s - 2B_m^2 s \cdot \cos 2\omega t = F_0 - F_0 \cos 2\omega t$$

+ Có vòng ngắn mạch

$\phi_2$  biến thiên xuất hiện lnm

$$l_{nm} = - \frac{d\psi_2}{d_t} = - \frac{d\phi_2}{d_t}$$

→  $e_{nm} = - \frac{d\psi_2}{dt} \rightarrow \phi_{nm}$  chống lại biến thiên của  $\phi_2$

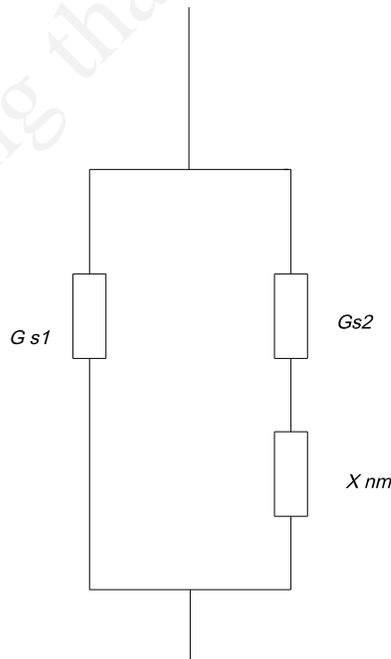
$\phi_2$  lệch pha  $\phi_1$  góc  $\alpha$

$$tg \alpha = \frac{\omega W_{ngm} G_{\delta 2}}{r_{nm}}$$

$$\phi_1 \longrightarrow F_1 = 2B_{1m}^2 \delta_1 - 2B_{1m}^2 \delta_1 \cos 2\omega t$$

$$\phi_2 \longrightarrow F_2 = 2B_{2m}^2 \delta_2 - 2B_{21m}^2 \delta_2 \cos(2\omega t - 2\alpha)$$

$$\longrightarrow F_1 + F_2 = 2B_{1m}^2 \delta_1 + 2B_{2m}^2 \delta_2 - 2B_{1m}^2 \delta_1 \cos 2\omega t - 2B_{21m}^2 \delta_2 \cos(2\omega t - 2\alpha)$$



$$P = \frac{F_{bdm}}{F_{hd}} = 0 \Rightarrow \text{lý tưởng}$$

$$P = \frac{F_{bdm}}{F_{hd}} = 1 \Rightarrow \text{Không có chống rung}$$

Điều kiện chống rung lý tưởng

$$F_{01} = F_2 \longrightarrow 2B_{1m}^2 s_1 = 2B_{2m}^2 s_1$$

$$\text{Khi } s_2 = 2s_1 \text{ thì } B_m = \sqrt{2} B_{2m}$$

$$F_{bdm} = \sqrt{F_{01}^2 + F_{02}^2 + 2F_{01}F_{02}\cos 2\alpha} = 0$$

$$F_{bdm} = 2F_{01}\cos\alpha = 0$$

$$\alpha = \frac{\pi}{2} \longrightarrow r_{nm} = 0 \longrightarrow \text{Không tồn tại trong thực tế}$$

Chọn  $\alpha = (58 \div 75)$  thoả mãn

$$F_{\min} > F_p$$

## § 7.2 Các thông số cơ bản và nhiệm vụ thiết kế

### A) Các thông số vận hành

- Tùy dạng kết cấu
- Nguồn điện
- Chế độ làm việc
- Công suất tiêu thụ
- Nhiệt độ phát nóng cho phép
- Các thông số về hút và xả
  - $U_{td}$  : điện áp đặt vào cuộn dây nhỏ nhất để hút
  - $U_{nh}$ : là điện áp lớn nhất để xả hoàn toàn
  - $$K_n = \frac{U_{ph}}{U_{td}} = \sqrt{\frac{F_{nh}}{F_{td}}} = \frac{I_{nh}}{I_{td}}$$
  - $t_{td} = t_1 + t_2$
  - $t_{nh} = t_3 + t_4$
  - $N_{cơ}, N_d$  tần số đóng cắt
  - Khối lượng NCD
  - Kích thước lắp ghép
  - Giá thành

