

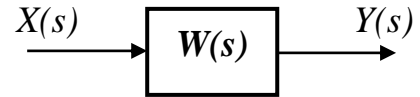
Chương 1

NHỮNG YÊU CẦU CƠ BẢN VỀ TRANG BỊ ĐIỆN VÀ TỰ ĐỘNG HOÁ CHO MÁY CÔNG NGHIỆP

1.1. Yêu cầu về điều chỉnh thông số

Cho hệ thống thể hiện bằng hàm truyền $W(s)$ như hình 1.1 như sau:

Với $X(s)$ là lượng vào của hệ thống, nó là biến đổi Laplace của $x(t)$. Lượng vào $x(t)$ thường ở dạng năng tín hiệu điện, có quy luật biết trước hoặc chưa biết, liên tục hoặc rời rạc.



Hình 1.1

$Y(s)$ là lượng ra của hệ thống, $Y(s)$ là biến đổi Laplace của $y(t)$. Lượng ra $y(t)$ có thể ở các dạng:

- Cơ năng: Tốc độ n , mô men M đối với hệ truyền động điện.
- Nhiệt năng: Đối với các thiết bị gia nhiệt
- Quang năng: Đối với các thiết bị quang

$W(s)$ là hàm truyền của hệ thống, thể hiện về mặt toán học cho cả hệ thống trang bị điện (TBD). Một hệ thống TBD luôn có các yêu cầu về điều chỉnh để có lượng ra theo yêu cầu công nghệ. Các tham số liên quan đến đại lượng điều chỉnh đầu ra thường gặp là phạm vi điều chỉnh, độ trơn điều chỉnh, độ ổn định.

1.1.1. Phạm vi điều chỉnh

Phạm vi điều chỉnh là tỷ số giữa lượng ra lớn nhất và nhỏ nhất :

$$D = y_{max} : y_{min};$$

Đối với hệ truyền động điện điều chỉnh tốc độ: $D = n_{max} : n_{min}$

Ở đây:

- n_{max} là tốc độ làm việc cao nhất (tốc độ trên đặc tính cao nhất ứng với mô men hoặc dòng điện bằng định mức), phụ thuộc vào phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ và thường được giới hạn bởi độ bền cơ học của phần quay của máy điện. Với động cơ một chiều n_{max} còn bị giới hạn bởi điều kiện chuyển mạch ở cổ góp. Do vậy với các máy điện thông dụng thì $n_{max} \leq (2 \div 3) n_{dm}$

- n_{min} là tốc độ làm việc thấp nhất (tốc độ trên đặc tính thấp nhất ứng với mô men hoặc dòng điện bằng định mức), n_{min} bị chặn bởi yêu cầu khắc phục mô men quá tải cho phép, độ chính xác điều chỉnh hoặc tính chất đặc thù của từng hệ thống.

Khi D càng lớn khả năng chọn vùng làm việc tối ưu càng thuận lợi.

1.1.2. Độ trơn điều chỉnh

Độ trơn điều chỉnh còn được gọi là độ bằng phẳng khi điều chỉnh là tỷ số giữa hai lượng ra liên tiếp kề nhau:

$$\varphi = \frac{y_{i+1}}{y_i} ; \text{ với hệ truyền động điện thì } \varphi = \frac{n_{i+1}}{n_i}$$

φ càng nhỏ càng tốt vì sẽ càng dễ chọn được điểm làm việc tối ưu theo yêu cầu công nghệ, khi $\varphi \rightarrow 1$ thì hệ được gọi là hệ điều chỉnh trơn hay điều chỉnh vô cấp.

1.1.3. Độ ổn định

Là thông số để đánh giá khả năng duy trì điểm làm việc khi có những tác động ngẫu nhiên vào hệ.

Đối với hệ truyền động điện thì độ ổn định đánh giá như sau:

$$s_t \% = \Delta n \% = \frac{n_0 - n_{od}}{n_0} 100 \% = \frac{\Delta n}{n_0} 100 \%$$

$\Delta n\%$: độ sụt tốc độ tương đối %, $\Delta n\%$ càng nhỏ thì độ ổn định tốc độ càng cao; n_0 : tốc độ không tải lý tưởng, n_{od} : tốc độ tải mô men hoặc dòng điện bằng định mức.

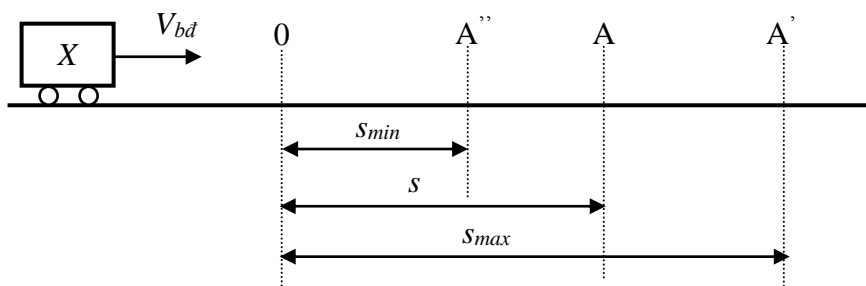
Chú ý: Đối với hệ truyền động điện khi lựa chọn phương án điều chỉnh tốc độ thoả mãn các yêu cầu trên còn cần phải quan tâm đến vấn đề là cần có đặc tính điều chỉnh của động cơ trùng với đặc tính cơ của máy sản xuất.

1.2. Yêu cầu về dừng chính xác

1.2.1. Ý nghĩa của việc dừng chính xác

Ở một số máy có yêu cầu cao về độ chính xác dừng máy, ví dụ: các máy khoan, doa, phay chuyên dụng,... các bộ phận làm việc như bàn dao, bàn máy phải dừng đúng vị trí yêu cầu (với lượng sai số cho phép thường rất nhỏ) để đảm bảo chất lượng gia công và năng suất. Ở thang máy, máy nâng yêu cầu buồng máy phải dừng đúng sàn tầng hoặc các mặt bằng lấy tải, tháo tải. Độ chính xác dừng máy của những máy này không những ảnh hưởng tới năng suất chất lượng công việc mà còn ảnh hưởng tới sự an toàn của người và máy. Vì vậy khi thiết kế các máy loại này thường cho trước sai số dừng máy của bộ phận chuyên động, yêu cầu phải trang bị các thiết bị cần thiết để đảm bảo độ chính xác dừng.

1.2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác dừng máy



Hình 1.2. Mô tả quãng đường đi được của cơ cấu (xe) sau khi có lệnh dừng

Để làm cơ sở cho việc phân tích về các yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác dừng và đề xuất các biện pháp để nâng cao độ chính xác dừng ta lựa chọn một cơ cấu chuyển động đơn giản để xem xét là một cơ cấu chuyển động tịnh tiến (một xe, ký hiệu là X) có khối lượng (khối quán tính) giả thiết tập trung tại trọng tâm của xe. Giả thiết xe X chuyển động thẳng đều với vận tốc ban đầu $V_{bđ} = v_0$. Khi xe đến điểm O, ta phát lệnh dừng xe. Xe sẽ đi thêm một đoạn s và dừng tại A. Song do nhiều yếu tố mà xe có thể dừng tại điểm nào đó trong khoảng A'' đến A' (với quãng đường đi thêm nằm trong khoảng từ s_{min} đến s_{max}).

Quá trình dừng xe có hai giai đoạn:

+ *Giai đoạn I* : Là khoảng thời gian tính từ khi phát lệnh dừng xe cho tới khi cơ cấu chấp hành nhận được lệnh và chuyển trạng thái làm việc. Giai đoạn này xe vẫn chuyển động thẳng đều và đi được quãng đường $s_1 = v_0 t_0$, trong đó t_0 là tổng thời gian tác động của các khí cụ điện tương đương nối tiếp nhau.

+ *Giai đoạn II*: Tính từ thời điểm xe bắt đầu hãm cho tới khi dừng hẳn tại A. Trong giai đoạn này xe chịu hai lực: lực hãm F_h và lực cản F_c (của phụ tải).

Quãng đường xe đi được trong giai đoạn này là (giả thiết xe chuyển động chậm dần đều):

$$s_2 = \frac{v_0^2 m}{2 F_h + F_c} = \frac{v_0^2}{2a}$$

m : Tổng khối lượng xe;

a : Gia tốc của xe trong giai đoạn 2:

$$a = \frac{F_h + F_c}{m} ;$$

Do đó quãng đường xe đi được kể từ khi phát lệnh dừng là:

$$s = s_1 + s_2 = v_0 t_0 + \frac{v_0^2}{2a}$$

Như vậy: $s = f(V_{bđ}, t_0, a, V_{bđ}^2)$

Nếu đặt:

$$v_0 = \bar{v}_0 \pm \Delta\bar{v}_0; \quad t_0 = \bar{t}_0 \pm \Delta t; \quad a_0 = \bar{a}_0 \pm \Delta\bar{a}_0; \quad F_{h0} = \bar{F}_0 \pm \Delta\bar{F}_0$$

$$F_{c0} = \bar{F}_{c0} + \Delta\bar{F}_{c0}; \quad m_0 = \bar{m}_0 + \Delta\bar{m}_0$$

Suy ra:

$$s_{max} = \bar{v}_0 + \Delta\bar{v}_0 \quad \bar{t}_0 + \Delta t + \frac{\bar{v}_0 + \Delta\bar{v}_0}{2 \bar{a}_0 - \Delta\bar{a}_0}$$

$$s_{min} = \bar{v}_0 - \Delta\bar{v}_0 \quad \bar{t}_0 - \Delta t + \frac{\bar{v}_0 - \Delta\bar{v}_0}{2 \bar{a}_0 + \Delta\bar{a}_0}$$

Trong đó:

$\bar{v}_0; \bar{t}_0; \bar{a}_0; \bar{F}_0; \bar{F}_{c0}; \bar{m}_0$ là các trị số trung bình;

$\Delta\bar{v}_0; \Delta t; \Delta\bar{a}_0; \Delta\bar{F}_0; \Delta\bar{F}_{c0}; \Delta\bar{m}_0$ là gia số của các đại lượng tương ứng.

Đoạn đường trung bình được tính:

$$s_0 = \frac{s_{max} + s_{min}}{2}$$

Sai số quãng đường:

$$\Delta s = \frac{s_{max} - s_{min}}{2}$$

Từ đây ta thấy rằng độ chính xác dừng máy sẽ tăng ($\Delta S\%$ giảm) nếu ta sử dụng các biện pháp sau (tiêu mục 1.2.3):

1.2.3. Các biện pháp nâng cao độ chính xác dừng máy

- Giảm thời gian tác động t : Để giảm thời gian tác động của mạch khống chế người ta sử dụng các khí cụ tác động nhanh và thiết kế các sơ đồ khống chế tối giản có số lượng các khí cụ tác động nói tiếp tối thiểu.

- Tăng lực hãm: Dùng các phương pháp hãm cưỡng bức: hãm bằng cơ khí (dùng phanh hãm), hãm điện (chuyển động cơ điện sang trạng thái hãm).

- Giảm mô men quán tính hoặc khối quán tính (khối lượng) của hệ thống.

- Giảm vận tốc trước khi phát lệnh dừng (vận tốc ban đầu): là phương pháp hiệu quả nhất vì ΔS phụ thuộc vào V_0 và V_0^2 .

1.3. Yêu cầu tự động hạn chế phụ tải

1.3.1. Khái niệm

Trong quá trình làm việc của hệ thống luôn gặp phải tình trạng quá tải. Đối với hệ truyền động điện nếu các thiết bị làm việc lâu dài ở tình trạng quá tải sẽ bị giảm tuổi thọ. Thông thường hệ thống được trang bị các bảo vệ, song nếu để cho bảo vệ tác động sẽ làm gián đoạn quá trình làm việc. Do đó cần thiết kế để hệ thống có thể tự động hạn chế được mức độ quá tải.

Các nguyên nhân sinh ra quá tải

- *Quá tải tĩnh*: Xảy ra trong chế độ xác lập do các nguyên nhân:

+ Do quá trình luyện kim mà vật liệu làm phôi để gia công các chi tiết không đồng nhất hoặc có độ cứng không đều, vì vậy khi dao cầu máy cắt gọt kim loại đi vào vùng vật liệu có độ cứng lớn hơn thì động cơ truyền động sẽ bị quá tải.

+ Do nguyên công giai đoạn trước đó không đảm bảo, bề mặt chi tiết không bằng phẳng, động cơ truyền động bị quá tải ở vùng có chiều sâu cắt lớn.

+ Do thông số nguồn điện thay đổi làm cho mô men của động cơ giảm.

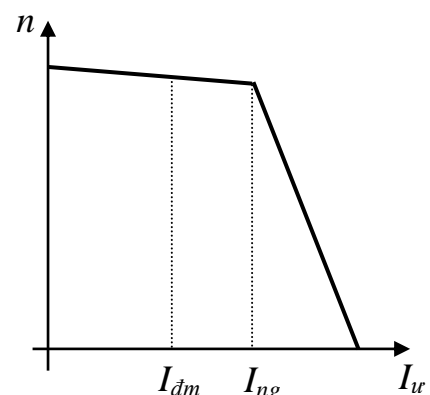
- *Quá tải động*: Xảy ra trong quá trình quá độ, thường xảy ra quá tải động do mong muốn giảm nhỏ thời gian quá trình quá độ tức là phải cưỡng bức các quá trình khởi động, hãm, đảo chiều.

1.3.2. Các biện pháp hạn chế quá tải tĩnh

a. Hạn chế phụ tải truyền động chính thông qua truyền động ăn dao

b. Tự động hạn chế quá tải bằng cách sử dụng phản hồi âm dòng điện có ngắt

Hệ thống truyền động điện động cơ một chiều với phản hồi âm dòng điện có ngắt có đặc tính tĩnh dạng đặc tính máy xúc như hình 1.3.



Hình 1.3

1.3.3. Các biện pháp hạn chế phụ tải động

a. Dùng phương pháp rung điện trở mạch phản ứng

Phương pháp này thực hiện khi khởi động động cơ qua điện trở phụ. Nguyên tắc của phương pháp là khi ngắt mạch điện trở, dòng phản ứng có thể vượt quá trị số cho phép khi đó người ta phải đưa lại điện trở vào mạch phản ứng để hạn chế dòng khởi động.

b. Phương pháp rung từ thông (Rung điện trở mạch kích thích)

Phương pháp này áp dụng đối với động cơ một chiều kích từ độc lập trong trường hợp cần khởi động động cơ lên làm việc ở tốc độ $n > n_{cb}$, trường hợp này động cơ phải khởi động qua hai giai đoạn:

- Khởi động từ $n = 0$ đến $n = n_{cb}$
- Khởi động từ n_{cb} đến $n > n_{cb}$

Khi khởi động ở giai đoạn 2 để giảm từ thông ta đưa điện trở phụ vào mạch kích từ, từ thông giảm làm dòng phản ứng động cơ tăng, nếu $I_r > I_{cp}$ (I_{cp} là giá trị dòng điện cho phép) thì phải tiến hành cắt điện trở khỏi mạch kích thích. Đây là phương pháp rung từ thông.

c. Tự động hạn chế quá tải sử dụng phản hồi âm dòng có ngắt

Hệ thống truyền động điện động cơ một chiều với phản hồi âm dòng điện có ngắt cũng hạn chế được cả quá tải động.

1.4. Yêu cầu khởi động và hãm

Khởi động và hãm là các quá trình có ý nghĩa quan trọng, đặc biệt là đối với hệ thống TĐ đảo chiều. Khi thiết kế hệ thống cần tính toán các quá trình này sao cho đảm bảo được năng suất máy, đảm bảo chất lượng gia công và an toàn cho người và thiết bị.

1.4.1. Các yêu cầu về khởi động, hãm máy

- Đảm bảo thời gian quá độ càng nhỏ càng tốt do đó mô men khởi động càng lớn càng tốt, tuy nhiên phải đảm bảo dòng điện các thiết bị và gia tốc hệ thống không được vượt quá giá trị cho phép.
- An toàn cho người vận hành và thiết bị tham gia;
- + An toàn về mặt cơ khí: Khởi động, hãm êm tức gia tốc ban đầu nhỏ.
- + An toàn điện: Tránh lực điện động quá lớn và đảm bảo ĐK phát nóng.
- Đảm bảo số lần dao động nhỏ.

1.4.2. Các biện pháp khởi động

Khi khởi động động cơ xoay chiều KĐB mô men động cơ được xác định:

$$M = K \cdot \Phi \cdot I_2 \cdot \cos\varphi$$

Trong đó:

$\Phi = \Phi_l - \Phi_r$: từ thông móc vòng giữa rotor và stator Từ thông khe hở không khí)

Φ_l : từ thông chính do dòng điện stator sinh ra.

Φ_r : Từ thông tản

I_2 : Dòng điện rotor

φ : Góc lệch pha giữa dòng điện roto và từ thông

K : Hệ số tỷ lệ.

Ban đầu khi khởi động từ thông tản lớn và tần số dòng điện rotor rất lớn nên Φ nhỏ và $\cos\varphi$ nhỏ vì vậy mặc dù dòng điện khởi động lớn nhưng mô men khởi động vẫn nhỏ.

Thông thường $I_{kd} / I_{dm} = 6/1$; $\Phi_{kd} / \Phi_{dm} = 0,6/1$

$$\cos\varphi_{kd} / \cos\varphi_{dm} = 0,15/0,9$$
 ; $M_{kd} / M_{dm} = 0,54 / 0,9$

Đối với động cơ một chiều $M_{kd} \sim I_{kd}$, tuy nhiên dòng điện động cơ bị giới hạn bởi điều kiện chuyển mạch ở cổ góp và lực điện động trong các bộ phận truyền lực cơ khí.

Để đáp ứng các yêu cầu ta có các phương pháp khởi động sau:

- **Khởi động trực tiếp:** Là phương pháp đóng trực tiếp động cơ vào lưới điện thông qua các thiết bị đóng cắt như: cầu dao, tiếp điểm công tắc tơ,...

Ưu điểm: Sơ đồ đơn giản, dễ thực hiện, thời gian quá trình quá độ nhỏ.

Nhược điểm: Chỉ cho phép đối với các động cơ công suất nhỏ.

- **Khởi động gián tiếp:**

Đối với các hệ thống công suất lớn hoặc hệ thống yêu cầu hạn chế dòng điện hoặc mô men khởi động ta phải tiến hành khởi động gián tiếp.

a. Với động cơ một chiều

- Những động cơ trong hệ điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp điều chỉnh điện áp phần ứng thì thường được khởi động bằng phương pháp tăng dần điện áp đặt vào phần ứng động cơ một cách tự động.

- Những động cơ không điều chỉnh tốc độ bằng điện áp phần ứng thì hạn chế dòng khởi động bằng phương pháp đưa điện trở phụ vào mạch phần ứng động cơ trong quá trình khởi động.

b. Với động cơ xoay chiều

- Động cơ KĐB roto dây quấn: Khởi động qua điện trở phụ mạch rotor.

- Động cơ KĐB roto lồng sóc:

+ Đưa R_f hoặc X_f vào mạch stator để hạn chế dòng khởi động.

+ Dùng bộ biến đổi xoay chiều – xoay chiều giảm điện áp khởi động.

+ Sử dụng máy biến áp tự ngẫu giảm áp khi khởi động.

1.4.3. Các biện pháp hãm máy

- Hãm cưỡng bức bằng cơ khí: sử dụng phanh

- Hãm cưỡng bức bằng điện: Chuyển động cơ sang làm việc ở các trạng thái hãm như là hãm tái sinh, hãm ngược hoặc hãm động năng.

Chương 2

TRANG BỊ ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HOÁ CHO NHÓM MÁY TIỆN

2.1. Giới thiệu chung về máy tiện

2.1.1. Chức năng, công dụng của máy tiện

Máy tiện là một nhóm máy cắt gọt kim loại. Trên máy tiện có thể thực hiện nhiều nguyên công sau:

- Tiện trụ ngoài và trong;
- Cắt ren trụ trong và ngoài;
- Tiện côn,

Ngoài ra nếu sử dụng các dụng cụ cắt khác như mũi khoan, doa,... thì còn có thể thực hiện một số nguyên công khác như khoan, doa,....

2.1.2. Phân loại máy tiện

Máy tiện có thể phân loại theo nhiều cách khác nhau, sau đây là một số cách phân loại máy tiện.

2.1.2.1. Phân loại theo công dụng

- + Máy tiện vạn năng;
- + Máy tiện chuyên trách;
- + Máy tiện ren;
- + Máy tiện mặt đầu;
- + Máy tiện chuyên dùng: Thực hiện một nguyên công nào đó.

2.1.2.2. Phân loại theo hình thức bố trí trục chính và chi tiết

- + Máy tiện đứng: Trục tâm chi tiết bố trí theo phương thẳng đứng.
- + Máy tiện ngang: Trục tâm chi tiết bố trí theo phương nằm ngang.

2.1.2.3. Phân loại theo mức độ phức tạp của hệ thống điện

- + Đơn giản: Dùng động cơ KĐB với 1 hoặc 2 cấp tốc độ cho truyền động chính.
- + Trung bình: Dùng động cơ KĐB nhiều cấp tốc độ hoặc động cơ một chiều điều chỉnh mạch vòng hở.

+ Phức tạp: Sử dụng hệ truyền động điện động cơ một chiều kích từ độc lập điều chỉnh tốc độ phạm vi rộng và tự động ổn định tốc độ.

2.2. Các chuyển động trên máy tiện và yêu cầu trang bị điện cho các hệ truyền động

2.2.1. Chuyển động trên máy tiện

Các chuyển động trên máy tiện được chia làm hai nhóm là các chuyển động cơ bản và các chuyển động phụ.

2.2.1.1. Chuyển động cơ bản

- *Chuyển động chính:*

Là chuyển động quay tròn của trục chính trên đó có gá chi tiết gia công.

- *Chuyển động ăn dao:*

Là chuyển động tịnh tiến của bàn dao có gá dao.

2.2.1.2. Chuyển động phụ

Gồm các chuyển động: bơm dầu bôi trơn; bơm nước làm mát; di chuyển nhanh bàn dao; chuyển động nâng, hạ, nới và kẹp xà, ...

2.2.2. Yêu cầu trang bị điện cho các hệ thống truyền động cơ bản trên máy tiện

2.2.2.1. Hệ thống truyền động chính

Hệ thống truyền động chính cần phải đảo chiều quay để đảm bảo quay chi tiết theo cả hai chiều. Ở chế độ xác lập hệ thống truyền động điện phải đảm bảo độ cứng đặc tính cơ trong phạm vi điều chỉnh tốc độ với sai lệch tốc độ tương đối nhỏ hơn 10% khi phụ tải thay đổi từ không đến định mức. Quá trình khởi động, hãm yêu cầu phải trơn, tránh va đập trong bộ truyền.

Ở những máy tiện công suất nhỏ và rất nhỏ thì thông thường hệ thống truyền động chính không yêu cầu điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp điện, hoặc nếu có thì chỉ yêu cầu điều chỉnh có cấp và trong phạm vi hẹp. Do đó, thường sử dụng động cơ không đồng bộ 3 pha roto lồng sóc một hoặc hai cấp tốc độ điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp thay đổi số đôi cực từ động cơ.

Với các máy công suất lớn và máy tiện đứng dùng để gia công chi tiết có đường kính lớn để đảm bảo tốc độ cắt tối ưu và không đổi khi đường kính chi tiết thay đổi thì thường đặc tính điều chỉnh của hệ thống truyền động điện gồm hai vùng như hình vẽ:

Yêu cầu điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp điện với dải điều chỉnh tương đối rộng và điều chỉnh vô cấp. Vì vậy với hệ thống truyền động chính cho các máy này thường sử dụng động cơ điện một chiều kích từ độc lập điều chỉnh tốc độ theo hai vùng:

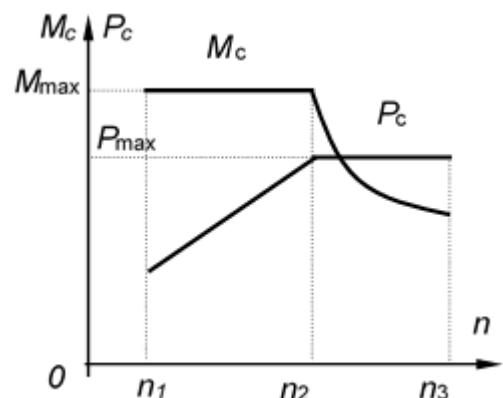
+ Vùng 1: Từ n_1 đến n_2 : điều chỉnh bằng cách thay đổi điện áp phản ứng động cơ: $M = const$.

+ Vùng 2: từ n_2 đến n_3 : điều chỉnh bằng cách giảm từ thông động cơ.

Khi phạm vi điều chỉnh bằng điện $D \leq 3:1$ thì chỉ dùng một phương pháp là điều chỉnh từ thông động cơ.

2.2.2.2. Hệ thống truyền động ăn dao

Chuyển động ăn dao yêu cầu đảo chiều quay để đảm bảo ăn dao theo hai chiều. Đảo chiều bàn dao có thể thực hiện bằng đảo chiều động cơ điện hoặc dùng ly hợp điện từ. Phạm vi điều chỉnh tốc độ của truyền động ăn dao thường là $D = (50 \div 300):1$ với độ trơn điều chỉnh $\varphi = (1,06 \div 1,21)$ và $M_c = const$.



Hình 2.1. Đặc tính cơ truyền động chính máy tiện cơ lớn

Ở chế độ ổn định, sai lệch tính yêu cầu $[s_t] \leq 5\%$, động cơ khởi động và hãm êm. Tốc độ di chuyển bàn dao cần liên hệ với tốc độ quay chi tiết để đảm bảo giữ nguyên lượng ăn dao.

Ở các máy tiện cỡ nhỏ truyền động ăn dao được thực hiện từ động cơ truyền động chính. Máy cỡ lớn thì được thực hiện bởi động cơ riêng và thường sử dụng hệ thống truyền động KĐMĐ - động cơ một chiều hoặc chỉnh lưu có điều khiển - động cơ một chiều.

2.2.2.3. Các hệ thống truyền động cho các chuyển động phụ

Thường dùng động cơ không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc.

2. 3. Mạch điện hệ thống truyền động chính máy tiện đứng 1565

2.3.1. Giới thiệu về mạch điện hệ thống truyền động chính máy tiện 1565

Máy tiện đứng 1565 có đường kính mâm cặp 4500mm được dùng để gia công chi tiết có đường kính < 5000 mm. Hệ thống truyền động chính (hình 2.2) dùng động cơ một chiều công suất 70KW. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng phương pháp điều chỉnh từ thông động cơ (điều chỉnh dòng điện kích từ) trong phạm vi tốc độ từ 500 đến 1500 vg/ph. Để mở rộng phạm vi điều chỉnh tốc độ người ta dùng hộp tốc độ 3 cấp. Truyền động ăn dao được thực hiện từ động cơ chính, các hệ thống truyền động phụ sử dụng động cơ không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc.

2.3.1.1. Mạch phân ứng

Trên sơ đồ động cơ D là động cơ một chiều kích từ độc lập, được cấp nguồn từ bộ chỉnh lưu cầu 3 pha không điều khiển gồm các điốt từ $D_1 - D_6$ (các van được làm mát bởi dầu MBA). Bộ chỉnh lưu được nối trực tiếp vào lưới qua bộ cuộn kháng ba pha không có lõi sắt CK để hạn chế tốc độ tăng dòng qua van khi mở (hạn chế di/dt cho các van).

- Để hạn chế dòng điện khởi động động cơ sử dụng hai phương pháp: vùng từ tốc độ bằng không lên tốc độ trên đặc tính tự nhiên sử dụng điện trở phụ trong mạch rotor nhờ (2 cặp điện trở phụ R_{f1} và R_{f2}) với việc không chế tự động theo nguyên tắc tốc độ nhờ sử dụng các rơ le kiểm tra tốc độ xây dựng bằng các rơ le 2 cuộn dây IRG và $2RG$; vùng từ tốc độ cơ bản lên tốc độ làm việc cao hơn tốc độ cơ bản sử dụng phương pháp run giảm từ thông nhờ rơ le dòng điện RI và bộ chỉnh lưu có điều khiển cung cấp cho mạch kích từ.

- Đảo chiều quay của động cơ được thực hiện bằng phương pháp đảo chiều dòng điện phản ứng nhờ thiết bị đóng cắt có tiếp điểm là 2 công tắc tơ thuận và ngược (T, N).

- Mạch điện để hãm động năng động cơ gồm có công tắc tơ H (tiếp điểm thường mở của H) và điện trở hãm R_h . Không chế quá trình hãm động năng theo nguyên tắc tốc độ nhờ rơ le RH .

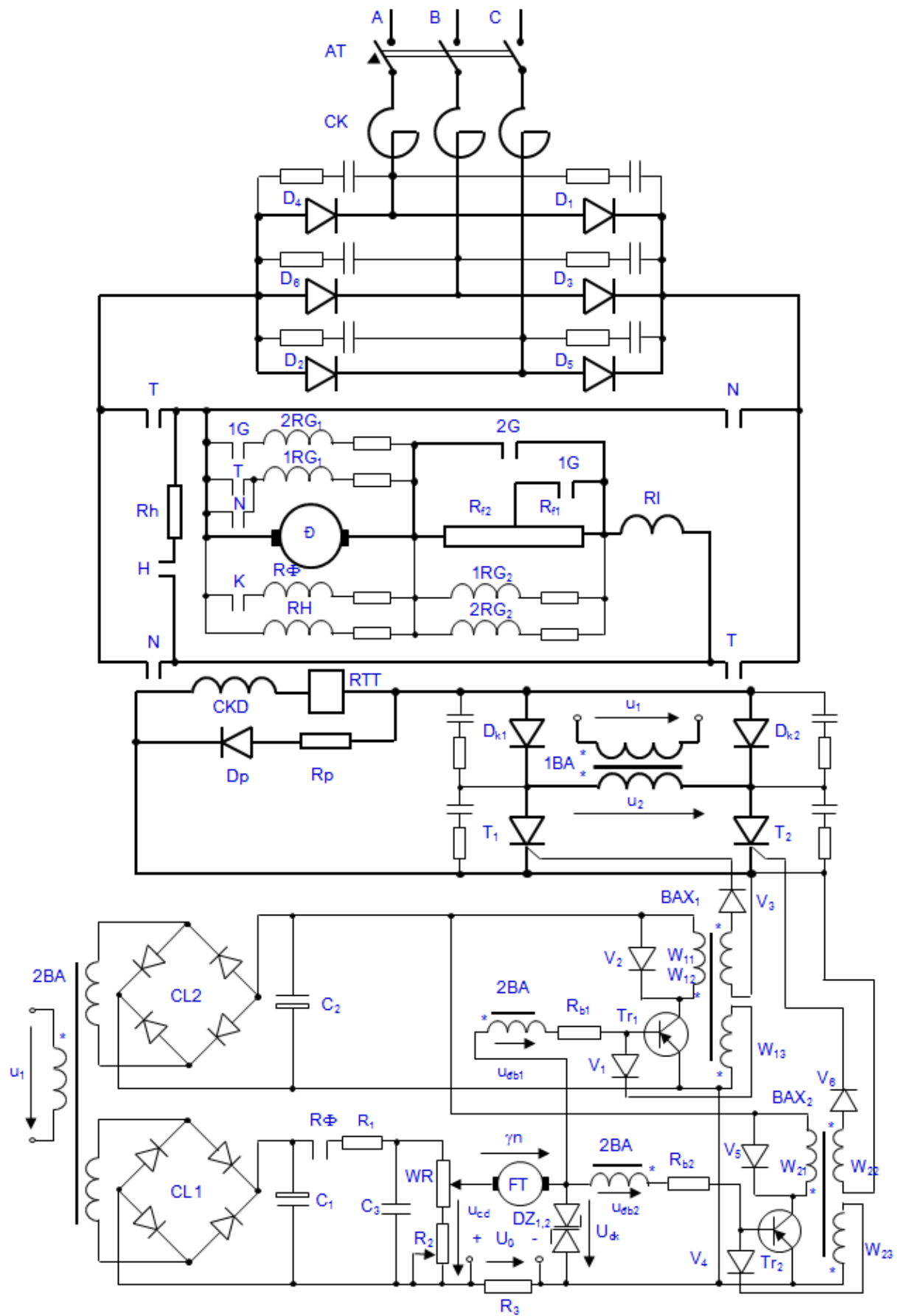
2.3.1.2. Mạch kích từ

- Cuộn kích từ động cơ được cung cấp nguồn bởi bộ chỉnh lưu có điều khiển cầu một pha dùng hai thyristor và hai diode (chỉnh lưu cầu một pha bán điều khiển).

- Mạch phát xung điều khiển các thyristor thiết kế theo nguyên tắc không chế pha đứng gồm hai kênh điều khiển riêng biệt.

2.3.1.3. Thiết bị khác

- Máy phát tốc FT để lấy tín hiệu phản hồi âm tốc độ nhằm tự động ổn định tốc độ động cơ;



Hình 2.2. Sơ đồ nguyên lý hệ thống truyền động chính máy tiện 1565

- Mạch bảo từ trường yếu hoặc mất từ trường động cơ dùng rơ le thiếu từ trường RTT.

- Thiết bị để chuyển đổi quá trình khởi động từ vùng thứ nhất sang vùng thứ hai dùng rơ le điện áp $R\Phi$.

2.3.2. Nguyên lý hoạt động của hệ thống truyền động chính máy tiện 1565

2.3.2.1. Hoạt động của mạch kích thích

Mạch động lực: Gồm MBA, cầu chỉnh lưu, tải là cuộn kích từ loại $R - L$ với điện cảm lớn. Với chỉnh lưu bán điều khiển và tải điện cảm lớn dòng tải là liên tục, điện áp đặt lên cuộn kích thích là:

$$U_{kt} = U_d = U_{d0} (1 + \cos\alpha)/2$$

Xét nguyên lý làm việc của một kênh tạo xung (kênh điều khiển Tr_1):

Điện áp điều khiển: $u_{dk} = u_{cd} + U_o - \gamma$

Trong đó:

u_{cd} : điện áp chủ đạo (điện áp đặt tốc độ)

U_o : điện áp chuyển dịch – là nguồn điện áp tạo ra góc mở ban đầu (α_{bd}) khi khởi động.

γ : điện áp phản hồi âm tốc độ.

Điện áp đồng bộ u_{db1} là điện áp hình sin lấy trên cuộn thứ cấp MBA đồng bộ. Tranzitor Tr_1 vừa đóng vai trò khâu tổng hợp tín hiệu vừa có chức năng khuếch đại công suất xung. Máy biến xung có 3 cuộn dây trong đó cuộn W_{13} lấy tín hiệu phản hồi dương để tăng tốc độ chuyển mạch của Tr_1 , cuộn phản hồi W_{13} đặc biệt phát huy tác dụng trong khoảng $U_{dk} \approx$ biên độ điện áp đồng bộ.

Nguyên lý làm việc của mạch phát xung:

Điện áp đặt lên tiếp giáp $E - B$ của Tr_1 là $u_{EB} = u_{db} - u_{dk}$ (chưa kể tới điện áp phản hồi từ cuộn W_{13}).

Giả thiết tại thời điểm $\omega t = 0$, điện áp đồng bộ bằng không và chuyển sang nửa chu kỳ dương. Trong khoảng $0 - v_1$, $u_{db} < u_{dk}$ do đó $u_{EB} = u_{db} - u_{dk} < 0$. Tiếp giáp $E-B$ của Tr_1 bị phân cực ngược nên Tr khoá, trên các cuộn dây của BAX_1 chưa có dòng điện nên chưa có xung ra.

Tại thời điểm v_1 , $u_{db} = u_{dk}$ và có xu hướng lớn hơn, $u_{EB1} > 0$, Tr được phân cực thuận $\rightarrow Tr$ bắt đầu mở, xuất hiện dòng cực góp chảy qua sơ cấp BAX_1 , trên hai cuộn thứ cấp W_{12} , W_{13} xuất hiện các sức điện động cảm ứng với thế + ở đầu cực tính có dấu (*), sức điện động của cuộn W_3 đặt thuận lên tiếp giáp phát gốc của Tr_1 làm cho Tr_1 nhanh chóng chuyển sang mở bão hoà. Trên cuộn W_{12} xuất hiện xung ra đưa tới cực điều khiển mở Thyristor.

Đến thời điểm v_2 , u_{db1} giảm xuống bằng u_{dk} và sau đó nhỏ hơn, $u_{EB1} < 0$, Tr_1 khoá lại, sức điện động tự cảm trên cuộn W_1 xuất hiện khi Tr khoá sẽ được triệt tiêu bởi đi ốt V_2 .

Mạch điện được thiết kế để sao cho từ thông ban đầu khi khởi động động cơ có giá trị bằng $0,7\Phi_{dm}$ và giai đoạn đầu khởi động thì u_{cd} bằng không do đó cần đưa vào mạch kích từ điện áp U_o để sao cho khi $u_{cd} = 0$, $\gamma = 0$ thì $u_{dk} = U_o$ tương ứng bộ chỉnh lưu làm việc với góc điều khiển α_o với:

$$U_{kt0} = U_{d0} \frac{1 + \cos\alpha}{2} = 0,7U_{ktdm}$$

Và do đó $\Phi \approx 0,7 \Phi_{dm}$

2.3.2.2. Quá trình khởi động động cơ

Động cơ chỉ có thể khởi động và làm việc bình thường được khi:

- + Các bánh răng trong hộp tốc độ đã ăn khớp hoàn toàn.
- + Đã đặt tay gạt hộp tốc độ.
- + Hệ thống dầu bôi trơn hoạt động bình thường.
- + Nhiệt độ các van động lực thấp hơn trị số cho phép.
- + Máy đã được kẹp chặt.
- + Dòng điện mạch kích từ đủ lớn để cho rơ le từ trường *RTT* tác động.

Giả sử, để khởi động theo chiều thuận, thực hiện ấn nút *MT* (trong mạch không chế), *T* tác động mạch phản ứng động cơ được cấp điện và bắt đầu khởi động. Quá trình khởi động của động cơ từ tốc độ bằng không lên tốc độ đặt cao hơn định mức sẽ diễn ra qua hai giai đoạn: giai đầu là khởi động qua 2 cấp điện trở phụ theo nguyên tắc tốc độ, giai đoạn hai là run giảm từ thông để hạn chế dòng điện theo nguyên tắc dòng điện.

Giai đoạn 1:

Rơ le *IRG* có hai cuộn dây, cuộn *IRG₁* sinh ra từ lực có tác dụng làm đóng tiếp điểm, cuộn *IRG₂* sinh ra từ lực làm mở tiếp điểm. Có thể phân tích hoạt động của rơ le hai cuộn dây này như sau:

Gọi $R_f = R_{f1} + R_{f2}$; R_u là điện trở cuộn dây phản ứng động cơ; I_u là dòng điện qua cuộn dây phản ứng động cơ; R_{g1} , R_{g2} là giá trị điện trở tổng trong mạch cuộn dây *IRG₁* và *IRG₂*; W_1 , W_2 là số vòng cuộn dây *IRG₁* và *IRG₂*.

