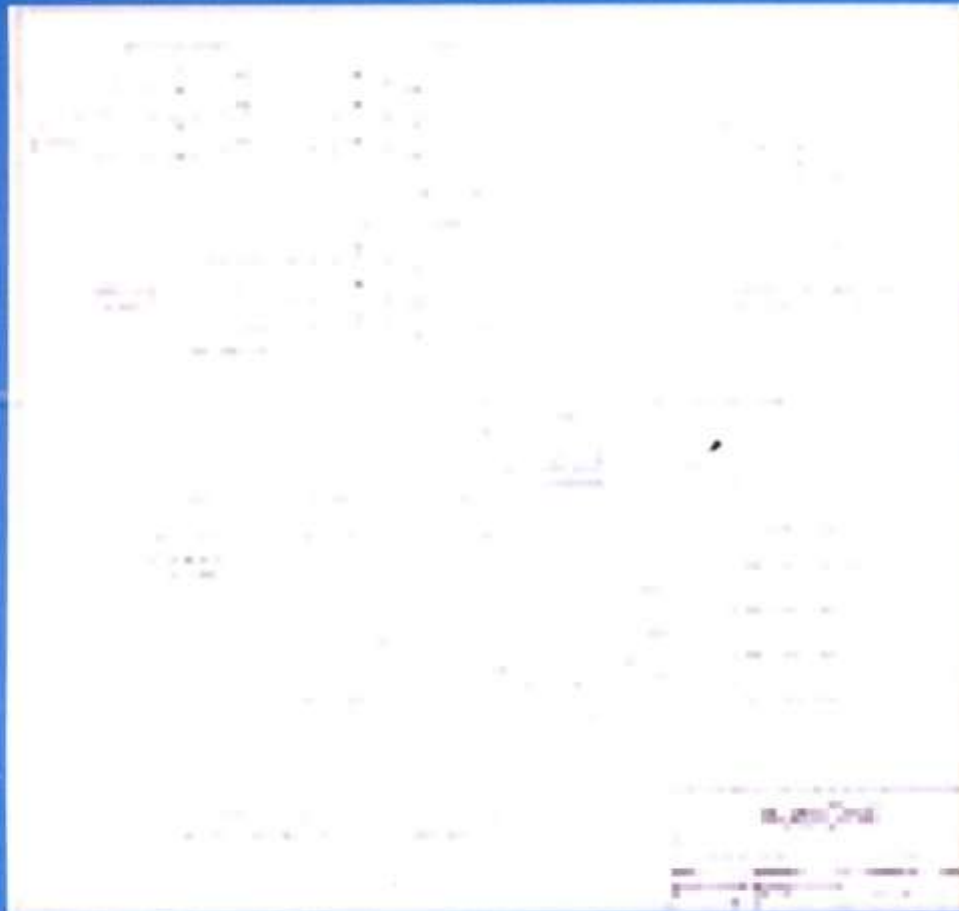


# ĐIỀU KHIỂN MÁY ĐIỆN



*Biên soạn:* BỘ MÔN THIẾT BỊ ĐIỆN

Lưu hành nội bộ

# ĐIỀU KHIỂN MÁY ĐIỆN

*Biên soạn:* BỘ MÔN THIẾT BỊ ĐIỆN

Lưu hành nội bộ

# MỤC LỤC

	Trang
<b>CHƯƠNG 1</b>	
<b>ĐẶC ĐIỂM CỦA TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN TRONG MÁY CẮT KIM LOẠI</b>	1
1.1 Truyền Động Bằng Động Cơ Điện Không Đồng Bộ 3 Pha	1
1.2 . Truyền Động Bằng Động Cơ Một Chiều	7
<b>CHƯƠNG 2</b>	12
<b>HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH VẬN TỐC CỦA TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN</b>	12
2.1. Hệ Thống Máy Phát_Động Cơ Thông Thường:	
2.2. Hệ Thống Máy Phát –Động Cơ Có Máy Điện Khuếch Đại Từ Trường Ngang	13
2.3. Hệ Thống Khuếch Đại Từ_Động Cơ	
2.4. Hệ Thống Chỉnh Lưu_Động Cơ: ( Viết Tắt C_Đ):	18
2.5. Hệ Thống Trục Điện :	24
<b>CHƯƠNG 3</b>	
<b>XÁC ĐỊNH CÔNG SUẤT TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN</b>	28
3.1.Khái Niệm Chung	28
3.2.Chế Độ Làm Việc Của Động Cơ:	30
3.3.Xác Định Công Suất Động Cơ Điện	
<b>CHƯƠNG 4</b>	
<b>KHÍ CỤ ĐIỆN</b>	40
4.1. Khí Cụ Điều Khiển Bằng Tay	40
4.2. Khí Cụ Điều Khiển Xa	47
4.3. Khí Cụ Bảo Vệ	66
4.4 Khí Cụ Tác Động Điện – Cơ	69
<b>CHƯƠNG 5</b>	
<b>CÁC MẠCH CƠ BẢN CỦA HT ĐIỀU KHIỂN TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN</b>	83
5.1 Khái Niệm Về Sơ Đồ Điện:	83
5.2. Mạch Điều Khiển Động Cơ Điện	86
5.3 Mạch Bảo Vệ	97
5.4 Mạch Khống Chế Hành Trình	99
5.5. Mạch Hạn Chế Phụ Tải	103
<b>CHƯƠNG 6</b>	
<b>BỘ ĐIỀU KHIỂN LẬP TRÌNH (PLC)</b>	
6.1. Đặc Điểm Của Bộ Điều Khiển Lập Trình :	110
6.2. Cấu Trúc Và Nguyên Lý Làm Việc	112
6.3. Lập Trình Trên Plc.	120
6.4. Thí Dụ Về Lập Trình Trên PLC	125

## CHƯƠNG 1: ĐẶC ĐIỂM CỦA TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN TRONG MÁY CẮT KIM LOẠI

-----oOo-----

Để có thể chọn kiểu truyền động, loại động cơ, và thiết kế một mạch điện điều khiển máy theo các yêu cầu công nghệ, ta lần lượt tìm hiểu các đặc tính trên, cũng như những tác động khác của truyền động điện.

### 1.1 TRUYỀN ĐỘNG BẰNG ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ 3 PHA :

Xét về mặt cấu tạo rôto, động cơ điện không đồng bộ 3 pha có thể chia thành 2 loại: động cơ điện rôto dây quấn và động cơ điện rôto lồng sóc (còn gọi là rôto ngắn mạch)

Ta lần lượt tìm hiểu một số đặc điểm của loại động cơ này

#### 1. Đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ 3 pha :

Đặc tính cơ của động cơ điện là quan hệ giữa vận tốc quay ( $n$  số vòng quay hay vận tốc góc ( $\omega = \frac{30}{\pi}n$ ) với momen  $M$  do nó sinh ra, tức là  $n = f(M)$ .

Đặc tính cơ cũng có thể biểu thị dưới dạng hàm nghịch  $M=f(n)$ . Hàm thuận  $n=f(M)$

Đặc tính cơ có hai loại :

-Đặc tính cơ tự nhiên : là quan hệ  $n = f(M)$  của động cơ khi các thông số nguồn cung cấp như điện áp, tần số là định mức, động cơ điện được đấu dây theo bình thường, không có điện trở phụ trên các mạch của động cơ.

-Đặc tính cơ nhân tạo : là quan hệ  $n=f(M)$  của động cơ khi các thông số nguồn điện cung cấp khác với định mức, hoặc khi có điện trở phụ trên các mạch của động cơ, hoặc đấu dây động cơ theo sơ đồ đặc biệt.

Nếu như ta đấu động cơ vào mạng điện, số vòng quay của từ trường quay được tạo nên trong stato của động cơ, gọi là số vòng quay đồng bộ được thể hiện như sau :

$$n_{\text{đb}} = \frac{60f}{p} [v/f] \quad (1.1)$$

Nếu như tần số mạng điện là 50Hz, tùy thuộc vào số cặp cực, ta có các số vòng quay đồng bộ như sau : 3000, 1500, 1000, 750 [v/f]

Như ta biết : số vòng quay của động cơ điện không đồng bộ (số vòng quay của rôto) luôn luôn nhỏ hơn số vòng quay đồng bộ  $n_{\text{đb}}$ , do hiện tượng trượt trong động cơ. Nếu ta gọi hệ số trượt là  $S$ , thì số vòng quay của động cơ không đồng bộ là :

$$n = \frac{60f}{p} (1-s) = n_0(1-s) [v/f] \quad (1.2)$$

Nếu ta biết được số vòng quay của động cơ không đồng bộ, ta có thể tính được hệ số trượt từ công thức (1.2) :

$$s = \frac{n_0 - n}{n_0} \quad (1.3)$$

Hoặc tính ra phần trăm :  $s = \frac{n_0 - n}{n_0} 100\%$

Mômen do động cơ không đồng bộ sản ra có thể tính gần đúng theo công thức sau đây :

$$M = \frac{2M_t}{\frac{s}{s_t} + \frac{s_t}{s}} \quad (1.4)$$

Ở đây : s – hệ số trượt tương ứng với mômen M

$M_t$  – mômen tới hạn (mômen lớn nhất)

$s_t$  – hệ số trượt tới hạn tương ứng với mômen  $M_t$

Khi vừa bắt đầu mở máy , tức là rôto vẫn đứng yên ( $n=0$ ) , hệ số trượt  $s=1$  và động cơ sản ra 1 mômen khởi động  $M_k$ . Trị số  $M_t$  và  $s_t$  xác định điểm tới hạn (lớn nhất) của đường đặc tính cơ .

Với đường đặc tính cơ này , ta có thể xác định được một trong hai trị số (M và n), nếu biết được 1 trị số kia .

- Công suất định mức  $N_d$  [kw] – là loại công suất trên trục động cơ , với một chế độ làm việc đã cho, động cơ có thể chịu được trong một thời gian không xác định.

- Số vòng quay định mức  $n_d$  [v/f]

- Số vòng quay đồng bộ  $n_0$  [v/f]

- Các tỉ số tương đối của mômen :  $\lambda = \frac{M_t}{M_d}$  - hệ số mômen cực đại ;  $k =$

$\frac{M_k}{M_d}$  - hệ số momen khởi động ( $M_d$  ,  $M_k$  – mômen định mức và mômen của động cơ ) .

Ta biết công thức để tính mômen xoắn khi biết công suất N [kw] và số vòng quay n [v/f] là :

$$M = 9550 \frac{N}{n} \approx 10^4 \frac{N}{n} [Nm] \quad (1.5)$$

## 2. Khởi động động cơ không đồng bộ :

Khởi động động cơ điện không đồng bộ 3 pha có thể tiến hành bằng 2 cách : khởi động trực tiếp và khởi động gián tiếp .

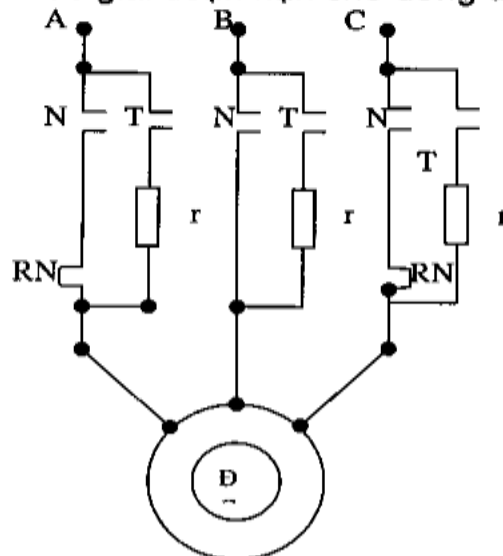
a) Khởi động trực tiếp :

Khởi động trực tiếp là đấu các cuộn dây stato của động cơ vào mạng điện 1 cách trực tiếp . Khi khởi động động cơ lồng sóc dòng điện khởi động (dòng điện mở máy) tăng lên từ 4÷8 lần dòng điện định mức . Nếu đóng trực tiếp vào mạng điện , ảnh hưởng xấu đến tình trạng làm việc của các thiết bị khác trong phân xưởng . Sự giảm áp này không đáng kể đối với động cơ điện có công suất nhỏ . Do đó, người ta dùng phương pháp khởi động trực tiếp trong trường hợp có lắp đèn thấp sáng bằng dây tóc và động cơ đóng mở thường xuyên có công suất nhỏ hơn 5% công suất máy biến áp nguồn, hoặc nếu động cơ ít đóng mở mà công suất nhỏ hơn 25% công suất máy biến áp nguồn . Phương pháp khởi động này thường dùng cho động cơ có công suất nhỏ hơn 10kw.

b) Khởi động gián tiếp :

Khởi động gián tiếp là phương pháp khởi động qua các điện trở phụ lắp mạch stato theo sơ đồ ở (H1.2)

Trong thời gian khởi động , công tắc tơ T làm việc và đóng động cơ vào lưới điện 3 pha A,B,C qua các điện trở r lúc này công tắc tơ N chưa tác động . Nhờ có rơle thời gian để khống chế thời gian mở máy của động cơ , sau một thời gian nhất định , nó tự động đóng công tắc tơ N và nhả công tắc tơ T . Lúc này động cơ được đóng thẳng vào mạng điện , các điện trở r bị loại ra khỏi mạch stato, kết thúc giai đoạn hạn chế dòng điện khởi động .



### 3. Hãm động cơ không đồng bộ :

Hãm động cơ không đồng bộ 3 pha có thể tiến hành bằng điện (tự hãm) hoặc bằng cơ cấu điện – cơ. Dưới đây ta lần lượt xét một số phương pháp hãm chủ yếu :

#### a) Phương pháp hãm ngược :

Phương pháp hãm ngược được thực hiện bằng cách đảo chiều quay của động cơ, tức là làm biến đổi hướng quay của từ trường, chuyển đường đặc tính làm việc sang đường đặc tính hãm (đường 2 ở H1.3) :

Khi hãm ngược ta có thể dùng công tắc tơ để đảo chiều trực tiếp động cơ, hoặc có thể dùng rơle vận tốc để đảm bảo ngắt động cơ khỏi mạch điện.

Khi ta đảo chiều quay của động cơ, điểm A trên đường đặc tính làm việc (1) sẽ chuyển sang điểm B trên đường đặc tính hãm (2). Lúc đó, mômen hãm của động cơ tăng dần với vận tốc. Khi hãm ngược ta có thể dùng công tắc tơ để đảo chiều trực tiếp động cơ, hoặc có thể dùng rơle vận tốc để đảm bảo ngắt động cơ khỏi mạch điện.

Khi ta đảo chiều quay của động cơ, điểm A trên đường đặc tính làm việc (1) sẽ chuyển sang điểm B trên đường đặc tính hãm (2). Lúc đó, mômen hãm của động cơ tăng dần với vận tốc. Nhưng để tránh động cơ bắt đầu quay ngược lại, khi số vòng quay  $n=0$ , cần phải ngắt động cơ ra khỏi mạch điện.

Phương pháp hãm này rất đơn giản và thường được dùng trong máy cắt kim loại. Cách hãm này tiến hành bằng tay, nên phải hết sức thận trọng.

Cách hãm thứ hai cũng được dùng phổ biến là dùng rơle vận tốc để đảm bảo ngắt động cơ ra khỏi mạch điện, khi số vòng quay của động cơ đã giảm đến 1 mức độ nhất định (thường từ  $100 \div 200$  v/f).

#### b) Hãm động năng :

Nếu như ta ngắt động cơ ra khỏi mạch điện xoay chiều 3 pha và đấu mạch stato của nó vào mạch điện 1 chiều, ta sẽ thực hiện phương pháp hãm động năng. Dưới tác dụng kích thích của dòng điện 1 chiều, một từ trường có độ lớn không đổi và có dạng gần hình Sin được hình thành. Vì rôto của động cơ vẫn tiếp tục quay do quán tính, nên trong cuộn dây của rôto xuất hiện sức điện động có độ lớn và tần số phụ thuộc vào số vòng quay của nó. Động cơ biến thành chức năng của máy phát. Năng lượng điện do nó tạo nên biến thành nhiệt trong cuộn dây rôto và trong điện trở hãm.

Đường đặc tính hãm động năng được thể hiện với đường (3) ở (H1.3). Lúc bắt đầu hãm (điểm C), mômen hãm nhỏ và nó lớn dần với vận tốc giảm số vòng quay. Sau khi đạt trị số lớn nhất, nó giảm nhanh đến 0. Dạng của

đường đặc tính có thể thay đổi với sự thay đổi điện trở hãm lắp trên mạch của rôto, và thay đổi cường độ dòng điện kích thích 1 chiều.

C) Hãm tái sinh :

Ở động cơ có nhiều cấp vận tốc, khi chuyển đổi từ cấp vận tốc cao đến cấp vận tốc thấp, ta thực hiện được phương pháp hãm tái sinh.

Trong động cơ không đồng bộ, ở số vòng quay lớn hơn số vòng quay đồng bộ  $n_0$ , vận tốc tương đối của của từ trường quay và rôto bị đảo lại, từ trường quay tiến chậm hơn so với rôto. Vì thế, nó có xu hướng hãm rôto lại. Năng lượng hãm ra trong quá trình hãm được đưa về mạng điện.

Đường đặc tính cơ của động cơ có nhiều cấp tương ứng với đường (5) ở (H1.3). Khi chuyển từ vận tốc cao đến vận tốc thấp, tương ứng với việc chuyển từ điểm D ở đường số (5) sang điểm (E) của đường số (1). Trong trường hợp này momen hãm (âm) tăng với việc giảm số vòng quay. Khi đạt đến trị số lớn nhất, mômen giảm nhanh, và ở số vòng quay  $n_0$  mômen của động cơ = 0. Ở những số vòng quay nhỏ hơn  $n_0$  động cơ làm việc với đường đặc tính (1).

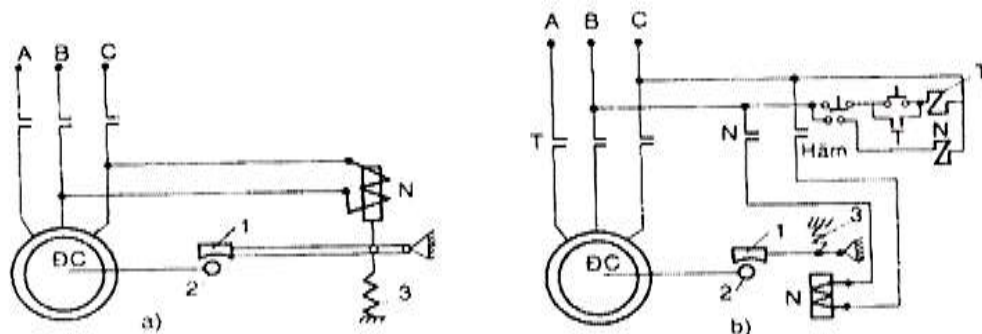
Nếu muốn hãm cho đến khi động cơ dừng hẳn, ta dùng các phương pháp hãm như đã nói ở trên.

d) Hãm bằng điện cơ :

Là dùng các cơ cấu hãm bằng điện – cơ đặt trực tiếp trên trục động cơ, hoặc trên 1 trục nào đó của xích truyền động. Phương pháp đơn giản và thông dụng nhất là dùng cơ cấu hãm có nam châm điện.

Ưu điểm của phương pháp này là động cơ không bị nóng trong quá trình hãm. Điều này đặc biệt quan trọng khi hãm hệ thống có mômen lớn.

Ngoài đặc điểm đơn giản, cơ cấu này còn đảm bảo hãm máy khi mất điện áp. Nhưng nhược điểm của nó là khi máy không làm việc, trục động cơ bị cố định, gây khó khăn cho việc điều chỉnh



Hình 1.6 : Sơ Đồ Hãm điện – cơ



4. Thay đổi số vòng quay bằng động cơ điện :

Thay đổi số vòng quay động cơ điện không đồng bộ 3 pha có thể tiến hành bằng nhiều cách, dựa trên cơ sở công thức (1.2) đã biết :

$$n = \frac{60f}{p} (1-s) \quad [v/f]$$

Theo công thức này thì số vòng quay  $n$  của động cơ có thể thay đổi bằng cách thay tần số  $f$ , hệ số trượt  $s$  hoặc số cặp cực  $p$  .

Phương pháp thay đổi bằng hệ số trượt :

Phương pháp thay đổi số vòng qua của động cơ điện không đồng bộ bằng cách thay đổi hệ số trượt  $s$ , và do đó thay đổi số vòng quay của động cơ, ta lắp vào mạch phần ứng 1 điện trở  $R_r$ . Tác dụng của  $R_r$  là tạo nên trên đầu nối của mạch phần ứng 1 điện áp  $I_a R_r = U_r$ . Điện áp này phải cân bằng với điện áp cảm ứng  $U_2$  trong mạch phần ứng, tức là  $U_2 = U_r$ . Vì  $U_2$  phụ thuộc vào hệ số trượt  $s$ , nên hệ số trượt  $s$  của động cơ cũng thay đổi tỉ lệ với  $U_r$  tức là thay đổi tỉ lệ với  $R_r$ .

a) Phương pháp thay đổi bằng tần số :

Phương pháp thay đổi số vòng quay bằng cách thay đổi tần số của nguồn điện cung cấp là phương pháp tương đối kinh tế, có thể điều chỉnh vô cấp nhưng hơi phức tạp.

Để tạo nên dòng điện có tần số cao, ta dùng 1 động cơ điện không đồng bộ quay 1 máy phát không đồng bộ, do mạng điện có tần số  $f_0 = 50\text{Hz}$  cung cấp năng lượng cho cuộn dây stato. Như thế số vòng quay của máy phát và động cơ như nhau, và nó phụ thuộc vào số cặp cực  $p_d$  của động cơ, tức là :

$$n_d = \frac{f_0}{p_d} = \frac{50}{p_d} \text{ [v/s]}$$

Trường hợp này, tần số do rôto của máy phát tạo nên phụ thuộc vào số vòng quay, số cặp cực  $p_g$  của máy phát và hướng từ trường quay của các cuộn dây stato. Nếu chiều quay của từ trường quay cùng hướng với chiều quay của động cơ, thì hướng quay của từ trường là âm; nếu nghịch với chiều quay của động cơ, thì là dương.

Tần số của máy phát là :

$$f = n_d p_g \pm f_0 = \frac{50 p_g}{p_d} \pm 50 = 50 \left( \frac{p_g}{p_d} \pm 1 \right)$$

Do đó, số vòng quay  $n$  của động cơ điện có số cặp cực  $p$  chạy với dòng điện có tần số cao do máy phát tạo nên là :

$$n = \frac{f}{p} = \frac{50}{p} \left( \frac{p_g}{p_d} \pm 1 \right) \text{ [v/s]}$$

Nếu không kể ở những dãy số vòng quay thấp, khi rôto máy phát quay cùng chiều hoặc ngược chiều với từ trường quay, đều có thể đạt được dãy số vòng quay như nhau. Do đó ta không cần tính tới sự quay cùng chiều (tức là âm) và như thế có thể lấy số vòng quay trong một phút của động cơ có dòng điện cao tần là :

$$n = \frac{60 f}{p} \left( \frac{p_g}{p_d} + 1 \right) = \frac{3000}{p} \left( \frac{p_g}{p_d} + 1 \right) \text{ [v/f]}$$

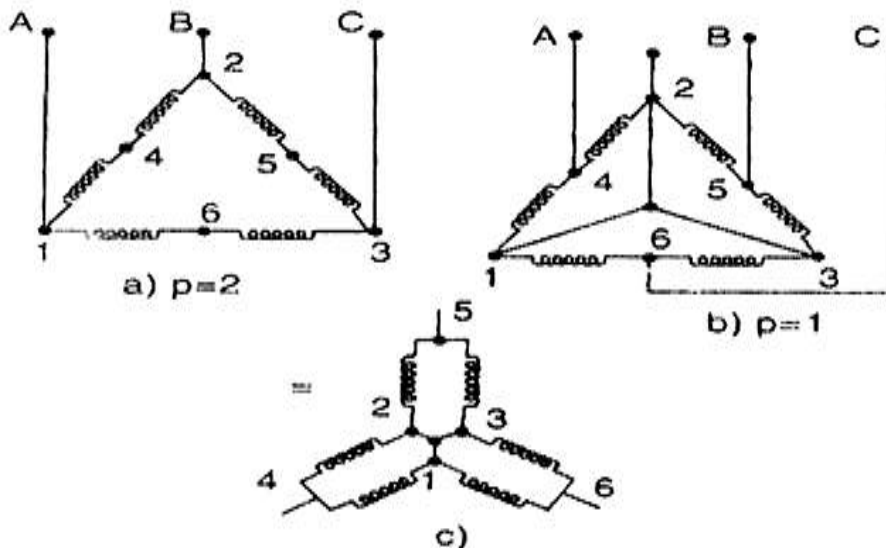
c) Phương pháp thay đổi bằng số cặp cực :

Phương pháp thay đổi số vòng quay của động cơ điện bằng cách thay đổi số cặp cực được dùng rộng rãi trong ngành chế tạo máy. Số cặp cực có thể đổi bằng việc đổi nối dây quấn stato theo 2 cách:

Cách thứ nhất: dùng hai hoặc nhiều cuộn dây stato lắp độc lập với nhau và mỗi cuộn dây có số cặp cực khác nhau. Trong trường hợp này, động cơ có bao nhiêu số cặp cực khác nhau, sẽ cho bấy nhiêu số vòng dây đồng bộ. Tức nhiên, số cặp cực của rôto phải tương ứng với stato. Ưu điểm của phương pháp này là thiết bị thay đổi số cặp cực tương đối rẻ, đồng thời có thể tạo nên một hệ thống cuộn dây thích ứng với mômen khởi động và các đặc điểm làm việc. Nhược điểm của phương pháp này là động cơ có kích thước lớn, hiệu suất thấp hơn động cơ có 1 vận tốc.

Cách thứ hai: chỉ dùng 1 cuộn dây stato, và thay đổi số cặp cực bằng cách thay đổi các đầu dây dẫn của động cơ này, để thay thế chiều dòng điện trong các cuộn dây ở mỗi pha của stato

Bằng những cách đổi mạch đặc biệt ta có thể chỉ dùng 1 cuộn dây để tạo nên 3 hoặc 4 số cặp cực khác nhau. Những động cơ có nhiều cấp số vòng quay với 1 cuộn dây như thế có kích thước nhỏ hơn, chế tạo đơn giản hơn và chỉ số năng lượng cao hơn so với động cơ có nhiều cấp vận tốc có hai cuộn dây. Nhược điểm là đầu mối các cuộn dây dẫn đến cơ cấu chuyển mạch nhiều, nên cơ cấu chuyển mạch phức tạp.



Hình 1.8 : Sơ Đồ cách đấu dây Dahlander

1.2 . TRUYỀN ĐỘNG BẰNG ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU :

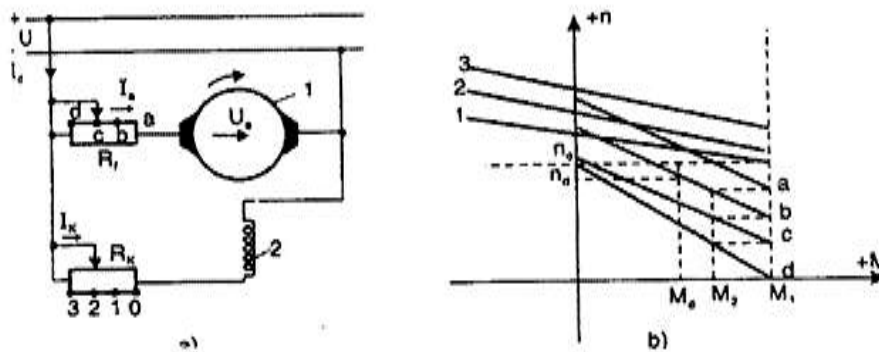
Truyền động bằng động cơ 1 chiều càng ngày càng được dùng rộng rãi trong quá trình phát triển và tự động hóa trong máy cắt kim loại . Phạm vi sử dụng của nó chủ yếu để thực hiện truyền dẫn vô cấp cho các loại máy cỡ nặng và hệ thống điều khiển .

Tùy thuộc vào cách nối cuộn dây kích thích, động cơ điện 1 chiều có thể phân thành 4 loại :

- Động cơ điện 1 chiều kích thích độc lập
- Động cơ điện 1 chiều kích thích song song
- Động cơ điện 1 chiều kích thích nối tiếp
- Động cơ điện 1 chiều kích thích hỗn hợp

1. Đặc tính cơ của động cơ điện 1 chiều kích từ song song :

Sơ đồ mạch của động cơ điện 1 chiều song song được thể hiện ở (H.1.9a)



Hình 1.9 : Sơ đồ lắp mạch ( a ) và đặc tính cơ một chiều kích từ song song

Ở loại này, phần ứng (1) của động cơ và cuộn dây kích thích (2) được lắp song song trên cùng 1 lưới điện 1 chiều có điện áp là U . Trong mạch kích thích có lắp biến trở Rk để điều chỉnh dòng điện kích thích .

Nếu ta đóng động cơ vào lưới điện 1 chiều, dòng điện Ia xuất hiện trong mạch của phần ứng tạo nên sụt áp trên điện trở Ra của cuộn dây với độ lớn là IaRa . Sụt áp này cùng với suất điện động E của động cơ sẽ cân bằng với điện áp U của lưới điện , tức là :

$$U = E + I_a R_a \text{ [V]}$$

Ta còn biết ở môn “Điện kỹ thuật” , suất điện động còn được tính :

$$E = C_e \Phi n \text{ [V]}$$

Và mômen điện từ của động cơ điện 1 chiều :

$$M = C_m \Phi I_a \text{ [Nm]}$$

Trong các công thức trên :

$\emptyset$  – từ thông dưới 1 cực của động cơ điện [Vs] = [Weber]

$I_a$  – dòng điện của phần ứng [A]

$C_e$  – hằng số suất điện động của động cơ

$$C_e = \frac{pN}{60a} : p - \text{số cặp cực của động cơ}$$

$N$  – số thanh dẫn tác dụng của cuộn dây phần ứng

$a$  – số nhánh đầu song song của mạch phần ứng

$$C_m - \text{hằng số momen của động cơ} : C_m = \frac{pN}{2\pi a}$$

## 2. Khởi động động cơ điện một chiều kích thích song song :

Khởi động động cơ điện một chiều kích thích song song thường tiến hành theo 2 phương pháp :

- Khởi động không biến trở

- Khởi động có biến trở

### a) khởi động không biến trở :

Phương pháp khởi động không biến trở là phương pháp đóng trực tiếp vào động cơ điện vào mạng điện . Đây là phương pháp đơn giản nhất , nhưng trong trường hợp này, phải kể đến sự tăng vọt của dòng điện trong thời gian bắt đầu mở máy .

Vì động cơ điện được chế tạo với phần ứng có điện trở nhỏ , để giảm bớt tổn thất : do đó , khi đóng động cơ đang đứng yên vào mạng điện , suất điện động chưa xuất hiện ở phần ứng , tức là  $E = 0$  , và dòng điện trong phần ứng trong lúc này bằng:

$$I_a = \frac{U}{R_a} = I_n ; I_n \approx (10 + 20)I_d$$

### b) Khởi động có biến trở :

Là phương pháp khởi động bằng 1 biến trở mắc nối tiếp vào mạch phần ứng của động cơ điện, nhằm giảm sự tăng vọt của dòng điện lúc khởi động , đảm bảo dòng điện khởi động không quá  $2.5 I_d$  .

Vị trí tiếp xúc d là vị trí không tải , vị trí a là vị trí tiếp xúc công tác , các vị trí khác là vị trí trung gian .

Khi khởi động động cơ , con trượt của biến trở phải nằm ở vị trí d , tức là toàn bộ biến trở  $R_f$  được nối vào mạch ; động cơ được kích thích và trong mạch của phần ứng xảy ra sự tăng vọt dòng điện lần thứ nhất với dòng điện khởi động  $I_{a1}$  . Vì ở thời điểm đầu tiên của quá trình khởi động , sức điện động của động cơ  $E = 0$  , nên :

$$I_{a1} = \frac{U}{R_a + R_f}$$

Mômen tương ứng với dòng điện  $I_{a1}$  là :  $M1 = C_m \emptyset I_{a1}$

### 3. Hãm động cơ điện 1 chiều kích thích song song :

Các chế độ hãm động cơ điện một chiều kích thích song song được tiến hành bằng các phương pháp sau đây :

#### a) Hãm ngược :

Hãm ngược động cơ điện 1 chiều kích từ song song dùng trên máy công cụ thường được thực hiện bằng cách làm thay đổi dấu các đầu dây của phần ứng và do đó, làm thay đổi chiều dòng điện  $I_a$  . Thay đổi cực của đầu phần ứng có thể tiến hành khi không dùng điện trở  $R_f$  mắc nối tiếp vào mạch của phần ứng, hoặc tiến hành với việc dùng biến trở  $R_f$  . Trường hợp đầu tương ứng với đặc tính cơ tự nhiên a, và trường hợp thứ hai tương ứng với đường đặc tính cơ b .

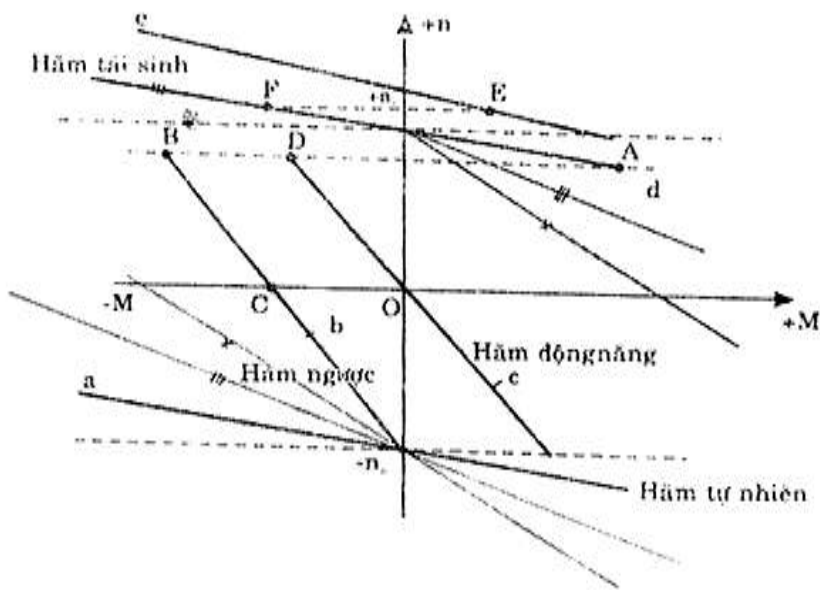
Ở thời điểm đầu sau khi đổi cực, phần ứng sẽ tiếp tục quay theo chiều cũ do động năng của bộ phận được truyền động . Ở các điều kiện đó, dấu của suất điện động E vẫn không đổi, nhưng dấu của điện áp mạng điện U đã đổi ngược, Do đó dòng điện của phần ứng có mắc nối tiếp điện trở phụ  $R_f$  có thể viết :

$$I_a = \frac{-U - E}{R_a + R_f} = -\frac{U + E}{R_a + R_f}$$

Như vậy dòng điện  $I_a$  đổi ngược dấu và trên trục động cơ điện sẽ xuất hiện momen hãm :  $M = C_m \Phi (-I_a)$ .

Quá trình đổi cực tương ứng với sự chuyển tiếp từ A qua B . Sự làm việc của động cơ điện ở thời điểm sau khi đổi cực được đặc trưng bằng điểm D tương ứng với momen  $-M$  và số vòng quay  $+m$  , mà động cơ điện vốn có trước khi đổi cực . Dưới tác dụng của momen hãm  $-M$  động cơ điện quay chậm dần tương ứng với đường đặc tính cơ b . Đến điểm C động cơ dừng hẳn ( $n=0$ ) , và khi đó động cơ cần phải ngắt ra khỏi mạng điện nếu không nó sẽ bắt đầu quay theo chiều ngược lại .

Hãm ngược có đặc điểm là khi số vòng quay giảm đến 0 , momen hãm vẫn chưa = 0 do đó hiệu quả hãm vẫn được duy trì ở số vòng quay bé . Vì thế phương pháp hãm này thường được dùng để hãm nhanh .



Hình 1.10 : Đặc tính cơ khi hãm động cơ iện một chiều

b) Hãm động năng :

Hãm động năng động cơ điện 1 chiều kích từ song song được thực hiện bằng cách ngắt phần ứng của động cơ ra khỏi mạng điện và đóng mạch vào điện trở phụ  $R_f$  , còn dòng điện trong mạch kích thích thì vẫn giữ không đổi . Như thế máy bắt đầu chuyển sang làm việc theo chế độ máy phát . Vì trong trường hợp này  $U=0$  , và phần ứng được đóng nối tiếp với điện trở phụ  $R_f$  nên phương trình đặc tính cơ có thể viết :

$$n = - \frac{(R_a + R_f)}{C_e C_m \Phi} M = -bM$$

Phương trình này tương ứng với đường thẳng đi từ góc thứ hai sang góc thứ tư qua điểm góc tọa độ với hệ góc là  $b'$  . Với những trị số  $R_f$  khác nhau của biến trở, ta có các hệ số góc  $b'$  khác nhau và cho hàng loạt đường đặc tính khác nhau qua điểm góc.

c) Hãm tái sinh :

Ở động cơ điện 1 chiều kích từ song song dùng trên máy công cụ , đôi khi cũng dùng phương pháp hãm tái sinh . Phương pháp hãm này được thực hiện trong trường hợp động cơ điện kích thích song song làm việc ở chế độ động cơ quay với vận tốc vượt quá vận tốc chạy không  $n_0$  , nhờ 1 momen cơ tác dụng từ bên ngoài . Trong trường hợp này suất điện động  $E = C_e \Phi_n$

sẽ lớn hơn điện áp của mạng điện . Do đó, dòng điện  $I_a = \frac{U - E}{R_a}$  cũng đổi dấu , và momen do động cơ điện sinh ra cũng đổi chiều, tạo thành mômen hãm . Lúc này máy bắt đầu làm việc song song với mạng điện theo chế độ máy phát , cung cấp lại cho mạng điện . Các đoạn đặc tính cơ thuộc chế độ hãm tái sinh gồm các đoạn kéo dài nằm ngang trong góc tọa độ thứ hai thuộc các đường đặc tính tương ứng của động cơ điện .

Phương pháp hãm này không dùng để làm đường phụ tải , mà chỉ dùng để hãm số vòng quay trên  $n_0$  .

#### 4. Thay đổi số vòng quay của động cơ điện 1 chiều :

Số vòng quay của động cơ điện 1 chiều kích thích song song được xác định theo công thức (1.17)

$$N = \frac{U - I_a(R_a + R_f)}{C_e \Phi}$$

Từ công thức này ta có thể thấy rằng : số vòng quay của động cơ điện 1 chiều có thể thay đổi bằng 3 cách :

- Thay đổi điện áp mạng điện  $U$  .
- Thay đổi điện trở của mạch phần ứng bằng cách mắc nối tiếp điện trở phụ  $R_f$  .
- Thay đổi từ thông kích thích  $\Phi$  .

Phương pháp thứ nhất chỉ có thể thực hiện được bằng các thiết bị đặc biệt để có thể điều chỉnh điện áp  $U$  cung cấp cho động cơ . Trên thực tế, thiết bị đó là hệ thống máy phát – động cơ mà ta sẽ đề cập đến ở chương sau .



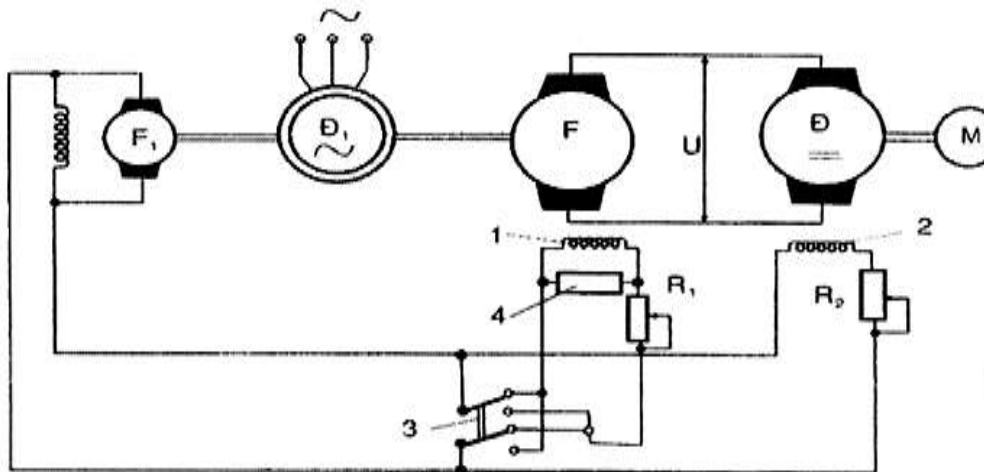
## CHƯƠNG 2 HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH VẬN TỐC CỦA TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

--o0 - 0o--

### 2.1. Hệ thống máy phát động cơ thông thường:

#### 1. Nguyên lý làm việc:

Sơ đồ :



Hình 2.1. Sơ đồ hệ thống Ward-Leonard (F – Đ)

Hệ thống máy phát động cơ được gọi là hệ thống Ward-Leonard (kí hiệu:F\_Đ). Hệ thống này dùng để điều chỉnh vận tốc động cơ bằng cách thay đổi điện áp trên đầu dây của máy phát điện một chiều và thay đổi dòng kích từ của động cơ.

Hệ thống gồm một động cơ điện không đồng bộ 3 pha Đ<sub>1</sub>, máy phát điện 1 chiều F máy phát kích từ F<sub>1</sub> và động cơ điện 1 chiều Đ. Trong quá trình làm việc Đ<sub>1</sub> được mắc vào mạng điện 3 pha sẽ làm F quay F<sub>1</sub>. khi cần điều chỉnh tốc độ thì F cung cấp điện cho Đ sẽ truyền động đến máy công tác M.

#### 2. Phương trình đặc tính cơ :

$$n = \frac{U - I_a R_a}{C_e \Phi}$$

$$U = E_F - I_a R_F$$

trong đó :

$$n = \frac{E_F - (R_a + R_F).I_a}{C_e \Phi}$$

thay  $I_a = \frac{M}{C_m \Phi}$  vào công thức trên ta có:

$$n = \frac{E_F}{C_e \Phi} - \frac{(R_a + R_F) I_a}{C_e C_m \Phi^2} M$$

Đây là phương trình đặc tính cơ của hệ thống F-Đ thông thường .

### 3.khởi động hệ thống F-Đ:

Khởi động Đ được tiến hành sau khi loại bỏ toàn bộ biến trở  $R_2$  ra khỏi mạch kích thích, để đạt trị số lớn nhất . Sau đó dùng biến trở  $R_1$  để tăng dòng điện kích thích máy phát F, làm tăng điện áp dẫn đến phần ứng của động cơ Đ và tăng vận tốc của Đ.

### 4.Đảo chiều :

Để đảo chiều động cơ Đ ta dùng cầu dao để nối(3) để đảo chiều dòng điện kích thích máy phát F. Do điện cảm của cuộn dây khá lớn,khi đảo chiều,dòng điện kích thích cần phải giảm xuống từ từ, sau khi đảo chiều thì tăng lên dần.

### 5. Hãm hệ thống F- Đ :

Ta tiến hành bằng cơ cấu phanh cơ khí hoặc bằng phương pháp hãm tái sinh, cho dòng điện của phần ứng đảo chiều. Quá trình được thực hiện khi ta dùng biến trở R để tăng từ thông của động cơ,  $R_1$  để giảm điện áp của máy phát F . Do đó, động Đ làm việc theo chế độ máy phát, còn F làm việc theo động cơ và bắt đầu quay động cơ điện không đồng bộ 3 pha Đ<sub>1</sub> với số vòng quay lớn hơn số vòng quay đồng bộ. Đ<sub>1</sub> lại biến thành máy phát và hoàn năng lượng lại mạng điện.

- Đặc điểm : là quá trình mở máy, điều chỉnh vận tốc, hãm, đảo chiều được thực hiện trong mạch kích từ có công suất bé.

- Nhược điểm: là công suất lắp đặt của toàn hệ thống lớn gấp 3 lần công suất của động cơ cần phải điều chỉnh vận tốc. Hiệu suất tương đối thấp ( $\eta < 0.8$ ). Ngoài ra, đặc tính cơ của hệ thống này dốc hơn đặc tính cơ tự nhiên, khi đóng trực tiếp động cơ vào mạng điện. Vì thế ở vận tốc thấp hệ thống này làm việc kém ổn định.

Do những nhược điểm trên, nên hệ thống F - Đ không dùng ở hệ thống có phạm vi điều chỉnh vận tốc  $R_n > 30$  , không dùng ở hệ thống tác động nhanh, quá trình quá độ ngắn, độ ổn định cao. Người ta dùng hệ thống máy phát- động cơ các máy điện khuếch đại hoặc các khâu phản hồi.

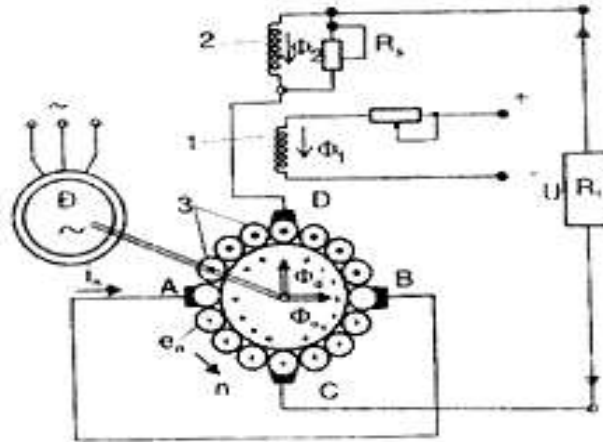
## **2.2.HỆ THỐNG MÁY PHÁT –ĐỘNG CƠ CÓ MÁY ĐIỆN KHUYẾCH ĐẠI TỪ TRƯỜNG NGANG:**

Để nâng cao độ cứng của đặc tính cơ, nâng cao tính ổn định và mở rộng phạm vi điều chỉnh vận tốc. Hệ thống máy phát- động cơ có máy điện khuếch đại từ trường ngang ta gọi là hệ thống F-Đ/N để điều chỉnh vô cấp vận tốc của máy.

Ta xét một số đặc điểm của máy điện khuếch đại từ trường ngang viết tắt là KĐ/N.

**1. Nguyên Lý Làm Việc Của Máy KĐ/N:**

**Sơ đồ kết cấu:**



Hình 2.2. Sơ đồ kết cấu máy điện khuếch đại từ trường ngang

Gồm 2 phần chính : roto và stato. Roto có 4 chổi than; chổi A và B được nối ngắn mạch với nhau gọi là chổi ngang trục , chổi C và D để nối với phụ tải  $R_f$ .

**Nguyên lý làm việc :**

Khi đóng cuộn điều khiển (1) vào nguồn điện 1 chiều, sẽ xuất hiện từ thông  $\Phi_1$ ,

giả sử có chiều như hình vẽ . khi phần ứng quay các thanh dẫn được kí hiệu bằng những vòng tròn (3) của nó sẽ quét qua từ trường của cuộn điều khiển (1). Trong các thanh dẫn sẽ cảm ứng ra suất điện động một chiều, gọi là suất điện động ngang trục  $e_n$ . vì các chổi A, B được nối ngắn mạch với nhau nên sinh ra dòng điện  $i_n$  :

$$i_n = \frac{e_n}{R_n + R_{ab}}$$

$R_n$ : điện trở của cuộn dây phần ứng

$R_{ab}$  : điện trở giữa chổi than A và B.

Vì  $R_n$  và  $R_{ab}$  rất nhỏ nên chỉ cần  $e_n$  có trị số nhỏ cũng làm cho  $i_n$  có giá trị khá lớn. Đây là nguyên nhân khuếch đại lần nhất của KĐ/N.

Chổi than C và D được đặt thẳng góc với từ thông  $\Phi_n$  và nối kính qua phụ tải  $R_f$ . Dưới tác dụng của  $e_d$  trong mạch sinh ra :

$$I_d = \frac{e_d}{R_{cd} + R_f}$$

$R_{cd}$  : điện trở giữa chổi C và D

$R_f$  : điện trở phụ tải

Đây là nguyên lý làm việc lần thứ hai của máy.

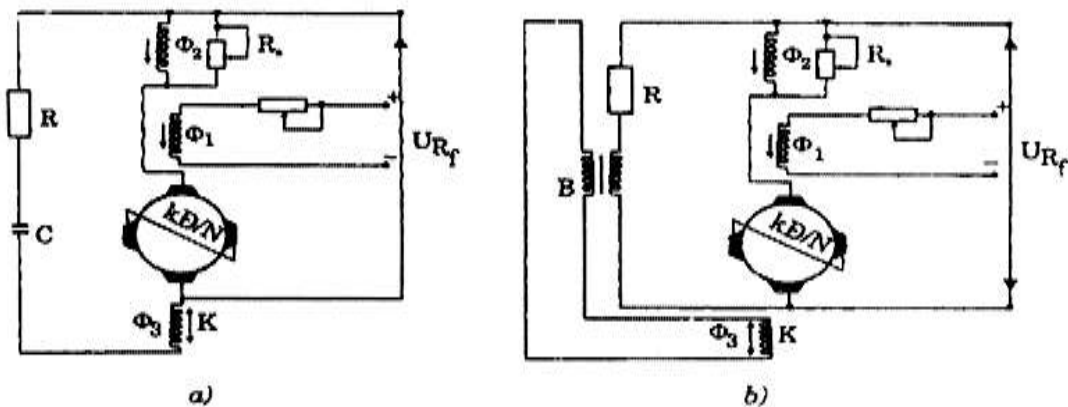
Dòng điện  $i_d$  tạo nên từ thông  $\Phi_2$  trong cuộn dây bù (2), cuộn này được quấn sao cho từ thông  $\Phi_2$  cùng chiều với  $\Phi_1$ . để thay đổi từ thông của cuộn bù ta dùng biến trở  $R_s$  lắp song song với nó.

Tóm lại, máy KĐ/N là máy khuếch đại 2 cấp :

- Cấp thứ nhất có lượng vào là  $\Phi_1$  và lượng ra là  $e_n$ .
- cấp thứ hai có lượng vào là  $\Phi_n$  và lượng ra là  $e_d$

Trong quá trình làm việc, sự thay đổi của những tác động bên ngoài, trong hệ thống có thể xuất hiện quá trình dao động quá độ hoặc do hệ số khuếch đại quá lớn, làm trị số điện áp ra trên hai đầu dây tăng giảm quá nhanh, hiện tượng quá điều chỉnh xuất hiện. Để hạn chế hiện tượng này, trên máy KĐ/N người ta dùng thêm cuộn dây ổn định ( còn gọi là cuộn phản hồi mềm, vì nó thực hiện mối liên hệ ngược mềm, chỉ tác dụng trong quá trình quá độ)

Sơ đồ :



hình 2.3 . Sơ đồ các mạch phản hồi của hệ thống KĐ/N

Hình (a) : mạch ổn định dùng tụ điện C và cuộn ổn định K. Nguyên tắc chung là từ thông  $\phi_3$  nó sinh ra khi điện áp đầu ra  $U_{Rf}$  của máy KĐ/N biến đổi, và chống lại sự biến đổi áp đó. Trên cơ sở đó, khi điện áp  $U_{Rf}$  không thay đổi, tụ C được nạp điện và không có dòng điện chạy qua cuộn ổn định K. Trong trường hợp điện áp  $U_{Rf}$  giảm xuống, tụ C bắt đầu phóng điện, một dòng điện chạy qua cuộn K tạo nên từ thông  $\phi_3$  có chiều làm tăng từ thông của máy, và do đó làm tăng sự giảm điện áp  $U_{Rf}$ . Trong trường hợp ngược lại,  $U_{Rf}$  tăng, tụ C bắt đầu nạp điện bổ sung, trong cuộn K xuất hiện dòng điện ngược chiều, chống lại sự tăng điện áp  $U_{Rf}$ .

Hình (b) : là sơ đồ mạch phản hồi mềm dùng biến áp ổn định B. dòng điện chỉ chạy qua cuộn ổn định K khi nào điện áp  $U_{Rf}$  thay đổi .

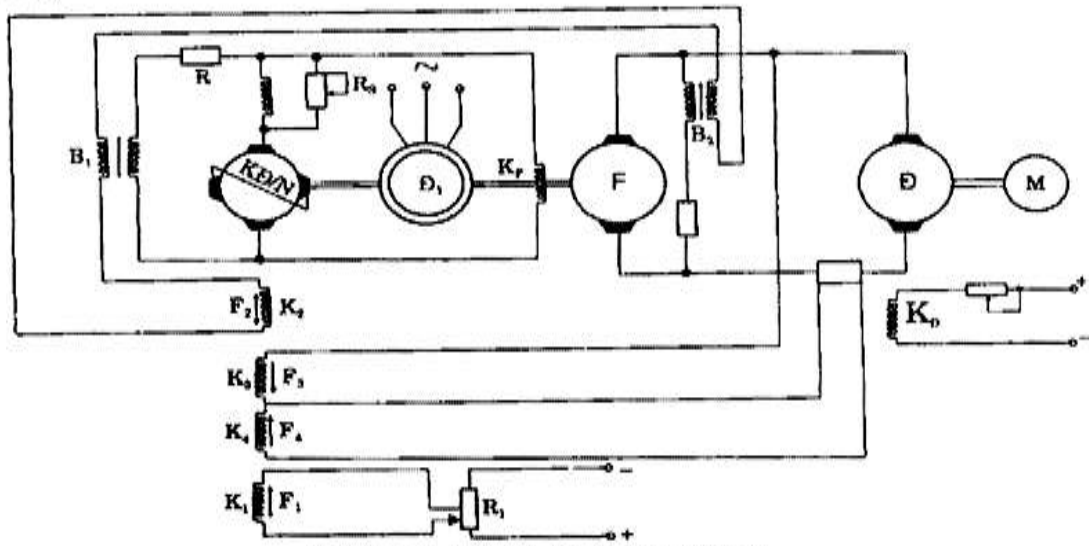
## 2. Mạch ứng dụng máy điện khuếch đại từ trường ngang:

Máy KĐ/N làm nhiệm vụ cung cấp kích từ cho máy phát ở hệ thống máy phát động cơ

### a/ Hệ thống F/ĐN :

Hệ thống máy phát – động cơ có máy khuếch đại từ trường ngang cung cấp kích từ cho máy phát .