### B) Các thông số về công

- Công lý thuyết  $i_{hút}, \psi_{hút}$
- Công toàn phần là công từ  $\sigma_{mở} \rightarrow \sigma_{hút}$
- Công hữu ích : là công ( $\sigma_{mở} \rightarrow \sigma_{hút}$ )

**C) Nhiệm vụ thiết kế****1) Bài toán thuận :**

$F_{cs} \rightarrow$  kích thước , thông số NCD( thiết kế sơ bộ)

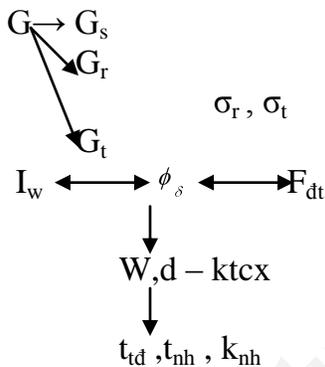
**2) Bài toán ngược**

Từ NCD đã có  $\rightarrow$  tính đặc tính lực hút

Xây dựng  $U_{cd} = (0,85 ; 1 ; 1,1)$   $U_{cddm}$  (kiểm nghiệm NCD)

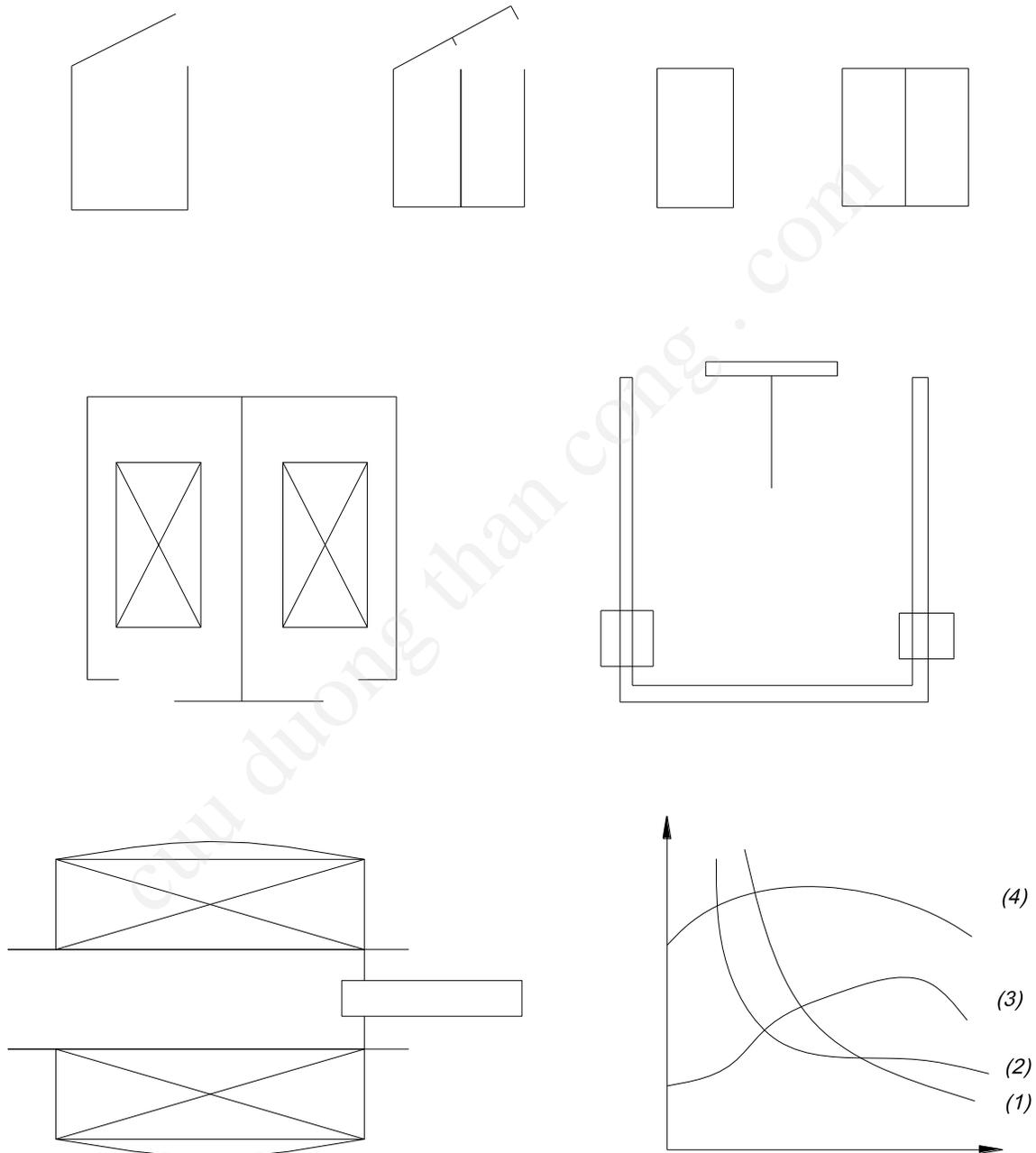
**D) Trình tự thể NCD**

- Xác định thông số NCD
- Tính toán sơ bộ
- Tính toán kiểm nghiệm : với NCD thay đổi phải tính vòng ngắn mạch

**§ 7.3 Số liệu ban đầu****1) Các số liệu về cơ cấu**

- Độ chịu va đập chịu rung
- Lực và hành trình cơ cấu
- Chế độ làm việc
- Điện áp nguồn
- Môi trường xung quanh và nhiệt độ cho phép
- Các chỉ tiêu về thể tối ưu NCD
- Các yêu cầu phụ khác , thời gian đóng , nhả , công suất tiêu thụ cuộn dây
- Yêu cầu về công nghệ chế tạo