Từ sơ đồ mạch điện cho thấy:

Điện áp đặt lên *IRG₁* là: $R_u \cdot I_u + E_D$

Điện áp đặt lên *IRG₂* là: $R_f \cdot I_u$

Sức từ động do cuộn *IRG₁* sinh ra sẽ là:

$$F_1 = \frac{E_D + I_u \cdot R_u}{R_{g1}} W_1$$

Sức từ động do cuộn *IRG₂* sinh ra sẽ là:

$$F_2 = \frac{I_u \cdot R_f}{R_{g2}} W_2$$

Sức từ động tổng của *IRG* là:

$$F = F_1 - F_2 = \frac{E_D + I_u \cdot R_u}{R_{g1}} W_1 - \frac{I_u \cdot R_f}{R_{g2}} W_2$$

Chọn:

$$\frac{R_u}{R_{g1}} W_1 = \frac{R_f}{R_{g2}} W_2 \text{ thì ta có: } F = \frac{E_D}{R_{g1}} W_1 = \frac{K_e \phi n}{R_{g1}} W_1 = Cn$$

Với *C* là một hằng số, từ đây có thể thấy, sức từ động tổng của rơ le tỉ lệ thuận với tốc độ động cơ và có thể xem như rơ le hai cuộn dây trong trường hợp này tương đương như rơ le tốc độ. Một cách tương tự cũng có thể thấy rơ le *2RG* cũng tương đương như rơ le tốc độ. Trong hệ thống

này ta chỉnh định cho hai rơ le này tác động tại hai giá trị tốc độ là n_1 (với IRG) và n_2 (với $2RG$) ($n_1 < n_2$).

Phân tích tiếp quá trình khởi động của động cơ:

Tại thời điểm đầu của quá trình khởi động, tốc độ động cơ bằng không nên sức từ động (hay từ lực) của rơ le IRG bằng không, rơ le IRG chưa tác động nên công tắc tơ IG chưa tác động \rightarrow tiếp điểm IG chưa kín $\rightarrow 2RG$ chưa có điện $\rightarrow 2G$ chưa có điện nên động cơ được khởi động với toàn bộ điện trở phụ trong mạch. Từ thông động cơ lúc này có giá trị $\Phi = 0,7 \Phi_{dm}$ (Φ_{dm} là từ thông định mức của động cơ) nên mô men khởi động không quá lớn, tránh được va đập trong bộ truyền cơ khí.

Tốc độ động cơ tăng \rightarrow điện áp phản hồi âm tốc độ γ tăng, do trong giai đoạn này $R\Phi$ chưa tác động nên điện áp điều khiển mạch phát xung cho bộ chỉnh lưu kích từ $u_{dk} = U_o - \gamma$ giảm \rightarrow góc điều khiển bộ chỉnh lưu α giảm \rightarrow điện áp một chiều đặt vào cuộn dây kích từ động cơ U_{kt} tăng $\rightarrow \Phi$ tăng dần từ $0,7 \Phi_{dm}$ cho đến khi đạt trị số định mức Φ_{dm} .

Khi tốc độ tăng đến giá trị tính toán n_1 thì sức từ động tổng của rơ le IRG đạt tới giá trị tác động, IRG tác động sẽ đóng tiếp điểm thường mở của nó để cấp điện áp cho công tắc tơ IG , IG tác động đóng các tiếp điểm thường mở của nó làm ngắn mạch điện trở phụ R_{f1} chuyển động cơ sang khởi động trên đặc tính có điện trở phụ R_{f2} đồng thời nối cuộn dây $2RG$ vào mạch phản ứng.

Tốc độ động cơ tiếp tục tăng cho tới khi đạt giá trị n_2 thì $2RG$ tác động $\rightarrow 2G$ tác động ngắn mạch điện trở R_{f2} chuyển động cơ sang khởi động trên đặc tính tự nhiên.

Khi động cơ chuyển sang khởi động trên đặc tính tự nhiên, trong giai đoạn đầu, giá trị dòng phản ứng động cơ còn lớn nên RI tác động làm cho K chưa có điện (tiếp điểm thường kín của RI mắc nối tiếp trong mạch cuộn dây K) nên $R\Phi$ chưa có điện (tiếp điểm thường mở của K mắc nối tiếp trong mạch cuộn dây $R\Phi$), tốc độ tiếp tục tăng và dòng phản ứng động cơ giảm đến giá trị nhỏ của RI , RI ngừng tác động thì rơ le $R\Phi$ cũng được cấp điện áp đủ mức tác động, rơ le $R\Phi$ tác động, đóng mạch điện áp chủ đạo u_{cd} , điện áp điều khiển u_{dk} tăng lên, song nhờ có tụ C_3 mà điện áp trên chiết áp chủ đạo không tăng đột ngột, góc điều khiển α của bộ chỉnh lưu kích từ tăng dần và động cơ chuyển sang giai đoạn hai của quá trình khởi động: *giai đoạn run giảm từ thông*.

Giai đoạn 2:

Trong giai đoạn này, khi u_{cd} tăng dần (nhờ tụ C_3) thì góc điều khiển α của bộ chỉnh lưu tăng dần dẫn đến điện áp U_{kt} giảm dần nên từ thông động cơ giảm dần và động cơ chuyển sang tăng tốc lên trên tốc độ cơ bản, do Φ giảm dần nên dòng phản ứng động cơ tăng dần (do sức điện động động cơ giảm), khi từ thông giảm đến mức nào đó thì dòng điện động cơ tăng đạt giá trị tác động của rơ le dòng điện RI , RI lại tác động làm K và tiếp theo là $R\Phi$ mất điện, tiếp điểm $R\Phi$ mở làm cho điện áp chủ đạo giảm dần, từ thông động cơ lại tăng, thêm nữa tốc độ động cơ vẫn tiếp tục tăng nên dòng phản ứng động cơ giảm và lại đạt đến giá trị nhỏ của RI , RI nhỏ, $R\Phi$ lại tác động, ... quá trình lặp đi lặp lại một số lần và khi tốc độ động cơ gần đạt giá trị đặt thì quá trình run từ thông chấm dứt, dòng động cơ không còn đạt đến giá trị tác động của RI , động cơ tiếp tục tăng tốc đến tốc độ đặt (thường cao hơn tốc độ định mức ứng với chế độ điều tốc giảm từ thông).

2.3.2.3. Nguyên lý tự động ổn định tốc độ

Giả thiết động cơ đang làm việc ổn định với tốc độ $n_{\delta d1}$, mô men tải là M_{c1} , điện áp chủ đạo là u_{cd1} thì giá trị điện áp điều khiển mạch phát xung là:

$$u_{dk1} = u_{cd1} + U_o - \gamma_{\delta d1} \text{ tương ứng với góc điều khiển } \alpha_l \text{ và từ thông của động cơ là}$$

Φ_l . Khi đó phương trình cân bằng điện áp trong mạch phản ứng sẽ là:

$$K_e \cdot \Phi_l \cdot n_{\delta d1} + I_{dm} \cdot R_d = U_{dm}$$

Nếu vì lý do nào đó M_c tăng $\rightarrow M_{dg} = M_d - M_c = J \frac{d\omega}{dt} < 0$ dẫn đến tốc độ động cơ có xu

hướng giảm $\rightarrow \gamma$ giảm $\rightarrow u_{dk} = (u_{cd1} + U_o - \gamma)$ tăng $\rightarrow \alpha$ tăng làm cho giá trị U_{kt} giảm $\rightarrow \Phi$ giảm, điều đó lại có xu hướng làm cho n tăng, dẫn đến tốc độ động cơ có xu hướng được phục hồi lại gần $n_{\delta d1}$.

Như vậy phản hồi âm tốc độ đã giúp cho hệ thống tự động duy trì được tốc độ khi tải thay đổi trong phạm vi cho phép.

Trong trường hợp M_c giảm quá trình xảy ra hoàn toàn tương tự $\rightarrow \Phi$ tăng $\rightarrow n$ giảm.

2.3.2.4. Nguyên lý điều chỉnh tốc độ

Để điều chỉnh tốc độ động cơ ta điều chỉnh điện áp đặt vào cuộn kích thích động cơ. Giả sử động cơ đang làm việc ổn định tại tốc độ $n_{\delta d1}$ tương ứng với u_{cd1} , khi đó điện áp điều khiển mạch phát xung bộ chỉnh lưu kích từ là $u_{dk1} = (u_{cd1} + U_o - \gamma)$. Muốn tăng tốc độ động cơ, thực hiện điều chỉnh con trượt trên chiết áp đến vị trí tương ứng với u_{cd2} ($u_{cd2} > u_{cd1}$). Giả thiết do quán tính cơ học mà tốc độ động cơ chưa thay đổi, dẫn đến điện áp điều khiển có giá trị là $u_{dk} = u_{cd2} + U_o - \gamma_{\delta d1}$ sẽ lớn hơn u_{dk1} . Điều đó sẽ làm tăng góc điều khiển α dẫn đến điện áp đặt vào cuộn kích thích giảm $\rightarrow \Phi$ giảm $\rightarrow n$ tăng. Khi tốc độ động cơ tăng thì γ tăng dần dẫn đến u_{dk} giảm dần, khi n đạt đến $n_{\delta d2}$ ($n_{\delta d2} > n_{\delta d1}$) thì mô men động cơ cân bằng với mô men tải và hệ thống đạt tới trạng thái xác lập mới theo yêu cầu.

2.3.2.5. Nguyên lý hãm dừng động cơ

Hệ thống được thiết kế hãm động năng khi dừng máy. Không chế quá trình hãm động năng nhờ rơ le điện áp RH trong mạch động lực. Khi động cơ khởi động lên đến tốc độ cỡ $(0,3 - 0,4) n_{dm}$ thì rơ le RH tác động chuẩn bị quá trình hãm. Để dừng máy ta ấn nút dừng D , các công tắc tơ T hoặc N và các công tắc tơ IG , $2G$ mất điện, đồng thời công tắc tơ H có điện nối điện trở hãm song song với mạch phản ứng động cơ, động cơ bắt đầu quá trình hãm động năng. Khi tốc độ giảm đến giá trị nào đó thì rơ le RH nhả, H mất điện kết thúc quá trình hãm động năng, động cơ tiếp tục quá trình hãm tự do đến khi dừng.

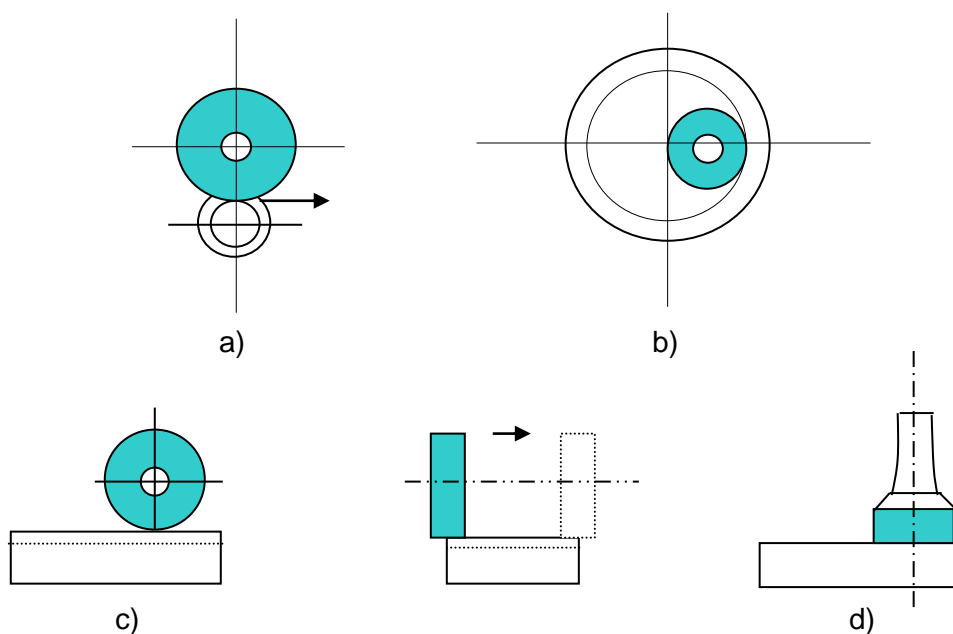
Chương 3

TRANG BỊ ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HOÁ CHO NHÓM MÁY MÀI

3.1. Giới thiệu chung về máy mài

3.1.1. Giới thiệu chung

Máy mài là nhóm máy cắt gọt kim loại thường được sử dụng trong khâu cuối cùng của quá trình gia công chi tiết. Máy mài được dùng để mài các bề mặt chi tiết để đạt được độ chính xác và độ bóng yêu cầu. Thường trên máy mài có ụ chi tiết hoặc bàn và ụ đá mài. Chi tiết cần gia công được gá trên ụ chi tiết hoặc bàn, trục chính có lắp đá mài được gá trên ụ đá. Cả hai ụ đều đặt trên bệ máy. Sơ đồ biểu diễn công nghệ mài được giới thiệu trên hình 3.1.



Hình 3.1. Sơ đồ minh họa các hình thức mài

Quá trình mài có thể thực hiện theo một số hình thức khác nhau: mài bằng biên đá (các hình 3.1a, b, c) thường hay gặp trong máy mài tròn và ở một số máy mài phẳng; mài bằng mặt đầu của đá (hình 3.1d) thường gặp trong máy mài phẳng.

Một tham số quan trọng của chế độ mài là tốc độ cắt (m/s):

$$v = 0,5.d.\omega_d.10^{-3}$$

Trong đó: d là đường kính đá mài, mm ; ω_d là tốc độ góc của đá mài, rad/s . Thông thường v nằm trong khoảng từ 30 đến 50 m/s .

3.1.2. Phân loại máy mài

Máy mài có hai loại chính: máy mài tròn và máy mài phẳng. Ngoài ra còn có các máy khác nhau: máy mài vô tâm, máy mài rãnh, máy mài cắt, máy mài ren, máy mài răng,...

- Máy mài tròn có hai loại: Máy mài tròn ngoài (hình 3.1a) và máy mài tròn trong hay còn gọi là máy mài lỗ (hình 3.1b). Một số máy mài có thể thực hiện cả chức năng mài trong ngoài và mài tròn trong thường được gọi tên là máy mài tròn vạn năng.

- Máy mài phẳng có hai loại: mài bằng biên đá (hình 3.1c), mài bằng mặt đầu đá (hình 3.1d).

- Các máy mài đặc biệt: máy mài vô tâm, máy mài rãnh, máy mài cắt, máy mài ren, máy mài răng,... Máy mài vô tâm là một máy mài thường dùng để gia công các mặt cầu; máy mài ren dùng để gia công bề mặt ren, đá mài trong trường hợp này có hình dạng đặc biệt; ...

Ở máy mài bằng biên đá: đá mài quay tròn và chuyển động tịnh tiến ngang so với chi tiết, bàn máy mang chi tiết chuyển động tịnh tiến qua lại. Chuyển động quay của đá là chuyển động chính, chuyển động ăn dao là di chuyển của đá (ăn dao ngang) hoặc chuyển động của chi tiết (ăn dao dọc).

Ở máy mài bằng mặt đầu đá, bàn có thể là tròn hoặc chữ nhật, chuyển động quay của đá là chuyển động chính, chuyển động ăn dao là di chuyển ngang của đá (ăn dao ngang) hoặc chuyển động tịnh tiến qua lại của bàn máy mang chi tiết (ăn dao dọc).

Trên máy mài tròn chuyển động chính là chuyển động quay của đá mài; chuyển động ăn dao là di chuyển tịnh tiến của đá dọc trục (ăn dao dọc trục) hoặc di chuyển tịnh tiến theo hướng ngang trục (ăn dao ngang) hoặc chuyển động quay của chi tiết (ăn dao vòng). Chuyển động phụ là di chuyển nhanh của đá hoặc chi tiết.

3.2. Các chuyển động trên máy mài và các hệ thống truyền động đã sử dụng

3.2.1. Các chuyển động cơ bản

3.2.1.1. Chuyển động chính

Đối với tất cả các máy mài, chuyển động chính là chuyển động quay tròn của đá mài. Chuyển động chính của các máy mài cỡ nhỏ thường không yêu cầu điều chỉnh tốc độ; với các máy cỡ lớn, để duy trì tốc độ cắt khi kích thước đá mài thay đổi (đá bị mòn) có yêu cầu điều chỉnh có cấp trong phạm vi từ 2 đến 4 ($D = 2:1 \div 4:1$) với công suất không đổi. Chuyển động chính không yêu cầu đảo chiều quay, mô men quán tính hệ thống truyền động lớn gấp 5 đến 6 lần mô men quán tính của động cơ nên một số trường hợp yêu cầu hãm động cơ khi dừng đá.

Với các yêu cầu như trên nên phần lớn hệ thống truyền động chính dùng động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc một hoặc một số cấp tốc độ, điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp thay đổi số đôi cực từ của động cơ; với một số máy mài tròn trong, do đường kính đá mài rất nhỏ nên yêu cầu tốc độ đá rất cao (24000 ÷ 48000 vg/ph hoặc hơn) nên thường sử dụng động cơ đặc biệt và được cấp điện bởi máy phát tần số cao hoặc bộ biến tần tĩnh.

3.2.1.2. Chuyển động ăn dao

a. Máy mài tròn

Trong máy mài tròn thường có ba chuyển động ăn dao: ăn dao vòng, ăn dao dọc và ăn dao chu kỳ.

- *Chuyển động ăn dao vòng*: Là chuyển động quay của chi tiết gia công. Ở máy cỡ nhỏ, chuyển quay chi tiết yêu cầu phạm vi điều chỉnh tốc độ $D = 2:1 \div 4:1$. Với các máy cỡ trung bình và

lớn, chuyển động quay chi tiết yêu cầu phải điều chỉnh tron tốc độ với phạm vi $D = 10:1$. Chuyển động quay chi tiết không yêu cầu đảo chiều quay, mô men quán tính hệ thống có thể gấp 8 lần mô men quán tính của động cơ truyền động, yêu cầu dừng chính xác.

Các hệ thống truyền động cho chuyển động quay chi tiết máy mài tròn: Với máy cỡ nhỏ thường dùng động cơ không đồng bộ điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi số đôi cực từ (có cấp). Với các máy cỡ trung bình và lớn, trước đây sử dụng các hệ truyền động khuếch đại từ - động cơ điện một chiều kích từ độc lập (hệ KĐT - Đ), máy phát - động cơ điện một chiều kích từ độc lập (hệ F - Đ), hiện nay đang sử dụng hệ chỉnh lưu điều khiển thyristor - động cơ điện một chiều kích từ độc lập (hệ T - Đ); các hệ KĐT - Đ và hệ T - Đ, động cơ được không chế chuyển sang chế độ hãm động năng khi dừng.

- *Chuyển động ăn dao dọc:*

Là chuyển động tịnh tiến dọc trục chi tiết của ụ đá, có yêu cầu điều chỉnh tron tốc độ với phạm vi $D = 20:1 \div 25:1$, có yêu cầu đảo chiều và dừng chính xác. Các hệ thống truyền động được sử dụng thường gồm hệ máy phát - động cơ điện một chiều kích từ độc lập (hệ F - Đ), hệ máy điện khuếch đại - động cơ điện một chiều kích từ độc lập (hệ MĐKĐ - Đ), hệ chỉnh lưu điều khiển thyristor - động cơ điện một chiều kích từ độc lập (hệ T - Đ); các hệ thống này động cơ tự động chuyển sang hãm khi dừng (có thể trải qua một số trạng thái hãm khác nhau).

- *Chuyển động ăn dao chu kỳ:*

Là chuyển động tịnh tiến từng bước theo phương vuông góc với trục chi tiết sau mỗi chu kỳ mài. Hệ thống truyền động được sử dụng là hệ truyền động thủy lực.

b. Máy mài phẳng

Trên máy mài phẳng cũng có ba chuyển động ăn dao: ăn dao dọc, ăn dao ngang và ăn dao chu kỳ.

- *Chuyển động ăn dao dọc:*

Là chuyển động quay tròn của bàn máy hình tròn hoặc chuyển động tịnh tiến qua lại của bàn hình chữ nhật (trên bàn gá chi tiết gia công). Chuyển động này có đặc điểm, yêu cầu và các hệ thống truyền động tương tự như chuyển động quay chi tiết trên máy mài tròn.

- *Chuyển động ăn dao ngang:*

Là chuyển động tịnh tiến qua lại của ụ đá. Chuyển động này có đặc điểm, yêu cầu và các hệ thống truyền động tương tự như chuyển động ăn dao dọc trên máy mài tròn.

- *Chuyển động ăn dao chu kỳ:*

Là chuyển động tịnh tiến từng bước theo phương vuông góc với bề mặt chi tiết gia công sau mỗi chu kỳ mài. Hệ thống truyền động được sử dụng là hệ truyền động thủy lực hoặc các động cơ đặc biệt như động cơ bước, ...

3.2.2. Các chuyển động phụ

Trên máy mài có một số chuyển động phụ để phục vụ và đảm bảo an toàn cho máy, chi tiết và người trong quá trình gia công như: chuyển động bơm dầu phục vụ cho các hệ thống truyền động

thủy lực; chuyển động bơm dầu bôi trơn; chuyển động bơm nước làm mát; chuyển động gạt phoi, ... Các chuyển động này đều có chung đặc điểm là mô men tải mang tính chất phản kháng, không yêu cầu đảo chiều quay, không yêu cầu điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp điện, không yêu cầu dừng chính xác nên thường sử dụng các hệ thống truyền động là truyền động điện sử dụng động cơ không đồng bộ ba pha (ĐKB) rotor lồng sóc một cấp tốc độ.

3.3. Mạch điện máy mài 3A130, 3131

3.3.1. Giới thiệu sơ đồ

Sơ đồ mạch điện máy mài 3A130, 3131 được biểu diễn trên hình 3.2.

Các hệ thống truyền động chính và phụ sử dụng các động cơ ĐKB rotor lồng sóc một cấp tốc độ ký hiệu từ 1Đ đến 6Đ, trong đó: 1Đ là động cơ bơm thủy lực; 2Đ là động cơ bơm dầu; 3Đ là động cơ quay đá mài tròn ngoài; 4Đ là động cơ gạt phoi; 5Đ là động cơ bơm nước làm mát; 6Đ là động cơ quay đá mài tròn trong.

Hệ thống truyền động ăn đảo vòng (quay chi tiết) sử dụng động cơ một chiều kích từ độc lập (7Đ) điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp thay đổi điện áp mạch phản ứng động cơ với bộ biến đổi là bộ khuếch đại từ cầu ba pha mắc theo sơ đồ cầu trong (sơ đồ có phản hồi dương nội theo dòng điện – để tăng hệ số khuếch đại của khuếch đại từ). Để ổn định tốc độ động cơ hệ thống sử dụng phản hồi âm điện áp và dòng điện hỗn hợp. Để tăng độ chính xác dừng sử dụng hãm động năng động cơ.

Hệ thống truyền động ăn dao dọc và ăn dao chu kỳ dùng hệ truyền động thủy lực (không biểu diễn trên sơ đồ mạch điện).

Bảo vệ quá tải cho tất cả các động cơ và các thiết bị trong hệ thống truyền động quay chi tiết sử dụng các rơ le nhiệt từ 1RN đến 7RN; bảo vệ ngắn mạch mạch phản ứng động cơ 7Đ dùng cầu chì 1CC; bảo vệ từ trường yếu hoặc mất từ trường của 7Đ dùng rơ le RTT (kiểu rơ le dòng điện).

Bảo vệ ngắn mạch các hệ thống truyền động điện của máy và toàn bộ mạch điện (cũng dùng để đóng cắt nguồn) sử dụng các áp tô mát A1, A2 và A3.

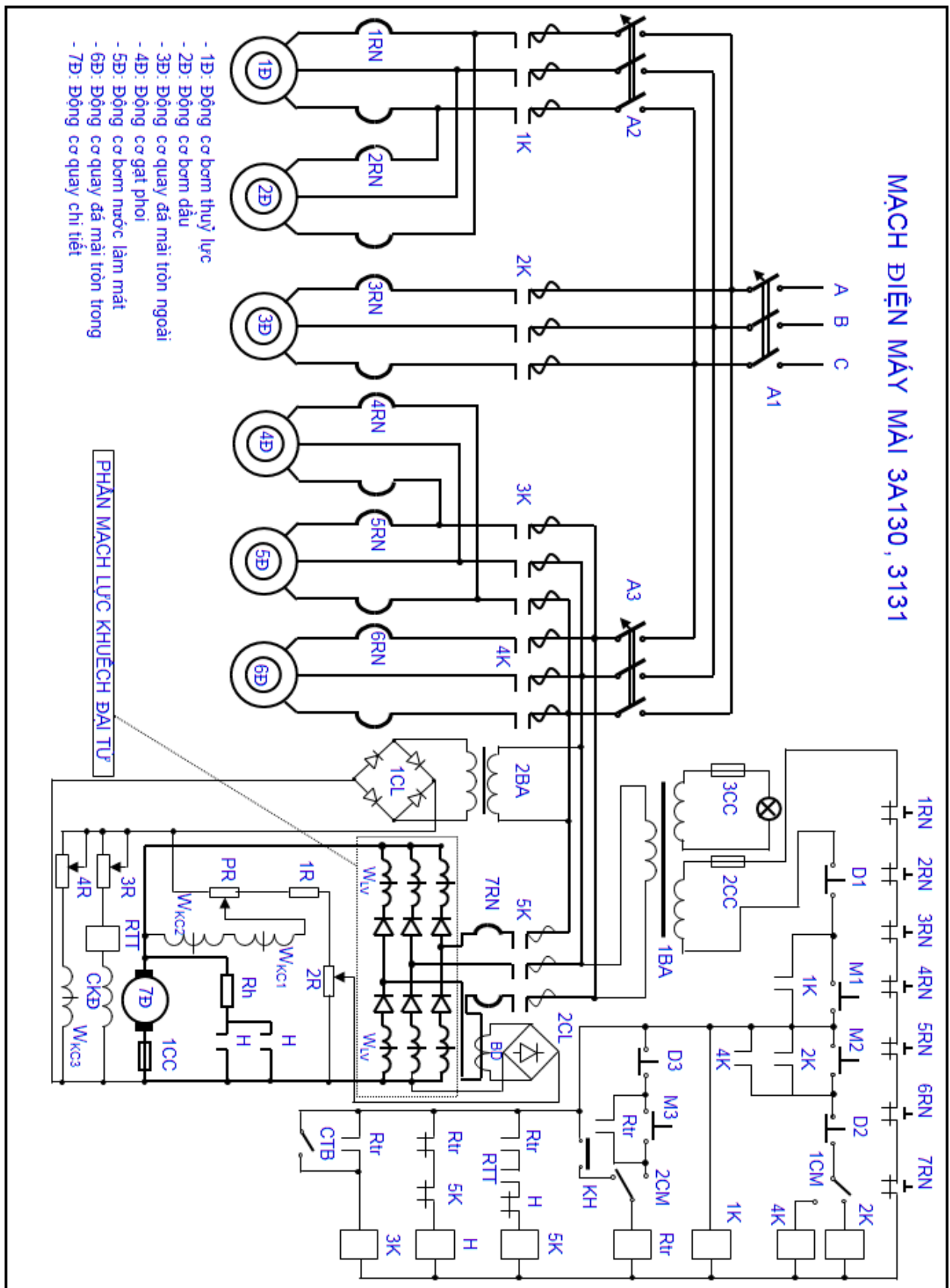
Để cấp điện cho mạch khống chế rơ le dùng máy biến áp 1BA, bảo vệ ngắn mạch mạch khống chế dùng cầu chì 2CC.

Biến áp 2BA và bộ chỉnh lưu cầu một pha không điều khiển 1CL dùng để cung cấp nguồn một chiều cho cuộn kích từ của động cơ 7Đ, tạo tín hiệu chủ đạo (điện áp đặt tốc độ) của hệ thống truyền động quay chi tiết và cấp nguồn cho cuộn dây chuyển dịch của KĐT.

3.3.2. Nguyên lý làm việc

3.3.2.1. Nguyên lý khởi động hệ thống

Để chuẩn bị cho máy làm việc, thực hiện đóng các áp tô mát A1, A2, A3. Đặt chế độ mài dùng chuyển mạch 1CM: 1CM ở vị trí phía trên (nối D2 với 2K) ứng với chế độ mài tròn ngoài, 1CM ở vị trí phía dưới (nối D2 với 4K) ứng với chế độ mài tròn trong. Xác định chế độ điều khiển khởi động động cơ truyền động quay chi tiết bằng chuyển mạch 2CM: 2CM bật lên trên (nối M3 với Rtr) ứng với chế độ điều khiển bằng tay, 2CM bật xuống dưới (nối KH với Rtr) ứng với chế độ điều khiển tự động.



Hình 3.2. Sơ đồ nguyên lý mạch điện máy mài 3A130, 3131

Giả sử ấn định chế độ mài là mài tròn ngoài, 1CM để ở vị trí trên. Ấn M1 thì 1K sẽ có điện khởi động 1Đ và 2Đ. Tiếp theo ấn M2 thì 2K có điện khởi động 3Đ. Nếu bật 2CM lên trên tức là khởi động động cơ quay chi tiết bằng tay, để khởi động 7Đ (thường dùng khi kiểm tra hoạt động, hiệu chỉnh hệ thống truyền động quay chi tiết) ấn M3. Khi M3 kín, rơ le trung gian Rtr có điện, nếu từ thông của động cơ đủ yêu cầu thì RTT tác động đóng các tiếp điểm thường mở và mở các tiếp điểm thường đóng của nó, dẫn đến 3K và 5K có điện còn H sẽ mất điện. Khi 3K có điện sẽ cấp điện cho các động cơ gạt phoi (4Đ) và bơm nước (5Đ) làm việc; và 5K có điện sẽ đóng nguồn cung cấp cho bộ KĐT (bộ biến đổi - BBD) và động cơ 7Đ được khởi động. Việc điều chỉnh tốc độ động cơ 7Đ được thực hiện nhờ chiết áp chủ đạo PR.

Nếu 2 CM để ở vị trí bên dưới tức là đặt chế độ tự động: Khi chuyển tay gạt điều khiển mài về vị trí làm việc, hệ thống thủy lực sẽ dịch chuyển ụ đá về phía chi tiết, khi ụ đá tiến sát chi tiết, nó sẽ ấn lên công tắc hành trình KH, KH đóng dẫn đến rơ le Rtr có điện → quá trình khởi động động truyền động các động cơ 4Đ, 5Đ và 7 Đ diễn ra tương tự như trên.

3.3.2.2. Nguyên lý điều chỉnh tốc độ động cơ quay chi tiết 7Đ

Các tín hiệu đặt vào cuộn dây điều khiển W_{KCl} của KĐT gồm có:

- + Điện áp chủ đạo U_{cd} lấy trên biến trở PR
- + Tín hiệu phản hồi dương dòng βI_r lấy trên R_2
- + Tín hiệu phản hồi âm áp lấy trên phần ứng động cơ 7Đ

Ta có:

$$u_{dk} = u_{cd} + \beta I_r - \alpha U_r = u_{cd} - \gamma_{dt} n$$

Ở đây giả thiết là tính toán các hệ số phản hồi âm điện áp α và hệ số phản hồi dương dòng điện β sao cho tổng hợp hai phản hồi này tương đương với phản hồi âm tốc độ và thường gọi là phản hồi âm tốc độ đẳng trị với hệ số phản hồi ký hiệu là γ_{dt} .

Để điều chỉnh tốc độ ta điều chỉnh điện áp chủ đạo. Ví dụ, động cơ đang làm việc ổn định tại tốc độ n_1 với mô men trên trục động cơ bằng định mức, khi đó, điện áp chủ đạo là u_{cd1} và điện áp đặt vào cuộn dây khống chế W_{KCl} là $u_{dk1} = u_{cd1} - \gamma_{dt} n_1$; khi cần tăng tốc độ động cơ lên $n = n_2$ với mô men trên trục động cơ vẫn bằng định mức, theo tính toán thì điện áp chủ đạo lúc này cần phải bằng $u_{cd2} > u_{cd1}$, ta cần dịch biến trở chủ đạo sang bên trái đến vị trí ứng với $u_{cd} - u_{cd2}$, giả thiết việc thay đổi u_{cd} diễn ra tức thời, tại thời điểm thay đổi u_{cd} tốc độ động cơ chưa kịp thay đổi nên điện áp đặt vào cuộn điều khiển W_{KCl} sẽ là $u_{dk*} = u_{cd2} - \gamma_{dt} n_1 > u_{dk1}$ làm tăng dòng điều khiển KĐT, dẫn đến điện áp ra của KĐT tức là điện áp đặt lên cuộn dây phần ứng động cơ 7Đ tăng lên dẫn đến dòng phần ứng động cơ tăng nên mô men động cơ tăng lớn hơn mô men tải làm cho tốc độ động cơ tăng; khi tốc độ động cơ tăng thì $\gamma_{dt} n$ tăng nên u_{dk} giảm dần nên điện áp ra của KĐT cũng giảm dần, dẫn đến mô men động cơ giảm dần và khi tốc độ động cơ đạt đến giá trị ổn định mới (n_2) thì dòng động cơ giảm về giá trị định mức, mô men động cơ cân bằng mô men tải và động cơ làm việc ổn định tại đó, lúc này điện áp đặt vào cuộn điều khiển W_{KCl} của KĐT là $u_{dk2} = u_{cd2} - \gamma_{dt} n_2$.

3.3.2.3. Nguyên lý ổn định tốc độ động cơ quay chi tiết 7Đ

Việc tự động ổn định tốc độ động cơ truyền động quay chi tiết (nâng cao độ cứng đặc tính cơ hay giảm sai lệch tĩnh) nhờ sử dụng phản hồi âm áp dương dòng hỗn hợp đẳng trị với phản hồi âm tốc độ. Nguyên lý ổn định tốc độ được thể hiện như sau: Giả thiết, động cơ đang làm việc ổn định tại tốc độ n_1 với mô men trên trục động cơ bằng định mức, khi đó, điện áp chủ đạo là u_{cd1} và điện áp đặt vào cuộn dây không chế W_{KC1} là $u_{dk1} = u_{cd1} - \gamma_{dt} n_1$; vì một nguyên nhân nào đó, ví dụ mô men tải tăng, tốc độ động cơ có xu hướng giảm (do mô men tải lớn hơn mô men động cơ), khi tốc độ động cơ giảm thì phản hồi âm tốc độ đẳng trị sẽ giảm, dẫn đến điện áp đặt vào cuộn điều khiển W_{kc1} của KĐT tăng lên nên sức điện động đầu ra của KĐT tăng, điều đó lại có xu hướng làm cho tốc độ động cơ được nâng lên, trên thực tế thì động cơ sẽ tiến tới làm việc ổn định ở tốc độ n_{1*} nhỏ hơn n_1 nhưng cao hơn nhiều so với trường hợp hệ thống không có phản hồi (hệ thống hở), tức là nhờ có phản hồi mà tốc độ động cơ ít bị giảm khi tải tăng; trường hợp tải giảm thì tốc độ động cơ cũng tăng ít hơn so với hệ thống hở; như vậy, có thể thấy, nhờ có phản hồi âm điện áp và dương dòng điện mà tốc độ động cơ ít bị thay đổi khi tải thay đổi và kể cả một số nguyên nhân khác như điện áp mạng điện dao động, tức là hệ thống có tác dụng ổn định tốc độ động cơ.

3.3.2.4. Nguyên lý hãm dừng động cơ quay chi tiết 7Đ

Trường hợp điều khiển động cơ 7Đ bằng tay, để dừng máy ta ấn nút dừng D3 làm cho Rtr mất điện. Trường hợp điều khiển tự động: chuyển tay gạt điều khiển mài về vị trí dừng, hệ thống thủy lực dịch ụ đá mài ra xa chi tiết, khi ụ đá dịch ra đến một vị trí nhất định thì nó ngừng ấn lên công tắc hành trình KH, tiếp điểm KH mở cắt diệt rơ le Rtr. Cả hai trường hợp, khi Rtr mất điện dẫn đến 3K và 5K mất điện cắt nguồn cung cấp cho các động cơ 4Đ, 5Đ và KĐT, các động cơ gạt phoi và bơm nước làm mát ngừng làm việc. KĐT bị cắt khỏi nguồn dẫn đến không còn điện áp cấp cho mạch phản ứng 7Đ, đồng thời do các tiếp điểm thường kín của Rtr và 5K đóng lại nên công tắc tơ H có điện đóng các tiếp điểm thường mở của nó nối điện trở hãm R_h vào mạch phản ứng động cơ, do quán tính cơ mà tốc độ động cơ 7Đ vẫn còn, từ thông động cơ vẫn còn nên 7Đ chuyển sang hãm động năng làm cho tốc độ động cơ giảm nhanh về bằng không, khi tốc độ động cơ bằng không thì dòng phản ứng động cơ cũng bằng không và quá trình hãm động năng được xem là kết thúc.

3.4. Hệ thống truyền động quay chi tiết máy mài dùng hệ T - Đ

3.4.1. Giới thiệu sơ đồ

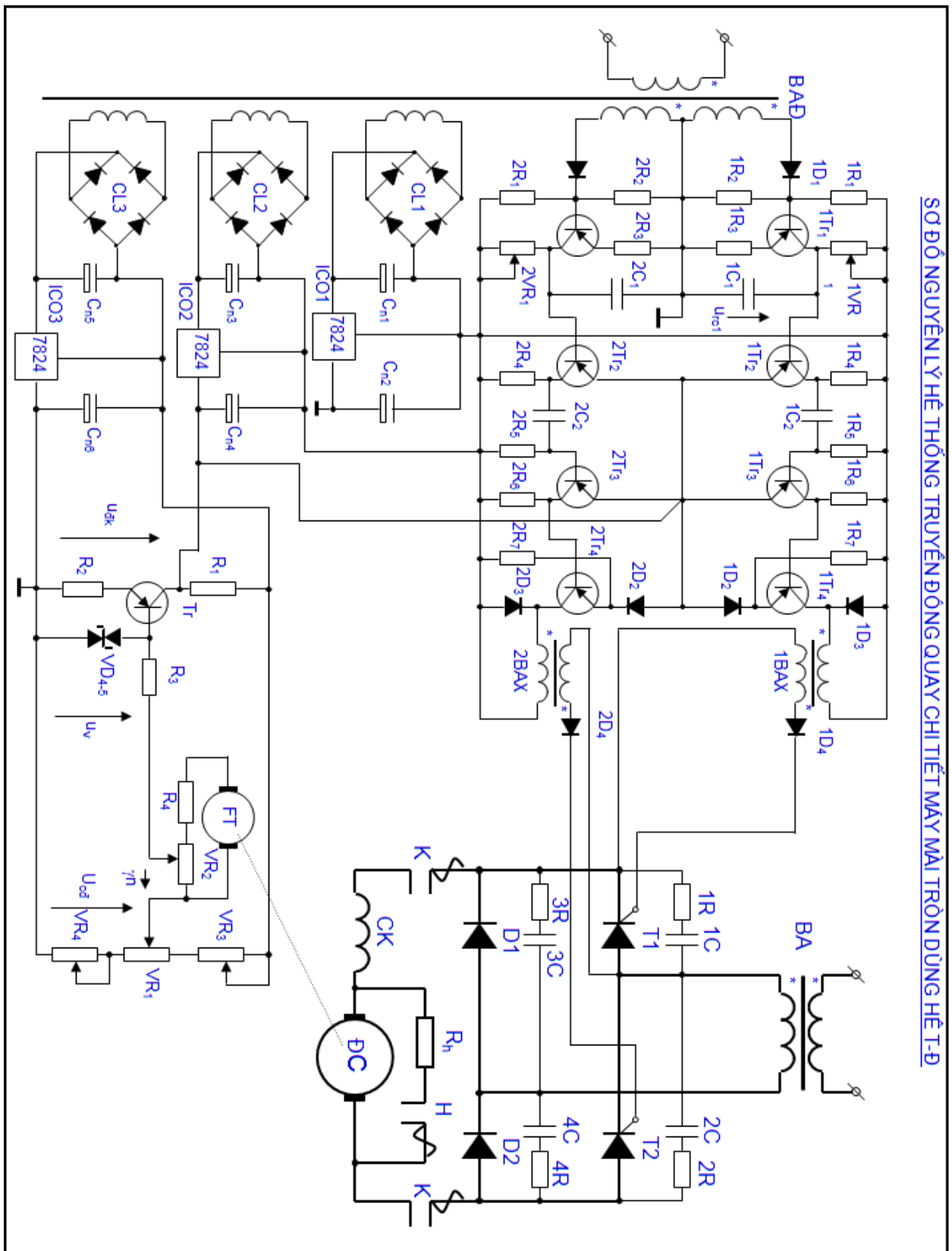
3.4.1.1. Mạch lực hệ truyền động

- Động cơ quay chi tiết ĐC là động cơ một chiều kích từ độc lập, được chỉnh tốc độ bằng phương pháp thay đổi điện áp cấp mạch phản ứng động cơ, động cơ được thiết kế mạch hãm động năng khi dừng máy.