Sơ đồ:



Hình 2.4 . Sơ đồ hệ thống F/ĐN

Trong stato của máy có 4 cuộn dây khống chế gồm : cuộn điều khiển  $K_1$ , cuộn ổn định  $K_2$ , cuộn phản hồi âm điện áp  $K_3$  và cuộn phản hồi dương dòng điện  $K_4$  .

Để nâng cao tính ổn định của máy người ta dùng 2 máy biến áp ổn định : biến áp  $B_1$  phản ánh dao động điện áp trên các cực của máy; biến áp  $B_2$  phản ánh dao động điện áp trên các cực của máy phát. Để giảm số vòng của cuộn ổn định  $K_2$ , ta mắc  $K_2$  vào các cuộn thứ cấp của  $B_1$  và  $B_2$  nối tiếp với nhau. Biến áp  $B_2$  còn có tác dụng cách ly cuộn  $K_2$  với điện áp cao trên phần ứng của máy.

Cuộn điều khiển  $K_1$  nối với nguồn điện một chiều bên ngoài, nhờ chiết áp  $R_1$ , ta có thể thay đổi cường độ và hướng của dòng điện chạy qua cuộn  $K_1$ . Cho nên bản thân chiết áp  $R_1$  điều khiển được vận tốc và hướng quay của động cơ  $\mathcal{D}$ .

Cuộn phản hồi điện áp  $K_3$  dùng để hạn chế và kết thúc quá trình cường bức kích từ của máy phát  $F$  và ổn định vận tốc của động cơ  $\mathcal{D}$  khi không tải và có tải .

Phương trình suất điện động tổng  $F_1$  của máy :

$$F_1 = F_1 + F_2 - F_3$$

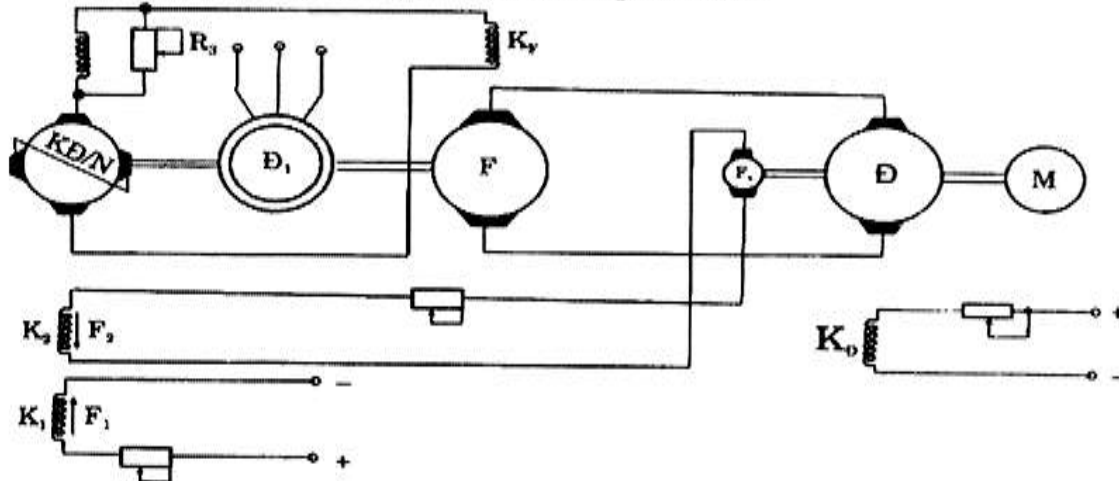
Để ổn định vận tốc của động cơ khi có phụ tải, người ta dùng thêm cuộn phản hồi dương dòng điện  $K_4$  .

Khi có tải sức điện động tổng của máy  $K\mathcal{D}/N$ :

$$F_1 = F_1 + F_2 - F_3 + F_4 = F_1 + F_2 - (F_3 - F_4)$$

$F_1$  tăng làm sức điện động  $E_F$  của máy phát cũng tăng , do đó số vòng quay  $n_{\mathcal{D}}$  của động cơ  $\mathcal{D}$  sẽ tăng lên vị trí cũ.

Sơ đồ hệ thống FĐ/N với các khâu phản hồi :



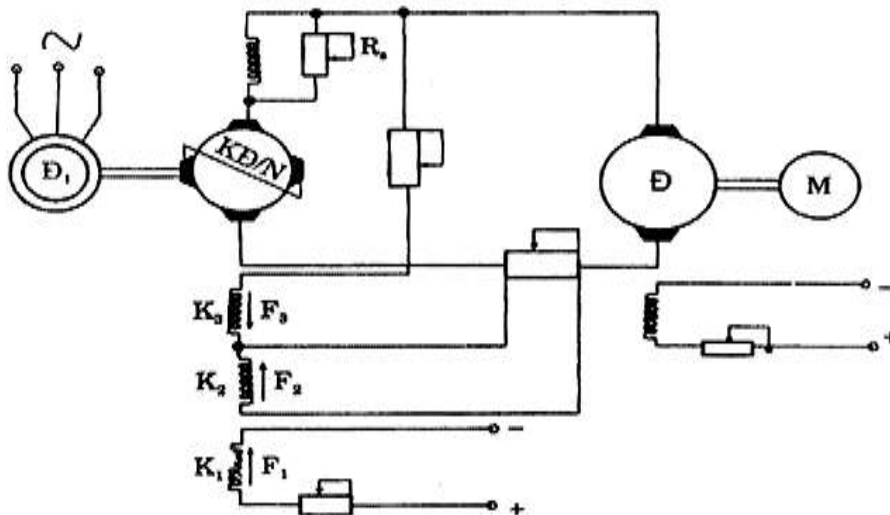
Hình 2.5. Hệ thống FĐ/N với các khâu phản hồi

Đối với những hệ thống yêu cầu tính ổn định cao hơn, tác động nhạy hơn và ít chịu ảnh hưởng của các tham số khác, người ta thay hai khâu phản hồi âm vận tốc như trên (hình 2.5).

Các mạch trong hệ thống này tương tự như hình 2.4 trên.

**b/ Hệ thống dùng máy KĐ/N làm máy phát (KĐ/N – Đ)**

Sơ đồ:



Hình 2.6. Hệ thống KĐ/N – Đ

Để tăng độ ổn định vận tốc động cơ điện Đ, ta cũng dùng phản hồi dương dòng điện  $K_2$  và cuộn phản hồi âm điện áp  $K_3$ . Dòng điện chạy qua cuộn  $K_2$  tỉ lệ với dòng điện  $i_D$  của phần ứng động cơ điện Đ và sức từ động của cuộn  $K_3$  tỉ lệ với điện áp U trên đầu nối của động cơ Đ. Các cuộn phản hồi cần phải lắp thế nào để sức từ động  $F_2$  cùng hướng với sức từ động  $F_1$  và  $F_3$  thì ngược với  $F_1$ . Đồng thời tổng  $F_2$  và  $F_3$  cũng

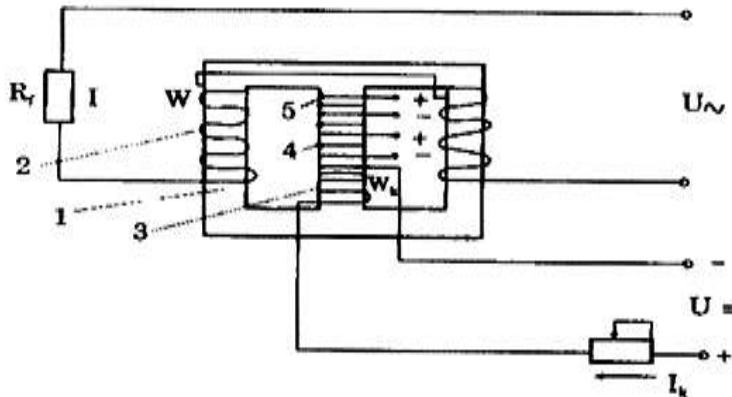
ngược chiều với  $F_1$ . Như thế ta sẽ đảm bảo suất từ động của máy phát KĐ/N tỉ lệ với sức từ động của động cơ Đ, tức là tỉ lệ với vận tốc của động cơ.

### 2.3. HỆ THỐNG KHUẾCH ĐẠI TỪ \_ ĐỘNG CƠ :

Người ta dùng rộng rãi hệ thống khuếch đại từ\_ động cơ viết tắt là KĐT \_Đ

#### 1. Nguyên lý làm việc của bộ khuếch đại từ :

\_Sơ đồ:



Hình 2.7. Sơ đồ kết cấu bộ khuếch đại từ

\_Cấu tạo: gồm khung làm bằng thép và cuộn dây quấn trên khung từ. Trong các cuộn dây có 2 cuộn chính: Cuộn (2) là cuộn công tác được lắp với nguồn điện xoay chiều  $U$  qua phụ tải  $R_f$ . Cuộn(3) là cuộn khống chế được mắc với nguồn điện 1 chiều Cuộn (4), (5) hay nhiều hơn nữa lắp với mạch phản hồi để khống chế quá trình điều khiển của hệ thống .

**Nguyên lý làm việc của máy:**

khi thay đổi dòng điện một chiều trong cuộn (3) sẽ làm thay đổi mức độ bão hòa của mạch từ. Do đó ,khi thay đổi điện cảm của cuộn dây công tác và thay đổi được cường độ dòng điện  $I$  cung cấp cho phụ tải.

$$\text{Ta có công thức: } I = \frac{U \approx}{\sqrt{R_f^2 + X^2}} = \frac{U \approx}{\sqrt{R_f^2 + (wL)^2}}$$

Trong đó:  $X=wL$

$$W=2 \pi f \text{ (tần số góc)}$$

$$L: \text{ cuộn cảm ( } L = 10^{-8} \mu \frac{S}{l} w^2 \text{ ) ( Henri)}$$

$S$  :l tiết diện và chiều dài của lõi thép

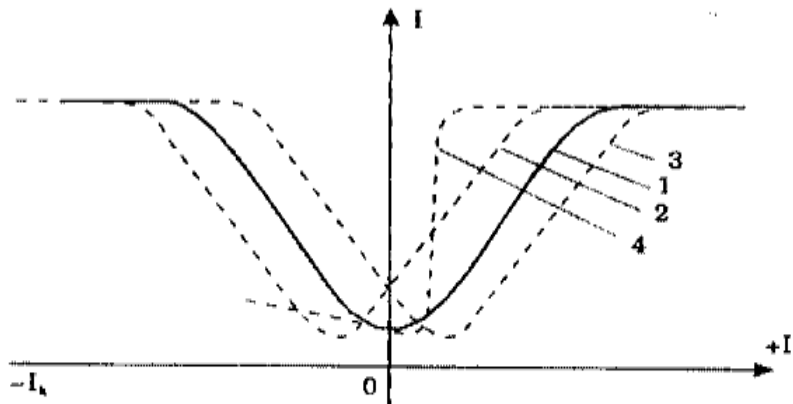
$$\mu \frac{dB}{dH} : \text{ hệ số từ thẩm ( B : cường độ từ thẩm ; H : cường độ từ trường )}$$

$W$  : số vòng của cuộn dây công tác .

Để thay điện cảm cuộn dây công tác ta phải thay đổi hệ số tự cảm  $L$  bằng cách đổi hệ số từ thẩm  $\mu$ , tức thay đổi mức độ bão hòa của mạch từ, do thay đổi cường độ

dòng điện khống chế  $I_k$  .với sự thay đổi  $L$ , dòng điện xoay chiều chạy qua phụ tải thay đổi phù hợp với công thức trên.

Đường đặc tính của bộ KĐT :



Hình 2.8. Đường đặc tính của bộ khuếch đại từ

Đường đặc tính (1) biểu diễn sự thay đổi cường độ dòng điện xoay chiều  $I$  cung cấp cho phụ tải khi dòng điện một chiều  $I_k$  trong cuộn khống chế thay đổi.

Nếu như cùng một lúc ta cho dòng điện một chiều có trị số cố định vào cuộn dây (4) thì đường đặc tính bị chuyển dịch sang trái hoặc phải của (1) tùy thuộc vào dòng điện của cuộn (4), gọi là cuộn chuyển dịch, và dòng điện chạy qua cuộn này gọi là dòng chuyển dịch. Nếu cuộn chuyển dịch lắp vào mạch chuyển hồi dương thì đường đặc tính sẽ chuyển sang trái (2) Nếu dùng phản hồi âm sẽ chuyển sang phải (3) . Hệ số phản hồi tăng đường đặc tính càng dốc.

\_ Ưu điểm : của bộ khuếch đại điện từ là hiệu suất và độ ổn định cao, bộ KĐT được dùng rộng rãi để điều khiển động cơ điện một chiều, và xoay chiều.

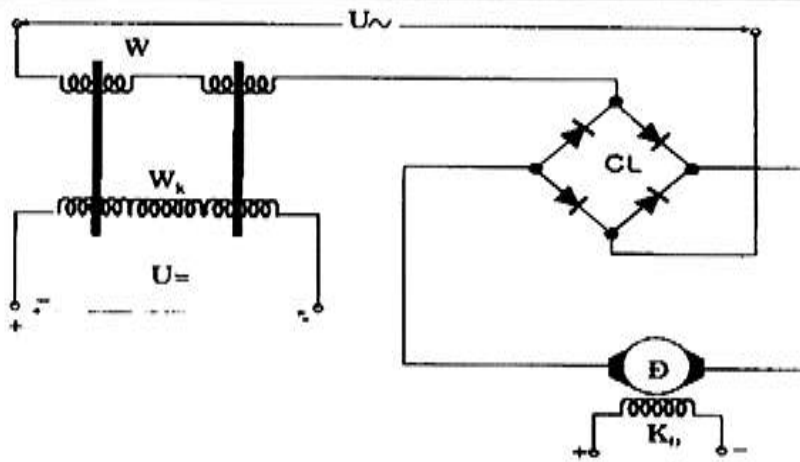
## 2. Mạch ứng dụng khuếch đại từ:

Trong ngành chế tạo máy, bộ khuếch đại từ thường được dùng để truyền động vô cấp với phạm vi điều chỉnh vận tốc không lớn lắm. Đối với những hệ thống có công suất trung bình và lớn, thường dùng KĐT để kích thích máy phát hoặc động cơ .

### a/ Hệ thống KĐT –Đ đơn giản :

Sơ đồ :





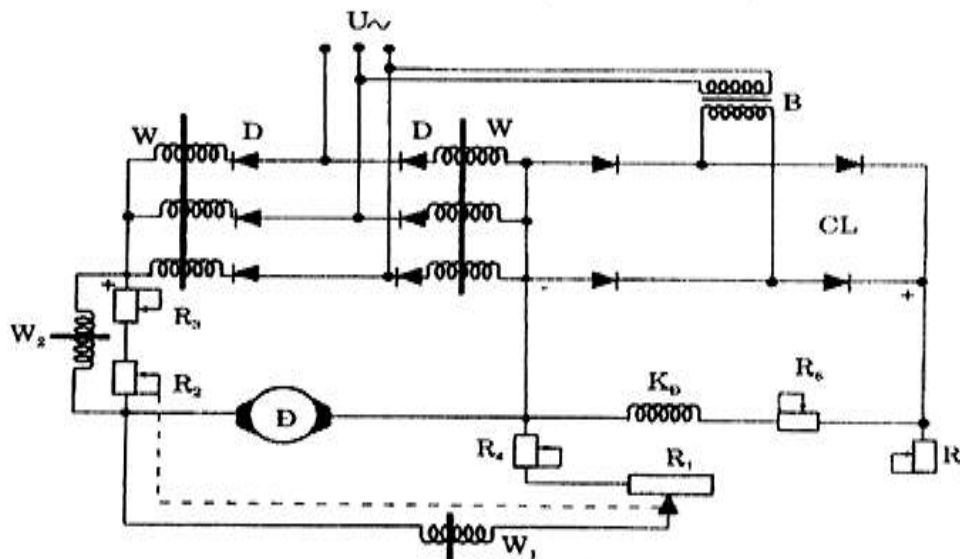
Hình 2.9. Hệ thống KĐ/Đ

Đối với động cơ điện kích từ độc lập, không yêu cầu đổi chiều quay ta dùng hệ thống khuếch đại từ – động cơ sau :

Hệ thống KĐT \_Đ sử dụng bộ khuếch đại từ một pha không có mạch phản hồi không có chuyển dịch. Phần ứng của động cơ điện một chiều Đ được mắc vào một pha của lưới điện xoay chiều U, nối tiếp với cuộn công tác W qua cầu chỉnh lưu CL, dùng để nắn dòng điện xoay chiều thành dòng một chiều ; KĐ là cuộn kích thích từ độc lập của động cơ Đ.

**b/ Hệ thống KĐT –Đ thông dụng :**

**Sơ đồ:**



Hình 2.10. Hệ thống KĐT-Đ

Được dùng phổ biến trong truyền động trực phiê của máy mài. Hệ thống này dùng bộ KĐT\_Đ ba pha và không đảo chiều quay .

Cấu chỉnh lưu CL nắn dòng điện xoay chiều qua biến áp B để cung cấp cho cuộn kích từ  $K_D$  của động cơ.

Cuộn khống chế đồng thời là cuộn phản hồi âm điện áp  $W_1$  dùng để khống chế điện áp của phần ứng động cơ và điện áp của mạch kích từ, đảm bảo chức năng phản hồi âm điện áp. Cuộn phản hồi dương dòng điện  $W_2$  lắp trong mạch phần ứng của động cơ, song song với các biến trở  $R_2$  và  $R_3$ . Với việc điều chỉnh các biến trở này, ta có thể thay đổi dòng điện trong cuộn  $W_2$ , việc điều chỉnh này được tiến hành với sự chuyển động đồng bộ của hai con trượt biến trở  $R_1$  và  $R_2$  khi thay đổi các vận tốc khác nhau của hệ thống.

Các biến trở  $R_2, R_4, R_5$  dùng để đạt vận tốc thấp nhất của hệ thống và biến trở  $R_6$  để đạt vận tốc cao nhất của hệ thống.

Hệ thống KĐT\_D được trình bày ở trên có ưu điểm là hệ số đập mạch nhỏ, điện áp chỉnh lưu ra lớn, hiệu suất của nó khoảng  $\eta = 0.65$ . Đặc tính cơ cứng ( $\Delta n < 15\%$ ), độ ổn định cao.

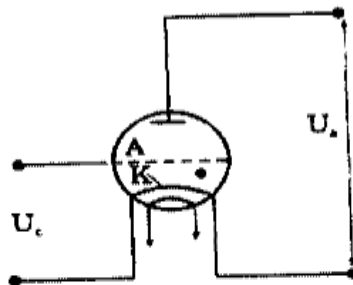
## 2.4. HỆ THỐNG CHỈNH LƯU ĐỘNG CƠ: (viết tắt C\_D):

Là một hệ thống chuyển động dùng các loại đèn van tiratrôn, đèn thủy ngân, tiristo làm bộ chỉnh lưu để cung cấp dòng điện một chiều cho động cơ điện một chiều.

### 1. Hệ thống C-D dùng Tiratrôn :

Dùng để chỉnh vô cấp số vòng quay động cơ điện một chiều có công suất từ 0.2 \_ 9 kW . Nguyên tắc điều chỉnh này dựa trên nguyên lý làm việc của đèn điện tử.

Sơ Đồ :



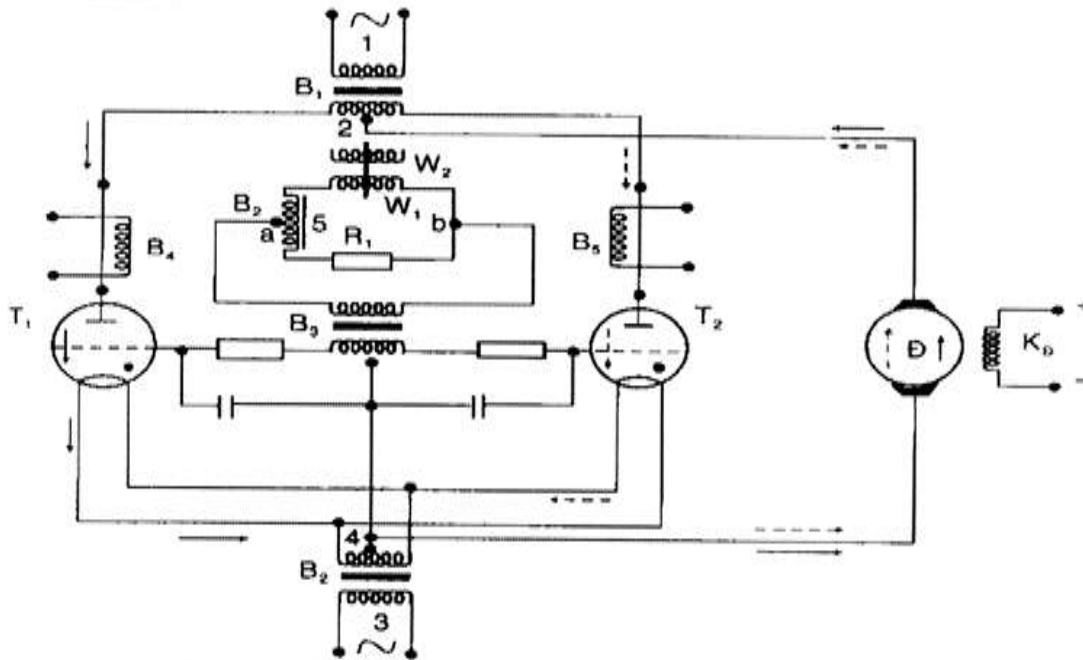
Hình 2.11. Sơ đồ cấu tạo tiratrôn

\_ Cấu tạo : gồm có cực catot K, anot A và có hoặc 2 lưới.

\_ Nguyên lý làm việc : nguồn điện cung cấp cho anot và lưới có thể là áp một chiều hoặc xoay chiều. Nếu như điện áp anot  $U_a$  và điện áp lưới  $U_c$  là xoay chiều thay đổi theo hình sin, thì đặc điểm của Tiratrôn là với một điện áp  $U_c$  nhất định , dòng anot chỉ xuất hiện khi điện áp  $U_a$  đạt đến trị số tương ứng. Khi dòng anot xuất hiện, điện áp lưới  $U_c$  không còn khả năng khống chế dòng anot; muốn ngắt dòng điện chỉ có thể tiến hành bằng cách giảm điện áp  $U_a$  đến 0 .

**Ta xét một hệ thống C-Đ dùng Tiratrôn :**

**Sơ đồ :**



Hình 2.12. Hệ thống C-Đ dùng tiratrôn

Dòng điện một chiều cung cấp cho động cơ Đ nhờ bộ chỉnh lưu nhờ 2 đèn Tiratrôn  $T_1$  và  $T_2$ .

Trong nửa chu kỳ đầu, khi điểm cuối bên trái của cuộn (2) máy biến áp  $B_1$  là dương và nếu tiratrôn  $T_1$  sáng, thì dòng điện một chiều sẽ qua  $T_1$ , đến điểm giữa cuộn (4) của máy biến áp  $B_2$ , vào động cơ điện một chiều Đ và trở về điểm giữa cuộn (2) của máy biến áp  $B_1$ . Như thế, nửa phần bên trái cuộn thứ cấp (2) làm việc, dòng điện tạo nên đi theo chiều mũi tên liền nét.

Trong nửa chu kỳ tiếp, cực tính của cuộn (2) thay đổi, dòng điện sẽ qua tiratrôn  $T_2$  và theo chiều mũi tên đứt nét trở về điểm giữa cuộn thứ cấp máy biến áp  $B_1$ .

Dòng điện chạy qua phần ứng động cơ Đ trong trường hợp trên là dòng điện có cùng một chiều, nhưng giá trị của nó thay đổi; nó có đặc điểm của dòng xung.

Trị số trung bình của dòng xung trong phần ứng của động cơ Đ có thể điều chỉnh bằng cách thay đổi điện áp trên lưới của tiratrôn  $T_1$  và  $T_2$ .

Bộ cầu điều chỉnh pha gồm 2 nửa cuộn thứ cấp (5) của máy biến áp  $B_2$ , điện trở  $R_1$  và cuộn cảm bảo hòa  $W_1$  của bộ khuếch đại từ, máy biến áp cực lưới  $B_3$  được đấu vào đường chéo của cầu này. Ngoài cuộn cảm  $W_1$  lắp vào mạch của bộ chỉnh pha, trên lõi của bộ khuếch đại từ còn có cuộn khống chế  $W_2$  ( cuộn từ hóa ), cuộn  $W_2$  được điều khiển bằng dòng một chiều trong mạch anot của đèn điện tử.

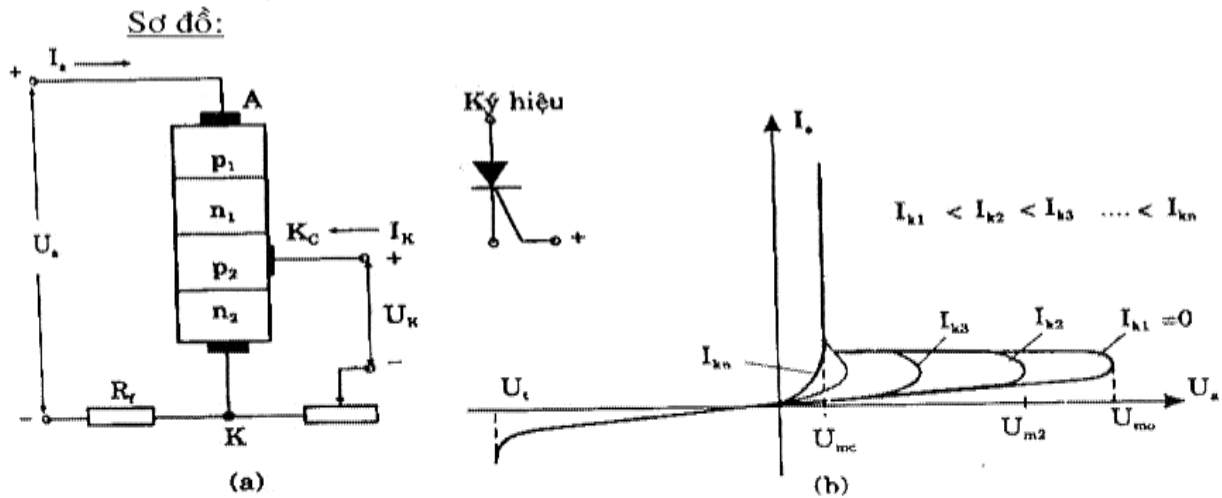
Khi dòng điện một chiều qua cuộn khống chế  $W_2$  thay đổi, làm thay đổi mức độ bảo hòa của lõi từ. Do đó, làm thay đổi cảm kháng của cuộn  $W_1$  quan hệ

giữa trị số điện cảm và điện trở trong mạch cầu điều chỉnh pha thay đổi, làm cho pha điện áp đưa lên lưới cũng Tiratron cũng thay đổi. Với sự thay đổi của điện áp lưới, ta thay đổi được thời điểm thấp sáng tiratron. Do đó, khi thay đổi điện áp trung bình đưa vào mạch phần ứng của động cơ Đ ta thay đổi số vòng quay của động cơ

Phạm vi điều chỉnh vận tốc bằng cách thay đổi điện áp ở hệ thống nói trên có thể đạt  $R_n = 35$  và phạm vi điều chỉnh vận tốc với sự thay đổi dòng điện cơ là  $R_n = 4$

Nhược điểm của hệ thống này là thời gian chuẩn bị làm việc lớn vì phải nung nóng đèn , thường mất 10-15 phút, hệ số  $\cos \varphi$  thấp, và giảm tỷ lệ với vận tốc của động cơ .

**2 .Hệ thống C-Đ dùng Tiristo :**



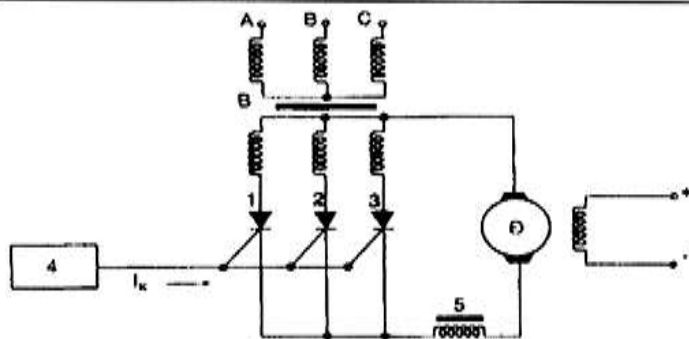
Hình 2.13. Sơ đồ kết cấu (a) và đặc tính (b) của tiristo

**Cấu tạo:** gồm có 4 lớp bán dẫn p-n-p có độ dẫn điện thay đổi; Lớp  $p_1$  (lớp lỗ hổng) hình thành cực anot . Lớp  $n_2$  ( lớp điện tử ) hình thành cực catot K, và lớp lỗ hổng nằm giữa  $p_2$  hình thành cực khống chế  $K_c$  .

Nếu không có điện áp đặt vào cực khống chế, tức là dòng điện khống chế  $I_k=0$ . Thì khi tăng điện áp anot  $U_a$ , dòng điện anot  $I_a$  tăng rất ít. Khi điện áp  $U_a$  đạt đến giá trị nhất định .Tiristo sẽ mở, điện trở của nó giảm xuống đột ngột làm cho dòng anot tăng lên và chỉ bị hạn chế bởi phụ tải  $R_f$  .Trị số điện áp khi Tiristo mở ta gọi là điện áp mở  $U_m$  , khi tăng dòng điện khống chế  $I_k$  với cực tính như hình vẽ, thì điện áp  $U_m$  giảm xuống đường  $(I_{k2})$ . Dòng điện khống chế tăng cao cho đến khi điện áp mở nhỏ nhất, ta gọi là dòng nắn điện  $I_{kn}$ .

Sau khi tiristo mở, cực khống chế mất tác dụng, tức là tiristo vẫn mở cả khi dòng điện khống chế bị mất. Muốn khóa tiristo cần phải ngắt điện áp  $U_a$ , dòng anot  $I_a$  gần bằng 0. Nếu  $|U_a|$  vượt quá giới hạn này, tiristo bị đánh thủng . Điện áp ở điểm này gọi là điện áp đánh thủng  $U_t$  .

Sơ đồ:



Hình 2.14. Hệ thống C-Đ dùng Tiristo

Nếu đầu vào mang điện xoay chiều, nó sẽ làm nhiệm vụ khuếch đại và chỉnh lưu ..

Các hệ thống C\_Đ dùng bộ chỉnh lưu tiristo có thể một pha hoặc nhiều pha .

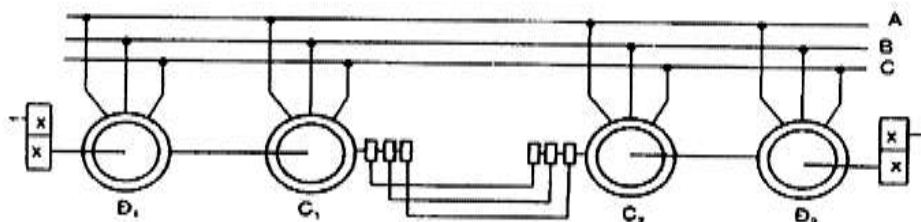
Các tiristo (1) và(2); (3) được lắp vào các cuộn thứ cấp của máy biến áp ba pha B. Điều khiển động cơ điện một chiều Đ nhờ bộ khống chế (4). Điện kháng (5) dùng để lọc thành dòng xoay chiều của dòng chỉnh lưu.

**Ưu điểm** : ít tổn kim loại màu hơn máy điện, làm việc êm, quán tính và công suất khống chế nhỏ, tuổi thọ cao, kích thước nhỏ tác động nhanh, hao tổn vận hành không đáng kể.

**Nhược điểm**: giá thành của tiristo cao, điện áp chỉnh lưu có dạng đập mạch, thành phần xoay chiều của nó gây nên tổn thất phụ ở dạng nhiệt, làm nóng động cơ, hệ thống khống chế mở tiristo khá phức tạp.

## 2.5. HỆ THỐNG TRỰC ĐIỆN :

### Sơ đồ hệ thống trực điện dùng trục cân bằng .



Hình 2.15. Sơ đồ hệ thống trực điện dùng máy cân bằng .

**Cấu tạo** : động cơ công tác Đ<sub>1</sub> và Đ<sub>2</sub> đảm bảo vận tốc đồng bộ cho hai động cơ riêng biệt của máy. Trên trục động cơ Đ<sub>1</sub> và Đ<sub>2</sub> lắp tương ứng với các máy cân bằng C<sub>1</sub> và C<sub>2</sub> cũng là động cơ không đồng bộ ba pha. Roto của động cơ cân bằng C<sub>1</sub> và C<sub>2</sub> được nối với nhau theo thứ tự tương ứng qua vành góp hai động cơ này tạo thành một trực điện.

**Nguyên lý** : vì hai động cơ quay đồng bộ, nên nếu hướng quay roto của động cơ cân bằng C<sub>1</sub> và C<sub>2</sub> cùng chiều với hướng quay từ trường, và các cuộn dây roto đấu ngược nhau, thì sức điện động E<sub>1</sub> và E<sub>2</sub> được tạo nên trên mạch của chúng cân bằng nhau, tức là sức điện động tổng trong mạch rotor bằng không.

Trong trường hợp phụ tải trên hai động cơ không bằng nhau, do quá tải động cơ Đ<sub>2</sub> quay chậm hơn Đ<sub>1</sub>, roto của động cơ cân bằng C<sub>2</sub> cũng quay chậm hơn C<sub>1</sub> một góc θ. Do đó, suất điện động tổng E trên mạch roto của hai máy sẽ khác 0, tạo nên dòng điện cân bằng I lệch pha với E một góc ψ.

Từ đó ta thấy, động cơ làm việc C<sub>2</sub> làm việc theo chế độ động cơ, còn C<sub>1</sub> làm việc theo chế độ máy phát. khi đó trục C<sub>2</sub> sẽ tăng lên và C<sub>1</sub> sẽ chậm lại. Như vậy dòng điện I sẽ tạo nên một mômen cân bằng M<sub>c</sub> để phục hồi sự quay đồng bộ của trục động cơ Đ<sub>1</sub> và Đ<sub>2</sub>.

Trong trường hợp này, mômen cản trên trục của các động cơ C<sub>2</sub> và C<sub>1</sub> khác nhau, tức là M<sub>c2</sub> > M<sub>c1</sub> nên momen của hệ thống là:

$$M_c = M_{c2} - M_{c1} = M \frac{s}{s_1} \sin \theta$$

$$\text{Vì } M_c = \frac{2M_t}{1 + \left(\frac{s_t}{s}\right)^2} \sin \theta$$

Từ công thức trên ta thấy momen cân bằng M<sub>c</sub> của hệ thống trên phụ thuộc vào hệ số trượt s, với góc lệch θ và phụ tải.

Góc lệch θ được tính từ công thức trên. khi biết được các mômen cản của động cơ cân bằng và các thông số kĩ thuật của chúng :

$$\sin \theta = \frac{M_{c2} - M_{c1}}{M \frac{s}{s_1}}$$

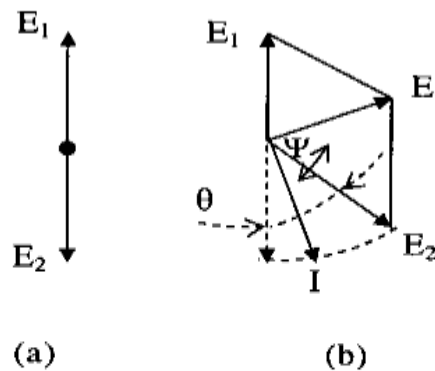
Khi hệ thống đứng yên  $\frac{s}{s_1} = 1$  nên momen của hệ thống là: M<sub>c</sub> = M sin θ

Khi phụ tải đặt trên động cơ Đ<sub>1</sub> và Đ<sub>2</sub> bằng nhau, tức là θ = 0 thì M<sub>c</sub> = 0. khi θ = 90° momen cân bằng đạt giá trị lớn nhất :

$$M_{cmax} = M \frac{s}{s_t} = \frac{2M_t}{\left(1 + \frac{s_t}{s}\right)^2}$$

Từ đây ta thấy rằng: khi hệ số trượt nhỏ, momen cân bằng nhỏ, nên quá trình điều hòa phụ tải chậm. Do đó, trong hệ thống trục điện phải chọn động cơ cân bằng C<sub>1</sub> và C<sub>2</sub> có số vòng quay đồng bộ cao hơn số vòng quay của động cơ công tác Đ<sub>1</sub> và Đ<sub>2</sub> nhằm đảm bảo hệ số trượt s không quá nhỏ tất cả các chế độ làm việc .

Sơ đồ :



Hình 2.16. Sơ đồ hình thành suất điện động

**Cấu tạo :** động cơ công tác Đ<sub>1</sub> và Đ<sub>2</sub> đảm bảo vận tốc đồng bộ cho 2 cơ cấu riêng biệt của máy . trên trục động cơ Đ<sub>1</sub> và Đ<sub>2</sub> lắp tương ứng các máy cân bằng C<sub>1</sub>; C<sub>2</sub> và nối với nhau theo thứ tự pha tương ứng qua vành góp, hai động cơ này tạo thành một trục điện, tương tự như trục cơ khí nối liền động cơ Đ<sub>1</sub> và Đ<sub>2</sub> .

**Nguyên lý :** vì hai động cơ quay đồng bộ nên nếu hướng quay của roto động cơ cân bằng C<sub>1</sub> và C<sub>2</sub> cùng chiều với hướng quay từ trường và các cuộn dây roto đấu ngược nhau, thì suất điện động E<sub>1</sub> và E<sub>2</sub> được tạo nên trên mạch roto của chúng cân bằng nhau, tức là suất suất điện động tổng trong mạch roto bằng không .

Trong trường hợp phụ tải trên hai động cơ không bằng nhau, giả sử do quá tải, động cơ Đ<sub>2</sub> quay chậm hơn Đ<sub>1</sub> roto của động cơ cân bằng C<sub>2</sub> cũng chậm hơn C<sub>1</sub>. Do đó, suất điện động tổng E trên mạch roto của hai máy sẽ khác 0, tạo nên dòng điện cân bằng I lệch pha với E một góc Ψ

Động cơ cân bằng C<sub>2</sub> làm việc theo chế độ động cơ, C<sub>1</sub> làm việc theo chế độ máy phát khi đó C<sub>2</sub> sẽ tăng nhanh và C<sub>1</sub> quay chậm. dòng điện I sẽ tạo nên một mômen cân bằng M<sub>c</sub> để phục hồi sự quay đồng bộ của trục động cơ Đ<sub>1</sub> và Đ<sub>2</sub> .

$$\text{Khi } M_{c2} > M_{c1} : M_c = M_{c2} - M_{c1} = M \frac{s}{s_t} \sin \Theta$$

$$M = \frac{2M_t}{\frac{s}{s_t} + \frac{s_t}{s}}$$

$$\text{Từ đó ta có: } M_c = \frac{2M_t}{1 + (\frac{s_t}{s})^2} \sin \Theta$$

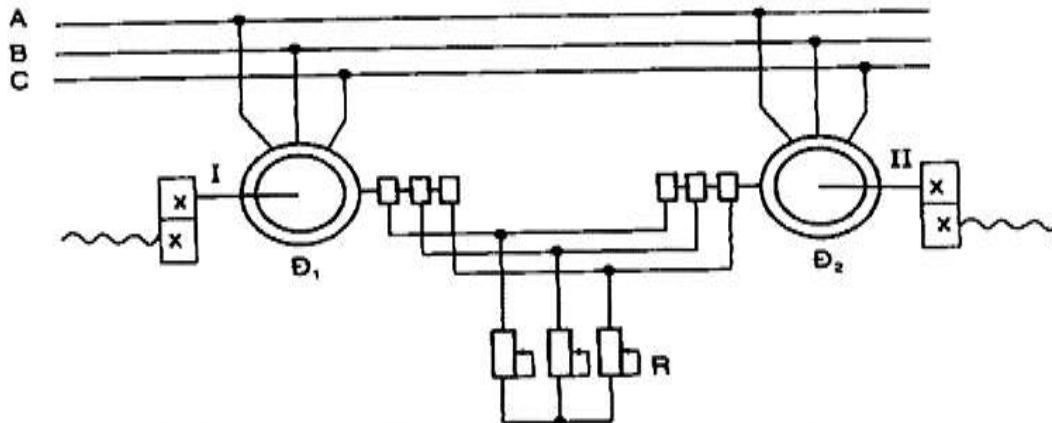
$$\sin \Theta = \frac{M_{c2} - M_{c1}}{M \frac{s}{s_t}} \quad \text{và} \quad \frac{s}{s_t} = 1 \quad \text{nên :}$$

$$M_{cmax} = M \frac{s}{s_1} = \frac{2M_1}{1 + (\frac{s}{s_1})^2}$$

Từ đây ta thấy : khi hệ số trượt nhỏ, mômen nhỏ, nên quá trình điều hòa phụ tải chậm. Do đó, trong hệ thống trực điện phải chọn động cơ cân bằng  $C_1$  và  $C_2$  có số vòng quay đồng bộ cao hơn số vòng của động cơ công tác  $\text{Đ}_1$  và  $\text{Đ}_2$  nhằm đảm bảo hệ số trượt không quá nhỏ trong tất cả các chế độ làm việc.

**2. Hệ thống trực điện dùng biến trở :**

Sơ đồ:



Hình 2.17 . Hệ thống trực điện dùng biến trở .

Khi hai động cơ  $\text{Đ}_1$  và  $\text{Đ}_2$  quay đồng bộ với nhau, dòng điện chạy quay trong mạch roto như nhau. Dòng điện chạy qua trên điện trở chung R bằng tổng dòng điện chạy qua trong mỗi pha của các roto .

Khi phụ tải trên trục I và II chênh lệch nhau trong mạch roto, mômen quay của mỗi động cơ bằng tổng mômen công tác và mômen điều hòa .

Trong hệ thống này, khi điện trở chung có trị số lớn, mômen của động cơ vượt trước trở thành âm, động cơ làm việc ở chế độ máy phát. Trong trường hợp này hệ thống chỉ có thể quay đồng bộ khi trên trục của động cơ có tác dụng của một mômen bên ngoài .

Trong hệ thống trực điện dùng biến trở chung, mômen cân bằng phụ thuộc vào điện áp bên vành góp của roto. Để đảm bảo mômen cân bằng cần thiết, ta phải tăng trị số điện trở chung sao cho hệ số trượt của động cơ khoảng 25-30% điều này sẽ gây nên tổn hao lớn trên điện trở. Nếu điện trở chung nhỏ (hệ số trượt nhỏ) hệ thống này sẽ ổn định và mất tính chất đồng bộ.

Nói chung các hệ thống trực điện được trình bày ở trên được dùng thích hợp ở những máy cho phép sai số góc quay của trục giới hạn  $5-10^0$ .



## CHƯƠNG 3 XÁC ĐỊNH CÔNG SUẤT TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Trước khi xác định công suất của động cơ chúng ta xét vài khái niệm liên quan đến điều kiện làm việc của động cơ.

### 3.1.KHÁI NIỆM CHUNG :

#### a. Tổn Thất Năng Lượng Trong Động Cơ:

Trong quá trình biến đổi năng lượng thành cơ năng, có một số năng lượng bị mất mát gọi là tổn thất công suất, gồm 3 phần :

- Tổn thất ma sát: Do các ổ trục, ma sát giữa roto và không khí tạo nên
- Tổn thất sắt từ : Phụ thuộc vào chất lượng lõi sắt làm rotor và stator
- Tổn thất đồng: Được tạo nên trong các cuộn dây roto và stato còn gọi là tổn thất biến đổi.

Tổn thất công suất là:

$$\Delta N = N_t - N_c$$

Trong đó:

$\Delta N$ : tổn thất công suất.

$N_t$ : công suất tiêu thụ.

$N_c$ : công suất có ích.

Ở trạng thái làm việc định mức:

$$\Delta N_d = N_{td} - N_{cd} = N_{cd} \frac{1 - \eta_d}{\eta_d}$$

$\eta_d$ : công suất định mức.

Nhiệt lượng sinh ra trong 1s :

$$Q_d = 0.24 N_d \frac{1 - \eta_d}{\eta_d}$$

Phương trình cân bằng nhiệt:

$$Q_{dt} = C d\tau + A \tau dt \quad (1)$$

$Q$ : nhiệt lượng sinh ra trong 1s của động cơ (J/s) or (cal/s).

$C$ : nhiệt dung : (J/°C) or (cal/°C)

$A$ : tỏa nhiệt suất ( J/s°C

$\tau$ : nhiệt sai : (°C)

$t$ : thời gian (s)

với điều kiện ban đầu  $t=0$ ,  $\tau = \tau_0$  có phương trình:

$$\int dt = \int_0^{\tau} \frac{C}{Q - A\tau} d\tau$$

$$\tau = \frac{Q}{A} \left( 1 - e^{-\frac{t}{C/A}} + \tau_0 e^{-\frac{t}{C/A}} \right)$$

Đặt :  $\tau = \frac{Q}{A}$  nhiệt sai ổn định của động cơ

$T = C/A$  hằng số thời gian của động cơ , tức là thời gian cần thiết để đưa nhiệt sai của động cơ từ 0 – 2/3 nhiệt sai ổn định  $\tau_0$  công thức có thể viết lại khi nhiệt lượng không tỏa ra ngoài

$$\tau = \tau_0 \left( 1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) + \tau_0 e^{-\frac{t}{T}}$$

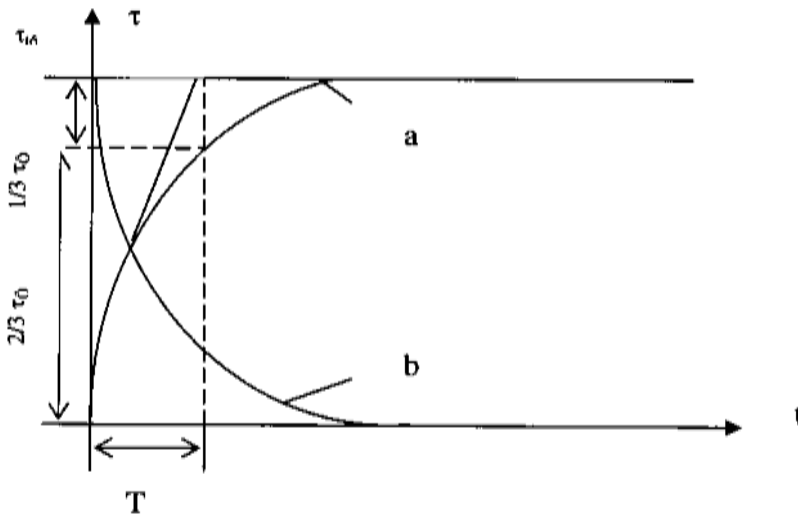
nếu  $t = 0$   $\tau = 0$  thì phương trình làm nóng của động cơ là:

$$\tau = \tau_0 \left( 1 - e^{-\frac{t}{T}} \right)$$

Nếu  $Q = 0$  và  $\tau_0 = 0$  thì phương trình có dạng :

$$\tau = \tau_0 e^{-\frac{t}{T}}$$

Đặc tính hóa trình làm nóng và làm nguội của động cơ :



HÌNH 3.1 đặc tính quá trình làm nóng (a) và quá trình làm nguội (b) của động cơ

Đường (a) biểu diễn quá trình làm nóng và đường (b) biểu diễn quá trình làm nguội của động cơ. Sau thời gian  $T$  nhiệt độ ổn định của động cơ đạt 63% ( $\tau \approx 2/3 \tau_0$ ) và sau thời gian  $t = (4+5)T$ . Nhiệt độ của động cơ sẽ đạt tới chỉ số ổn định.

Hằng số thời gian  $T$  phụ thuộc vào kích thước và điều kiện làm mát động cơ có công suất nhỏ và kiểu hở,  $T = 20+60$  phút. Đối với động cơ có kích thước lớn và kín,  $T = 2+3$  giờ.

Nhiệt độ nung nóng cho phép của động cơ phụ thuộc vào vật liệu và cấu trúc của nó. Loại động cơ có chất cách điện chịu nhiệt xấu nhất có nhiệt độ nung nóng cho phép là  $65^{\circ}\text{C}$ .

### 3.2. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ:

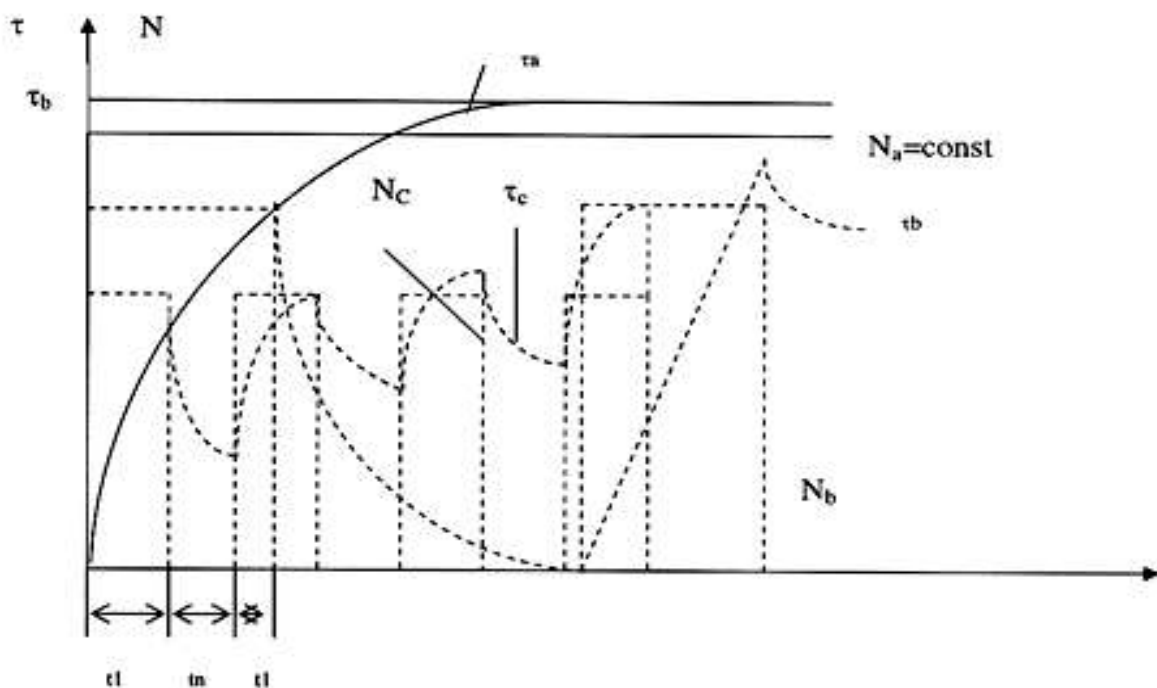
Có thể chia ra làm 3 loại : chế độ làm việc ngắn hạn, dài hạn và chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại.

#### b. Chế Độ Làm Việc Ngắn Hạn :

Ở chế độ này, động cơ làm việc có phụ tải trong thời gian ngắn, nhiệt sai của động cơ chưa đạt tới chỉ số ổn định thì đã mất phụ tải. Thời gian không có phụ tải kéo dài, nhiệt sai có đủ thời gia để giảm xuống chỉ số ban đầu. Các loại động cơ làm việc ở chế độ ngắn hạn như: máy bào giường, phanh giường , tiện đứng hay khoan cần...

#### c. Chế Độ Làm Việc Dài Hạn :

Ở chế độ này, động cơ làm việc có phụ tải trong thời gian dài. Trong thời gian này, nhiệt sai của động cơ đạt tới chỉ số ổn định. Đường  $N_a$  phụ tải và đường  $\tau_a$  biểu diễn nhiệt sai. Các động cơ làm việc chế độ này như : máy phay răng, máy tiện đứng, máy quạt.



Hình 3.2. Đồ thị biểu diễn Các chế độ làm việc của động cơ

#### d. Chế Độ Làm Việc Ngắn Hạn Lặp Lại

Thời gian làm việc có phụ tải và thời gian nghỉ trong chế độ này xen kẽ nhau. Trong thời gian làm việc  $t_1$ , nhiệt sai động cơ chưa đạt tới trị số ổn định thì mất phụ tải. Trong thời gian  $t_n$  nhiệt sai động cơ chưa giảm xuống trị số cũ thì lại có phụ tải, nhiệt sai tăng lên nhưng không bao giờ vượt quá trị số cho phép. Các động cơ như máy cắt kim loại, của cần trục.

Theo đồ thị trên có  $N_C$  : giảm đồ phụ tải,  $\tau_c$  đường nhiệt sai chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại.

Hệ số thời gian đông điện tương đối :

$$\varepsilon = \frac{t_1}{t_1 + t_n} 100\% = \frac{t_1}{t_{ck}} 100\%$$

trong đó :

$t_{ck} = t_1 + t_n$  là thời gian chu kỳ.

Với  $t_{ck} < 10$  phút, thì làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại.

Các trị số tiêu chuẩn của  $\varepsilon$  là : 15, 25, 40 và 60%.

### 3.3.XÁC ĐỊNH CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ ĐIỆN

#### a. Phụ Tải Dài Hạn Không Đối:

Động cơ làm việc với phụ tải không đối trong thời gian dài sẽ đạt được trạng thái ổn định. Quá trình quá độ không ảnh hưởng mấy đến động cơ. Ta có thể tính tổn thất công suất của động cơ ví quá trình đóng mở máy ít được lặp lại. Tuy rằng tổn thất này lớn hơn tổn thất ở trạng thái ổn định mức.