- Phạm vi sai số cho phép ( lực hút , khe hở
- Vật liệu và các thông số về hệ số

### § 7.4 .Chọn dạng kết cấu



- Đặc tính lực hút
- Phối hợp với đặc tính cơ
- Hệ số kết cấu 1 chiều

Lidonky

$$\left. \begin{aligned} K_{kc} &= \frac{\sqrt{F_{dt}}}{\delta} \\ K_{kc} &= \frac{\sqrt{2F_{dt}}}{\delta} \end{aligned} \right\} \rightarrow \text{Dạng NCD}$$

## § 7.5 Chọn vật liệu từ

- ❖ 1 chiều : thường dùng dạng khối , chọn sắt từ mềm  $\rightarrow B_{\max}$
- ❖ Xoay chiều : chọn lá thép KTĐ  
 $B$  : nếu muốn cho thời gian tác động nhỏ thì  $B$  nhỏ  
 $(0,4 \div 0,6) T$   
 Khi  $B_m = (1,6 \div 1,7)$

## § 7.6 Xác định kích thước của NCD

### D) Kích thước mạch từ

- Từ đặc tính cơ , chọn điểm nguy hiểm  $\rightarrow F_{\text{coth}}$   
 $F_{\text{đtt}} = K_{\text{đt}} \cdot F_{\text{coth}}$        $K_{\text{đt}}$  là hệ số dự trữ
- Tìm diện tích cực từ  $S$

$$F_{\text{đtt}} = 4,06 \cdot B_s^2 \cdot \sigma \cdot 10^4 \rightarrow S = \frac{F_{\text{đtt}}}{4,06 \cdot B_s^2 \cdot 10^4} \text{ (m}^2\text{)}$$