- BBD dùng để cấp nguồn và điều chỉnh điện áp cấp cho mạch phản ứng động cơ dùng bộ chỉnh lưu cầu một pha có điều khiển sử dụng 2 diode và 2 thyristor (cầu một pha bán điều khiển).

3.4.1.2. Mạch điều khiển hệ truyền động

Mạch điều khiển hệ thống truyền động (hình 3.3) gồm các bộ phận sau:



Hình 3.3. Sơ đồ hệ thống truyền động quay chi tiết máy mài dùng hệ T-D

- Mạch phát xung điều khiển các van chỉnh lưu gồm 2 kênh phát xung điều khiển thiết kế theo nguyên tắc khống chế pha đứng, mỗi kênh phát xung có:

+ Mạch ĐB&FSRC: Máy BA đồng bộ (dùng chung cho cả 2 kênh), transistor Tr_1 , diode D_1 , tụ điện C_1 , các điện trở R_1, R_2, R_3 và biến trở VR_1 thực hiện việc tạo ra điện áp rã răng cưa.

+ Mạch so sánh: Dùng transistor Tr_2 , thực hiện so sánh điện áp rã răng cưa lấy trên tụ C_1 và điện áp điều khiển u_{dk} lấy từ đầu ra bộ khuếch đại trung gian (lấy trên cực góp Tr) để tạo ra chuỗi xung có thời điểm xuất hiện trong mỗi chu kỳ nguồn phù hợp với góc điều khiển yêu cầu.

+ Mạch sửa xung: Gồm transistor Tr_3 , tụ điện C_2 , các điện trở R_5, R_6 . Mạch có nhiệm vụ thực hiện thay đổi độ dài xung đầu ra mạch so sánh, nhằm tạo ra các xung có thời điểm xuất hiện trùng với thời điểm xuất hiện của xung đầu ra mạch so sánh nhưng có độ dài cố định nằm trong khoảng từ 200 đến 600 μs .

+ Mạch khuếch đại và truyền xung: Dùng một tầng khuếch đại xung bằng một transistor Tr_4 và máy biến áp xung, điện trở R_7 cùng với các diode D_2, D_3 và D_4 .

- Mạch tổng hợp và KĐTĐG: Sử dụng một transistor Tr mắc thành một tầng khuếch đại kiểu cực phát chung (EC), mạch có nhiệm vụ tổng hợp tín hiệu chủ đạo u_{cd} lấy trên chiết áp chủ đạo và điện áp phản hồi âm tốc độ γ_n lấy từ máy phát tốc FT (hình 3.3) và thực hiện khuếch đại tín hiệu tổng hợp này để tạo ra điện áp điều khiển u_{dk} ở đầu ra.

- Mạch lấy tín hiệu phản hồi âm tốc độ: Dùng máy phát tốc FT và bộ phân áp bằng điện trở và chiết áp.

- Mạch tạo nguồn nuôi một chiều cho các khâu của mạch điều khiển: Sử dụng một máy biến áp chung với mạch đồng bộ (BAĐ); ba bộ chỉnh lưu cầu một pha $CL1, CL2, CL3$ bằng các diode; điện áp sau chỉnh lưu được lọc bằng các tụ và ổn định bằng các bộ ổn áp 7824; các điện áp ổn định sau ổn áp dùng cấp cho mạch phát xung, mạch khuếch đại trung gian và mạch tạo điện áp chủ đạo.

3.4.2. Nguyên lý làm việc

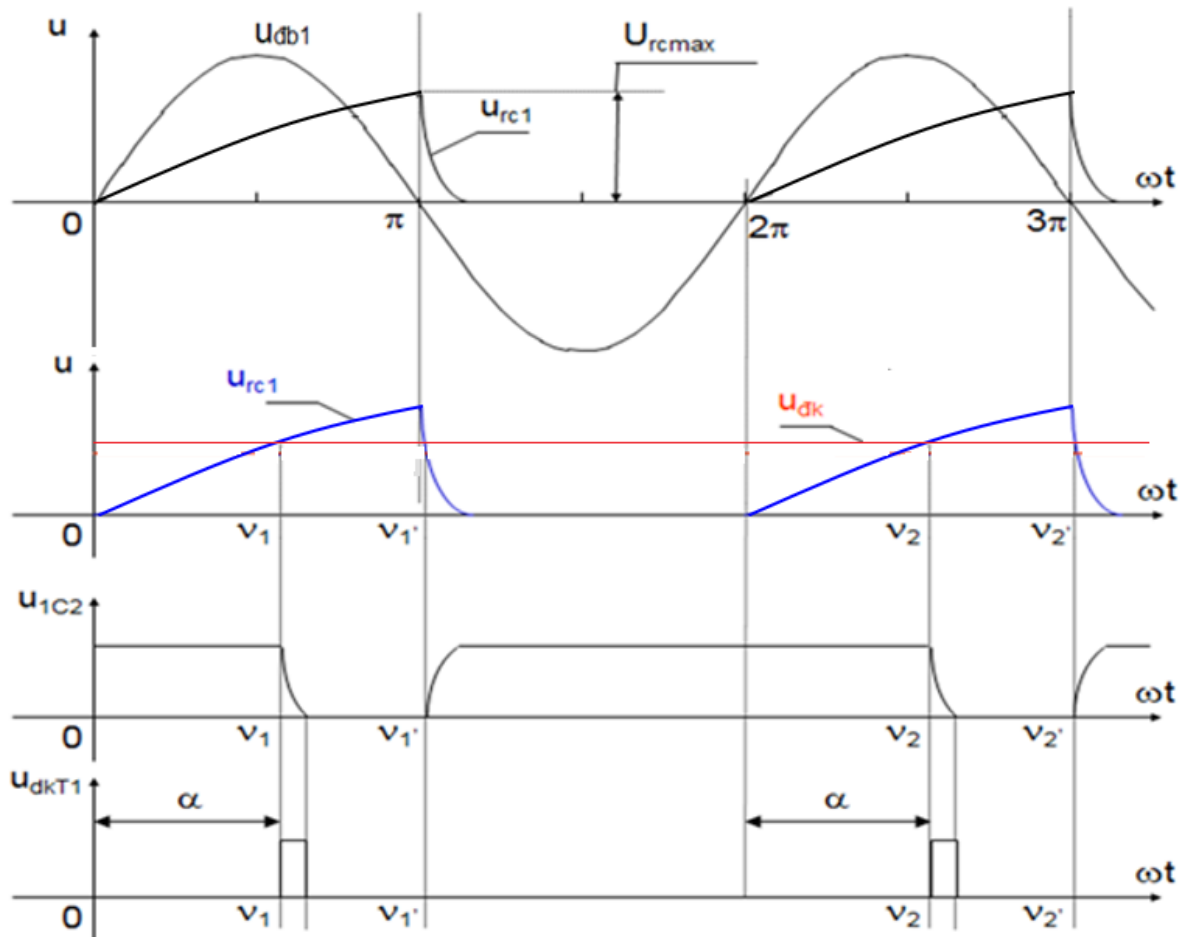
3.4.2.1. Nguyên lý làm việc của mạch phát xung điều khiển các thyristor

Xét kênh phát xung cho thyristor $T1$:

+ *Khởi đồng bộ hoá và phát sóng rã răng cưa:*

Ở nửa chu kỳ dương của điện áp lưới, điện áp đồng bộ trên cuộn thứ cấp thứ nhất của BAĐ dương ($u_{db1} > 0$), diode $1D_1$ mở và có dòng điện qua $1R_2$ từ trên xuống dưới, điện áp trên $1R_2$ do dòng điện này gây ra sẽ phân cực ngược tiếp giáp phát - gốc $1Tr_1$ làm cho $1Tr_1$ khóa, khi đó tụ $1C_1$ được nạp điện bởi nguồn một chiều do mạch $CL1$ tạo ra (điện áp trên tụ C_{n2}) theo mạch vòng: Mát (+ nguồn) \rightarrow tụ $1C_1 \rightarrow VR_1 \rightarrow$ cực âm nguồn ($-24V$), giả thiết trước đó, khi điện áp lưới âm thì tụ $1C_1$ đã phóng đến điện áp bằng không thì đồ thị điện áp trên tụ $1C_1$ (u_{rc1}) được minh họa như trên hình vẽ (hình 3.4).

Khi điện áp u_{db1} chuyển sang nửa chu kỳ âm thì $1D_1$ khóa, mạch định thiên theo kiểu phân áp bằng hai điện trở $1R_1$ và $1R_2$ sẽ phân cực thuận cho tiếp giáp phát - gốc $1Tr_1$ làm $1Tr_1$ mở và tụ $1C_1$ sẽ phóng điện qua $1Tr_1$ theo mạch vòng $(+1C_1) \rightarrow 1R_3 \rightarrow$ mạch phát góp của $1Tr_1 \rightarrow (-1C_1)$ cho đến điện áp xấp xỉ bằng không và giữ nguyên như vậy đến hết nửa chu kỳ âm của u_{db1} . Điện áp đồng bộ u_{db1} và điện áp rã răng cưa u_{rc1} biểu diễn bằng đồ thị thứ nhất trên hình 3.4.



Hình 3.4. Đồ thị minh họa nguyên lý làm việc của kênh phát xung cho van T_1

+ *Khâu so sánh và mạch sửa xung, khuếch đại xung:*

Điện áp răng cưa u_{rc1} và điện áp điều khiển u_{dk} được so sánh nối tiếp với nhau và được đặt lên tiếp giáp phát - góc của $1Tr_2$. Điện áp răng cưa có tác dụng mở $1Tr_2$ còn điện áp điều khiển thì có tác dụng khóa $1Tr_2$.

Trong giai đoạn điện áp trên tụ $1C_1$ còn nhỏ hơn điện áp điều khiển về trị số thì $1Tr_2$ khóa, tại thời điểm $1Tr_2$ bắt đầu khóa thì tụ $1C_2$ được nạp và nhanh chóng nạp đến đầy và đạt giá trị xấp xỉ nguồn cung cấp, $1Tr_3$ được định thiên bởi $1R_3$ nên sẽ mở bão hòa (tụ $1C_2$ được nạp điện qua mạch phát - góc của $1Tr_3$ và điện trở $1R_4$) nên điện áp trên cực góp của $1Tr_3$ bằng không (chưa có xung ra mạch sửa xung), dẫn đến $1Tr_4$ khóa, chưa có điện áp đặt vào cuộn sơ cấp biến áp xung $1BAX$ nên chưa có xung điều khiển T_1 (lấy bên thứ cấp của $1BAX$).

Khi điện áp u_{rc1} lấy trên tụ $1C_1$ có giá trị bằng và bắt đầu lớn hơn điện áp điều khiển u_{dk} thì $1Tr_2$ mở và tụ $1C_2$ sẽ phóng điện theo mạch vòng $(+1C_2) \rightarrow 1R_5 \rightarrow$ nguồn $\rightarrow 1R_4 \rightarrow (-1C_2)$. Trong giai đoạn tụ $1C_2$ phóng điện thì tiếp giáp phát - góc của $1Tr_3$ bị đặt điện áp ngược (bằng điện áp trên tụ $1C_2$) $\rightarrow 1Tr_3$ khóa \rightarrow xuất hiện xung ra trên mạch phát - góp của $1Tr_3$ (có xung ra của mạch sửa xung) dẫn đến $1Tr_4$ mở, có dòng qua cuộn sơ cấp biến áp xung $1BAX$, trên cuộn thứ cấp $1BAX$ xuất hiện xung với cực tính dương ở đầu có đánh dấu (*), xung này được truyền qua diode $1D_4$ đến cực điều khiển T_1 làm cho T_1 mở. Khi tụ $1C_2$ phóng đến điện áp bằng không và có xu hướng nạp ngược lại thì mạch gốc phát $1Tr_3$ lại có điện áp thuận, $1Tr_3$ mở trở lại nên mất xung ra mạch sửa

xung và dẫn đến $1Tr_4$ khóa, mất xung dương bên thứ cấp 1BAX. Như vậy, thời gian tồn tại xung ra của mạch sửa xung và cũng là thời gian tồn tại xung điều khiển thyristor bằng thời gian phóng của tụ $1C_2$ qua mạch phát - gốc của $1Tr_2$ và điện trở $1R_5$ và nguồn một chiều từ giá trị bằng nguồn đến bằng không, thời gian này phụ thuộc chủ yếu vào hằng số thời gian mạch phóng của tụ và bằng tích số điện dung C của tụ $1C_2$ và giá trị điện trở R của $1R_5$ ($\tau = RC$), thời gian tồn tại một xung ra mạch sửa xung là $T_x = RC \ln 2 = \tau \ln 2$. Đến thời điểm u_{rc1} giảm về bằng và sau đó nhỏ hơn u_{dk} (đầu nửa chu kỳ âm của u_{db1}) thì $1Tr_2$ khóa lại, tụ $1C_2$ lại được nạp (đã nêu ở đầu ý này).

3.4.2.2. Nguyên lý khởi động động cơ quay chi tiết

Khi cần khởi động cơ làm việc ở một tốc độ nào đó tương ứng với một giá trị điện áp chủ đạo u_{cd} , trước tiên ta điều chỉnh chiết áp chủ đạo về vị trí phù hợp để có điện áp chủ đạo theo yêu cầu. Ấn nút mở máy M (mạch khóa chế) \rightarrow công tắc tơ K có điện, đóng tiếp điểm K ở mạch lực động cơ được nối vào bộ chỉnh lưu, lúc này tốc độ động cơ bằng 0, tín hiệu vào khâu KĐTĐ bằng $u_v = u_{cd} - \gamma n$ có giá trị lớn, tín hiệu này được đặt vào mạch phát - gốc của Tr làm cho Tr mở với dòng cực góp lớn (gần như là lớn nhất) nên đầu ra bộ khuếch đại có tín hiệu u_{dk} rất nhỏ (điện áp u_{dk} là điện áp giữa cực giữa cực phát và cực góp của Tr). Do vậy góc điều khiển của bộ chỉnh lưu rất nhỏ nên điện áp đặt vào động cơ lớn làm cho dòng phản ứng động cơ tăng nhanh. Khi dòng phản ứng động cơ vượt qua giá trị dòng điện tải thì tốc độ động cơ bắt đầu tăng. Khi tốc độ động cơ tăng thì điện áp đầu vào bộ khuếch đại trung gian giảm nên dòng cực gốc Tr giảm kéo theo dòng cực góp của nó cũng giảm nên trị số của điện áp điều khiển tăng lên, dẫn đến góc điều khiển bộ chỉnh lưu tăng làm cho điện áp đặt vào động cơ giảm nên dòng phản ứng động cơ giảm. Khi tốc độ động cơ tăng đến tốc độ đặt thì dòng động cơ giảm về bằng dòng tải và động cơ sẽ làm việc ổn định tại đó.

Lưu ý: Với hệ thống này không có khâu hạn chế dòng khởi động nên dòng động cơ trong quá trình khởi động có thể vượt quá giá trị cho phép.

3.4.2.3. Nguyên lý điều chỉnh tốc độ động cơ quay chi tiết

Việc điều chỉnh tốc độ được thực hiện bằng việc điều chỉnh điện áp đặt tốc độ (điện áp chủ đạo) nhờ chiết áp VR_1 . Giả thiết động cơ đang làm việc ổn định tại tốc độ đặt n_1 với mô men tải bằng mô men định mức, tương ứng điện áp chủ đạo là u_{cd1} , cần tăng tốc độ lên n_2 cũng với mô men tải là định mức. Theo tính toán để tốc độ là n_2 thì điện áp chủ đạo phải là $u_{cd2} > u_{cd1}$. Để điều chỉnh tăng tốc độ theo yêu cầu vừa nêu ta điều chỉnh VR_1 để u_{cd} tăng lên giá trị u_{cd2} , giả thiết việc điều chỉnh điện áp chủ đạo diễn ra tức thời, khi điện áp chủ đạo tăng lên giá trị mới, do quán tính cơ mà tốc độ động cơ vẫn chưa thay đổi và bằng n_1 , dẫn đến điện áp vào bộ khuếch đại là $u_{cd2} - \gamma n_1$ sẽ lớn hơn trước ($u_{cd1} - \gamma n_1$) nên giá trị điện áp điều khiển mạch phát xung sẽ giảm. Điện áp u_{dk} giảm sẽ làm cho góc điều khiển bộ chỉnh lưu giảm nên điện áp đầu ra của nó tăng, điện áp trên động cơ tăng dẫn đến dòng động cơ sẽ tăng lớn hơn định mức (giống như khi khởi động) nên tốc độ động cơ sẽ tăng. Khi tốc độ động cơ tăng lên thì giá trị phản hồi âm tốc độ tăng lên làm cho u_v giảm dần nên u_{dk} tăng dần, góc điều khiển bộ chỉnh lưu tăng dần, điện áp đặt vào động cơ cũng giảm dần làm cho dòng động cơ giảm, khi tốc độ động cơ đạt giá trị đặt mới n_2 thì dòng phản ứng động cơ giảm về bằng định mức, khi đó mô men động cơ cân bằng mô men tải và động cơ sẽ làm việc ổn định tại đó.

Quá trình điều chỉnh giảm tốc độ động cơ: Giả sử động cơ đang làm việc ổn định tại tốc độ n_1 với mô men tải bằng mô men định mức, tương ứng điện áp chủ đạo là u_{cd1} , cần giảm tốc độ xuống n_3 với mô men tải bằng mô men định mức, tương ứng điện áp chủ đạo là u_{cd3} . Để điều chỉnh tốc độ xuống n_3 ta điều chỉnh VR_1 đến vị trí tương ứng với $u_{cd} = u_{cd3} < u_{cd1}$, giả thiết việc điều chỉnh điện áp chủ đạo diễn ra gần như tức thời. Khi điện áp chủ đạo giảm mà tốc độ động cơ chưa thay đổi thì u_v giảm, dẫn đến giá trị u_{dk} tăng lên nên góc điều khiển bộ chỉnh lưu tăng, điện áp ra bộ chỉnh lưu giảm dẫn đến dòng động cơ giảm làm cho mô men động cơ nhỏ hơn mô men tải, động cơ sẽ giảm tốc. Tùy thuộc vào mức độ chênh lệch giữa hai tốc độ đặt n_1 và n_2 mà có thể xảy ra hiện tượng là giai đoạn đầu của quá trình giảm tốc dòng động cơ có thể giảm về bằng không hay không (dòng động cơ không đổi chiều trong trường hợp này). Khi tốc độ động cơ giảm dần thì u_v tăng dần, giá trị u_{dk} giảm dần làm cho góc điều khiển bộ chỉnh lưu giảm dần nên điện áp đặt lên động cơ tăng dần dẫn đến dòng động cơ tăng dần, khi n giảm xuống bằng n_3 thì dòng phản ứng động cơ tăng lên bằng giá trị định mức, mô men động cơ cân bằng mô men tải và động cơ đạt đến điểm làm việc ổn định mới, quá trình điều chỉnh giảm tốc hoàn thành.

3.4.2.4. Nguyên lý tự động ổn định tốc độ động cơ quay chi tiết

Trong hệ thống này, để ổn định tốc độ động cơ sử dụng phản hồi âm tốc độ. Giả thiết động cơ đang làm việc ổn định tại tốc độ đặt n_1 với mô men tải bằng mô men định mức, tương ứng điện áp chủ đạo là u_{cd1} , vì một lý do nào đó, giả sử tải tăng làm cho tốc độ động cơ có xu hướng giảm, nếu n giảm sẽ làm cho u_v tăng, dẫn đến u_{dk} giảm nên điện áp ra bộ chỉnh lưu tăng làm cho tốc độ động cơ có xu hướng được phục hồi về giá trị đặt. Trong thực tế tốc độ động cơ có giảm nhưng mức độ giảm ít hơn nhiều so với khi không có phản hồi âm tốc độ, lượng giảm tốc độ càng nhỏ khi hệ số khuếch đại của hệ thống (chủ yếu phụ thuộc vào hệ số khuếch đại của khâu khuếch đại trung gian) càng tăng và trường hợp lý tưởng: nếu hệ số khuếch đại hệ thống tiến đến vô cùng lớn thì lượng giảm tốc độ sẽ bằng không. Như vậy, nhờ có phản hồi âm tốc độ mà tốc độ động cơ ít thay đổi khi tải hoặc các yếu tố khác, ví dụ như điện áp nguồn, thay đổi.

3.4.2.5. Nguyên lý hãm dừng động cơ

Ấn nút dừng máy D (D ở trong mạch khống chế, không biểu diễn trên sơ đồ nguyên lý hình 3.3), công tắc tơ K mất điện, K ngừng tác động nên các tiếp điểm thường mở K mở ra cắt mạch phản ứng động cơ ra khỏi bộ chỉnh lưu, đồng thời tiếp điểm thường kín K mắc nối tiếp trong mạch cuộn dây công tắc tơ H đóng lại cấp điện cho H. Công tắc tơ H được cấp điện sẽ tác động làm đóng tiếp điểm thường mở H trong mạch lực nối điện trở hãm R_h vào mạch phản ứng động cơ, động cơ chuyển sang hãm động năng kích từ độc lập để dừng nhanh động cơ. Khi tốc độ động cơ bằng không thì dòng điện hãm cũng bằng không, quá trình hãm dừng động cơ kết thúc.

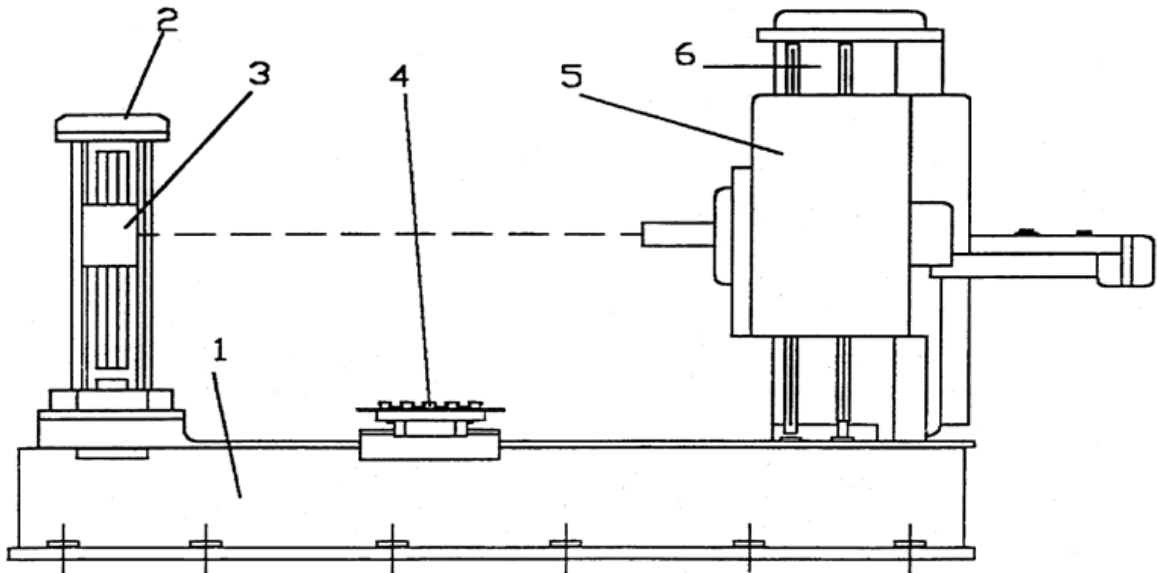
Chương 4

TRANG BỊ ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HOÁ CHO NHÓM MÁY DOA

4.1. Giới thiệu chung về máy doa

4.1.1. Giới thiệu chung

Máy doa là một nhóm máy gia công kim loại để gia công các chi tiết với các nguyên công: doa lỗ trụ, khoét lỗ trụ, khoan lỗ, có thể dùng để phay. Chi tiết được gia công trên máy doa có thể đạt độ chính xác và độ bóng bề mặt cao.



Hình 4.1. Hình dạng bên ngoài một máy doa ngang

Trên hình 4.1 là hình dạng bên ngoài một máy doa, trong đó:

- 1 - Bộ máy;
- 2 - Trụ sau;
- 3 - Giá đỡ trục dao;
- 4 - Bàn gá chi tiết;
- 5 -Ụ trục chính;
- 6 - Trụ trước.

4.1.2. Phân loại máy doa

Máy doa được chia thành hai loại chính: máy doa đứng và máy doa ngang.

- Máy doa đứng: Là máy doa có một hoặc một số trục chính bố theo phương thẳng đứng.
- Máy doa ngang: Là máy doa có một hoặc một số trục chính bố theo phương nằm ngang.

Máy doa ngang thường dùng để gia công các chi tiết cỡ trung bình và lớn. Trên máy doa ngang nếu dùng dao phay mặt đầu có thể gia công mặt phẳng thẳng đứng, nếu dùng dao phay trụ có thể gia công mặt phẳng nằm ngang.

4.2. Các chuyển động trên máy doa và các hệ thống truyền động đã sử dụng

4.2.1. Các chuyển động cơ bản

4.2.1.1. Chuyển động chính

Là chuyển động quay của trục chính trên đó có gá dao doa. Chuyển động chính có yêu cầu phạm vi điều chỉnh tốc độ khá rộng (cỡ 130:1) nhưng có cấp ($\varphi = 1,26$). Tuy nhiên trong các máy doa hiện tại thì điều chỉnh tốc độ quay trục chính chủ yếu thực hiện bằng phương pháp cơ, phạm vi điều chỉnh bằng điện đối với các máy doa ngang cỡ 2:1. Chuyển động chính có yêu cầu đảo chiều quay và dừng chính xác.

Với các đặc điểm và yêu cầu như vừa nêu, các hệ thống truyền động chính thường sử dụng truyền động điện sử dụng động cơ xoay chiều không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc một hoặc hai cấp tốc độ, điều chỉnh bằng thay đổi số đôi cực từ của động cơ.

4.2.1.2. Chuyển động ăn dao

Trong máy doa có một số chuyển động ăn dao khác nhau tùy theo loại nguyên công được sử dụng: khi doa, khoan, tiện: chuyển động tịnh tiến dọc trục của trục chính; khi thực hiện nguyên công phay: tịnh tiến ngang hoặc dọc bệ máy của bàn gá chi tiết.

Chuyển động ăn dao máy doa nói chung có yêu cầu điều chỉnh trơn tốc độ động cơ trong phạm vi rộng, ví dụ với nhiều máy doa ngang yêu cầu $D = (1600 \div 2000):1$; sai lệch tốc độ cho phép nhỏ, cỡ 5%; có yêu cầu đảo chiều quay và dừng chính xác.

Từ các đặc điểm cơ bản trên các hệ thống truyền động cho chuyển động ăn dao máy doa thường dùng truyền động điện sử dụng động cơ một chiều kích từ độc lập, trước đây thường sử dụng bộ biến đổi là máy điện khuếch đại có bộ tiền khuếch đại bằng đèn điện tử chân không (bộ khuếch đại trung gian), hiện nay bộ biến đổi thường sử dụng bộ chỉnh lưu có điều khiển bằng thyristor.

4.2.1. Các chuyển động phụ

Trên máy doa thường có một số chuyển động phụ như: chuyển động bơm nước, bơm dầu, dịch chuyển trục chính theo phương thẳng đứng, dịch chuyển các trụ, chuyển động quay bàn,... Các chuyển động phụ của máy doa thường không yêu cầu điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp điện nên thường sử dụng truyền động điện động cơ xoay chiều không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc.

4.3. Mạch điện máy doa ngang 2620

4.3.1. Các thông số cơ bản của máy doa ngang 2620

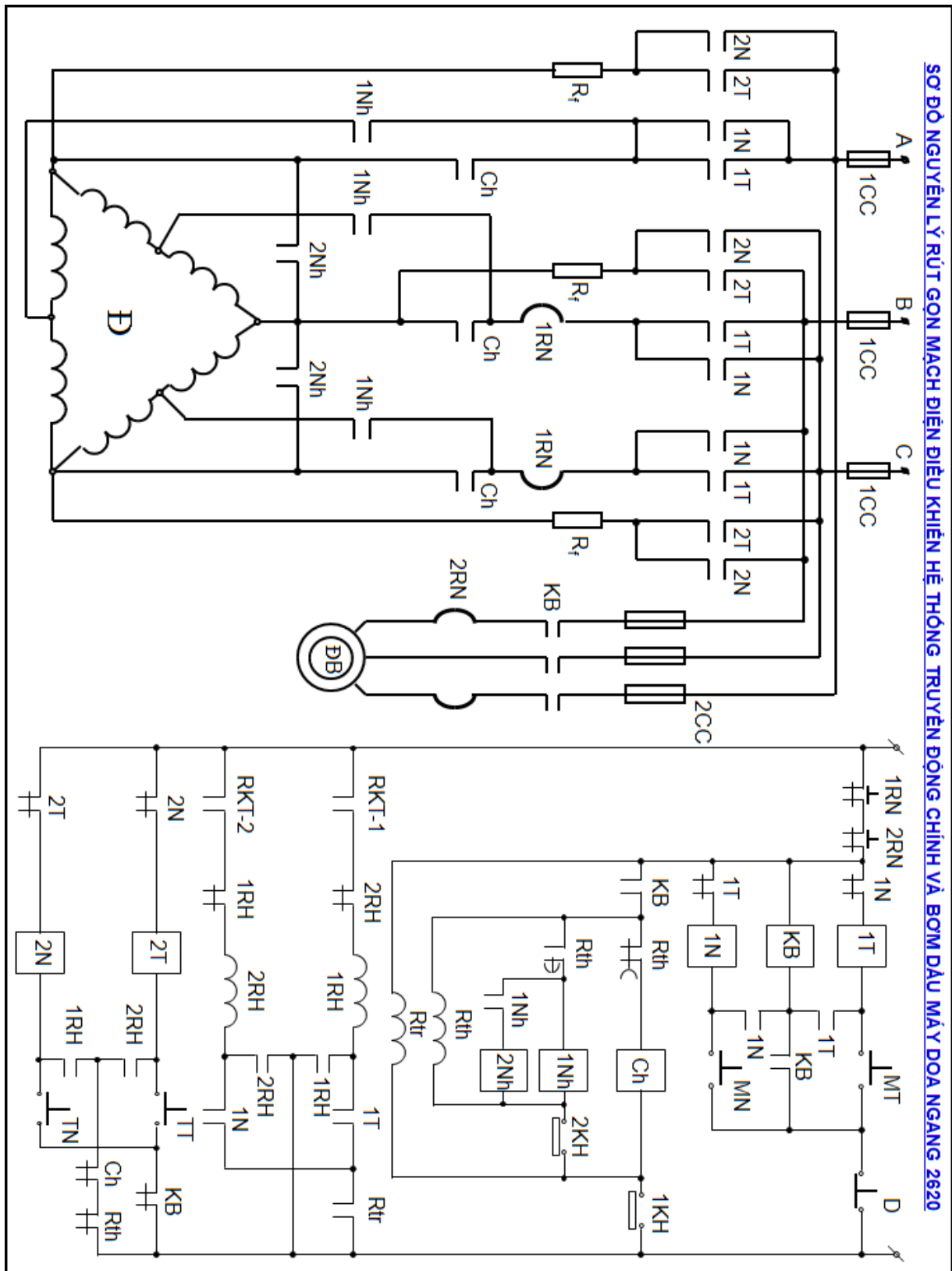
Máy doa 2620 là máy doa cỡ trung bình, có:

- Đường kính trục chính: 90mm
- Công suất động cơ TĐ chính: 10 KW
- Tốc độ quay trục chính điều chỉnh trong phạm vi (12,5 – 1600) v/ph.
- Công suất động cơ ăn dao: 2,1 KW.
- Tốc độ động cơ ăn dao có thể điều chỉnh trong phạm vi (2,1 – 1500) v/ph, tốc độ lớn nhất: 3000 v/ph

4.3.2. Mạch điện hệ thống truyền động chính máy doa 2620

4.3.2.1. Giới thiệu sơ đồ hệ thống truyền động chính máy doa 2620

Sơ đồ nguyên lý mạch điện hệ thống truyền động chính và truyền động bơm dầu của máy doa 2620 được biểu diễn trên hình 4.2.



Hình 4.2. Sơ đồ nguyên lý mạch điện hệ thống truyền động chính máy doa ngang 2620

Trong sơ đồ hình 4.2 có:

- Động cơ truyền động chính Đ là động cơ không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc hai cấp tốc độ: 1460 vg/ph khi dây quấn stator đấu tam giác (Δ) và 2890 vg/ph khi đấu sao kép (YY), việc chuyển đổi tốc độ từ thấp đến cao tương ứng với chuyển đổi từ đấu Δ sang YY và ngược lại được thực hiện bởi tay gạt cơ khí 2KH có liên quan đến thiết bị chuyển đổi tốc độ, nếu tiếp điểm 2KH hở dây quấn động cơ sẽ được đấu Δ ứng với tốc độ thấp, khi 2KH kín dây quấn động cơ được đấu YY tương ứng với tốc độ cao. Động cơ truyền động chính được hãm ngược khi phát lệnh dừng. Tiếp điểm 1KH liên quan đến thiết bị chuyển đổi tốc độ trực chính, nó ở trạng thái hở trong thời gian chuyển đổi tốc độ và chỉ kín khi đã chuyển đổi xong.

- Động cơ được không làm việc theo hai chiều khi làm việc nhờ các công tắc tơ 1T, 1N và khi thử máy nhờ các công tắc tơ 2T, 2N.

- Động cơ bơm dầu bôi trơn ĐB, nó được đóng cắt điện đồng thời với động cơ truyền động chính nhờ công tắc tơ KB và các tiếp điểm liên động.

- Các phần tử bảo vệ và không chế tự động: Bảo vệ ngắn mạch phần động cơ truyền động chính dùng cầu chì 1CC, phần động cơ truyền động bơm dầu dùng cầu chì 2CC. Bảo vệ quá tải sử dụng các rơ le nhiệt 1RN và 2RN. Hạn chế tốc độ khi thử máy và hạn chế dòng điện khi hãm ngược Đ nhờ các điện trở phụ R_f . Không chế tự động quá trình hãm ngược động cơ Đ theo nguyên tắc tốc độ nhờ rơ le kiểm tra tốc độ tác động theo chiều quay (RKT-1 kín khi tốc độ thuận đạt đến một giá trị nào đó trở lên, RKT-2 kín khi tốc độ ngược đạt đến một giá trị nào đó trở lên). Không chế tự động hạn chế dòng điện trong quá trình khởi động động cơ lên tốc độ cao dùng nguyên tắc thời gian nhờ rơ le thời gian R_{th} .

4.3.2.2. Nguyên lý làm việc

a. Khởi động động cơ truyền động chính khi làm việc

Ta xét trường hợp khởi động Đ lên tốc độ cao theo chiều quay thuận: đặt tay gạt tốc độ ở vị trí tốc độ cao thì 2KH kín, nếu việc chuyển đổi tốc độ trực chính bằng hộp số đã hoàn thành (các bánh răng đã ăn khớp) thì 1KH kín. Để khởi động động cơ trong trường hợp này ta ấn nút MT dẫn đến công tắc tơ 1T có điện, 1T tác động đóng các tiếp điểm thường mở của nó để chuẩn bị cấp nguồn cho mạch stator động cơ và cấp điện cho cuộn dây công tắc tơ KB. Công tắc tơ KB có điện và tác động cấp điện cho động cơ bơm dầu làm việc, đồng thời tiếp điểm thường mở KB nối tiếp trong mạch cuộn dây các công tắc tơ Ch, 1Nh, 2Nh đóng lại, đầu tiên Ch và rơ le thời gian R_{th} có điện. Các tiếp điểm thường mở của Ch đóng, dây quấn stator động cơ được nối dạng Δ và nối vào lưới điện xoay chiều, động cơ khởi động theo chiều quay thuận từ tốc độ bằng không lên tốc độ thấp, khi tốc độ động cơ đạt đến một giá trị nào đó thì tiếp điểm RKT-1 đóng lại để chuẩn bị cho quá trình hãm ngược động cơ khi cần dừng. Sau khoảng thời gian chỉnh định, rơ le R_{th} tác động làm mở tiếp điểm thường kín mở chậm trong mạch cuộn dây Ch đồng thời đóng tiếp điểm thường mở đóng chậm trong mạch cuộn dây 1Nh, dẫn đến Ch mất điện, 1Nh có điện và tiếp sau là 2Nh có điện. Các công tắc tơ 1Nh và 2Nh tác động sẽ chuyển dây quấn stator động cơ sang nối dạng YY, động cơ chuyển sang khởi động trên đặc tính mới và tiến tới làm việc ở tốc độ cao.

Trường hợp khởi động động cơ lên tốc độ cao theo chiều quay ngược: Ấn MN, công tắc tơ 1N có điện và làm việc, các quá trình khác tiếp sau hoàn toàn tương tự như khi khởi động theo chiều

thuận. Khi 1N tác động thì mạch stator động cơ được nối vào lưới điện xoay chiều với sự thay đổi thứ tự hai pha B và C so với khi 1T làm việc, do vậy chiều quay của động cơ sẽ là ngược.

b. Thử động cơ truyền động chính

Trong mạch điện này có chế độ thử máy để kiểm tra động cơ truyền động chính. Ví dụ, cần thử khởi động động cơ theo chiều thuận: Ấn nút TT, công tắc tơ 2t có điện đóng các tiếp điểm thường mở 2T cấp điện cho mạch stator động cơ qua các điện trở phụ R_f (mạch stator động cơ đấu dạng Δ), động cơ sẽ khởi động theo chiều thuận lên tốc độ rất thấp (do có R_f), ngừng ấn TT thì 2T mất điện, động cơ được cắt điện và dừng. Để thử động cơ theo chiều ngược sử dụng nút ấn TN.

c. Nguyên lý dừng động cơ truyền động chính

Động cơ truyền động chính được hãm ngược khi dừng máy. Nguyên lý quá trình hãm dừng động cơ như sau:

Giả thiết động cơ đang làm việc ở tốc độ cao theo chiều quay thuận, khi đó các công tắc tơ và rơ le 1T, KB, 1Nh, 2Nh, Rtr, Rth, 1RH có điện, thêm nữa tiếp điểm RKT-1 của rơ le kiểm tra tốc độ đang đóng. Để dừng động cơ Đ ta ấn nút dừng D. Khi ấn nút dừng D, các công tắc tơ 1T và KB mất điện cắt điện động cơ truyền động chính và bơm dầu, đồng thời các tiếp điểm thường mở của KB trong mạch không chế mở ra dẫn đến 1Nh, 2Nh, Rtr, Rth mất điện. Do Rth mất điện nên tiếp điểm thường kín của nó trong mạch các cuộn dây 2T và 2N đóng lại, rơ le 1RH vẫn được cấp điện nên các tiếp điểm thường mở của nó vẫn đóng, dẫn đến công tắc tơ 2N có điện đóng các tiếp điểm thường mở của nó trong mạch lực để cấp điện trở lại cho động cơ nhưng qua các điện trở phụ và có sự thay đổi vị trí 2 trong 3 pha so với khi 1T đang làm việc đồng thời mạch stator của động cơ đấu dạng Δ , động cơ Đ chuyển sang hãm ngược làm giảm nhanh tốc độ, khi tốc độ động cơ giảm xuống giá trị khá nhỏ (giá trị nhỏ của rơ le kiểm tra tốc độ) thì tiếp điểm RKT-1 mở ra làm cho 1RH mất điện, dẫn đến 2N cũng mất điện, cắt động cơ ra khỏi nguồn xoay chiều, quá trình hãm ngược kết thúc.