Công suất cần thiết của động cơ là :

$$N = \frac{N_c}{\eta_c}$$

$\eta$  : hiệu suất truyền động của động cơ

các máy vạn năng có thể coi như làm việc ở chế độ dài hạn và công suất phụ tải cần phải lấy là công suất lớn nhất  $N_{cmax}$  vậy công suất cần thiết của động cơ là:

$$N = \frac{N_{cmax}}{\eta_c}$$

hiệu suất truyền động trên máy cắt kim loại thường là : 0.75-0.85. thông thường người ta dùng hiệu suất là 0.8 đối với máy như máy tiện , khoan, bào....

Máy mài có  $\eta=0.9$ .

Thí dụ : hiệu suất của một số khâu như :

Đai truyền phẳng:  $\eta : 0.94 \div 0.96$

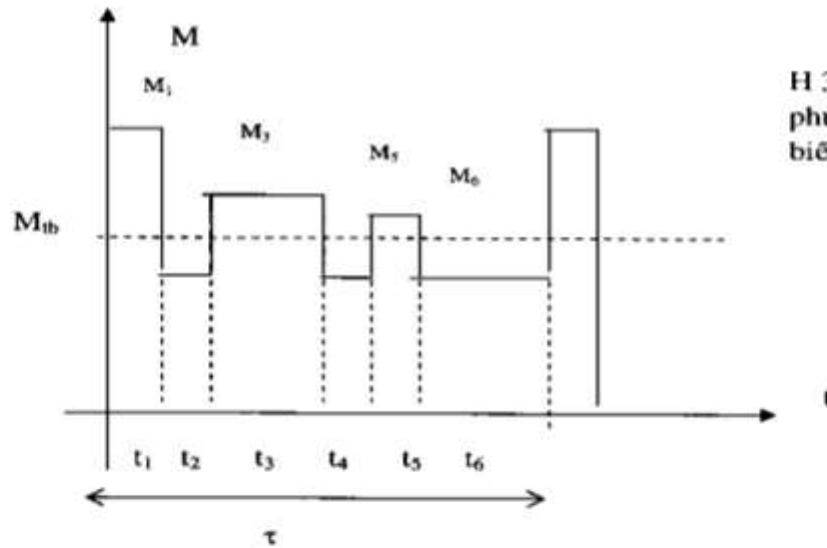
Đai truyền hình thang :  $\eta : 0.93 \div 0.96$

Đai răng thẳng:  $\eta : 0.98$

Hiệu suất truyền động chạy dao thông thường là :  $\eta=0.1 \div 0.2$

#### b. Phụ Tải Dài Hạn Biến Đối:

Đây là trường hợp gặp trên máy cắt kim loại khi phải thực hiện các nguyên công khác nhau và tương ứng với nó ta có phụ tải tên trục động cơ cũng khác nhau. Biểu đồ phụ tải đặc trưng bằng mômen  $M=f(t)$ (hình 3.3) sau:



H 3.3 Sơ đồ phụ tải dài hạn biến đổi.

Trong chu kỳ gia công xong chi tiết với thời gian  $t_{ck}$ , các nguyên công được thực hiện nối tiếp nhau với các phụ tải khác nhau. nếu như sau mỗi nguyên công cắt cần cho máy không thể thay đổi dao, thì  $M_2, M_4, M_6$  là mômen chạy không và chúng bằng nhau.

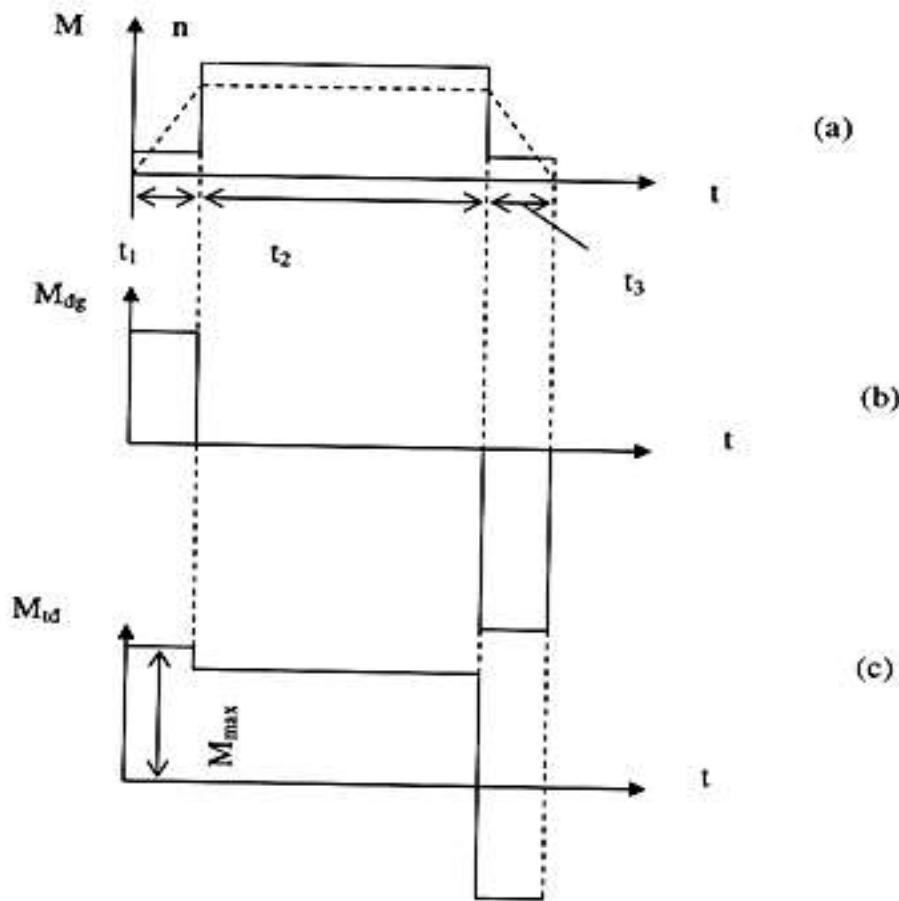
Thông thường ta chọn công suất động cơ theo : điều kiện quá tải , và kiểm tra lại theo điều kiện phát nóng.

Nếu bỏ qua mômen động  $M_{đg}$ , thì ta chỉ dựa vào phụ tải đỉnh của cơ cấu chấp hành mà tính ra mômen (công suất trung bình). Sau đó chọn công suất cho động cơ và kiểm tra lại theo điều kiện phát nóng.

Theo đồ thị ta có mô men trung bình của động cơ chấp hành là:

$$M_m = \frac{\sum_{i=1}^n M_i t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} = \frac{\sum_{i=1}^{n-6} M_i t_i}{t_{ck}} \quad (3.12)$$

dựa vào số tay kỹ thuật , ta chọn sơ đồ mômen định mức  $M_d$  của động cơ theo điều kiện :  $M_d \geq M_m$ . Ta có sơ đồ phụ tải động sau:



Hình 6.5

Với biểu đồ số vòng quay  $n = f(t)$  ta xác định mômen động theo công thức:

$$M_{ng} = M - M_c = \frac{J}{9.55} \cdot \frac{dn}{dt} = \frac{J}{9.55} \operatorname{tg} \alpha$$

trong đó:

$M$ : mômen do động cơ sinh ra trên trục của nó [Nm].

$M_c$ : momen cản của cơ cấu chấp hành quy đổi về trục động cơ [Nm].

$J$ : mômen quán tính của hệ thống truyền động quy đổi về trục động cơ [ $\text{kgm}^2$ ].

$\alpha$ : góc nghiêng vận tốc trên biểu đồ  $n = f(t)$ .

khi đã biết  $M_{dg}$ , ta xác định biểu đồ phụ tải của động cơ của hệ thống theo công thức:

$$M_{td} = M + M_{dg}$$

Biểu đồ  $M_{td} = f(t)$  được biểu diễn ở hình I và từ đây ta xác định mômen lớn nhất  $M_{max}$

Với  $M_{max}$  của phụ tải động ta chọn công suất động cơ theo điều kiện:  $M_n \geq \frac{M_{max}}{\lambda}$

Ơ dâ :  $\lambda$  hệ số quá tải mômen của động cơ

Đối với động cơ một chiều bình thường :  $\lambda=2$

Đối với động cơ một chiều đặt biệt:  $3 \div 4$

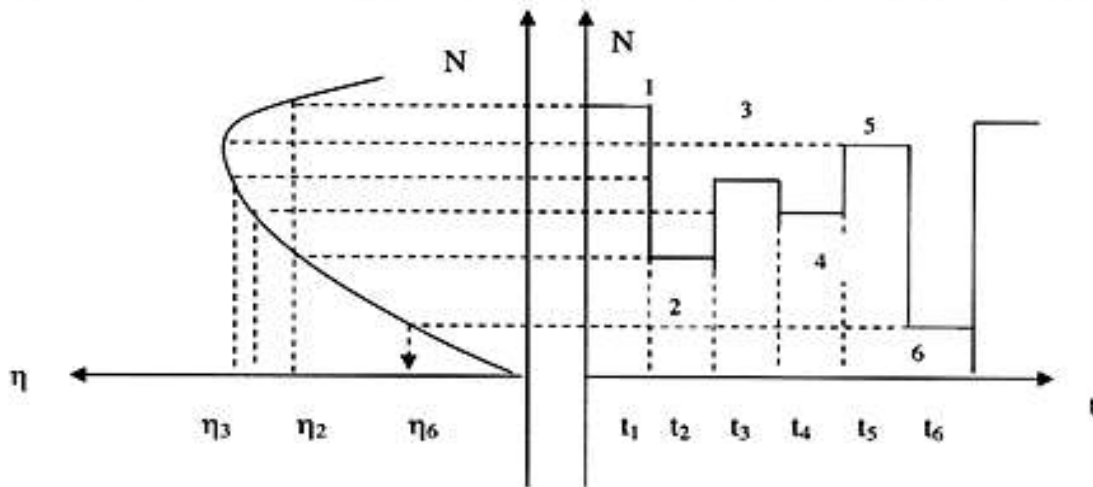
Động cơ không đồng bộ roto dây quấn:  $2 \div 3$

Động cơ điện rôto lồng sóc bình thường:  $1.8 \div 3$

Động cơ điện rôto lồng sóc có rãnh sâu:  $1.8 \div 2.7$

Kiểm nghiệm công suất theo điều kiện phát nóng , thường dùng hai phương pháp : phương pháp tổn thất trung bình và tính các đại lượng tương đương.

Phương pháp tính tổn thất trung bình: cần phải biết trước công suất sản ra trên trục động cơ  $N = f(t)$  và hiệu suất phụ thuộc và tải  $\eta = f(t)$  của động cơ biểu diễn trên đồ thị sau (H 3.5)



Hình 3.5

Với hai biểu đồ trên ta có thể xác định tổn thất công suất  $\Delta N_i$  cho từng nguyên công với biểu thức:

$$\Delta N_i = N_i \frac{1 - \eta_i}{\eta_i}; \quad i = 1, 2, 3 \dots$$

ở đây  $N_i$  và  $\eta_i$  là công suất trên trục và hiệu suất động cơ trong khoảng thời gian  $t_i$ . ( các trị số  $\eta_i$  thường được lấy bằng  $1/4, 2/4, 3/4, 4/4$ , và  $5/4$  công suất định mức  $N_d$  của động cơ ).

Tổn thất công suất trung bình:

$$\Delta N_{TB} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta N_i t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}$$

điều kiện cho phép để động cơ làm việc bình thường:

$$\Delta N_d \geq \Delta N_{tb}$$

$\Delta N_d$  : tổn thất công suất định mức tính bằng công suất

$$\Delta N = N_d \frac{1 - \eta_d}{\eta_d}$$

tổn thất công suất trung bình có thể xác định bằng công thức. Với việc tính đến hệ số điều kiện làm mát trong thời gian khởi động máy hãm và ngừng máy:

$$\Delta N_{tb} = \frac{\Delta N_1 t_1 + \Delta N_2 t_2 + \Delta N_3 t_3}{\alpha(t_1 + t_3) + t_2 + \beta t_4}$$

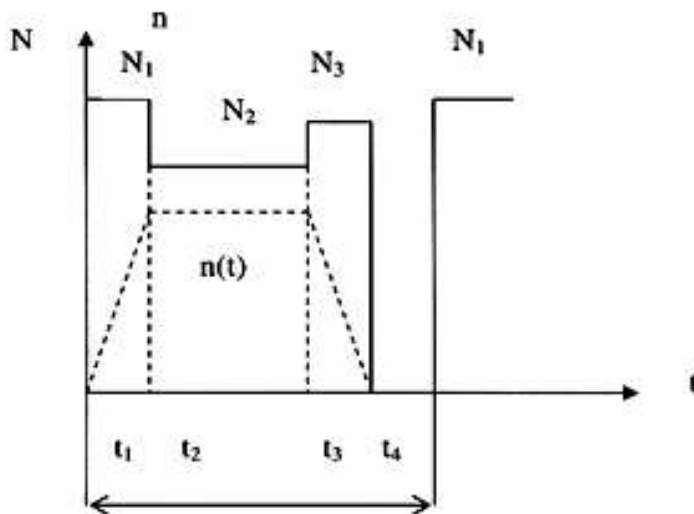
$\alpha$  hệ số điều kiện làm mát khi khởi động và hãm máy.

$\beta$  hệ số điều kiện làm mát khi ngừng máy.

$\alpha = 0.5, \beta = 0.25$  (động cơ không đồng bộ).

$\alpha = 0.75, \beta = 0.5$  (động cơ điều khiển).

Phương pháp kiểm tra bằng tổn thất trung bình đạt được giá trị khá nhiều chính xác. Nhưng tính toán phức tạp vì dùng biểu đồ. Nên còn hạn chế. Như hình vẽ sau



Hình 3.6

Phương pháp kiểm nghiệm động cơ theo điều kiện phát nóng là phương pháp tính các đại lượng:

Dòng điện tương đương:

$$I_{td} = \sqrt{\frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + \dots + I_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}}$$

thỏa mãn điều kiện phát nóng:  $I_{td} \geq I_{td}$ .

Mômen tương đương để kiểm tra điều kiện phát nóng của động cơ:



$$M_{td} = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + \dots + M_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}$$

điều kiện thỏa mãn :  $M_d \geq M_{td}$

Nếu trong quá trình làm việc , vận tốc của động cơ không thay đổi hoặc thay đổi không đáng kể tức là công suất tỷ lệ bậc nhất với mômen, ta có thể dùng công suất tương đương để kiểm nghiệm:

$$N_{td} = \sqrt{\frac{N_1^2 t_1 + N_2^2 t_2 + \dots + N_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}$$

điều kiện thỏa mãn :  $N_d \geq N_{td}$

đối với động cơ có số vòng quay thay đổi nhiều , phương pháp này không chính xác . do đó trong thực tế phương pháp này được dùng để chọn công suất sơ bộ cho động cơ.

### **b. Chọn Công Suất Động Cơ Điện Ở Chế Độ Ngắn Hạn:**

Để phục vụ cho tải ngắn hạn người ta thường dùng hai loại động cơ : động cơ chế tạo để làm việc với phụ tải dài hạn và loại động cơ đặc biệt phục vụ cho phụ tải ngắn hạn.

#### ➤ Chọn Công Suất Động Cơ Dài Hạn:

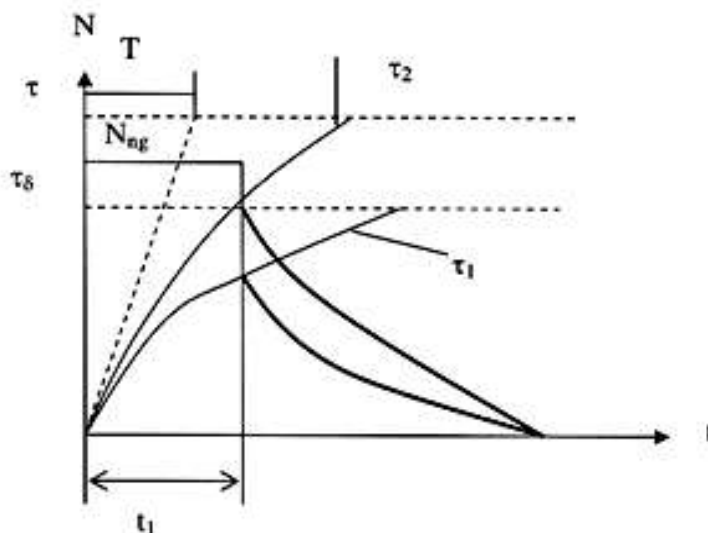
Khi chọn công suất dài hạn để phục vụ cho tải ngắn hạn, ta cần chú ý tận dụng khả năng làm việc của động cơ, tức là nhiệt sai lớn nhất ở cuối thời gian làm việc ngắn hạn cần đạt đến nhiệt sai ổn định. Vì thế công suất động cơ cần chọn phải nhỏ hơn công suất phụ tải ngắn hạn, tức là động cơ phải làm việc quá tải ở mức độ nào đó.

Đặc trưng như sau : dựa vào đồ thị dưới đây ta có :

Chọn động cơ theo phương pháp dài hạn :  $N_d \geq N_{ng}$  . thì trong quá trình làm việc nhiệt sai của động cơ không bao giờ đạt tới trị số ổn định  $\tau_0$

Để tận dụng khả năng chịu nhiệt của động cơ khi làm việc với công suất phụ tải ngắn hạn  $N_{ng}$  , ta cần cho động cơ làm việc quá tải để sau thời gian làm việc ngắn hạn  $t_1$  nhiệt sai đạt tới trị số ổn định  $\tau_0$  . trong trường hợp này công suất định mức của động cơ :  $N_d < N_{ng}$  .

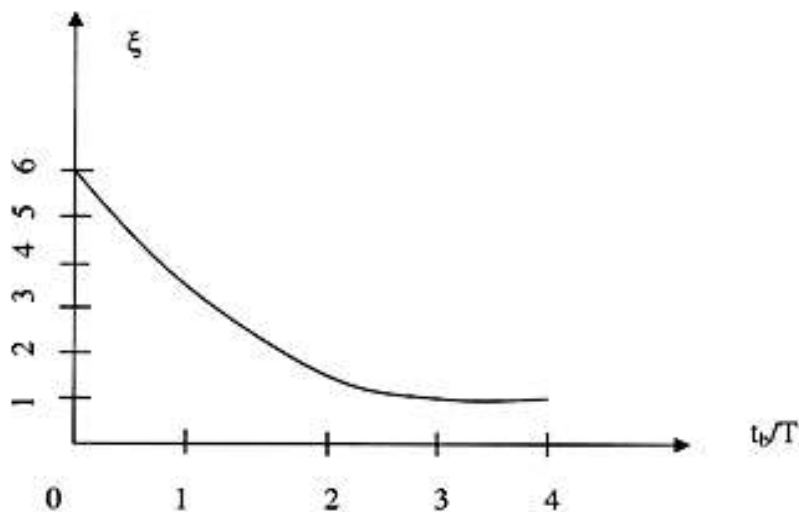
Chọn công suất động cơ làm việc với phụ tải ngắn hạn được tiến hành như sau:



Hình 3.7

Căn cứ vào công suất phụ tải ngắn hạn  $N_{ng}$ , thời gian làm việc ngắn hạn  $t_1$  từ đó xác định sơ bộ công suất định mức của động cơ. Trên cơ sở đó ta xác định hằng số thời gian phát nóng  $T$ , để tính ra hệ số quá tải dòng điện  $\xi$ . Sau đó xác định công suất định mức của động cơ điện với điều kiện:  $N_d \geq \frac{N_{ng}}{\xi}$

Hệ số quá tải dòng điện thông thường  $\xi = 1,6$  có thể xác định bằng đồ thị phụ thuộc tỷ số  $t_1/T$  như hình sau:



Đồ thị quá tải dòng điện .

➤ Chọn công suất động cơ ngắn hạn.

Để phục vụ cho phụ tải ngắn hạn với các thời gian làm việc tiêu chuẩn :  $t = 15, 30, 60$  và  $90$  phút loại động cơ này được thiết kế với khả năng chịu quá tải trong thời gian ngắn.

Nếu trong thời gian làm việc của phụ tải bằng thời gian tiêu chuẩn của động cơ ta chọn công suất định mức của động cơ ngắn hạn theo điều kiện :  $N_d \geq N_{ng}$  . nếu trong thời gian làm việc phụ tải ngắn hạn có trị số biến đổi , ta phải dùng trị số phụ thuộc tương đương để chọn công suất của động cơ.

**c. Chọn Công Suất Động Cơ Ở Chế Độ Làm Việc Ngắn Hạn Lặp Lại :**

➤ Dùng động cơ dài hạn :

Nếu động cơ dài hạn phục vụ cho ngắn hạn lặp lại thì chọn công suất động cơ cũng tiến hành tương tự. Tức là phải chọn động cơ có công suất định mức  $N_d$  nhỏ hơn công suất phụ tải ngắn hạn lặp lại.

Thỏa mãn điều kiện này, ta phải dùng hệ số quá tải về nhiệt độ  $\delta$  :

$$N_d \geq \frac{N_{nl}}{\delta}$$

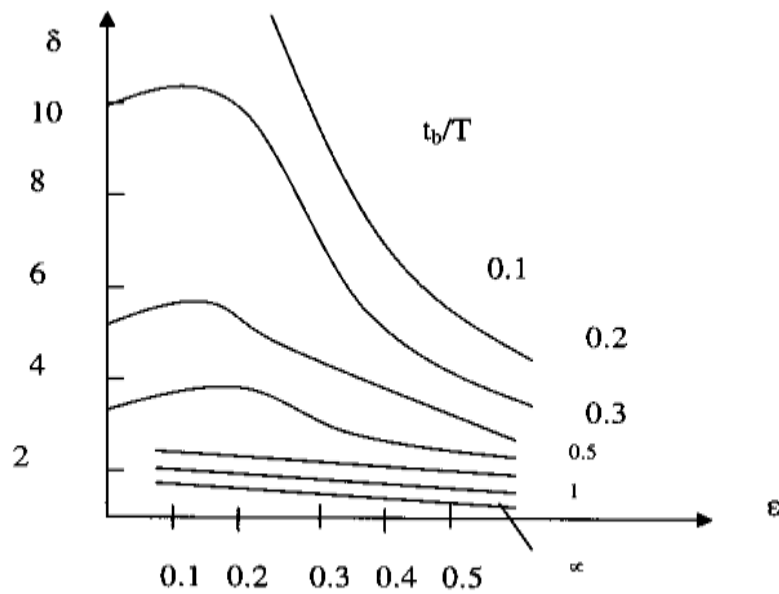
$$\delta = \frac{1 - e^{-\frac{t_1}{\epsilon T}}}{1 - e^{-\frac{t_1}{T}}}$$

$\epsilon$ : Hệ số thời gian đóng điện tương đương đối với có tính đến điều kiện làm mát kém đi trong thời gian nghỉ:

$$\epsilon = \frac{t_1}{t_1 + \beta t_n}$$

$\beta$ : hệ số điều kiện làm mát khi ngừng máy

có thể biểu diễn bằng đồ thị biểu diễn hệ số quá tải nhiệt:



Hình 3.8

➤ Dừng động cơ ngắn hạn lặp lại:

Để phụ vụ ngắn hạn lặp lại người ta chế tạo động cơ chuyên dùng gọi là động cơ điện ngắn hạn lặp lại. Nó có đặc điểm là: Độ bền cơ khí cao, mômen quán tính nhỏ, chịu được quá tải lớn. Hệ số thời gian đóng điện tương đối  $\epsilon = 15, 25, 40$  và  $60\%$ . Nếu hệ số tương đối phụ thuộc tải  $\epsilon_f$  bằng hoặc gần bằng hệ số đóng điện tương đối của động cơ  $\epsilon_d$ . Thì chọn động cơ có công suất định mức theo điều kiện:  $N_d = N_{nl}$ .

Nếu  $\epsilon_f \neq \epsilon_d$  ta phải quy đổi công suất ngắn hạn lặp lại  $N_{nl}$  và trị số  $\epsilon_f$  về trị số  $\epsilon_d$ . sau đó chọn công suất động cơ thỏa mãn biểu thức:

$$N_d \geq N_{nl} \sqrt{\frac{\epsilon_f}{\epsilon_d}} \quad \text{nếu } \epsilon_f > \epsilon_d, \epsilon_f < \epsilon_d$$

$$N_d \leq N_{nl} \sqrt{\frac{\epsilon_f}{\epsilon_d}}$$

Trong trường hợp phụ tải ngắn hạn lặp lại ta dùng công suất tương đương theo công thức sau để chọn công suất động cơ:

$$N_{td} = \sqrt{\frac{N_1^2 t_1 + N_2^2 t_2 + \dots + N_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}$$

## CHƯƠNG 4 KHÍ CỤ ĐIỆN

Để thực hiện quá trình điều khiển truyền động điện trên máy cắt kim loại như: mở máy, tắt máy, đảo chiều, điều chỉnh (vận tốc, hành trình...) hãm, bảo vệ, kiểm tra v.v... người ta dùng rất nhiều loại khí cụ điện với các chức năng khác nhau. Các loại khí cụ này là các phân tử cơ bản tạo nên các hệ thống điều khiển, hệ thống tự động hóa các quá trình làm việc của máy. Ngoài những khí cụ điều khiển, trên máy cắt kim loại còn dùng những thiết bị điện để thực hiện truyền động, kẹp chặt như: ly hợp điện từ, bàn điện từ v.v...

Khí cụ điện có thể phân loại dựa vào nguyên lý làm việc hay phương pháp điều khiển, nhưng phổ biến nhất là phân loại theo chức năng của nó. Tùy thuộc vào chức năng, khí cụ điện có thể phân thành các loại như sau:

- Khí cụ điều khiển (cầu dao, aptomat, công tắc tơ v.v...)
- Khí cụ bảo vệ (rơ le, cầu chì...)
- Khí cụ tác động điện – cơ (nam châm điện, ly hợp điện từ)
- Khí cụ điều chỉnh (đatric, bộ điều chỉnh...)

### 4.1. KHÍ CỤ ĐIỀU KHIỂN BẰNG TAY

Khí cụ điều khiển bằng tay là những khí cụ làm việc nhờ tác động của truyền động bằng cơ khí hoặc bằng tay, để đóng ngắt các mạch điện một chiều hoặc xoay chiều có điện áp đến 500V, thông thường là các mạch điện động lực, mạch điện thấp sáng, khởi động, khống chế v.v... Khí cụ điều khiển bằng tay được dùng trong những sơ đồ đơn giản, không yêu cầu điều khiển tự động và có tần số đóng ngắt cao của máy cắt kim loại.

Dưới đây ta xét một số khí cụ điều khiển bằng tay thường dùng.

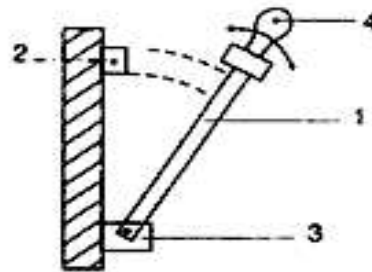
#### 1. Cầu dao

##### a. Cầu dao thường

Khí cụ điều khiển bằng tay đơn giản nhất là cầu dao, nó dùng để đóng, ngắt các mạch điện một chiều hoặc xoay chiều có dòng điện định mức tới 1000A.

Các bộ phận chính của cầu dao được thể hiện trên (H.4.1.):

Cầu dao gồm có tiếp điểm động hình dao (1) và tiếp



Hình 4.1: Sơ đồ kết cấu cầu dao.

điểm tĩnh (2). Một đầu dao nối bản lề với thanh (3) và đầu kia có tay cầm (4) để đóng mở dao với tiếp điểm (2). Nhờ tính đàn hồi của hai má tiếp điểm tĩnh, dao được giữ chặt khi đóng vào tiếp điểm tĩnh.

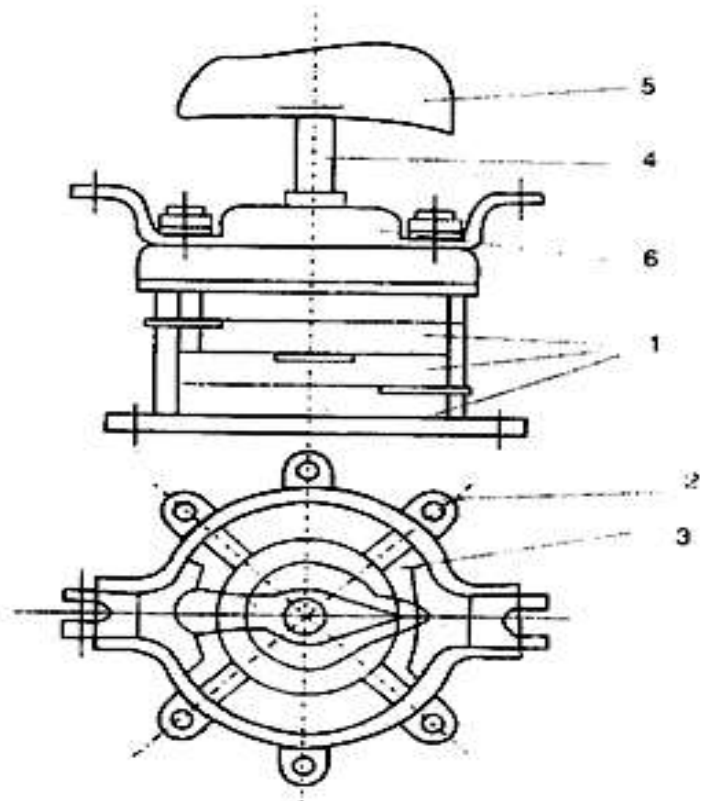
Cầu dao được chế tạo với một cực, hai cực hoặc ba cực. Để đảm bảo an toàn, đối với cầu dao có tay gạt ở giữa để đóng nhất điện áp 380V và 500V, cần phải có các hộp bảo vệ che kín các phần tử dẫn điện của cầu dao.

Trên máy cắt kim loại cầu dao được dùng để đóng, ngắt dòng điện đưa vào máy (thường đặt ở ngoài máy). Thông dụng nhất là loại ba cực với dòng điện 100A và 200A.

**b. Cầu dao đổi nối**

Để đóng ngắt hai mạch điện khác nhau người ta dùng cầu dao đổi nối. H.4.2 giới thiệu loại cầu dao đổi nối ba cực.

Cầu dao đổi nối chỉ khác cầu dao thường ở chỗ có hai hệ thống tiếp điểm tĩnh (1) và (2) mắc vào hai mạch điện khác nhau. Việc đổi nối được thực hiện bằng cách thay đổi trạng thái tiếp xúc giữa dao (3) và các tiếp điểm tĩnh khi quay tay cầm (4) quanh trục (5).



Hình 4.3: Sơ đồ kết cấu cầu công tác xoay.

### ***c. Công tắc xoay***

Trong thiết bị điện của máy cắt kim loại thường dùng nhất là cầu dao đổi nối kiểu xoay, hay còn gọi là công tắc xoay. Loại này thường được dùng làm khí cụ đảo mạch trong các mạch tự động có công suất nhỏ, trong các mạch khởi động, đảo chiều hay đổi nối từ hình sao – tam giác của các động cơ điện.

Công tắc xoay chiều cực được thể hiện như ở (H.4.3.):

Công tắc xoay gồm nhiều vành (1) liên kết với nhau. Một vành tạo thành một cực có bố trí hệ thống tiếp điểm và hệ thống dập hồ quang. Mỗi cực có hai chỗ ngắt. Tiếp điểm tĩnh (2) làm bằng lá đồng thau. Tiếp điểm động (3) lắp cách điện trên trục (4) và có thể cùng quay với trục. Bộ đàn hồi của tiếp điểm động tạo nên lực ép giữa các tiếp điểm. Khi quay núm (5), một số vành sẽ được đóng và một số vành sẽ bị mở.

Ở phần (6) của hộp có đặt các cơ cấu để đảm bảo việc cố định và chuyển đổi các tiếp điểm được nhanh mà không phụ thuộc vào vận tốc quay núm (5) bằng tay.

Công tắc xoay có nhiều ưu điểm hơn cầu dao vì kích thước nhỏ gọn, chịu được va chạm và chấn động, nó có nhiều tiếp điểm nên đồng thời có thể khống chế nhiều mạch điện. Nhược điểm chủ yếu của nó là hệ thống tiếp điểm và cơ cấu truyền động chóng mòn. Tùy thuộc vào đặc điểm phụ tải, nó có thể đóng mở từ  $(10+20)10^3$  lần.

Trong máy cắt kim loại thường dùng công tắc xoay với dòng điện 6, 10, 15, 25, 40 và 60A với điện áp 220V và 380V. Công tắc xoay thường dùng với loại một, hai và ba cực.

## **2. Bộ chuyển đổi**

Bộ chuyển đổi là một loại khí cụ điện dùng để đổi nối sơ đồ đấu dây trong các mạch điều khiển. Bằng cách chuyển đổi đó, ta có thể thay đổi nhiều mạch điện trong cùng một lúc để thực hiện các thao tác như: khởi động, điều chỉnh vận tốc, đảo chiều, hãm v.v... Tùy theo kết cấu, bộ chuyển đổi có thể chia thành:

- Bộ chuyển đổi phẳng
- Bộ chuyển đổi hình trống.
- Bộ chuyển đổi cam

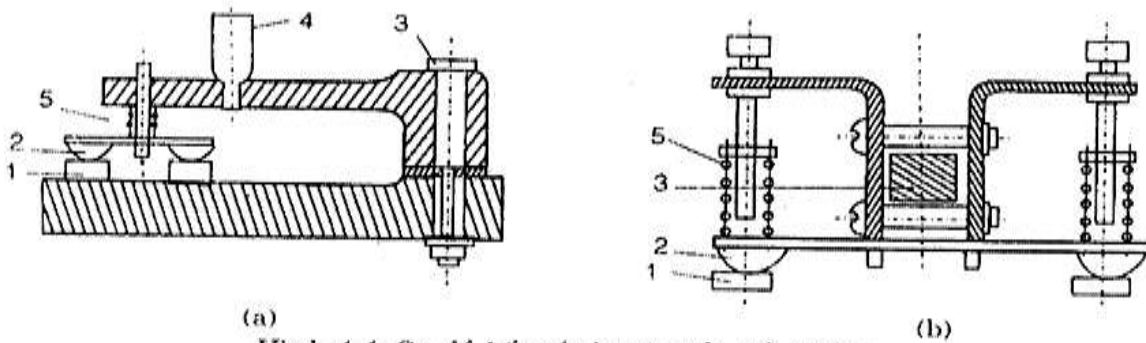
Trong số trên, các chuyển đổi cam được thông dụng hơn cả.

### ***a. Bộ chuyển đổi phẳng***

Bộ chuyển đổi phẳng là loại kết cấu tương đối đơn giản, có khả năng thực hiện nhiều cấp tiếp xúc, nhưng khả năng chịu tải lại nhỏ. Do đó, loại này được dùng ở những nơi cần nhiều đầu nối để điều chỉnh kích từ, khởi động và điều chỉnh vận tốc của động cơ.

H.4.4: giới thiệu sơ đồ cấu tạo của bộ chuyển đổi phẳng điều chỉnh quanh trục (hình a) và điều chỉnh dọc trục (hình b).

Trên hình (a) các tiếp điểm tĩnh (1) được đặt quanh trục (3). Nhờ tay quay (4), ta di



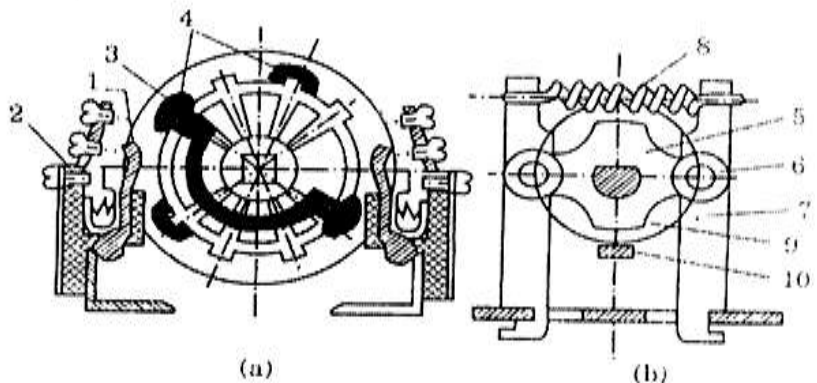
(a) (b)  
Hình 4.4: Sơ đồ kết cấu bộ chuyển đổi phẳng.

động các tiếp điểm động (2) đến tiếp xúc với các tiếp điểm tĩnh tương ứng. Lò xo (5) làm cho tiếp điểm tĩnh và động luôn tì sát vào nhau.

Nguyên lý làm việc của cơ cấu ở hình (b) cũng tương tự như hình (a), chỉ khác ở chỗ: cơ cấu di động tiếp điểm động được dịch chuyển theo trục dẫn hướng (3). Loại này chẳng những điều khiển bằng tay, mà còn có thể điều khiển bằng động cơ phụ quay trục vítme để di động cơ cấu mang tiếp điểm động theo dọc trục. Trong trường hợp này, người ta còn dùng công tắc tơ phụ để khống chế hành trình. Các công tắc tơ này sẽ ngắt mạch điện khi tiếp điểm động di chuyển từ vị trí này sang vị trí khác, và khi đã đúng vị trí, lại đóng điện vào.

**b. Bộ chuyển đổi hình trống**

So với bộ chuyển đổi phẳng, bộ chuyển đổi hình trống đảm bảo đóng, ngắt mạch chắc chắn hơn. Do đó, nó được dùng ở các bộ phận truyền động có dòng điện lớn và tần số đóng, ngắt cao. Nó có thể dùng để điều khiển động cơ điện một chiều có công suất đến 45KW và động cơ điện xoay chiều đến



(a) (b)  
Hình 4.5: Sơ đồ kết cấu bộ chuyển đổi hình trống.



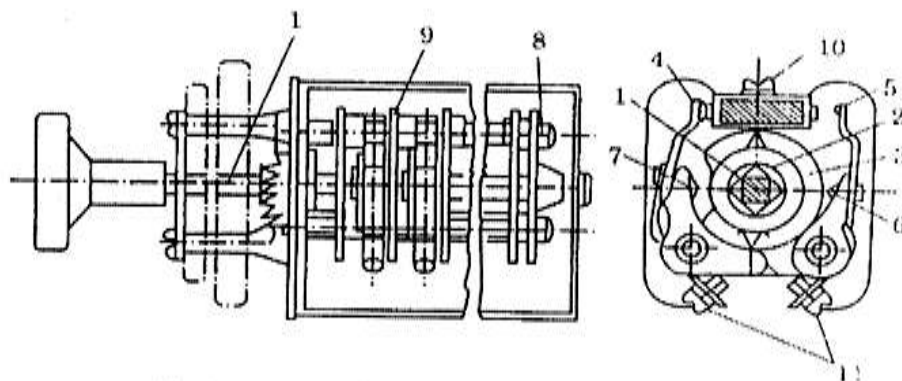
75KW với tần số thao tác 240lần/giờ. Số lần đóng ngắt có thể đạt 200.000 lần. H.4.5. giới thiệu sơ đồ kết cấu của loại này.

Hình (a) biểu diễn mặt cắt ngang của bộ chuyển đổi hình trống. Các tiếp điểm tĩnh (1) được lắp trên khung bằng nhựa cách điện (2). Ở giữa hai dãy tiếp điểm tĩnh đặt trống (3) cũng bằng nhựa được lắp từ các vành riêng biệt. Trên trống lắp các cầu tiếp điểm bằng đồng (4). Khi quay trống, các cầu này sẽ nối liền các tiếp điểm tĩnh lân cận hoặc nằm đối diện nhau.

Hình (b) cũng là mặt cắt ngang chỗ có cơ cấu cố định của bộ chuyển đổi. Khi trống (3) quay, đĩa hình sao (5) lắp trên trục của nó cũng quay theo. Khi đó, con lăn (6) lắp trên cần (7) sẽ nằm vào phần lõm của đĩa (5), và lò xo (8) sẽ ép chúng lại. Hạn chế hành trình của trống nhờ có phần lồi của đĩa chắn (9) chạm vào tì (10).

### c. Bộ chuyển đổi cam

Bộ chuyển đổi cam là loại khí cụ điện dùng để đóng ngắt các tiếp điểm bằng cơ cấu cam. Đặc điểm của loại này là đóng tiếp điểm bằng cam. Do đó, trong trường hợp bị chảy dính, tiếp điểm vẫn tách ra được.



Hình 4.6. Sơ đồ kết cấu bộ chuyển đổi cam.

Bộ chuyển đổi cam thường dùng trên máy công cụ có dạng như ở (H.4.6).

Khi quay trục (1), cam (2) và (3) bằng chất cách điện lắp trên trục làm xoay các tiếp điểm (4) và (5) để đóng ngắt các mạch điện tương ứng. Nếu quay trục (1) thêm một góc  $180^{\circ}$  nữa, chốt (6) sẽ vào chỗ lõm của cam, tiếp điểm (5) đóng, cũng lúc chốt (7) sẽ tì vào mặt trụ của cam, và tiếp điểm (4) sẽ mở.

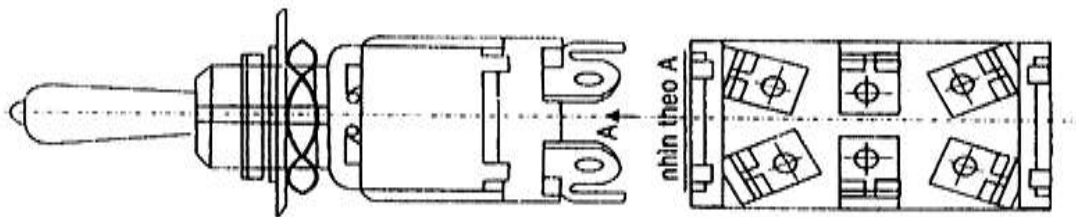
Số phân tử mang tiếp điểm của bộ chuyển đổi cam có thể là 2, 4, 6, 8, 10, 12 hoặc 16 và được ghép lại bằng các chốt (8) với các vách ngăn bằng nhựa (9). Vít (10) dùng để nối song song các tiếp điểm của vài phân tử trong trường hợp cần thiết. Các vít (11) dùng để nối với mạch ngoài.

Các tiếp điểm của bộ chuyển đổi cam có thể ngắt được dòng điện xoay chiều 2,5A khi điện áp 380V, và dòng điện một chiều 0,3A khi điện áp 220V. Loại này thường dùng trong máy cắt kim loại để chuyển đổi từ chế độ làm việc này sang chế độ làm việc khác, hoặc chuyển đổi cực của động cơ không đồng bộ, hoặc chuyển đổi mạch của các hệ thống điều khiển khác.

### 3. Công tắc

#### a. Công tắc thao tác bằng tay

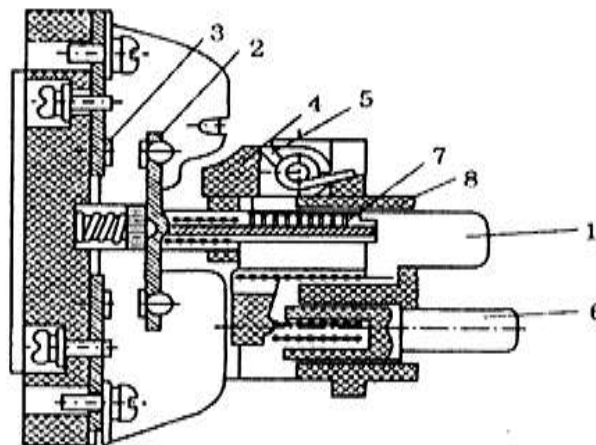
Trong hệ thống điện của máy công cụ cũng dùng rất nhiều các kiểu công tắc thao tác bằng tay, đặc biệt dùng rộng rãi để đóng ngắt tiếp điểm ở các mạch thấp sáng. Công tắc thường dùng là một cực hay hai cực, H. 47 giới thiệu hình dáng của công tắc hai cực.



Hình 4.7: Công tắc hai cực.

Để đóng ngắt động cơ điện, trên máy cắt kim loại người ta cũng dùng công tắc khởi động bằng tay như sau (H.48):

Khi ấn nút (1), tiếp điểm động (2) tiếp xúc với tiếp điểm tĩnh (3). Lúc đó chốt khóa (4) quay quanh trục của nó nhờ tác dụng của lò xo (5), và cố định hệ thống di động ở vị trí tiếp xúc. Khi ta ấn nút (6), chốt (4) ra khỏi vị trí khóa, dưới tác dụng của lò xo (7) các tiếp điểm mở và trở về vị trí cũ. Các bộ phận như thân (8), nút ấn, chốt khóa đều làm bằng vật liệu cách điện.



Hình 4.8: Công tắc khởi động bằng tay.

**b. Công tắc hành trình**

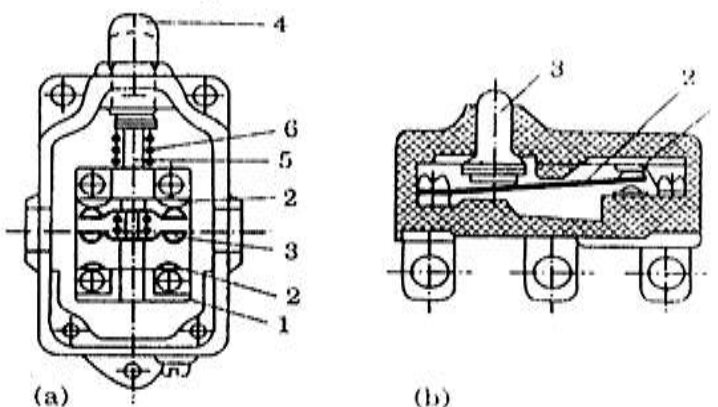
Công tắc hành trình là công tắc dùng để thực hiện thao tác chuyển đổi trong các mạch điều khiển theo tín hiệu “hành trình” của cơ cấu cần điều khiển (thí dụ như bàn máy). Khí cụ này chủ yếu dùng trong các mạch có cuộn dây rơle và công tắc tơ.

Đặc điểm của công tắc hành trình là các tiếp điểm của nó có thể đóng hoặc mở khi bộ phận di động của máy thực hiện một hành trình nhất định. Nếu công tắc hành trình dùng để chuyển đổi mạch ở các vị trí cuối hành trình của cơ cấu cần điều khiển, ta gọi nó là công tắc cuối hành trình. Nguyên lý làm việc của hai loại như nhau và trong nhiều trường hợp có thể thay thế cho nhau.

Tùy theo kết cấu, công tắc hành trình và cuối hành trình có thể chia thành: kiểu ấn, kiểu đòn, kiểu quay v.v...

H.4.9: giới thiệu sơ đồ kết cấu của công tắc hành trình kiểu ấn.

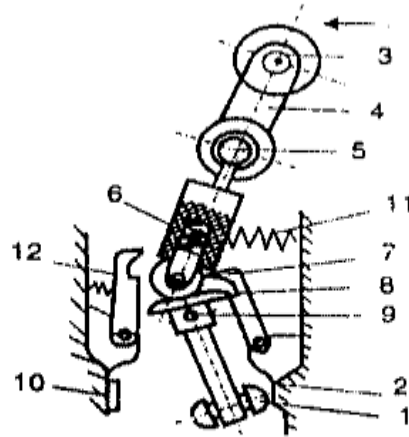
H.4.9a: là sơ đồ kết cấu công tắc cuối hành trình kiểu ấn BK-111. Bộ phận chính của nó là đế cách điện (1), trên đó có lắp các tiếp điểm tĩnh (2) và các tiếp điểm động kiểu gánh (3). Loại này thường lắp ở cuối hành trình của cơ cấu cần điều khiển. Khi cơ cấu cần điều khiển đi hết hành trình, vấu tì của nó đè lên nút (4), trục (5) mang các tiếp điểm động (3) sẽ tụt xuống mở cặp tiếp điểm thường đóng phía trên, và đóng cặp tiếp điểm thường mở phía dưới. Sau khi vấu tì đi qua, lò xo (6) sẽ đẩy trục (5) về vị trí ban đầu.



Hình 4.9: Công tắc cuối hành trình

Trong loại công tắc này, vận tốc đóng ngắt các tiếp điểm bằng vận tốc chuyển động của trục (5) và phụ thuộc vào vận tốc của vấu tì. Nếu các tiếp điểm gánh di động chậm, hồ quang điện kéo dài và làm hỏng các tiếp điểm. Vì thế, loại công tắc này được dùng trong trường hợp vận tốc của vấu tì không nhỏ hơn 0,4m/f.

Để dừng máy hoặc chuyển đổi trạng thái với độ chính xác cao (0,3 + 0,7mm), người ta dùng loại công tắc có kích thước nhỏ gọn là công tắc hành trình tế vi (H.4.9b). Loại này có một tiếp điểm



Hình 4.10: Công tác hành trình chuyển đổi nhanh.

Thường đóng và một tiếp điểm thường mở. Tiếp điểm động (1) được lắp trên đầu tự do của lò xo lá (2). Khi cơ cấu được điều khiển ấn nút (3) xuống, lò xo lá bị biến dạng dần và đến một mức độ nào đó nó sẽ bật nhanh xuống dưới, làm tiếp điểm trên mở ra, tiếp điểm dưới đóng lại. Thời gian chuyển từ trạng thái này sang trạng thái kia từ 0,01 + 0,02s. Tổng hành trình của nút ấn bằng 0,7mm, và lực ấn chỉ cần từ 3+7N.

Để thực hiện đóng ngắt nhanh, không phụ thuộc vào vận tốc của cơ cấu từ lên nút ấn, đồng thời đảm bảo việc chuyển đổi ổn định khi hành trình lớn và dòng điện lớn, người ta dùng công tác hành trình kiểu đòn. (H.Bảng 3.4: Sự phân bố của các mức độ của màng bám theo loại (H4.10) trình bày sơ đồ nguyên lý của loại này.

Vị trí đóng của tiếp điểm động (1) và tiếp điểm tĩnh (2). Khi cơ cấu di động tác động lên con lăn (3), đòn (4) sẽ quay theo chiều ngược kim đồng hồ quanh trục (5). Nhờ lò xo (6), con lăn (7) làm thanh (8) có lắp các tiếp điểm động (1) quay quanh trục (9), tiếp điểm (1) và (2) sẽ mở ra, tiếp điểm (1) và (10) sẽ đóng lại. Lò xo (11) sẽ đẩy đòn (4) về vị trí ban đầu khi không còn lực tác dụng lên con lăn (3). Then khóa (12) làm nhiệm vụ giữ chặt tiếp điểm ở vị trí đóng.

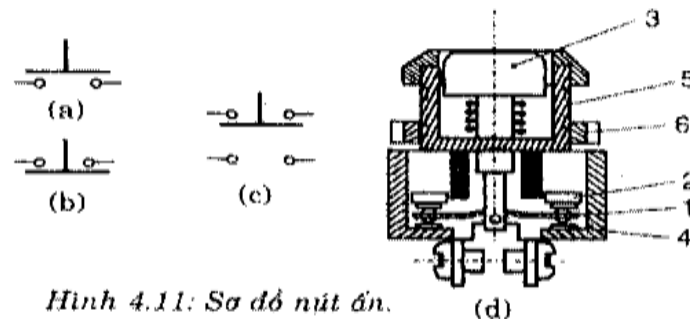
Loại công tác hành trình này có thể ngắt dòng điện một chiều 6A và điện áp 220V. Đòn gạt có thể tác dụng một chiều (như kiểu trên hình vẽ) hoặc tác dụng hai chiều với 2 con lăn, hoặc tác dụng không cùng một đường với cơ cấu cần điều khiển.

Công tác hành trình được thiết kế với số lần tác động lớn, thông thường từ  $(1+2)10^6$  lần. Ở một số kết cấu mới, số lần tác động có thể đạt đến  $(5+10)10^6$ .

#### 4. Nút ấn

Để đóng ngắt những mạch điện có dòng điện tương đối nhỏ, trên máy cắt kim loại cũng thường dùng các loại nút ấn. Nút ấn thông thường làm việc với điện áp thấp, nên tiếp điểm của nó được chế tạo bằng đồng đỏ mạ bạc.

Trên máy cắt kim loại, nút ấn được dùng để đóng ngắt mạch điều khiển động cơ điện một pha hoặc ba pha. Sơ đồ và kết cấu vài loại nút ấn được trình bày ở (H.4.11)



Hình 4.11: Sơ đồ nút ấn.

H.4.11a: là sơ đồ của nút ấn với tiếp điểm thường mở, tức là tiếp điểm chỉ đóng khi ta ấn nút. (H.4.11b) là sơ đồ nút ấn với tiếp điểm thường đóng, tức là khi ấn nút tiếp điểm sẽ mở. Trong máy công cụ cũng thường dùng loại nút ấn với một tiếp điểm thường đóng và một tiếp điểm thường mở như sơ đồ ở (H.4.11c). Đôi khi cũng dùng nút ấn với hai tiếp điểm thường đóng. (H.4.11d) giới thiệu kết cấu của hai loại nút ấn theo sơ đồ ở (H.4.11c). Ở trạng thái bình thường, tiếp điểm động (1) luôn tiếp xúc với tiếp điểm tĩnh (2) ở phía trên. Khi ấn nút (3), tiếp điểm động (1) di động xuống phía dưới, mở tiếp điểm (2) và đóng các tiếp điểm tĩnh (4) ở phía dưới. Thân (5) của nút ấn được lắp vào panel điều khiển nhờ đai ốc (6).

Trong máy công cụ cũng thường dùng loại nút ấn có đầu ấn to, dễ điều khiển để dùng làm nút *Dừng*. Các nút ấn thường được lắp chung với các công tắc, đèn tín hiệu, v.v... trên một tấm bảng hoặc trên một nắp hộp làm thành panel điều khiển.