Chọn  $B_\sigma = 0,3 \div 1$  tesla

$$\delta_r = 1 + \frac{\phi_r}{\phi_\delta} = \frac{\phi}{\phi_\delta} \quad B_{\text{đóng}} = B_{\text{nhả}} \cdot \sigma_r \text{ nhả}$$

$$= 1 + \frac{G_r}{G_\delta}$$

Đóng hoàn toàn  $\sigma_r \text{ đóng} = 1 \div 1,05$

Lidonky

Mở  $\sigma_{r\text{ mở}} = 1 \div 4$   
 - 1 chiều

$$d_{\text{mũ lõi}} = \sqrt{\frac{4S}{r}}$$

$S = a.b$  ( Chọn  $a \approx b$  )

**II) Kích thước cuộn dây**

**1) Xác định  $S_{td}$  tác động**

1 chiều:

$$(I_w)_{td} = (I_w)_{\sigma\text{ nh\ddot{a}}} + (i_w)_{\sigma\text{ p nh\ddot{a}}} + (I_w)_{Fe} ; (i_w)_{\sigma\text{ p nh\ddot{a}}} + (I_w)_{Fe} = (0,5 \div 1) (I_w)_{td}$$

$$(I_w)_{\sigma\text{ nh\ddot{a}}} = \phi_{\delta} \cdot R_{\mu\delta} = \phi_{\delta} \cdot \frac{1}{\mu} \cdot \frac{S_{nh}}{S}$$

~ chiều :

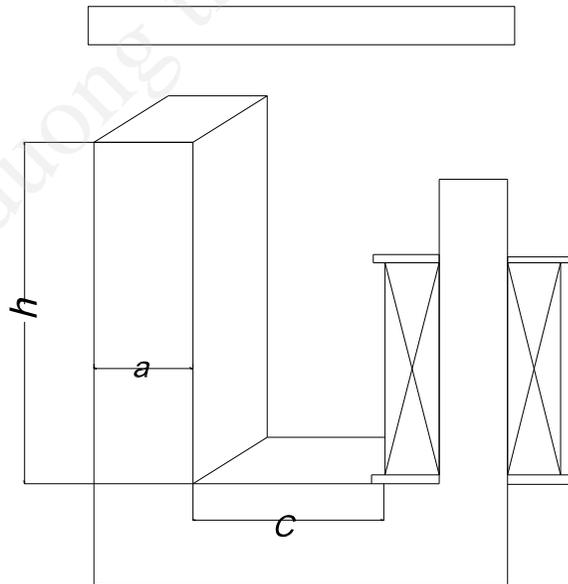
$$(I_w)_{td} = (I_w)_{nh\ddot{a}} + (I_w)_{h\ddot{u}t}$$

Kiểm tra :

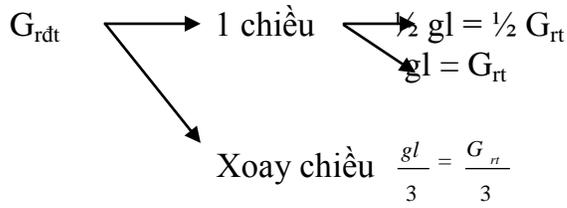
$$K_I = \frac{(I_w)_{td}}{(I_w)_h} = (4 \div 15)$$

$J = 2A/mm$  chọn  $K_{td} = 0,3 \div 0,6$

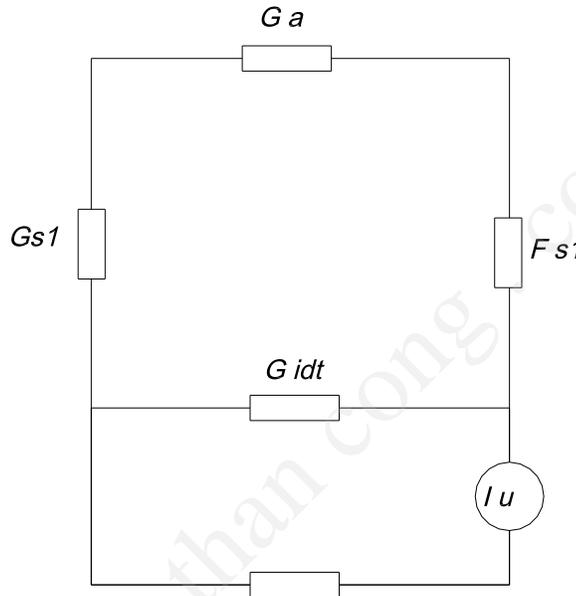
**III) Kết cấu nam châm điện và xác định kích thước**