4.3.3. Mạch điện hệ thống TĐ ăn máy doa 2620

4.3.3.1. Giới thiệu sơ đồ hệ thống truyền động ăn dao máy doa 2620

- Hệ thống truyền động ăn dao của máy doa 2620 cần thỏa mãn các yêu cầu sau:

+ Đảm bảo điều chỉnh trơn tốc độ động cơ với phạm vi $D = 800:1$ (tốc độ ăn dao thay đổi trong phạm vi: $2,2 \text{ mm/ph} \div 1760 \text{ mm/ph}$);

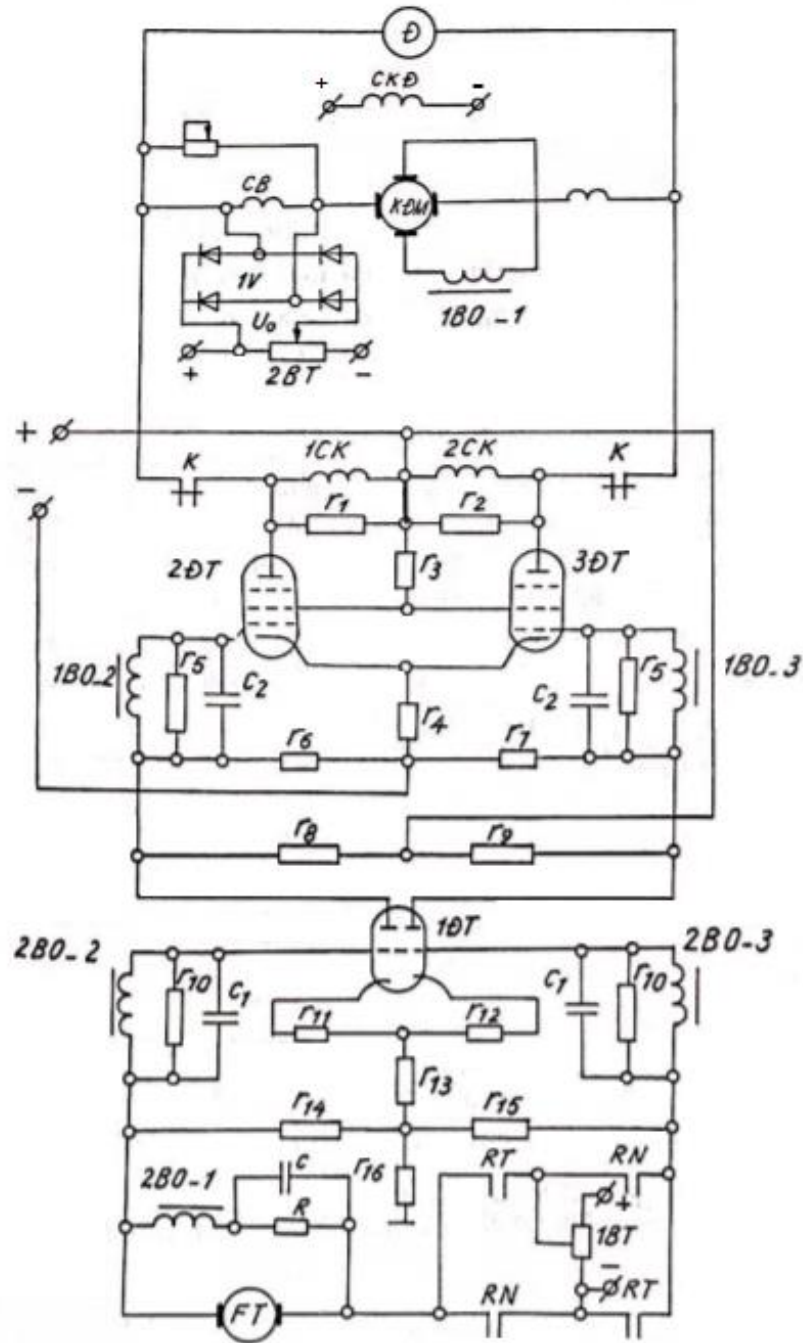
+ Đảm bảo sai lệch tĩnh cho phép nhỏ ($[s_i] \leq 5\%$);

+ Có tự động hạn chế phụ tải cả trong chế độ tĩnh và chế độ động;

+ Đảm bảo đảo chiều quay và dừng chính xác.

- Sơ đồ nguyên lý hệ thống truyền động ăn dao máy doa 2620 được biểu diễn trên hình 4.3:

+ Phần mạch lực: Gồm có động cơ Đ là động cơ một chiều kích từ độc lập dùng để truyền động ăn dao, CKĐ là cuộn kích từ của Đ; KĐM là máy điện khuếch đại (còn gọi là khuếch đại máy điện), đây là mạch phát một chiều đặc biệt có hệ số khuếch đại điện áp và công suất lớn, KĐM dùng để cung cấp điện cho mạch phản ứng Đ và điều chỉnh tốc độ của Đ nhờ thay đổi sức điện động của KĐM, KĐM có hai cuộn dây kích từ 1CK và 2CK (còn được gọi là các cuộn dây không chế) và cuộn dây bù CB.



Hình 4.3. Sơ đồ nguyên lý mạch điện hệ thống truyền động ăn dao máy dao ngang 2620

+ Phần mạch khống chế (điều khiển) gồm: Bộ khuếch đại điện tử gồm hai tầng khuếch đại cân bằng, tầng thứ nhất thường gọi là tầng khuếch đại điện áp dùng một đèn ba cực kép 1ĐT dùng để tổng hợp các tín hiệu chủ đạo và phản hồi âm tốc độ và tín hiệu phản hồi âm vi phân (đạo hàm) tốc độ, tầng thứ hai dùng hai đèn 5 cực 3ĐT và 4ĐT dùng để tổng hợp tín hiệu ra của tầng thứ nhất với tín hiệu phản hồi âm vi phân dòng mạch ngang của KĐM và thực hiện khuếch đại chúng để đảm bảo công suất ra điều khiển được các cuộn dây khống chế của KĐM; mạch tạo tín hiệu chủ đạo có chiết áp 1BT, nguồn một chiều và các tiếp điểm RT (cho quay thuận) và RN (cho quay ngược); mạch lấy tín hiệu phản hồi âm tốc độ dùng máy phát tốc FT; mạch tạo tín hiệu phản hồi âm vi phân tốc độ dùng biếm áp vi phân 2BO có cuộn sơ cấp 2BO-1 mắc vào mạch phản ứng máy phát tốc qua mạch R và C song song, còn hai cuộn thứ cấp 2BO-2 và 2BO-3 mắc trong mạch lưới của các nửa

đèn 1ĐT; mạch lấy tín hiệu phản hồi áp vi phân dòng điện mạch ngang của KĐM (tương đương với đạo hàm điện áp đặt vào động cơ) sử dụng máy biến áp vi phân 1BO có cuộn sơ cấp mắc trong mạch ngang của KĐM và hai cuộn thứ cấp 2BO-2 và 2BO-3 mắc trong mạch lưới điều khiển của hai đèn 2ĐT và 3ĐT; để tự động hạn chế phụ tải trong hệ thống này thực hiện rẽ dòng cuộn dây bù CB của KĐM khi điện áp rơi trên nó vượt quá giá trị điện áp so sánh trên chiết áp 2BT (tương đương như phản hồi âm dòng điện có ngắt).

4.3.3.2. Nguyên lý làm việc của hệ thống truyền động ăn dao máy doa 2620

a. Khởi động động cơ truyền động ăn dao

Ở đây để nêu rõ nguyên lý làm việc của mạch điện trong quá trình khởi động động cơ ta giả thiết thực hiện khởi động động cơ lên một tốc độ đặt theo chiều thuận với mô men tải trên trục động cơ là $M_c = M_{đm}$. Trước tiên ta điều chỉnh chiết áp chủ đạo đến vị trí phù hợp với điện áp chủ đạo (u_{cd}) yêu cầu, giả thiết máy phát đã được quay (do động cơ sơ cấp kéo – không biểu diễn trên sơ đồ nguyên lý hệ thống) và các phần mạch điện khác đã sẵn sàng. Chuyển công tác điều khiển về vị trí quay thuận, RT và K có điện, các tiếp điểm thường mở của RT đóng lại cấp nguồn cho chiết áp chủ đạo dẫn đến có điện áp chủ đạo như yêu cầu, các tiếp thường kín K mở ra tách mạch các cuộn dây không chế KĐM ra khỏi mạch phản ứng động cơ và KĐM. Do xuất hiện điện áp chủ đạo, mặt khác khi bắt đầu khởi động thì tốc độ động cơ (n) bằng không nên điện áp trên đầu vào của bộ khuếch đại điện tử là $u_v = u_{cd} - \gamma n$ (γ là hệ số phản hồi âm tốc độ) có giá trị lớn, dẫn đến điện áp đầu ra lớn, KĐM được kích từ với dòng kích từ lớn nên sức điện động của nó lớn, cường bức tăng nhanh dòng điện phản ứng động cơ. Khi dòng động cơ lớn hơn dòng tải thì động cơ bắt đầu tăng tốc. Do sức từ động kích từ của KĐM ở giai đoạn đầu quá trình khởi động rất lớn nên dòng động cơ tăng nhanh và có khả năng xảy ra quá giá trị cho phép nếu không có thiết bị hạn chế. Trong sơ đồ này, khi dòng động cơ đạt đến một giá trị nào đó (giống như giá trị dòng điện ngắt trong hệ thống có phản hồi âm dòng có ngắt) thì điện áp rơi trên điện trở cuộn dây bù CB lớn hơn giá trị điện áp trên 2BT, sẽ có 2 trong 4 diode của 1V mở (tùy theo chiều dòng phản ứng) và một phần dòng phản ứng không đi qua CB mà rẽ mạch qua 2BT (rẽ mạch cuộn bù) làm cho KĐM bị thiếu bù, sức điện động của nó giảm xuống, tự động hạn chế dòng điện phản ứng động cơ tương tự như hệ thống có phản hồi âm dòng có ngắt, nhờ đó, trong giai đoạn đầu quá trình khởi động, sức điện động động cơ được hạn chế để dòng khởi động nằm trong giới hạn cho phép. Khi tốc độ động cơ tăng dần thì dòng phản ứng động cơ giảm dần nên thành phần dòng rẽ qua 2BT cũng giảm, mức độ thiếu bù giảm dần, sức điện động động cơ tăng dần để duy trì dòng động cơ đảm bảo quá trình khởi động nhanh. Mặt khác, khi n tăng thì phản hồi âm tốc độ cũng tăng làm cho điện áp vào bộ khuếch đại điện tử giảm dần nên điện áp ra của nó cũng giảm. Khi tốc độ động cơ gần đạt đến giá trị đặt, dòng động cơ giảm đến giá trị mà điện áp trên CB nhỏ hơn điện áp trên 2BT, các diode của 1V khóa lại, KĐM được bù đủ, sức điện động của nó chỉ phụ thuộc điện áp đặt vào các cuộn không chế. Tiếp theo, sự tăng n dẫn đến sức điện động KĐM giảm và dòng động cơ giảm nhanh, khi n bằng giá trị đặt thì dòng động cơ bằng dòng tải (bằng $I_{đm}$) và động cơ sẽ làm việc ổn định tại đó, quá trình khởi động kết thúc.

b. Điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động ăn dao

Giả thiết động cơ đang làm việc ổn định tại tốc độ đặt n_1 ứng với điện áp chủ đạo là u_{cd1} và mô men cản trên trục động cơ bằng định mức, ta cần điều chỉnh tốc độ động cơ lên giá trị đặt mới là n_2 ứng với điện áp chủ đạo là u_{cd2} và mô men tải vẫn là định mức. Khi động cơ đang làm việc ổn định tại n_1 , điện áp trên đầu vào bộ khuếch đại là $u_{v1} = u_{cd1} - \gamma n_1$. Để điều chỉnh tốc độ lên n_2 ta điều chỉnh con trượt của chiết áp 1BT, giả thiết điện áp chủ đạo thay đổi tức thời, khi u_{cd} tăng lên bằng u_{cd2} nhưng tốc độ động cơ vẫn chưa thay đổi (do quán tính cơ), khi đó điện áp trên đầu vào bộ khuếch đại là $u_v = u_{cd2} - \gamma n_1 > u_{v1} = u_{cd1} - \gamma n_1$ nên điện áp ra bộ khuếch đại tăng, dẫn đến sức điện động KĐM tăng làm cho dòng phản ứng động cơ tăng lớn hơn dòng tải, động cơ tăng tốc (quá trình này cũng tương tự như một giai đoạn của quá trình khởi động), khi tốc độ đạt đến n_2 thì dòng động cơ giảm về bằng dòng tải và động cơ đi vào làm việc ổn định ở tốc độ mới.

c. Tự động ổn định tốc độ động cơ truyền động ăn dao

Cũng tương tự như các hệ thống khác đã xét, trong hệ thống này cũng sử dụng phản hồi âm tốc độ để ổn định tốc độ. Nhờ hệ số khuếch đại của bộ khuếch đại điện tử rất lớn nên đạt được sai lệch tốc độ rất nhỏ.

d. Tự động hạn chế phụ tải

Như đã nêu ở phần trước, trong hệ thống này sử dụng việc rẽ dòng cuộn dây bù của KĐM để thay thế cho phản hồi âm dòng có ngắt ở các hệ thống khác. Nguyên lý tác động của mạch điện như sau:

Chế độ động: Đã được mô tả trong phần khởi động.

Chế độ tĩnh: Nếu mô men trên trục động cơ tăng lớn hơn mô men định mức một mức độ nào đó, thì suất áp trên cuộn dây bù CB vượt quá giá trị điện áp so sánh trên chiết áp 2BT, khi đó sẽ có 2 trong 4 diode của 1V mở và một phần dòng phản ứng sẽ được rẽ qua mạch này mà không đi qua CB, dẫn đến KĐM bị thiếu bù nên sức điện động của nó giảm làm cho tốc độ động cơ giảm, nếu tải tiếp tục tăng thì dòng động cơ tăng, KĐM thiếu bù mạnh hơn, kết quả là tốc độ động cơ sẽ giảm mạnh. Tác động này hạn chế công suất của cả hệ thống, nếu tải tăng đến một mức nhất định nào đó thì tốc độ động cơ sẽ giảm về bằng không (kể cả trường hợp kẹt trục) nhưng dòng động cơ không quá mức cho phép (trong thời gian ngắn, và có têh cho phép bằng 2,5 lần dòng điện định mức

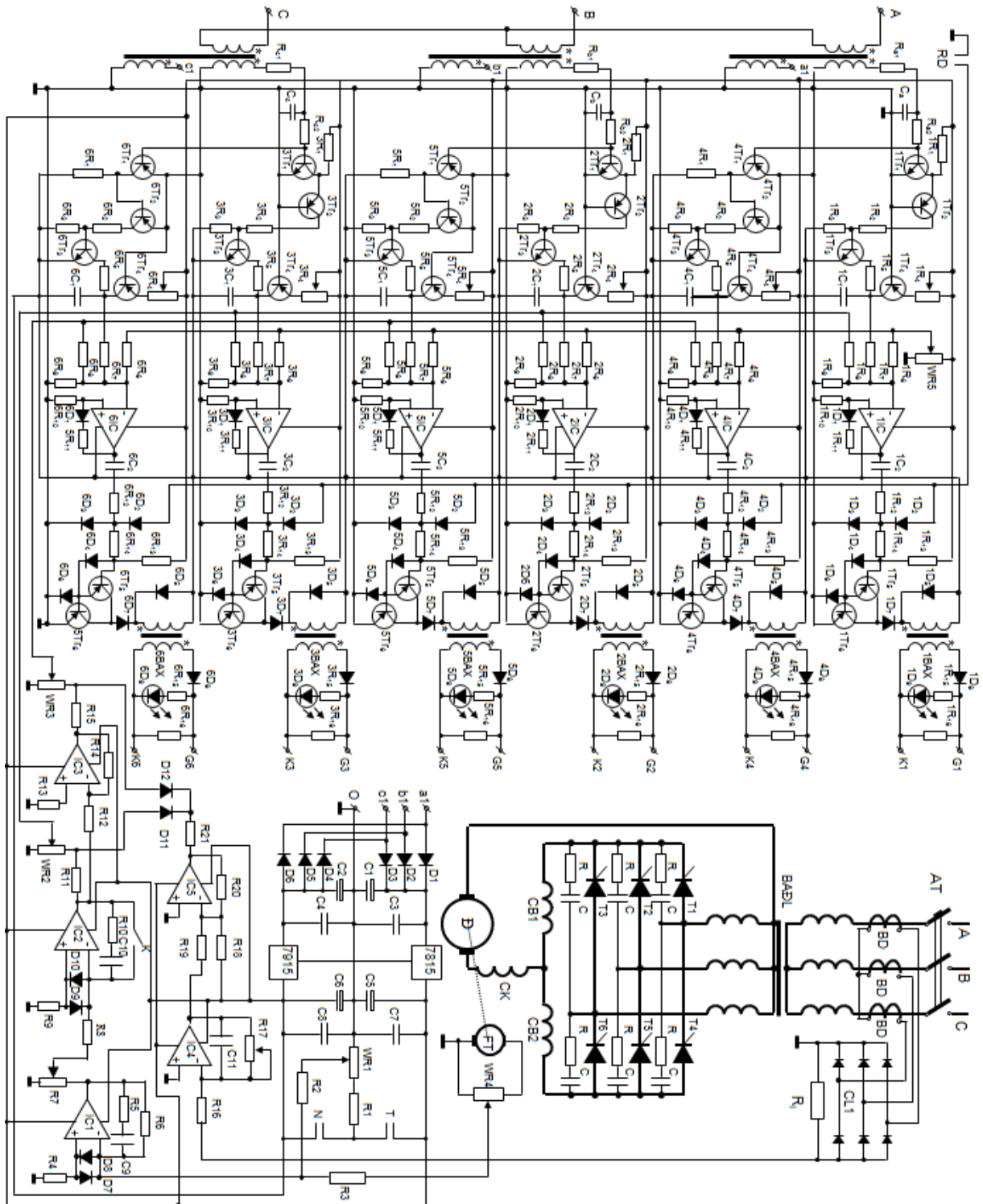
e. Hãm dừng động cơ

Giả sử động cơ đang quay thuật, RT và K đang có điện, ta phát lệnh dừng làm cho RT và K mất điện. Trên đầu vào bộ khuếch đại điện tử mất điện áp vào, có thể xem như đầu ra của nó cũng không còn điện áp, do mạch phản ứng động cơ và máy điện khuếch đại được nối kín (tương đương như nối mạch phản ứng động cơ qua một điện trở nhỏ, động cơ có thể xem như chuyển sang hãm động năng làm cho tốc độ động cơ giảm nhanh về bằng không. Các tiếp thường kín K nối các cuộn dây 1CK và 2CK vào mạch phản ứng động cơ khi dừng máy có tác dụng khử từ dư của KĐM.

4.4. Mạch điện truyền động ăn dao máy doa dùng hệ thống T - Đ

Trước đây truyền động ăn dao máy doa 2620 và nhiều loại máy doa khác đều dùng hệ thống KĐM - Đ. Từ khi các bộ biến đổi dùng thyristor được sử dụng phổ biến thì hầu hết các hệ thống

truyền động an dao máy doa có yêu cầu phạm vi điều chỉnh rộng đều chuyển sang dùng hệ thống chỉnh lưu điều khiển thyristor – động cơ điện một chiều (hệ thống T - Đ). Sau đây ta sẽ phân tích một mạch điện dùng hệ T - Đ để truyền động an dao máy doa.



Hình 4.4. Sơ đồ nguyên lý một hệ thống truyền động an dao máy doa dùng hệ T-Đ

4.4.1. Sơ đồ nguyên lý

Trên hình 4.4 là sơ đồ nguyên lý một hệ thống truyền động an dao máy doa dùng hệ T - Đ. Hệ thống này có thể sử dụng cho các máy doa ngang hoặc máy doa tọa độ.

4.4.1.1. Phần mạch lực của hệ thống truyền động

Mạch lực của hệ thống gồm có động cơ truyền động ăn dao Đ, đây là động cơ một chiều kích từ độc lập, điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp thay đổi điện áp mạch phản ứng động cơ. Để cung cấp cho phần ứng động cơ sử dụng bộ biến đổi (BBĐ) có đảo dòng dùng hai sơ đồ chỉnh lưu có điều khiển dạng hình tia ba pha sử dụng phương pháp điều khiển phối hợp cho BBĐ. Các bộ phận chính của BBĐ gồm sơ đồ chỉnh lưu thuận bằng T1 ÷ T3 mắc Ka tốt chung, sơ đồ chỉnh lưu ngược bằng T4 ÷ T6 mắc A tốt chung, các cuộn kháng hạn chế dòng cân bằng CB1 và CB2. Trong hệ thống còn có cuộn kháng san bằng (lọc) CK, các mạch R-C bảo vệ quá áp cho các van. BBĐ được cung cấp nguồn từ máy biến áp ba pha BAĐL đấu Y/Y₀. Bảo vệ ngắn mạch và quá tải cho mạch lực dùng áp tô mát AT.

4.4.1.2. Phần mạch điều khiển của hệ thống truyền động

a. Mạch phát xung điều khiển các van của hai sơ đồ chỉnh lưu

Trong hệ thống dùng 6 kênh phát xung để điều khiển 6 van chỉnh lưu.

- *Mạch đồng bộ hóa*: hai van trong cùng một pha nguồn sử dụng chung điện áp đồng bộ; như vậy mạch đồng bộ hóa gồm có máy biến áp đồng bộ ba pha có bộ cuộn dây sơ cấp đấu Y và hai bộ cuộn dây thứ cấp đều đấu Y₀, trong đó một dùng làm tín hiệu đồng bộ, còn một để cấp cho mạch chỉnh lưu tạo nguồn nuôi một chiều; tín hiệu đồng được dịch pha 30⁰ nhờ mạch R, C, ví dụ với pha A là R_{a1}, R_{a2} và C_a.

- *Mạch tạo điện áp răng cưa*: mỗi kênh phát xung dùng 4 transistor từ Tr₁ đến Tr₄, tụ C₁, các điện trở R₁ ÷ R₅, trong đó R₄ là biến trở dùng để hiệu chỉnh biên độ điện áp trên tụ C₁. Do hai kênh phát xung cho hai van của hai sơ đồ chỉnh lưu mắc cùng một pha cần xung ra lệch nhau một nửa chu kỳ nguồn, trong khi điện áp đồng bộ dùng chung nên transistor Tr₁ của hai kênh khác loại nhau (kênh phát xung cho van mắc Ka tốt chung là loại NPN, còn kênh phát xung cho van mắc A tốt chung là loại PNP vì một mở ở nửa chu kỳ dương của điện áp đồng bộ còn một mở ở nửa chu kỳ âm). Trong hệ thống này, biên độ điện áp trên tụ thường điều chỉnh đạt 15V. Điện áp răng cưa đưa vào khâu so sánh (so với mát) là $u_{rc} = u_{C1} - U_{cc} = u_{C1} - 15V$.

- *Mạch so sánh*: Mạch so sánh mỗi kênh dùng một khuếch đại thuật toán (IC) được mắc theo sơ đồ khuếch đại đảo có phản hồi dương theo một hướng (khi điện áp đầu ra âm). Tín hiệu vào khâu so sánh gồm ba điện áp: điện áp răng cưa u_{rc} lấy từ mạch tạo điện áp răng cưa, điện áp điều khiển $u_{đkth}$ hoặc $u_{đkng}$ lấy từ đầu ra bộ khuếch đại trung gian (bộ điều chỉnh), và điện áp dịch U_0 lấy từ chiết áp WR5. Do yêu cầu là BBĐ ở chế độ điều khiển phối hợp tuyến tính khi làm việc bình thường (khi chưa có tác động của phản hồi âm dòng điện có ngắt), khi đó phải đảm bảo tổng góc điều khiển của cả hai sơ đồ luôn bằng 180⁰, để đảm bảo điều này ở đây thực hiện: điện áp dịch U_0 được điều chỉnh bằng ½ biên độ điện áp răng cưa, còn các điện áp điều khiển $u_{đkth} = -u_{đkng}$ ($u_{đkth}$ đối với các kênh phát xung cho các thyristor sơ đồ chỉnh lưu thuận, còn $u_{đkng}$ đối với các kênh phát xung cho các thyristor sơ đồ chỉnh lưu ngược).

- *Mạch sửa xung*: Các phần tử cơ bản của mạch này là tụ điện C₂, R₁₂, R₁₄, ngoài ra còn có các diode D₂ ÷ D₆, R₁₃ và phối hợp với mạch khuếch đại xung bằng hai transistor Tr₅ và Tr₆. Trong

phần này có diode D₂ và tiếp điểm rơ le dòng điện RD là mạch bảo vệ quá dòng (RD tác động sẽ không có xung mở tất các các van của BBD).

- *Mạch khuếch đại và truyền xung*: Dùng một tầng khuếch đại bằng 2 transistor mắc nối tiếp, sử dụng máy biến áp xung để truyền xung.

b. Các khâu lấy tín hiệu phản hồi

Hệ thống dùng hai phản hồi: phản hồi âm tốc độ sử dụng máy phát tốc FT và chiết áp WR4 để điều chỉnh hệ số phản hồi; phản hồi âm dòng điện có ngắt sử dụng bộ ba máy biến dòng BD, bộ chỉnh lưu cầu ba pha không điều khiển CL1, điện trở R_i, ngoài ra còn có khuếch đại thuật toán IC4, tụ C11, điện trở R16 và biến trở R17, đây là các phần tử đóng vai trò lọc và hiệu chỉnh tín hiệu phản hồi dòng.

c. Khâu tổng hợp và khuếch đại các tín hiệu (bộ điều chỉnh)

Trong hệ thống này, hai tín hiệu phản hồi âm tốc độ và âm dòng điện có ngắt được tổng hợp riêng rẽ. Trong đó khâu đảm nhận chức năng hệ số khuếch đại K_n thực chất là bộ điều chỉnh PI.

- *Khâu tổng hợp và khuếch đại tín hiệu u_{cd} – γ*:

Khâu này sử dụng ba khuếch đại thuật toán (KĐTT) là IC1, IC2 và IC3 đều mắc theo sơ đồ khuếch đại đảo, trong đó IC1 là bộ PI thực tế (có hệ số khuếch đại tĩnh hữu hạn), đảm nhận việc tổng hợp tín hiệu chủ đạo u_{cd} với tín hiệu phản hồi âm tốc độ γ_n, IC2 cùng với các phần tử liên quan đảm nhận chức năng bộ điều chỉnh PI (khử sai lệch tĩnh), tín hiệu ra của mạch này được đưa qua bộ phân áp gồm R11 và WR2 cho ra điện áp điều khiển mạch phát xung các van chỉnh lưu sơ đồ thuận u_{đkth}. Điện áp đầu ra của IC2 còn được đưa điện bộ khuếch đại đảo dấu dùng IC3, đầu ra IC3 có điện áp bằng về giá trị nhưng ngược dấu với điện áp đầu ra IC2. Điện áp ra của IC3 được đưa qua bộ phân áp gồm R15 và WR3 (tương tự R11 và WR2) cho ra điện áp điều khiển các van chỉnh lưu sơ đồ ngược u_{đkng}, nhờ đó ta có u_{đkth} = -u_{đkng} (khi khâu phản hồi âm dòng điện có ngắt chưa tác động). Trong các bộ phân áp đầu ra các IC2 và IC3, các điện trở R11 và R15 có thêm chức năng (chức năng cơ bản) là phối hợp khâu tổng hợp tín hiệu phản hồi dòng để thực hiện nhiệm vụ tổng hợp tín hiệu ra của bộ phận đảm nhận chức năng khâu K_n với tín hiệu phản hồi âm dòng điện có ngắt.

- *Khâu tổng hợp tín hiệu âm dòng điện có ngắt*:

Để so sánh tín hiệu phản hồi âm dòng với tín hiệu ngắt sử dụng IC5 mắc theo sơ đồ khuếch đại đảo, điện áp phản hồi âm dòng điện β_{I_d} lấy đầu ra của IC4 có giá trị dương được so sánh với điện áp ngắt có giá trị âm lấy từ -U_{cc} = -15V, giá trị β_{I_{ng}} được tính toán và điều chỉnh dựa vào tỷ số các điện trở R19 và R18, cụ thể: |β_{I_{ng}}| = (U_{cc}R19)/R18, ví dụ nếu R19/R18 = 1/3 thì giá trị điện áp ngắt là 5V. Tín hiệu ra của IC5 được tổng hợp với tín hiệu ra của IC2 hoặc IC3 (phụ thuộc điện áp nào có giá trị dương) nhờ các điện trở R11, R15 và các diode D11, D12.

- *Hoạt động của bộ khuếch đại*:

+ Khi tín hiệu phản hồi âm dòng có ngắt chưa tác động:

Khi chưa có tác động của phản hồi âm dòng có ngắt, tức là khi |β_{I_d}| < |β_{I_{ng}}|, khi đó điện áp đầu ra của IC5 rất dương (≈ U_{cc}). các diode D11 và D12 đều khóa. Trong trường hợp này, tín hiệu

đầu vào của hệ là $u_{cd} - \gamma n$ và sẽ được khuếch đại bởi hai tầng khuếch đại bằng IC1 và IC2. Điện áp đầu ra là các điện áp điều khiển mạch phát xung luôn đảm bảo quan hệ: $u_{dkth} = -u_{dkng}$, tức là ta luôn có $\alpha_1 = -\alpha_2$, BBD làm việc trong chế độ điều khiển phối hợp tuyến tính, chế độ làm việc của động cơ có thể tham khảo ở Chương 4, Giáo trình Tổng hợp hệ điện cơ. Nếu có $u_{dkth} > 0$, $\alpha_1 < 90^\circ$ thì $u_{dkng} < 0$, $\alpha_2 > 90^\circ$, khi đó nếu động cơ làm việc ở chế độ động cơ thì động cơ quay theo chiều thuận và sơ đồ chỉnh lưu thuận ở chế độ chỉnh lưu còn sơ đồ chỉnh lưu ngược ở chế độ nghịch lưu đợi, ...

- Chú ý: Trong sơ đồ có tiếp điểm K mắc song song với mạch phản hồi R-C của tần khuếch đại dùng IC2, tiếp điểm này sẽ mở khi hệ thống làm việc và khi đó tầng khuếch đại này là một khâu PI (hệ số khuếch đại tĩnh bằng vô cùng lớn); khi thì thống không làm việc (chưa chuyển công tác điều khiển về vị trí làm việc) thì K đóng, đồng nghĩa với hệ số khuếch đại của tầng bằng không, đảm bảo $u_{dkth} = -u_{dkng} = 0$, tránh những rung động quá mức có thể xảy ra khi khởi động hệ thống.

+ Khi có tác động của phản hồi âm dòng điện có ngắt:

Nếu do nguyên nhân nào đó (tải tăng, khởi động, điều chỉnh tốc độ hoặc đảo chiều) mà dòng phản ứng động cơ tăng đạt và vượt giá trị ngắt, khi đó điện áp đầu ra của IC5 giảm xuống và có thể chuyển sang âm (phụ thuộc vào độ lớn của dòng động cơ I_d), nếu điện áp đầu ra IC5 nhỏ hơn điện giữa điểm nối R11 với WR2 hoặc R15 với WR3 thì D11 hoặc D12 sẽ mở, giả thiết điện áp ra IC2 dương, khi xảy ra trường hợp trên thì D11 mở, sẽ có thêm thành phần dòng điện từ đầu ra IC2 qua R11 rồi qua D11 và R21 đến đầu ra IC5, thành phần dòng điện này làm cho điện áp rơi trên R11 tăng lên so với khi chưa có nó, kết quả điện áp u_{dkth} giảm xuống, α_1 tăng lên. Các phân tích đều cho thấy, dù động cơ đang ở chế độ động cơ hay chế độ hãm thì trong trường này dòng động cơ đều qua sơ đồ chỉnh lưu thuận, như vậy α_1 tăng thì điện ra của sơ đồ này giảm và đều có xu hướng làm giảm dòng trong mạch phản ứng động cơ. Thêm nữa, nếu giả thiết điện áp ra IC3 vẫn vậy, tức là u_{dkng} không thay đổi (trong thực tế thì mọi sự biến đổi nào đó của hệ thống đều kéo theo sự biến đổi của điện áp ra các KĐTT IC2 và IC3) thì α_2 sẽ không thay đổi, tức là tổng góc điều khiển của hai sơ đồ bây giờ lớn hơn 180° , có nghĩa là BBD chuyển sang làm việc trong chế độ điều khiển phối hợp phi tuyến. Điều này là có lợi vì chế độ điều khiển phối hợp phi tuyến BBD có đảo dòng sẽ có dòng cân bằng nhỏ hơn điều khiển phối hợp tuyến tính, trong khi đó ta không chịu ảnh hưởng không tốt của chế độ điều khiển phối hợp phi tuyến là xuất hiện khoảng ngừng dòng khi đổi chiều dòng vì với dòng điện lớn hơn định mức khá nhiều thì hầu như không có khả năng đổi chiều dòng, còn khi dòng điện giảm xuống có khả năng xuất hiện sự đổi chiều dòng qua không thì khâu phản hồi âm dòng có ngắt đã ngừng tác động và hệ thống đã chuyển về điều khiển phối hợp tuyến tính.

4.4.2. Nguyên lý hoạt động của mạch điện

4.4.2.1. Nguyên lý quá trình khởi động

Giả thiết cần khởi động động cơ từ tốc độ bằng không lên một tốc độ đặt là n_1 với mô men trên trục động cơ bằng định mức và tương ứng với điện áp chủ đạo là $u_{cd1} > 0$. Khi cấp nguồn cho tất cả các mạch điện để chuẩn bị cho động cơ làm việc, điện áp điều khiển các nhóm mạch phát xung như đã nêu là $u_{dkth} = -u_{dkng} = 0$, các van chỉnh lưu của cả hai sơ đồ đều có xung điều khiển với góc điều khiển đang là $\alpha_1 = \alpha_2 = 90^\circ$, nên điện áp ra cả hai sơ đồ đều bằng không, động cơ chưa làm việc (trong thực tế, lúc đó qua động cơ vẫn có dòng điện nhưng chỉ có thành phần xoay chiều). Khi

chuyển công tác điều khiển về vị trí làm việc, cụ thể là cho động cơ quay thuận, các rơ le K và T có điện, K mở tiếp điểm trong mạch phản hồi của tầng khuếch đại bằng IC2, T đóng tiếp điểm của nó trong mạch điện áp chủ đạo làm xuất hiện điện áp chủ đạo với giá trị là u_{cd1} . Do khi bắt đầu khởi động, tốc độ động cơ bằng không nên điện áp đầu ra IC2 tăng nhanh và nhanh chóng đạt giá trị bão hòa dương, dẫn đến α_1 đạt giá trị min, điện áp ra của sơ đồ chỉnh lưu thuận đạt giá trị lớn nhất cường bức tăng nhanh dòng điện động cơ theo chiều thuận, khi dòng động cơ vượt qua dòng tải, động cơ bắt đầu tăng tốc theo chiều thuận. Khi dòng động cơ vượt giá trị dòng ngắt, khâu phản hồi âm dòng có ngắt tác động và D11 mở làm cho điện áp điều khiển sơ đồ thuận giảm, dẫn đến α_1 tăng lên, điện áp chỉnh lưu sơ đồ thuận giảm thực hiện hạn chế dòng điện, nhờ đó mà giá trị dòng điện khởi động được hạn chế trong phạm vi cho phép. Khi tốc độ động cơ tăng dần thì dòng điện động cơ cũng giảm dần đến tác động của phản hồi âm dòng điện có ngắt cũng giảm dần, điện áp điều khiển thuận tăng dần nên α_1 giảm dần làm cho điện áp ra của sơ đồ thuận tăng lên có tác dụng duy trì dòng điện động cơ để duy trì gia tốc trong quá trình khởi động. Khi tốc độ động cơ đạt đến một giá trị nào (gần tốc độ đặt) tầng khuếch đại bằng IC2 ra khỏi chế độ bão hòa, sự tăng của tốc độ kéo theo sự giảm của điện áp đầu ra IC2 nên $u_{đkth}$ giảm nên dòng động cơ giảm nhanh, khi dòng động cơ nhỏ hơn dòng ngắt, phản hồi âm dòng có ngắt ngừng tác động, hệ thống chỉ còn phản hồi âm tốc độ và động cơ nhanh chóng tiến đến điểm làm việc ổn định khi mô men động cơ cân bằng mô men tải, quá trình khởi động hoàn thành.

Việc khởi động động cơ theo chiều quay ngược hoàn toàn tương tự như khởi động theo chiều thuận, chỉ khác là trong trường hợp này rơ le N làm việc, $u_{cd} < 0$, sơ đồ chỉnh lưu ngược làm việc ở chế độ chỉnh lưu (sơ đồ chỉnh lưu thuận ở chế độ nghịch lưu đợ), dòng phản ứng và tốc độ động cơ đều theo chiều ngược (mang dấu âm).

4.4.2.2. Nguyên lý điều chỉnh tốc độ

Giả thiết động cơ đang làm việc ổn định tại tốc độ n_1 theo chiều quay thuận với mô men trên trục động cơ bằng định mức và tương ứng với điện áp chủ đạo là $u_{cd1} > 0$, khi đó điện áp trên đầu vào tầng khuếch đại dùng IC1 là $u_{v1} = u_{cd1} - \gamma n_1$ và điện áp điều khiển các kênh phát xung là $u_{đkth1}$ và $u_{đkng1}$ ($u_{đkth1} = -u_{đkng1}$), góc điều khiển sơ đồ chỉnh lưu thuận là α_{11} ($\alpha_{11} < 90^\circ$) sơ đồ thuận đang làm việc ở chế độ chỉnh lưu.

- Trường hợp điều chỉnh tăng tốc độ lên n_2 cũng với mô men tải bằng định mức và tương ứng điện áp chủ đạo $u_{cd2} > u_{cd1}$:

Để điều chỉnh tăng tốc độ ta điều chỉnh con trượt của chiết áp chủ đạo WR1 để u_{cd} tăng từ u_{cd1} lên u_{cd2} , giả thiết việc tăng điện áp u_{cd} xảy ra tức thời, khi u_{cd} tăng thì tốc độ động cơ chưa kịp thay đổi (do quán tính cơ học) nên điện áp đầu vào bộ khuếch đại là $u_{v11} = u_{cd2} - \gamma n_1$ lớn hơn u_{v1} nên điện áp đầu ra của IC2 tăng lên làm cho $u_{đkth}$ tăng lên, dẫn đến góc điều khiển sơ đồ chỉnh lưu thuận giảm, điện áp đầu ra của sơ đồ chỉnh lưu thuận tăng lên làm cho dòng phần động cơ tăng lớn hơn dòng tải nên làm cho động cơ tăng tốc. Tốc độ động cơ tăng dần thì phản hồi âm tốc độ tăng dần dẫn đến u_v giảm dần kéo theo điện áp điều khiển sơ đồ chỉnh lưu thuận giảm dần, α_1 tăng dần và điện áp đầu ra của sơ đồ chỉnh lưu thuận giảm dần, điều đó sẽ làm cho dòng phản ứng động cơ giảm và khi tốc độ tăng đến giá trị n_2 thì I_d giảm về bằng dòng tải I_c , động cơ sẽ làm việc ổn định tại tốc

độ đặt mới kết thúc quá trình tăng tốc. Trong quá trình tăng tốc, phụ thuộc vào chênh lệch giữa tốc độ trước (n_1) và tốc độ sau (n_2) khi điều chỉnh mà có thể có sự tham gia hay không tham gia của phản hồi âm dòng điện có ngắt (thường là có phản hồi âm dòng có ngắt tham gia và tác động của nó tương tự như trong phần khởi động).