## 4.2. KHÍ CỤ ĐIỀU KHIỂN XA

Khí cụ điều khiển xa là những khí cụ điều khiển tự động các quá trình đóng ngắt động cơ, hãm, thay đổi vận tốc, thay đổi chiều quay, khóa lẫn các thiết bị điện v.v... bằng những cơ cấu đặc biệt, không cần sự tham gia trực tiếp của con người. Với những khí cụ điều khiển tự động, thời gian điều khiển, thời gian của một chu kỳ làm việc được rút ngắn, nâng cao độ tin cậy làm việc, hạn chế những khả năng hư hỏng và loại trừ những thiếu sót của người điều khiển.

Ta lần lượt nghiên cứu một số thí dụ điều khiển xa thường dùng như sau:

## 1. Công tắc tơ

Công tắc tơ là loại khí cụ điều khiển xa dùng để đóng mở thường xuyên các mạch điện động lực.

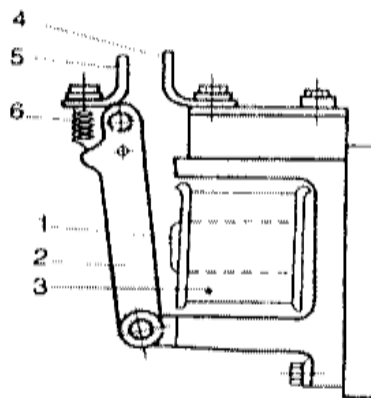
Căn cứ vào loại dòng điện dẫn vào cuộn dây nam châm điện của công tắc tơ, ta có thể phân biệt:

- Công tắc tơ một chiều
- Công tắc tơ xoay chiều

Công tắc tơ thường dùng hiện nay có tần số thao tác rất lớn: thông thường là 50+600 lần/giờ. Ở chế độ làm việc nặng, có thể đạt đến 1500 lần/giờ. Độ bền mòn cơ, tức là số lần thao tác có thể đạt được khi không có dòng điện chạy qua tiếp điểm là  $(10+20)10^6$  lần; và độ bền mòn điện, tức là số lần thao tác tối thiểu khi có dòng điện chạy qua các tiếp điểm là  $(2+3)10^6$  lần.

### a. Công tắc tơ một chiều

Công tắc tơ một chiều là loại công tắc tơ dùng dòng điện một chiều cung cấp cho nam châm điện của nó. Công tắc tơ một chiều dùng để nối các mạch điện một chiều, và nhiều khi cũng dùng để đóng ngắt các mạch điện xoay chiều. Trong trường hợp sau, phải dùng bộ chỉnh lưu. Công tắc tơ một chiều có nhiều kiểu kết cấu khác nhau. Dưới đây ta xét một kiểu theo (H.4.12):



Hình 4.11: Công tắc tơ một chiều.

Những bộ phận chính của công tắc tơ này là:

- Hệ thống nam châm điện gồm có lõi từ (1), phần cứng (2) và cuộn dây hút (3).

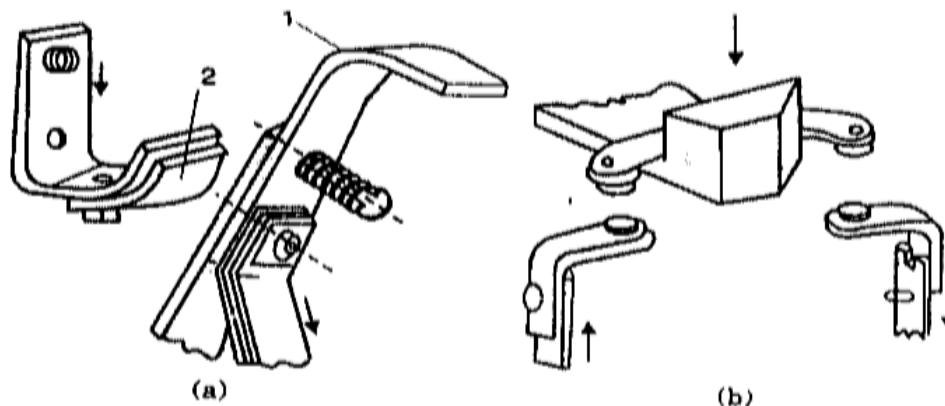
- Hệ thống tiếp điểm gồm tiếp điểm tĩnh (4) và tiếp điểm động (5). Đây là những tiếp điểm chính.

Khi đặt điện áp vào cuộn dây (3) của nam châm điện, phần cứng (2) sẽ bị hút vào. Tiếp điểm động (5) lắp trên phần cứng sẽ tiếp xúc với tiếp điểm tĩnh (4) làm đóng mạch điện. Lò xo nén (6) bảo đảm sự tiếp xúc ổn định của các tiếp điểm.

Cuộn dây hút của công tắc tơ một chiều có số vòng quấn lớn, nên điện trở lớn. Do đó, có thể mắc song song với điện áp nguồn.

Cuộn dây hút có công suất khoảng  $20 + 25W$  và có khả năng làm việc chuẩn xác trong phạm vi điện áp dao động từ  $85+105%$  điện áp định mức. Điện áp cuộn dây hút có hai cấp: 110 và 220V.

Thời gian đóng công tắc tơ khoảng  $0,08 + 0,3s$  và thời gian ngắt khoảng  $0,03 + 0,1s$ . Các dạng tiếp điểm chính của công tắc tơ một chiều phổ biến nhất được trình bày ở (H.4.13):

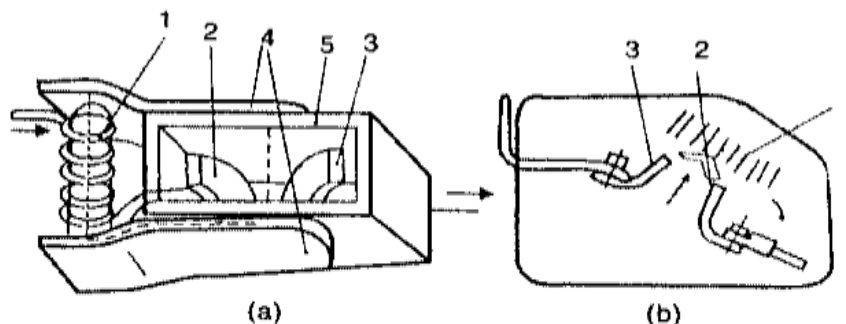


Hình 4.13: Các tiếp điểm của công tắc tơ.

Đối với dòng điện lớn, tiếp điểm chính được chế tạo bằng đồng đỏ, kiểu hình ngón, tiếp xúc đường như ở (H.4.13a). Khi đóng hoặc ngắt, tiếp điểm động (1) có thể lăn và trượt trên bề mặt của tiếp điểm tĩnh (2), cạo sạch lớp ôxit kém dẫn điện trên bề mặt tiếp xúc và dịch chuyển điểm cháy của hồ quang ra xa bề mặt công tác của tiếp điểm.

Loại tiếp điểm gán theo (H.4.13b) thường dùng ở dòng điện nhỏ được chế tạo bằng hợp kim loại – cadimi. Loại này thường dùng ở mạch điện tín hiệu.

Để nâng cao tuổi thọ của tiếp điểm, ở các mạch điện có dòng điện lớn, công tắc tơ được trang bị thêm một bộ phận dập tắt hồ quang gọi là buồng dập hồ quang.



Hình 4.14: Buồng dập hồ quang.

**Buồng dập**

hồ quang thường dùng là loại buồng có cuộn dây dập hồ quang mắc nối tiếp như ở (H.4.14):

Buồng dập hồ quang theo kiểu hình (a) gồm có cuộn dây dập hồ quang (1) mắc nối tiếp với tiếp điểm tĩnh (2) và tiếp điểm động (3). Cuộn dây dập hồ quang (1) có số vòng nhỏ và tiết diện của dây lớn, nên sụt áp trên dây chỉ chiếm vài phần mười V. Vì mắc nối tiếp, nên dòng điện chạy qua cuộn dây (1) cũng chính là dòng điện của mạch cần ngắt. Từ trường do cuộn dây tạo nên được khép kín giữa tiếp điểm (2) và (3), nơi phát sinh hồ quang khi ngắt.

Dưới tác dụng của từ trường, hồ quang sẽ bị xô dịch. Chiều quấn cuộn dây cần phải chọn như thế nào để hồ quang xô dịch về phía trên, tách xa tiếp điểm. Dòng điện cần ngắt càng lớn, hồ quang càng mạnh và tác dụng của cuộn dây dập hồ quang càng lớn.

Từ trường của cuộn dây dập hồ quang được dẫn đến chỗ xuất hiện hồ quang nhờ hai phiến má (4) làm bằng thép tấm. Giữa hai phiến má (4) có khung dập hồ quang (5) làm bằng xi măng amiăng để ngăn cách hồ quang lan sang các tiếp điểm lân cận.

Để dập hồ quang, người ta còn dùng lá thép dập hồ quang như ở hình (b). Các lá thép (1) được lắp trên thành của khung dập hồ quang. Hồ quang xuất hiện khi ngắt các tiếp điểm (2) và (3), bị hút vào giữa các lá thép dập hồ quang (1) dưới tác dụng của từ trường. Các lá thép lấy đi phần lớn nhiệt của hồ quang, làm hồ quang chóng dập tắt.

Buồng dập hồ quang có cuộn dây mắc nối tiếp làm việc không phụ thuộc vào chiều dòng điện, vì khi thay đổi chiều dòng điện, thì chiều của từ trường và chiều của dòng điện trong hồ quang cũng đồng thời thay đổi. Loại này làm việc có độ tin cậy cao, khi dập hồ quang ở các dòng bằng hoặc lớn hơn định mức, nhưng tác dụng dập hồ quang kém ở các dòng nhỏ hơn 1/4 định mức.



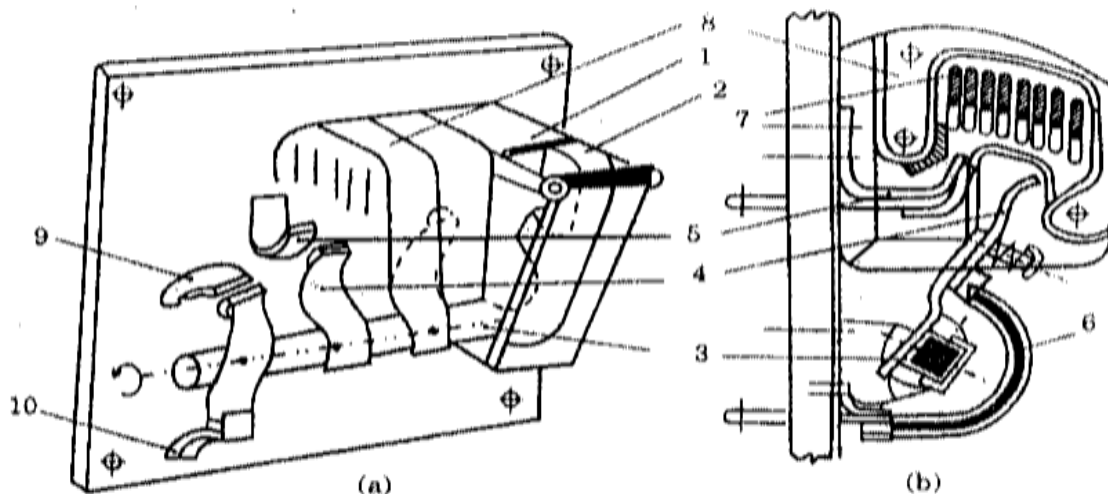
Để ngắt các mạch có dòng điện nhỏ từ 5 +10A, người ta dùng cuộn dây dập hồ quang mắc song song; nhưng ở loại này, khi dòng điện đổi chiều thì hồ quang cũng chuyển hướng ngược lại, làm cho công tắc tơ không làm việc được.

**b. Công tắc tơ xoay chiều**

Công tắc tơ xoay chiều là loại công tắc tơ dùng nam châm điện xoay chiều. Nó thường có nhiều cực và chỉ khác công tắc tơ một chiều về mặt cấu tạo mạch từ và vị trí của các tiếp điểm.

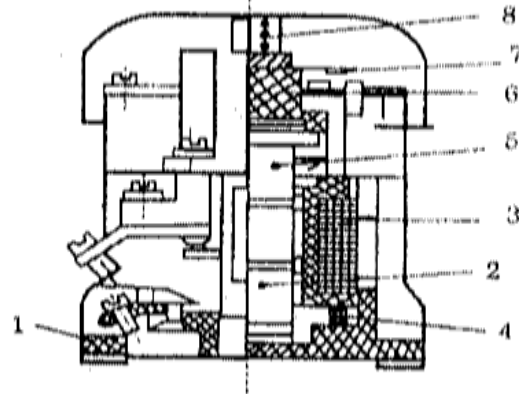
Công tắc tơ xoay chiều thường dùng nam châm điện có mạch từ hình chữ E có nắp quay quanh trục hoặc hút thẳng dọc trục. Mạch từ kiểu quay có đặc tính lực hút tốt hơn kiểu hút thẳng, nhưng kiểu sau có thể tận dụng được trọng lượng của nắp khi ngắt. Do đó, mạch từ kiểu quay được dùng cho công tắc tơ làm việc ở chế độ trung bình và nặng, còn kiểu hút thẳng thì dùng trong chế độ làm việc nhẹ.

Các tiếp điểm chính của công tắc tơ được lắp chung trên một trục cách điện làm thành 2,3 hoặc 5 cực. Ngoài những tiếp điểm chính, ở công tắc tơ còn có các tiếp điểm phụ gọi là tiếp điểm liên động (tiếp điểm khóa lẫn) dùng trong các mạch điều khiển có dòng điện nhỏ. Tùy thuộc vào vị trí của tiếp điểm khi nam châm công tắc tơ không có điện, ta có tiếp điểm thường mở (viết tắt là tm) và tiếp điểm thường đóng (td). Tiếp điểm thường mở sẽ đóng khi công tắc tơ đóng điện, và sẽ mở khi công tắc tơ ngắt điện. (Trạng thái khi nam châm không có điện gọi là trạng thái bình thường).



Hình 4.15: Sơ đồ kết cấu công tắc tơ xoay chiều.

H.4.15: giới thiệu kết cấu của một loại công tắc tơ xoay chiều kiểu nắp quay.



Hình 4.16: Công tắc tơ xoay chiều hút thẳng.

H.4.15a: là sơ đồ kết cấu chung và (H.4.15b) là mặt cắt qua buồng dập hồ quang.

Khi cuộn dây hút (1) của nam châm có điện áp, nó sẽ hút nắp (2) và làm quay trục (3) một góc nhất định. Trên trục (3) có lắp tiếp điểm động (4), nên khi trục quay nó sẽ tì vào tiếp điểm tĩnh (5). Dòng điện được dẫn đến tiếp điểm động nhờ dây nối mềm (6). Công tắc tơ có bộ phận dập hồ quang với những tấm thép (7) lắp trên buồng dập hồ quang (8). Công tắc tơ còn có tiếp điểm tm (9) và tiếp điểm tđ (10).

H.4.16: là kết cấu của một loại công tắc tơ xoay chiều có mạch từ kiểu hút thẳng, thường dùng ở mạch điện có công suất bé.

Trên thân nhựa (1) đặt lõi từ (2). Trên lõi từ lắp cuộn dây hút (3) tì vào hai lò xo (4). Phần cứng (5) của nam châm được nối với thanh ngang bằng nhựa (6). Ở giữa cửa của thanh ngang có đặt các gánh tiếp điểm (7) luôn chịu tác dụng của lò xo (8) để bảo đảm sự tiếp xúc ổn định khi nam châm hút thanh ngang xuống.

Loại công tắc tơ này có thể lắp 4 +5 tiếp điểm thường mở và 2 +4 tiếp điểm tđ.

Vì dòng điện và từ thông biến thiên nhanh, nên so với công tắc tơ một chiều thời gian đóng và ngắt mạch của công tắc tơ xoay chiều nhỏ hơn nhiều. Thời gian đóng mạch khoảng 0,05+0,07s và thời gian ngắt bằng 0,02+0,05s.

Nhược điểm của công tắc tơ xoay chiều là sự rung động của phần ứng nam châm do tác động của dòng điện xoay chiều dẫn vào cuộn dây hút. Để khắc phục hiện tượng này, người ta dùng vòng ngắn mạch bằng đồng bao quanh mặt đầu của lõi từ nam châm. Dòng điện xoay chiều cảm ứng trong vòng ngắn mạch tạo nên từ thông xoay chiều, nhưng lệch pha một ít so với từ thông chính. Do đó, từ thông tổng tác dụng lên phần ứng nam châm tuy không bằng 0, nhưng cũng hạn chế được rất nhiều sự rung động của nó.



Khi ấn nút khởi động K, cuộn dây nam châm N có điện, sẽ đóng các tiếp điểm chính Kc và tiếp điểm phụ Kf, động cơ sẽ khởi động. Khi thả nút ấn K, cuộn dây nam châm N vẫn được khép kín qua nút dừng D và tiếp điểm phụ Kf. Các rơle nhiệt RN mắc vào hai pha để bảo vệ quá tải cho động cơ.

Khi động cơ quá tải, các tấm kim loại kép của rơle nhiệt sẽ tác động và mở tiếp điểm td của rơle mắc nối tiếp trong mạch cuộn dây nam châm N, cuộn dây N mất điện. Tiếp điểm phụ Kf mắc song song với nút khởi động K, vừa có tác dụng bảo vệ trạng thái 0, tức là ngăn ngừa tình trạng động cơ tự khởi động khi điện áp nguồn phục hồi, sau khi mất điện hoặc điện áp sụt quá thấp.

Khởi động từ làm việc chuẩn xác trong phạm vi dao động điện áp từ  $(0,85+1,05)U_d$ . Các khởi động từ thông dụng được chế tạo để phục vụ cho động cơ có công suất từ 2,5+75kW. Điện áp định mức của cuộn dây hút là 127, 220, 380, 400V.

Khởi động từ xoay chiều thường dùng loại công tắc tơ có nam châm điện hút thẳng hoặc nắp quay.

### 3. Rơle

Rơle là loại khí cụ tự động dùng để khởi động một thiết bị nào đó hoặc điều chỉnh một quá trình nào đó khi tác động vào nó một công suất tương đối nhỏ.

Đặc điểm của rơle là khi tác động lên nó một đại lượng nhỏ (tín hiệu vào), thì tín hiệu ra thay đổi nhảy cấp và duy trì ở một giá trị nhất định.

Rơle thường gồm những bộ phận chính như sau:

- Cơ cấu thu: dùng để tiếp nhận tín hiệu vào và biến đổi nó thành một đại lượng vật lý cần thiết và để rơle hoạt động.

- Cơ cấu trung gian: dùng để so sánh với mẫu những đại lượng đã được biến đổi, rồi truyền tín hiệu đến cơ cấu chấp hành.

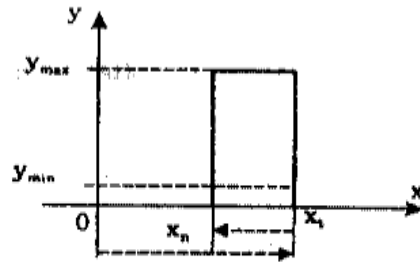
- Cơ cấu chấp hành: phát tín hiệu cho mạch điều khiển.

Các đặc tính chính của rơle bao gồm các tham số như sau:

- Đặc tính “vào-ra” là mối liên hệ giữa đại lượng vào và đại lượng ra. Mối liên hệ này được coi là đặc tính cơ bản của rơle.

- Đặc tính “vào - ra” của rơle được thể hiện trên (H.4.18):

Khi thay đổi đại lượng x (tín hiệu vào) từ 0 đến trị số tác động  $x_t$ , đại lượng ra y (tín hiệu ra) luôn bằng 0 (hoặc bằng y min đối với rơle không tiếp điểm). Khi  $x \geq x_t$ , đại lượng ra thay đổi nhảy cấp và đạt trị số cực đại  $y_{max}$ . Sau đó, dù x có tăng, y cũng giữ nguyên giá trị cũ. Khi giảm x đến trị số nhỏ  $x_n$ , đại lượng ra cũng không đổi. Chỉ khi  $x \leq x_n$ , y thay đổi đột ngột đến 0 hay  $y_{min}$ .



Hình 4.18: Đặc tính của rơle.

- Thời gian tác động: là quãng thời gian từ thời điểm xuất hiện tín hiệu vào đến khi cơ cấu kết thúc chuyển động.

- Thời gian nhả: là quãng thời gian từ lúc mất tín hiệu đến lúc tiếp điểm bắt đầu nhả. Rơle có nhiều loại khác nhau và cũng có thể phân loại theo những nguyên tắc khác nhau.

Nếu dựa theo mục đích sử dụng, thì rơle có thể phân thành hai loại: rơle bảo vệ và rơle điều khiển. Loại đầu nhằm bảo vệ các mạch điện khỏi bị ảnh hưởng của các tác động không bình thường như sụt áp, quá tải v.v... Loại thứ hai dùng để nối các mạch điện nhằm thực hiện sự liên tục của các quá trình điều khiển.

Nếu dựa vào dạng năng lượng dùng để tác động, thì các rơle được dùng phổ biến nhất trên các mạch điện của máy cắt kim loại có thể phân thành hai nhóm như sau:

- Rơle điện: gồm có rơle điện từ, rơle điện từ phân cực, rơle thời gian, rơle động cơ, rơle điện tử, rơle cảm ứng.

- Rơle phi điện: gồm có rơle nhiệt, rơle vận tốc.

Việc phân loại nói trên đều mang tính chất qui ước, vì cùng một loại (thí dụ như rơle thời gian), vừa là loại rơle điện, nhưng cũng có loại phi điện; hoặc có loại khí cụ dùng để điều khiển, nhưng đồng thời cũng làm chức năng của khí cụ bảo vệ.

Dưới đây ta xét một số rơle thường dùng trong máy cắt kim loại, bao gồm cả rơle điều khiển và rơle bảo vệ.

#### a. Rơle điện từ

Rơle điện từ là loại rơle làm việc theo nguyên lý điện từ, tức là phần nhận tín hiệu là nam châm điện làm hút phần cứng, đóng các tiếp điểm để cho tín hiệu ra.

Rơle điện từ có kết cấu rất đơn giản, lực hút điện từ khá lớn, do đó được sử dụng rất rộng rãi. Rơle điện từ có loại điện một chiều và xoay chiều. Công suất ra có thể từ vài W đến hàng ngàn W. Thời gian tác động trong khoảng từ 1 +30ms.

Rơle điện từ có nhiều loại, nhưng loại được dùng rộng rãi nhất trong các mạch điều khiển truyền động điện của máy cắt kim loại là rơle điện từ dòng điện, rơle điện từ điện áp và rơle trung gian.

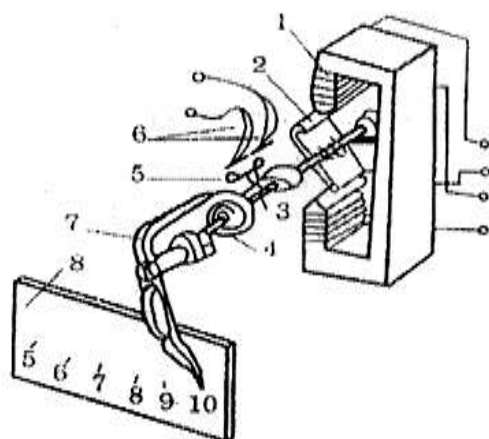
Tùy thuộc vào điều kiện cụ thể, rơle điện từ điện áp (gọi tắt là rơle điện áp) cần phải tác động khi điện áp vượt quá giá trị đã cho, hoặc là giảm quá giá trị đã cho. Trường hợp đầu gọi là rơle điện áp cực đại và trường hợp sau gọi là rơle điện áp cực tiểu. Tương tự, rơle dòng điện cũng có rơle dòng cực đại và rơle dòng cực tiểu.

Cấu tạo của rơle dòng điện, rơle điện áp đều giống nhau. Chỉ khác ở chỗ: rơle dòng điện có cuộn dây nam châm với số vòng nhỏ, tiết diện dây lớn và mắc nối tiếp với nguồn điện. Trái lại, cuộn dây của rơle điện áp có số vòng tương đối lớn, tiết diện dây nhỏ và phải lắp song song với nguồn điện.

Rơle dòng điện và điện áp cần phải cho tín hiệu hoặc ngắt mạch điện khi điều kiện làm việc không bình thường. Chúng làm việc trong những điều kiện khác nhau với những đại lượng tác động khác nhau. Vì thế, dòng điện hoặc điện áp tác động cần phải điều chỉnh trong phạm vi nhất định.

- Rơle dòng điện, điện áp.

Rơle dòng cực đại kiểu có nắp quay được trình bày ở (H.4.19).



Hình 4.19: Sơ đồ rơle dòng cực đại.

Khi dòng điện vào cuộn dây (1), sẽ xuất hiện từ trường làm quay nắp thép có hình chữ Z (2) lắp trên trục (3), thắng lò xo phản lực (4). Khi dòng điện tăng đến một giá trị nhất định, nắp (2) làm quay trục (3) có lắp cầu tiếp điểm (5), làm cho cầu tiếp điểm đóng (hoặc mở) hai tiếp điểm (6). Khi dòng điện giảm xuống, lò xo (4) đưa hệ thống cầu tiếp điểm trở về vị trí ban đầu.

Thay đổi giá trị dòng điện tác động của rơle được tiến hành bằng cách quay kim (7) trên bản phân độ (8) để thay đổi độ căng của lò xo (4).

Rơle dòng cực đại dùng để bảo vệ thiết bị điện chống quá tải và ngắn mạch. Chúng có nhiều kiểu với dòng điện tác động từ 0,2 + 200A. thời gian tác động khi giá trị dòng điện đạt 120% dòng điện tác động là 0,015s. Khi dòng điện đạt 200% thì khoảng 0,2 + 0,3s. dòng điện tác động có thể điều chỉnh trong giới hạn từ 1+4 lần giá trị đã cho. Điều chỉnh thô bằng cách đấu hai cuộn dây từ song song sang nối tiếp, điều chỉnh tinh nhờ kim (7) làm thay đổi lực căng ban đầu của lò xo (4).

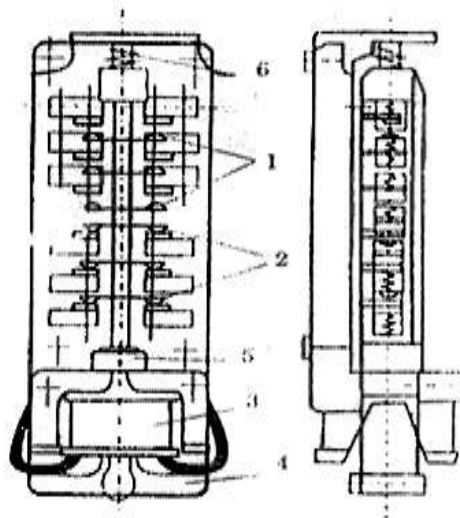
Rơle điện áp cũng có kết cấu tương tự, chỉ khác là cuộn dây có nhiều vòng hơn. Loại này có kiểu có thể bảo vệ thiết bị điện khi quá điện áp và có kiểu để bảo vệ khi sụt áp.

Rơle điện áp cực tiểu có điện áp tác động từ 60 + 85% điện áp định mức, và rơle điện áp cực đại có 105 +120% điện áp định mức.

- Rơle trung gian:

Rơle trung gian là loại rơle được dùng trong các mạch điều khiển có khả năng chuyển mạch và số lượng tiếp điểm của rơle chính không đủ để tác động trực tiếp đến cơ cấu chấp hành. Về cấu tạo, nó tương tự như công tắc tơ và được chế tạo để làm việc với dòng điện một chiều cũng như xoay chiều.

H.4.20: Giới thiệu hình dáng chung của rơle trung gian dùng điện xoay chiều.



Hình 4.20: Cấu trúc rơle trung gian.

Loại này có 6 tiếp điểm: ba tiếp điểm tm (1) và ba tiếp điểm td (2). Khi cuộn dây (3) có điện áp, nó sẽ hút nắp (4) và đẩy trục (5) mang các tiếp điểm động lên phía trên. Lúc này các tiếp điểm tm (1) sẽ đóng, và các tiếp điểm td (2) sẽ mở. Khi ngắt

điện áp, dưới tác dụng của lò xo (6) và trọng lượng bản thân, hệ thống di động sẽ trở về vị trí ban đầu.

Rơle trung gian còn có loại 4 tiếp điểm, 2 tiếp điểm. Có loại dùng cho mạch điện điều khiển với chế độ làm việc dài hạn và ngắn hạn lặp lại, có điện áp xoay chiều với các cấp 12, 24, 36, 127, 220, 380, 400 và 5000V. Tần số thao tác đến 2000lần/giờ và tuổi thọ khoảng 3 triệu lần đóng mở. Dòng điện cho phép qua tiếp điểm 12A.

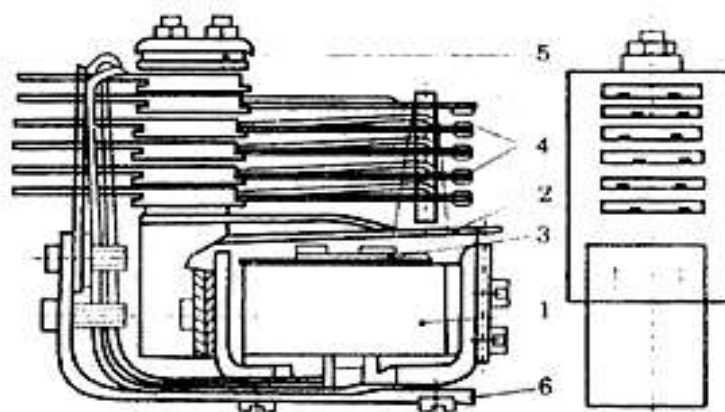
Rơle trung gian dùng dòng điện xoay chiều còn có loại dùng cho chế độ làm việc dài hạn, và cho phép làm trong chế độ ngắn hạn lặp lại với tần số thao tác 600 lần/giờ.

Rơle trung gian dùng dòng điện một chiều có các cấp điện áp 24, 28, 110 và 220 V. Dòng điện cho phép chạy qua tiếp điểm tùy thuộc vào công dụng từ 1 ÷ 8 A. Nó có thể điều chỉnh thời gian từ 0,07 + 0,1 s.

- Rơle điện thoại:

Rơle điện thoại là loại rơle điện từ có nhiều tiếp điểm được tiêu chuẩn hoá, được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị điện thoại, trong những mạch điều khiển có công suất nhỏ. Đứng về mặt kết cấu, loại này có thể coi là rơle trung gian.

H.4.21: giới thiệu rơle điện thoại MKY-48.



Hình 4.21: Rơle điện thoại.

Khi cho dòng điện vào cuộn dây (1) nó sẽ hút nắp quay (2) về phía lõi từ (3), làm uốn cong các tâm tiếp điểm (4), thực hiện việc đóng mở các tiếp điểm tương ứng. Các tấm tiếp điểm được kẹp chặt với các tấm nối bằng nhựa (5) và toàn bộ rơle được lắp trên vành kẹp (6).

So với các loại rơle điện từ kể trên, rơle điện thoại có những ưu điểm như:

- Có số lượng tiếp điểm lớn với nhiều loại tổ hợp khác nhau.



- Công suất tiêu thụ nhỏ, độ ổn định lớn, tác động nhanh. Thời gian tác động khoảng  $10 + 50\mu s$ .

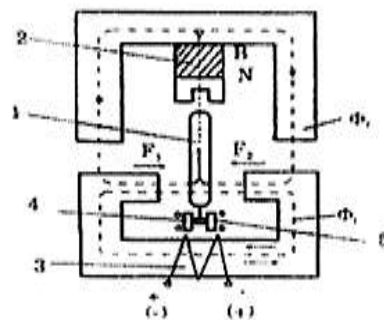
- Kích thước nhỏ, trọng lượng nhỏ.

**b) Role điện từ phân cực**

Role điện từ phân cực là một dạng của role điện từ. Nó khác với role điện từ thường là: ngoài từ thông chính (từ thông làm việc) còn có thêm từ thông phân cực do nam châm vĩnh cửu tạo nên.

Nhờ có từ thông phân cực mà role có tính chất điều chỉnh theo chiều dòng điện chạy qua cuộn nam châm và độ nhạy rất cao.

Tùy thuộc vào kết cấu mạch từ, role điện từ phân cực có thể chia thành ba loại: loại mạch từ nối tiếp, loại mạch từ song song và loại mạch từ cầu. Trong những loại trên, kiểu mạch từ song song được dùng nhiều hơn cả. H.4.21 giới thiệu sơ đồ nguyên lý của loại này.



Hình 4.21 Role điện từ phân cực

Ở loại này, nắp (1) nằm giữa hai mẫu cực để từ thông của nam châm vĩnh cửu (2) đi dọc nắp, rồi chia làm hai thành phần, tạo nên hai lực từ  $F_1$  và  $F_2$  ngược nhau, tác dụng lên hai mẫu cực.

Ngoài từ thông phân cực  $\Phi_r$  do nam châm vĩnh cửu tạo ra, còn có từ thông làm việc  $\Phi_l$  luôn tác dụng về một phía do dòng điện một chiều dẫn vào cuộn dây (3). Khi đổi chiều dòng điện, từ thông  $\Phi_l$  cũng sẽ đổi chiều. Như thế, khi không có dòng điện chạy qua cuộn dây (3), nắp (1) sẽ nằm ở vị trí giữa hai tiếp điểm (4) và (5) đều mở.

Vì từ thông  $\Phi_l$  chỉ có tác dụng về một phía, từ mẫu cực này đến mẫu cực kia qua hai khe hở, nên nó sẽ làm yếu từ thông nam châm vĩnh cửu ở khe này và làm mạnh ở khe kia. Khi dòng điện trong cuộn dây tăng đến một mức nhất định, nắp (1) sẽ bị hút về một phía, một trong hai tiếp điểm sẽ đóng, tiếp điểm kia sẽ mở. Khi đổi chiều dòng

điện qua cuộn dây, nắp (1) sẽ bị hút về phía ngược lại, tiếp điểm mở sẽ đóng, và tiếp điểm đóng sẽ mở.

Loại rơle này có độ nhạy cao, độ ổn định lớn và có thời gian tác động nhỏ, khoảng 2+3 $\mu$ s.

**c) Rơle thời gian**

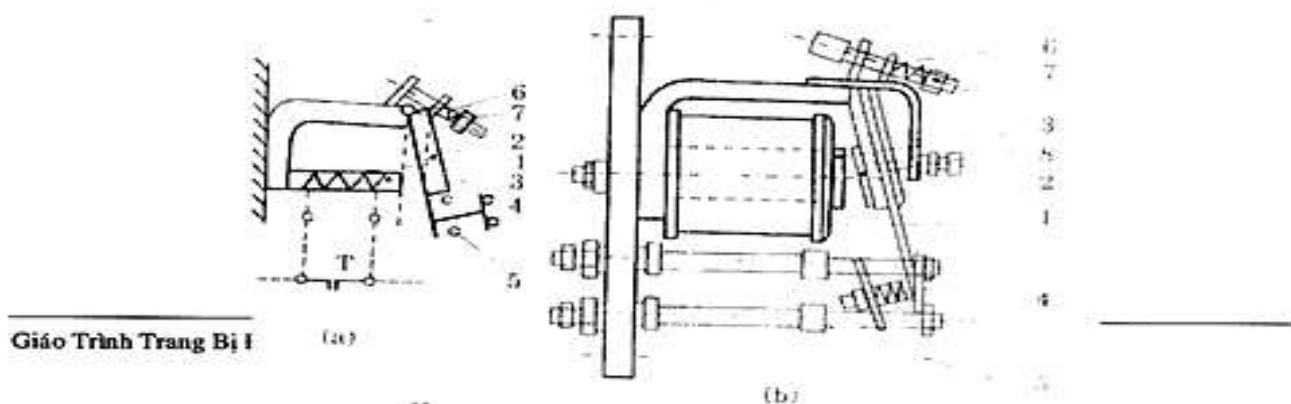
Trong quá trình làm việc của cơ cấu chấp hành, hoặc của hệ thống điều khiển, bảo vệ, nhiều khi cần một khoảng thời gian nhất định giữa các nguyên công nối tiếp, giữa các hành trình, giữa các thời điểm cho tín hiệu tác động đến một số thiết bị v.v... Trong những trường hợp như thế, người ta dùng một loại khí cụ để tạo nên một khoảng thời gian cần thiết, gọi là rơle thời gian. Với khí cụ này, sau một thời gian được chỉnh định, nó sẽ cho các xung điều khiển để đóng mở các tiếp điểm của các mạch điện tương ứng.

Trên máy cắt kim loại, rơle thời gian được dùng rộng rãi trong các mạch điều khiển tự động truyền động điện. Phần lớn các rơle này có kết cấu tổ hợp giữa cơ và điện. Dựa vào nguyên lý làm việc, rơle thời gian cơ-điện có thể phân thành các nhóm sau:

- Rơle thời gian điện từ
- Rơle thời gian con lắc
- Rơle thời gian không khí
- Rơle thời gian động cơ
- Rơle thời gian điện tử

**+ Rơle thời gian điện từ**

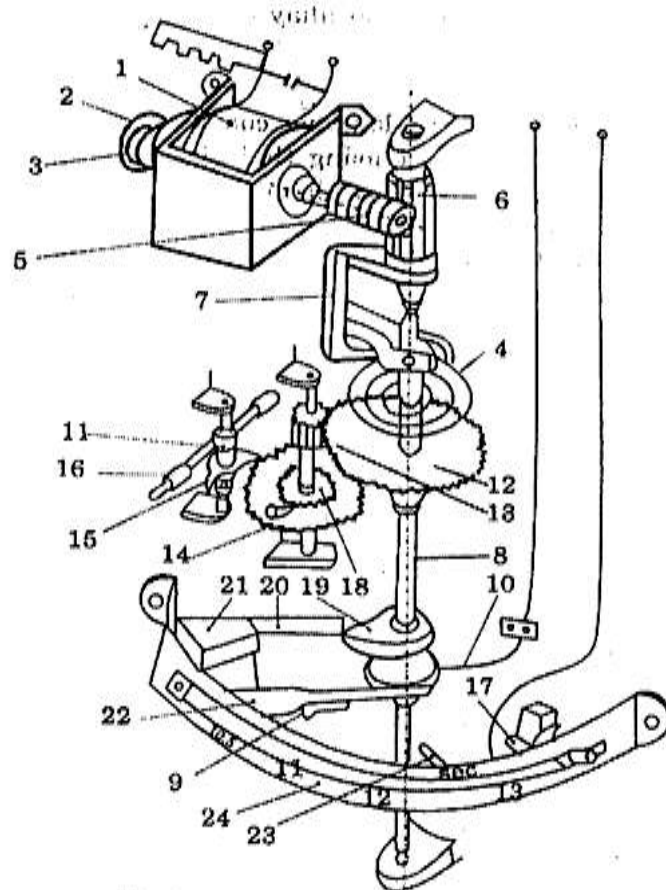
Rơle thời gian điện từ dùng dòng điện một chiều sử dụng rất phổ biến trong các mạch điện một chiều. Về mặt kết cấu, nó tương tự như rơle điện từ điện áp. Dưới đây ta xét nguyên lý làm việc và kết cấu của loại rơle này (H.4.23):



Hình (a) là sơ đồ nguyên lý của rơle thời gian điện từ một chiều. Khi tiếp điểm điều khiển T mở (tiếp điểm tm), dòng điện một chiều sẽ qua cuộn dây (1), tạo nên lực hút nắp (2) về phía lõi từ (3), tiếp điểm (4) sẽ mở và tiếp điểm (5) đóng (theo vị trí nét đứt đoạn). Khi rơle đóng thì tiếp điểm T cũng đóng. Lúc đó từ trường do dòng điện chạy trong cuộn dây (1) tạo nên gần như biến mất, gây nên sức điện động tự cảm ứng trong cuộn dây, và một dòng điện cảm ứng sẽ chạy trong mạch kín giữa cuộn dây và tiếp điểm T. Dòng điện này sẽ làm chậm việc giảm từ thông, và do đó, nắp (2) vẫn nằm lại ở vị trí bị hút trong một thời gian nhất định. Dòng điện chạy qua trong mạch kín không ngừng giảm xuống. Sau một thời gian, dưới tác dụng của lực lò xo (6), nắp (2) được nhả ra, làm cho tiếp điểm (4) đóng và tiếp điểm (5) mở.

Để điều chỉnh thời gian chậm của rơle, ta dùng đai ốc (7) để điều chỉnh lực căng của lò xo (6). Lực lò xo (6) tăng, làm tăng lực tách nắp, dẫn đến giảm thời gian nhả. Lực lò xo càng nhỏ, thời gian nhả càng chậm.

Hình (b) là kết cấu của rơle thời gian điện từ một chiều. Lõi từ (3) được chế tạo bằng thép kỹ thuật điện để tăng khả năng duy trì thời gian. Để tránh hiện tượng nắp (2) bị hút chặt vào lõi, người ta dùng miếng đệm phi từ tính (8). Miếng đệm (8) còn có tác dụng thay đổi thô thời gian nhả chậm của rơle. Khi giảm chiều dày miếng đệm (8), độ từ cảm của cuộn dây (1) tăng, làm giảm mức độ giảm từ thông. Kết quả là nếu lực lò xo (6) không đổi, thời gian nhả chậm của rơle tăng lên. Chiều dày của miếng đệm càng lớn, thời gian nhả chậm càng nhỏ.



Hình 4.24: Role thời gian con lăn.

Thời gian nhả chậm của loại role này có thể điều chỉnh từ  $0,3 + 0,5s$ .

Ưu điểm của loại role này là đơn giản, độ tin cậy cao, tuổi thọ lớn, và có thể sử dụng trong chế độ làm việc có tần số tác động lớn.

Nhược điểm của nó là chỉ làm việc với dòng điện một chiều và có khoảng thời gian nhả chậm có thể điều chỉnh bé.

Nếu dùng role thời gian điện từ trong mạch điện xoay chiều thì phải cần dùng bộ chỉnh lưu.

Ở các loại role thời gian điện từ khác có thời gian đóng chậm khoảng  $0,25 + 10s$ .

- Role thời gian con lăn:

Ở loại này, nam châm có thể là loại điện một chiều hoặc xoay chiều, tác động lên hệ thống tiếp điểm qua các bộ phận làm chậm thời gian bằng con lăn. H.4.24 là sơ đồ kết cấu của role thời gian dùng con lăn.

Khi cho dòng điện vào cuộn dây (1), nắp (2) bị hút về phía lõi từ, sau khi thắng lực cản của lò xo (3) và lò xo (4). Do đó, qua cơ cấu vít ren vòng (5) và bánh răng (6), nó làm quay càng (7), lò xo (4) của con lắc sẽ bị xoắn lại. Sau đó, lò xo (4) bắt đầu quay trục (8) có chuyển động độc lập với bánh răng (6), và trục (8) lại di động tiếp điểm động (9) với dây dẫn mềm (10).

Thời gian quay chậm của trục (8) được điều chỉnh bằng cơ cấu lắc.

Cơ cấu lắc gồm hai bánh răng (12) và (13), bánh răng con lắc (14), con lắc (15) và khối quán tính (16) lắc chung quanh trục (11). Khi trục (8) quay thuận, bánh răng (14) làm con lắc (15) chuyển động; và với chuyển động của mình, con lắc (15) làm chậm hành trình của bánh răng (14) và chuyển động của trục (8).

Khi quay trục (8) sang vị trí cuối cùng bên phải, tiếp điểm động (9) sẽ tiếp xúc với tiếp điểm tĩnh (17) và mạch điện được đóng lại.

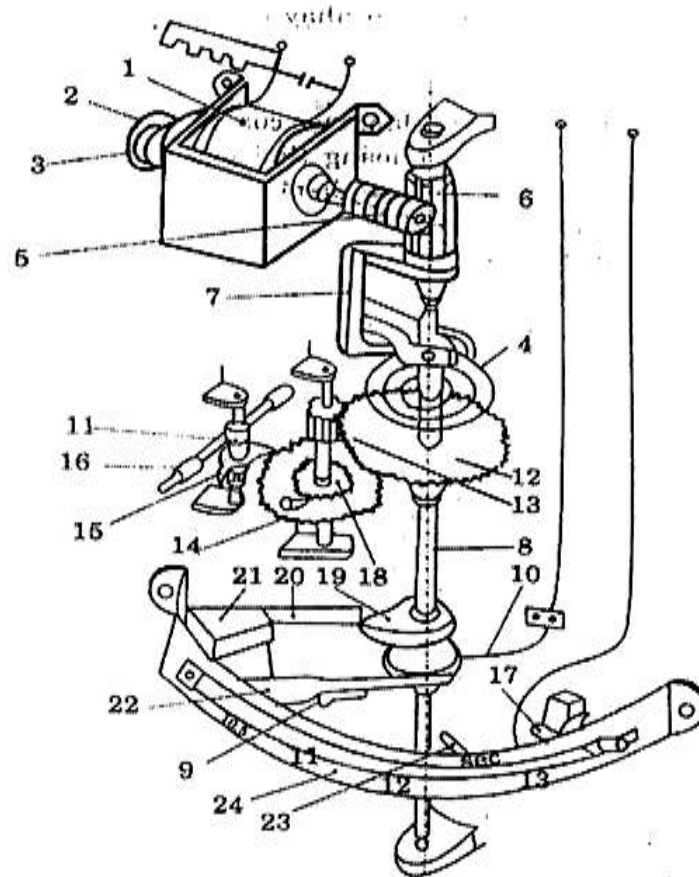
Khi ngắt điện, dưới tác dụng của lò xo (3), nắp (2) của rơle trở về vị trí ban đầu, trục (8) cũng quay về vị trí ban đầu, vì bánh cóc (18) không ngăn cản chuyển động của nó.

Hệ thống tiếp điểm của rơle có thể có một hoặc ba tiếp điểm. Khi dùng ba tiếp điểm, trên trục (8) cần lắp cam cách điện (19). Cam này duy trì tiếp điểm (20) và (21) ở trạng thái mở, khi cuộn dây (1) không có điện. Khi rơle bắt đầu làm việc, cam (19) di động sang phải, tiếp điểm (20) và (21) đóng lại, duy trì khoảng thời gian bằng 0,1s. Tùy thuộc hành trình của cam (22), tiếp điểm động (9) có thể tiếp xúc với tiếp điểm tĩnh (23) và (17). Điều chỉnh tiếp điểm (23) và (17) trên vành số (24) ta sẽ có khoảng thời gian duy trì khác nhau.

Rơle thời gian thường được sản xuất với các điện áp 12, 24, 48, 110 và 220V với các khoảng thời gian duy trì từ 0,5 + 10s.

*- Rơle thời gian không khí:*

Trong các sơ đồ điện của máy công cụ thường dùng rơle thời gian không khí.



Hình 4.24: Role thời gian con lóc.

H.4.25 giới thiệu kết cấu kiểu role này. Role thời gian không khí có một công tắc đổi nối với thời gian chậm, được thực hiện bằng cách đóng hoặc ngắt dòng điện chạy vào cuộn nam châm của role. Ngoài ra, role còn có tiếp điểm phụ tác động nhanh.

Khi cho dòng điện vào cuộn dây (1) của nam châm điện, nắp (2) sẽ bị hút xuống phía dưới, làm căng lò xo (3), thực hiện việc đổi nối các tiếp điểm tác động nhanh của công tắc hành trình tế vi (4) (không có sự duy trì thời gian). Khi nắp (2) di động xuống phía dưới, thanh đỡ (5) cũng bị kéo xuống phía dưới. Dưới tác dụng của lò xo (6), khung (7) mang màng cao su (8) của buồng không khí cũng di động xuống phía dưới. Thời gian di động xuống phía dưới phụ thuộc vào lượng không khí đi qua lỗ (9). Tiết diện chảy của lỗ này được điều chỉnh nhờ kim (10) và đai ốc (11).

Khi khung (7) xuống đến vị trí cuối cùng ở phía dưới, thanh (12) sẽ tì lên chốt của công tắc hành trình vi tế (13) với một khoảng thời gian làm chậm đã cho.

Sau khi ngắt dòng điện của cuộn dây (1), lò xo (3) sẽ kéo nắp (2) lên phía trên, thực hiện việc đẩy không khí ra khỏi role qua van một chiều (14), và tất cả các tiếp điểm sẽ trở về trạng thái ban đầu.

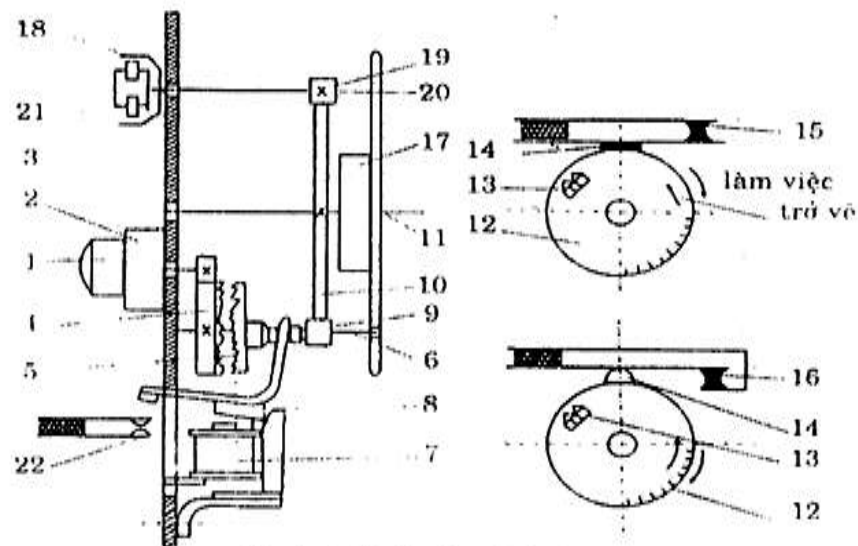
Rơle thời gian không khí được chế tạo để có thể điều chỉnh thời gian chậm từ 0,4 + 180s, điện áp xoay chiều có thể dùng là 12, 36, 127, 220 và 380V.

*- Rơle thời gian động cơ:*

Để tạo nên khoảng thời gian chậm lớn (từ 20 + 30 phút) và độ chính xác tác động của thời gian chậm cao ( $\pm 5s$ ), trong hệ thống điện của máy cắt kim loại thường dùng rơle thời gian động cơ. Ở loại rơle này, thời gian chậm được thực hiện bằng cách làm quay chậm trực truyền động của rơle nhờ một hộp giảm tốc có tỷ số truyền lớn.

Rơle thời gian động cơ được dùng rộng rãi nhất có sơ đồ kết cấu biểu thị ở

(H.4.26):



Hình 4.26: Rơle thời gian động cơ.

Nguồn truyền động của rơle là động cơ đồng bộ (1). Qua hộp giảm tốc (2), số vòng quay của bánh răng (3) là  $2v/f$ . Mặt bên của bánh răng (4) tạo nên một phần của lu hợp vấu có thể ăn khớp với phần (5) di động dọc trục và lồng không trên trục (6).

Khi dòng động cơ điện (1), đồng thời cùng đóng nam châm điện (7). Lúc đó nắp (8) bị hút về phía lõi từ, di động phần (5) của ly hợp vào khớp với phần kia, truyền động được thực hiện qua cặp bánh răng (9) và (10) làm quay trục (11). Trên trục (11) có lắp các đĩa (12) với hệ thống cam (13) và (14) làm đóng mở các tiếp điểm (15), (16). Mỗi đĩa (12) đều có thể cố định trên trục (11) với những góc độ khác nhau và độc lập với nhau. Mỗi vạch khắc trên đĩa biểu thị một khoảng thời gian chậm, và thay đổi vị trí của đĩa, ta thay đổi được thời gian chậm.

Rơle PBT – 1200 có 5 tiếp điểm làm việc và 1 tiếp điểm phụ. Năm tiếp điểm làm việc có thể đóng với những khoảng thời gian chậm khác nhau. Khi đóng cặp tiếp

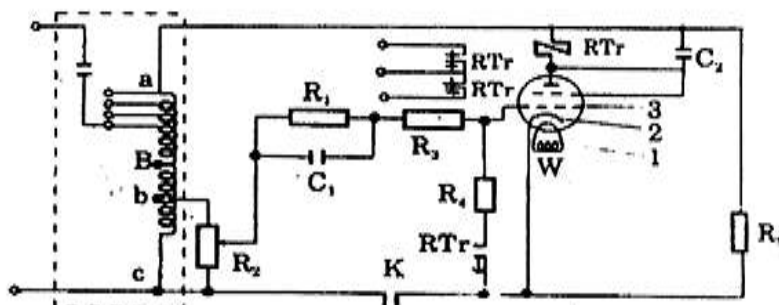
điểm cuối cùng có thời gian chậm lớn nhất, cặp tiếp điểm phụ tác động, ngắt nguồn điện của động cơ (1) và nam châm (7), ly hợp (5) ra khớp. Dưới tác dụng của lò xo lá (17) bị xoắn lại khi trục (11) quay, toàn bộ hệ thống trở về vị trí ban đầu.

Để giảm và đập khi quay ngược, rơle có bộ hãm li tâm (18) được nối liền với trục (11) qua cặp bánh răng (10), (19) và trục (20). Khi trục (20) quay, dưới tác dụng của lực li tâm, các quả tì (21) sẽ tiếp xúc vào thành vỏ và tạo nên lực hãm.

Rơle còn có tiếp điểm đóng nhanh tm (22) để nối mạch tiếp điểm khởi động rơle.

Rơle PBT – 1200 có các tiếp điểm làm việc ở chế độ dài hạn, chịu được dòng điện 10A. Khả năng ngắt của tiếp điểm ở điện áp xoay chiều là 800W. Dao động điện áp cho phép từ  $(0,9 \div 1,12)U_d$ . Thời gian trở về không quá 1s.

- *Role thời gian điện tử:*



Hình 4.27: Role thời gian điện tử.