§ 7.7 Tính toán từ dẫn của mạch từ



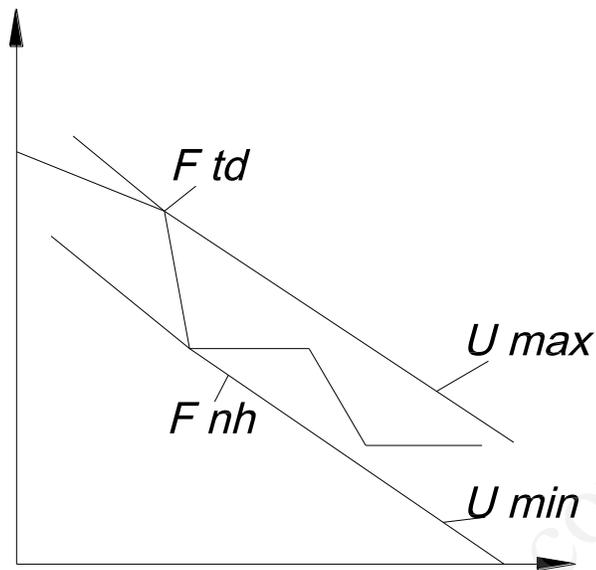
Vẽ mạch từ đẳng trị, xác định  $\sigma_r, \sigma_t$



### § 7.8 Tính toán kiểm nghiệm nam châm điện 1 chiều

- 1) Tính và dựng đặc tính lực hút
- 2) Tính các thông số cuộn dây
- 3) Tính toán nhiệt cho cuộn dây
- 4) Hiệu chỉnh các kích thước của nam châm điện nếu thấy cần thiết
- 5) Tính thời gian hút nhả
- 6) Tính hệ số nhả

$$K_{nhả} = \frac{U_{nhả}}{U_{td}} = \frac{i_{nhả}}{i_{td}} = \sqrt{\frac{F_{nhả}}{F_{td}}}$$