- Trường điều chỉnh giảm tốc độ xuống n_3 cũng với mô men tải bằng định mức và tương ứng điện áp chủ đạo $u_{cd3} < u_{cd1}$:

Để điều chỉnh giảm tốc độ ta điều chỉnh con trượt của chiết áp chủ đạo WR1 để u_{cd} giảm từ u_{cd1} về u_{cd3} , giả thiết việc giảm điện áp u_{cd} xảy ra tức thời, khi u_{cd} giảm thì tốc độ động cơ chưa kịp thay đổi (do quán tính cơ học) nên điện áp đầu vào bộ khuếch đại là $u_{v12} = u_{cd3} - \gamma n_1$ nhỏ hơn u_{v1} , do hệ số khuếch đại của hệ thống rất lớn nên trong trường hợp này điện áp đầu ra của IC2 giảm và có thể đổi dấu làm cho u_{dkth} giảm và có thể chuyển sang âm còn u_{dkng} tăng và có thể chuyển sang dương. Ta xét với trường hợp n_3 khá nhỏ so với n_1 , khi đó, ở thời điểm đầu khi thay đổi điện áp chủ đạo điện áp ra IC2 sẽ đổi dấu làm cho u_{dkth} chuyển sang âm còn u_{dkng} chuyển sang dương, dẫn đến góc điều khiển sơ đồ chỉnh lưu thuận tăng lên lớn hơn 90^0 còn góc điều khiển sơ đồ chỉnh lưu ngược giảm về nhỏ hơn 90^0 , điện áp đầu ra của sơ đồ chỉnh lưu thuận giảm xuống (âm), còn điện áp ra của sơ đồ chỉnh lưu ngược chuyển sang dương dẫn đến dòng điện phản ứng động cơ giảm nhanh và đổi chiều sang ngược, khép mạch qua sơ đồ chỉnh lưu ngược, động cơ chuyển sang hãm ngược (giai đoạn ngắn ban đầu với việc xét đến quán tính điện từ của mạch phản ứng động cơ). Do sự tác động cùng chiều của sức điện động động cơ và điện áp đầu ra của sơ đồ chỉnh lưu ngược làm cho dòng động cơ tăng nhanh theo chiều ngược, khi giá trị dòng động cơ vượt giá trị dòng điện ngắt thì khâu phản hồi âm dòng có ngắt tác động. D12 mở nên u_{dkng} giảm và chuyển sang âm, góc điều khiển sơ đồ ngược chuyển sang lớn hơn 90^0 ($\alpha_2 > 90^0$) động cơ chuyển sang hãm tái sinh. Mô men hãm làm cho tốc độ động cơ giảm nhanh, tốc độ động cơ giảm dẫn đến sức điện động động cơ giảm làm cho giá trị dòng điện động cơ giảm (dòng động cơ đang theo chiều ngược, ở đây nói giảm là giảm về giá trị, không xét về dấu) nên tác động của phản hồi âm dòng có ngắt giảm (dòng rẽ qua D12 giảm). Mặt khác, tốc độ động cơ giảm thì phản hồi âm tốc độ giảm dẫn đến u_v tăng kéo theo điện áp đầu ra IC2 tăng dần (bớt âm và sau đó chuyển sang dương) nên điện áp điều khiển sơ đồ chỉnh lưu thuận tăng dần (tỉ lệ thuận với điện áp ra của IC2 - vì D11 không làm việc trong trường hợp này) làm cho α_1 giảm dần và chuyển sang nhỏ hơn 90^0 ; điện áp đầu ra IC2 tăng dần thì điện áp đầu ra IC3 giảm dần (bớt dương và sau đó chuyển sang âm) nhưng do tác dụng của phản hồi âm dòng có ngắt cũng giảm khi tốc độ động cơ giảm nên điện áp điều khiển sơ đồ chỉnh lưu ngược bớt âm dần làm α_2 cũng giảm dần, điều này có tác dụng duy trì dòng điện hãm ít thay đổi.

Khi tốc độ động cơ giảm đến một giá trị nào đó (gần và cao hơn tốc độ đặt thì dòng động cơ giảm nhỏ hơn giá trị ngắt, khâu phản hồi âm dòng có ngắt ngừng tác động, D12 khóa) và hệ thống chuyển sang chế độ điều khiển phối hợp tuyến tính ($u_{dkth} = -u_{dkng}$, $\alpha_1 + \alpha_2 = 180^0$), trong giai đoạn tiếp theo, sự giảm của tốc độ làm cho phản hồi âm tốc độ giảm nên điện áp ra của IC2 tăng nên u_{dkth} tăng và u_{dkng} giảm nên điện áp ra của BBD (U_d) tăng dẫn đến dòng động cơ giảm nhanh (chú ý: trong trường hợp này $U_d < E_D$ (E_D là sức điện động động cơ) và dòng phản ứng động cơ do E_D tạo ra và đang theo chiều ngược). Khi tốc độ giảm xuống giá trị nào đó thì điện áp ra của BBD (bằng điện áp ra của sơ đồ chỉnh lưu thuận - Điện tử công suất và Giáo trình Tổng hợp hệ điện cơ) cân

bằng với sức điện động động cơ, dòng động cơ giảm về bằng không (điểm không tải lý tưởng trên đặc tính mới), do tác dụng của mô men tải nên tốc độ động cơ tiếp tục giảm, dòng động cơ đổi chiều sang thuận và động cơ chuyển sang giai đoạn giảm tốc ở chế độ động cơ theo chiều quay thuận. Quá trình giảm tốc làm cho u_{dkth} tiếp tục tăng, α_1 tiếp tục giảm, điện áp ra của sơ đồ chỉnh lưu thuận U_{d1} tăng nên dòng động cơ tăng, và khi đạt đến tốc độ n_3 (theo tính toán) thì I_d cân bằng với I_c và động cơ chuyển sang làm việc ổn định tại đó, kết thúc quá trình giảm tốc.

4.4.2.3. Nguyên lý tự động ổn định tốc độ

Giả thiết động cơ đang làm việc ổn định tại tốc độ n_1 theo chiều quay thuận với mô men trên trục động cơ bằng định mức và tương ứng với điện áp chủ đạo là $u_{cd1} > 0$, khi đó điện áp trên đầu vào tầng khuếch đại dùng IC1 là $u_{v1} = u_{cd1} - \gamma n_1$ và điện áp điều khiển các nhóm kênh phát xung là u_{dkth1} và u_{dkng1} ($u_{dkth1} = -u_{dkng1}$), góc điều khiển sơ đồ chỉnh lưu thuận là α_{11} , sơ đồ thuận đang làm việc ở chế độ chỉnh lưu. Vì một nguyên nhân đó, giả thiết do tải tăng, tốc độ động cơ có xu hướng giảm, dẫn đến u_v tăng lên, dẫn đến u_{dkth} tăng nên α_1 giảm, dẫn đến U_{d1} tăng làm cho tốc độ được nâng lên tức là tốc độ sẽ được kéo về giá trị đặt. Với hệ thống này, nếu giả thiết KĐTT và các phần tử R và C trong bộ khuếch đại là lý tưởng thì không có sai lệch tốc độ ở chế độ ổn định.

4.4.2.4. Nguyên lý đảo chiều quay

Cũng giả thiết động cơ đang làm việc ổn định tại tốc độ n_1 theo chiều quay thuận với mô men trên trục động cơ bằng định mức và tương ứng với điện áp chủ đạo là $u_{cd1} > 0$, khi đó điện áp trên đầu vào tầng khuếch đại dùng IC1 là $u_{v1} = u_{cd1} - \gamma n_1$ và điện áp điều khiển các kênh phát xung là u_{dkth1} và u_{dkng1} ($u_{dkth1} = -u_{dkng1} > 0$), góc điều khiển sơ đồ chỉnh lưu thuận là $\alpha_{11} < 90^\circ$, sơ đồ thuận đang làm việc ở chế độ chỉnh lưu. Cần đảo chiều động cơ sang tốc độ ngược $n = -n_1$ với mô men cản trên trục vẫn bằng định mức (tải phản kháng), tương ứng điện áp chủ đạo là $u_{cd4} = -u_{cd1}$.

Để đảo chiều quay động cơ theo yêu cầu nêu trên, ta thay đổi điện áp chủ đạo bằng cách cắt điện rơ le T và cấp điện cho rơ le N, điện áp cấp vào phân áp chủ đạo đảo dấu nên u_{cd} thay đổi từ u_{cd1} sang $u_{cd4} = -u_{cd1}$. Do quán tính cơ học tốc độ động cơ chưa kịp thay đổi nên vẫn dương, dẫn đến điện áp vào bộ khuếch đại đảo dấu nên điện áp ra của IC2 và IC3 cũng đảo dấu, thực tế thì IC2 chuyển sang bão hòa với điện áp ra âm, còn đầu ra IC3 sẽ có điện áp bão hòa dương nên điện áp điều khiển các kênh phát xung thuận và ngược sẽ là $u_{dkth} = -U_{dkmax}$, $u_{dkng} = U_{dkmax}$, nên góc điều khiển hai sơ đồ chỉnh lưu thuận và ngược sẽ là $\alpha_1 = \alpha_{max}$, $\alpha_2 = \alpha_{min}$. Do đó điện áp ra của sơ đồ chỉnh lưu thuận là âm ($U_{d1} = -U_{dmax}$), còn điện áp ra sơ đồ chỉnh lưu ngược là dương ($U_{d2} = U_{dmax}$), dẫn đến dòng điện động cơ giảm nhanh và sau đó đổi chiều sang ngược, trong giai đoạn dòng điện theo chiều ngược chưa đạt giá trị dòng ngắt thì sơ đồ chỉnh lưu ngược làm việc ở chế độ chỉnh lưu và động cơ chuyển sang hãm ngược và bắt đầu giảm tốc độ thuận (giai đoạn này chỉ chiếm một khoảng thời gian rất ngắn). Tiếp theo, khi dòng điện theo chiều ngược vượt quá giá trị dòng ngắt, khâu phản hồi âm dòng có ngắt tác động làm cho u_{dkng} giảm nhanh và sau đó chuyển sang âm, góc điều khiển sơ đồ chỉnh lưu ngược α_2 tăng lên và rất lớn hơn 90° , sơ đồ chỉnh lưu ngược chuyển sang chế độ nghịch lưu và động cơ chuyển sang hãm tái sinh, quá trình trao đổi năng lượng và sự giảm tốc của động cơ giai đoạn này tương tự như giai đoạn đầu quá trình điều chỉnh giảm tốc. Tốc độ động cơ giảm, sức điện động động cơ giảm nên dòng hãm cũng giảm, dẫn đến tác động của phản

hồi âm dòng có ngắt giảm làm cho $u_{đkng}$ tăng dần và khi $u_{đkng}$ bằng không thì $\alpha_2 = 90^0$, điện áp ra của sơ đồ chỉnh lưu ngược bằng không ($U_{d2} = 0$), đây là điểm động cơ làm việc ở chế độ hãm động năng. Tiếp sau, $u_{đkng}$ chuyển sang dương ($u_{đkng} > 0$), $\alpha_2 < 90^0$, sơ đồ chỉnh lưu ngược chuyển sang chế độ chỉnh lưu, động cơ chuyển sang chế độ hãm ngược cho đến khi tốc độ động cơ bằng không, tiếp theo tốc độ động cơ đổi chiều và động cơ tăng tốc theo chiều ngược. Quá trình tăng tốc theo chiều ngược hoàn toàn tương tự như quá trình khởi động động cơ theo chiều ngược với tốc độ đặt là $n = -n_1$.

4.4.2.5. Nguyên lý hãm dừng động cơ

Khi động cơ đang làm việc, nếu cắt điện áp chủ đạo, động cơ sẽ chuyển sang các trạng thái hãm tương tự như trong quá trình điều chỉnh giảm tốc với tốc độ đặt mới bằng không và quá trình dừng của động cơ diễn ra rất nhanh đảm bảo đáp ứng yêu cầu dừng chính xác đối với hệ thống truyền động ăn dao máy doa.

4.4.2.6. Nguyên lý tự động hạn chế phụ tải

Từ việc phân tích hoạt động của mạch điện trong các trường hợp trên cho thấy, trong hệ thống có phản hồi âm dòng có ngắt nên khi dòng điện động cơ lớn hơn giá trị dòng điện ngắt thì phản hồi này tác động và có tác dụng hạn chế dòng điện trong chế độ động (khởi động, điều chỉnh tốc độ, đảo chiều quay, hãm dừng), còn trong chế độ tĩnh thì phản hồi âm dòng có ngắt cũng tham gia hạn chế quá tải cho động cơ (giảm tốc độ khi mô men trên trục động cơ quá lớn, thậm chí đưa tốc độ động cơ về bằng không nếu mô men tải quá mức cho phép kể cả kẹt trục với dòng phản ứng động cơ nằm trong giới hạn cho phép).

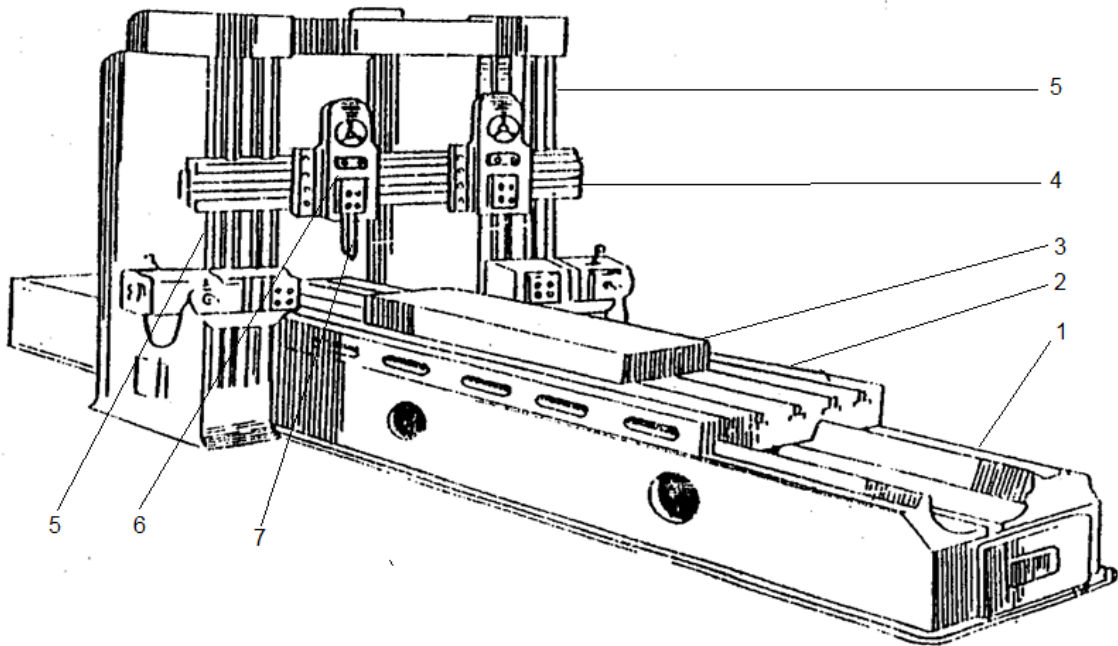
Chương 5

TRANG BỊ ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HOÁ CHO MÁY BÀO GIƯỜNG

5.1. Giới thiệu chung về máy bào giường

5.1.1. Giới thiệu chung

Máy bào giường là một nhóm máy gia công kim loại để gia công các chi tiết có kích thước lớn. Máy bào giường được dùng để gia công các mặt phẳng nằm ngang hoặc thẳng đứng, máy cũng được dùng để gia công các rãnh định hình. Máy bào giường phù hợp đặc điểm là sản phẩm được sản xuất hàng loạt lớn. Đối với nước ta công nghiệp chế tạo máy chưa phát triển, về cơ khí chủ yếu là gia công sửa chữa, ít trường hợp gia công chi tiết cỡ lớn và nhiều nguyên công của nó có thể được gia công trên một số máy khác nên máy bào giường ít gặp trong các xí nghiệp cơ khí của Việt Nam. Trên hình 5.1 là hình ảnh một máy bào giường.



Hình 5.1. Hình dạng bên ngoài một máy bào giường

Trong đó:

- 1 - Bộ máy;
- 2 - Bàn máy;
- 3 - Chi tiết gia công;
- 4 - Xà ngang;
- 5 - Trụ đứng;
- 6 - Bàn dao đứng;
- 7 - Dao.

5.1.2. Phân loại máy bào giường

5.1.2.1. Phân loại theo chiều dài bàn máy và lực kéo bàn

- *Máy cỡ nhỏ*: Chiều dài bàn $L_b < 3\text{m}$, lực kéo $F_k = (30 - 40)\text{ kN}$;
- *Máy cỡ trung bình*: Chiều dài bàn: $L_b = 3 - 5\text{m}$, lực kéo $F = (50 - 70)\text{ kN}$;

- Máy cỡ nặng: Chiều dài bàn $L_b > 5\text{m}$, lực kéo $F > 70\text{ kN}$.

5.1.2.2. Phân loại theo số trụ

- Máy một trụ: Máy chỉ có một trụ đứng để gá xà ngang;

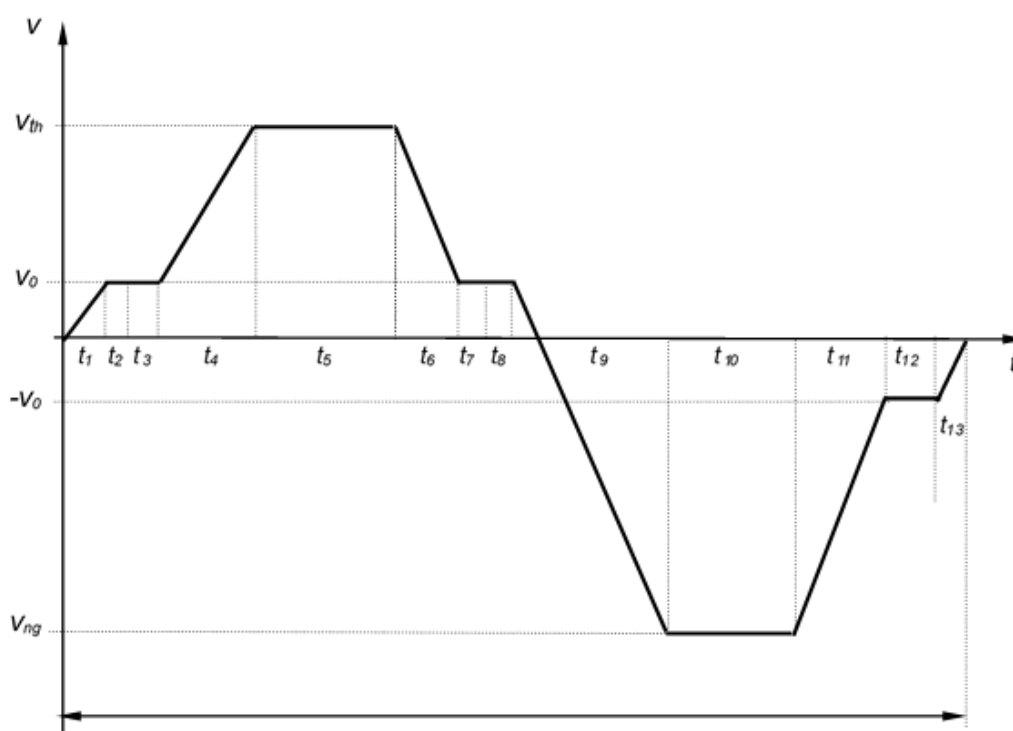
- Máy hai trụ: Máy có hai trụ đứng để gá xà ngang (như trên hình 5.1).

5.2. Các chuyển động trên máy bào giường và các hệ thống truyền động đã sử dụng

5.2.1. Các chuyển động cơ bản

5.2.1.1. Chuyển động chính

Là chuyển động tịnh tiến qua lại của bàn máy trên bệ máy. Chuyển động này là chuyển động có đảo chiều và yêu cầu đảo chiều bằng động cơ truyền động. Chuyển động chính có yêu cầu điều chỉnh tron tốc độ trọng phạm vi từ 3:1 đến 25:1 tùy theo loại máy, máy công suất càng lớn, phạm vi điều chỉnh tốc độ càng yêu cầu rộng; yêu cầu sai lệch tốc độ khá nhỏ ($[s_t] \leq 5\%$); yêu cầu gia tốc nhanh và yêu cầu dừng chính xác.



Hình 5.2. Đồ thị tốc độ bàn máy của máy bào giường

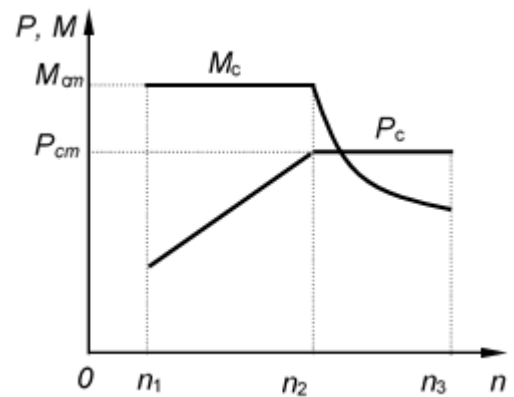
Đồ thị tốc độ yêu cầu của chuyển động bàn máy bào giường dạng đơn giản được biểu diễn trên hình 5.2 (trong thực tế còn có thể phức tạp hơn). Giả thiết bàn máy đang ở vị trí đầu của hành trình thuận (tại $t = 0$), khi đó bàn bắt đầu khởi động theo chiều thuận, t_1 là khoảng thời gian tắ tốc từ $v = 0$ lên $v_0 = (5 - 15)\text{ m/ph}$ (v_0 thường gọi là tốc độ vào dao), đây là tốc độ để dao chuẩn bị ăn vào chi tiết; sau khi chạy ổn định với tốc độ v_0 một khoảng thời gian ngắn t_2 dao bắt đầu ăn vào chi tiết; sau khi dao ăn vào chi tiết một khoảng thời gian bằng t_3 thì chuyển sang tăng tốc lên tốc độ làm việc thuận theo giá trị đặt đã chọn v_{th} ; t_4 là khoảng thời gian tăng tốc từ v_0 lên v_{th} ; tiếp theo máy thực hiện quá trình cắt gọt chủ yếu trong khoảng thời gian t_5 với tốc độ bàn là v_{th} ; để dao ra khỏi chi tiết mà ít ảnh hưởng đến dao và chi tiết thì trước đó cần giảm tốc độ bàn xuống tốc độ thấp (v_0) và đây cũng là tốc độ để quá trình đảo chiều diễn ra chính xác, khoảng thời gian t_6 là thời gian hãm

giảm tốc độ bàn từ v_{th} xuống v_0 , còn t_7 là khoảng thời gian cắt gọt ở tốc độ thấp cuối hành trình thuận trước khi dao ra khỏi chi tiết; t_8 là thời gian chạy thuận không tải tốc độ thấp trước khi đảo chiều; t_9 là thời gian đảo chiều từ tốc độ thuận thấp v_0 sang tốc độ ngược cao v_{ng} ; t_{10} là thời gian bàn chạy ngược tốc độ cao theo giá trị đặt; t_{11} là thời gian giảm tốc cuối hành trình ngược từ v_{ng} về tốc độ ngược thấp ($-v_0$) để chuẩn bị cho quá trình đảo chiều từ ngược sang thuận; t_{12} là thời gian chạy ngược tốc độ thấp trước khi đảo chiều; t_{13} là giai đoạn giảm tốc hành trình ngược từ tốc độ thấp về tốc độ bằng không trong quá trình đảo chiều từ tốc độ ngược thấp sang tốc độ thuận thấp.

Từ đồ thị tốc độ của bàn máy và quá trình cắt trên máy bào giường có thể thấy khoảng thời gian bàn máy ở hành trình ngược càng nhỏ càng nâng cao năng suất máy. Nếu có thể được thì thường chọn tốc độ hành trình ngược cao hơn tốc độ làm việc trình thuận từ 2 đến 3 lần ($v_{ng} = (2 \div 3) v_{th}$), ngoài ra cũng cần rút ngắn thời gian khởi động và đảo chiều đến mức nhỏ nhất có thể để tăng năng suất. Một trong những biện pháp giảm thời gian quá trình quá độ là xác định tỷ số truyền tốt ưu của cơ cấu truyền động từ trực động cơ đến bàn máy đảm bảo máy khởi động với gia tốc cao nhất.

Một vấn đề cần quan tâm đối với với hệ thống truyền động chính của máy bào giường là đặc tính tải (hình 5.3). Trong toàn dải điều chỉnh tốc độ, mô men cản M_c quy đổi về trực động cơ truyền động được phân làm hai vùng: vùng tốc độ thấp ($n = n_1 \div n_2$), mô men cản bằng hằng số, nên công suất tải P_c tỉ lệ thuận với tốc độ; vùng tốc độ cao ($n = n_2 \div n_3$), mô men cản tỉ lệ nghịch với tốc độ còn công suất tải P_c bằng hằng số.

Xuất phát từ các đặc điểm và yêu cầu nêu trên, hệ thống truyền động bàn cho máy bào giường thường dùng động cơ một chiều kích từ độc lập, điều chỉnh tốc độ bằng một phương pháp là thay đổi điện áp mạch phản ứng động cơ hoặc kết hợp điều chỉnh tốc độ theo hai phương pháp, thay đổi điện áp mạch phản ứng động cơ trong vùng tốc độ thấp ($n = n_1 \div n_2$) và điều chỉnh từ thông động cơ đối với vùng tốc độ cao ($n = n_2 \div n_3$). Các bộ biến đổi sử dụng trong các hệ truyền động bàn: BBD máy điện với các hệ thống cũ, BBD van (chỉnh lưu thyristor) đối với các hệ thống mới.



Hình 5.3. Đặc tính tải của hệ thống truyền động bàn máy bào giường

5.2.1.1. Chuyển động ăn dao

Chuyển động ăn dao của máy bào giường là chuyển động tịnh tiến từng bước trong mỗi chu kỳ kép của bàn dao (bắt đầu từ thời điểm đảo chiều chuyển động bàn từ ngược sang thuận và kết thúc trước thời điểm dao cắt vào chi tiết).

Chuyển động ăn dao có phạm vi điều chỉnh rộng, $D = (100 \div 200):1$, có cấp. Lượng ăn dao cực đại có thể đạt tới $(80 \div 100)$ mm / hành trình kép. Cơ cấu ăn dao yêu cầu làm việc với tần số lớn, có thể đạt 1000 lần/giờ. Hệ thống truyền động ăn dao yêu cầu đảo chiều trong cả chế độ làm việc và chế độ di chuyển nhanh.

Với các đặc điểm và yêu cầu trên, hệ thống truyền động ăn dao có thể thực hiện bằng truyền động điện, thủy lực, khí nén, v.v. Thường gặp là hệ thống truyền động điện dùng động cơ không

đồng bộ ba pha rotor lồng sóc kết hợp với hộp số và cơ cấu trục vít - ê cu hoặc bánh răng - thanh răng.

Lượng ăn dao trong một hành trình kép khi dùng cơ cấu trục vít - ê cu được tính theo biểu thức:

$$S = \omega_{tv} \cdot t \cdot T$$

Còn đối với cơ cấu bánh răng - thanh răng:

$$S = \omega_{br} \cdot z \cdot t \cdot T$$

Trong đó:

ω_{tv} , ω_{br} - Tốc độ góc trục vít, bánh răng, 1/s;

z - Số răng của bánh răng;

t - Bước răng của trục vít hoặc thanh răng, mm;

T - Thời gian làm việc của trục vít hoặc thanh răng, s.

5.2.2. Các chuyển động phụ trên máy bào giường

Trên máy bào giường thường có một số chuyển động phụ như chuyển động di chuyển nhanh bàn dao, chuyển động nâng và hạ xà, chuyển động nối lỏng và kẹp chặt xà, chuyển động nâng đầu dao trong hành trình ngược của bàn máy, chuyển động bơm dầu, ... Các chuyển động này thường không yêu cầu điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp điện và thường dùng truyền động điện bằng động cơ không đồng bộ ba pha một cấp tốc độ, riêng việc nâng đầu dao sử dụng nam châm điện.

5.3. Mạch điện truyền động chính máy bào giường dùng hệ F- Đ (các máy 7110, 7210, 7212)

5.3.1. Giới thiệu sơ đồ

Hệ thống truyền động chính một số máy bào giường của Liên xô (cũ) như các máy 7110, 7210, 7212 sử dụng hệ thống F - Đ có máy điện khuếch đại (MĐKĐ) làm khâu khuếch đại trung gian, sơ đồ nguyên lý hệ thống được biểu diễn trên hình 5.4. Trong sơ đồ:

F - Máy phát một chiều kích từ độc lập dùng để cung cấp điện áp cho phản ứng động cơ Đ;

Đ - Động cơ một chiều kích từ độc lập, là động cơ truyền động chính của máy;

MĐKĐ - Máy điện khuếch đại đóng vai trò khâu khuếch đại trung gian.;

FK - Máy phát một chiều tự kích từ dùng để cung cấp kích từ cho động cơ và nguồn một chiều cho toàn bộ mạch khống chế;

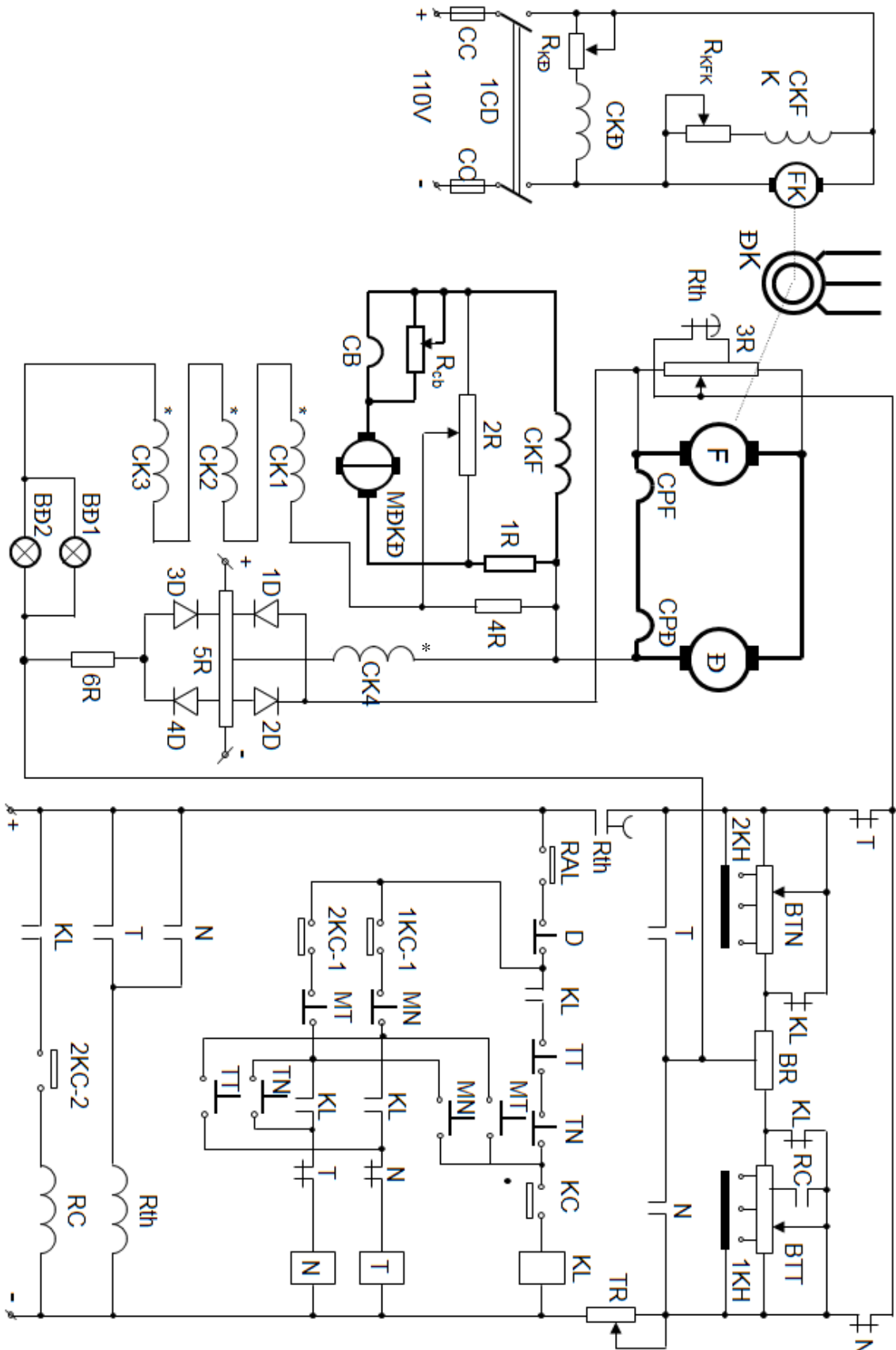
ĐK - Động cơ xoay chiều không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc, là động cơ sơ cấp cho của FK, F và MĐKĐ;

Mạch khống chế (điều khiển) dùng một số rơ le, công tắc tơ, nút ấn và các thiết bị khác. Trong đó cần quan tâm:

- MĐKĐ có 4 cuộn dây kích thích: 3 cuộn CK1 ÷ CK3 mắc nối tiếp nhau được gọi là cuộn chủ đạo và phản hồi âm tốc độ đẳng trị (âm áp, dương dòng). Cuộn CK4 lấy tín hiệu phản hồi âm dòng có ngắt đồng thời hạn chế dòng khởi động, đảo chiều;

- Các bóng đèn sợi đốt BĐ1, BĐ2 là khâu điện trở phi tuyến ($R_{BĐ}$ tăng khi dòng qua bóng đèn tăng) để hạn chế cường bức khởi động (hạn chế dòng qua các cuộn CK1 ÷ CK3);

- Hệ thống được điều chỉnh tốc độ trong hành trình thuận và ngược độc lập với nhau bằng hai biến trở chủ đạo BTT và BTN;



Hình 5.4. Sơ đồ nguyên lý hệ thống truyền động bàn máy bào giường dùng hệ F - Đ

- Việc đảo chiều quay được thực hiện bằng đảo chiều điện áp chủ đạo nhờ các tiếp điểm của T và N;

- Các nút ấn khởi động MT và MN là nút ấn kép.

5.3.2. Nguyên lý làm việc

5.3.2.1. Các tín hiệu không chế trong hệ thống

a. Tín hiệu đặt (chủ đạo)

Tín hiệu chủ đạo lấy trên biến trở BTT hoặc BTN (tuỳ theo chiều quay), cụ thể: Khi không chế động cơ quay thuận, điện áp chủ đạo (u_{cdth}) có cực tính dương ở đầu nối vào các bóng đèn BD1 và BD2, còn cực âm nối với một đầu của chiết áp 1R; khi điều khiển động cơ quay ngược, điện áp chủ đạo (u_{cdng}) có cực tính âm ở đầu nối vào các bóng đèn BD1 và BD2, còn cực dương nối với một đầu của chiết áp 1R. Giá trị của u_{cdth} và u_{cdng} trong một hành trình kép được điều chỉnh độc lập nhau.

b. Các tín hiệu phản hồi

Hệ thống sử dụng phản hồi âm áp và dương dòng hỗn hợp được điều chỉnh đẳng trị với phản hồi âm tốc độ để ổn định tốc độ của động cơ. Để tự động hạn chế phụ tải, hệ thống sử dụng phản hồi âm dòng điện có ngắt. Ngoài ra để thực hiện ổn định hệ thống trong chế độ động trong hệ sử dụng phản hồi mềm theo đạo hàm dòng kích từ (dòng điều khiển) của MĐKĐ.

- Tín hiệu phản hồi âm điện áp (αU_r) lấy trên bộ phân áp bằng chiết áp mắc song song với mạch phản ứng động cơ và máy phát (chiết áp 1R);

- Tín hiệu phản hồi dòng điện phản ứng (βI_r) lấy điện áp rơi trên điện trở các cuộn cực từ phụ CPF và CPĐ của F và Đ;

Tín hiệu phản hồi dòng điện vừa sử dụng làm tín hiệu phản hồi dương dòng, vừa sử dụng làm tín hiệu phản hồi âm dòng điện có ngắt.

Khi sử dụng làm tín hiệu phản hồi dương dòng, nó được tổng hợp với điện áp chủ đạo và phản hồi âm điện áp cùng với tín hiệu phản hồi mềm (chỉ có trong chế độ động), tín hiệu tổng hợp được đặt vào các cuộn dây không chế CK1, CK2 và CK3 mắc nối tiếp. Trong hệ thống, người ta thực hiện điều chỉnh hệ số phản hồi áp để hai tín hiệu phản hồi âm áp và dương dòng tương đương với phản hồi âm tốc độ và được gọi là phản hồi âm tốc độ đẳng trị ($\gamma_{đtn}$), ta có: $\alpha U_r - \beta I_r = \gamma_{đtn}$ (cũng thường ký hiệu: $\alpha U_r - \beta I_d = \gamma_{đtn}$);

Khi sử dụng làm tín hiệu phản hồi âm dòng điện có ngắt, nó được tổng hợp với tín hiệu so sánh là điện áp một chiều lấy trên một phần của 5R (phụ thuộc chiều dòng động cơ) và phối hợp với các diode 1D hoặc 2D để tạo nên đặc tính có ngắt. Tín hiệu phản hồi âm dòng có ngắt đặt lên một cuộn dây không chế của MĐKĐ là cuộn CK4.

Ngoài ra, trong mạch không chế còn sử dụng thêm một khâu có tác dụng hạn chế quá cường bức khi khởi động đồng thời có tác dụng duy trì mô men khởi động gồm các phần tử và tín hiệu: Điện áp so sánh trên 5R; các diode 3D và 4D; tổng điện áp trên các cuộn CK1, CK2, CK3 với điện áp trên các bóng đèn và điện áp phản hồi mềm; cuộn dây CK4; điện trở 6R.