Khi cần số lần tác động lớn, trên mạch điện của máy cắt kim loại trong những năm gần đây thường dùng rơle điện tử. H.4.27 giới thiệu sơ đồ của một loại rơle thời gian điện tử.

Khi tiếp điểm điều khiển K mở, điểm a và b được nối với điện áp nguồn qua điện trở  $R_5$  mắc nối tiếp với catốt (2) của đèn điện tử, qua lưới điều khiển (3), các điện trở mắc nối tiếp  $R_1$ ,  $R_3$  và một phần chiết áp  $R_2$ . Dây nung catốt (1) được mắc trong mạch riêng W của biến áp ổn định B. Đèn điện tử làm việc như một bộ chỉnh lưu (điốt) với anốt là lưới (3). Trong mỗi nửa chu kỳ, khi lưới (3) có điện áp dương hơn catốt (2), các điện tử do catốt phát ra sẽ rơi vào lưới và tạo nên dòng điện qua điện trở  $R_1$ . Do sụt áp trên điện trở  $R_1$ , tụ  $C_1$  được nạp điện và phiếu tụ nối với lưới sẽ tích điện âm. Cùng với mức độ nạp điện vào tụ, điện áp âm của lưới (3) sẽ tăng, làm cho dòng điện chạy trong mạch lưới sẽ giảm. Dòng điện nhỏ chạy qua lưới sẽ giảm. Dòng điện nhỏ chạy qua lưới của đèn được xác định với sự phóng điện chậm của tụ  $C_1$  trên điện trở  $R_1$ .

Khi tiếp điểm điều khiển K mở, ở mạch anốt của đèn cũng không có dòng điện chạy qua. Khi đóng tiếp điểm K, catốt của đèn được mắc trực tiếp với điểm c, và mạch



anôt sẽ được đặt dưới điện áp giữa điểm a-c. Lúc này, phiến trái tụ  $C_1$  được nối với catôt của đèn. Do đó, lưới nối liền với phiến bên phải của tụ có điện áp âm tương đối với catôt, nên trong mạch anôt không có dòng điện chạy qua. Với mức độ phóng điện của tụ  $C_1$ , trên điện trở  $R_1$ , hiệu áp giữa lưới và catôt của đèn giảm xuống. Do đó, dòng điện qua cuộn dây rơle trung gian RTr (dòng anôt) tăng lên. Với giá trị nhất định của dòng điện, rơle RTr sẽ tác động. Khi đó dòng điện trong cuộn dây sẽ tăng nhanh, vì tiếp điểm tm đóng chậm của rơle RTr nối liền lưới với catôt qua điện trở có giá trị nhỏ  $R_1$ . Điều này làm tăng thêm độ ổn định làm việc của rơle trung gian RTr. Các tiếp điểm tm đóng chậm và tđ mở chậm khác của rơle dùng để đóng mở các mạch điều khiển.

Để tránh rung động khi cung cấp cho rơle trung gian RTr bằng dòng điện xung, ta lắp song song với cuộn dây của rơle tụ điện  $C_2$ . Tụ này sẽ phóng điện vào các chu kỳ không có dòng anôt.

Dòng anôt của đèn điện tử tương đối nhỏ. Do đó, các sơ đồ như trên thường dùng cho rơle trung gian điện nhẹ (rơle điện thoại, rơle tạo mã).

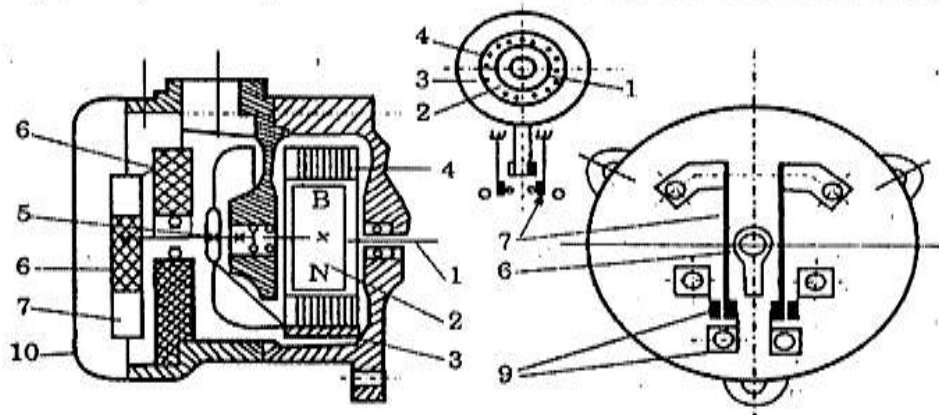
Thời gian chậm của rơle có thể điều chỉnh bằng cách thay đổi điện áp phụ qua chiết áp  $R_2$ . Do đó, điện áp đưa vào lưới đèn sẽ bằng tổng điện áp trên chiết áp  $R_2$  và điện áp trên điện trở  $R_1$ .

Rơle thời gian điện tử được sản xuất với các công dụng khác nhau, có thời gian chậm từ 1,5 + 180s. trên máy tiện 1K62 dùng nó để tự động ngắt mạch động cơ khi thời gian chạy không quá dài.

**d) Rơle vận tốc**

Rơle vận tốc còn gọi là rơle hãm ngược, hoặc rơle kiểm tra vận tốc (PKC), nó được dùng trong các mạch hãm tự động động cơ không đồng bộ lồng sóc ba pha, làm việc với điện áp đến 380V.

Rơle vận tốc thường gặp trên các máy công cụ là loại làm việc theo nguyên tắc cảm ứng điện từ. Nguyên lý làm việc và kết cấu của nó được thể hiện trên (H.4.28).



Hình 4.28: Rơle vận tốc.

Trên trục (1) có lắp nam châm vĩnh cửu (2). Nam châm (2) được đặt trong khung tròn (3) có lắp cuộn dây (4) theo dạng lồng sóc. Khung (3) được lắp chặt trên trục (5) đồng tâm với trục (1) trên những ổ trục riêng. Cuối trục (5) có lắp thanh gạt (6) bằng chất cách điện nằm giữa hai tấm tiếp điểm động (7). Trên mặt nhựa (8) còn có lắp bốn tiếp điểm tĩnh (9). Các tiếp điểm này cùng với tiếp điểm động (7) tạo nên một nhóm tiếp điểm tm và một nhóm tiếp điểm td khi thanh gạt (6) ở vị trí trung gian. Các tiếp điểm được bảo vệ bằng nắp đậy (10). Phần nhô ra ngoài của trục (1) có thể lắp trực tiếp vào trục động cơ điện bằng ly hợp đàn hồi, hoặc lắp vào một khâu nào đó trong xích truyền động của máy.

Khi động cơ quay trục (1) theo một chiều nào đó, nam châm (2) sẽ tạo nên một sức điện động, và một dòng điện cảm ứng sẽ xuất hiện trong cuộn dây (4), làm cho khung (3) xoay đi một góc cùng chiều với hướng quay của trục (1). Khung (3) xoay sẽ làm cho thanh gạt (6) lệch về một phía, đẩy các tiếp điểm động (7), làm mở tiếp điểm td và đóng tiếp điểm tm. Khi số vòng quay của trục (1) gần bằng 0 (lúc hãm ngược hoặc ngừng máy), thanh gạt (6) và hệ thống tiếp điểm trở về vị trí ban đầu.

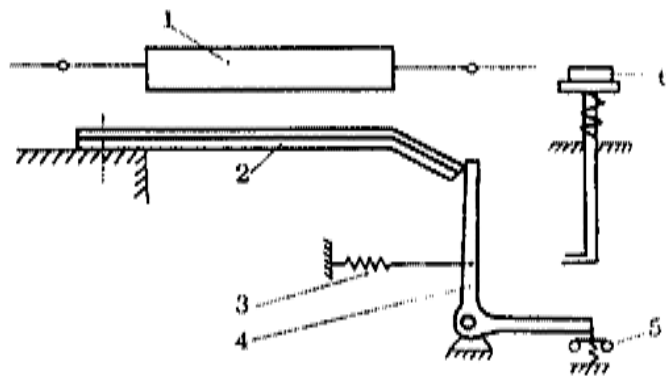
Rơle PKC làm việc với vận tốc định mức từ  $(1 + 3)10^3$  v/f với chiều quay bất kỳ và chế độ làm việc dài hạn hoặc ngắn hạn lặp lại. Tần số tác động của nó có thể đến 30 lần/phút. Ở máy phay 6H82 dùng rơle này trong mạch hãm ngược.

#### ***e) Rơle nhiệt***

Rơle nhiệt là loại khí cụ điện làm việc trên cơ sở tác dụng nhiệt của dòng điện. Phần tử cảm nhiệt có thể dùng nhiều loại khác nhau như: khí, chất lỏng, nhiệt điện trở v.v. . . nhưng thường dùng hơn cả trong thiết bị điện của máy cắt kim loại kép có hệ số nở nhiệt khác nhau. Ở đây ta chỉ xét về loại rơle nhiệt này.

Các tấm kim loại thường làm từ hai kim loại ghép lại với nhau bằng phương pháp hàn hoặc cán nóng. Hai kim loại có hệ số nở nhiệt khác nhau thường dùng là đồng thau và inva (loại hợp kim có 36% Ni và 64%Fe). Khi bị nung nóng, tấm kim loại kép sẽ bị uốn cong về phía tấm kim loại có hệ số nở nhiệt bé hơn.

Nung nóng tấm kim loại kép có thể dùng phương pháp trực tiếp cho dòng điện chạy qua tấm kim loại, dùng phương pháp gián tiếp là dùng một phần tử đốt nóng riêng biệt đặt gần tấm kim loại thép.



Hình 4.29: Sơ đồ rơle nhiệt.

Rơle nhiệt dùng tấm kim loại kép chủ yếu được dùng để bảo vệ động cơ điện, chống cháy động cơ quá tải lâu. Vì thế, nên có khi người ta gọi nó là rơle phòng quá tải. Rơle được tác động không phải do giá trị dòng điện tức thời, mà do nhiệt lượng của dòng điện nung nóng phần tử cảm nhiệt. Loại rơle này có quán tính lớn, thời gian tác động từ vài giây đến vài phút. Do đó, không thể dùng nó để bảo vệ ngắn mạch. Trong những năm gần đây, ở một số nước đã thiết kế loại rơle nhiệt kết hợp với cơ cấu điện từ tác động nhanh, để vừa phòng quá tải, vừa có thể phòng ngắn mạch.

Nhược điểm chính của rơle nhiệt là thời gian tác động bị lệ thuộc vào nhiệt độ của môi trường xung quanh, thí dụ như khi nhiệt độ môi trường xung quanh đạt  $80 + 90^{\circ}\text{C}$ , rơle có được tác động, mặc dù không có dòng điện chạy qua. Do đó, để có được tính bảo vệ tốt, nhiệt độ của môi trường đặt máy và rơle phải như nhau.

H4.29: giới thiệu sơ đồ kết cấu của rơle nhiệt dùng tấm kim loại kép được dùng rộng rãi nhất trong máy cắt kim loại.

Đây là loại nung gián tiếp nhờ bộ làm nóng (1) đặt gắn tấm kim loại kép (2). Dưới tác dụng của nhiệt do dòng điện của động cơ dẫn qua bộ làm nóng (1), tấm kim loại kép (2) bị uốn cong lên phía trên, vì tấm dưới có hệ số nở nhiệt lớn hơn tấm trên. Khi dòng điện đạt đến giá trị nhất định, dưới tác dụng lò xo (3), cần (4) sẽ quay ngược chiều kim đồng hồ, khi đầu tấm kim loại kép vượt lên phía trên. Lúc đó tiếp điểm (5) sẽ mở, ngắt mạch điện của động cơ. Sau khi tấm kim loại kép nguội, ta ấn nút (6) để đưa cần (4) về vị trí ban đầu, tiếp điểm (5) sẽ đóng lại. Nếu dòng điện định mức của rơle thay đổi, ta chỉ cần thay đổi bộ làm nóng mà không cần hiệu chỉnh lại rơle.

Quá trình nung nóng tấm kim loại kép tương đối chậm. Ở những phụ tải lớn, rơle nhiệt ngắt mạch điện chậm hơn cầu chì. Do đó, để bảo vệ động cơ một cách an toàn, trong mạch động lực dùng cả rơle nhiệt và cầu chì.

Rơle nhiệt hai cực của Liên Xô được chế tạo với loạt PT có ba kiểu: PT-1, PT-2 và PT-3. Các loại này dùng để bảo vệ quá tải động cơ điện ba pha làm việc với điện áp đến 500V. bộ làm nóng có thể thay thế, được chế tạo bằng thép nicrôm X20H80, đánh số từ N<sup>2</sup>1 đến N<sup>2</sup>108 có thể chịu được dòng điện từ 0,33 + 205A.

Loại TPH cũng dùng để phòng quá tải cho động cơ điện làm việc với mạng điện áp đến 500V, có dòng điện định mức từ 0,5 + 32A. loại rơle này có thể lắp riêng lẻ ở trong các panel điện, hoặc có thể lắp chung vào hộp của khởi động từ.

Rơle nhiệt dùng tấm kim loại có các loại TPA và TPB dùng để phòng quá tải cho động cơ điện một chiều và xoay chiều có điện áp đến 380V.

Loại TPA dùng để bảo vệ động cơ có chế độ làm việc nặng, còn loại TPB thì cho chế độ làm việc nhẹ. Rơle được chế tạo với dòng điện định mức từ 7 + 215A. Ở những dòng điện lớn hơn 50A thì phải mắc thêm sun song song với tấm kim loại kép. Rơle tự động trở về vị trí ban đầu sau khi tác động không đầy 3 phút.

Ngoài ra, loại rơle nhiệt TP-200 và TP-170 dùng tấm kim loại kép để kiểm tra nhiệt độ từ 25 + 200<sup>0</sup>C và từ 30 + 170<sup>0</sup>C. Khi nhiệt độ đạt đến giá trị điều chỉnh, rơle tự động ngắt mạch điện với sai số ±5<sup>0</sup>C.

### 4.3. KHÍ CỤ BẢO VỆ

Để bảo vệ động cơ điện và các mạch điều khiển của máy khỏi bị tác dụng của dòng điện ngắn mạch hoặc quá tải, người ta dùng các khí cụ bảo vệ khác nhau để tự động ngắt mạch điện khi xuất hiện trạng thái không bình thường.

Ngoài những rơle dùng để bảo vệ như rơle nhiệt, rơle dòng điện và điện áp như đã nói ở trên, khí cụ bảo vệ thường dùng còn có cầu chì, aptômát.

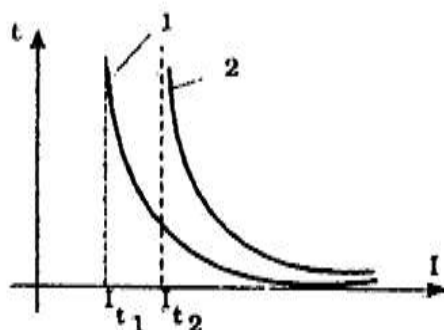
Dưới đây ta xét một số nét chính về hai loại khí cụ này.

#### 1. Cầu chì:

Cầu chì là khí cụ điện dùng để tự động ngắt mạch điện khi ngắn mạch hoặc quá tải.

Cầu chì là một trong những khí cụ bảo vệ đơn giản nhất. Bộ phận chính của nó là một dây hay lá kim loại mỏng, gọi là dây chảy. Dây chảy của cầu chì được mắc nối tiếp trong mạch cần bảo vệ và về mặt chịu nhiệt, nó là khâu yếu nhất của mạch. Dây chảy cho phép dòng điện có trị số xác định đi qua. Nhưng khi xảy ra quá tải hoặc ngắn mạch, nó sẽ bị dòng điện quá tải và ngắn mạch nung nóng làm chảy ra, cắt đứt mạch điện. Quá trình nóng chảy cần phải xảy ra nhanh, để dòng ngắn mạch không kịp gây tác hại cho mạch cần bảo vệ.

Sau khi ngắt mạch điện, cần phải thay dây chảy mới (khâu này không thể tự động). Dây chảy của cầu chì có thể làm bằng chì, hợp kim chì – thiếc – kẽm, đồng hoặc bạc v.v... Loại dây chảy bằng chì và hợp kim chì có độ nóng chảy tương đối thấp (200+420<sup>0</sup>C), có điện trở cao, nên dây cần tiết diện lớn. Do đó, nó được



Hình 4.30: Đặc tính ampe - giây của cầu chì.

dùng trong mạch có điện áp dưới 500V. Dây chảy bằng đồng, bạc có điện trở bé, cần tiết diện nhỏ, nên được dùng trong mạch hạ áp và cao áp.

Đặc điểm của cầu chì được biểu thị, bằng đường đặc tính ampe - giây, hay còn gọi là đường đặc tính chảy, tức là đường cong biểu diễn mối quan hệ giữa thời gian nóng chảy của dây chảy và dòng điện đi qua nó.

Từ đường đặc tính ta thấy: dòng điện làm chảy cầu chì tỷ lệ nghịch với thời gian nóng chảy. Khi ngắn mạch hoặc quá lớn, dây chảy càng đứt nhanh. Với một dòng điện nhất định, thời gian nóng chảy  $t$  của cầu chì dài vô tận (trong thực nghiệm khoảng 2 giờ). Do đó, ta gọi dòng điện lớn nhất không làm chảy dây chảy trong một thời gian dài là dòng điện tới hạn  $I_1$  của dây chảy. Mỗi dây chảy có dòng điện tới hạn khác nhau. Đường cong (1) là đường đặc tính của dây chảy có dòng điện tới hạn hơn đường (2). Thời gian nóng chảy của các dây chảy có dòng điện tới hạn nhỏ sẽ nhỏ hơn. Điều đó sẽ đảm bảo tính tác động có chọn lọc của cầu chì. Tuy nhiên, khi dòng điện quá tải tăng lên, sự chênh lệch thời gian nóng chảy của dây chảy (1) và (2) không đáng kể.

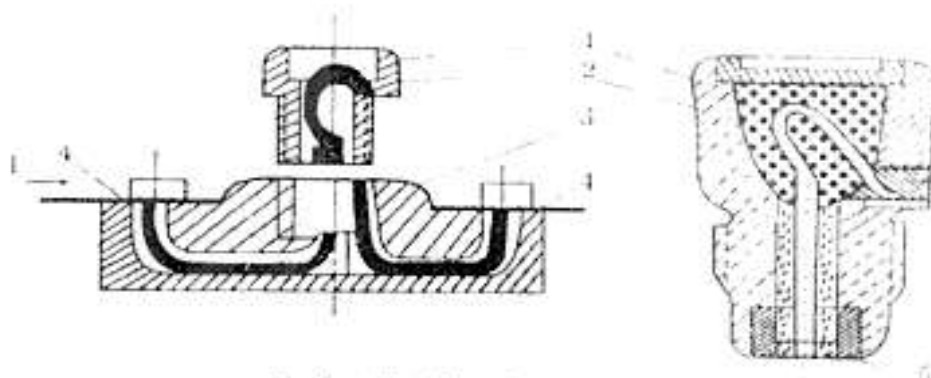
Trong máy cắt kim loại dùng rộng rãi nhất là loại cầu chì nút có dòng điện định mức từ 4+60A với các cấp điện áp dưới 500V, là loại cầu chì ống có dòng điện định mức từ 6 +10<sup>3</sup>mA với điện áp 380V và 500V.

Kết cấu của cầu chì nút được biểu thị ở (H.4.31)

Bên trong nút sứ cầu chì (1) có lắp dây chảy (2). Khi vận nút (1) và thân (3), dây dẫn (4) được nối liền với nhau qua mũ tiếp xúc (5) và mối hàn (6).

Để nâng cao hiệu suất ngắt, bên trong nút sứ (1) người ta nhồi cát thạch anh khô (7) và ở đầu nút có trát lớp thủy tinh (8) để giữ cát.

Ở loại cầu chì ống, dây chảy bằng lá kẽm được lá kẽm được lắp bên trong ống phíp thành mỏng, hai đầu có nắp đậy bằng kim loại để giữ chặt dao tiếp xúc cố định hai đầu dây chảy. Khi dây chảy cháy, hồ quang phát sinh trong ống. Dưới tác dụng của nhiệt, ống nhíp phân giải thành khí (50% cacbôníc, 40% H và 10% hơi nước). Áp suất trong ống cũng tăng lên vài chục át. Nhờ có các chất khí và áp suất cao, hồ quang được dập tắt nhanh, dòng điện bị ngắt trước khi đạt đến giá trị cực đại.



Hình 4.31: Cầu chì nút.

Vì thế, loại cầu chì này có khả năng hạn chế dòng điện và khả năng ngắt mạch cao. Đối với động cơ điện một chiều và động cơ không đồng bộ khởi động bằng biến trở, cần chọn dây chảy có dòng điện định mức bằng với dòng điện định mức của động cơ. Đối với động cơ không đồng bộ lồng sóc, phải chọn dây chảy có dòng điện định mức nhỏ hơn 2+2,5 lần dòng điện khởi động. Do quá trình khởi động của động cơ trên máy công cụ diễn ra trong thời gian rất ngắn, nên với việc lựa chọn dây chảy như trên, cầu chì vẫn không bị cháy khi khởi động. Với cách lựa chọn dây chảy như trên, cầu chì vẫn không bảo vệ được động cơ quá tải, mà chỉ có thể bảo vệ phòng ngắn mạch.

## 2. Aptômat

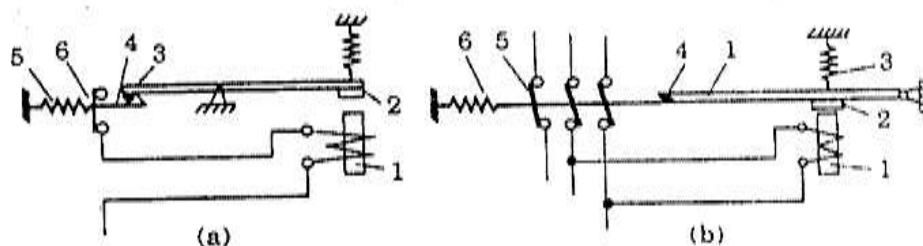
Aptomat, hay còn gọi là máy ngắt tự động – là loại cụ khí điện dùng để ngắt tự động các mạch điện một chiều và xoay chiều, khi xảy ra quá tải, ngắn mạch, mất điện áp hoặc điện áp sụt quá thấp. Chúng cũng được dùng để đóng ngắt không thường xuyên các mạch điện trong điều kiện làm việc bình thường.

Aptomat được dùng trong các thiết bị điện xoay chiều có điện áp tới 500V, trong các thiết bị điện một chiều điện áp tới 3300V.

Trong những năm gần đây, các thiết bị điện của máy công cụ đã sử dụng rộng rãi loại khí cụ này, vì nó đảm bảo được độ chính xác cao về dòng điện và điện áp cần ngắt, đồng thời nó có thể thay thế chức năng của cầu dao và cầu chì để bảo vệ và đóng ngắt mạch điện.

Trong máy cắt kim loại thường dùng các loại aptômat dòng điện cực đại, cực tiểu và aptômat điện áp thấp. Sơ đồ nguyên lý của chúng được biểu thị ở (H.4.32)

Hình .4.32a: là sơ đồ nguyên lý của atômat dòng điện cực đại dùng để tự động ngắt mạch điện khi xảy ra ngắn mạch hoặc quá tải vượt mức cho phép.



Hình 4.32: Sơ đồ aptômat.

Khi dòng điện trong mạch vượt quá giá trị điều chỉnh, nam châm (1) sẽ hút nắp (2), then (3) sẽ nhả đòn (4) ra. Dưới tác dụng của lực lò xo (5), tiếp điểm (6) sẽ bị ngắt. Đóng aptômat được thực hiện bằng tay qua nút ấn hay tay gạt (nhanh hơn rất nhiều so với thay cầu chì). Thay đổi lực căng của lò xo (5) sẽ điều chỉnh được dòng điện của aptômat trong phạm vi từ 1 ÷ 2 dòng điện định mức của nam châm.

Thời gian ngắt của loại aptômat này khoảng 0,05÷0,15s. Trong mạch điện có xảy ra quá tải không lớn lắm trong thời gian ngắn (như khi khởi động cơ) cần dùng aptômat dòng điện cực đại có duy trì thời gian, để tránh tình trạng mạch điện bị ngắt khi không cần thiết. Kết cấu loại này chỉ khác loại aptômat dòng điện cực đại thông thường đã nói ở trên, là phải dùng thêm cơ cấu đồng hồ, hoặc các bộ phận hãm bằng dầu hay bằng không khí để nắp (2) không bị hút tức thời vào nam châm.

Aptômat dòng điện cực tiểu chỉ khác với cực đại ở chỗ: khi dòng điện giảm quá mức điều chỉnh, nam châm điện nhả, và dòng điện bị cắt đứt.

H.4.32b: là sơ đồ của aptômat điện áp thấp dùng để tự động ngắt mạch điện khi điện áp giảm đến giá trị đã được điều chỉnh trước. Khi điện áp giảm quá mức điều chỉnh, lực từ của nam châm (1) không đủ để giữ nắp (2), lò xo (3) sẽ kéo then (4) lên, làm cho các tiếp điểm (5) bị ngắt. Điều chỉnh điện áp ngắt cũng bằng việc thay đổi lực lò xo (6). Loại này thường được dùng để bảo vệ động cơ điện.

Trên máy cắt kim loại thường dùng aptômat dòng điện với với dòng điện định mức từ 1,6 ÷ 50A, và ngắt dòng điện khi ngắn mạch tương ứng với 300÷1500A.

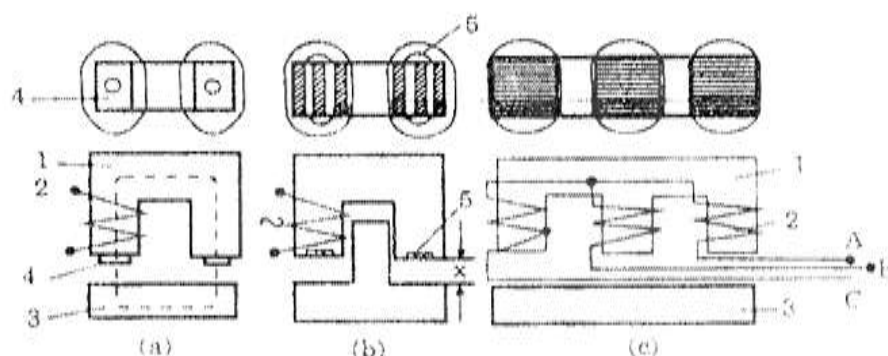
Loại aptômat A – 3100 có dòng điện định mức từ 15 ÷ 600A và ngắt dòng điện khi ngắn mạch từ 150÷4200A.

## 4.4 KHÍ CỤ TÁC ĐỘNG ĐIỆN – CƠ

Khí cụ tác động điện – cơ là loại khí cụ điện kết hợp với các nguyên lý cơ học để tạo nên một lực tác động nhất định. Các khí cụ tác động điện – cơ thường dùng trong máy cắt kim loại gồm có nam châm điện từ, bàn điện từ.

### 1. Nam châm điện:

Nam châm điện được dùng rộng rãi trên máy cắt kim loại là nam châm điện một chiều, cũng như nam châm điện xoay chiều một pha, ba pha (H.4.33) giới thiệu sơ đồ kết cấu các loại nam châm điện nói trên.



Hình 4.33. Sơ đồ nam châm điện.

H.4.33a: là sơ đồ của nam châm điện một chiều (H.4.33b) là nam châm điện xoay chiều một pha và (H.4.33c) là nam châm điện xoay chiều ba pha.

Tất cả các loại nam châm điện đều có ba phần chính: lõi từ (1) làm bằng các lá thép kỹ thuật điện, cuộn dây (2) và phần ứng (3). Khi cho dòng điện vào cuộn dây (2), lõi sắt (1) bị nhiễm từ và hút phần ứng (hay nắp) (3). Tùy thuộc vào kết cấu nối liền giữa lõi và phần ứng, chuyển động của phần ứng có thể là thẳng góc với bề mặt cực từ hoặc xoay quanh một chốt để tiến gần hoặc rời xa cực từ. Nam châm điện thường được lắp ở vị trí thế nào để lực kéo của nam châm và trọng lượng của phần ứng nghịch chiều nhau, tức là trọng lượng của phần ứng sẽ làm tăng lực tách khỏi cực từ.

Ở loại nam châm điện một chiều, trên đầu cực từ có hàn một vành đồng đỏ (4) để tạo nên một khe hở nhỏ, khi phần ứng (3) bị hút sát vào cực từ. Khe hở này sẽ làm cho phần ứng không bị dính chặt khi ngắt dòng điện của nam châm.

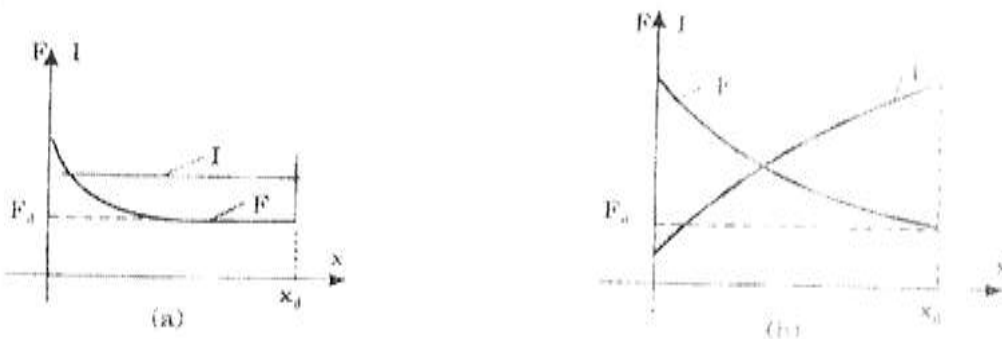
Ở nam châm điện xoay chiều, trên đầu cực (hoặc trên bề mặt của phần ứng) có đặt một vòng ngắn mạch (5) bằng đồng đỏ bao lấy một phần tiết diện của cực từ (hoặc của phần ứng). Từ trường do dòng điện xoay chiều tạo nên cũng thay đổi theo dòng điện xoay chiều. Với dòng điện có tần số 50Hz, trong 1s, từ trường thay đổi giá trị từ 0



đến max 100 lần. Vì từ trường thay đổi, lực kéo cũng thay đổi, làm cho phần ứng của nam châm bị rung động, sinh tiếng ồn và làm việc không ổn định. Nếu đầu cực hoặc mặt phần ứng có đặt vòng ngắn mạch, trong vòng ngắn mạch sẽ tạo nên từ trường có giá trị thay đổi và không cùng pha với từ trường chính. Do đó, tổng lực kéo do hai từ trường tạo nên sẽ có độ dao động bé, gần như khử được rung động của phần ứng.

Ở nam châm điện xoay chiều ba pha thì lực kéo rất ít dao động. Do đó, không cần vòng ngắn mạch. Ở loại này, trên ba cực có lắp ba cuộn dây lệch pha nhau, và dòng điện đạt trị số cực đại nối tiếp nhau sau 1/3 chu kỳ. Vì thế, lực kéo tương đối ổn định. Kích thước loại này tương đối lớn.

Lực kéo của nam châm còn phụ thuộc vào độ dài hành trình của phần ứng. Mối quan hệ giữa lực kéo và hành trình gọi là đặc tính kéo của nam châm và được biểu thị ở (H.4.34)



Hình 4.34. Đặc tính lực kéo của nam châm

Hình (a) biểu thị đặc tính của nam châm điện một chiều. Lực kéo của nam châm phụ thuộc vào điện cảm do dòng điện chạy trong cuộn dây tạo nên. Vì là mạch điện một chiều, nên dòng điện cảm chỉ phụ thuộc vào điện trở thuần của cuộn dây. Trong suốt quá trình hút, điện trở thuần cơ hồ không đổi (chỉ có thể tăng lên một ít do bị nóng). Nên dòng điện cảm ứng I không thay đổi, do đó lực kéo F cũng là một hằng. Ở đầu hành trình, khe hở không khí lớn, từ thông tản lớn, điện cảm bé, nên lực kéo bé. Trái lại, ở cuối hành trình, khi  $x = 0$ , khe hở bé, từ thông tản ít, điện cảm lớn, nên lực kéo lớn.

Đôi khi để giảm độ nóng của cuộn dây, giảm mức tiêu thụ năng lượng của nam châm điện một chiều, ở cuối hành trình, người ta lắp thêm tiếp điểm phụ để đưa vào mạch từ một điện trở nhất định, nhằm giảm dòng điện xuống vừa đủ, để duy trì lực kéo cần thiết.

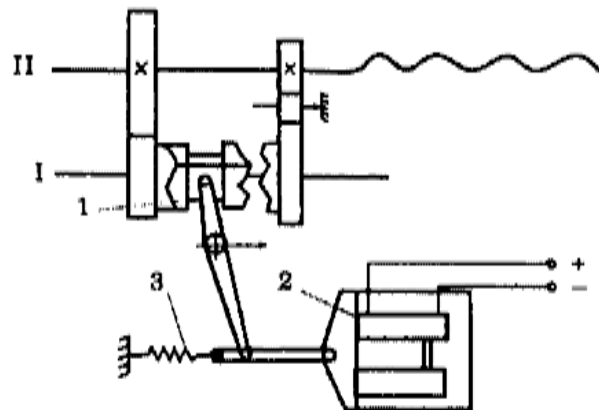
Hình (b) biểu diễn đặc tính của nam châm điện xoay chiều một pha. Ở đây dòng điện cảm ứng I không những phụ thuộc vào điện trở thuần mà còn phụ thuộc vào cảm kháng của cuộn dây. Cảm kháng lại phụ thuộc vào điện cảm của cuộn dây. Ở đầu hành trình, khe hở không khí lớn, điện cảm của cuộn dây nhỏ, trở kháng nhỏ, nên dòng điện

cảm ứng lớn. Gần cuối hành trình, điện cảm lớn, trở kháng lớn, nên dòng điện nhỏ. Hiệu số dòng điện giữa đầu và cuối hành trình có khi lên đến 8+10A.

Lực kéo  $F$  ở đầu hành trình thì nhỏ, vì khe hở lớn và cuối hành trình thì lại tăng lên 2+3 lần. Độ dài lớn nhất cho phép của hành trình gọi là độ dài hành trình định mức  $x_d$ , và lực kéo tương ứng với hành trình định mức gọi là lực kéo định mức  $F_d$  của nam châm.

Lực kéo định mức thông thường được thực hiện từ 10+250N và  $x_d = 15+50\text{mm}$ . Phần ứng nam châm không những có tác dụng kéo mà còn được chế tạo với tác dụng đẩy. Trong máy cắt kim loại, nam châm điện dùng để điều khiển các cơ cấu dầu ép, khí ép (di động các con trượt van đảo chiều, panel điều khiển v.v...) dùng để đóng mở các cơ cấu hãm động cơ điện như ở (H.16), dùng để điều khiển xa, đóng mở các cam, ly, hợp v.v.. Trong những năm gần đây, ở một số máy và đường dây tự động gia công những chi tiết nhỏ, người ta dùng rộng rãi nam châm điện xoay chiều một pha để tạo rung cho các băng chuyển rung động.

H.4.35: giới thiệu sơ đồ dùng nam châm điện đóng mở ly hợp thực hiện đảo chiều nhanh trên máy cắt kim loại.



Hình 4.35: Ứng dụng nam châm điện.

Truyền động từ trục I được đưa lên trục vitme (II) để thực hiện tiến chậm và lùi nhanh của bàn máy qua ly hợp (1). Ly hợp (1) có thể là ly hợp vấu hoặc ly hợp masat đĩa. Khi cho dòng điện vào cuộn dây (2) của nam châm, phần ứng (nắp) của nam châm bị kéo sang phải, ly hợp (1) đóng sang trái, thực hiện tiến chậm của bàn máy. Khi ngắt dòng điện của cuộn dây, dưới tác dụng của lò xo (3), ly hợp được đóng sang phải, thực hiện việc lùi nhanh.

Trong trường hợp này, lực kéo của nam châm cần phải đủ lớn để thắng lực lò xo (3), và nam châm phải luôn duy trì dòng điện trong suốt quá trình ly hợp đóng sang trái. Nếu thay lò xo (3) bằng một nam châm điện, ta sẽ có hệ thống hai nam châm. Trong trường hợp này, nam châm chỉ cần làm việc khi di động ly hợp từ vị trí này sang vị trí khác, và hai nam châm cần phải có hệ thống khóa lẫn nhau.

## 2. Ly hợp điện từ

Ly hợp điện từ được dùng rộng rãi trên máy cắt kim loại, nhất là ở những máy hiện đại, để đóng ngắt các xích truyền động, hãm, đảo chiều, thay đổi vận tốc chuyển động chính cũng như chuyển động chạy dao. Thay đổi vận tốc bằng ly hợp điện từ có thể tiến hành khi trục đang quay với phụ tải, hoặc khi chạy không. Ly hợp điện từ các tác động nhanh còn dùng trong các hệ thống theo vết của máy chép bằng điện từ có thể tiến hành khi trục đang quay với phụ tải, hoặc khi chạy không. Ly hợp điện từ các động nhanh còn dùng trong các hệ thống theo vết của máy chép hình bằng điện. Tần số tác động của ly hợp trong những hệ thống này có thể đạt trên 50 lần/s.

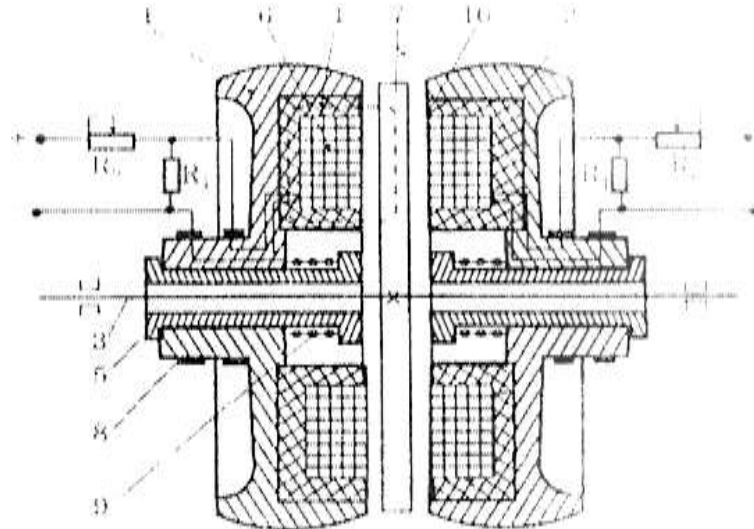
So với các loại ly hợp khác, ly hợp điện từ có kết cấu nhỏ gọn, tác động nhanh và điều khiển đơn giản. Các ly hợp điện từ hiện dùng trên máy cắt kim loại có thể truyền được mômen từ 2,5 ÷ 1600Nm.

Dưới đây ta lần lượt xét một số ly hợp điện từ thường dùng trên máy cắt kim loại.

### a. Ly hợp điện từ ma sát:

Ly hợp điện từ ma sát thường dùng hai loại: loại có một đĩa ma sát và loại có nhiều đĩa ma sát.

Loại ly hợp điện từ có một đĩa ma sát là loại đơn giản nhất, thường được chế tạo phối hợp với puli. H.4.36 giới thiệu sơ đồ kết cấu của loại này, dùng để đảo chiều bàn máy ở máy bào giường.



Hình 4.36: Ly hợp điện từ ma sát

Ly hợp gồm có puli (1) và (2) có kết cấu như nhau và được lồng không trên trục (3). Bên trong mỗi puli có đặt lõi từ (4) có thể cùng với puli di động trên bạc (5) theo dọc trục. Trong rãnh của lõi từ (4) có đặt cuộn dây (6). Giữa hai puli có phần ứng (7) làm chức năng của đĩa ma sát, được lắp chặt trên trục (3).

Puli (1) và (2) nhận truyền động từ một trục của động từ một trục của động cơ qua đai truyền thẳng và chéo. Đai thẳng lắp trên puli (1) để thực hiện chuyển động thuận; đai chéo lắp trên puli (2) để thực hiện đảo chiều.

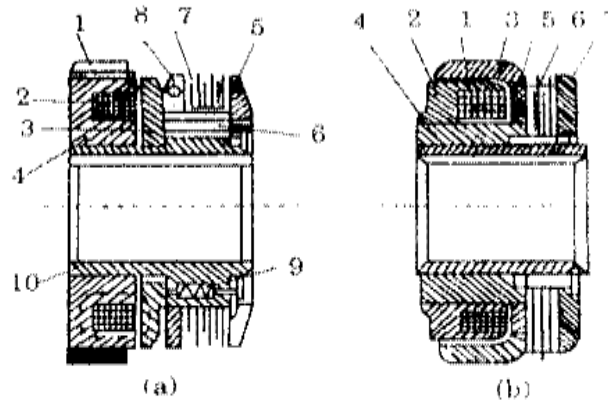
Khi cho dòng điện vào cuộn dây (6) qua vành góp (8), một từ trường xuất hiện, khép kín lõi từ (4) và phần ứng (7). Dưới tác dụng của từ trường, lõi từ (4) cùng với puli (1) thắng lực lò xo (9), di động sang phải, tiếp xúc với phần ứng (7). Lúc này trục

(3) sẽ nhận được chuyển động cùng chiều với puli (1) và thực hiện chuyển động thẳng của bàn máy. Khi ngắt mạch điện của cuộn dây (6), từ trường chấm dứt. Dưới tác động của lò xo (9), lõi từ cùng với puli rời khỏi phần ứng, truyền động của trục (3) chấm dứt.

Khi cho dòng điện vào cuộn dây bên trong puli (2), puli (2) sẽ tiếp xúc với phần ứng (7) và trục (3) sẽ nhận chuyển động quay ngược lại.

Để tăng ma sát, giữa các phần tiếp xúc của puli và phần ứng có đặt các vòng ma sát (10).

Khi mở ly hợp, các cuộn dây của nó vẫn đóng kín qua điện trở  $R_1$ . Trên điện trở  $R_1$ , năng lượng từ tích lũy trong ly hợp biến thành nhiệt. Nếu cuộn dây không được nối với điện trở  $R_1$  thì sức điện động cảm ứng khi ngắt mạch có thể làm thủng lớp cách điện của dây. Điều chỉnh lực kéo của nam châm bằng cách điều chỉnh dòng điện qua cuộn dây nhờ biến trở  $R_2$ . Hình 4.37



Hình 4.37: Ly hợp điện từ nam châm đĩa.

Loại ly hợp điện từ một đĩa ma sát có kích thước lớn, bề mặt ma sát chóng mòn, nên phải luôn điều chỉnh lại khe hở giữa lõi từ và phần ứng ( $\approx 0,2\text{mm}$ ). Ly hợp cần đặt ở chỗ khô ráo, chống dầu. Để tăng bề mặt ma sát, giảm nhỏ kích thước, đồng thời truyền được mômen lớn, người ta dùng rộng rãi ly hợp điện từ nhiều đĩa ma sát (H.4.37)

Tùy thuộc vào cách bố trí cuộn dây hút, ly hợp điện từ nhiều đĩa ma sát có thể phân thành hai loại: loại có cuộn dây quay và loại có cuộn dây cố định.

H.4.3a: Là kết cấu của loại ly hợp từ có cuộn dây quay và ma sát đĩa nằm ngoài mạch từ.

Khi cho dòng điện qua vành góp (1) vào cuộn dây (2), phần ứng (3) bị hút vào thân (4). Đĩa (5) được nối liền với phần ứng (3) bằng thanh kéo (6). Do đó, nó ép các đĩa ma sát bề mặt. Khi ngắt dòng điện chạy vào cuộn dây (2), dưới tác động của lò xo (9), các đĩa ma sát (7) tách rời nhau, xích truyền động bị cắt đứt.

Tất cả các bộ phận của ly hợp được gắn trên bạc (10) được chế tạo bằng vật liệu không nhiễm từ. Các đĩa ma sát ăn khớp trong được lắp trên bạc (10), và các đĩa ăn khớp ngoài được lắp lên vành của trục thứ hai (không thể hiện trên hình vẽ.)

Mạch từ ở loại ly hợp này chỉ đóng kín phần ứng (3). Do đó, các đĩa ma sát có thể chế tạo bằng vật liệu phi từ tính. Đĩa ma sát cần phải có hệ số ma sát và độ bền mòn cao, khả năng chịu nhiệt và truyền nhiệt lớn. Vật liệu của đĩa ma sát thường là thép 50Γ, 65Γ thép 5, thép 10, 20.

Nhược điểm của loại ly hợp này là cuộn dây cùng quay với trục, tạo nên mômen quán tính lớn, có khả năng gây nên tia lửa khi làm việc, các vành góp chóng mòn và phần dẫn điện dễ hỏng.

Để khắc phục những nhược điểm trên, người ta dùng các loại ly hợp điện tử có cuộn dây cố định, không có vành góp. Kết cấu của loại này được thể hiện trên hình (b).

Ở loại này, cuộn dây (1) được đặt trong mặt đầu của giá đỡ (2). Giá đỡ này được lắp trên phần cố định của máy. Bao quanh giá đỡ (2) có các vòng cực từ bằng thép (3) và (4) được nối liền bằng vành (5) chế tạo từ vật liệu phi từ tính. Giữa giá đỡ (2) và các vòng thép (3) và (4) được tạo nên một khe hở. Những phần còn lại có thể giống như kết cấu của hình (a) với những đĩa ma sát ở ngoài mạch từ, hoặc có thể dùng các đĩa nằm trong mạch từ như ở hình (b).

Trong trường hợp đĩa ma sát nằm trong mạch từ, khi cuộn dây (1) có điện, mạch từ sẽ đóng kín qua đĩa ma sát (6) và phần ứng (7) làm cho phần ứng ép sát các đĩa ma sát lại. Khi ngắt điện, phần ứng (7) sẽ rơi ra, các đĩa ma sát sẽ tách rời. Dẫn điện vào cuộn dây nhờ một vành tiếp xúc, đầu kia của cuộn dây được cố định vào thân máy. Dòng điện một chiều được cung cấp bằng bộ chỉnh lưu xêlen.

Kích thước của loại ly hợp này nhỏ hơn ly hợp có đĩa ma sát nằm ngoài mạch từ. Đĩa ma sát được làm bằng thép tôi, từ dư của nó không đủ ngăn trở các đĩa tách ra khi ngắt điện. Mômen còn lại sau khi ngắt ly hợp chiếm không quá 1% mômen định mức.

Nếu dùng ly hợp điện tử để truyền chuyển động của động cơ không đồng bộ, thì cần chọn ly hợp có mômen lớn hơn mômen cực đại của động cơ, nếu không khi ly hợp bị quá tải, động cơ sẽ không dừng, ly hợp bị trượt.

Ly hợp điện tử nhiều đĩa ma sát thường dùng ở các hộp tốc độ và hộp chạy dao của máy tự động, nửa tự động, ở máy tiện hạng trung, máy tiện đứng, máy phay, doa v.v... Ngoài ra loại này còn dùng để hãm.

Tính toán ly hợp điện tử ma sát thường dựa vào mômen xoắn cần truyền và các điều kiện vận hành cụ thể (môi trường xung quanh, chấn động v.v...). Khi tính toán, cần xác định mối quan hệ tối ưu giữa các kích thước chủ yếu, để vừa đảm bảo mômen truyền động, vừa đảm bảo kích thước tối thiểu.

Mômen xoắn có thể truyền của ly hợp điện từ có thể tính theo công thức:

$$M = f \frac{F}{S_m} \int_{R_1}^{R_2} 2\pi r^2 dr = 2 \frac{\pi}{3} f \frac{F}{S_m} (R_2^3 - R_1^3) \quad (4.1)$$

Ở đây:  $F$  – Lực hút điện từ [N]

$S_m = \pi(R_2^2 - R_1^2)$  [cm<sup>2</sup>] – diện tích bề mặt ma sát.

$R_1, R_2$  – bán kính trong và bán kính ngoài của đĩa ma sát [cm]

$R$  – bán kính chạy [cm]

Nếu ta đặt:  $\beta = \frac{R_1}{R_2}$ , thì bán kính trung bình:

$$R_t = \frac{2}{3} \cdot \frac{R_2^3 - R_1^3}{R_2^2 - R_1^2} = \frac{2}{3} R_2 \frac{1-\beta^3}{1-\beta^2} = \frac{2}{3} R_2 \frac{1+\beta+\beta^2}{1+\beta}$$

Ta thay các trị số vào phương trình (4.1), ta có:

$$M = \frac{2}{3} fFR_2 \frac{1+\beta+\beta^2}{1+\beta} = fFR_t \quad (4.2)$$

Nếu ta coi bán kính trung bình  $R_t$  gần bằng nửa tổng bán kính trong và ngoài:

$$R_t = \frac{R_1 + R_2}{2} = \frac{R_2}{2} (1 + \beta) \quad (4.3)$$

Thay vào (4.3) vào (4.2), ta có:

$$M = \frac{1}{2} fFR_2 (1 + \beta) \quad (4.4)$$

Ở đây:  $f$  – hệ số ma sát phụ thuộc vào vật liệu đĩa ma sát, áp suất và diện tích bề mặt ma sát. Theo kinh nghiệm, ở áp suất  $p = 50\text{N/cm}^2$ , ta có thể lấy:

- Thép 50Г trên thép 50Г:  $f = 0,27 + 0,28$

- Thép 50Г trên gang :  $0,24 + 0,26$

Thép điện kỹ thuật (Э) trên Э:  $0,21$

Ở áp suất  $p = 40\text{N/cm}^2$ ; thép 65Г trên 65Г, thì  $f = 0,8$

Ở áp suất  $p = 100\text{N/cm}^2$ ; thép Э trên Э, thì  $f = 0,46$ .

f- lực hút phần ứng vào lõi phụ thuộc vào sức từ động của cuộn dây, từ trở của mạch từ, và diện tích của bề mặt ma sát. Có thể tính lực hút theo cảm ứng từ trong khe hở không khí của ly hợp:

$$F = \left( \frac{B}{5000} \right)^2 S_m; B [V/m^2] - \text{cường độ từ cảm.}$$

Vì diện tích bề mặt ma sát là hàm của tỷ số bán kính:  $S_m = \pi R_2^2 (1 - \beta^2)$ , nên lực F cũng phụ thuộc vào  $\beta$ :

$$F = \left( \frac{B}{5000} \right)^2 \pi R_2^2 (1 - \beta^2) \quad (4.5)$$

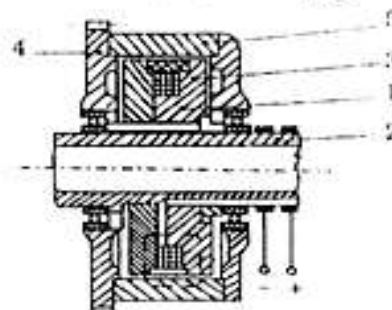
Thay (4.5) vào (4.4), ta có:

$$M = \frac{\pi}{2} f \left( \frac{B}{5000} \right)^2 R_2^3 (1 - \beta^2) - (1 + \beta^2) \quad (4.6)$$

Nếu coi M là hàm của một biến  $\beta$ , ta có thể xác định được rằng: mômen xoắn do ly hợp điện từ ma sát đĩa truyền đi sẽ đạt trị số cực đại khi  $\beta = \frac{1}{3}$

#### b. Ly hợp điện từ bám:

Ly hợp điện từ bám là ly hợp mà lực tiếp xúc giữa các bề mặt công tác được tạo nên do lớp bột sắc chứa trong các khe hở dưới tác dụng của từ trường. Loại ly hợp này đã bắt đầu sử dụng trong một số máy cắt kim loại. (H.4.38) giới thiệu một dạng kết cấu của loại này.



Hình 4.38: Ly hợp điện từ bám.

Những bộ phận chính của ly hợp điện từ bám gồm có: lõi thép (1) được lắp then với trục chủ động (2). Để dễ lắp ráp, lõi (1) được chế tạo thành hai phần. Trên trục (2) có lắp các vành góp để dẫn điện theo dọc trục vào cuộn dây (3) đặt trong rãnh của lõi

thép (1). Bánh răng bị động (4) được cố định vào vỏ ly hợp (5). Trong khe hở giữa lõi (1) và vỏ (5) người ta đổ đầy hỗn hợp bột sắt trộn dầu (dùng cho ly hợp lỏng), hoặc trộn với grafit (dùng cho ly hợp bột.)

Các hạt sắt có kích thước từ  $5 + 10\mu\text{m}$  được trộn với dầu khoáng chất thành hỗn hợp sệt, hoặc với bột grafit thành hỗn hợp khô. Tỷ lệ trọng lượng giữa bột sắt và dầu thường là 5:1. Với tỷ lệ này, độ từ thẩm của hỗn hợp sẽ lớn hơn khoảng 8 lần độ từ thẩm của không khí. Khi cuộn dây (3) không có điện, lực bám giữa lõi thép và vỏ rất nhỏ, do độ dính của chất lỏng tạo nên. Khi có điện, từ trường của cuộn dây sẽ biến hỗn hợp sắt thành một khối keo đặc, ép chặt vào bề mặt của lõi thép và vỏ. Ly hợp được đóng lại, và mômen được truyền từ trục chủ động (2) sang bánh răng bị động (4).

Ở ly hợp dùng hỗn hợp lỏng cần dùng vòng chắn khí bằng cao su. Ở ly hợp dùng hỗn hợp khô, phải dùng chắn khí bằng điện từ hoặc bằng nắp chắn khí.

Áp suất tác dụng lên bề mặt làm việc của ly hợp phụ thuộc vào độ từ cảm của cuộn dây, phụ thuộc vào tỷ trọng và vật liệu của hỗn hợp, kích thước khe hở, bề mặt tiếp xúc với hỗn hợp trong vùng tác động của từ trường và vận tốc quay. Trong các ly hợp điện từ bám có thể đạt từ  $(0,7 + 1)10^5 \text{N/m}^2$ . Kích thước của nó không lớn hơn ly hợp điện từ nhiều đĩa ma sát, và nhỏ hơn loại một đĩa ma sát.