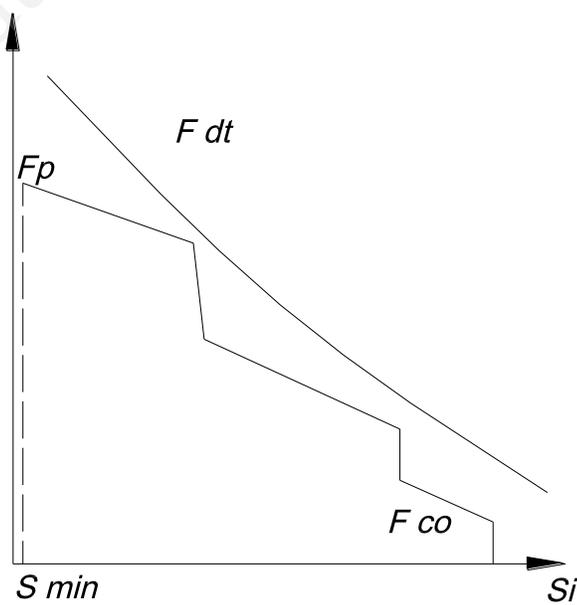


### § 7.9 Tính toán kiểm nghiệm nam châm điện xoay chiều

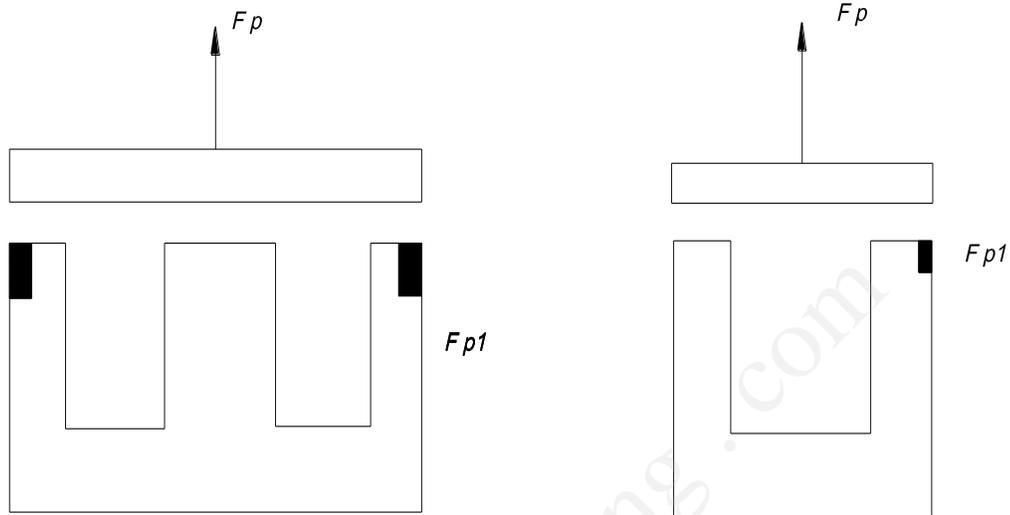
$$F_{dt} = F_{kd} -$$

Tính toán vòng ngắn mạch

$$F_{min} > F_p$$



Lidonky



(1)  $F_{p1}$  : Cho 1 hình vẽ hở có vòng ngắn mạch

$$F_{p1} = F_p/4$$

(2)  $F_{p1} = F_p/2$

Tính vòng ngắn mạch

+ Tính :

$$F_{\text{hút}} = 4 \cdot B^2 \cdot S$$

$$= 2 \cdot B_m^2 \cdot S - 2 \cdot B_m \cdot S \cdot \cos 2\omega t$$

$$\rightarrow F_{\text{tbhút}} = 2 \cdot B_m^2 \cdot S \cdot 10^4 = 2 \frac{\phi^2}{S} \cdot 10^4 \text{ (KG)}$$

$$S = S_n + S_t \text{ (m}^2\text{)}$$

+ Tỷ số :

$$\rho_e = \frac{F_{\text{min}}}{F_{\text{tbhut}}} = \frac{2}{4\alpha + 1}$$

$$F_{\text{min}} = F_{p1} \cdot K_{dt} \text{ (thường lấy } = 1,2\text{)}$$

$$+ \alpha = S_n/S_t \approx 0,5$$

$$+ r_{nm} = \frac{w \mu_0 S}{\delta_h} \cdot \frac{4 \rho_e}{(3 \rho_e + 2)^2} \sqrt{4 - \rho_e^2}$$

Hay

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega \omega_{nm}^2 G_{t1}}{r_{nm}} \Rightarrow r_{nm} = \frac{\omega \omega_{nm}^2 G_{t1}}{\operatorname{tg} \varphi}$$