5.3.2.2. Nguyên lý quá trình khởi động động cơ truyền động bàn trong chế độ tự động

Giả thiết thực hiện khởi động động cơ từ tốc độ bằng không lên tốc độ làm việc trong chế độ điều khiển tự động. Để chuẩn bị khởi động, ta điều chỉnh con trượt của biến trở chủ đạo theo chiều thuận BTT đến vị trí phù hợp để có u_{cdth} theo yêu cầu, đồng thời điều chỉnh điện áp chủ đạo theo chiều ngược u_{cdng} nhờ điều chỉnh con trượt của BTN. Giả thiết là bàn máy đang ở vị trí đầu của hành trình thuận, khi đó công tắc hành trình 1KC-1 kín còn 2KC-1 hở và 2KC-2 đang kín, nếu áp lực dầu trong hệ thống đủ mức cần thiết thì tiếp điểm RAL kín, bàn máy nằm trong phạm vi cho phép thì công tắc KC kín. Để khởi động động cơ (ban đầu theo chiều thuận), ấn nút MT, các công tắc tơ KL và T có điện, biến trở BTN bị nối ngắn mạch, điện áp nguồn một chiều được cấp vào một phần của BTT và TR, do ban đầu 2KC-2 kín nên RC có điện, phần BTT bị giới hạn bởi tiếp điểm thường mở của RC đang đóng, điện áp chủ đạo thuận có giá trị nhỏ, ứng với tốc độ đặt ban đầu của bàn máy là v_0 , điện áp chủ đạo này tổng hợp với phản hồi âm tốc độ đẳng trị và phản hồi mềm (phản hồi mềm lấy trên mạch cầu động gồm 4 nhánh là cuộn kích từ máy phát CKF, 1R, 2R và 4R) đặt vào các cuộn không chế chủ đạo làm xuất hiện dòng kích từ MĐKĐ dẫn đến có dòng kích từ máy phát, có sức điện động ra máy phát nên phản ứng động cơ được cấp điện và động cơ bắt đầu được khởi động. Do giai đoạn ban đầu tốc độ động cơ còn nhỏ nên tín hiệu $\gamma_{đtn}$ còn nhỏ nên điện áp đặt vào các cuộn không chế chủ đạo lớn, làm cho dòng kích từ MĐKĐ lớn có tác dụng cưỡng bức tăng nhanh dòng phản ứng động cơ làm cho tốc độ động cơ tăng nhanh, tuy nhiên điều này cũng có thể dẫn đến sự tăng quá mức cho phép dòng phản ứng động cơ nếu không có bộ phận hạn chế. Trong hệ thống này để hạn chế dòng phản ứng động cơ khi khởi động có 3 tác động: thứ nhất, khi điện áp tổng đặt vào các cuộn chủ đạo lớn thì dòng qua các cuộn dây này và các bóng đèn cũng lớn nên điện trở các bóng đèn tăng góp phần hạn chế dòng điện kích từ MĐKĐ; thứ hai là khi điện áp trên các cuộn chủ đạo và các bóng đèn lớn hơn điện áp so sánh trên 5R thì 3D và 2D mở và có dòng rẽ làm tăng sụt áp trên TR để giảm điện áp đặt vào các cuộn chủ đạo, nhờ đó mà trong quá trình khởi động, điện áp đặt trên các cuộn chủ đạo gần như không đổi và nằm trong giới hạn cho phép; thứ ba, khi dòng phản ứng động cơ lớn hơn giá trị dòng điện ngắt thì khâu phản hồi âm dòng có ngắt cũng tác động có tác dụng hạn chế dòng phản ứng động cơ. Như vậy, trong quá trình khởi động (cũng như là quá trình tăng tốc sau đây), các khâu nói trên có tác dụng đảm bảo động cơ được tăng tốc với giá trị gia tốc lớn nhất cho phép và được duy trì cho đến khi tốc độ gần đạt tốc độ đặt. Sau khi tốc độ bàn đạt đến v_0 trong một thời gian ngắn thì dao cắt vào chi tiết, sau khi dao đã vào chi tiết ổn định, tiếp điểm 2KC-2 mở ra, rơ le RC mất điện, tiếp điểm thường mở của nó ở mạch BTT mở ra, giá trị biến trở chủ đạo thuận tăng lên bằng giá trị đặt theo vị trí của con trượt, động cơ chuyển sang tăng tốc đưa tốc độ bàn từ v_0 lên v_{th} , quá trình diễn ra tương tự như khi khởi động ban đầu.

Khi bàn dịch chuyển đến cuối hành trình thuận, chổi tiếp xúc của tiếp điểm hành trình 1KH được đẩy về phía trái làm ngắn mạch một phần BTT, điện áp chủ đạo thuận lại giảm về giá trị tương ứng với tốc độ đặt là v_0 , động cơ chuyển sang giảm tốc đưa tốc độ bàn về v_0 trước khi ra dao. Sau khi dao ra khỏi chi tiết một thời gian ngắn, bàn chuyển đến vị trí cuối hành trình thuận và là vị trí đầu của hành trình ngược, tiếp điểm 1KLC-1 mở ra cắt điện cuộn dây công tắc tơ T, tiếp điểm 2KC-1 đóng lại nên cuộn dây công tắc tơ N được cấp điện, biến trở BTT bị nối ngắn mạch còn điện áp một chiều đặt vào BTN và TR, điện áp chủ đạo lấy trên BTN (u_{cdng}) đảo dấu và có giá trị phụ thuộc

vào vị trí con trượt của BTN, động cơ hãm giảm tốc và sau đó đảo chiều quay sang tốc độ đặt theo chiều ngược (tương ứng tốc độ bàn là v_{ng}).

Khi bàn máy chạy ngược, công tắc hành trình 1KC-1 và sau đó là 1KH được trả về vị trí ban đầu chuẩn bị cho chu kỳ làm việc tiếp theo. Gần cuối hành trình ngược, 2KH ngắt mạch một phần BTN, giảm giá trị điện áp chủ đạo ngược xuống tương ứng với tốc độ ngược của bàn là v_0 , động cơ giảm tốc để tốc độ bàn giảm về giá trị v_0 theo chiều ngược. Khi bàn đến vị trí cuối của hành trình ngược, cũng là vị trí đầu hành trình thuận, 2KC-1 mở ra, N bị cắt điện, T có điện trở lại và điện áp chủ đạo lại chuyển sang chiều thuận, động cơ hãm giảm tốc độ ngược và sau đó chuyển sang khởi động theo chiều thuận trước tiên là đưa bàn lên tốc độ v_0 để vào dao. Quá trình tiếp theo diễn ra tương tự, hệ thống sẽ tự động làm việc cho đến khi ta ấn nút dừng D.

5.3.2.3. Nguyên lý quá trình hãm dừng động cơ truyền động bàn

Khi cần dừng bàn máy, ấn nút D, các công tắc tơ T (hoặc N) và rơ le thời gian Rth đều mất điện. Điện áp chủ đạo coi như bằng không, điện áp đặt vào các cuộn điều khiển chủ đạo lúc ban đầu tương đương như phản hồi âm tốc độ làm cho điện áp máy phát giảm, động cơ chuyển sang hãm tái sinh. Sau một thời gian duy trì, tiếp điểm thường kín của Rth mắc trong mạch 3R đóng lại làm tăng hệ số phản hồi áp có tác dụng khử từ nhanh máy phát, động cơ tiếp tục hãm đến tốc độ bằng không.

5.3.2.4. Thử động cơ truyền động bàn

Để kiểm tra sự hoạt động của động cơ truyền động bàn theo hai chiều ta dùng nút ấn thử máy TT hoặc TN. Khi ấn một trong hai nút này thì T hoặc N có điện, còn KL không có điện, điện áp chủ đạo có giá trị rất nhỏ (quyết định bởi BR), nếu hệ thống bình thường thì động cơ được khởi động lên tốc độ rất thấp. Nhả tay khỏi nút ấn thử máy thì T và N đều mất điện, động cơ cũng được hãm để dừng.

5.3.2.5. Nguyên lý tự động ổn định tốc độ

Hệ thống sử dụng phản hồi âm điện áp và dương dòng điện tương đương với phản hồi âm tốc độ để ổn định tốc độ làm việc (tham khảo các sơ đồ trước).

5.3.2.6. Nguyên lý tự động hạn chế phụ tải

Hệ thống sử dụng phản hồi âm dòng điện có ngắt để tự động hạn chế phụ tải, do đó trong chế độ tĩnh, đặc tính cơ của hệ thống có dạng đặc tính máy xúc.

Chương 6

TRANG BỊ ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HÓA NHÓM MÁY NÂNG - VẬN CHUYỂN

6.1. Khái niệm chung

Sự phát triển kinh tế của mỗi nước phụ thuộc rất nhiều vào mức độ cơ giới hóa và tự động hóa các quá trình sản xuất. Trong quá trình sản xuất, các máy nâng - vận chuyển đóng một vai trò quan trọng, đảm nhiệm vận chuyển một khối lượng lớn hàng hóa, vật liệu, nguyên liệu, thành phẩm và bán thành phẩm trong các lĩnh vực khác nhau của nền kinh tế quốc dân. Các máy nâng - vận chuyển là cầu nối giữa các hạng mục công trình sản xuất riêng biệt, giữa các máy công tác trong một dây chuyền sản xuất,...

Tính chất và số lượng hàng hóa cần vận chuyển tùy thuộc vào đặc thù của quá trình sản xuất. Ví dụ trong một xí nghiệp luyện kim có lò cao năng suất 1.000 tấn gang/ngày đêm, cần phải vận chuyển lên lò cao với độ cao tới 36m khoảng 2.000 tấn quặng, 700 tấn phụ gia và 1.200 tấn than cốc bằng các loại xe kíp di chuyển theo mặt phẳng nghiêng.

Trong ngành khai thác mỏ, trên các công trình thủy lợi, trên các công trình xây dựng nhà máy thủy điện, xây dựng công nghiệp, xây dựng dân dụng,... phần lớn các công việc nặng nề như bốc, xúc, đào, khai thác quặng và đất đá đều do các máy nâng - vận chuyển thực hiện.

Việc sử dụng các máy nâng - vận chuyển trong các hạng mục công trình lớn đã làm giảm đáng kể thời gian thi công, giảm bớt đáng kể số lượng công nhân khoảng 10 lần. Ví dụ nếu dùng một cần cẩu tháp trên các công trường xây dựng công nghiệp hoặc xây dựng dân dụng có thể thay thế cho 500 công nhân, còn nếu dùng một máy xúc cỡ lớn để đào hào hoặc kênh mương khi xây dựng các công trình thủy lợi hoặc trong công việc cải tạo địa hình có thể thay thế cho 10.000 công nhân.

Trong các nhà máy chế tạo cơ khí, máy nâng - vận chuyển chủ yếu dùng để vận chuyển phôi, thành phẩm và bán thành phẩm từ máy này đến máy khác, từ phân xưởng này đến phân xưởng khác hoặc vận chuyển vào kho lưu giữ.

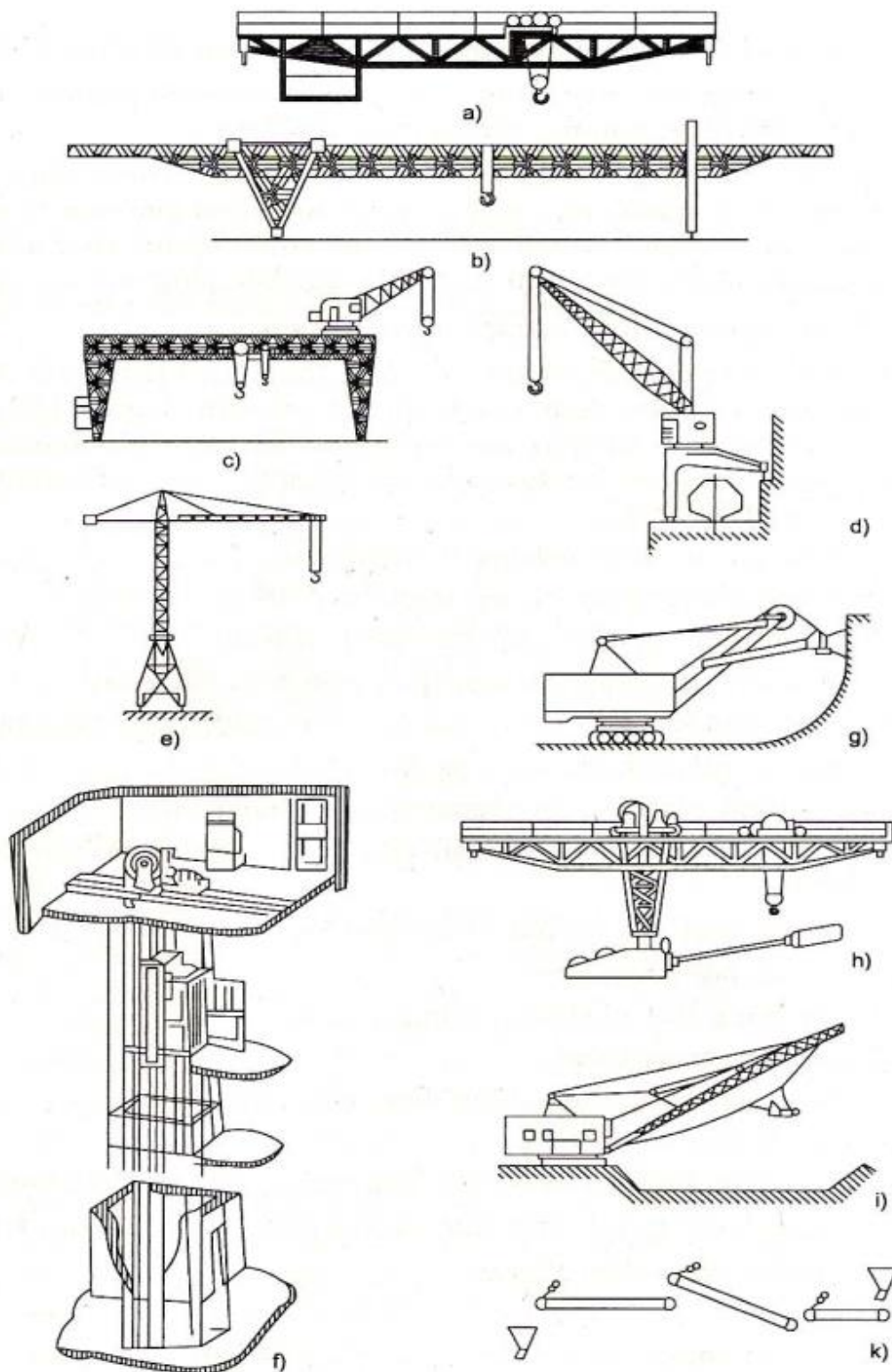
Hiện nay, máy nâng, các loại thang máy được lắp đặt trong các xí nghiệp công nghiệp, trong các nhà ở cao tầng, trong các tòa thị chính, siêu thị, trong các nhà ga của tàu điện ngầm để vận chuyển hàng hóa và hành khách.

6.1.1. Phân loại các máy nâng - vận chuyển

Các máy nâng vận chuyển có kết cấu hình dáng, kích thước rất đa dạng tùy thuộc vào tính chất đặc điểm của hàng hóa cần vận chuyển, kích thước, số lượng và phương thức vận chuyển của hàng hóa. Vì vậy việc phân loại các máy nâng - vận chuyển có thể dựa trên các đặc điểm chính để phân thành các nhóm máy sau (Hình 4.1).

6.1.1.1. Theo phương vận chuyển hàng hóa

- Theo phương thẳng đứng (thang máy, máy nâng);
- Theo phương nằm ngang (băng tải, băng chuyền);
- Theo mặt phẳng nghiêng (thang chuyền, băng tải);
- Theo các phương kết hợp (cần trục, cầu trục, cầu trục cảng, cầu trục chân dê).



Hình 6.1. Một số máy nâng vận chuyển điển hình

a. Cầu trục; b. Cổng trục chuyển tải; c. Cầu trục chân dê; d. Cản cẩu cảng; e. Cản cẩu tháp; f. Thang máy; g. Máy xúc gầu thuận; h. Cầu trục luyện thép; i. Máy xúc gầu treo; k. Băng tải

6.1.1.2. Theo phương pháp di chuyển của các cơ cấu

- Lắp đặt cố định (thang máy, thang chuyển, băng tải);
- Di chuyển theo đường thẳng (cầu trục cảng, cầu trục chân dê, cổng trục, cản cẩu tháp v.v.);
- Quay tròn với một góc tới hạn (cản cẩu tháp, máy xúc v.v...).

6.1.1.3. Theo cơ cấu bốc hàng hóa

- Cơ cấu bốc hàng là thùng, cabin, gầu treo,...
- Dùng móc, xích treo, băng;
- Cơ cấu bốc hàng bằng nam châm điện (cần cầu từ).

6.1.1.4. Theo chế độ làm việc

- Chế độ làm việc dài hạn (băng tải, băng chuyền, thang chuyền).
- Chế độ ngắn hạn lặp lại (máy xúc, thang máy, cầu trục, cần trục).

6.1.1.5. Theo phương pháp điều khiển

- Điều khiển bằng tay;
- Điều khiển tự động;
- Hệ thống điều khiển hở;
- Hệ thống điều khiển kín;
- Điều khiển tại chỗ;
- Điều khiển có khoảng cách;
- Điều khiển từ xa.

Trong các máy nâng - vận chuyển, đơn giản nhất là những máy vận chuyển hàng theo một phương (thang máy - máy nâng theo phương thẳng đứng, băng chuyền và băng tải - theo phương nằm ngang, thang chuyền và đường goòng treo theo mặt phẳng nghiêng) chỉ có một cơ cấu truyền động di chuyển là cơ cấu nâng hoặc cơ cấu di chuyển. Còn những máy nâng vận chuyển phức tạp hơn đó là máy xúc, cần cầu, cầu trục, trong đó đều có hai hoặc ba cơ cấu di chuyển, di chuyển theo từng phương riêng biệt hoặc cùng một lúc thực hiện các phương kết hợp.

Chế độ làm việc của các máy nâng - vận chuyển ảnh hưởng rất lớn trong việc tính chọn công suất động cơ truyền động, thiết kế, tính chọn hệ truyền động cũng như sơ đồ điều khiển toàn máy.

Điều khiển bằng tay chỉ dùng đối với những máy nâng - vận chuyển đơn giản, không yêu cầu điều chỉnh trơn tốc độ động cơ truyền động, tần số đóng - cắt điện không lớn và thường sử dụng đối với những máy có công suất truyền động bé.

Điều khiển tự động được sử dụng rộng rãi trong các máy nâng - vận chuyển dùng hệ truyền động phức tạp (MĐKĐ - Đ, hệ KĐT - Đ, hệ T - Đ, ...).

6.1.2. Đặc điểm đặc trưng của máy nâng - vận chuyển

- Các máy nâng - vận chuyển thường lắp đặt ở nơi môi trường khắc nghiệt

Môi trường làm việc của các máy nâng - vận chuyển rất khắc nghiệt, đặc biệt là ngoài hải cảng, các nhà máy hóa chất, các xí nghiệp luyện kim, ... nơi mà nhiệt độ thay đổi lớn, nhiều bụi, độ ẩm cao và có nhiều chất khí dễ gây cháy, nổ.

- Chế độ làm việc của các máy nâng - vận chuyển rất nặng nề

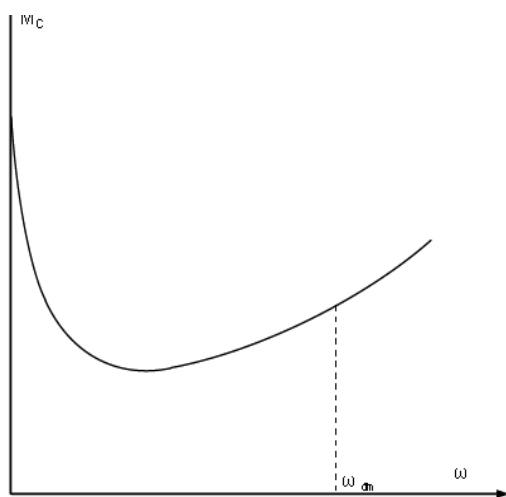
Tần số đóng - cắt điện lớn (có khi tới 600 lần/giờ), mở máy, đảo chiều quay, hãm máy xảy ra liên tục. Đối với băng chuyền và băng tải có rất nhiều ổ đỡ nên khi nhiệt độ môi trường giảm xuống, yêu cầu mô men mở máy phải lớn hơn ở nhiệt độ bình thường. Đối với hệ truyền động băng tải và băng chuyền phải đảm bảo khởi động động cơ truyền động khi đầy tải, đặc biệt là mùa đông, khi nhiệt độ môi trường giảm, làm tăng mô men ma sát trong các ổ đỡ, dẫn đến mô men cản khi khởi động tăng đáng kể.

Trên hình 4.2 biểu diễn mối quan hệ phụ thuộc giữa mô men cản tĩnh và tốc độ của động cơ: $M_c = f(\omega)$. Trên đồ thị ta thấy rằng khi $\omega = 0$, mô men cản khi khởi động lớn hơn (2 ÷ 2,5) lần M_c ứng với tốc độ định mức ($M_{đm}$).

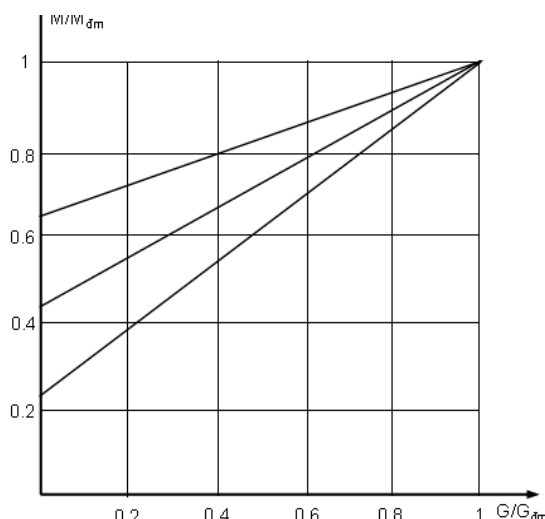
Một số máy nâng - vận chuyển khác như: thang chuyền, máy xúc nhiều gầu, đều có đặc điểm khởi động như băng chuyền.

- Phụ tải của các máy nâng - vận chuyển thay đổi trong phạm vi rất rộng như cơ cấu nâng hạ của máy xúc và cầu trục, thang máy, ...

Trên hình 6.3 biểu diễn sự thay đổi của mô men động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục phụ thuộc vào tải trọng. Khi không có tải trọng (chế độ không tải) mô men tải của động cơ không vượt quá (15 ÷ 20)% $M_{đm}$ - đối với động cơ nâng của cầu trục có cơ cấu bốc hàng dùng móc; 50% $M_{đm}$ - đối với động cơ của cơ cấu bốc hàng là gầu ngoạm; (35 ÷ 50)% $M_{đm}$ - đối với cơ cấu di chuyển xe con; (50 ÷ 55)% $M_{đm}$ - đối với cơ cấu di chuyển xe cầu.



Hình 6.2. Quan hệ $M_c = f(\omega)$ của băng tải



Hình 6.3. Mô men cầu trục phụ thuộc vào tải trọng

- Trong một số máy nâng - vận chuyển, yêu cầu quá trình tăng tốc và giảm tốc xảy ra êm với trị số gia tốc giới hạn cho phép

Nếu trị số gia tốc vượt quá giới hạn cho phép đối với cơ cấu nâng - hạ của cầu trục sẽ gây ra đứt cáp, hỏng bánh răng trong hộp tốc độ, còn đối với thang máy và thang chuyền sẽ gây ra cảm giác khó chịu cho hành khách, ảnh hưởng đến độ dừng chính xác của buồng thang. Bởi vậy, mô men động cơ truyền động khi mở máy và khi hãm dừng phải được hạn chế phù hợp với yêu cầu kỹ thuật an toàn.

6.1.3. Các hệ truyền động điện sử dụng trong máy nâng - vận chuyển

Các hệ truyền động điện trong các máy nâng - vận chuyển sử dụng cả hệ truyền động điện động cơ điện một chiều và hệ truyền động điện động cơ điện xoay chiều. Xu hướng chính khi thiết kế và chế tạo hệ truyền động điện cho các máy nâng - vận chuyển là chọn hệ truyền động điện với động cơ xoay chiều vì có hiệu quả kinh tế cao, tuy nhiên cần phải thỏa mãn các yêu cầu về đặc tính khởi động cũng như đặc tính điều chỉnh.

Để đáp ứng các yêu cầu về an toàn, độ tin cậy khi làm việc dài hạn của hệ truyền động các máy nâng - vận chuyển, nâng cao tuổi thọ các khí cụ điều khiển, trong mạch điều khiển các máy nâng - vận chuyển nên dùng các phần tử không tiếp điểm thay thế cho các phần tử tiếp điểm. Mạch điều khiển được xây dựng từ các phần tử không tiếp điểm như: phần tử điện - từ, phần tử bán dẫn (diode, transistor) hoặc các loại IC logic.

Những năm gần đây, do sự phát triển nhanh của kỹ thuật bán dẫn và kỹ thuật biến đổi điện năng công suất lớn, các hệ truyền động điện cho các máy nâng - vận chuyển đã dùng càng ngày càng nhiều các bộ biến đổi (BBĐ) dùng thyristor thay thế cho các hệ truyền động dùng BBĐ máy điện khuếch đại và khuếch đại từ. Các BBĐ dùng thyristor có nhiều ưu điểm hơn hẳn so với các BBĐ máy điện khuếch đại và khuếch đại từ: quán tính nhỏ, độ tác động nhanh, độ nhạy cao hơn, kích thước và khối lượng bé hơn, các chỉ tiêu về kinh tế kỹ thuật tốt hơn.

Hiện nay, các cần trục và cầu trục chất lượng cao thường dùng loại hai hệ truyền động. Đối với các loại cần trục và cầu trục có công suất động cơ không lớn thường dùng hệ truyền động một chiều với BBĐ dùng thyristor (bộ chỉnh lưu có điều khiển) cho phép điều chỉnh tốc độ bằng phẳng với dải điều chỉnh $D = 30:1$. Còn đối với cầu trục và cần trục có công suất động cơ truyền động trung bình và lớn thường dùng hệ truyền động xoay chiều, điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ thực hiện bằng hai phương pháp thay đổi tần số nhờ các bộ biến tần bán dẫn.

Đối với thang máy và máy nâng, dùng hệ truyền động T - Đ thay thế cho hệ F - Đ hoặc sử dụng hệ biến tần - động cơ xoay chiều cho phép hạn chế được gia tốc và độ giật trong một giới hạn xác định nhờ thiết lập được luật thay đổi tốc độ tối ưu nhất trong quá trình quá độ.

6.2. Trang bị điện cho cầu trục

6.2.1. Giới thiệu chung

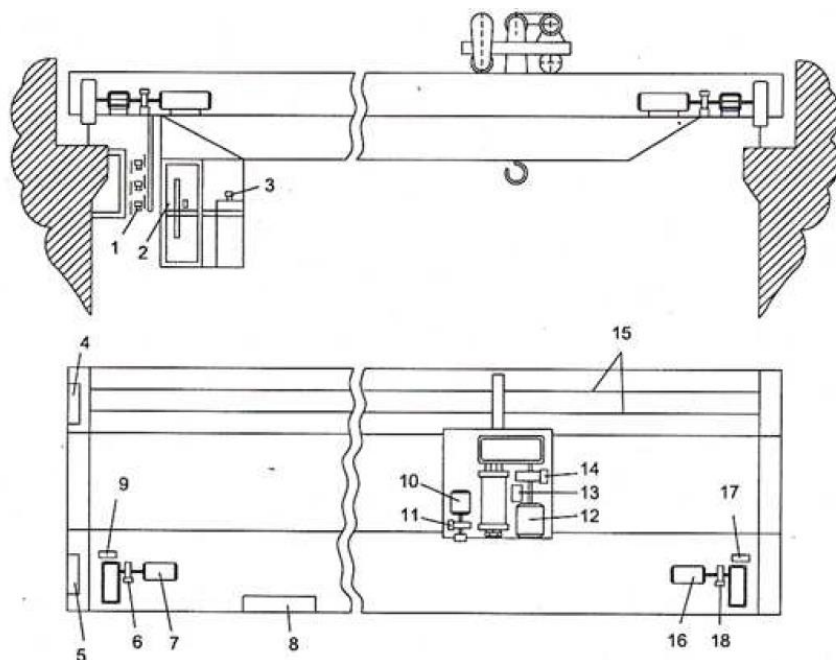
Cầu trục điện có kết cấu đa dạng được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Trong các xí nghiệp luyện kim, trong các xí nghiệp công nghiệp khác thường lắp đặt các loại cầu trục để vận chuyển nguyên vật liệu, thành phẩm và bán thành phẩm. Trong các xí nghiệp tuyển than, tuyển quặng, trên các bãi chứa than của các nhà máy nhiệt điện thường lắp đặt cầu trục xếp dỡ (cầu trục vận chuyển). Trên các công trường xây dựng dân dụng và công nghiệp thường lắp đặt các loại cổng trục và cần cầu tháp.

Cầu trục gồm có dầm cầu di chuyển trên đường ray lắp đặt dọc theo chiều dài của nhà xưởng (xe cầu), cơ cấu nâng hạ hàng lắp trên xe di chuyển dọc theo dầm cầu, tức là theo chiều ngang của nhà xưởng (xe con), cơ cấu bốc hàng của cầu trục có thể dùng móc (đối với những cầu trục công suất lớn có hai móc hàng, cơ cấu móc hàng chính có tải trọng lớn và cơ cấu móc phụ có tải trọng bé) hoặc dùng gầu ngoạm.

Trong mỗi cầu trục có ba hệ truyền động cơ bản: di chuyển xe cầu, di chuyển xe con (xe trục) và nâng - hạ hàng.

Trên hình 6.4 giới thiệu kết cấu một cầu trục loại trung bình dùng trong phân xưởng luyện kim hoặc cơ khí. Thông thường trên các cầu trục này sử dụng các hệ thống truyền động điện dùng động cơ không đồng bộ ba pha rotor dây quấn, điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp thay đổi điện trở phụ trong mạch rotor. Cụ thể như trong hình 6.4, cầu trục được trang bị 4 động cơ truyền động:

hai động cơ di chuyển xe cầu 7 và 16, động cơ nâng hạ hàng 12 và động cơ di chuyển xe con 10. Phan hãm điện từ 6, 11, 14, 18 lắp hợp bộ với động cơ truyền động. Điều khiển các động cơ truyền động bằng các bộ không chế 3 trong cabin điều khiển.



Hình 6.4. Kết cấu và bố trí của cầu trục

Hộp điện trở 8 dùng để khởi động và điều chỉnh tốc độ các động cơ được lắp đặt trên dầm cầu. Bảng bảo vệ 2 để bảo vệ quá tải, bảo vệ điện áp thấp, bảo vệ điện áp không được lắp đặt trong cabin điều khiển. Để hạn chế hành trình di chuyển các cơ cấu dùng các công tắc hành trình 4 và 5 cho cơ cấu di chuyển xe cầu; 9 và 17 cho cơ cấu di chuyển xe con và 13 cho cơ cấu nâng - hạ hàng.

Cung cấp điện cho cầu trục bằng hệ thống tiếp điện chính 1 gồm hai bộ phận: bộ cấp điện là ba thanh thép góc lắp trên các giá đỡ bằng sứ cách điện lắp dọc theo nhà xưởng và bộ phận tiếp điện lắp trên cầu trục. Để cấp điện cho thiết bị điện lắp trên cơ cấu xe con dùng bộ tiếp điện phụ 15 lắp dọc theo chiều dọc của dầm cầu.

6.2.2. Chế độ làm việc các cơ cấu của cầu trục

Động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục làm việc trong điều kiện rất nặng nề, môi trường làm việc khắc nghiệt, thường là nơi có nhiệt độ cao, nhiều bụi, độ ẩm cao và nhiều loại khí, hơi, chất gây cháy, nổ. Chế độ làm việc của các động cơ là chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại với tần số đóng cắt cao, mở máy, hãm dừng liên tục. Do những đặc điểm đặc thù trên, ngành công nghiệp chế tạo động cơ điện sản xuất loại động cơ chuyên dùng cho cầu trục. Các loại động cơ đó là: động cơ không đồng bộ (ĐCKĐB) ba pha rotor lồng sóc hoặc rotor dây quấn, động cơ điện một chiều kích từ song song hoặc nối tiếp.

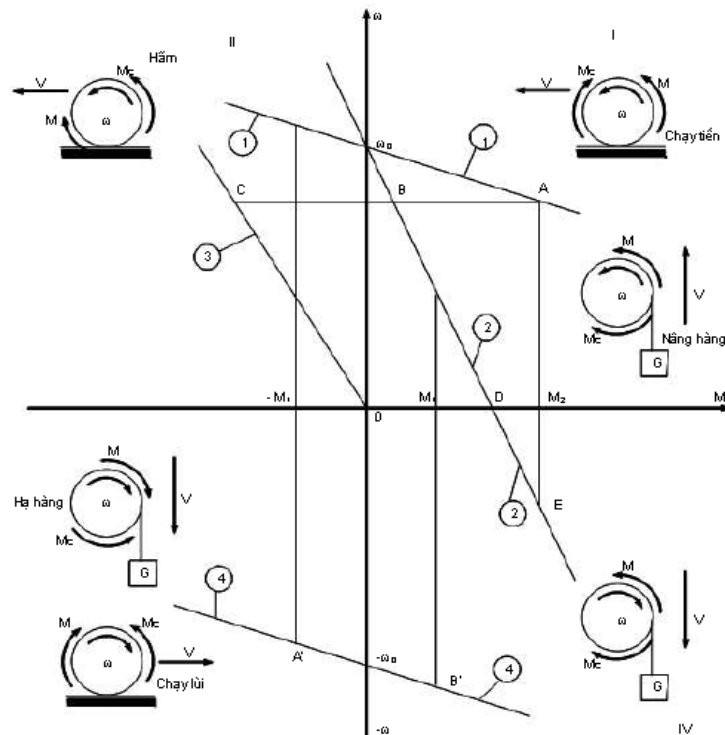
Những đặc điểm khác biệt của động cơ cầu trục so với các loại động cơ dùng chung là:

- Độ chịu nhiệt của các lớp cách điện cao (F và H);
- Mô men quán tính nhỏ để giảm thiểu tổn hao năng lượng trong chế độ quá độ;
- Từ thông lớn để nâng cao khả năng quá tải động cơ;

- Có khả năng chịu quá tải cao ($M_{\max}/M_{\text{đm}} = 2,15 \div 2,5$ đối với động cơ không đồng bộ và $2,3 \div 3,5$ đối với động cơ điện một chiều);

- Hệ số tiếp điện tương đối TĐ% là 15%, 25%, 40% và 60%.

Chế độ làm việc của các động cơ truyền động các cơ cấu cầu trục được biểu diễn trên hình vẽ:



Hình 6.5. Chế độ làm việc của các động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục

6.2.3. Các thiết bị điện dùng trong cầu trục

6.2.3.1. Phan hãm điện từ

Là bộ phận không thể thiếu trong các cơ cấu chính của cầu trục, dùng để dừng nhanh các cơ cấu, giữ hàng được nâng trên cao một cách chắc chắn.

Phanh hãm điện từ dùng trong cầu trục theo cấu tạo thường có ba loại: phanh guốc, phanh đai, phanh đĩa.

Nguyên lý hoạt động của các loại phanh về cơ bản là giống nhau. Khi động cơ truyền động cho cơ cấu được cấp điện, thì đồng thời cuộn dây nam châm phanh hãm cũng có điện. Lực hút của nam châm thắng lực cản lò xo, má phanh sẽ giải phóng trục động cơ để động cơ làm việc. Khi mất điện, cuộn dây nam châm của phanh hãm cũng mất điện, lực căng của lò xo sẽ ép chặt má phanh vào trục động cơ để hãm.

6.2.3.2. Bộ không chế

Bộ không chế dùng để điều khiển các động cơ truyền động các cơ cấu: khởi động, dừng máy, điều chỉnh tốc độ, hãm và đảo chiều quay.

Về nguyên lý có hai loại bộ không chế:

- Bộ không chế động lực: Các tiếp điểm của nó đóng - cắt trực tiếp các phần tử trong mạch lực của hệ truyền động. Nó thường dùng để không chế các động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục có công suất nhỏ với chế độ làm việc nhẹ hoặc trung bình.

- Bộ không chế từ: Gồm bộ không chế chỉ huy và hệ thống role và công tắc tơ. Các tiếp điểm của bộ không chế chỉ huy đóng - cắt các phần tử trong mạch động lực của hệ truyền động một cách gián tiếp thông qua hệ thống tiếp điểm của các phần tử trung gian (công tắc tơ). Bộ không chế từ thường dùng để điều khiển các động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục có công suất trung bình và lớn, làm việc trong chế độ nặng nề và rất nặng nề với tần số đóng - cắt điện lớn.

6.2.3.3. Bộ tiếp điện

Để cấp điện cho các động cơ truyền động các cơ cấu cầu trục, các thiết bị điều khiển lắp đặt trên cầu trục di chuyển, người ta dùng một hệ thống tiếp điện đặc biệt gọi là đường trôn - lầy (trolley). Có hai hệ thống tiếp điện:

- Hệ thống tiếp điện cứng thường dùng cho các loại cầu trục tải trọng lớn, cung đường di chuyển dài.

- Hệ thống tiếp điện bằng dây cáp mềm dùng cho cầu trục tải trọng nhỏ, cung đường di chuyển không dài và thường gặp trong trường hợp cung cấp điện cho palăng điện

Ba đường thép hình [loại (50x50x5) đến (70x70x10) mm] được gá trên giá đỡ đường tiếp điện và cách điện bằng sứ đỡ 2.

Bộ lấy điện gồm thép hình với đầu nối cáp bằng gang 3.

6.2.3.4. Bảng bảo vệ

Khi điều khiển các động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục dùng bộ không chế, để bảo vệ các động cơ đó người ta dùng bảng bảo vệ lắp trong cabin của người điều khiển. Trên bảng bảo vệ lắp các thiết bị để bảo vệ cho động cơ với các chức năng bảo vệ sau :

- Bảo vệ ngắn mạch và quá tải ($I > 2,25I_{dm}$)

- Bảo vệ điện áp thấp khi điện áp lưới thấp hơn $0,85U_{dm}$.

- Bảo vệ điện áp "không", nghĩa là không cho phép động cơ tự mở máy khi có điện áp trở lại sau thời gian mất điện (chỉ được phép mở máy khi các bộ không chế ở vị trí "0").

- Cắt điện cấp cho cầu trục khi có người làm việc trên dầm cầu, bằng công tắc hành trình liên động với cửa cabin điều khiển.

Có hai loại bảng bảo vệ:

- Bảng bảo vệ xoay chiều;

- Bảng bảo vệ một chiều.