Ưu điểm của ly hợp điện từ bám là nó có thể tác động ở vận tốc cao, thời gian tác động rất ngắn, vì nó có thể coi bằng khoảng thời gian thay đổi quá trình nhiễm từ của hỗn hợp sắt.

Nhược điểm cơ bản của ly hợp điện từ bám là tính lão hóa điện từ của hỗn hợp, làm giảm độ linh hoạt và do đó, làm giảm khả năng truyền mômen. Sau từng thời gian phải thay hỗn hợp mới. Nhược điểm khác là chắn khí khó khăn, phải theo dõi thường xuyên trong những trường hợp không thể dùng ly hợp điện từ đĩa ma sát: thí dụ như trong trường hợp ly hợp phải tác động nhanh, phải đảm bảo lượng di động và độ trượt chính xác của các bàn máy khi chạm vào vấu tỉ cứng.

Mômen truyền động của ly hợp điện từ bám có thể tính theo công thức:

$$M = fpSR \text{ {kgcm}}$$

Ở đây: p – áp suất của hỗn hợp ép vào bề mặt lõi thép và vành trụ.

$$p = \left[ \frac{B}{5000} \right]^2 \text{ 1kg/cm}^2$$

S – diện tích bề mặt tham gia truyền mômen  $\text{ {cm}^2}$

R – bán kính của trụ bám  $\text{ {cm}}$

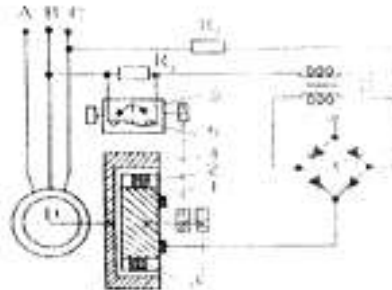
F – hệ số bám:  $f = 0,1 + 0,3$ .



**c) Ly hợp điện từ trượt**

Ngoài những ly hợp có các bề mặt làm việc phải liên kết với nhau như đã nói trên, đôi khi trên máy cắt kim loại cùng dùng ly hợp điện từ trượt. Loại ly hợp này không những có khả năng đóng ngắt xích truyền động, mà còn có khả năng điều chỉnh vận tốc của trục bị động trong giới hạn  $R_n = 6 + 8$ . Ở những hệ thống có mối liên hệ ngược, phạm vi điều chỉnh có thể đạt đến  $R_n = 50$ .

Sơ đồ kế cấu của loại này được trình bày ở (H.4.39):



Hình 4.39: Sơ đồ kế cấu của ly hợp điện từ trượt

Ly hợp điện từ trượt gồm có bộ phận cảm (1). Trên rãnh chu vi của nó đặt cuộn dây (2). Vì trên bộ phận cảm có tạo nên các rãnh (3), nên từ trường phân bố không đều trên các khe hở. Dòng điện một chiều cung cấp cho cuộn dây nhờ bộ chỉnh lưu C bằng xêlen qua bộ biến áp B.

Nếu bộ phận cảm (1) mang cuộn dây (2) quay, do từ trường quay phân bố không đều, nên trên thành của phần ứng (4) xuất hiện dòng điện xoáy. Do đó, phần ứng (4) bắt đầu quay như là rôto của động cơ không đồng bộ dưới tác dụng của từ trường quay.

Trong ly hợp điện từ trượt, phần ứng (4) được cố định trên trục của động cơ không đồng bộ Đ và đóng vai trò của phần ly hợp chủ động, còn phần cảm đóng vai trò phần ly hợp bị động. Nếu phần ứng (4) quay, thì phần cảm (1) mang cuộn dây cũng quya theo. Do tác dụng tương hỗ giữa từ trường quay và dòng điện xoáy, mômen của phần bị động xuất hiện.

Giống như ở các máy điện không đồng bộ, phần bị động quay trễ hơn phần chủ động, tạo nên hệ số trượt: 
$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

Ở đây:  $n_1$  và  $n_2$  là số vòng quay của phần chủ động và phần bị động.

Khi tăng hệ số trượt, dòng điện xoáy trong phần ứng tăng, làm tăng nhiệt độ của phần ứng. Nhưng do phần ứng cùng quay với động cơ Đ với vận tốc lớn, nên cũng góp phần nào việc làm hỏng các bề mặt ma sát.

Dòng điện kích từ cung cấp cho cuộn dây (2) không đổi, nhưng vận tốc của phần bị động cũng thay đổi, nếu phụ tải thay đổi. Để giữ được vận tốc không đổi khi phụ tải tăng, cần phải tăng tương ứng dòng điện kích từ bằng bộ điều tốc ly tâm (5).

Khi vận tốc bị giảm, tiếp điểm (6) của bộ điều tốc sẽ đóng ngắn mạch điện trở  $R_1$ , lắp nối tiếp với cuộn sơ cấp của biến áp B. Dòng điện qua cuộn sơ cấp sẽ tăng và do đó, dòng điện kích từ cũng tăng, từ thông cuộn dây tăng, phần bị động của li hợp sẽ quay nhanh hơn. Khi vận tốc của phần bị động tăng, quá trình sẽ diễn biến ngược lại.

Nếu như công suất của phần chủ động là  $N_1$  và của phần bị động là  $N_2$ , thì hiệu suất của ly hợp điện từ trượt sẽ là:

$$\eta = \frac{N_2}{N_1} = \frac{M_{n2}}{M_{n1}} = \frac{n_2}{n_1} \quad (6)$$

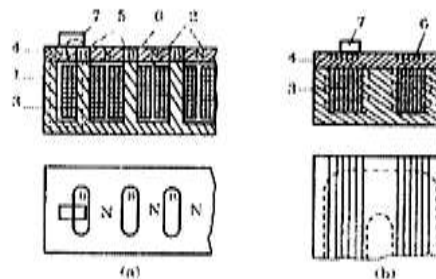
Từ đây ta thấy rằng hiệu suất của ly hợp rất bé, khi làm việc với số vòng quay nhỏ. Trong trường hợp này, nhiệt độ của ly hợp tăng rất nhanh. Nhược điểm khác của loại ly hợp này là phải dùng bộ điều tốc để ổn định vận tốc.

Loại ly hợp này được dùng ở các xích chạy dao có công suất từ 1+1,5kW.

### 3. Bàn điện từ

Bàn điện từ là loại khí cụ điện – cơ dùng để kẹp chặt chi tiết gia công, nó được dùng rộng rãi trên máy mài mặt phẳng. Dùng bàn điện từ, việc kẹp chặt chi tiết được nhanh, chính xác, đồng thời cùng một lúc có thể kẹp nhiều chi tiết có kích thước nhỏ trên một mặt phẳng. Kẹp chặt bằng bàn điện từ có thể đảm bảo độ chính xác gia công cao, vì khi chi tiết bị biến dạng nhiệt, nó có thể dẫn nở tự do ở mặt bên.

Nhược điểm của việc kẹp chặt bằng điện từ là lực kẹp bé. Khi cuộn dây kích từ bị đứt dễ phá hỏng chi tiết gia công và gây ra sự cố. Ngoài ra, bàn từ khó kẹp chặt những chi tiết không từ tính; với những chi tiết bằng thép, sau khi gia công xong thường còn lại một lượng từ dư.



Hình 4.40: Bàn điện từ.

Bàn điện từ thường có các dạng kết cấu như sau: (H.4.40):

Hình (a) là loại bàn điện từ thông thường gồm có thân bằng thép (1) với những cực từ (2) và cuộn dây (3). Trên các cực từ có đặt nắp (4) với các phần chen giữa (5) đặt ngay trên các cực, do các vành (6) làm bằng vật liệu không từ tính bao quanh (thông thường đồng thanh, hợp kim thiết hoặc hợp đồng kim chì – antimon v.v...)

Khi cho dòng điện một chiều vào cuộn dây (3), tất cả các phần (5) do các vành bằng chất không từ tính bao quanh, tạo nên một cực từ (thí dụ như cực bắc (B) và những phần còn lại của nắp (4) là cực N. Chi tiết gia công (7) được đặt trên một vành không từ tính nào, cũng tạo nên sự khép kín từ thông giữa 2 cực, và do đó, chi tiết bị hút chặt vào nắp (4) với các phần chen giữa (5) đặt ngay trên các cực, do các vành (6) làm bằng vật liệu không từ tính bao quanh (thông thường là đồng thanh, hợp kim thiết hoặc hợp kim chì – antimon v.v...)

Khi cho dòng điện một chiều vào cuộn dây (3), tất cả các phần (5) do các vành bằng chất không từ tính bao quanh, tạo nên một cực từ (thí dụ như cực bắc B) và những phần còn lại của nắp (4) là cực nam (N). Chi tiết gia công (7) được đặt trên một vành không từ tính nào, cũng tạo nên sự khép kín từ thông giữa hai cực, và do đó, chi tiết bị hút chặt vào nắp (4).

Để có thể kẹp chặt những chi tiết nhỏ, không cách giữa các cực từ cần nhỏ. Do đó người ta dùng kiểu bàn điện từ như ở hình (b). Loại này chỉ dùng một cuộn dây (3). Các vành không từ tính (6) được đặt gần nhau và không thường xuyên thủng nắp (4). Khi đặt chi tiết (7) lên trên nắp (4), một phần từ thông khép kín qua nắp ở phía dưới các vành không từ tính chỉ có một phần từ thông tham gia kẹp chặt. Nên lực kẹp của loại bàn điện từ này nhỏ hơn loại được trình bày ở hình (a).

Lực hút của bàn điện từ chủ yếu phụ thuộc vào vật liệu và kích thước của chi tiết cần kẹp chặt. Ngoài ra còn phụ thuộc vào số lượng và vị trí của chi tiết đặt trên nắp, cũng như kết cấu của bản thân bàn điện từ. Khối lượng của chi tiết càng lớn, số cực từ do chi tiết đè lên càng nhiều, thì lực hút càng lớn. Trên những bàn điện từ hiện đại, áp suất điện từ có thể đạt từ  $(2+13)10^5 \text{N/m}^2$ .

Để bảo vệ cuộn dây khỏi sự thâm nhập của dung dịch làm nguội và dầu, các cực từ bên trong cần được phủ lớp nhựa hoặc lớp dầu khoáng chất.

Dòng điện cung cấp cho cuộn dây là dòng điện một chiều có điện áp 24,48,110 và 220V, được nắn bằng các bộ chỉnh lưu. Điện áp thường dùng nhất là 110V.

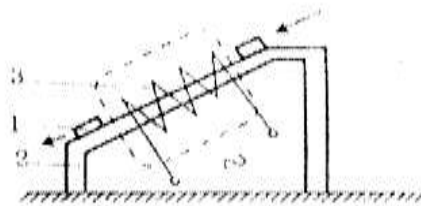
Các cuộn dây riêng lẻ của cực từ thường được mắc nối tiếp. Đôi khi người ta cũng dùng mạch điện cuộn dây có thể chuyển từ mắc nối tiếp sang mắc song song. Trong trường hợp này, khi dùng điện áp 110V thì đấu song song, khi dùng điện áp 220V thì đấu nối tiếp. Công suất của các bàn điện từ thường dùng là 100+300W.

Ngoài những bàn điện từ kê trên, trong một số thiết bị kẹp chặt của máy kim loại người ta còn dùng nam châm vĩnh cửu. Ở loại này, không cần thiết nguồn điện kích

từ, do đó không có khả năng chi tiết bị rời khỏi bề mặt kẹp khi làm việc. Ngoài ra, bàn kẹp dùng nam châm vĩnh cửu làm việc ổn định hơn và tuổi thọ cao hơn.

Để khử từ dư trong những chi tiết được kẹp chặt bằng bàn điện từ, người ta dùng một số thiết bị điện đặc biệt gọi là bộ khử từ. Sơ đồ của bộ khử từ được trình bày ở (H.4.41)

Chi tiết cần được khử từ (1) trượt trên mặt bằng nghiêng (2) làm bằng vật liệu không từ tính. Mặt nghiêng (2) đặt xuyên qua cuộn dây (3) được kích từ bằng dòng điện xoay chiều. Do đó, khi đi qua cuộn dây, chi tiết bị đảo hướng từ với một từ trường thay đổi, khử được từ dư.



Hình 4.41 - Sơ đồ bộ khử từ

## **CHƯƠNG 5**

### **CÁC MẠCH CƠ BẢN CỦA HỆ THỐNG**

### **ĐIỀU KHIỂN TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN**

Trong các chương trước, chúng ta đã nghiên cứu những vấn đề chung về truyền động điện, về những đặc điểm chủ yếu của các khâu không chế, của các khí cụ điều khiển. Trên cơ sở đó, chúng ta sẽ bắt đầu tham khảo mối quan hệ giữa các bộ phận, khả năng và phương pháp sử dụng chúng trong hệ thống điều khiển. Tuy nhiên máy cắt kim loại có rất nhiều kiểu khác nhau, các sơ đồ điều khiển truyền động điện của chúng cũng muôn hình, muôn vẻ. Do đó, ở chương này, chúng ta chỉ đề cập đến một số mạch cơ bản, từ đó, ta có thể tìm hiểu các sơ đồ điều khiển truyền động của máy cắt kim loại.

#### **5.1 KHÁI NIỆM VỀ SƠ ĐỒ ĐIỆN:**

Để điều khiển truyền động điện của máy cắt kim loại, người ta dùng rất nhiều loại thiết bị và khí cụ điện khác nhau để thực hiện các nhiệm vụ khác nhau. Nhờ dây dẫn điện, ta nối liền các bộ phận ấy với nhau, tạo nên một dạng sơ đồ chung gọi là sơ đồ điện, để thực hiện những chức năng đã cho theo một thứ tự nhất định.

##### **1. Nguyên tắc lập sơ đồ điện:**

Trong sơ đồ điện của một máy cắt kim loại, có khi bao gồm đến hàng trăm bộ phận khác nhau. Do đó, không những có nhiều khó khăn trong việc bố trí sơ đồ, mà còn khó khăn trong việc đọc và tìm hiểu sơ đồ. Vì thế, để dàng cho việc xây dựng và đọc một sơ đồ điện, cần phải tiến hành theo các nguyên tắc sau đây:

a) Tất cả các bộ phận của khí cụ điện, thí dụ như cuộn dây, điện trở, tiếp điểm, v.v... cần được biểu thị trong dạng sơ đồ, ký hiệu.

b) Các thành phần của thiết bị và khí cụ điện đặt trong sơ đồ điện, cần phải thể hiện rõ ràng chức năng và tuần tự tác động. Sơ đồ cần có số lượng dây dẫn cắt chéo nhau ít nhất.

c) Tất cả các tiếp điểm của các khí cụ điện đều phải thể hiện trên sơ đồ ở trạng thái bình thường, tức là ở trạng thái không có lực tác dụng bên ngoài.

d) Cùng một bộ phận của một thiết bị, nhưng phải thể hiện ở nhiều vị trí khác nhau trên sơ đồ, thì bộ phận đó cần phải ký hiệu cùng một chữ số hay chỉ số.

e) Trên sơ đồ điện, mạch động lực (mạch có rô-tô, stato và phần ứng của động cơ) cần được thể hiện bằng nét vẽ đậm, và mạch điều khiển được biểu thị bằng nét vẽ mảnh.

## 2. Ký hiệu các khí cụ và thiết bị điện

Tất cả các khí cụ và thiết bị điện được biểu thị trên sơ đồ điện bằng các ký hiệu và được đánh dấu bằng các chữ cái và chỉ số. Các ký hiệu thường gặp nhất trong các sơ đồ điện của máy cắt kim loại được giới thiệu trong bảng (5.1):

Các ký hiệu khi đặt ở vị trí thẳng đứng, cần quay ngược chiều kim đồng hồ một góc  $90^0$ .

Tất cả các thiết bị và khí cụ dùng trên sơ đồ đều được đánh dấu bằng một hoặc vài chữ số tương ứng với tên gọi và công dụng của nó. Thông thường, công tắc tơ được biểu thị bằng một chữ cái; rơle biểu thị bằng hai chữ (có khi ba chữ), các khí cụ điều khiển ba chữ.

Dưới đây là các chữ đánh dấu thường dùng:

Ký hiệu	Tên gọi	Ký hiệu	Tên gọi
<b>Công tắc tơ</b>			
M	Côngtắctơ một hướng	T	Côngtắctơ thuận (tiến, lên)
N	Côngtắctơ nghịch (lùi, xuống)	Hđ	Côngtắctơ hãm động năng
Hn	Côngtắctơ hãm ngược	H	Côngtắctơ hãm
G	Côngtắctơ gia tốc	Tt	Côngtắctơ thứ tự
<b>Rơle</b>			
RT	Rơle thời gian	RTr	Rơle trung gian
RN	Rơle nhiệt	RĐ	Rơle điện áp
RD	Rơle dòng điện	RC	Rơle cực đại
RV	Rơle vận tốc	RG	Rơle gia tốc
RX	Rơle xung	RHđ	Rơle hãm động năng
RK	Rơle khoá lẫn	RA	Rơle áp lực
<b>Thiết bị điều khiển</b>			
Ct	Công tắc thường	CC	Công tắc cuối hành trình
CH	Công tắc hành trình	Cx	Công tắc xoay
NĐ	Nút điều khiển	K	Nút khởi động
D	Nút dừng	ĐN	Bộ đổi nối

ĐT	Bộ điều tốc		
<b>Các Thiết bị khác</b>			
Lđ	Ly hợp điện từ	Đt	Đèn tín hiệu, thắp sáng
Fc	Fích cắm điện	Cd	Cầu dao
C	Cầu chì	Nc	Nam châm

Nếu như trong sơ đồ dùng một số khí cụ cùng loại, thì ta có thêm số thứ tự ở trước chữ cái. **Thí dụ: 1RTr, 2RTr** – rơle trung gian thứ nhất, rơle trung gian thứ hai. chữ số ở phía sau chữ cái chỉ thứ tự của các tiếp điểm trong cùng một thiết bị. **1RC<sub>1</sub>, 2RC<sub>2</sub>** có nghĩa là tiếp điểm thứ nhất và thứ hai của rơle đại thứ nhất.

### 3. dạng sơ đồ điện.

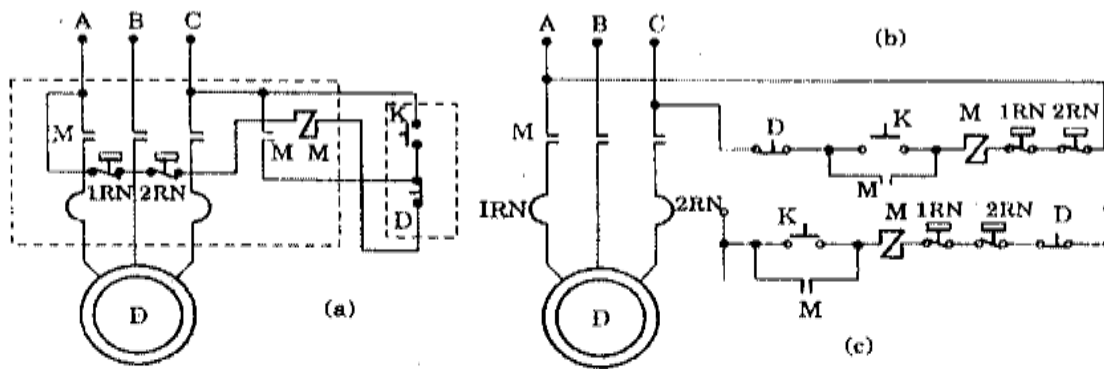
Để thể hiện mối quan hệ về điện của các trang bị, khí cụ và dụng cụ điện, đồng thời để phục vụ cho việc tìm hiểu các nguyên lý làm việc của chúng, người ta thường dùng hai sơ đồ điện: sơ đồ rắp rắp và sơ đồ nguyên lý.

Sơ đồ lắp rắp là loại sơ đồ mà các trang thiết bị và khí cụ điện được thể hiện tương ứng với vị trí lắp đặt của nó trên các hộp, các tủ hay trên các pamel điều khiển. Loại sơ đồ này rất thích hợp cho việc lắp rắp và sửa chữa. Nó cũng thể hiện số lượng dây dẫn, tiết diện, mã hiệu và cách lắp đặt dây dẫn. Nhưng loại sơ đồ này có nhược điểm là rất nhiều đường dây cắt chéo nhau, làm cho việc khảo sát nguyên lý làm việc khó khăn.

Dạng sơ đồ thứ hai là sơ đồ nguyên lý. Ở loại sơ đồ này, tất cả các loại trang bị và khí cụ điện được thể hiện không phải theo vị trí lắp đặt thực tế, mà theo nguyên tắc thể hiện rõ ràng và đơn giản nhất nguyên lý làm việc của các trang bị và khí cụ có thể đặt cách xa nhau, thí dụ như: cuộn dây của rơle và côngtăctơ có thể đặt ở một chỗ, còn tiếp điểm của chúng thì đặt ở chỗ khác.

H.5.1 giới thiệu hai dạng sơ đồ điện của mạch khởi động từ khởi động động cơ điện:

Hình (a) là sơ đồ lắp rắp của khởi động từ không đảo chiều. Tất cả các bộ phận ở trên sơ đồ đều được lắp đặt tương ứng với vị trí thực tế. Tất cả các tiếp điểm M của khởi động từ đều được đặt gần cuộn dây của nó. Những ô vuông có đường đứt nét biểu thị tất cả những bộ phận nằm trong nó là thuộc về một khí cụ được đặt chung trong một hộp hoặc đặt trong một tủ có lắp côngtăctơ. Hai nút ấn K và D được lắp trên một bảng chung gọi là bảng nút ấn, hoặc bảng điều khiển.



Hình 5.1: Sơ đồ điện

Hình (b) là sơ đồ nguyên lý của khởi động từ. Khi ấn nút “khởi động K”, mạch của cuộn dây côngtactơ M được đóng kín qua nút “dừng D” có tiếp điểm thường đóng, côngtactơ tác động, ba tiếp điểm M của côngtactơ ở mạch động lực đóng lại, động cơ điện Đ sẽ quay. Cùng lúc, tiếp điểm tự duy trì thường mở M lắp song song với nút khởi động K cũng đóng lại. Do đó, khi buông nút K, mạch điện cuộn dây đóng. Khi ấn nút D, mạch điện bị ngắt, động cơ Đ ngừng lại. Các rơle nhiệt 1RN, 2RN lắp nối tiếp trong mạch điện, nên khi quá tải, rơle tác động, điện bị ngắt.

Vị trí của các tiếp điểm trong mạch điều khiển không phải đặt ở bất cứ chỗ nào cũng đều hợp lý. Nếu sơ đồ mạch điều khiển ở hình (b) được đổi lại theo hình (c), thì sẽ có mạch không hợp lý. Nút ấn thường lắp trên panel điều khiển đặt trên thân máy, còn côngtactơ và đầu nối của mạng điện xoay chiều thì đặt trong tủ thiết bị điện. Nút dừng D đặt ở vị trí theo hình (c) sẽ cần thêm hai đoạn dây dẫn để nối liền giữa tủ điện và panel điều khiển. Ngoài ra, nút ấn K và D lắp trên hai cực khác nhau của mạch điện, nhưng lại đặt kề nhau trên panel điều khiển. Do đó, dễ xảy ra ngắn mạch. Vì những lý do trên, tất cả các tiếp điểm của khí cụ điện cố gắng đặt về một phía của cuộn dây côngtactơ hoặc của rơle.

Sơ đồ nguyên lý thể hiện được nguyên lý làm việc của các khí cụ điện một cách rõ ràng và đơn giản. Do đó, trong những phần sau, ta chỉ đề cập đến loại sơ đồ này để tìm hiểu các mạch điện dùng trên máy cắt kim loại.

## 5.2. MẠCH ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ ĐIỆN

Mạch điều khiển động cơ điện của máy cắt kim loại cần đảm bảo việc thực hiện tất cả các nguyên công của quá trình sản xuất theo một nhịp độ và thứ tự cần thiết. Ngoài ra, mạch điều khiển còn phải đảm bảo sự ổn định và an toàn khi làm việc, sự điều khiển của người phục vụ được dễ dàng và đơn giản. Các trang thiết bị và khí cụ trong mạch điều khiển cần phải có tần số tác động thích ứng, cần được bảo vệ khỏi bị ảnh hưởng của bụi và hơi ẩm.



Dưới đây, ta lần lượt xét một số mạch cơ bản dùng để điều khiển các động cơ điện trên máy cắt kim loại.

### 1. Mạch khởi động động cơ điện xoay chiều.

Đối với động cơ điện xoay chiều cơ thể dùng các phương pháp khởi động tự động như:

- Phương pháp khởi động trực tiếp
- Phương pháp khởi động gián tiếp
- Phương pháp đấu cuộn dây stato từ hình sao sang tam giác
- Phương pháp thay đổi cặp cực của stato

Ta lần lượt xét các mạch điều khiển của các phương pháp này.

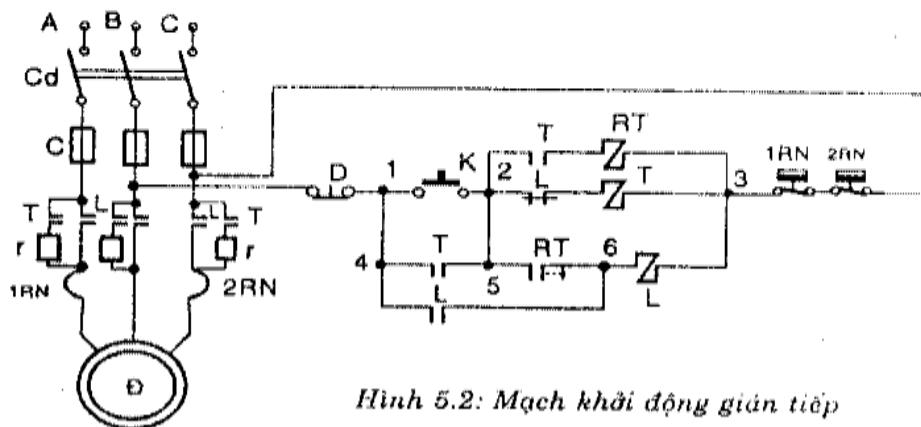
#### a) Mạch khởi động trực tiếp

Để khởi động động cơ lồng sóc ba pha có công suất nhỏ, người ta thường dùng phương pháp khởi động trực tiếp. Mạch khởi động không đảo chiều của loại động cơ này đã được trình bày ở (H.5.1b).

Mạch này còn gọi là mạch bảo vệ trạng thái O. Vì khi mất điện áp, hoặc điện áp giảm quá mức cho phép, tất cả các điểm của côngtactơ và của nút khởi động K đều mở ra. Khi điện áp suất hiện một cách tự phát, mạch điều khiển vẫn mở, cho đến khi nào ta ấn nút K. vì thế, động cơ điện sẽ không quay tự phát, làm hỏng máy và dễ sinh tai nạn. Nếu như thay nút ấn K bằng một công tắc, hoặc công tắc xoay, thì đặc tính bảo vệ trạng thái O không còn nữa.

#### b) Mạch khởi động gián tiếp

Đối với động cơ lồng sóc có công suất trung bình và lớn, cần dùng phương pháp khởi động gián tiếp. Sơ đồ làm việc của phương pháp khởi động này được trình bày ở (H.1.2), mạch điều khiển của nó được giới thiệu trên (H.5.2):



Hình 5.2: Mạch khởi động gián tiếp

Muốn mở máy trước tiên phải đóng cầu dao Cd.

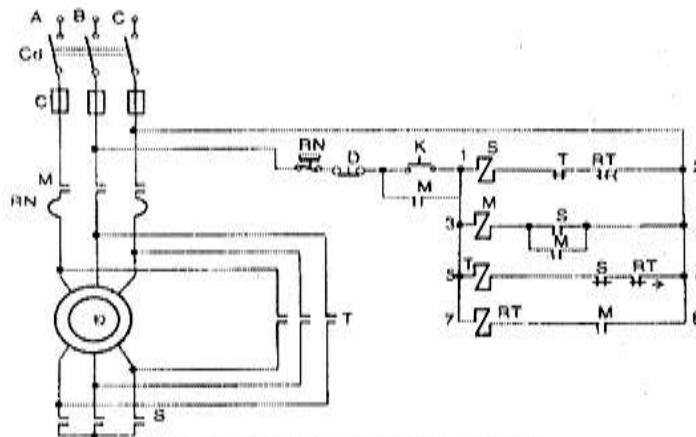
Khi ấn nút khởi động K, mạch điện từ pha B qua nút dừng D, nút khởi động K, tiếp điểm thường đóng L, cuộn dây côngtactơ T, tiếp điểm tđ của rơle nhiệt RN, đến pha C được đóng lại, côngtactơ T tác động, động cơ Đ được đóng vào mạch điện qua các điện trở r. tiếp điểm T trên mạch 2- RT – 3 đóng, nên mạch của cuộn dây rơle thời gian RT đóng, nhưng chỉ sau một thời gian nhất định nó mới tác động, tiếp điểm thường mở – đóng chậm RT giữa 2 điểm 5 –6 đóng lại, mạch 1-4 –5 –6 –3 được đóng kín, cuộn dây côngtactơ L có điện, tiếp điểm tđ. L giữa 2 điểm 2-3 nhả ra, côngtactơ T bị ngắt và động cơ điện Đ được đóng thẳng vào nguồn điện qua các tiếp điểm của công tactơ L.

Để bảo vệ quá tải động cơ, ta dùng 2 rơle nhiệt 1RN, 2RN, có bộ phận nung nóng lắp trên hai pha của stato. Các tiếp điểm tđ của nó mắc nối tiếp với cuộn dây của côngtactơ. Do đó, khi một trong hai rơle tác động, mạch điều khiển bị ngắt, tương tự như sự tác động của nút dừng D. Muốn khởi động lại động cơ, phải đưa tiếp điểm tđ của rơle về vị trí ban đầu, sau đó ấn nút khởi động K.

Để bảo vệ ngắn mạch động cơ, ta dùng cầu chì C lắp nối tiếp vào tất cả các pha. Để đơn giản, trong những mạch sau này ta không đề cập đến cầu chì.

**c) Mạch khởi động sao – tam giác.**

Mạch khởi động động cơ lồng sóc ba pha bằng phương pháp đấu cuộn dây stato từ hình sao sang tam giác được thể hiện trên (H.5.3):



Hình 5.3: Mạch khởi động sao-tam giác.

Khi ta ấn nút khởi động K, côngtactơ S tác động, đóng các tiếp điểm tm. S, làm cuộn dây của stato động cơ Đ được đấu theo hình sao. Các tiếp điểm tm S trong mạch 3-4 cũng đóng lại, làm côngtactơ M tác động. Các tiếp điểm chính của côngtactơ M đóng cuộn dây stato vào mạng điện, động cơ bắt đầu quay.

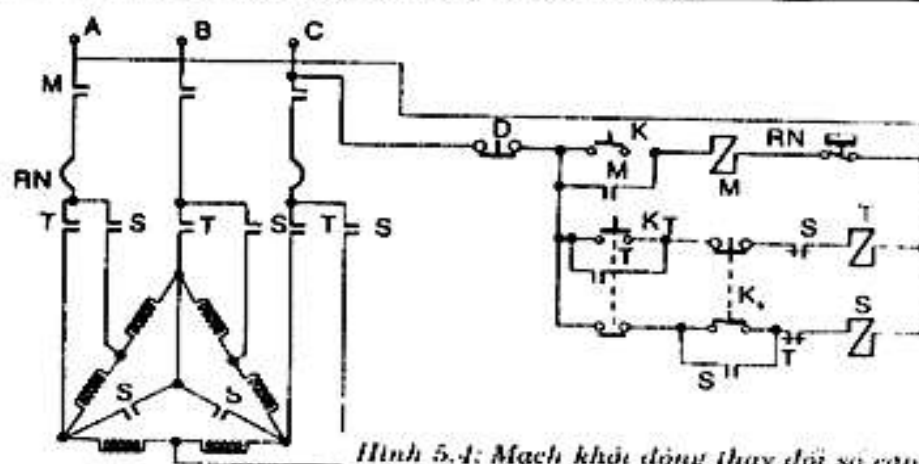
Khi côngtăctơ M tác động, tiếp điểm phụ M của nó đảm bảo duy trì mạch có nút ấn K, tiếp điểm tm. M trong mạch 7-8 đóng mạch rơle thời gian RT lại. Sau một thời gian, rơle thời gian RT tác động, tiếp điểm thường đóng mở chậm RT trên mạch 1-2 mở ra, côngtăctơ S bị ngắt điện, mở các tiếp điểm chính S nối cuộn dây stato theo hình sao. Cùng lúc với các tiếp điểm td S ở mạch 5-6 đóng lại, làm côngtăctơ T tác động. Lúc đó, các tiếp điểm chính tm. T đóng cuộn dây stato theo hình tam giác. Cuộn dây stato được nối với điện áp nguồn và quá trình khởi động tự động kết thúc.

Dừng động cơ bằng cách ấn nút D. Khi đó, các cuộn dây của côngtăctơ M, T bị ngắt và các tiếp điểm chính của nó tách cuộn dây stato ra khỏi mạng điện.

***d) Mạch khởi động động cơ thay đổi số cặp cực.***

H.5.4 giới thiệu mạch khởi động động cơ không đồng bộ lồng sóc thay đổi hai cấp tốc độ bằng cách thay đổi số cặp cực của cuộn dây stato đấu hình tam giác sang hình sao kép. Ở mạch này, sự thay đổi tam giác sang hình sao kép sẽ cho số vòng quay theo tỉ số 1:2 (1500/3000 hoặc 750/1500 v/f). nối cuộn dây stato theo hình tam giác sẽ cho cấp số vòng quay thấp, và nối theo hình sao sẽ có cấp số vòng quay cao.

Để đóng động cơ vào mạng điện, ta ấn nút K, côngtăctơ M tác động và đóng tiếp điểm chính của nó vào mạch động lực. Để nối cuộn dây theo hình tam giác, ta ấn nút  $K_T$ , công tắc tơ  $K_T$  tác động, đóng tiếp điểm tm. T ở mạch động lực, đồng thời tiếp điểm td. T của nó ở mạch cuộn dây công tắc tơ S mở ra, làm nhiệm vụ khóa lẫn bằng điện. Nối mạch theo hình sao thì dùng nút ấn  $K_s$ , làm cho công tắc tơ S tác động, đóng các tiếp điểm tm. S ở mạch động lực.



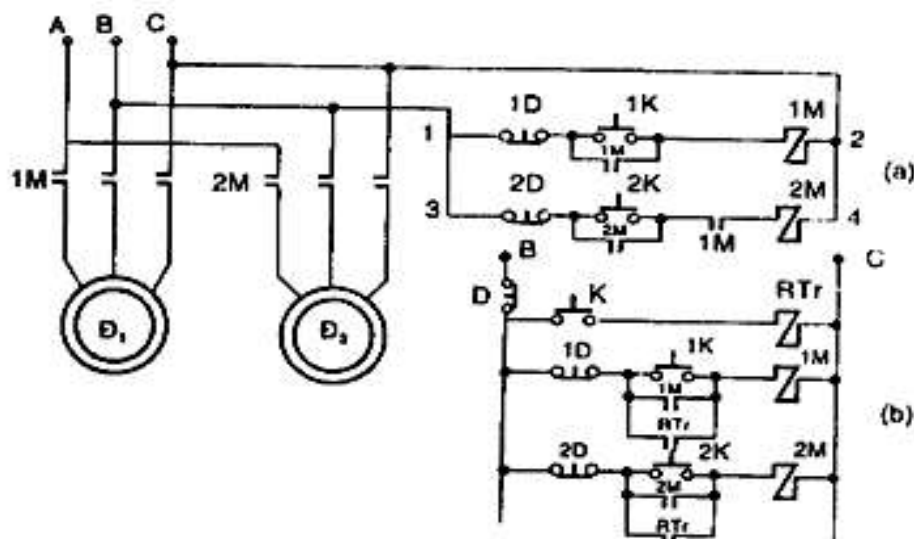
Hình 5.4: Mạch khởi động thay đổi số cấp tốc

Các nút ấn  $K_T$  và  $K_S$  đều có một tiếp điểm tm và một tiếp điểm td để làm nhiệm vụ khóa lẫn bằng cơ khí.

Mạch này còn có khả năng thay đổi số vòng quay từ cấp này sang cấp khác. Thí dụ: Khi động cơ với cấp vận tốc lớn, ta có thể ấn nút  $K_T$ , tiếp điểm td của nó ở mạch công tắc td S mở, tiếp điểm td S trong mạch công tắc td T đóng. Do đó công tắc td T tác động và động cơ bắt đầu quay với vận tốc nhỏ.

## 2. Mạch khóa lẫn động cơ:

Trong nhiều trường hợp, các động cơ điện thực hiện những truyền động riêng biệt, cần phải khóa lẫn với nhau về điện, tức là các động cơ chỉ khởi động theo một thứ tự nào đó: một chiếc chỉ làm việc khi chiếc kia ngừng, hoặc là chiếc này chỉ làm việc khi chiếc kia làm việc.



Hình 5.5: Mạch khóa lẫn động cơ.

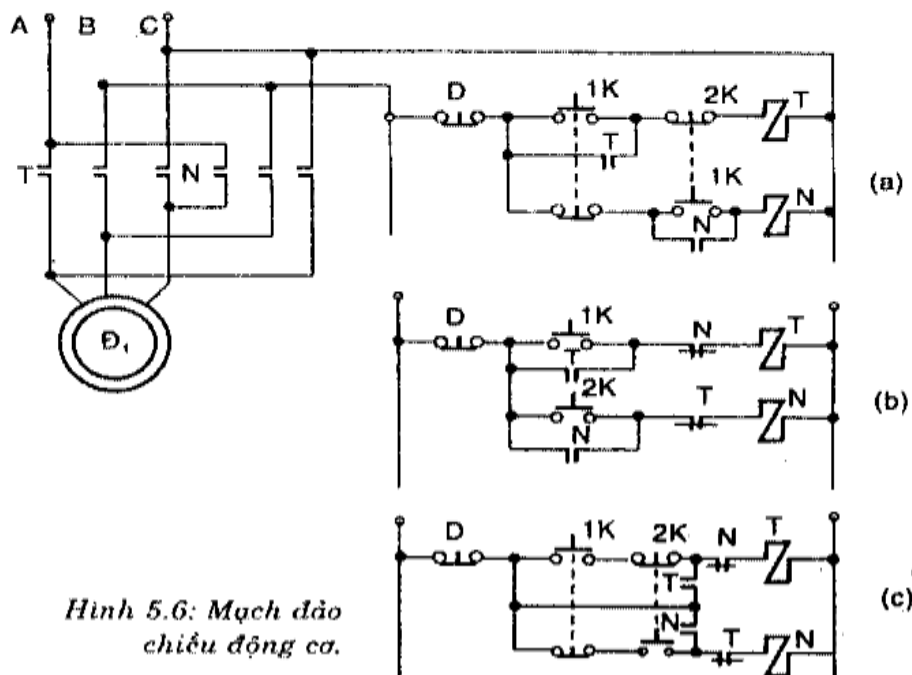
Ta xét một vài mạch khóa động cơ điện như sau: H.5.5 a là sơ đồ biểu thị mạch khóa lẫn giữa 2 động cơ  $D_1$  và  $D_2$ . tiếp điểm tm 1M sắp trong mạch 3-4 chỉ cho phép động cơ  $D_2$  khởi động, khi động cơ  $D_1$  đã khởi động. Loại khóa lẫn này thường gặp trên máy phay có xích truyền động chạy dao riêng. Để tránh hư hỏng như gãy dao, động cơ của hộp chạy dao chỉ khởi động khi động cơ trục chính làm việc.

Nếu như thay tiếp tm. 1M bằng tiếp điểm tđ. 1 M vào mạch 3-4, thì động cơ  $D_2$  có thể chỉ khởi động khi động cơ  $D_1$  ngừng làm việc

Nếu như cùng một lúc ta muốn khởi động nhiều động cơ với một nút ấn, ta dùng rơle trung gian nhiều tiếp điểm lắp theo mạch điện như ở (H5.5b). khi ấn nút K, cuộn dây của rơle trung gian RTr có điện, các tiếp điểm tm RTr của nó đóng lại, làm đóng mạch tất cả tm RTr của nó đóng lại, làm đóng mạch tất cả các công tắc tơ 1M, 2M... và như thế khởi động nhiều động cơ một lúc. Nếu muốn dừng tất cả các động cơ cùng một lúc, ta ấn nút dừng D, nhưng nếu dừng hoặc đóng từng động cơ riêng biệt, ta ấn các nút dừng 1D, 2D, hoặc 1K, 2K... Mạch điện này thường dùng trên các đường dây tự động.

### 3. Mạch đảo chiều động cơ

Đảo chiều động cơ điện không đồng bộ ba pha thường dùng các mạch như sau:  
H.5.6a: giới thiệu mạch điện đảo chiều động cơ điện bằng 2 côngtắctơ: công tắc tơ hành trình thuận T và công tắc tơ hành trình nghịch N (nếu cần rơle nhiệt thì dùng khởi động từ.)



Hình 5.6: Mạch đảo chiều động cơ.

Nếu 2 công tắc tơ T và N khởi động cùng một lúc, các tiếp điểm tm. Của chúng ở mạch tương ứng. Khi ấn nút 1K, mạch của cuộn dây công tắc tơ T, đóng nhưng đồng thời nút 1K lại ngắt mạch của công tắc tơ N, các tiếp điểm chính tm. T ở mạch động lực đóng, stato của động cơ điện Đ được nối với mạng điện, động cơ quay theo chiều thuận. Nếu ấn nút 2K, công tắc tơ hành trình nghịch N được đóng mạch, và công tắc tơ T bị ngắt mạch, các tiếp điểm tm. N đóng, động cơ điện quay theo chiều ngược lại. nếu như cùng một lúc ấn nút 1K và 2K, các tiếp điểm td của chúng cùng lúc ngắt mạch của cuộn dây công tắc tơ T và N, cả 2 đều không tác động.

Dừng động cơ bằng cách ấn nút dừng D, tiếp điểm td của nó ngắt mạch của tất cả các cuộn dây công tắc tơ.

Đảo chiều động cơ bằng 2 công tắc tơ với việc khóa lẫn bằng nút ấn như trên không đảm bảo việc ngăn ngừa ngắn mạch trong mọi trường hợp, thí dụ như do bị kẹt hoặc bị dính, tác tiếp điểm chính của công tắc tơ N, hoặc tiếp điểm td của nút ấn 1K không tách ra, hoặc tách ra chậm, ngắn mạch sẽ xảy trong mạch động lực, vì công tắc tơ T đóng, khi đóng tiếp điểm tm của nút ấn 1K.

H.5.6b: là mạch đảo chiều có khóa lẫn bằng điện để đảm bảo cho 2 công tắc tơ T và N không thể khởi động cùng một lúc nhờ 2 tiếp điểm td T và N. khi ấn nút 1K,

mạch cuộn dây công tắc tơ đóng, các điểm tm. T ở mạch động lực (H.5.6a) và tiếp điểm tự duy trì lắp song song với nút ấn 1K đóng, tiếp điểm td ở mạch cuộn dây công tắc tơ N mở. Do đó, nếu mạch của công tắc tơ T đóng, thì khi ấn nút 2K, công tắc tơ N vẫn không tác động. Để đảo chiều, cần phải ấn nút D, sau đó ấn nút 2K.

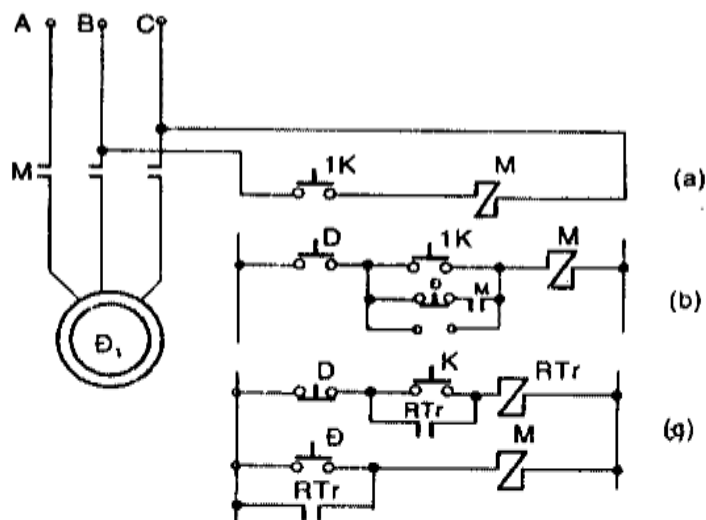
H.5.6c: là sơ đồ mạch đảo chiều khóa lẫn bằng điện-cơ và chỉ có thể thực hiện đảo chiều sau khi ấn nút D. khi ấn 2 nút 1K và 2K cùng một lúc, không có công tắc tơ nào khởi động (giống như mạch ở H.5.6a).

#### 4. Mạch điều chỉnh:

Ngoài những sơ đồ khởi động động cơ điện để làm việc với chế độ dài hạn (H.5.1b), trên máy cắt kim loại nhiều khi chỉ cần cho động cơ làm việc trong thời gian ngắn, để động một lượng nhỏ của bàn máy khi điều chỉnh. Trong trường hợp này, chỉ cần ấn nút khởi động K rồi buông ra, không cần nút dừng D, cũng như tiếp điểm tự duy trì lắp song song với nút khởi động.

Sơ đồ mạch điều chỉnh lượng di động loại này được biểu thị trên (H.5.7a).

Trong trường hợp động cơ cần làm việc ở chế độ dài hạn và ở chế độ điều chỉnh, ta dùng mạch điện ở (H.5.7b). Khi ấn nút K, đảm bảo chế độ làm việc dài hạn. Khi ấn nút Đ, tiếp điểm tm của nó sẽ đóng mạch cuộn dây công tắc tơ M và tiếp điểm td của nó ngắt mạch tự duy trì của công tắc tơ.



Hình 5.7: Mạch điều chỉnh lượng di động.

Nhược điểm của mạch này là khả năng nhả chậm của của tiếp điểm công tắc tơ, vì khi buông nút ấn Đ, tiếp điểm td của nó có thể đóng sớm hơn là tiếp điểm tự duy trì M nhả ra, và như thế động cơ điện lại tiếp tục quay.

Để khắc phục nhược điểm này tra dùng mạch rơle trung gian RTr như ở hình c. mạch này làm việc ổn định không tùy thuộc vào thời gian nhả của công tắc tơ.

Để động cơ làm việc dài hạn, cần ấn nút K để đóng mạch rơle trung gian RTr. Một tiếp điểm tm của nó lắp song song với nút ấn K làm chức năng tự duy trì rơle trung gian, và một tiếp điểm tm khác lắp trong mạch cuộn dây công tắc tơ M sẽ đóng mạch công tắc tơ, khởi động động cơ. Để thực hiện chuyển động điều chỉnh, ta ấn nút Đ.

## **5. Mạch hãm động cơ điện xoay chiều.**

### **a. Mạch hãm động năng**

Hãm động năng cơ điện không đồng bộ ba pha có thể dùng nguồn điện một chiều riêng biệt, hoặc dùng bộ chỉnh lưu như ở (H.1.5). Dưới đây ta xét mạch hãm động năng dùng nguồn điện một chiều riêng biệt (H.5.8).

Khi ấn nút K, công tắc tơ M quay như ở mạch khởi động bình thường. Cùng lúc, rơle hãm động năng RHđ, nhưng mạch điện một chiều cũng tác động, và đóng tiếp điểm TM, mở chậm RHđ của nó ở mạch công tắc tơ hãm động năng HD, nhưng mạch này vẫn chưa đóng, vì có tiếp điểm khoá lẫn td. M đang mở, khi ấn nút dừng D, mạch công tắc tơ M bị ngắt, tiếp điểm td. M ở mạch công tắc tơ HĐ đóng, làm công tắc tơ hãm động năng HD tác động, các tiếp điểm tm. Hđ của nó đóng, nối liền cuộn dây stato của động cơ Đ với nguồn điện một chiều, qua điện trở hạn chế dòng điện R. khi công tắc tơ M bị ngắt, đồng thời nó cũng ngắt mạch của rơle RHđ (giữa điểm 1-2), nhưng tiếp điểm tm mở chậm của nó ở trong mạch công tắc tơ Hđ chỉ mở ra sau một thời gian nhất định. Thời gian này lớn hơn thời gian hãm một ít, và được chỉ định trên rơle RHđ. Khi tiếp điểm tm mở chậm RHđ mở công tắc tơ Hđ bị ngắt, các tiếp điểm tm. Hđ của nó trong mạch điện một chiều mở ra, toàn bộ hệ thống trở về trạng thái ban đầu.

### **b. Mạch hãm ngược không đảo chiều**

Phương pháp hãm ngược phổ biến trên máy cắt kim loại là việc dùng rơle vận tốc. (H.5.9) giới thiệu sơ đồ mạch hãm ngược không đảo chiều động cơ không đồng bộ ba pha dùng rơle vận tốc.

H.5.9a : Khi ấn nút khởi động K, mạch công tắc tơ M đóng và động cơ Đ khởi động. Tiếp điểm khoá lẫn td. M ở mạch công tắc tơ hãm ngược Hn mở. Tiếp điểm của rơle vận tốc RV mở cho đến khi động cơ đạt đến vận tốc cần thiết để tạo nên sức điện động đẩy các tiếp điểm; lúc đó tiếp điểm RV trong mạch công tắc tơ Hn đóng lại, nhưng công tắc tơ Hn chưa khởi động, vì tiếp điểm td M đang mở. Đây là trạng thái làm việc của máy.

Khi ấn nút dừng D, công tắc tơ Hn đóng lại, ngắt động cơ điện khỏi mạng điện, cùng lúc tiếp điểm td trong mạch công tắc tơ Hn đóng lại, vì tiếp điểm tm của rơle vận tốc RV đã đóng, nên công tắc tơ Hn khởi động, các tiếp điểm chính của nó đấu động cơ giảm đến mức nhất định (thường khoảng  $100+200v/f$ ), tiếp điểm của rơle vận tốc



Rvnhả ra, ngắt mạch của cuộn dây côngtactơ Hn, động cơ bị ngắt khỏi mạng điện và dừng lại.

Khi điều chỉnh đúng rơle trong khoảng thời gian từ thời điểm mở tiếp điểm rơle RV đến thời điểm ngắt dòng điện hãm bằng côngtactơ Hn, số vòng quay của động cơ cần phải giảm xuống bằng 0; nếu không động cơ sẽ quay ngược lại, và có thể gây nên sự cố. Sau khi ngắt mạch côngtactơ Hn, hệ thống hãm ngược có thể làm lại chu kỳ làm việc.

Điều kiện làm việc của côngtactơ hãm ngược Hn nặng hơn côngtactơ M, vì nó phải đóng và mở mạch động lực của động cơ khi có dòng điện lớn, do đó, cần phải chọn côngtactơ Hn lớn hơn côngtactơ M. mômen hãm và dòng điện của động cơ có thể giảm nhờ điện trở R lắp trong mạch côngtactơ hãm.

Trong một số trường hợp như điều chỉnh mâm cặp, vấu kẹp hay căng dây đai, có thể quay rôto của động cơ bằng tay. Trong trường hợp này, tiếp điểm của rơle vận tốc có thể bị đóng, làm cho động cơ khởi động theo ngược chiều lại. Để ngăn ngừa hiện tượng trên, ta dùng mạch theo sơ đồ (H.5.9b)

Ở mạch này ta dùng thêm rơle trung gian RTr. Cùng với tiếp điểm tm của vận tốc RV, nó chỉ tác động khi côngtactơ M đã đóng. Công tactơ hãm ngược Hn chỉ tác động khi rơle RTr đóng.

Nếu động cơ không làm việc, rơle HTr không thể đóng và côngtactơ hãm Hn cũng không thể tác động, ngay cả khi tiếp điểm rơle vận tốc RV đóng. Do đó, quay rôto của động cơ bằng tay không gây nên nguy hiểm.

### c. Mạch hãm ngược đảo chiều

Mạch hãm ngược đảo chiều của động cơ không đồng bộ ba pha với việc dùng rơle vận tốc được thể hiện ở (H.5.10).

Ta ký hiệu các tiếp điểm tđ và tm của rơle vận tốc RV khi đóng và mở ở hành trình thuận là  $RV_t$  và ở hành trình nghịch là  $RV_n$ ; nút khởi động thuận là  $K_t$  và khởi động nghịch là  $K_n$ .

Khi ấn nút  $K_t$ , mạch cuộn dây côngtactơ T đóng, tiếp điểm của nó động cơ Đ vào mạng điện và khởi động theo chiều thuận. Tiếp điểm khoá lẫn tđ. T và tiếp điểm tđ của rơle  $RV_t$  ở trong mạch cuộn dây côngtactơ T lúc này này ra, đảm bảo hai côngtactơ T và N không thể khởi động cùng một lúc. Sau khi động cơ khởi động, tiếp điểm tm  $RV_t$  đóng lại và chờ đóng mạch côngtactơ đảo chiều N. đây là trạng thái đang làm việc của máy.

Khi ấn nút dừng D, côngtactơ T nhả, tiếp điểm tđ của nó ở trong mạch côngtactơ N tác động nhờ dòng điện qua mạch 1-RV-2-T-3, đóng các tiếp điểm chính của nó ở mạch động lực. Làm động cơ quay ngược chiều, bị hãm nhanh. Khi số vòng vạy của

động cơ giảm xuống gần bằng 0, tiếp điểm tm.  $RV_1$ , cầu rơle vận tốc mở, ngắt mạch của cuộn dây côngtactơ N và động cơ Đ bị tách ra khỏi mạch điện. Tiếp điểm td  $RV_1$  ngăn ngừa sự tác động tự phát của côngtactơ N.

Khi ấn nút khởi động nghịch  $K_n$  hệ thống sẽ quay ngược và quá trình làm việc tương tự như trên, như côngtactơ T sẽ đóng vai trò côngtactơ hãm, còn các tiếp điểm  $RV_n$  của rơle vận tốc sẽ điều khiển quá trình hãm.