$G_{t1}$  : từ dẫn đi qua khe hở trong

$$G_{t1} = M_0 \frac{S_t}{\delta}$$

+  $r_{nm} \rightarrow \operatorname{tg} \alpha$

+ Tính  $\phi_t, \phi_n$  v òng ngắn mạch

$$c = \frac{\alpha}{\cos \varphi}$$

$$\phi_t = \frac{\phi_{t\delta_h}}{\sqrt{1 + c^2 + 2c \cos \varphi}}$$

$$\phi_n = c \phi_{t\delta_h}$$

Kiểm tra

$$B_n = \frac{\phi_n}{S_n} \leq 1,6 \text{ Không thoả mãn}$$

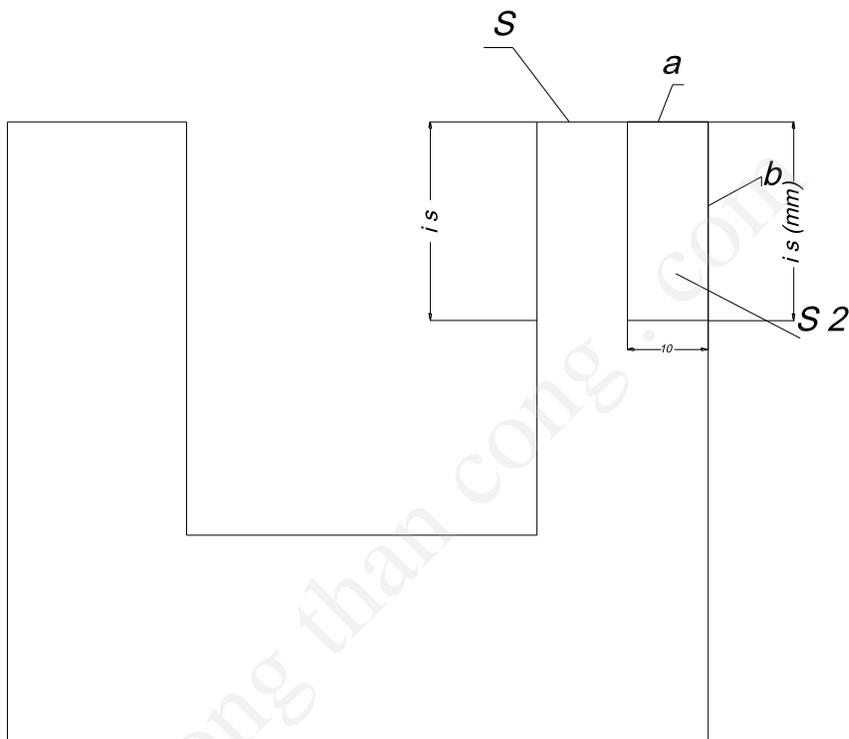
Kiểm tra điều kiện chống rung

$$r_{nm} = \rho \frac{l}{q} \quad \rho_0 = 200^\circ \div 250^\circ$$

Thế vòng ngắn mạch

$$q = \frac{\rho l}{r_{nm}} \quad q = a \cdot b \ ; \ a < 2\text{mm}$$

Ví dụ



Kích thước vòng ngắn mạch

$$a = 1,5 \text{ mm}$$

$$b = 6 \text{ mm}$$

Đồng

giả sử  $B_1 = 1,4 \text{ T}$ ,  $\sigma_h = 0,5$

$$B_2 = 1 \text{ T}$$

$$S = S_1 + S_2 = 17 \text{ mm}$$

→  $F_p = ?$  để nam châm điện không rung

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$\rho_{220}^0 = 0,025 \Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$r_{nm} = \rho \frac{l}{q_{nm}} = 2,5 \cdot 10^{-2} \frac{5 \cdot 10^{-2}}{9} = 1,4 \cdot 10^{-4} - 2$$

Lidonky

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3,14 \cdot 4 \pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,5 \cdot 10^{-4} / 5 \cdot 10^{-4}}{1,4 \cdot 10^{-4}} \approx 1 \rightarrow \alpha = 45^{\circ}$$

$$F_{\min} = F_{tb} - F_{b\delta m}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{1tb} = 4 \cdot B_1^2 \cdot S_1 = 4 \cdot 1,4^2 \cdot 0,75 \approx 7,2 \text{ KG} \\ F_{2tb} = 4 \cdot B_2^2 \cdot S_2 = 4 \cdot 1^2 \cdot 1,5 = 6 \text{ KG} \end{array} \right.$$