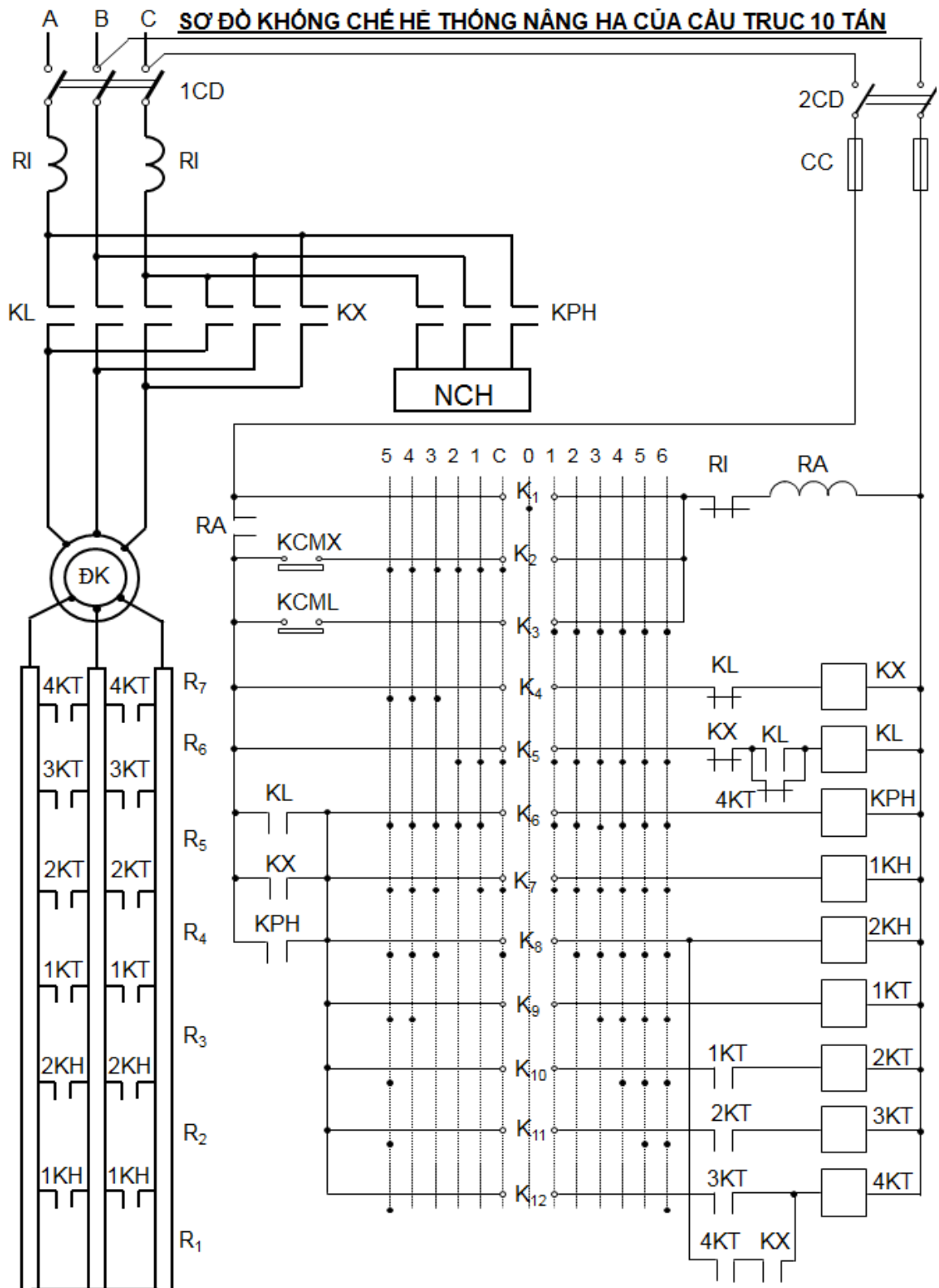
6.2.4. Một sơ đồ không chế cầu trục điển hình dùng động cơ không đồng bộ rotor dây quấn

6.2.4.1. Giới thiệu sơ đồ

Trên hình 6.6 là sơ đồ nguyên lý một hệ thống truyền động nâng hạ của cầu trục dùng động cơ xoay chiều không đồng bộ ba pha rotor dây quấn. Các thiết bị chính trên sơ đồ gồm:

- ĐK là động cơ xoay chiều KĐB 3 pha rotor dây quấn dùng để truyền động cơ cấu nâng hạ;

- $R_1 \div R_7$ là các cấp điện trở phụ trong mạch rotor động cơ được sử dụng để hạn chế dòng điện khi khởi động, hãm và để điều chỉnh tốc độ động cơ;



Hình 6.6. Sơ đồ nguyên lý hệ thống truyền động cơ cầu nâng hạ của cầu trục dùng ĐCKĐB

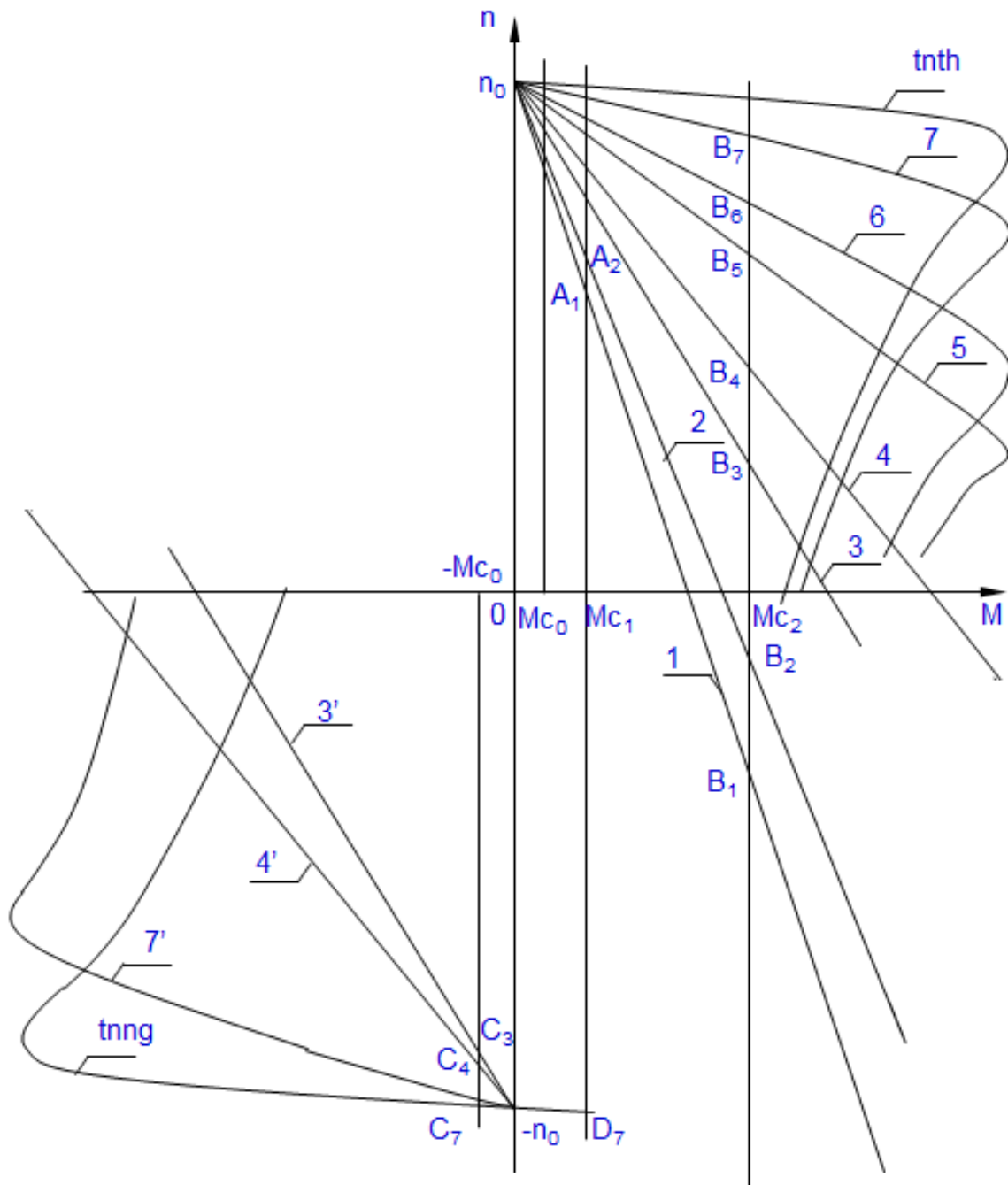
- NCH là cuộn dây nam châm điện của cơ cấu phanh;
- RI là rô le dòng điện dùng để bảo vệ quá dòng cho động cơ;
- RA là rô le điện áp dùng để bảo vệ mất điện áp;

- Để điều khiển sự làm việc của động cơ sử dụng bộ không chế chỉ huy có 12 tiếp điểm, 6 vị trí bên phải và 6 vị trí bên trái, kết hợp với các công tắc tơ;

- KCMX, KCML là các công tắc hành trình dùng để giới hạn hành trình xuống và lên.

Điện áp cung cấp cho mạch điều khiển là điện áp xoay chiều 380 V.

6.2.4.1. Nguyên lý làm việc



Hình 6.7. Họ đặc tính cơ của hệ truyền động nâng hạ cầu trục

Trong hệ thống này, việc điều khiển nâng và hạ sử dụng bộ không chế chỉ huy có 12 tiếp điểm từ K_1 đến K_{12} , các vị trí từ 1 đến 6 bên phải là dùng để nâng, còn chuyển tay gạt điều khiển sang trái là hạ. Vị trí 0 (ở giữa) là vị trí dừng. Công tắc tơ KL dùng để cấp điện cho động cơ để nâng tải hoặc hạ tải ở chế độ hãm ngược, còn KX cấp điện cho động cơ khi hạ tải ở chế độ hạ động lực hoặc hãm

tái sinh (đảo thứ tự 2 trong 3 pha nguồn cấp cho mạch stator động cơ so với khi KL tác động). Hoạt động của các công tắc tơ theo các vị trí của tay gạt bộ khống chế chỉ huy được mô tả như sau:

- + Ở vị trí 0: Tất cả các công tắc tơ gồm KL, KX, PKH, 1KH, 2KH và 1 KT ÷ 4KT mất điện.
- + Ở vị trí 1 bên phải: KL, KPH và 1KH có điện;
- + Ở vị trí 2 bên phải: Thêm 2 KH có điện (so với vị trí 1 bên phải);
- + Ở vị trí 3 bên phải: Thêm 1 KT (so với vị trí 2 bên phải) có điện;
- + Ở vị trí 4 bên phải: Thêm 2 KT (so với vị trí 3 bên phải) có điện;
- + Ở vị trí 5 bên phải: Thêm 3 KT (so với vị trí 4 bên phải) có điện;
- + Ở vị trí 6 bên phải: Thêm 4 KT (so với vị trí 5 bên phải) có điện.
- + Ở vị trí C bên trái: KL, 1KH và 2KH có điện;
- + Ở vị trí 1 bên trái: KL, KPH và 1KH có điện;
- + Ở vị trí 2 bên trái: KL và KPH có điện;
- + Ở vị trí 3 bên trái: KX, 1KH và 2KH2 có điện;
- + Ở vị trí 4 bên trái: KX, 1KH, 2KH2 và 1 KT có điện;
- + Ở vị trí 5 bên trái: : KX, 1KH, 2KH2, 1 KT, 2KT, 3KT và 4KT có điện.

Trên hình 6.7 biểu diễn các đặc tính cơ của hệ thống ứng với các trường hợp khác nhau. Các đặc tính từ 1 đến 7 là các đặc tính ứng với động cơ được cấp điện theo chiều quay thuận (KL có điện) với điện trở phụ trong lần lượt là toàn bộ (từ R_1 ÷ R_7) ứng đặc tính số 1 và giảm dần từng cấp (giảm R_1 là đặc tính số 2, ..., giảm thêm R_5 là đặc tính số 6 và giảm thêm R_6 (tức là chỉ còn lại R_7 trong mạch rotor) là đặc tính số 7. Các đặc tính 3', 4' và 7' là các đặc tính ứng với trường hợp động cơ được cấp điện theo chiều quay ngược (KX có điện) và điện trở phụ trong mạch rotor tương tự như các đặc tính 3, 4 và 7. Các đặc tính "tntn" và "tnng" là các đặc tính tự nhiên của động cơ theo hai chiều quay (trong hệ thống này không sử dụng).

a. Điều khiển nâng

Để chuẩn bị cho cơ cấu nâng hạ làm việc trước tiên ta đóng cầu dao 1CD và 2CD, chuyển tay gạt về vị trí dừng (vị trí số 0) K_1 kín, rơ le điện áp RA được cấp điện, nó đóng tiếp điểm RA để tự duy trì đồng thời chuẩn bị cấp điện cho các công tắc tơ.

Để điều khiển động cơ làm việc theo chiều nâng ta chuyển tay gạt điều khiển sang các vị trí từ số 1 đến số 6 bên phải.

- Vị trí 1: K_3 kín để tự duy trì cho RA
 K_5 kín → KL có điện
 K_6 kín → KPH có điện → mở phanh.
 K_7 kín → 1KH có điện

Đặc tính cơ là đường số 2, lúc này nếu trên móc chưa có hàng ($M_C = M_{C0}$) động cơ thực hiện quay theo chiều nâng móc → điểm làm việc là điểm A_2 .

Trường hợp đã có tải trọng lớn ($M_C = M_{C2}$) lúc này động cơ thực hiện quay với tốc độ thấp để căng cáp, khi cáp căng thì động cơ ngừng quay.

- Vị trí 2: Có thêm K_8 kín → 2KH có điện, động cơ chuyển sang làm việc trên đặc tính số 3 thực hiện nâng hàng ở tốc độ thấp $M = M_{C2}$ điểm làm việc ở B_3 .

- Vị trí 3: Có thêm K_9 kín \rightarrow 1KT có điện, động cơ làm việc trên đặc tính số 4 với tốc độ nâng cao hơn, điểm làm việc là điểm B_4 .

Tương tự như vậy ở các vị trí tiếp theo.

Chú ý: Trong thực tế sau khi căng cáp người vận hành có thể chuyển nhanh tay gạt sang vị trí số 6 để thực hiện nâng tải với tốc độ cao nhất, lúc này quá trình tăng tốc của động cơ tương tự như quá trình khởi động qua nhiều cấp điện trở phụ không chế theo nguyên tắc thời gian nhờ thời gian tác động riêng của các công tắc tơ.

Khi động cơ đang làm việc theo chiều nâng, muốn dừng nâng ta chuyển tay gạt điều khiển về vị trí dừng (vị trí 0), tất cả các công tắc tơ mất điện, động cơ mất điện, cơ cấu phanh giữ chặt động cơ làm động cơ dừng nhanh.

b. Điều khiển hạ

- Hạ hãm ngược: Khi tải mang tính chất thế năng và có tải trọng lớn trên móc hàng người ta có thể hạ tải với tốc độ thấp bằng cách cho động cơ làm việc ở chế độ hãm ngược, lúc này chuyển tay gạt điều khiển sang vị trí số 1 hoặc số 2 bên trái (vị trí C của công tắc điều khiển là vị trí chuẩn bị cho quá trình hạ tải).

+ Vị trí số 1 bên trái: KL có điện, KPH có điện mở phanh, 1KH có điện, động cơ làm việc trên đặc tính số 2, điểm làm việc ở vị trí B_2 , hạ tải với tốc độ thấp trong chế độ hãm ngược.

+ Vị trí số 2 bên trái: 1KH mất điện \rightarrow đặc tính số 1 \rightarrow điểm làm việc B_1 .

- Hạ động lực: Trường hợp không tải, tổng hợp mô men tải gồm mô men ma sát các bộ phận chuyển động mang tính chất phản kháng và mô men do trọng lượng cơ cấu móc hàng sinh ra mang tính chất thế năng sẽ có tính chất phản kháng, lúc này để cho động cơ làm việc theo chiều hạ ta phải cho động cơ làm việc ở chế độ quay ngược bằng cách đổi vị trí 2 pha nguồn xoay chiều cung cấp cho mạch stator động cơ so với các trường hợp trước. Lúc này phải chuyển tay gạt điều khiển sang các vị trí 3, 4 và 5 bên trái, động cơ làm việc trên các đặc tính tương ứng là 3', 4' và 7' (góc phần tư thứ ba) ở các điểm làm việc này động cơ làm việc ở chế độ động cơ nên người ta gọi là hạ động lực.

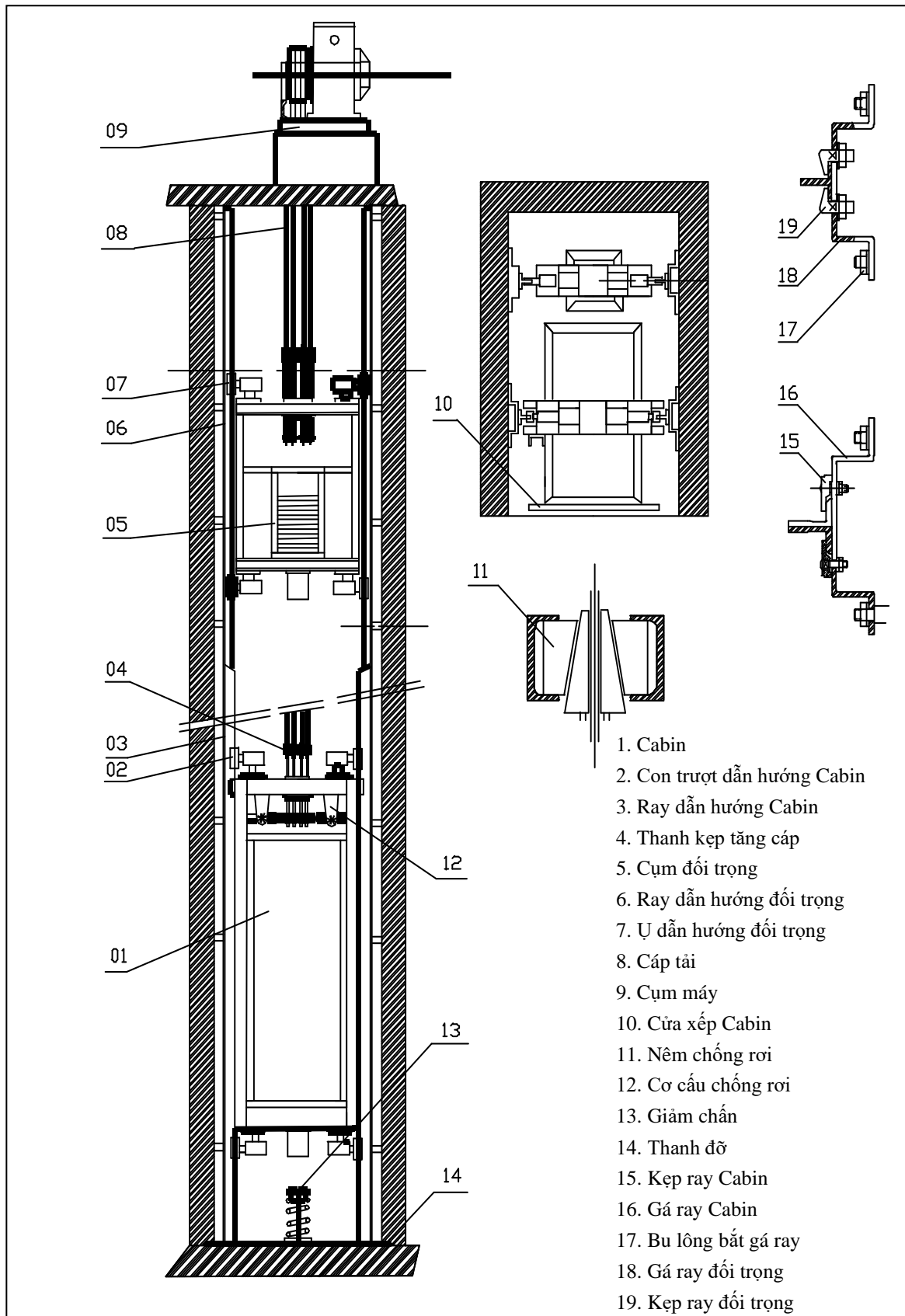
- Hạ hãm tái sinh: Trường hợp trên móc có hàng với trọng lượng lớn, phụ tải mang tính chất thế năng ($M_C = M_{C1}$) khi cần hạ với tốc độ cao ta có thể cho động cơ làm việc ở chế độ hãm tái sinh bằng cách chuyển tay gạt điều khiển sang vị trí tận cùng bên trái, động cơ làm việc trên đặc tính 7', điểm làm việc là điểm D_7 ứng với chế độ hãm tái sinh.

Chú ý: - Trong sơ đồ có các tiếp điểm thường mở 4KT và KX mắc trong mạch cuộn dây 4KT để tránh việc tăng tốc theo chiều hạ với tải lớn khi chuyển tay gạt điều từ vị trí số 5 bên trái về các vị trí 4 hoặc 3 bên trái.

- Trong các hệ truyền động của cầu trục, cần trục yêu cầu chất lượng cao thường sử dụng các hệ truyền động dùng động cơ một chiều điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện áp mạch phản ứng động cơ hoặc động cơ xoay chiều điều khiển tần số nhờ các bộ biến tần hiện đại với việc áp dụng các thuật toán điều khiển hiện đại.

6.3. Trang bị điện và tự động hóa cho thang máy và máy nâng

6.3.1. Giới thiệu chung



Hình 6.8. Mô tả vắn tắt kết cấu cơ khí của thang máy

Thang máy và máy nâng là thiết bị vận tải dùng để vận chuyển hàng hóa và người theo phương thẳng đứng. Hình 6.8 là mô tả vắn tắt hình dáng tổng thể của thang máy chở người.

Thang máy được lắp đặt trong các nhà ở cao tầng, trong các khách sạn, siêu thị, công sở, bệnh viện,... Các máy nâng thường lắp đặt trong các giếng khai thác mỏ hầm lò, trong các nhà máy sàng tuyển quặng.

Phụ tải của thang máy thay đổi trong một phạm vi rất rộng, nó phụ thuộc vào lượng hành khách đi lại trong một ngày đêm và hướng vận chuyển hành khách. Ví dụ như thang máy lắp đặt trong nhà hành chính; buổi sáng đầu giờ làm việc, hành khách đi nhiều nhất theo chiều nâng, còn buổi chiều, cuối giờ làm việc sẽ là lượng hành khách nhiều nhất đi theo chiều xuống. Bởi vậy khi thiết kế thang máy, phải tính cho phụ tải "xung" cực đại.

Mặc dầu thang máy và máy nâng có kết cấu đa dạng nhưng trang thiết bị chính của thang máy hoặc máy nâng gồm có: buồng thang, tời nâng, cáp treo buồng thang, đối trọng, động cơ truyền động, phanh hãm điện từ và các thiết bị điều khiển.

Tất cả các thiết bị của thang máy được bố trí trong giếng buồng thang (khoảng không gian từ trần của tầng cao nhất đến mức sâu của tầng 1), trong buồng máy (trên trần của tầng cao nhất) và hố buồng thang (dưới mức sàn tầng). Các thiết bị cơ bản và cách thức, vị trí bố trí các thiết bị của một thang máy được biểu diễn trên hình 6.8.

6.3.1.1. Giếng thang

Giếng buồng thang là khoảng không gian từ trần của tầng cao nhất đến mức sâu của tầng 1). Phần cuối của giếng buồng thang là hố giếng, đây là khoảng không gian từ mặt bằng sàn tầng 1 cho đến đáy giếng. Nếu hố giếng có độ sâu hơn 2 mét thì phải làm thêm cửa ra vào.

6.3.1.2. Cabin

Là một phần tử chấp hành quan trọng nhất trong thang máy, nó sẽ là nơi chứa hàng, chở người đến các tầng, do đó phải đảm bảo các yêu cầu đề ra về kích thước, hình dáng, thẩm mỹ và các tiện nghi trong đó. Cabin 1 được treo lên puli quán cáp bằng cáp kim loại 8 (thường dùng 1 đến 4 sợi cáp). Buồng thang luôn được giữ theo phương thẳng đứng nhờ có ray dẫn hướng 3 và những con trượt dẫn hướng 2 (con trượt là loại puli trượt có bọc cao su bên ngoài). Đối trọng di chuyển dọc theo chiều cao của thành giếng theo các thanh dẫn hướng 6.

Hoạt động của cabin là chuyển động tịnh tiến lên xuống dựa trên đường trượt, là hệ thống hai thanh dẫn hướng nằm trong một mặt phẳng để đảm bảo chuyển động êm nhẹ, chính xác không rung giật cabin trong quá trình làm việc. Để đảm bảo cho cabin hoạt động đều cả trong quá trình lên xuống, có tải hay không có tải người ta sử dụng một đối trọng chuyển động tịnh tiến trên hai thanh khác đồng phẳng giống như cabin nhưng chuyển động ngược chiều với cabin do cáp được mắc qua puli kéo.

Do trọng lượng của cabin và trọng lượng của đối trọng đã được tính toán tỷ lệ và kỹ lưỡng cho nên mặc dù chỉ vắt qua puli kéo cũng không xảy ra hiện tượng trượt trên puli cabin, hộp giảm tốc đối trọng tạo nên một hệ phối hợp chuyển động nhịp nhàng do động cơ điều chỉnh.

6.3.1.3. Các động cơ truyền động trong thang máy

a. Động cơ nâng hạ buồng thang

Đề nâng - hạ buồng thang, người ta dùng động cơ điện. Động cơ nâng hạ buồng thang được nối trực tiếp với cơ cấu nâng hoặc qua hộp giảm tốc. Nếu nối trực tiếp, buồng thang máy được nâng qua puli quán cáp. Nếu nối gián tiếp thì giữa puli cuốn cáp và động cơ có lắp hộp giảm tốc với tỷ số truyền $i = 18 \div 120$. Động cơ sử dụng trong thang máy có thể là động cơ 3 pha rotor dây quấn hoặc rotor lồng sóc, một số trường hợp có thể sử dụng động cơ một chiều (hiện nay hầu như không còn sử dụng). Chế độ làm việc của thang máy là ngắn hạn lặp lại cộng với yêu cầu sử dụng tốc độ, mô men động cơ theo một dải nào đó để đảm bảo yêu cầu về kinh tế và cảm giác của người đi thang máy. Động cơ là một phần tử quan trọng được điều chỉnh phù hợp với yêu cầu nhờ một hệ thống điện tử ở bộ xử lý trung tâm.

b. Động cơ đóng mở cửa buồng thang

Là động cơ một chiều hay xoay chiều tạo ra mô men mở cửa cho cabin kết hợp với mở cửa tầng. Khi cabin dừng đúng tầng, rơ le thời gian sẽ đóng mạch điều khiển động cơ mở cửa tầng hoạt động theo một quy luật nhất định để đảm bảo quá trình đóng mở êm nhẹ không có va đập. Nếu không may một vật gì đó hay người kẹp giữa cửa tầng đang đóng thì cửa sẽ tự động mở ra nhờ bộ phận đặc biệt ở gờ cửa có gắn phản hồi với động cơ qua bộ xử lý trung tâm.

c. Các thiết bị khác

- Cửa cabin và buồng thang:

Gồm cửa cabin và cửa tầng, cửa cabin để khép kín cabin trong quá trình chuyển động không tạo ra cảm giác chóng mặt cho khách hàng và ngăn không cho rơi khỏi cabin bất cứ thứ gì. Cửa tầng để che chắn bảo vệ toàn bộ giếng thang và các thiết bị trong đó. Cửa cabin và cửa tầng có khóa tự động để đảm bảo đóng mở kịp thời.

- Bộ hạn chế tốc độ: là bộ phận an toàn khi vận tốc thay đổi do một nguyên nhân nào đó vượt qua vận tốc cho phép, bộ hạn chế tốc độ sẽ bật cơ cấu khống chế điều khiển cắt động cơ và cho phanh làm việc.

- Các thiết bị phụ khác:

Các thiết bị phụ khác: như quạt gió, chuông, điện thoại liên lạc, các chỉ số báo chuyển động, ... được lắp trong cabin để tạo ra cho khách hàng cảm giác an toàn dễ chịu khi đi thang máy.

Trong thang máy chở người, tời dẫn động thường được đặt trên cao và dùng Puli ma sát để dẫn động cabin 1 và đối trọng 5. Đối với thang máy có chiều cao nâng lớn thì trọng lượng cáp nâng tương đối lớn nên trong sơ đồ động người ta treo thêm các cáp hoặc xích cân bằng phía dưới cabin hoặc đối trọng. Puli ma sát có các loại rãnh cáp tròn có xẻ dưới và rãnh hình thang, mỗi sợi cáp riêng biệt vắt qua một rãnh cáp, mỗi puli thường có từ 3 đến 5 rãnh.

Đối trọng là bộ phận cân bằng, đối với thang máy có chiều cao không lớn người ta thường chọn đối trọng sao cho trọng lượng của nó cân bằng với trọng lượng cabin và một phần tải trọng nâng bỏ qua trọng lượng của cáp nâng, cáp điện và không dùng cáp và xích cân bằng. Việc chọn

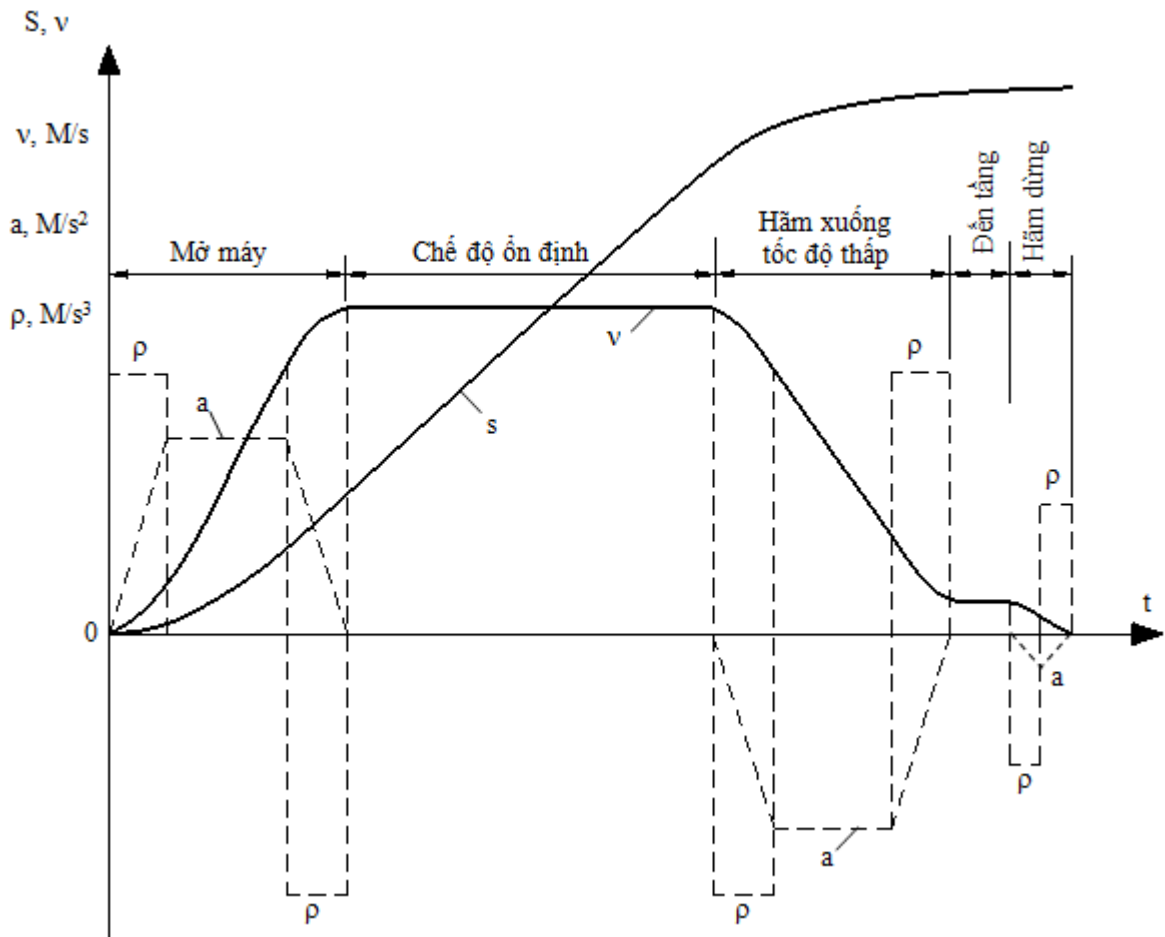
các thông số cơ bản của hệ thống cân bằng thì có thể tiến hành tính lực cân bằng lớn nhất và chọn cấp tính công suất động cơ và khả năng kéo của puli ma sát.

6.3.1.4. Đồ thị chuyển động của buồng thang (cabin)

Một trong những yêu cầu cơ bản đối với hệ truyền động thang máy là phải đảm bảo cho buồng thang di chuyển êm. Buồng thang di chuyển êm hay không phụ thuộc chủ yếu vào trị số gia tốc của buồng thang khi mở máy và hãm dừng. Những tham số chính đặc trưng cho chế độ làm việc của thang máy là: tốc độ di chuyển buồng thang v [m/s], gia tốc a [m/s²] và độ giật ρ [m/s³].

Trên hình 6.9 biểu diễn các đường cong: đồ thị quãng đường đi s , tốc độ v , gia tốc a và độ giật ρ của buồng thang máy theo hàm thời gian t .

Trị số tốc độ di chuyển buồng thang quyết định năng suất của thang máy, trị số tốc độ di chuyển đặc biệt có ý nghĩa quan trọng đối với thang máy trong các nhà cao tầng. Những thang máy tốc độ cao ($v = 3,5\text{m/s}$) phù hợp với chiều cao nâng lớn, số lần dừng ít. Trong trường hợp này thời gian khi tăng tốc và giảm tốc rất nhỏ so với thời gian di chuyển của buồng thang với tốc độ cao, trị số tốc độ trung bình của thang máy gần đạt bằng tốc độ định mức của thang máy.



Hình 6.9. Đồ thị các đại lượng hành trình s , vận tốc v , gia tốc a và độ giật ρ tối ưu của buồng thang ($(s, v, a, \rho) = f(t)$)

Mặt khác, trị số tốc độ di chuyển của buồng thang tỉ lệ thuận với giá thành của thang máy. Nếu tăng tốc độ của thang máy từ $v = 0,75\text{m/s} \rightarrow 3,5\text{m/s}$, giá thành của thang máy tăng lên $(4 \div 5)$

lần. Bởi vậy tùy thuộc vào độ cao của nhà mà thang máy phục vụ để chọn trị số tốc độ di chuyển của thang máy phù hợp với tốc độ tối ưu, đáp ứng đầy đủ các chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật.

Trị số tốc độ di chuyển trung bình của thang máy có thể tăng bằng cách giảm thời gian tăng tốc và giảm tốc của hệ truyền động thang máy, có nghĩa là tăng gia tốc. Nhưng khi buồng thang di chuyển với gia tốc quá lớn sẽ gây ra cảm giác khó chịu cho hành khách (chóng mặt, cảm giác sợ hãi và nghẹt thở v.v...). Bởi vậy, trị số gia tốc được chọn tối ưu là $a \leq 2m/s^2$.

6.3.1.5. Dừng chính xác buồng thang (cabin)

Buồng thang (cabin) của thang máy cần phải dừng chính xác so với mặt bằng của tầng cần dừng sau khi đã dừng. Nếu buồng thang dừng không chính xác sẽ gây ra các hiện tượng sau:

- Đối với thang máy chở khách sẽ làm cho hành khách ra, vào khó khăn; tăng thời gian ra, vào của hành khách, dẫn đến giảm năng suất.

- Đối với thang máy chở hàng, gây khó khăn cho việc bốc xếp và bốc dỡ hàng. Trong một số trường hợp có thể không thực hiện được việc xếp và bốc dỡ hàng.

Để khắc phục hiện tượng này, có thể ấn nhấp nút bấm để đạt được độ chính xác khi dừng, nhưng sẽ dẫn đến các vấn đề không mong muốn sau:

- + Dễ xảy ra hỏng thiết bị điều khiển;
- + Gây tổn thất năng lượng;
- + Gây hỏng hóc các thiết bị cơ khí;
- + Tăng thời gian từ lúc hãm đến dừng.

Để dừng chính xác buồng thang, cần tính đến một nửa hiệu số của hai quãng đường trượt khi phanh buồng thang đầy tải và phanh buồng thang không tải theo cùng một hướng di chuyển. Các yếu tố ảnh hưởng đến dừng chính xác buồng thang bao gồm: mô men cơ cấu phanh, mô men quán tính của buồng thang, tốc độ khi bắt đầu hãm và một số yếu tố phụ khác.

Quá trình hãm buồng thang xảy ra như sau: Khi buồng thang đi đến gần sàn tầng, công tắc chuyển đổi tầng cấp lệnh cho hệ thống điều khiển động cơ để dừng buồng thang. Trong quãng thời gian Δt (thời gian tác động của thiết bị điều khiển), buồng thang đi được quãng đường là:

$$S' = v_0 \Delta t, [m] \quad (6.1)$$

Trong đó: v_0 là tốc độ lúc bắt đầu hãm, [m/s].

Khi cơ cấu phanh tác động là quá trình hãm buồng thang. Trong thời gian này, buồng thang đi được một quãng đường S'' .

$$S'' = \frac{m \cdot v_0^2}{2(F_{ph} \pm F_c)}, [m] \quad (6.2)$$

Trong đó:

m là khối lượng các phần chuyển động của buồng thang, [kg];

F_{ph} là lực phanh [N];

F_c là lực cản tĩnh [N];

Dấu (+) hoặc dấu (-) trong biểu thức (6.2) phụ thuộc vào chiều tác dụng của lực F_c : Khi buồng thang đi lên (+) và khi buồng thang đi xuống (-).

S'' cũng có thể viết dưới dạng sau:

$$S'' = \frac{J \cdot \omega_0^2 \cdot \frac{D}{2}}{2i(M_{ph} \pm M_c)}, [m] \quad (6.3)$$

Trong đó:

J là mô men quán tính hệ quy đổi về chuyển động của buồng thang, [kgm^2];

M_{ph} là mô men ma sát, [N];

M_c là mô men cản tĩnh, [N];

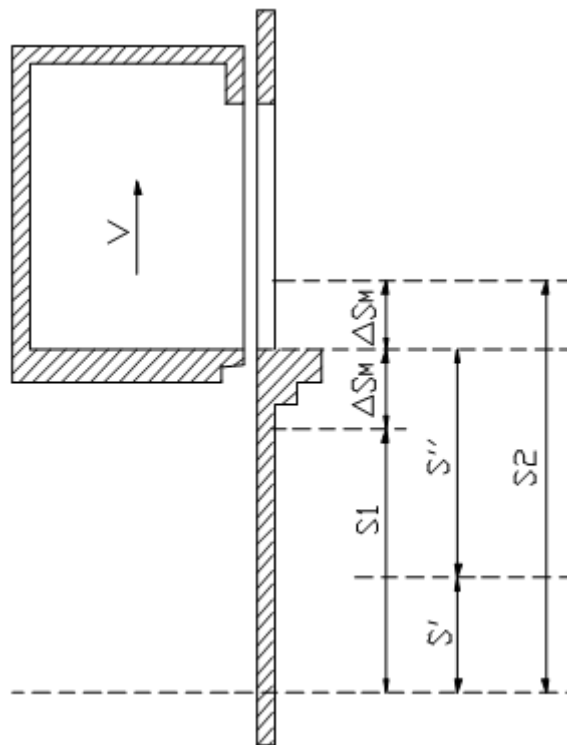
ω_0 là tốc độ góc của động cơ lúc bắt đầu phanh, [rad/s];

D là đường kính puli kéo cáp [m];

i là tỷ số truyền.

Quãng đường buồng thang đi được từ khi công tắc chuyển đổi tầng cho lệnh dừng đến khi buồng thang dừng tại sàn tầng là:

$$S = S' + S'' = v_0 \cdot \Delta t + \frac{J \cdot \omega_0^2 \cdot \frac{D}{2}}{2i(M_{ph} \pm M_c)} \quad (6.4)$$



Hình 6.10. Dừng chính xác buồng thang

Công tắc chuyển đổi tầng đặt cách sàn tầng một khoảng cách nào đó làm sao cho buồng thang nằm ở giữa hiệu hai quãng đường trượt khi phanh đầy tải và không tải.

Sai số lớn nhất (độ dừng không chính xác lớn nhất) là:

$$\Delta S = \frac{S_2 - S_1}{2} \quad (6.5)$$

Trong đó:

S_1 là quãng đường trượt nhỏ nhất của buồng thang khi phanh;

S_2 là quãng đường trượt lớn nhất của buồng thang khi phanh (xem hình 6.10).

Nếu buồng thang dừng không chính xác sẽ gây ra các hiện tượng bất lợi.

Bảng 6.1 đưa ra các tham số của các hệ truyền động với độ không chính xác khi dừng ΔS .

Bảng 6.1.

Hệ truyền động điện	Phạm vi điều chỉnh tốc độ	Tốc độ di chuyển [m/s]	Gia tốc [m/s ²]	Độ không chính xác khi dừng [mm]
Động cơ KĐB rotor lồng sóc 1 cấp tốc độ	1: 1	0,8	1,5	$\pm 120 \div 150$
Động cơ KĐB rotor lồng sóc 2 cấp tốc độ	1: 4	0,5	1,5	$\pm 10 \div 15$
Động cơ KĐB rotor lồng sóc 2 cấp tốc độ	1: 4	1	1,5	$\pm 25 \div 35$
Hệ máy phát - động cơ (F - Đ)	1: 30	2,0	2,0	$\pm 10 \div 15$
Hệ máy phát - động cơ có khuyếch đại trung gian	1:100	2	2	$\pm 5 \div 10$

6.3.2. Các hệ truyền động dùng cho thang máy và máy nâng

Khi thiết kế, tính chọn hệ truyền động cho thang máy và máy nâng phải dựa trên các yêu cầu chính sau:

- Độ chính xác dừng của buồng thang;
- Tốc độ di chuyển của buồng thang;
- Trị số gia tốc lớn nhất cho phép;
- Phạm vi điều chỉnh tốc độ yêu cầu.