Trong trường hợp cần quay rôto của động cơ bằng tay, tức là khi tiếp điểm tm của rơle vận tốc có khả năng đóng, ta dùng mạch hãm ngược có đảo chiều động cơ như ở hình (b). trong trường hợp này, ta dùng rơle trung gian làm nhiệm vụ khoá lẫn, tức là côngtactơ hãm ngược N chỉ có thể tác động rơle trung gian tương ứng đóng.

Ở đây, các tiếp điểm của rơle vận tốc RV được mắc nối tiếp với điểm tm của rơle trung gian 1 RTr, 2RTr và các tiếp điểm khoá lẫn của côngtactơ, nên rơle vận tốc chỉ có thể đóng sau khi các côngtactơ tác động. Do đó, quay rôto của động cơ trên tay không dẫn đến việc đóng mạch động cơ.

#### **d. Mạch hãm điện**

Hãm bằng điện – cơ thường dùng là phanh điện từ. Ta có thể dùng mạch hãm khi ngắt mạch nam châm của phanh hãm động cơ (xem H.1.6). Mạch hãm có nhiều ưu điểm hơn khi mạch điện của nam châm đóng, phanh hãm động cơ. Phương pháp này được thực hiện với mạch điện như sau (H.5.11):

Khi ấn nút K, động cơ Đ khởi động. Khi ấn nút D, vừa ngắt mạch côngtactơ M, đồng thời lại đóng mạch côngtactơ hãm H. Côngtactơ hãm H tác động, tiếp điểm chính nó đóng mạch điện của nam châm Nc. Nam châm tác động, kéo má phanh ép sát trục. Sau khi buông nút D, động cơ được nhả phanh. Toàn bộ hệ thống trở về trạng thái trước khi khởi động

### **6. Mạch khởi động cơ điện một chiều**

Để hạn chế dòng điện khởi động, trong mạch khởi động động cơ điện một chiều, cần phải dùng các thiết bị điều khiển khác nhau để đảm bảo tuân tự loại trừ các điện trở khởi động. Thứ tự tác động của các khí cụ này phụ thuộc vào sự thay đổi các thông số trong quá trình khởi động như điện áp, dòng điện, thời gian. Dựa trên cơ sở các thông số này, ta có thể phân mạch khởi động cơ điện một chiều thành các loại như sau:

#### **a. Mạch khởi động theo điện áp**

Phương pháp khởi động này dựa trên cơ sở tăng điện áp của phần ứng động cơ với việc tăng vận tốc. Sơ đồ của mạch này như sau (H.5.12):

Trong mạch của động cơ điện một chiều Đ có lắp điện trở khởi động gồm hai phần  $R_1$  và  $R_2$ . Ở mỗi phần điện trở, lắp song song các tiếp điểm tm của côngtactơ gia tốc 1G và 2G. các côngtactơ này lắp trên hai đầu nối của động cơ.

Khi khởi động, vận tốc động cơ tăng dần làm tăng điện áp trên đầu nối của phần ứng. Khi điện áp phần ứng đạt đến 30+35% điện áp định mức, côngtactơ 1 G tác động, đóng tiếp điểm tm. 1G, loại phần điện trở  $R_1$  ra khỏi mạch. Động cơ tiếp tục tăng tốc, điện áp tăng, và khi đạt đến (65+70%)  $U_d$ , côngtactơ 2G tác động, đóng tiếp tm 2G. khi đó động cơ được đặc dưới toàn bộ điện áp của mạng điện và tăng tốc dần đến số vòng quay định mức. Quá trình khởi động đến đây kết thúc. Cuộc dây K là cuộn dây kích thích song song của động cơ điện một chiều.

### **b. Mạch khởi động theo dòng điện**

Phương pháp khởi động này dựa trên cơ sở thay đổi dòng điện phần ứng động cơ, để đóng các tiếp điểm lắp song song với các phần của điện trở khởi động. Trong trường hợp này, người ta dùng côngtactơ thứ tự hoặc rơle dòng điện.

Trong mạch của phần ứng động cơ Đ, lắp điện trở khởi động gồm hai phần  $R_1, R_2$  và hai côngtactơ thứ tự 1 Tt và 2 Tt. Côngtactơ này có hai cuộn dây: cuộn dây đóng tiếp điểm chính 1 Tt<sub>d</sub> và cuộn dây duy trì 1Tt<sub>d</sub> dùng ngăn trở việc đóng tiếp điểm chính khi dòng điện khởi động lớn.

Trong thời điểm bắt đầu khởi động, dòng điện khởi động chạy qua của hai cuộn dây của côngtactơ 1Tt. Lúc này, cuộn dây duy trì tiếp điểm chính 1Tt<sub>d</sub> duy trì trạng thái mở của tiếp điểm. Vận tốc của động cơ tăng dần, thì dòng điện khởi động cũng giảm dần, và khi giảm đến trị số đóng, cuộn dây 1 Tt<sub>d</sub> thắng lực duy trì cuộn dây, làm côngtactơ 2 Tt tác động. Khi đó tiếp điểm tm 1Tt đóng; và như thế, hai cuộn dây 2Tt<sub>d</sub> và 2Tt<sub>d</sub> của côngtactơ 2Tt cũng được đóng mạch. Vận tốc động cơ tiếp tục tăng, và dòng điện khởi động tiếp tục giảm cho đến n trị số đóng của cuộn dây 2Tt<sub>d</sub> làm cho làm cho côngtactơ 2Tt tác động, đóng tiếp điểm tm 2Tt lại. Lúc này toàn bộ điện trở khởi động bị loại ra khỏi mạch khởi động.

H.5.13:\b: là sơ đồ mạch khởi động cơ điện một chiều kích thích song song dùng rơle dòng điện.

Trong mạch phần cứng cơ lắp hai phần điện trở khởi động  $R_2, R_2$  và cuộn dây rơle dòng điện 1RD. khi khởi động, động cơ, rơle 1RD tác động và mở tiếp điểm td, 1RD củ nó trong mạch cuộn dây côngtactơ gia gốc 1G sớm hơn khi côngtactơ này có thể tác động. Do đó, động cơ điện được bắc đầu khởi động toàn bộ điện trở lắp trong phần ứng. Với sự tăng tốc của động cơ, dòng điện khởi động giảm và khi đạt đến trị số dòng điện nhỏ, rơle 1RD nhả ra, tiếp điểm td 1RD của nó đóng lại, côngtactơ 1G tác động. Khi đó, tiếp điểm tm 1G lắp song song với điện trở khởi động đóng lại, loại phần điện trở  $R_1$  cũng như cuộn dây rơle 1RD ra khỏi mạch khởi động dòng điện phần ứng động lại bắt đầu tăng lên.

Khi côngtactơ 1G tác động, mạch của cuộn dây rơle 2DR cũng đóng lại, rơle 2DR tác động, mở tiếp điểm td 2DR của nó trong mạch cuộn dây côngtactơ giá gốc 2G sớm hơn khi côngtactơ này có thể tác động. Động cơ tăng dần vận tốc, dòng điện phần ứng

lại giảm đến trị số nhà rơle 2DR, tiếp điểm td 2DR lại đóng, côngtắctơ 2G tác động. Đóng tiếp điểm tm 2G, loại toàn bộ điện trở khởi động ra khỏi mạch khởi động.

### c. Mạch khởi động theo thời gian

Loại mạch khởi động này được dùng rộng rãi nhất trên máy cắt kim loại, vì nó làm việc ổn định, dao động áp nguồn và nung nóng cuộn dây rơle không ảnh hưởng đến quá trình tăng tốc của động cơ.

Ở mạch này, việc loại các phần điện trở ra khỏi mạch khởi động được thực hiện sau từng khoảng thời gian nhất định nhờ các côngtắctơ thông thường, kết hợp với rơle thời gian, hoặc nhờ các côngtắctơ đặc biệt mà bản thân nó cũng đóng vai trò của tcle thời gian.

H.5.14: Giới thiệu mạch khởi động cơ điện một chiều kích thích song song dùng các công tắc thông thường và rơle thời gian.

Mạch này dùng hai rơle thời gian điện từ 1RT và 2RT để điều khiển côngtắctơ gia tốc 1G và 2G. khi đóng cầu dao Cd, dòng điện chạy qua cuộn dây rơle thời gian 1Rt, phần ứng động cơ Đ và hai đầu phần điện trở khởi động  $R_1$ ,  $R_2$ . Vì điện trở của cuộn dây rơle 1RT lớn, nên dòng điện trong mạch này rất nhỏ, không làm khởi động cơ. Rơle 1RT đóng, tiếp điểm td mở chậm của nó ở mạch cuộn dây côngtắctơ 1G mở. Dòng điện rẽ vào cuộn dây rơle 2RT nhỏ đến mức không làm rơle tác động.

Khi ấn nút khởi động K, côngtắctơ một chiều M tác động, đóng tiếp điểm tm của nó trong mạch phần ứng động cơ, dòng điện khởi động tăng lên giá trị định mức để khởi động động cơ. Một phần dòng điện khởi động chạy qua cuộn dây rơle 2Rt, làm rơle này tác động, mở tiếp điểm td mở chậm của nó trong mạch cuộn dây côngtắctơ 2G

Cùng lúc với việc đóng tiếp điểm tm. M trong mạch phần ứng động cơ, cuộn dây rơle 1RT bị ngắn mạch. Sau thời gian nhất định phụ thuộc vào trị số điều chỉnh, dòng điện chạy qua cuộn dây rơle giảm đến mức độ không đủ để duy trì trạng thái hút phần ứng, rơle 1RT nhả ra, làm đóng tiếp điểm td đó ở mạch côngtắctơ 1G. khi đó, côngtắctơ 1G tác động, đóng tiếp điểm td của nó lắp song song với  $R_1$  và đồng thời cũng đóng ngắn mạch cuộn dây của rơle 2RT. Từ thông của cuộn dây rơle này giảm dần, và sau một thời gian nhất định rơle 2RT nhả, đóng tiếp điểm td của nó trong mạch côngtắctơ 2G. Côngtắctơ 2G tác động, đóng tiếp điểm tm 2G của nó lắp song song với  $R_2$ . Toàn bộ điện trở khởi động bị loại khỏi mạch khởi động. Quá trình khởi động của động cơ kết thúc.

Cuộn dây kích thích K được lắp song song với điện trở R nằm bảo vệ sự cách điện của cuộn dây khi mạch kích thích bị đứt. Điện trở này thường lấy lớn gấp 4+5 lần điện trở của cuộn dây kích thích.

## 7. Mạch hãm động cơ điện một chiều

Sơ đồ mạch hãm động cơ năng động cơ điện một chiều kích thích song song được trình bày ở (H.5.15):

Mạch hãm này không đảo chiều. Điện trở hãm R được lắp song song với phần cứng của động cơ Đ. Khởi động được tiến hành bình thường với việc ấn nút khởi động K. khi hãm, ấn nút dừng D, tiếp điểm tm M trên mạch phản ứng ngắt động cơ ra khỏi mạch điện trở hãm R. động cơ Đ bắt đầu chuyển sang làm việc theo chế độ máy phát, dòng điện phản ứng đảo chiều, mômen hãm xuất hiện làm động cơ bị ngừng nhanh.

### 5.3 MẠCH BẢO VỆ

Ngoài việc dùng cầu chì để phòng ngắn mạch và rơle nhiệt để phòng quá tải như đã thể hiện trong một số mạch ở trên, trong hệ thống điện của máy công cụ còn dùng một số mạch bảo vệ như sau:

#### 1. Mạch ngắt pha

Để bảo vệ động cơ không đồng bộ khỏi phải làm việc với một pha, người ta thường dùng rơle ngắt pha (kiểu PO↓) cùng với rơle nhiệt. Rơle ngắt pha là loại rơle trung gian đặc biệt có ba cuộn dây như nhau lắp trên lõi từ. Sơ đồ lắp loại rơle này được thể hiện như sau (H.5.16)

Trong thời gian động cơ điện làm việc một chiều, dòng điện không chạy qua các cuộn dây của rơle ngắt pha PO↓, vì các cuộn dây này lắp song song với cầu chì C. Trường hợp một trong các cầu chì này bị cháy, dòng điện sẽ qua cuộn dây tương ứng, rơle PO↓ tác động, tiếp điểm td của nó mở, ngắt mạch côngtactơ M và do đó, cắt động cơ ra khỏi mạng điện.

#### 2. Mạch phòng chạm đất

Trong mạch điều khiển, cũng như trong mạch điện của phân xưởng đều có khả năng bị nối đất. Trong trường hợp này, côngtactơ khởi động động cơ có thể bị tác động một cách tự phát qua mạch phụ nối đất (đường đứt nét trong H5.17).

Ngoài ra, mạch điều khiển được nối trực tiếp vào mạng điện còn có nhược điểm nữa là dễ gây nguy hiểm bị điện giật. Vì thế, kiểu lắp này chỉ dùng trong trường hợp mạch điều khiển quá đơn giản, hoặc trong trường hợp có khả năng bị nối đất của mạch điện, bị chạm mát vào thân máy của khí cụ điện, và các hư hỏng khác có xác suất nhỏ.

Mạch điều khiển thường được nối với mạng điện qua biến áp (H.5.17b). Điện áp cung cấp cho mạch điện điều khiển thường được hạ xuống 127V. Với điện áp này, khi điều chỉnh, sử dụng các trang bị điện ít nguy hiểm hơn. Ngoài ra, vì mạch điều khiển trên cuộn thứ cấp của điểm nào áp, không nối liền về điện với mạch điện phân xưởng, nên nếu có chạm đất ở một điểm nào đó trong mạch điều khiển, cũng không gây nên khởi động tự phát.

Để kiểm tra sự chạm đất, trong mạch điều khiển được lắp thêm mạch báo hiệu có sơ đồ như (H.5.12c). trong mạch này, dùng hai đèn tín hiệu như nhau: 1Đt và 2Đt mắc nối tiếp với hai điện trở phụ R như nhau. Ở điều kiện làm việc bình thường, hai đèn cùng sáng lờ mờ như nhau. Nếu như dây dẫn (1) bị chạm đất, đèn 1Đt tắt ( vì bị ngắn mạch qua đất), trong khi đó, đèn 2Đt sáng tỏ lên (vì có điện áp lớn hơn). Khi dây(2) chạm đất, đèn 2 Đt lại tắt.

### 3. Mạch bảo vệ trạng thái O

Bản thân mạch điều khiển dùng nút ấn có tiếp điểm tự duy trì đã tạo nên mạch bảo vệ trạng thái O (xem phần mạch khởi động trực tiếp động cơ điện xoay chiều). Trong trường hợp chuyển động nhiều động cơ, hoặc mạch điều khiển phức tạp, nhiều khi cần xoay, bộ đổi nối hoặc các khí cụ điều khiển bằng tay khác, và như thế, nó đã mất đặc tính bảo vệ trạng thái O. Cần dùng rơle trung gian theo sơ đồ như sau (H.5.18):

H.5.18a: Giới thiệu sơ đồ mạch bảo vệ trạng thái O của bộ đổi nối ĐN và công tắc xoay Cx trước khi cho máy làm việc, cần ấn nút chuẩn bị khởi động Kc, rơle trung gian RTr tác động. Lúc tiếp điểm tm RTr đóng lại, đèn tín hiệu Đt sáng lên, báo hiệu tắt cả các tiếp điểm của bộ đổi nối, công tắc xoay, các cuộn dây của côngtắctơ đều đặc dưới điện áp. Nếu vì lý do gì đó điện áp mất, hoặc điện áp giảm đến mức độ không cho phép mức độ không cho phép, rơle mạng trung gian RTr nấp, tiếp điểm tm của nó cũng nấp ra, ngắt phần dưới của sơ đồ ra khỏi mạng điện. Muốn khởi động lại, chỉ có thể tiến hành sau khi ấn nút Kc.

H.5.18b: là sơ đồ mạch bảo vệ trạng thái O của bộ đổi mới ở sơ đồ này, mạch của rơle trung gian RTr được đóng, nhờ tiếp điểm Đn1 của bộ đổi nối khi đó ở vị trí trung gian. Ở vị trí này, các tiếp điểm Đn<sub>2</sub> và Đn<sub>3</sub> mở. Khi quay bộ đổi nối sang bất kỳ vị trí làm việc nào, các tiếp điểm tự duy trì của nó. Nếu điện áp bị mất hoặc bị giảm đến giá trị cho bộ đổi nối về vị trí trung gian.

## 5.4 MẠCH KHỐNG CHẾ HÀNH TRÌNH

Khống chế hành trình là nhiệm vụ phổ biến trong máy cắt kim loại, nó bao gồm việc hạn chế hành trình, thực hiện tuần tự các hành trình vv... để thực hiện các nhiệm vụ trên, thông thường người ta thường dùng các công tắc hành trình bố trí trên vĩ đạo của các bộ phận di động của máy. Dưới đây ta xét một số mạch khống chế hành trình thường gặp phần di động của máy. Dưới đây ta xét một số mạch khống chế hành trình thường gặp.

### 1. Mạch hạn chế hành trình

Để hạn chế hành trình của một cơ cấu chuyển động ở một vị trí nhất định, người ta dùng công tắc hành trình như trong những trường hợp sau đây (H.5.19):

Hình (a) là sơ đồ hạn chế hành trình của bàn máy B. Sau khi ấn nút khởi động, bàn máy di động từ vị trí 1 đến vị trí 2 và dừng lại ở đó. Để thực hiện chức năng này, ở

vị trí 2 ta đặc công tắc công hành trình CH. Sơ đồ mạch điện của nó được thể hiện ở hình (b). Tiếp điểm td của công tắc hành trình có chức năng như nút dừng "D" ở các mạng trước. Tiếp điểm này sẽ mở, khi vấu tì của bàn máy đề lên công tắc hành trình CH.

Để ngăn ngừa khả năng công tắc hành trình CH bị hỏng, bàn máy sẽ chạy ra ngoài sống trượt, ta cần đặt thêm công tắc cuối hành trình CC ở vị trí 3 (tức nhiên tiếp điểm td CC cũng mất nối tiếp với tiếp điểm CH ở trong mạch điều khiển).

Nếu như cơ cấu máy cần phải dừng lại sau khi đã quay một góc  $\alpha$ , thì vị trí của vấu tì và công tắc hành trình CH cần bố trí như ở hình (c). nếu góc lớn hơn  $360^\circ$ , thì dùng công tắc hành trình kiểu như ở hình (d). Nếu cấu cần điều khiển quay thùng (1) có lắp các cam (2) qua bộ truyền động có tỉ số truyền  $i$ . Khi thùng quay cam (2) sẽ đóng các tiếp điểm (3) theo thứ tự được điều chỉnh.

## 2. Mạch hành trình tự động

Để tự động hoá các chu trình làm việc, hành trình của các bộ phận máy cần được tự động thay đổi theo những tuần tự nhất định, nhờ sử dụng các công tắc hành trình. Các mạch hành trình tự động ấy có rất nhiều dạng khác nhau tùy thuộc vào các chu trình làm việc.

Ta xét vài mạch thực hiện các chu trình làm việc như ở (H.5.20).

H.5.20a: thể hiện các bộ phận máy cần thực hiện một chu trình làm việc như: sau khi ấn nút khởi động, bàn máy A di động từ vị trí 1 đến vị trí 2, sau đó bàn máy B di động từ vị trí 3 đến vị trí 4; kế tiếp bàn máy A từ vị trí 2 trở về 1, và cuối cùng bàn máy B từ vị trí 4 trở về 3. Ta thể hiện chu trình làm việc trên một cách tóm tắt như sau:

1-2,3-4,2-1,4-3

Để giải quyết nhiệm vụ này, ta dùng bốn công tắc hành trình 1CH, 2Ch, 3CH, 4CH kiểu nút ấn, đặt tương ứng với các vị trí 1.2.3.4. các vấu tì lắp trên bàn máy sẽ tác động vào nút ấn, khi nó di động đến các công tắc hành trình tương ứng.

H.5.20b: là mạch khống chế tự động chu trình làm việc nói trên. Khi ấn nút khởi động K, côngtắctơ 1T, tác động đóng mạch động cơ Đ<sub>1</sub> và nó bắt đầu di động bàn máy B từ vị về phía trước. Tiếp điểm tm 1T trong mạch 2a (ở trên hàng 2 và cột a) tự suy trì mạch điện, cho phép buông nút khởi động K. khi vấu tì của bàn máy A ấn lên công tắc hành trình, 2CH, tiếp điểm td của nó ngắt mạch côngtắctơ 2T, làm dừng bàn máy A và di động bàn máy B về phía trước. Khi bàn máy B đến vị trí 4, và ấn nút công tắc hành trình 4CH, tiếp điểm td của nó ngắt mạch côngtắctơ 2T tiếp điểm td đóng mạch côngtắctơ đảo chiều 1N, động cơ Đ<sub>1</sub> khởi động, đưa bàn máy A đi ngược lại. Khi đó đến vị trí 1, vấu tì sẽ tác động nút ấn công tắc hành trình 1CH, tiếp điểm td của nó ngắt mạch côngtắctơ 1N, tiếp điểm tm đóng mạch công tắc tơ đổi chiều 2N, động cơ Đ<sub>2</sub> quay ngược lại và đưa bàn tay máy B trở về vị trí ban đầu. Khi đó về đến vị trí 3, tì lên công

tác hành trình 3CH, tiếp điểm tơ 3CH ngắt mạch côngtácơ 2N, động cơ Đ<sub>2</sub> dừng lại, chu trình làm việc đã được thực hiện. Muốn lặp lại chu kỳ mới, ta phải ấn nút khởi động K.

Các tiếp điểm tơ 1T, 1N và 2T, 2N lắp trong các mạch cuộn dây côngtácơ dùng để khoá lẫn, để phòng khả năng các côngtácơ thực hiện hành trình thuận và hành trình nghịch khởi động cùng một lúc.

Để dễ theo dõi quá trình làm việc của một mạch hành trình tự động, ta phân sơ đồ mạch thành các cột ký hiệu bằng các chữ a,b,c... và các hàng ký hiệu bằng các số 1,2,3... Với ký hiệu trên, ta có thể viết được mạch điện của nút K là: labcd. Tương tự như thế, ta lập bảng hành trình tự động như sau (bảng 5.2):

Tiếp điểm đóng mạch	Mạch được đóng	Khí cụ đóng mạch	Kết quả khống chế
1a	1abcd	1d	Bàn máy A tiến
2a	2abcd	1d	Tự duy trì
3a	3abcd	3d	Bàn máy B tiến
4a	4abcd	4d	Bàn máy A lùi
5b	5abcd	5d	Bàn máy B lùi
0a	0abcd	1d	Tự động lặp lại chu kỳ

Nếu như những bộ phận máy trên cần thực hiện chu trình làm việc: 1-2,3-4  $\frac{2-1}{4-3}$ , tức là, sau khi ấn nút khởi động, bàn máy A di động từ vị trí 1 sang 2' sau đó bàn máy B từ 3 sang 4 và cuối cùng, cả hai bàn máy cùng một lúc trở về vị trí ban đầu.

Mạch điều khiển để thực hiện chu trình làm việc này được trình bày ở (H.5.20c)

Hai mạch điện khởi động thuận chiều hai động cơ Đ<sub>1</sub> và Đ<sub>2</sub> giống như trường hợp ở sơ đồ mạch điện (b). khi bàn máy B đến vị trí 4, ấn nút công tác hành trình 4CH, tiếp điểm tơ của nó ngắt mạch côngtácơ 2T, đồng thời tiếp điểm tm đóng hai mạch của côngtácơ 1N và 2N, hai động cơ Đ<sub>1</sub> và Đ<sub>2</sub> cùng đảo chiều và đưa bàn máy A và B trở về vị trí ban đầu.

Vì vận tốc của mỗi bàn máy có thể khác nhau, nên mỗi bàn máy tự dừng với tiếp điểm tơ của công tác hành trình 1CH và 3CH lắp trong mạch cuộn dây côngtácơ 1N và 2N. tiếp điểm tm 1N và 2N lắp trong mạch 4a và 4a tự duy trì mạch điện của côngtácơ 1N và 2N, khi công tác hành trình 4CH thời tác động.

### 3. Mạch dừng tạm thời



Nếu như bàn máy B ở (H.5.19a) cần di động từ vị trí 2 và cần lưu lại vị trí 2 một thời gian, sau đó mới trở về vị trí 1. trong trường hợp này, ngoài việc dùng công tắc hành trình 1CH và 2CH đặt vị trí 1 và 2, ta cần thêm một rơle thời gian để điều chỉnh thời gian cần lưu lại ở vị trí 2

Khi ấn nút K, đóng mạch cuộn dây côngtắc tơ T, động cơ Đ khởi động đưa bàn máy từ vị trí 1 đến 2. Ở đây, vấu tì của nó ấn nút công tắc hành trình 2Ch. Tiếp điểm td. 2CH của nó ngắt mạch côngtắc tơ T, động cơ dừng lại, đồng thời tiếp điểm tm 2CH lại đóng mạch cuộn dây rơle thời gian RT.

Bàn máy dừng lại ở vị trí 2 cho đến khi nào rơle thời gian tác động. Sau thời gian chỉnh định, tiếp điểm tm của rơle thời gian RT của rơle đóng, mạch cuộn dây côngtắc tơ N đóng, động cơ quay ngược chiều và đưa bàn máy về vị trí 1. Ở đây, nó ấn nút công tắc hành trình 1CH, tiếp điểm td. 1CH mở, ngắt mạch côngtắc tơ N, động cơ dừng lại.

Tiếp điểm tm của rơle thời gian RT cần lắp song song với tiếp điểm tm. N, vì trong quá trình bàn máy đi từ vị trí 2 sang 1, tiếp điểm tm của công tắc hành trình 2CH mở, ngắt mạch cuộn dây rơle thời gian RT.

#### 4. Mạch dừng chính xác

Trong máy cắt kim loại, đặc biệt là máy gia công chính xác cao như máy khoan – doa, phay chuyên dùng, máy tự động v.v... vấn đề dừng chính xác của các cơ cấu làm việc rất quan trọng.

Dừng chính xác phụ thuộc vào nhiều yếu tố như:

- Mômen quán tính của hệ thống truyền động càng lớn, sai số dừng càng lớn.
- vận tốc trước khi dừng càng lớn, sai số dừng càng lớn
- Mômen hãm tăng, độ chính xác dừng tăng.
- Thời gian tác động của các khí cụ điều khiển giảm, độ chính xác dừng tăng.

Người ta dùng nhiều biện pháp nhằm làm tăng độ chính xác dừng theo bốn hướng trên, trong đó phương pháp tự động dừng chính xác nhờ bộ cố định điện cơ để tăng mômen hãm, được dùng phổ biến trên máy cắt kim loại.

Sơ đồ và mạch điện dừng chính xác được thể hiện trên (H.5.22).

Hình (a) giới thiệu sơ đồ và hình (b) giới thiệu mạch điều khiển dừng chính xác bằng máy với bộ cố định điện – cơ và các công tắc hành trình. Bộ cố định ở đây gồm có chốt (1) và lỗ (2) được hình thành trên bộ phận di động (3). Khi làm việc bình thường, do tiếp điểm td của công tắc hành trình 1CH, mạch cuộn dây nam châm Nc đóng, rút chốt (1) ra khỏi lỗ (2), nên bàn máy (3) được di động tự do. Khi kết thúc hành trình làm việc, vấu tì của bàn máy ấn nút công tắc hành trình 1CH, mở tiếp điểm td của nó, nam châm điện Nc bị ngắt, chốt (1) cắm vào lỗ (2) dưới tác dụng của loxo (4), cố

định bàn máy lại. Khi chốt (1) vào lỗ (2), đồng thời nó cũng ấn nút của công tắc hành trình 2CH, tiếp điểm tđ của nó mở ra, ngắt mạch cuộn dây côngtactơ M, động cơ Đ dừng lại.

Để đạt được độ chính xác dừng cao hơn và tránh khỏi những xung lực quá lớn khi hãm với vận tốc cao, ta cần tạo nên một vận tốc thấp của bộ phận chuyển động trước khi dừng. (H.5.23) giới thiệu sơ đồ mạch dừng chính xác dùng bộ cố định điện cơ và sử dụng nguyên tắc rung

Nguyên lý làm việc của bộ cố định cơ khí như sau: trên trục của động cơ có lắp hai đĩa A và B. Chốt (1) có thể cắm vào rãnh rộng của đĩa A để cố định sơ bộ cơ cấu di động chốt này có mối liên hệ cơ khí với công tắc hành trình 1CH, và có thể di động ra vào rãnh nhờ nam châm Nc. Khi làm việc bình thường do tiếp điểm tđ của công tắc hành trình 2CH đóng, mạch cuộn dây điện nam châm Nc kín, nam châm Nc tác động kéo chốt (1) ra khỏi rãnh của đĩa A, nên trục động cơ được quay tự do. Cũng lúc với việc chốt (1) rút ra khỏi rãnh, nó ấn công tắc hành trình 1CH, tiếp điểm tm 1CH đóng lại.

Động cơ Đ làm việc khi ấn nút khởi động K. khi hành trình làm việc kết thúc, vấu tì trên bộ phận di động ấn công tắc hành trình 2CH, ngắt mạch nam châm NC, chốt (1) di động sang trái dưới tác dụng của lò xo, và cố định trong rãnh đĩa A, khi đĩa A đến vị trí tương ứng. Khi đó, tiếp điểm 1CH mở ra, động cơ Đ bị ngắt điện và bộ hãm điện từ H góp phần kết thúc nhanh quá trình hãm.

Chốt (1) tiến hành quá trình dừng máy khi cơ cấu còn đang di động với vận tốc khá cao. để tránh những xung lực lớn, rãnh của đĩa A buộc phải làm khá rộng. Do đó, khi chốt (1) vào rãnh A, trục động cơ còn tiếp tục quay thêm một đoạn đường tương ứng với góc  $\alpha$  giữa rãnh đĩa A và B. Trên đoạn này, vận tốc cần giảm xuống, và sau đó chốt (3) sẽ vào rãnh của đĩa B. rãnh này có chiều rộng tương ứng với kích thước chốt (3) để thực hiện dừng chính xác.

Để dừng chính xác, ta dùng thêm một máy phát tốc  $F_v$  lắp trên trục động cơ và hai rơle 1RTr và 2RTr. Hai rơle 1RTr và 2RTr là khâu tạo rung trong mạch điện.

Khi chốt (1) vào rãnh đĩa A, đồng thời cuộn dây côngtactơ T cũng bị ngắt, tiếp điểm tđ. T trong mạch cuộn dây rơle tác động nhanh 1RTr lắp nối tiếp vào các cực của máy phát tốc  $F_v$  đóng lại, rơle 1RTr tác động. Tiếp điểm tm rơle. 1RTr trong mạch giữa 2 điểm 1-2 đóng lại, rơle 1RTr tác động. Tiếp điểm tm rơle. 2RTr trong mạch 3-4 ngắt mạch côngtactơ đảo chiều. Khi vận tốc của động cơ giảm đến mức độ nhất định, rơle 1RTr phản hồi, tiếp điểm tm 1RTr mất điện, mạch côngtactơ N đóng động cơ đảo pha điện áp và quay ngược chiều. Khi động cơ đạt đến vận tốc nào đó, điện áp của máy phát tốc  $F_v$  đạt đến giá trị nhất định, làm rơle 1Rty tác động, 2RTr có điện, tiếp điểm tđ 2RTr của nó mở ra, mạch côngtactơ N bị ngắt, động cơ tách khỏi mạng điện. Vận tốc lại tiếp tục giảm đến giá trị nào đó, mạch rơle 1RTr bị ngắt, côngtactơ N lại tác động, động cơ lại bắt đầu quay ngược chiều v...v...Quá trình rung cứ tiếp tục, kết quả là động

cơ có một vận tốc thấp, khi đi quãng đường tương ứng  $\alpha$  và chốt (3) cắm vào rãnh đĩa B, cố định máy ở vị trí này. Cùng lúc tiếp điểm công tắc hành trình 3CH mở ra, ngắt mạch côngtactơ N, quá trình dừng chính xác kết thúc.

Để hạn chế dòng điện khởi động và khởi động được êm, ta dùng điện trở phụ R lắp vào mạch của stato. Góc lệnh  $\alpha$  giữa các rãnh trên hai đĩa A và B cần được xác định cho phù hợp với đoạn đường cần di động từ khi bắt đầu dừng với vận tốc thấp cho đến lúc máy dừng hẳn lại.

## 5.5. MẠCH HẠN CHẾ PHỤ TẢI

Trong máy cắt kim loại, ngoài việc hạn chế phụ tải ở truyền động chính (như khi khởi động quá tải), nhiều lúc cũng cần thiết hạn chế phụ tải ở chuyển động phụ như truyền động của xà ngang máy phay giường, máy bào giường, truyền động khóa chặt cần máy khoan, kẹp chi tiết ở máy tiện ..v..v..Trong các chuyển động trên, rất dễ sinh quá tải, thậm chí có thể gây trạng thái ngắn mạch do rôto động cơ bị giữ chặt.

Hạn chế phụ tải thường được thực hiện theo nguyên tắc hành trình, nguyên tắc thời gian, nguyên tắc vận tốc, nguyên tắc dòng điện. Dưới đây ta lần lượt xét các mạch hạn chế phụ tải theo các nguyên tắc nói trên.

### 1. Mạch hạn chế phụ tải theo hành trình

#### a) Mạch khống chế động cơ kẹp chặt

Các động cơ dùng để kẹp chặt thường làm việc theo chu trình như sau: khởi động, siết dần cơ cấu kẹp chặt, phụ tải động cơ tăng dần, dừng động cơ khi kẹp xong. Khi tháo lỏng, động cơ cũng làm việc theo các bước tương tự : khởi động theo ngược lại, nới lỏng bộ phận kẹp chặt, dừng động cơ.

Khống chế việc đóng ngắt động cơ khi kẹp chặt và nới lỏng nhờ công tắc cuối hành trình 1CC và 2CC phụ thuộc vào hành trình.

H.5.24: giới thiệu sơ đồ mạch khống chế phụ tải theo chu trình nói trên.

Ở mạch này, công tắc cuối hành trình ngắt mạch điện của động cơ trước khi trục của động cơ trước khi trục của nó bị khóa chặt, tức là kết thúc việc khóa chặt được tiến hành bằng lực quán tính. Ở vị trí ban đầu, khi cơ cấu chấp hành chưa kẹp chặt, công tắc cuối hành trình tế vi 1CC bị ấn, tiếp điểm tm của nó đóng lại.

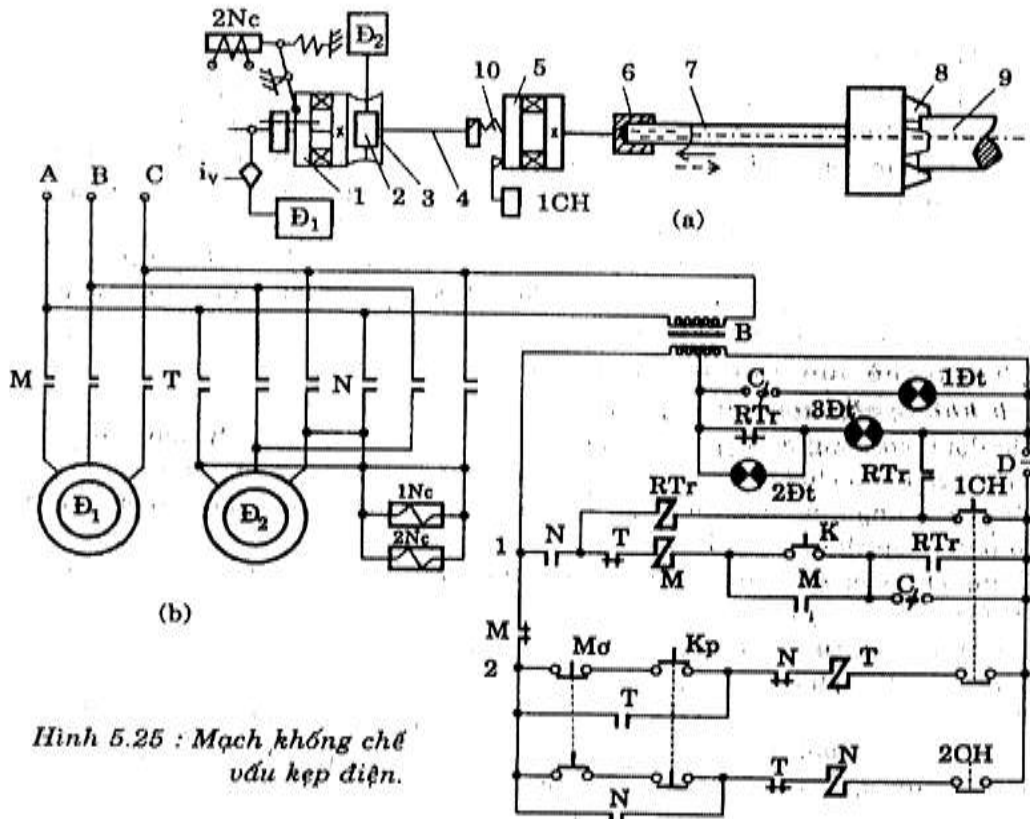
Khi ấn nút kẹp chặt "Kp", côngtactơ T tác động, các tiếp điểm chính của nó đóng mạch động cơ, động cơ thực hiện kẹp chặt. Ở cuối điểm kẹp chặt, công tắc cuối hành trình 1CC mở ra, động cơ dừng lại. Trong mạch này, công tắc cuối hành trình 1CC cần phải đặt thật chính xác ở vị trí xác định; nếu không, động cơ có thể bị ngắn mạch trước khi công tắc cuối hành trình tác động.

Để tháo lỏng, ta ấn nút “Mơ”, mạch công tắc tơ N đóng, làm động cơ quay ngược lại. Ở cuối hành trình tháo lỏng, công tắc cuối hành trình 2CC mở, làm ngắt mạch động cơ.

Nếu dùng mạch này để kẹp chặt chi tiết gia công (như ở một số máy tiện), sơ đồ này có nhược điểm lớn là khi thay đổi kích thước chi tiết gia công, phải thay đổi vị trí của công tắc cuối hành trình.

**b. Mạch khống chế vấu kẹp điện**

Trên máy cắt kim loại thường dùng rộng rãi vấu kẹp điện để kẹp chặt chi tiết gia công. Sơ đồ động và sơ đồ mạch điện được thể hiện như sau (H.5.25):



Hình 5.25 : Mạch khống chế vấu kẹp điện.

Hình (a) là sơ đồ động của vấu kẹp điện ở máy tiện. Động cơ điện Đ1 thực hiện chuyển động chính của máy qua chạc điều chỉnh vận tốc  $i_v$ . Động cơ Đ2 thực hiện các chuyển động để kẹp chi tiết gia công. Khi nam châm 2Nc có điện, ly hợp vấu (1) đóng lại, động cơ Đ2 truyền chuyển động qua trục vít – bánh vít (2) và (3) đến trục (4), qua ly hợp vấu (5), êcu trục vít (6) – (7), biến chuyển động vòng thành chuyển động thẳng của trục (7). Tùy theo chiều quay của động cơ, các vấu kẹp (8) sẽ kẹp chặt hoặc nới lỏng chi tiết gia công (9). Trong trường hợp kẹp chặt, trục (7) và nửa phần ly hợp (5) di động về bên trái, ép lò xo (10) lại. Khi lực ép đạt đến trị số yêu cầu, ly hợp (5) sẽ ấn công tắc hành trình tế vi 1CH để ngắt mạch động cơ Đ2. Quá trình kẹp chặt kết thúc.

Mạch điện thực hiện chu trình trên được trình bày ở hình (b). Khi ấn nút kẹp chặt “Kp”, công tắc tơ T tác động, các tiếp điểm tm của nó đóng mạch động cơ Đ2 làm nó quay theo chiều kẹp chặt. Cùng lúc, cuộn dây nam châm điện 1Nc và 2Nc được tiếp điện. Nam châm 1Nc dùng để cố định chính khi kẹp chi tiết, nam châm 2Nc đóng ly hợp vấu (1) như ở hình (a).

Khi chi tiết được kẹp xong, công tắc hành trình tế vi 1CH bị ấn, tiếp điểm td của nó mở ra, ngắt mạch cuộn dây công tắc tơ T, động cơ Đ2 dừng lại. Cùng lúc, tiếp điểm tm của công tắc hành trình tế vi 1CH đóng, cấp điện cho rơle trung gian RTr, chuẩn bị cho động cơ chính Đ1 làm việc. Các nam châm 1Nc, 2Nc mất điện, trục chính không bị hãm nữa. Khi rơle trung gian tác động, tiếp điểm td – RTr trong mạch đèn tín hiệu mở, làm đèn 2Đt sáng lên, báo hiệu chi tiết đã kẹp xong.

Ấn nút K, công tắc tơ M tác động, động cơ chính Đ1 làm việc. Tiếp điểm td M ở giữa điểm 1-2 ngắt mạch động cơ Đ2 khi Đ1 làm việc. Khi ấn nút dừng “D”, động cơ chính Đ1 dừng lại, và tiếp điểm td M đóng lại, chuẩn bị để khởi động động cơ Đ2 tháo chi tiết.

Tháo chi tiết được thực hiện bằng cách ấn nút “Mở”. Lúc đó công tắc tơ N tác động, động cơ Đ2 quay ngược chiều để nhả chi tiết. Nam châm 1Nc và 2Nc cũng được tiếp điện và làm việc như khi kẹp chặt. Mạch rơle trung gian RTr bị ngắt, đèn 2Đt tắt. Đèn 3Đt mắc nối tiếp với đèn 2Đt làm chức năng điện trở phụ.

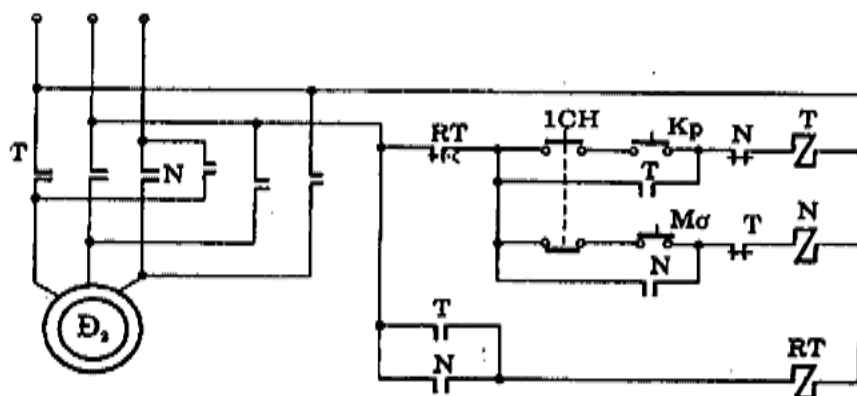
Khi kết thúc quá trình nối lỏng, tiếp điểm td của công tắc hành trình tế vi 2CH mở ra, động cơ Đ2 dừng lại.

Công tắc C dùng để đảm bảo lựa chọn chế độ làm việc và chế độ điều chỉnh của vấu kẹp điện. Khi mở công tắc C, vấu kẹp điện ở trạng thái làm việc. Khi đóng công tắc C, vấu kẹp ở trạng thái điều chỉnh, lúc này đèn tín hiệu 1Đt sáng lên.

Ở mạch này cũng cần thiết điều chỉnh chính xác vị trí của công tắc hành trình tế vi để kết thúc quá trình kẹp.

## **2. Mạch hạn chế phụ tải theo thời gian**

Để hạn chế phụ tải của động cơ kẹp chặt Đ2 (theo H.25a), người ta dùng rơle thời gian để khống chế thời gian kẹp chặt. Loại mạch này được thể hiện như ở (H.5.26):



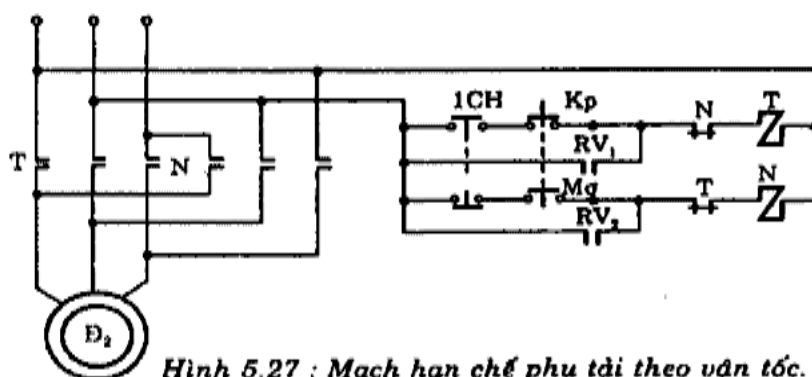
Hình 5.26 : Mạch hạn chế phụ tải theo thời gian.

Trong mạch hạn chế phụ tải theo thời gian, thời gian duy trì của rơle thời gian RT chính là thời gian cần thiết để kẹp chặt. Ở mạch này, khi chưa kẹp chặt, công tác hành trình 1CH bị ấn; khi kẹp xong, 1CH mở ra như ở vị trí trên hình vẽ. Khi ấn nút kẹp chặt Kp công tác tơ T tác động, động cơ làm việc và thực hiện kẹp chặt. Cùng lúc, tiếp điểm tm của công tác tơ T trong mạch cuộn dây rơle RT đóng lại, rơle thời gian RT tác động, và sau một thời gian, tiếp điểm tơ mở chậm RT mới mở ra, ngắt mạch công tác tơ T, động cơ ngừng làm việc. Khi tháo chi tiết, ta ấn nút “Mơ”, quá trình sẽ diễn biến tương tự.

Thông thường tiếp điểm 1CH được nhả ra trước khi tiếp điểm của rơle RT mở. Tiếp điểm của công tác hành trình làm chức năng an toàn cho mạch điện (thí dụ khi đã kẹp chặt rồi mà ấn nhầm nút “Mở”).

### 3. Mạch hạn chế phụ tải theo vận tốc

Trong mạch này, người ta dùng một rơle vận tốc và việc đóng mở tiếp điểm để khống chế phụ tải phụ thuộc vào vận tốc của động cơ. (H.5.27) trình bày sơ đồ của mạch này.



Hình 5.27 : Mạch hạn chế phụ tải theo vận tốc.

Ở đây, công tắc hành trình ICH cũng có tác dụng như ở (H.5.26), nó tác động trước khi rôle vận tốc phản hồi. Do đó, thời điểm ngắt mạch điện động cơ là do rôle vận tốc lắp trên trục động cơ quyết định.

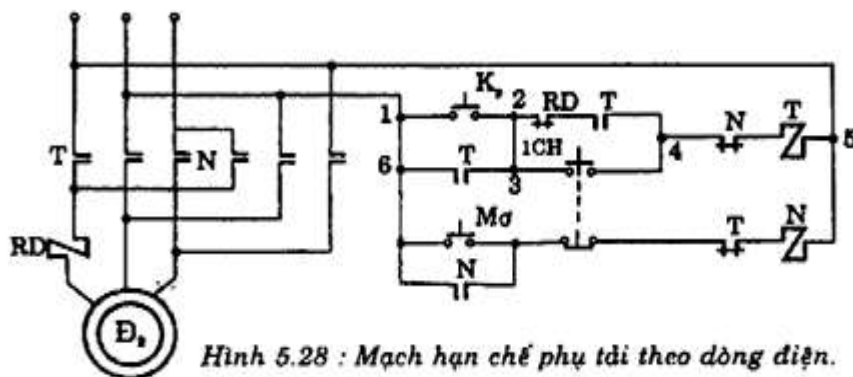
Trong mạch này, ta dùng rôle vận tốc RV có tiếp điểm tm lắp song song với các nút ấn. Khi ấn nút Kp, động cơ khởi động thực hiện kẹp chặt. Tiếp điểm tm RV1 của rôle thời gian đóng, làm nhiệm vụ tự duy trì. Kẹp chặt xong, phụ tải của động cơ tăng nhanh, vận tốc giảm xuống đột ngột, tiếp điểm RV1 mở, và ngắt mạch điện của cuộn dây công tắc tơ T, động cơ kẹp chặt Đ2 ngừng lại.

Khi tháo chi tiết cũng tiến hành tương tự.

#### 4. Mạch hạn chế phụ tải theo dòng điện

Mạch này được dùng rộng rãi trên máy cắt kim loại với việc dùng rôle dòng điện đấu trong mạch stato của động cơ kẹp chặt. H.5.28 giới thiệu sơ đồ của mạch này.

Trong một pha của stato, ta lắp rôle dòng điện cực đại RD và tiếp điểm tơ của nó lắp vào mạch của cuộn dây công tắc tơ T, quyết định thời gian làm việc của động cơ kẹp chặt Đ2. Dòng điện chỉnh định của rôle RD nằm trong khoảng  $2I_d + 0,8I_k$  ( $I_d, I_k$  là dòng điện định mức và khởi động). Khi chưa kẹp, công tắc hành trình ICH bị ấn và tiếp điểm tm của nó bị đóng kín. Khi ấn nút Kp, mạch cuộn dây công tắc tơ T đóng kín qua các điểm 1-2-3-4-5. Công tắc tơ T tác động, động cơ Đ2 được đấu vào mạng điện.



Hình 5.28 : Mạch hạn chế phụ tải theo dòng điện.

Khi khởi động dòng điện khởi động có thể vượt quá dòng điện chỉnh định của rôle RD, làm rôle RD tác động, nhưng không thể ngắt mạch của động cơ Đ2, vì cuộn dây công tắc tơ T vẫn tiếp điện qua tiếp điểm tm. ICH. Cơ cấu kẹp chặt bắt đầu di động, động cơ tăng dần vận tốc, dòng điện khởi động giảm và tiếp điểm tơ RD đóng. Khi quá trình khởi động kết thúc, quá trình kẹp chặt đã tiến hành đến một mức độ nhất định, vấu tì lắp trên bộ phận di động của cơ cấu kẹp thời tác động vào công tắc hành trình ICH, tiếp điểm tm của nó mở ra, mạch cuộn dây công tắc tơ T được duy trì qua các điểm 1-6-3-2-4-5.

Lực kẹp tăng dần, phụ tải của động cơ cũng tăng. Khi quá trình kẹp kết thúc, dòng điện của động cơ tăng đến trị số chỉnh định của role RD, làm nó tác động, tiếp điểm tở của nó ngắt mạch của cuộn dây công tắc tơ T, động cơ dừng lại.

Tháo chi tiết được thực hiện với việc ấn nút "Mở", làm công tắc tơ N tác động, động cơ Đ2 bắt đầu quay ngược chiều. Ở cuối hành trình tháo lỏng, bộ phận di động của cơ cấu kẹp ấn công tắc hành trình 1CH, tiếp điểm tở của nó ngắt mạch cuộn dây công tắc tơ N và do đó, động cơ cũng bị ngắt mạch.

Nếu vị trí của công tắc hành trình 1CH không được lắp đặt chính xác, thì khi kẹp chặt, tiếp tm. 1CH sẽ mở sớm hơn sự giảm dòng điện khởi động. Khi đó, động cơ bị ngắt mạch khi chưa kẹp xong. Vì tiếp điểm tm T lắp nối tiếp với tiếp điểm của role RD, nên không thể khởi động lại động cơ bằng cách ấn nút Kp. Trong trường hợp này, cần phải ấn nút "Mở" để đưa cơ cấu kẹp về vị trí ban đầu, và sau đó khởi động lại.

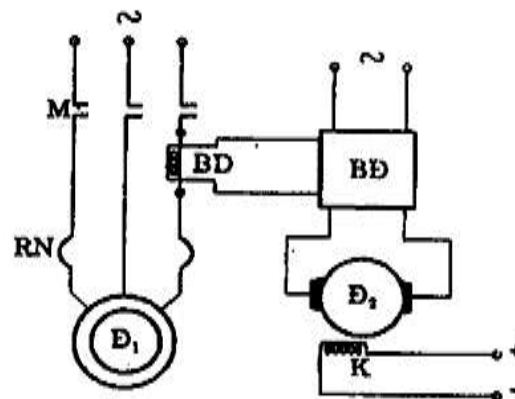
Loại mạch hạn chế phụ tải theo dòng điện thường dùng để khoá chặt trụ máy khoan cần khoá chặt xà ngang máy bào giường, phay giường và tiện đứng.

Hạn chế phụ tải theo dòng điện cũng thường được dùng trong truyền động chính. H.5.29 giới thiệu mạch hạn chế phụ tải của truyền động chính được thực hiện bằng động cơ không đồng bộ lồng sóc.

Ở đây, động cơ thực hiện chuyển động chính là động cơ lồng sóc Đ1, chuyển động chạy dao là động cơ điện một chiều Đ2 kích thích độc lập. Nối liền giữa hai động cơ là máy biến dòng BD và bộ biến đổi BD.

Đặc điểm hạn chế phụ tải của chuyển động chính là sự tác động ngược lại của lượng chạy dao. Nếu vì lý do nào đó, phụ tải truyền động chính tăng (thí dụ lượng dư tăng), lượng chạy dao cần phải tự động giảm xuống, và ngược lại: phụ tải giảm thì lượng chạy dao phải tăng.

Từ sơ đồ ta có thể thấy, nếu phụ tải của động cơ Đ1 tăng, dòng điện chạy qua stato cũng tăng, và do đó, làm tăng điện áp trong cuộn dây thứ cấp của máy biến dòng BD (tăng tín hiệu vào). Tín hiệu này được đưa vào bộ biến đổi BD. Ở đây, khi điện áp vào tăng thì điện áp ra sẽ giảm, tức là khi dòng điện trong cuộn dây stato của động cơ Đ1, tăng, thì điện áp trên đầu nối của mạch phần ứng động cơ điện trong cuộn dây stato của động cơ Đ2 giảm. Kết quả là vận tốc của động cơ Đ2 giảm, lượng chạy dao giảm.



Hình 5.29 : Mạch hạn chế phụ tải của truyền động chính.