$$\rightarrow F_{tb} = 13,2$$

$$= F_{1tb} + F_{2tb}$$

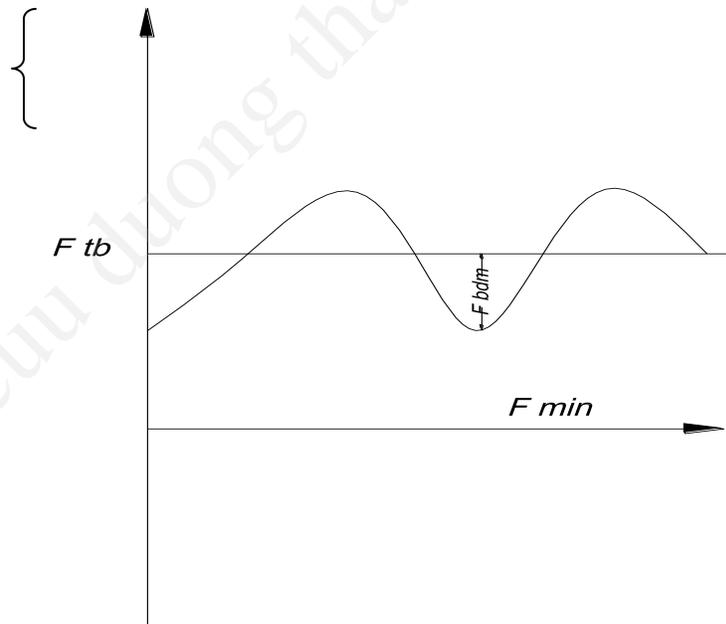
$$F_{b\delta m} = \sqrt{F_{1tb}^2 + F_{2tb}^2} = 9,2 \text{ (KG)}$$

$$F_{\min} = 13,2 - 9,2 = 4 \text{ (KG)}$$

→  $F_p \leq 8 \text{ KG}$  để nam châm điện không rung

tôn hao  $\rho_{nm} = r_{nm} \cdot i_{nm}^2 = \frac{E_{nm}^2}{r_{nm}} = \frac{\omega^2 \cdot \phi_{tm}^2}{2 r_{nm}}$

$$\rho_{nm} = K_T \cdot S_{Tnm} \cdot \theta_{nm}$$



## Câu hỏi ôn tập

- 1) Cầu chì : Công dụng , cấu tạo , tính toán cầu chì và cách lựa chọn
- 2) Áp tô mát : Công dụng , cấu tạo , tính toán và cách lựa chọn
- 3) Nêu nguyên lý làm việc và cấu tạo của AT vạn năng
- 4) Công tắc tơ : Công dụng , nguyên lý cấu tạo , các thông số cơ bản
- 5) Ứng dụng của công tắc tơ cho 1 số mạch điện thường gặp song song công tắc tơ có tiếp điểm và không có tiếp điểm
- 6) Phương pháp xác định khoảng cách điện trong khí cụ điện hạ áp
- 7) Cấu tạo , đặc điểm của mạch vòng dẫn điện
- 8) Xác định kích thước của thanh dẫn ở chế độ làm việc dài hạn , kiểm nghiệm ở chế độ làm việc ngắn hạn
- 9) Các loại tiếp điểm , phạm vi ứng dụng
- 10) Độ mở , độ lún , khoảng lặn , khoảng trượt của tiếp điểm
- 11) Điện trở  $t^0$  tiếp điểm
- 12) Sự rung , sự hàn dính của tiếp điểm , các biện pháp chống rung , hàn dính
- 13) Sự ăn mòn của tiếp điểm , các biện pháp chống mòn
- 14) Tính toán , kiểm nghiệm hệ thống đập hồ quang điện 1 chiều
- 15) Tính toán , kiểm nghiệm hệ thống đập hồ quang điện xoay chiều
- 16) Tính toán và dựng đặc tính cơ
- 17) Các bước tính toán sơ bộ nam châm điện
- 18) Tính toán kiểm nghiệm nam châm điện
- 19) Thời gian tác động và hệ số nhả nam châm điện

*Cuu duong than cong . com*