Nếu phụ tải của động cơ Đ1 giảm, thì quá trình xảy ra sẽ ngược lại.

Hệ thống trên có khả năng cho phạm vi điều chỉnh lượng chạy dao rất lớn. Do đó, có thể duy trì phụ tải của truyền động chính một cách chính xác.

## CHƯƠNG 6

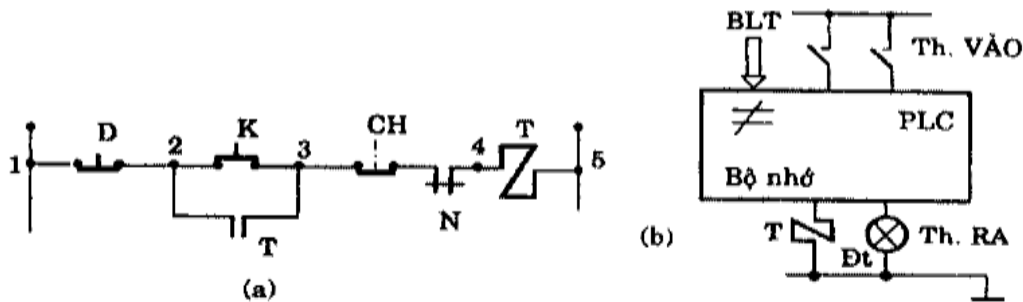
### BỘ ĐIỀU KHIỂN LẬP TRÌNH ( PLC)

Trong chương trước ta đã đề cập đến mạch điều khiển dùng các phần tử chuyển mạch như các công tắc, nút ấn, rơle... với các tiếp điểm tm,td được liên kết với nhau bằng dây dẫn. Việc kết nối các phần tử điều khiển bằng dây dẫn được thực hiện trên cơ sở biết trước một chương trình điều khiển, cố định, khó thay đổi vị trí lắp ráp của các phần tử điều khiển, các khí cụ điện.

Nhằm khắc phục các nhược điểm của bộ điều khiển dùng dây nối để có được một bộ điều khiển linh hoạt, dễ thay đổi chương trình, dễ sử dụng, kết cấu nhỏ gọn, vào năm 1968, theo phát minh của Richard Morley, hãng General Motors đã cho ra đời một loại bộ điều khiển mới có thể lập trình được gọi tắt là bộ điều khiển lập trình ( PLC – Programmable Logic Controller)

#### 6.1. ĐẶC ĐIỂM CỦA BỘ ĐIỀU KHIỂN LẬP TRÌNH :

Ta so sánh chức năng của một mạch điều khiển truyền thống dùng dây nối và bộ PLC theo ( H6.1).



H.6.1a: là sơ đồ của mạch điều khiển động công tắc tơ T. để đóng ngắt công tắc tơ T ta có các tín hiệu dừng nút D, nút khởi động K, công tắc cuối hành trình CH và tiếp điểm thường đóng ( td) của công tắc tơ N. những phần tử điều khiển này( các khí cụ điện) được cố định ở một vị trí nhất định và liên kết với nhau bằng dây dẫn.

Tuần tự điều khiển ( chương trình) của chúng rất khó thay đổi. Nếu ta thực hiện chức năng điều khiển này bằng PLC trên (H.6.1b) thì những tín hiệu từ điểm 1+4 của hình (a) được coi là tín hiệu VÀO của PLC. PLC sẽ xử lý thay đổi theo yêu cầu các tín hiệu này để cho tín hiệu RA nhằm kích hoạt các cơ cấu tác động của công tắc tơ T, đèn, pitông xilanh... tín hiệu RA còn có thể được xác định theo một chương trình được

bộ lập trình (BLT) hay máy vi tính đưa vào PLC. Như thế, chức năng điều khiển PLC thực hiện được xác định bằng một chương trình. Chương trình này được nạp vào bộ nhớ của PLC các kết cấu và sơ đồ nối dây từ điểm 1+4 trên hình (a) không còn cần thiết, nó sẽ do PLC đảm nhiệm. Tất cả các bộ cảm biến cần thiết cho hoạt động của bộ điều như: nút ấn, công tắc, quang cảm, cặp nhiệt điện...v.v.. được lắp vào PLC như là các tín hiệu VÀO; các cơ cấu tác động công tắc tơ, van, đèn, nam châm điện... được nối với PLC được coi như các cơ cấu nhận tín hiệu RA. Các rơle trung gian, rơle thời gian... đều được loại bỏ. Việc thay đổi chương trình, mở rộng chức năng đều có thể thực hiện một cách dễ dàng.

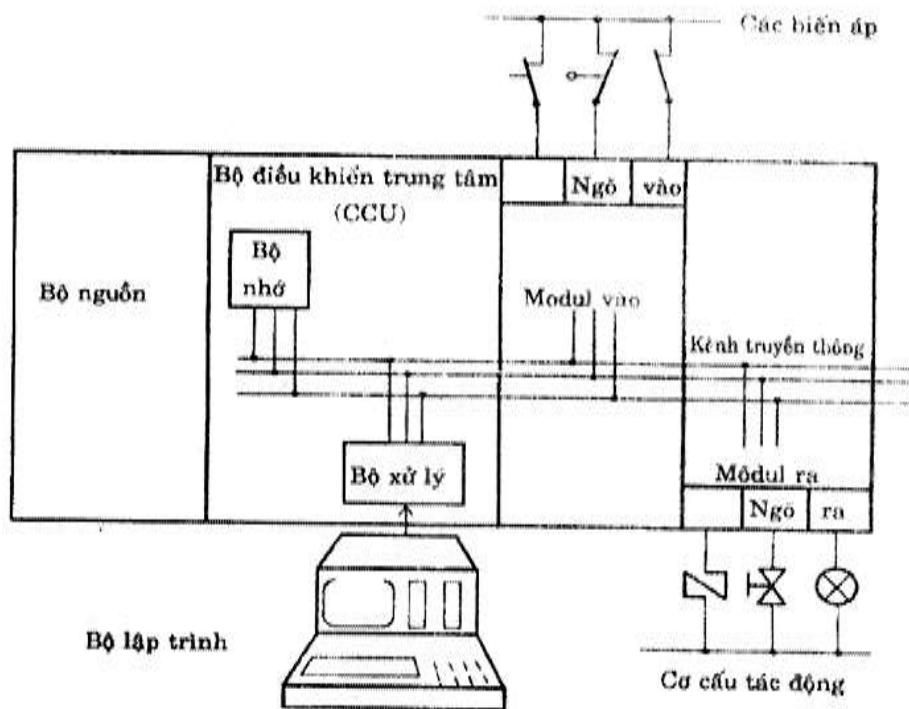
Về phần cứng PLC có thể coi như một máy tính chuyên dùng được thiết kế phù hợp với yêu cầu sử dụng trong việc điều khiển lập trình là một thiết bị có thể lập trình để thực hiện một chuỗi các sự kiện theo một logic nào đó, nó có những đặc điểm chủ yếu như sau:

- Tín hiệu vào/ ra (V/R) phù hợp đã được chuẩn hoá theo các thiết bị công nghiệp
- Có khả năng hoạt động độc lập như một bộ điều khiển đơn, đồng thời có thể phối ghép thành một hệ thống phân tán có tính chất chuyên dùng, dễ hiểu, dễ sử dụng.
- Tính linh hoạt cao: thay đổi chương trình điều khiển chỉ cần thay đổi phần mềm
- Gọn nhẹ và thích ứng tốt với môi trường sản xuất công nghiệp: chịu rung động nóng, ẩm, chống nhiễu tốt v.v...
- Nhược điểm là tính chuẩn hoá phần cứng chưa cao, các hãng sản xuất khác nhau sử dụng ngôn ngữ lập trình khác nhau.

## 6.2. CẤU TRÚC VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC

Cấu trúc của PLC thường có dạng modul có thể tháo lắp dễ dàng để mở rộng hệ thống khi cần thiết và đều chịu được những điều kiện của môi trường sản xuất công nghiệp

Cấu trúc chung của một PCL được trình bày như trên ( H.6.2):



Hình 6.2. Cấu trúc tổng quát của PLC.

Như ta đã biết : PLC thực chất là một máy vi tính chuyên dùng. Sự khác biệt chủ yếu giữa PLC và máy vi tính ở chỗ: PLC chứa toàn bộ các chương trình vận hành trong bộ nhớ chỉ đọc( Rom). Người sử dụng không cần đưa chương trình vào đĩa mềm hay đĩa cứng. Việc nâng cấp các chương trình điều khiển chỉ được thực hiện với việc chế tạo bộ nhớ Rom mới có khả năng lớn hơn.

Sự khác biệt thứ hai là thiết bị xuất / nhập, được gọi là modul V/R đều có những dạng riêng cho các cơ cấu cảm biến và cơ cấu tác động. Nếu các cơ cấu này có cùng dạng thì có thể dùng chung một modul V/R. Ngoài ra, các modul V/R còn có khả năng truyền thông giữa các PLC và máy tính khác.

Chương trình điều khiển lưu trữ trong bộ nhớ ROM được nạp vào bộ lập trình hoặc máy vi tính. Khi muốn thay đổi chương trình, ta nạp chương trình khác vào từ máy

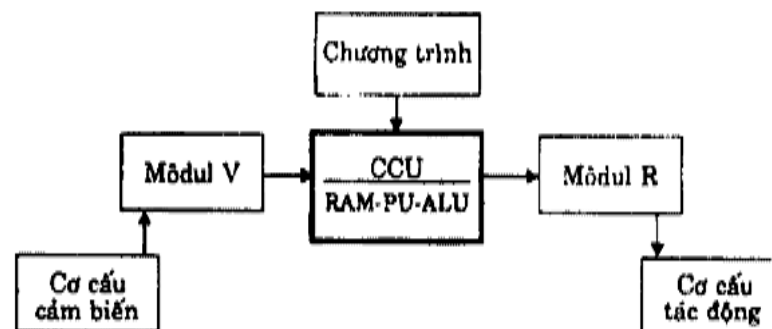
cách viết phần mềm trên máy vi tính. Nếu các PLC được lập trình theo cùng một mục đích, thì chúng có thể thay thế cho nhau.

Với cấu trúc modul, kết cấu PLC dùng cho các mục đích điều khiển rất đa dạng nhưng về cơ bản, PLC có những bộ phận chính chủ yếu như sau:

- Bộ điều khiển trung tâm
- Bộ nhớ
- Các modul V/R
- Kênh truyền thông
- Bộ nguồn điện áp

### 1. Bộ điều khiển trung tâm(CPU)

Bộ điều khiển trung tâm CPU là bộ phận quan trọng nhất trong phần cứng của PLC. Nó có cấu trúc như một máy tính và có mối quan hệ tín hiệu với các bộ phận khác của PLC như sau ( H.6.3)



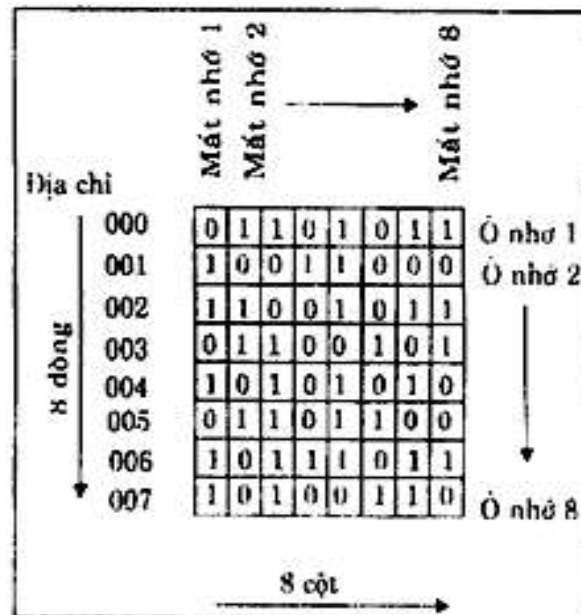
Hình 6.3: Vị trí của CCU

Chương trình nạp vào PLC được lưu giữ trong bộ nhớ chương trình ( Ram). Bộ xử lý ( PU) sẽ đọc từng dòng lệnh trong bộ nhớ chương trình, đồng thời đọc các dữ liệu từ các modul V, và chuyển chúng vào bộ số học logic ( ALU) để tính toán và thực hiện các tác vụ logic sau đó xuất tín hiệu cho modul R tương ứng với chương trình. Dữ liệu ở đầu vào và ra được đọc và xuất thông qua bộ nhớ dữ liệu.

Các dữ liệu được xử lý và lưu trữ trong CCU là các tín hiệu nhị phân. Các modul V/R được lắp giữa CCU và cơ cấu cảm biến hay cơ cấu tác động. Mỗi modul có số đầu vào và đầu ra cố định và các đầu V/R này có thể thực hiện các giá trị nhị phân 0 và 1.

Bộ phận quan trọng của CCU là bộ nhớ cờ. Đây là bộ nhớ 12 bit. Nhờ nó PLC có thể cảm nhận được trạng thái của tín hiệu nhị phân.

CCU điều khiển và giám sát mọi hoạt động trong PLC. Nó được cung cấp một tần số xung đồng hồ nhờ máy phát xung có tần số  $f=1+8$  MHz. xung này được xác định tốc độ làm việc của PLC, tạo khả năng định giờ và đồng bộ hoá các bộ phận trong PLC.



## 2. Bộ nhớ :

Bộ nhớ dùng để lưu trữ chương trình dữ liệu, các kết quả trung gian trong các phép tính.. Phần tử nhỏ nhất trong bộ nhớ là mắt nhớ. Mắt nhớ có thể tiếp nhận đơn vị dữ liệu nhỏ nhất là bit dưới dạng tín hiệu là 1 hoặc 0. nhiều mắt nhớ tạo thành từ 8 ô nhớ, và mỗi ô nhớ có 8 mắt nhớ.

Quá trình nạp vào mắt nhớ các giá trị logic 1 và 0 được gọi là quá trình ghi; trạng thái ngược lại, khi các dữ liệu trong mắt nhớ được lấy ra, gọi là quá trình đọc.

*Quá trình ghi vào và đọc ra có hai phương pháp:*

Phương pháp tổ chức theo bit: là quá trình ghi / đọc chỉ có thể truy cập đến từng mắt nhớ, mỗi mắt nhớ có một địa chỉ riêng. Hình 6.4: Cấu trúc bộ nhớ dữ liệu ng bit riêng lẻ, tức là chỉ truy cập đến từng mắt nhớ, mỗi mắt nhớ có một địa chỉ riêng.

- Phương pháp tổ chức theo từ (word) : là quá trình ghi/ đọc đồng thời nội dung của một ô nhớ, tức là truy cập đến dữ liệu ở một số bit. Nhớ chương trình luôn luôn tổ chức theo từ, vì một câu lệnh được tạo thành từ một số bit cần thiết. Mỗi từ cũng có một địa chỉ riêng.

- Đơn vị thông tin nhỏ nhất là bit ( 1 hoặc 0) tổ hợp gồm 8 bit tương ứng với 1 ô nhớ trên ( H.6.4.) được gọi là byte 2 byte ( 16 bit được gọi là 1 từ, và 2 từ được gọi là 1 từ kép . 1 kilobyte =  $2^{10} = 1024$ (byte).

- Trong PLC cũng thường dùng hai bộ nhớ : Ram và rom

#### **a. Bộ nhớ ghi – đọc ( RAM)**

Loại này có thể ghi vào hay đọc ra các dữ liệu được chứa trong nó khi có tín hiệu điều khiển tương ứng. Ram được sử dụng như ô nhớ làm việc của PLC. Tùy thuộc vào đặc điểm lưu trữ tĩnh hay động, ta có RAM tĩnh hay RAM động.

RAM tĩnh là loại dùng các trigơ để làm các mắt nhớ. Các bộ phận nhớ này có thể ghi và đọc, vì các trigơ có thể thay đổi trạng thái một cách đơn giản khi đặt nó ở mức logic 1 hay 0. Trạng thái này được giữ lại cho đến khi trigơ được đặt lại, hoặc bị ngắt nguồn.

- RAM động là loại dùng các phần tử tích cực như tụ điện để làm mắt nhớ. Để nhớ được thông tin, các tụ điện cần được nạp điện tích và phải giữ điện áp ổn định ở mức cao(mức logic 1)

Ưu điểm của RAM động là các mắt nhớ của nó khá nhỏ so với mắt nhớ của RAM tĩnh. Do đó, loại này được sử dụng phổ biến nhất trong những bộ nhớ có dung lượng lớn.

Các thông tin được lưu giữ trong RAM có thể được ghi, đọc hoặc xóa thường xuyên. Nhưng RAM có đặc tính bay hơi, tức là thông tin trong bộ nhớ sẽ bị mất, khi mất nguồn điện. Trong trường hợp muốn duy trì nội dung nhớ, RAM cần được nuôi bằng nguồn pin.

#### **b) Bộ nhớ chỉ đọc (ROM)**

Đây là bộ nhớ có nội dung dữ liệu không bị mất khi nguồn điện bị ngắt, nó có thể là loại xóa được hay không thể xóa được. Sự khác nhau giữa các ROM chủ yếu ở cách xóa nội dung và cách nạp nội dung mới vào chúng.

- ROM không thể xóa bao gồm:

\* Bộ nhớ chỉ đọc (ROM): được lập trình một lần khi chế tạo, nên có nội dung nhớ cố định; nó chỉ có thể đọc, chứ không thể ghi

\* ROM có thể lập trình (PROM): nó là bộ nhớ chưa được nhà sản xuất lập trình, mà để cho người sử dụng lập trình bằng một thiết bị chuyên dùng.

- ROM có thể xóa: là loại bộ nhớ có thể xóa dữ liệu được thiết lập, sau đó được lập trình lại trong vài ba lần. Tùy thuộc vào phương pháp xóa, ta có thể phân biệt các loại ROM có thể xóa như sau:

\* ROM có thể xóa bằng tia cực tím (EPROM): nó được lập trình tương tự như đối với PROM và có thể xóa nội dung nhớ bằng cách chiếu tia cực tím qua cửa nhỏ được hình thành trên vi mạch.

\* ROM có thể xóa bằng điện (EFROM) : cũng tương tự như EPROM, nhưng nội dung nhớ được xóa bằng tín hiệu điện đang sử dụng trên mạch.

Đối với PLC loại nhỏ, thường dùng bộ nhớ có dung lượng 2 kB.

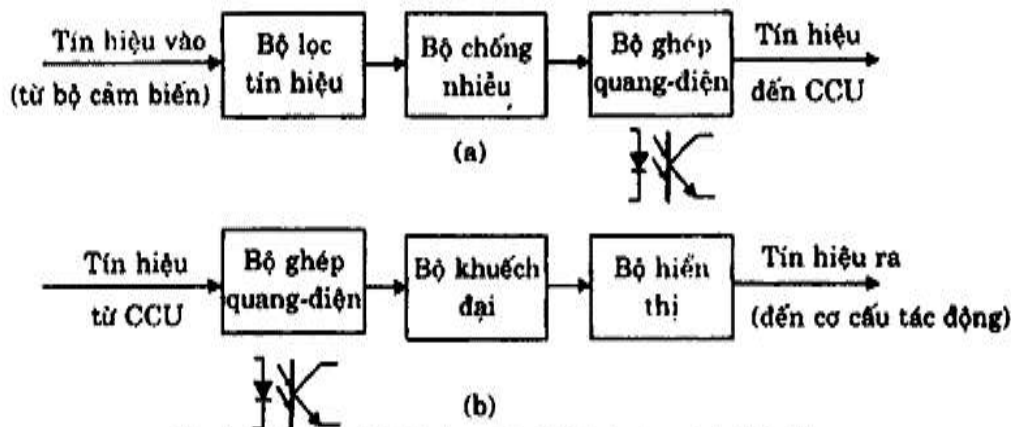
Dung lượng này đáp ứng hầu hết các quá trình điều khiển trong công nghiệp. Ở PLC cỡ trung và lớn, dung lượng bộ nhớ có thể dùng đến 4, 8, 14, 30 kB.

### 3. Môđul VÀO/RA (V/R):

Tín hiệu được đưa vào PLC qua các bộ cảm biến. Các tín hiệu này được biến đổi thành tín hiệu V/R ở môđul VÀO và đưa đến bộ điều khiển trung tâm. Tương ứng, các tín hiệu được đưa đến các cơ cấu tác động cũng được xử lý ở môđul RA. Như thế, môđul V/R có vai trò như mạch giao tiếp giữa các mạch vi điện tử của PCL và các mạch công suất ở bên ngoài để kích hoạt các cơ cấu tác động. Đối với cơ cấu tác động có công suất nhỏ (dòng điện không quá 2A), thì môđul V/R cho phép kết nối trực tiếp với PLC mà không cần mạch trung gian.

#### a) Môđul VÀO:

Môđul V có sơ đồ khối như sau (H.6.5a):



Hình 6.5 : Sơ đồ khối môđul V (a) và môđul R (b).



## Chương 6 : Bộ Điều Khiển Lập Trình PLC

Môdul V cần phải thỏa mãn các yêu cầu về an toàn như sau:

- Bảo vệ CCU khỏi tác hại do quá áp hoặc sụt áp của tín hiệu vào.
- Lọc các nhiễu.

Tùy theo mức độ các yêu cầu về an toàn có thể được mở rộng thêm.

Chức năng của các bộ phận trong môdul V là :

- Bộ lọc tín hiệu: loại bỏ các sai số điện áp từ các bộ cảm biến đưa đến để đảm bảo một giá trị ổn định : 5V hay 15V.

- Bộ chống nhiễu: dùng để triệt tiêu các xung nhiễu có mức công suất lớn có thể làm hư hỏng bộ điều khiển

- Bộ ghép quang – điện: bao gồm một diốt phát quang (LED) tác động vào transito, tạo nên dòng điện để kích hoạt rơle đóng ngắt tiếp điểm của mạch công suất ở bên ngoài (thường từ 24V + 240). Các LED ở môdul V (và cả ở môdul R) cũng dùng để hiển thị khi có tín hiệu 1 hoặc 0, nhằm kiểm tra tình trạng hoạt động của các cơ cấu cảm biến và cơ cấu tác động.

### *b. Môdul/RA.*

Sơ đồ khối của môdul R được trình bày trên (H.6.5b). Về nguyên tắc, nó cũng có một cấu trúc như môdul V, nhưng có thứ tự ngược lại. Xử lý tín hiệu ở môdul R được thực hiện theo các bước:

- CCU đưa tín hiệu qua bộ ghép quang – điện ở mạch trong.
- Tín hiệu được khuếch đại mở mạch ngoài.
- Tín hiệu ra ở thiết bị công suất (cơ cấu tác động) cần được khuếch đại một lần nữa để có dòng điện cao hơn. Các thiết bị công suất được kích hoạt nhờ các công tắc tơ và rơle.

Các môdul V/R được thiết kế với những ổ cắm đơn giản để kết nối dễ dàng các cơ cấu cảm biến và tác động ở ngõ vào và ngõ ra. Mỗi ngõ đều có đánh số địa chỉ để PLC giám sát trạng thái từng ngõ.

### **4. Kênh truyền thông (bus):**

Các thành phần của PLC như CCU, bộ nhớ, môdul V/R... được kết nối với nhau qua hệ thống các dây dẫn gọi là kênh truyền thông (bus). Đây là một hệ thống bộ dây dẫn song song nối liền mọi thành phần trong PLC, nhưng chỉ có hai bộ phận được truyền tín hiệu cho nhau tại một thời điểm bất kỳ.

Khi bộ đếm chương trình gọi lệnh từ bộ nhớ chương trình, thì có một lệnh được thực hiện trong thanh ghi lệnh ở một thời điểm nào đó. Các lệnh này được biên dịch

sang dạng mã máy gồm một dãy các số nhị phân 1 và 0. Dãy số này có thể chia thành ba loại thuộc tín hiệu điều khiển, tín hiệu địa chỉ và tín hiệu dữ liệu.

Các tín hiệu trên được truyền đến các bộ phận riêng biệt của PLC theo các kênh truyền thông tương ứng: kênh điều khiển, kênh địa chỉ và kênh dữ liệu.

- Kênh điều khiển xác định lệnh này được thực hiện ở đâu.
- Kênh dữ liệu xác định tác vụ đặt (chứ không phải đặt lại) được thực hiện.

Nếu kênh địa chỉ có 8 ký tự nhị phân, thì nó có khả năng tổ hợp địa chỉ.  $2^8 = 156$

### 5. Bộ nguồn điện áp:

Nguồn điện áp cung cấp cho PLC có hai loại: điện áp điều khiển và điện áp logic.

#### a. Điện áp điều khiển:

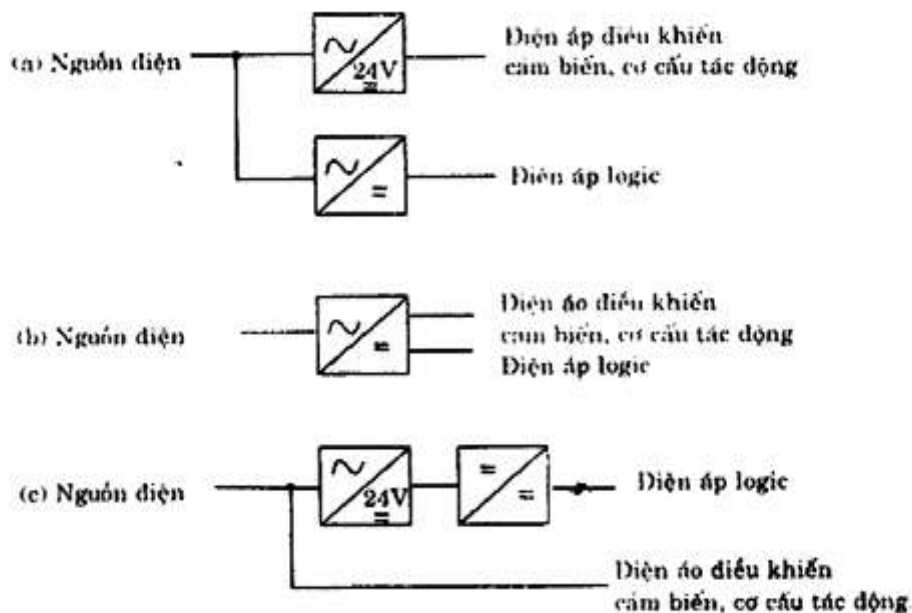
Điện áp điều khiển là điện áp của các tín hiệu ở giữa thiết bị được điều khiển và PLC, nó cung cấp năng lượng cho các bộ cảm biến và cơ cấu tác động. Thông thường điện áp điều khiển là 24V điện một chiều, hoặc 220V xoay chiều.

#### b) Điện áp logic.

Đây là điện áp cung cấp cho các mạch logic bên trong của CCU. Nó được dùng để hình thành các tín hiệu trong bộ điều khiển trung tâm, do đó, nó đòi hỏi phải rất chính xác. Tùy thuộc vào bộ CCU, điện áp logic là 5V cho TTL và khoảng 10V cho CMOS.

Nguồn điện áp được cung cấp theo các phương pháp sau đây (H.6.6):

## Chương 6 : Bộ Điều Khiển Lập Trình PLC



Hình 6.6: Sơ đồ các nguồn điện áp.

Ở trường hợp (a), ta có điện áp điều khiển và điện áp logic được biến đổi từ nguồn điện lưới hoàn toàn độc lập nhau. Ở trường hợp (b), việc tạo nên hai nguồn điện áp được thực hiện trong cùng một bộ phận. Ở trường hợp (c), điện áp logic được sinh ra từ điện áp

### 6. Bộ lập trình.

Bộ lập trình không phải là một bộ phận hữu cơ của PLC, mà được coi là phụ tùng dùng để viết và hiệu chỉnh chương trình, biên dịch chúng thành mã máy, nạp chúng vào PLC và chạy thử.

Hiện nay, bộ lập trình thường dùng có hai loại: máy vi tính và bộ lập trình cầm tay.

#### a) Máy vi tính

Máy vi tính được sử dụng phổ biến như một công cụ lập trình với những phần mềm lập trình cụ thể cho các hệ thống điều khiển.

Hệ thống lập trình bằng máy vi tính có thể thực hiện hầu hết các phương pháp lập trình, tức là nó tạo nên một chương trình nguồn với những từ ngữ dễ hiểu và biên dịch nó sang mã máy mà PLC có thể hiểu và thực hiện. Nếu máy vi tính có bộ phối ghép dữ liệu phù hợp với PLC, chương trình đã biên dịch có thể nạp thẳng vào bộ nhớ chương trình của PLC.

Để có thể quan sát và lưu trữ hồ sơ, dữ liệu từ máy tính có thể đưa sang máy in để tạo thành văn bản.

**b) Dây lập trình cầm tay.**

Đây là một thiết bị nhỏ, chuyên dùng để kiểm tra chương trình tại hiện trường, phục vụ thuận tiện cho công tác sửa chữa, bảo trì, thử máy. Ngoài ra, nó còn có khả năng hiệu chỉnh trực tiếp chương trình đang sử dụng.

Cùng có tính chất là phụ tùng như bộ lập trình, PLC còn có các bộ cảm biến và cơ cấu tác động.

- Cơ cấu cảm biến: là những bộ phận lắp trực tiếp vào máy hoặc các thiết bị được điều khiển để lấy các thông tin liên quan đến các trạng thái hiện có của thiết bị, biến đổi nó thành tín hiệu điện và truyền đến PLC. Các cơ cấu cảm biến có thể là công tắc hành trình, cảm biến nhiệt, áp suất, vị trí, lực, lưu lượng v.v....

- Cơ cấu tác động: cũng là những bộ phận lắp trực tiếp vào máy và thiết bị cần điều khiển, nhưng để thay đổi các trạng thái của chúng qua PLC. Cơ cấu tác động có thể là cuộn dây nam châm, rơ le, các van dầu ép, chuông, đèn, động cơ điện, động cơ bước v.v..

### 6.3. LẬP TRÌNH TRÊN PLC.

PLC thực hiện việc điều khiển một máy, một thiết bị, một quá trình hay một dây chuyền sản xuất khi nó được cung cấp một chương trình do người sử dụng thảo ra. Ngôn ngữ để lập trình trên PLC cần phải dễ hiểu, dễ sử dụng, người lập trình không mất nhiều thời gian để nắm vững các lệnh để hình thành chương trình điều khiển.

Tuy PLC của các hãng có khác nhau, nhưng phương pháp và ngôn ngữ lập trình gần như nhau. Các ngôn ngữ thường dùng là: ngôn ngữ bậc thang, ngôn ngữ chức năng và ngôn ngữ danh mục lệnh. Tương ứng với các ngôn ngữ trên, ta có các dạng chương trình khác nhau:

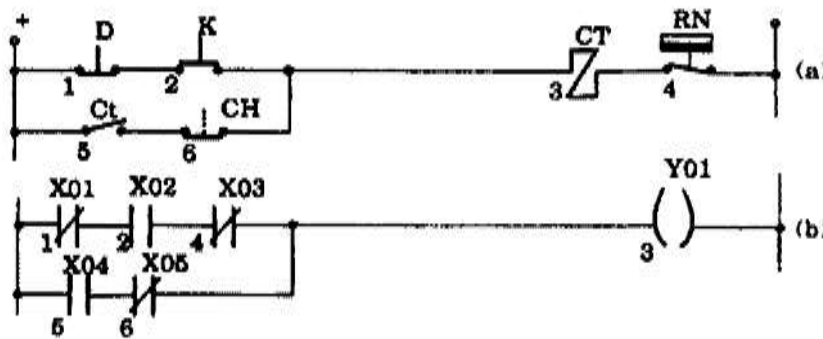
- Sơ đồ bậc thang (LAD : Ladder Diagram)
- Biểu đồ chức năng (FUC: Funtion Chast).
- Danh mục lệnh (STL: Statement List)

Về cơ bản, các chương trình có thể chuyển đổi từ ngôn ngữ này sang ngôn ngữ khác, nhưng trong một chương trình điều khiển chỉ sử dụng một ngôn ngữ.

**1. Sơ đồ bậc thang (LAD):**

Sơ đồ bậc thang là dạng chương trình phổ biến nhất. Nó có cấu trúc gần giống như sơ đồ mạch điện trong máy, rất phù hợp để tạo ra chương trình điều khiển logic.

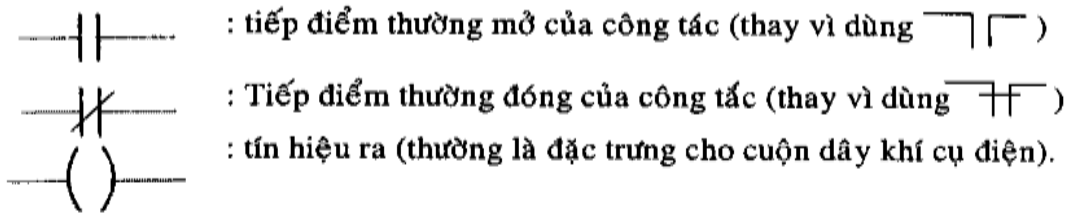
Ta quan sát mối tương đồng giữa mạch điện điều khiển công tắc tơ và dạng sơ đồ bậc thang ở (H.6.7):



Hình 6.7: Sơ đồ mạch điện (a) và sơ đồ bậc thang (b)

Ở sơ đồ mạch điện (H.6.7a) : để đóng công tắc tơ CT ta có hai khả năng : hoặc ấn nút khởi động K, hoặc ấn công tắc Ct.

Ở phương pháp lập trình theo sơ đồ bậc thang (H.6.7b), ta thể hiện theo dạng tương tự. Hai đường thẳng đứng đặc trưng cho hai cực điện: đường bên trái thể hiện đầu nối với nguồn điện áp, đường bên phải thể hiện đầu nối với đất. Đường ngang nối từ trái sang phải (như thanh ngang của cái thang) thể hiện mạch điều khiển với các ký hiệu như sau:



Bên trên các ký hiệu có đánh số để xác định số để xác định địa chỉ. Địa chỉ ở ngõ vào dùng chữ X, và ở ngõ ra dùng chữ Y. Các ngõ vào hay ngõ ra liên tiếp sẽ được đánh số liên tiếp nhau.

Sự khác biệt giữa sơ đồ điện và sơ đồ bậc thang là LAD có cấu trúc sơ đồ và không thể hiện sự bố trí thực tế của các bộ phận.

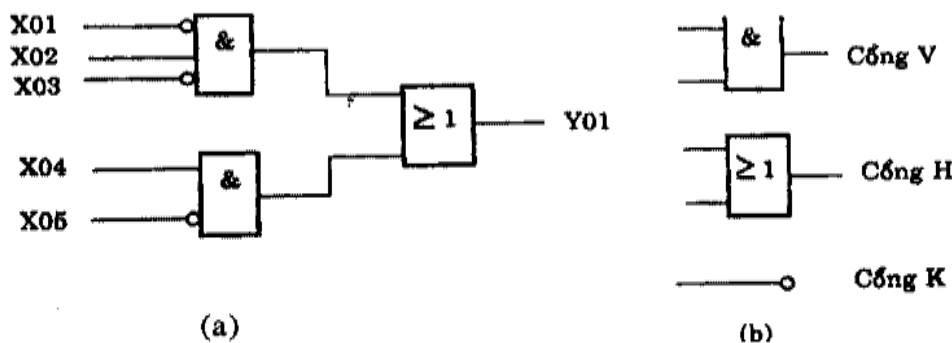
LAD là phương pháp lập trình được phát triển từ sơ đồ điện, cho nên muốn dùng PLC thay cho mạch điện điều khiển, phương pháp lập trình đơn giản nhất là biến đổi mạch điện thành sơ đồ bậc thang.

Phần mềm lập trình là một tập lệnh được hướng dẫn cụ thể cách sử dụng trong các hồ sơ đi kèm theo từng loại PLC. Phần mềm này sẽ biên dịch các ký hiệu trên sơ đồ bậc thang thành mã máy và lưu giữ vào bộ nhớ PLC. Sau đó, PLC sẽ thực hiện các tác vụ điều khiển được thể hiện trong chương trình.

## 2. Biểu đồ chức năng (FUC)

Biểu đồ chức năng là hình thức biểu diễn theo dạng sơ đồ với việc sử dụng các cổng logic; nó có thể dùng để thực hiện các tổ hợp mạch logic đơn giản, cũng như biểu diễn một chương trình điều khiển tuần tự, gần giống với biểu đồ tuần tự chức năng.

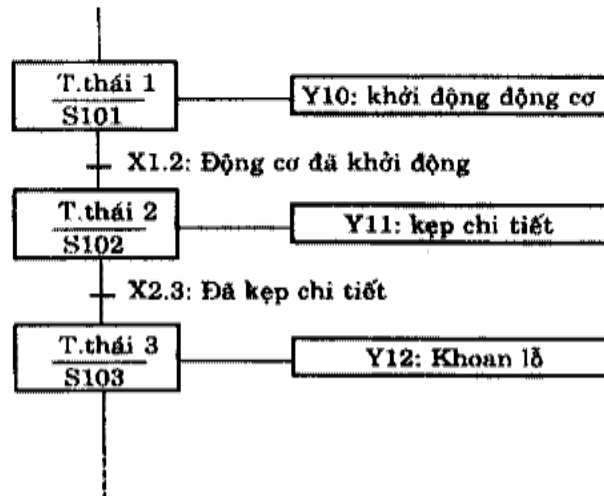
Với sơ đồ bậc thang như ở (H.6.7b), ta thể hiện sang dạng FUC như sau (H.6.8a):



Hình 6.8: Biểu đồ chức năng a) và ký hiệu b)

Ở đây dùng ký hiệu cổng logic dạng o như nhat voi cổng VÀ (V), cổng HOẶC (H) và cổng KHÔNG (K) như trên (H.6.8b). Các mạch nối tiếp dùng cổng V, và các mạch song song dùng cổng H.

Nếu một lưu đồ có những bước tuần tự khác nhau, thì biểu đồ chức năng nên chia thành các trạng thái (chuỗi các bước). Mỗi trạng thái bao gồm một số bước được biểu diễn bằng các ký hiệu. Dạng biểu diễn này được gọi là biểu đồ chức năng tuần tự (SFC: Sequential Function Chart). Dạng tổng quát của loại biểu đồ này được trình bày trên (H.6.9).



Hình 6.9: Biểu đồ chức năng tuần tự

Mỗi ô đặc trưng cho mỗi trạng thái, được ký hiệu là S101, S102... Ô chữ nhật nhỏ bên phải đặc trưng cho tác động của trạng thái; đó là tín hiệu ra dùng để điều khiển cơ cấu tác động. Thí dụ tác động Y là khởi động động cơ. Gạch ngang nhỏ nằm giữa đường chuyển tiếp giữa hai trạng thái thể hiện các điều kiện để chuyển trạng thái. Thí dụ: một điều khiển để chuyển trạng thái 1 sang trạng thái 2 là X 1.2: động cơ đã khởi động xong.

Tại một thời điểm chỉ có một bước hoạt động và tuần tự được thực hiện từ trạng thái này sang trạng thái kế tiếp khi các điều kiện chuyển trạng thái được thực hiện. Để nhớ bước ta dùng mạch logic tự duy trì bằng cờ.

### 3. Danh mục lệnh (STL)

Không giống như LAD, FUC, danh mục lệnh (STL) không thể hiện bằng biểu đồ chương trình, mà bằng các từ viết tắt gọi nhớ bằng tiếng Anh.

Danh mục lệnh được tạo thành từ các câu lệnh riêng rẽ. Nếu cần thiết cũng có thể viết thêm ghi chú ở bên phải mỗi câu lệnh để mô tả chính xác hơn tác động của các phần tử chuyển mạch. Các câu lệnh trong STL được đánh số liên tục, và bao gồm phần điều kiện và phần thực hiện.

Cấu trúc cơ bản của chương trình STL có dạng như sau:

Chương trình

Bước

Câu lệnh

Phần điều kiện

Phần thực hiện.

Ở đây :

- Bước (STEP) : là một lệnh đặc biệt có thể chứa một hay nhiều câu lệnh. Mỗi bước có thể gán một nhãn hay tên để chỉ ra mục tiêu phải đạt được.

- Câu lệnh (SENTENCE): là đơn vị cơ bản của chương trình. Mỗi câu có phần điều kiện và phần thực hiện. Phần điều kiện luôn bắt đầu bằng chữ IF (nếu), sau đó là một hoặc một số điều kiện cần thiết cho việc thực hiện. Nếu phần điều kiện là đúng (TRUE), thì (THEN) tất cả các lệnh trong phần thực hiện sẽ được thi hành.

Một bước đơn giản gồm ít nhất một câu lệnh có dạng như sau:

STEP (tên bước)

IF IO.1

THENSET O2.1

Câu này có nghĩa : nếu tín hiệu vào (I) là IO.1, thì tín hiệu ra (O) sẽ là (được đặt, được xác lập, SET) O2.1

Nếu có nhiều điều kiện, phải dùng thêm các cổng logic với các dạng viết tắt như:

Cổng VÀ dùng chữ A (AND).

Cổng HOẶC dùng chữ O (OR)

Cổng KHÔNG dùng chữ N (NOT)

SET, OTHERW RESET dùng chữ S: (thì đặt, nếu không thì đặt lại : R). Câu này có nghĩa là : tín hiệu ra này cần phải đặt là 1 nếu tín hiệu 1 xuất hiện, và đặt là 0 nếu tín hiệu 0 xuất hiện

Với ký hiệu trên, sơ đồ bậc thang ở H.6.7b có thể viết theo dạng STL với việc thay chữ X bằng I và Y bằng O:

IF IO.1

A IO.2

A IO.3

O



## Chương 6 : Bộ Điều Khiển Lập Trình PLC

IF	IO.4
A	IO.5
S	OO.1

Trong chương trình trên, mỗi hàng ngang là một câu lệnh (thí dụ: A IO.2). Một câu lệnh có hai phần: phần đầu là toán hạng (chữ A); phần sau là toán tử (IO.2). Trong toán tử cũng có 2 phần: phần đầu là tên (I), phần sau là tham số (O.2)

a). Toán hạng: là thành phần xác định các phép toán, các tác vụ phải được thực hiện khi xử lý lệnh (thí dụ: IF, A, O, N...)

b) Toán tử: là thành phần chứa các thông tin cần thiết cho việc xử lý một lệnh. Nó gồm có một tên của toán tử và một tham số. Tham số này chính là địa chỉ của toán hạng.

Thí dụ: IO.2 là ngõ vào có địa chỉ O.2

OO.1: ngõ ra có địa chỉ O.1

Địa chỉ của một toán tử gồm hai phần cách nhau một dấu chấm. Bên trái dấu chấm là địa chỉ byte, còn bên phải dấu chấm là địa chỉ bit.

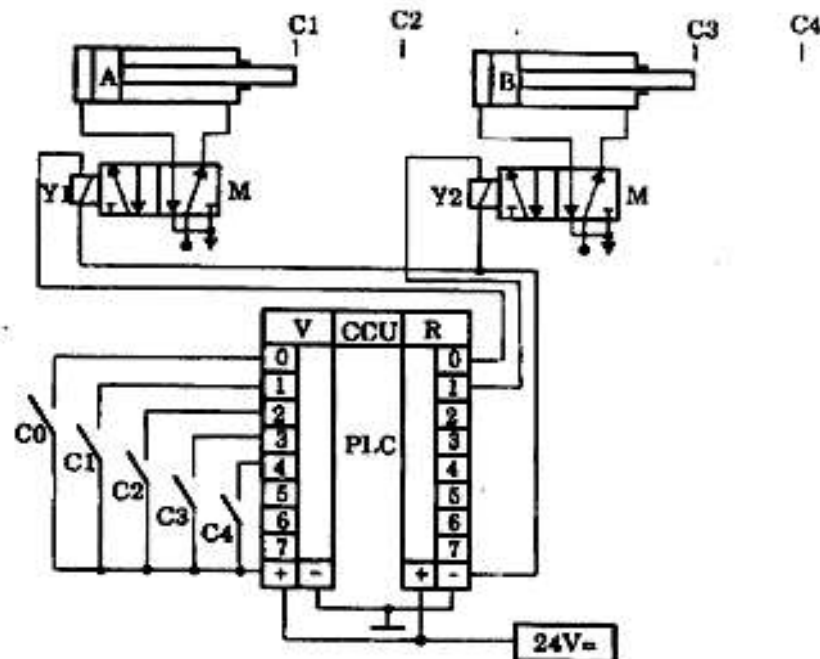
### 6.4. THÍ DỤ VỀ LẬP TRÌNH TRÊN PLC

#### 1. Sơ đồ điều khiển :

Trên cơ cấu cấp phối của máy khoan tự động người ta dùng hai cơ cấu pitông – xilanh khí ép để dịch chuyển phối theo 2 hướng thẳng góc nhau trên một mặt phẳng. Xác định các vị trí ta sử dụng các công tắc cuối hành trình. Điều khiển dòng khí ép dùng van 5/2 và cuộn dây điều khiển điện từ. Sơ đồ bố trí các cơ cấu tác động với bộ PLC được trình bày trên (H.6.10):

Hệ thống điều khiển sử dụng công tắc tiếp cận CO để cảm nhận sự hiện diện của phối và 4 công tắc cuối hành trình từ C1 +C4 để xác định vị trí của các pitông A và B. Đây là các tín hiệu vào của PLC. Điều khiển van 5/2 là các van điện từ Y<sub>1</sub> và Y<sub>2</sub>. Đây là các tín hiệu ra. Nguồn điện cung cấp cho PLC là điện áp một chiều 24V.

Chức năng của các cơ cấu trên có thể tóm tắt như sau:



Hình 6.10: Sơ đồ mạch điều khiển cơ cấu cấp phôi

Tên gọi	Ký hiệu	Địa chỉ	Chức năng
Công tắc tiếp cận	C0	1.0	Báo hiện diện của phôi, cho tín hiệu I
Công tắc cuối hành trình	C1	1.1	Tín hiệu I: pitông A lùi (A <sup>+</sup> )
Công tắc cuối hành trình	C2	1.2	Tín hiệu I: pitông A lùi (A <sup>-</sup> )
Công tắc cuối hành trình	C3	1.3	Tín hiệu I: pitông A lùi (B <sup>+</sup> )
Công tắc cuối hành trình	C4	1.4	Tín hiệu I: pitông A lùi (B <sup>-</sup> )
Van điện từ A	Y1	0.0	Tín hiệu I : đẩy con trượt điều khiển
Van điện từ B	Y2	0.1	Tín hiệu I : đẩy con trượt điều khiển

## 2. Chương trình :

Đây là một quá trình điều khiển tuần tự, tức là chỉ khi nhận tín hiệu từ thiết bị thì trạng thái kế tiếp mới bắt đầu. Chương trình cần được thực hiện theo tuần tự gồm bốn trạng thái sau:

- Trạng thái 1: Pitông A tiến (A<sup>+</sup>)
- Trạng thái 1: Pitông A tiến (B<sup>+</sup>)
- Trạng thái 3: Pitông A tiến (A<sup>-</sup>)
- Trạng thái 1: Pitông A tiến (B<sup>-</sup>)

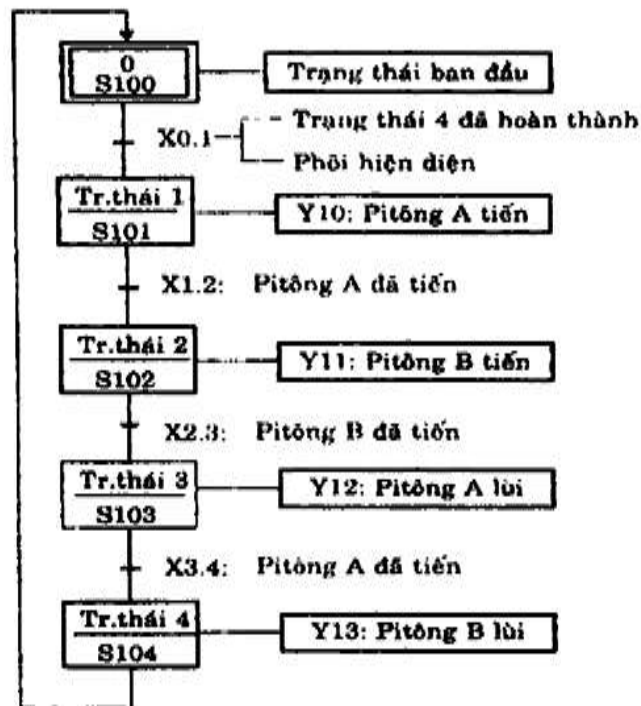
Sau đó, chương trình được lập lại khi công tắc tiếp cận báo hiệu sự hiện diện của phôi kế tiếp.

a) Biểu đồ SFC.

Các trạng thái của biểu đồ chức năng tuần tự (SFC) được xác định tương ứng với các ô bên phải. Chu trình được lập lại khi trạng thái 4 hoàn thành và đặc trưng bằng ô nét kép.

Biểu đồ chức năng tuần tự được thể hiện trên (H.6.11):

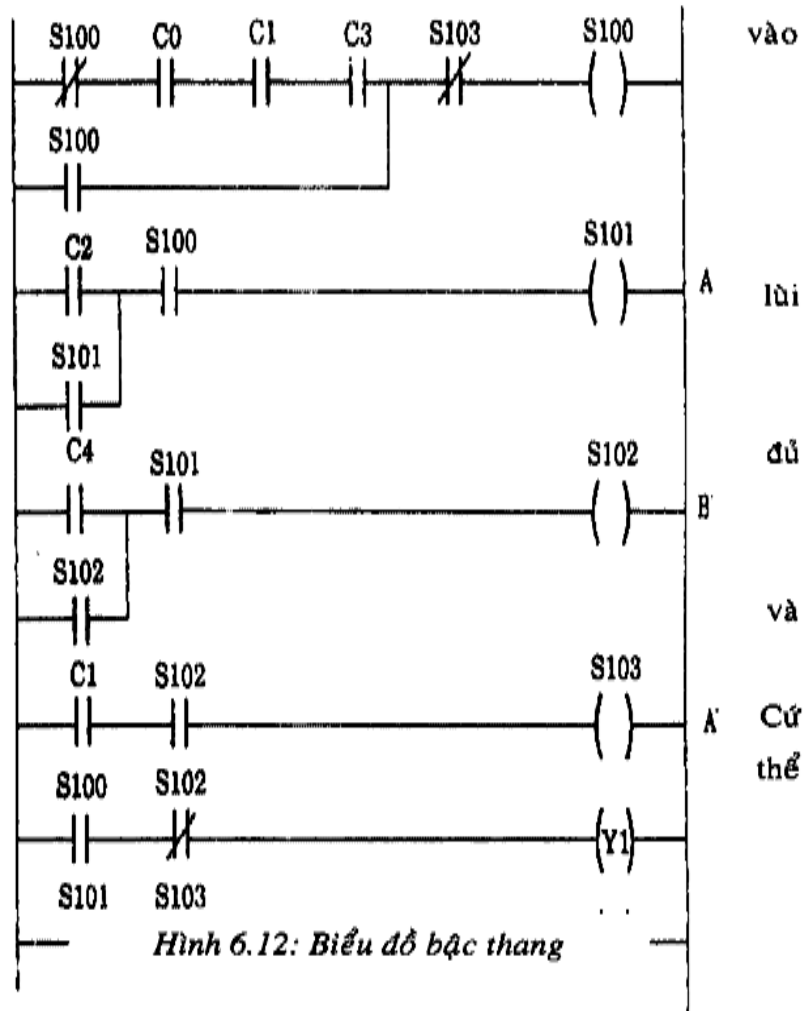
Hình 6.11:  
Biểu đồ chức năng tuần tự



**b) Sơ đồ bậc thang**

Trong phần điều khiển sử dụng 4 cờ (F) gán từng trạng thái, và ở phần công suất sử dụng 2 ngõ ra.

Ở trạng thái 0 (ký hiệu là S100) được thực hiện khi pitông A và B đã về vị trí ban đầu (với tín hiệu C1 và C3), và với sự hiện diện của phôi (C0) thì điều kiện để chuyển sang trạng thái 1 (S101). Khi đã thực hiện xong trạng thái 1, nếu có tín hiệu C4, thì sẽ chuyển sang trạng thái 2. thế, ta có sơ đồ bậc thang hiện trên (H.6.12).



Hình 6.12: Biểu đồ bậc thang

**c) Danh mục lệnh**

Các bước riêng rẽ được xác định trong danh mục lệnh và cần 3 cờ (F) để thực hiện 4 trạng thái như sau:

IF	N	F1	
A		CO	
A		C1	
A		C3	A <sup>+</sup>
S		F1	
S		Y1	
IF		F1	
A	N	F2	
A		C2	B <sup>+</sup>
S		F2	
S		Y2	
IF		F2	
A	N	F3	
A		C4	A <sup>-</sup>
S		F3	
R		Y1	
IF		F3	
A		C1	
R		F1	
R		F2	B <sup>-</sup> /Trở về trạng thái ban đầu
R		F3	
R		Y2	

Khi lập trình trên một PLC cụ thể, cần nghiên cứu các lệnh cụ thể và các ký hiệu mà nhà sản xuất sử dụng.

Bộ điều khiển lập trình đã phát triển để có thể điều khiển các quá trình công nghệ phức tạp, cho phép cài đặt các luật điều khiển riêng do người sử dụng thiết kế, kể cả thiết lập các bộ điều khiển mờ. Nhưng bên đó còn có những bài toán điều khiển đơn giản, cần có một loại PLC nhỏ, đơn giản, rẻ. Hãng Siemens đã cho ra đời một PLC

#### Chương 6 : Bộ Điều Khiển Lập Trình PLC

thuộc loại này, có tên là LOGO. LOGO không những nhỏ về kích thước, rẻ về giá thành, mà khi lập trình không cần có bộ lập trình hoặc máy vi tính.

Thị trường PLC hiện nay rất phong phú. Các PLC cùng cỡ thường có các chức năng điều khiển tương đương nhau. Điểm khác nhau cơ bản giữa các loại PLC là phương pháp và ngôn ngữ lập trình. Cho