6.3.2.1. Hệ truyền động với động cơ không đồng bộ (rotor lồng sóc hoặc rotor dây quấn) được sử dụng để truyền động các loại thang máy và máy nâng có tốc độ thấp và trung bình.

- Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc thường dùng trong thang máy tốc độ thấp và máy nâng có trọng tải nhỏ.

- Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rotor dây quấn thường dùng cho các loại máy nâng trọng tải lớn, cho phép nâng cao chất lượng của hệ thống truyền động khi tăng tốc và giảm tốc, nâng cao độ chính xác khi dừng.

- Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc hai cấp tốc độ (có hai bộ dây quấn stator độc lập nối theo sơ đồ hình sao) thường dùng trong các thang máy tốc độ trung bình. Số đôi cực của dây quấn stator động cơ thường chọn là: $2p = 6 \rightarrow 2p = 24$ hoặc $2p = 4 \rightarrow 2p = 20$ tương đương với tốc độ đồng bộ của động cơ bằng: $n_0 = 1000/250$ vg/ph hoặc $1500/300$ vg/ph.

- Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc được cấp nguồn từ bộ biến tần thường dùng trong các thang máy tốc độ cao (khi $v > 1,5$ m/s), cho phép hạn chế được gia tốc và độ giật trong giới hạn cho phép và đạt độ chính xác khi dừng rất cao ($\Delta S \leq \pm 5$ mm).

- Hệ truyền động xoay chiều với động cơ đồng bộ thường được dùng trong các máy nâng tải trọng lớn (công suất động cơ truyền động lớn $P > 300$ kW) trong ngành khai thác mỏ.

6.3.2.2. Hệ truyền động một chiều thường dùng cho các thang máy tốc độ cao ($v \geq 1,5m/s$)

Thường dùng hai hệ truyền động sau:

- Hệ F-Đ có khuếch đại trung gian làm nguồn cấp cho cuộn kích từ của máy phát (khuếch đại trung gian có thể là máy điện khuếch đại hoặc khuếch đại từ - các hệ thống này hiện nay không dùng nữa).

- Hệ T-Đ, Bộ biến đổi năng lượng điện xoay chiều thành một chiều dùng bộ chỉnh lưu bằng thyristor.

Khi chọn động cơ truyền động thang máy và máy nâng phải dựa trên sơ đồ động học của cơ cấu nâng.

6.3.3. Các luật ưu tiên trong điều khiển chuyển động của thang máy

Để hệ thống thang máy phục vụ tốt nhất nhu cầu của khách hàng và chi phí năng lượng phù hợp nhất, với thang máy chở người, người ta thường thiết kế hệ thống điều khiển theo một số luật ưu tiên khác nhau: theo tín hiệu gọi đầu tiên (khi thang đang dừng), theo khoảng cách, theo chiều chuyển động. Khi thiết kế hệ thống điều khiển thường lựa chọn phối hợp một số luật, trong đó có luật ưu tiên thứ nhất, luật ưu tiên thứ hai, ...

6.3.3.1. Luật ưu tiên tín hiệu gọi đầu tiên

Khi buồng thang đang dừng (chưa có khách hàng trong cabin), nếu có nhiều tín hiệu gọi thang ở nhiều vị trí khác nhau, nếu hệ thống thiết kế chọn luật ưu tiên này thì hệ thống sẽ khởi động đưa buồng thang đến tầng có tín hiệu gọi sớm nhất trong các tín hiệu gọi, các tín hiệu khác được lưu vào bộ nhớ để phục vụ sau. Luật ưu tiên tín hiệu gọi đầu tiên nếu được chọn thì sẽ là luật ưu tiên thứ nhất, và nó thường được chọn trong các hệ thống thang máy cho các tòa nhà có số tầng ít hoặc vừa phải.

6.3.3.2. Luật ưu tiên khoảng cách

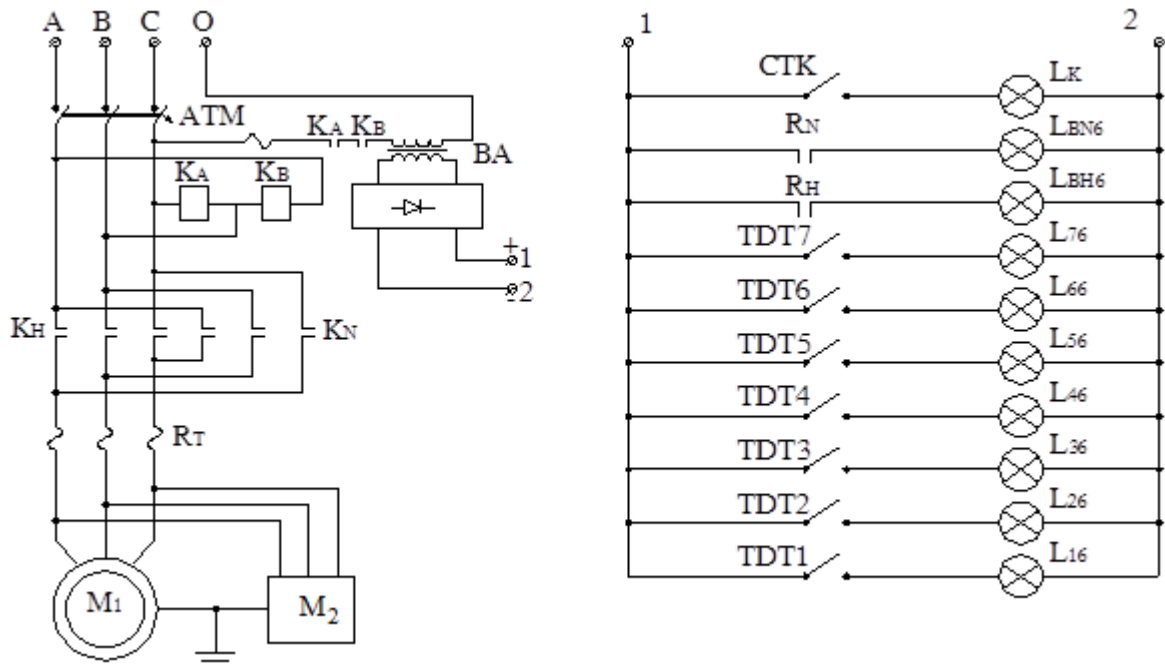
Khi buồng thang đang dừng (chưa có khách hàng trong cabin), nếu có nhiều tín hiệu gọi thang ở nhiều vị trí khác nhau, nếu hệ thống thiết kế chọn luật ưu tiên này thì hệ thống sẽ kiểm tra khoảng cách từ vị trí hiện tại của buồng thang đến vị trí các tín hiệu gọi và sẽ khởi động đưa buồng thang đến vị trí có khoảng cách ngắn nhất. Luật ưu tiên khoảng cách nếu được chọn thì sẽ là luật ưu tiên thứ nhất, và nó thường được chọn trong các hệ thống thang máy ở các tòa nhà có số tầng lớn nhằm giảm thiểu năng lượng tiêu thụ.

6.3.3.3. Luật ưu tiên chiều chuyển động

Khi buồng thang đang chuyển động, nếu có một số tín hiệu gọi thang ở các vị trí khác nhau, nếu hệ thống thiết kế chọn luật ưu tiên này thì hệ thống sẽ kiểm tra vị trí tín hiệu gọi và xác định chiều chuyển động yêu cầu có trùng với chiều chuyển động hiện tại của buồng thang hay không, nếu cùng chiều thì sẽ phát lệnh dừng khi buồng thang đến vị trí vừa gọi, nếu ngược chiều thì sẽ không dừng khi buồng thang đến vị trí vừa gọi mà vẫn cho buồng thang tiếp tục chuyển động đến vị trí đã lựa chọn theo luật ưu tiên thứ nhất. Luật ưu tiên chiều chuyển động chỉ được tính đến khi buồng thang đang chuyển động nên nếu được chọn thì sẽ là luật ưu tiên thứ hai.

6.3.4. Một sơ đồ mạch điện điều khiển thang máy 7 tầng dùng các phần tử có tiếp điểm

6.3.4.1. Sơ đồ nguyên lý phân mạch lực



Hình 6.11. Sơ đồ nguyên lý phân mạch hệ thống truyền động buồng thang của thang máy nhà 7 tầng và hệ thống đèn tín hiệu

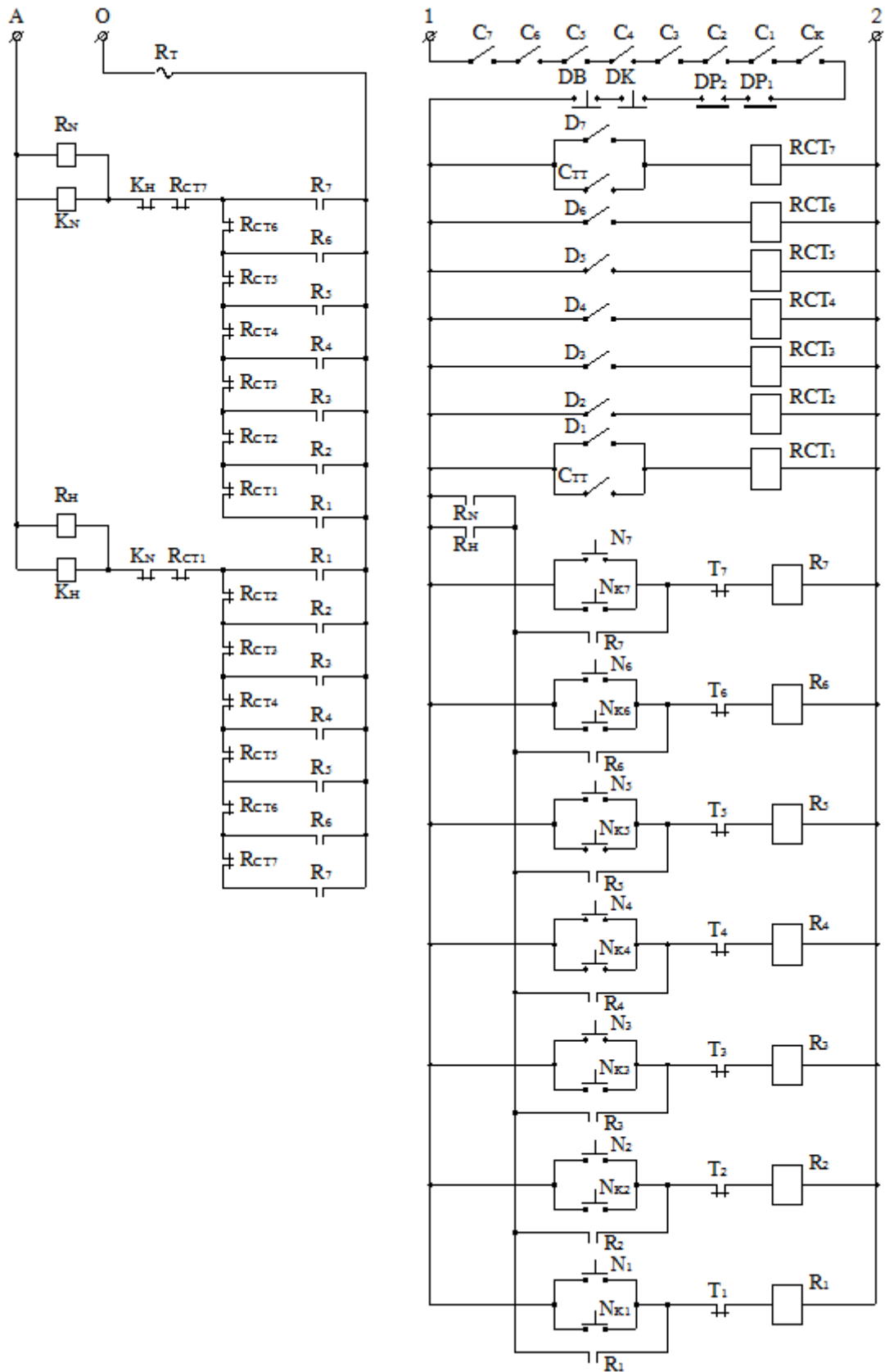
Sơ đồ hình 6.11 là phần mạch lực hệ thống nâng hạ buồng thang và đèn chỉ thị của hệ thống thang máy 7 tầng tốc độ trung bình và thấp. Trong sơ đồ có: M_1 là động cơ không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc dùng để nâng hạ buồng thang; M_2 là hệ thống phanh hãm điện từ; bộ tiếp điểm K_N và K_H của 2 công tắc tơ dùng để cấp điện cho động cơ làm việc theo hai chiều nâng, hạ và cấp điện để mở phanh; ATM là áp tô mát dùng để đóng cắt nguồn và bảo vệ ngắn mạch; R_T là rơ le nhiệt dùng để bảo vệ quá tải cho động cơ; máy biến áp BA và bộ chỉnh lưu dùng để tạo nguồn một chiều cấp cho phần mạch không chế và chỉ thị; các đèn chỉ thị $L_{16} \div L_{76}$ dùng để báo tầng (bố trí trong buồng thang); các đèn L_{BN6} và L_{BH6} dùng để chỉ chiều chuyển động của buồng thang được bố trí tại các cửa tầng và trong cabin; L_K là đèn chiếu sáng trong cabin.

6.3.4.2. Sơ đồ nguyên lý phân mạch không chế (điều khiển)

Trong hệ thống này sử dụng một luật ưu tiên là ưu tiên tín hiệu gọi đầu tiên. Các thiết bị và phần tử cơ bản trên sơ đồ mạch không chế gồm:

- $C_1 \div C_7$ các công tắc cửa của các tầng;
- CK là công tắc cửa cabin;
- DB và DK là các công tắc dự phòng trong cabin;
- DP_1 và DP_2 là các công tắc dự phòng thang trôi được đặt trong hố giếng thang;
- $D_1 \div D_7$ là các công tắc điểm cuối của các tầng;
- $RCT_1 \div RCT_7$ là các rơ le chuyển tầng;

$R_1 \div R_7$ là các rơ le chuyển tầng;
 CTK là công tắc đèn trong cabin;



Hình 6.12. Sơ đồ nguyên lý phân mạch khống chế hệ thống truyền động bùồng thang của thang máy nhà 7 tầng

$N_1 \div N_7$ nút ấn gọi thang ở các tầng;

$NK_1 \div NK_7$ là các nút ấn đến tầng trong cabin;

$T_1 \div T_7$ là các tiếp điểm thường kín của các rơ le chuyển tầng;

R_N và R_H là cuộn dây của các rơ le nâng và rơ le hạ;

K_N và K_H là cuộn dây của công tắc tơ nâng và công tắc tơ hạ;

C_{TT} là công tắc từ bố trí ở cuối hành trình xuống và lên của thang để đảm bảo một cách chắc chắn thang không đi quá hành trình cho phép khi có sự tác động không chính xác của các công tắc điểm cuối D_1 hoặc D_7 .

6.3.4.3. Nguyên lý làm việc

(Tự nghiên cứu)

6.4. Trang bị điện cho máy xúc

6.4.1. Khái niệm chung và phân loại

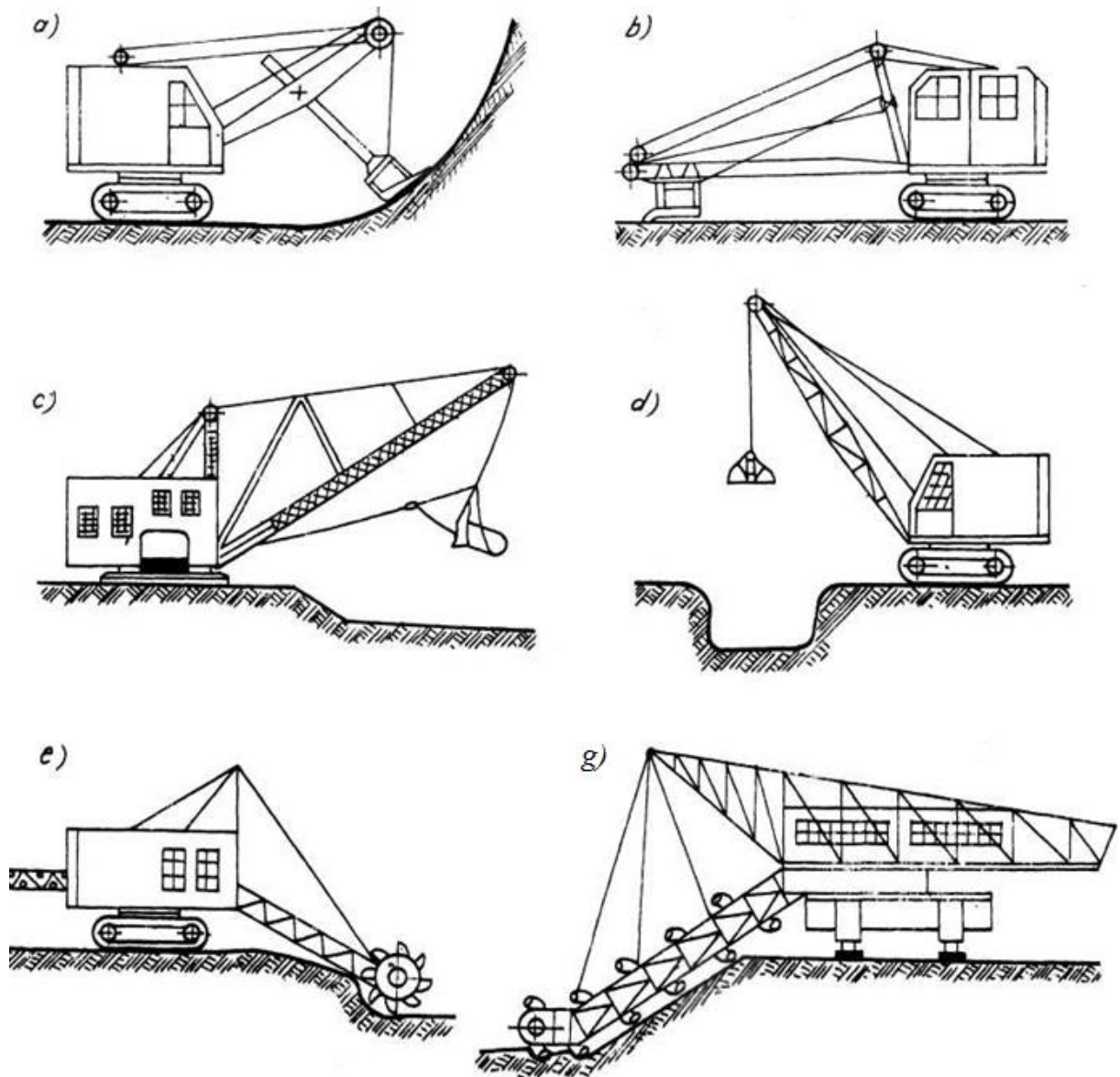
Máy xúc, máy gạt là nhóm thiết bị được sử dụng rộng rãi trong khai thác mỏ lộ thiên, các công trường xây dựng, công trường thủy lợi, công trường giao thông, ... dùng để san lấp mặt bằng, bốc xúc đất đá, quặng, ... Máy xúc, máy gạt có nhiều loại khác nhau và có thể được phân loại theo một số tiêu chí khác nhau.

6.4.1.1. Phân loại theo tính năng sử dụng

- Máy xúc dùng trong ngành xây dựng chạy bằng bánh xích, bằng bánh lốp có thể tích gầu xúc $(0,25 \div 2) \text{ m}^3$;
- Máy xúc dùng trong ngành khai thác mỏ lộ thiên có thể tích gầu xúc $(2,5 \div 8) \text{ m}^3$;
- Máy xúc dùng để bốc xúc đất đá có thể tích gầu xúc $(4 \div 35) \text{ m}^3$;
- Máy xúc gầu ngoạm có thể tích gầu xúc $(4 \div 80) \text{ m}^3$.

6.4.1.2. Phân loại theo cơ cấu bốc xúc

- Máy xúc gầu thuận, gầu xúc di chuyển vào đất đá theo hướng từ máy xúc đi ra ngoài phía trước dưới tác dụng của hai lực kết hợp: Cơ cấu nâng - hạ gầu và cơ cấu đẩy tay gầu (hình 6.13a);
- Máy xúc gầu ngược, gầu di chuyển vào đất đá theo hướng từ ngoài vào trong dưới tác dụng của hai lực kết hợp: Cơ cấu nâng - hạ gầu và cơ cấu đẩy kéo tay gầu;
- Máy xúc kiểu gầu cào: Gầu xúc di chuyển theo mặt phẳng ngang từ ngoài vào trong trên cần dẫn hướng (hình 6.13b);
- Máy xúc có cơ cấu bốc xúc là gầu treo trên dây, gầu di chuyển theo hướng từ ngoài vào trong máy xúc dưới tác dụng của hai lực kết hợp: Cơ cấu kéo cáp và cơ cấu nâng cáp (hình 6.13c);
- Máy xúc có cơ cấu bốc xúc kiểu gầu ngoạm, quá trình bốc xúc đất đá được thực hiện bằng cách kéo khép kín dần hai nửa thành gầu dưới tác dụng của cơ cấu kéo cáp và cơ cấu nâng cáp. Cơ cấu bốc xúc kiểm gầu ngoạm có thể thay thế bằng cơ cấu móc gọi là máy xúc - cần cẩu (hình 6.13d);
- Máy xúc rotor, có cơ cấu bốc xúc gầu quay. Gầu quay gồm một bánh xe, có nhiều gầu xúc nhỏ gá lắp trên bánh xe theo chu vi của bánh xe (hình 6.13e);
- Máy xúc nhiều gầu xúc, gồm nhiều gầu nhỏ tiếp nối theo băng xích di chuyển liên tục (giống như băng chuyền) (hình 6.13g).



Hình 6.13. Hình ảnh bên ngoài một số loại máy xúc

6.4.1.3. Phân loại theo thể tích gầu xúc (hoặc theo công suất)

- Máy xúc công suất nhỏ dùng trong ngành xây dựng có thể gầu xúc $(0,25 \div 2) \text{ m}^3$;
- Máy xúc công suất trung bình, sử dụng nhiều trong ngành khai thác mỏ lộ thiên, có thể tích gầu xúc $(2 \div 8) \text{ m}^3$;
- Máy xúc công suất lớn có nhiều gầu xúc với tổng thể tích của các gầu xúc từ $(8 \div 80) \text{ m}^3$.

6.4.1.4. Phân loại theo cơ cấu động lực (cơ cấu sinh công)

- Máy xúc có cơ cấu sinh công là động cơ điện;
- Máy xúc có cơ cấu sinh công là động cơ đốt trong.

6.4.1.5. Phân loại theo cơ cấu di chuyển

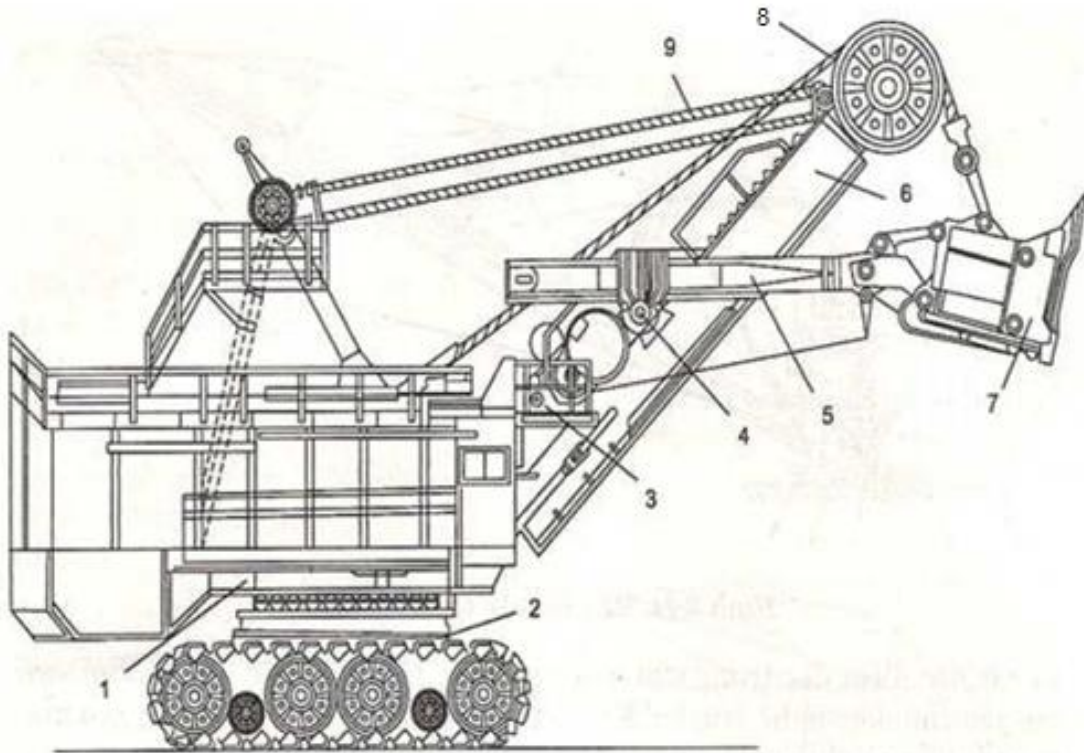
- Máy xúc chạy bằng bánh xích;
- Máy xúc chạy bằng bánh lốp;

- Máy xúc chạy theo đường ray;
- Máy xúc chạy theo bước.

6.4.2. Kết cấu và cấu tạo máy xúc

Kết cấu và cấu tạo của máy xúc các loại máy xúc rất đa dạng. Ta chỉ nghiên cứu hai loại máy xúc đặc trưng là máy xúc gầu thuận và máy xúc gầu treo trên dây.

6.4.2.1. Máy xúc gầu thuận



Hình 6.14. Máy xúc gầu thuận

Cơ cấu quay gầu (bàn quay) 1 được lắp trên cơ cấu di chuyển bằng bánh xích 2, bàn máy có thể quay tròn theo hai chiều. Cần gầu 6 và tay gầu 5 cùng được lắp trên bàn quay 1. Tay gầu 5 cùng với gầu xúc 7 di chuyển theo dạng gương lồi do cơ cấu đẩy tay gầu 4 và cáp kéo 8 của cơ cấu nâng - hạ gầu. Quá trình bốc xúc được thực hiện kết hợp giữa hai cơ cấu: Cơ cấu đẩy tay gầu tạo ra bề dày lớp cát, cơ cấu nâng - hạ gầu tạo ra lớp cát nhờ sự di chuyển của gầu theo gương lồi. Để đổ tải từ gầu xúc sang các phương tiện khác được thực hiện nhờ cơ cấu mở đáy gầu 3 lắp phía trước máy xúc.

Máy xúc có ba chuyển động cơ bản: nâng - hạ gầu, ra - vào tay gầu (đẩy tay gầu) và quay, ngoài ra còn có một số chuyển động phụ khác như: Nâng cần gầu, di chuyển máy xúc, đóng - mở đáy gầu...

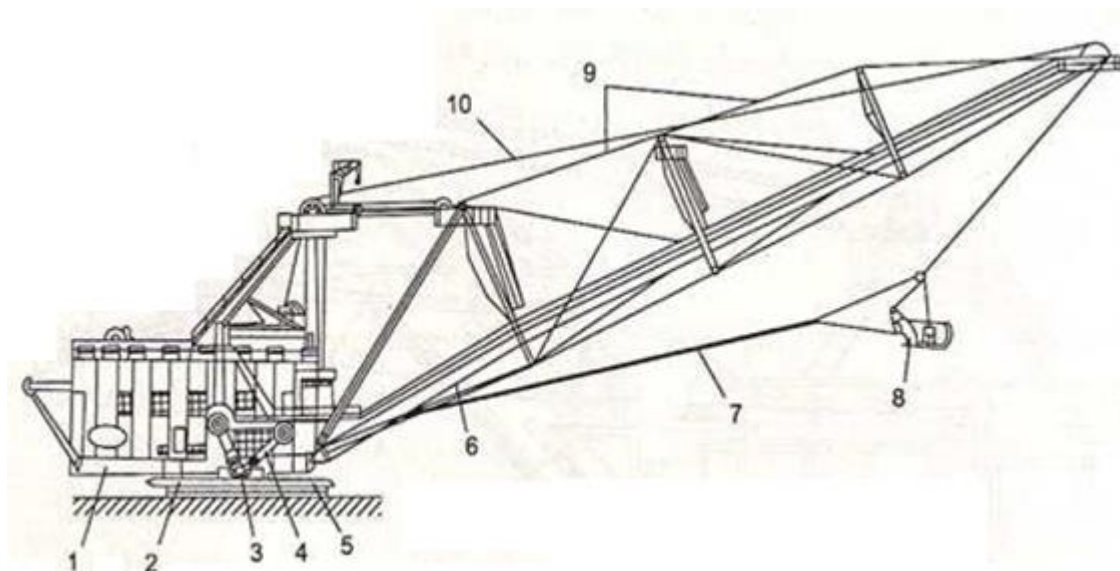
Chu trình làm việc của máy xúc bao gồm các công đoạn sau: đào, nâng gầu đồng thời quay gầu về vị trí đổ tải, quay về vị trí đào và hạ gầu xuống gương lồi. Thời gian của một chu trình làm việc khoảng 20 - 60s.

Cơ cấu nâng hạ gầu và cơ cấu đẩy tay gầu của máy xúc thường xuyên làm việc quá tải (gọi là quá tải làm việc) do gầu bốc xúc phải đất đá cứng hoặc lớp cát quá sâu.

Các cơ cấu chính của máy xúc làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại với hệ số tiếp điểm tương đối $TĐ\% = (25 \div 75)\%$.

6.4.2.2. Máy xúc gầu treo trên dây

Tất cả thiết bị điện và thiết bị cơ khí của máy xúc được lắp đặt trên bàn quay 1. Có thể quay với góc quay tới hạn trên bệ 2. Di chuyển máy xúc thực hiện bằng cơ cấu tạo bước tiến 3 và hai kích thủy lực 4. Máy xúc di chuyển được nhờ tấm trượt 5 lắp ở hai bên thành của bàn quay 1. Cần gầu 6 lắp cố định trên bàn quay bằng hệ thống thanh giằng 9. Gầu xúc 8 được treo trên dây cáp nâng 10. Quá trình bốc xúc đất đá được thực hiện nhờ cáp kéo 7, kéo gầu theo hướng từ ngoài vào phía trong máy xúc.



Hình 6.15. Máy xúc gầu treo trên dây

Cơ các cấu của máy xúc làm việc trong điều kiện môi trường khắc nghiệt với chế độ làm việc nặng nề, chao lắc mạnh, nhiều bụi, nhiệt độ môi trường thay đổi trong phạm vi rộng.

6.4.3. Các yêu cầu cơ bản đối với hệ thống truyền động các cơ cấu máy xúc

6.4.3.1. Đối với máy xúc có một gầu xúc

Đối với máy xúc có một gầu xúc và được truyền động bằng hệ thống truyền động điện dùng động cơ một chiều, các yêu cầu chính đối với hệ truyền động các cơ cấu bao gồm:

- Đặc tính cơ của hệ truyền động các cơ cấu chính của máy xúc (cơ cấu nâng - hạ gầu, cơ cấu quay và cơ cấu đẩy tay gầu) phải đảm bảo hai yêu cầu chính sau:

+ Trong phạm vi dòng điện tải thay đổi từ không đến nhỏ hơn dòng điện ngắt ($I_{ng} = (1,1 \div 1,3) I_{dm}$) độ cứng đặc tính cơ phải lớn để đảm bảo năng suất của máy xúc.

+ Khi động cơ bị quá tải ($I > I_{ng}$), độ cứng đặc tính nhỏ (độ dốc lớn), tốc độ của động cơ truyền động phải giảm nhiều khi tải tăng và động cơ dừng khi dòng tải đạt giá trị dòng điện dừng ($I_{dg} = (2,25 \div 2,5) I_{dm}$).

Để đáp ứng hai yêu cầu trên, hệ truyền động phải tạo ra đường đặc tính cơ đặc trưng gọi là đặc tính “máy xúc” và thường dùng phản hồi âm áp dương dòng hỗn hợp (hoặc âm tốc độ) và âm dòng điện có ngắt.

- Động cơ truyền động các cơ cấu của máy xúc phải có độ chắc chắn về kết cấu và độ tin cậy làm việc cao, có khả năng chịu tải lớn. Độ bền nhiệt và độ bền chống ẩm của các lớp cách điện trong động cơ cao, chịu được tần số đóng cắt điện lớn cỡ (400÷ 600) lần/h.

- Động cơ truyền động các cơ cấu chính của máy xúc phải có mô men quán tính của rotor đủ nhỏ để giảm thời gian quá độ của hệ truyền động khi tăng tốc và hãm. Nên chọn loại động cơ có rotor dài, đường kính nhỏ.

- Các thiết bị điều khiển dùng trong máy xúc phải đảm bảo làm việc tin cậy trong điều kiện nặng nề nhất (độ rung động, chao lắc lớn, phụ tải thay đổi đột biến và tần số đóng - cắt điện lớn).

- Hệ thống điều khiển các hệ truyền động các cơ cấu của máy xúc phải có sơ đồ cấu trúc đơn giản, độ tin cậy làm việc cao, tự động hóa quá trình điều khiển ở mức độ cao.

6.4.3.2. Máy xúc nhiều gầu xúc

Hệ truyền động dùng trong máy xúc nhiều gầu xúc phải đáp ứng các yêu cầu chính sau:

- Hệ truyền động phải đảm bảo quá trình mở máy xảy ra êm, hạn chế gia tốc và mô men trong giới hạn cho phép để không ảnh hưởng đến kết cấu cơ khí của những gầu xúc con gá lắp trên băng xích.

- Động cơ truyền động phải có mô men mở máy lớn để khắc phục mô men quán tính lớn của băng xích có gắn các gầu xúc con, lực ma sát trong thanh dẫn hướng và trong các ổ đỡ.

- Hệ thống điều khiển truyền động điện phải đảm bảo phạm vi điều chỉnh tốc độ động cơ khá rộng ($D = 10:1$).

- Hệ truyền động phải tạo ra đường đặc tính cơ với độ cứng phù hợp để có thể giảm tốc độ quay của các gầu xúc khi phụ tải thay đổi, và bảo vệ quá tải cho băng xích có gá các gầu xúc con một cách chắc chắn.

6.4.3.3. Các hệ truyền động thường dùng trong máy xúc

Hệ truyền động cơ cấu của máy xúc phải đáp ứng các yêu cầu về phạm vi điều chỉnh tốc độ, dạng đặc tính cơ, chế độ động của cơ cấu, đảm bảo làm việc với độ tin cậy cao trong điều kiện làm việc khắc nghiệt và chế độ làm việc nặng nề. Các hệ truyền động thông dụng dùng trong máy xúc bao gồm:

- Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rotor dây quấn.

- Hệ truyền động F - Đ có khuếch đại trung gian là nguồn cấp cho cuộn kích từ của máy phát một chiều.

- Hệ truyền động với động cơ điện một chiều, được cấp nguồn từ bộ biến đổi tĩnh (bộ chỉnh lưu có điều khiển dùng thyristor (hệ T-Đ)).

Trong các máy xúc năng suất thấp (dưới $150\text{m}^3/\text{h}$), thường dùng hệ truyền động nhóm. Động cơ truyền lực có thể là động cơ đốt trong (động cơ diezen) hoặc động cơ không đồng bộ. Để truyền động các cơ cấu chính của máy xúc được thực hiện từ trục chính thông qua các cơ cấu truyền lực như trục cam, khớp ly hợp ma sát...

Trong các máy xúc năng suất trung bình (dưới $400\text{m}^3/\text{h}$) thường dùng hệ truyền động riêng rẽ: hệ máy phát điện một chiều có ba cuộn kích từ - động cơ một chiều.

Trong các máy xúc năng suất lớn (dưới $1500\text{m}^3/\text{h}$), thường dùng trong hệ F - Đ có khuếch đại từ, hoặc khuếch đại bán dẫn. Hệ điều khiển truyền động là hệ kín với nhiều phản hồi.

Các hệ truyền động phụ khác của máy xúc (như đóng - mở đáy gầu, máy bơm, quạt gió, máy nén khí, ...) thường dùng động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc.

6.4.4. Mạch điện máy xúc gầu thuận Э2503

6.4.4.1. Giới thiệu về máy xúc Э2503

Máy xúc Э2503 là một máy xúc gầu thuận có thể tích gầu xúc $2,5\text{m}^3$ do Liên xô cũ sản xuất, nó được sử dụng khá phổ biến trong các công trường xây dựng và công trường khai thác mỏ lộ thiên. Toàn bộ các thiết bị cơ bản của máy được bố trí trên bàn máy, bàn được gá vào bộ máy qua hệ thống trục đứng. Các hệ thống truyền động trên máy đều sử dụng truyền động điện. Nguồn điện xoay chiều ba pha hạ áp ($220/380\text{V}$) được đưa vào bàn máy qua hệ thống các vành tiếp xúc và chổi quét, vì vậy toàn bộ các bộ phận chính của máy nằm trên bàn có thể quay tròn không bị hạn chế. Bộ máy có hệ thống bánh xích dùng để di chuyển máy khi cần.

Trên máy xúc có ba chuyển động cơ bản để thực hiện quá trình xúc: chuyển động nâng hạ gầu (xúc), chuyển động đẩy tay gầu (ra vào gầu) và chuyển động quay bàn máy. Ba chuyển động này được truyền động từ ba động cơ một chiều kích từ độc lập trong các hệ thống truyền động điện máy phát - động cơ một chiều (hệ F - Đ). Ba máy phát một chiều của cả ba hệ thống truyền động điện được cấp động lực từ một động cơ sơ cấp là động cơ không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc công suất 160 KW. Máy phát của hệ thống truyền động nâng hạ gầu có chung trục và vỏ với động cơ sơ cấp và có công suất 125 KW; hai máy phát của hệ thống truyền động đẩy tay gầu (36 KW) và quay máy (55 KW) chung trục và chung vỏ, chúng được nối trục với động cơ sơ cấp qua khớp nối. Sơ đồ nguyên lý cả ba hệ thống truyền động điện này cơ bản giống nhau, khác nhau chủ yếu ở tham số phần mạch khống chế (điều khiển) do đặc điểm phụ tải các chuyển động là khác nhau. Hệ thống truyền động nâng hạ gầu còn được dùng để di chuyển máy khi cần (chuyển đổi bằng khớp cơ khí).

Trên máy xúc có khá nhiều chuyển động phụ: nâng hạ cần, mở đáy gầu, nén khí, ... Các chuyển động phụ đều dùng động cơ xoay chiều không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc một cấp tốc độ.

Nguồn điện để cấp điện áp kích từ cho các động cơ một chiều và toàn bộ mạch điều khiển các hệ thống truyền động cơ bản là điện áp một chiều 110 V được phát ra bởi một máy phát một chiều tự kích từ có công suất 11 KW, máy phát này cũng được kéo bởi một động cơ xoay chiều không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc.

Khí cụ điều khiển các hệ thống truyền động cơ bản là ba bộ khống chế chỉ huy sử dụng các cơ cấu cam và một số công tắc nhiều vị trí kết hợp với các công tắc tơ.

6.4.4.2. Mạch điện hệ truyền động cơ cấu nâng - hạ gầu của máy xúc Э2503

a. Giới thiệu sơ đồ

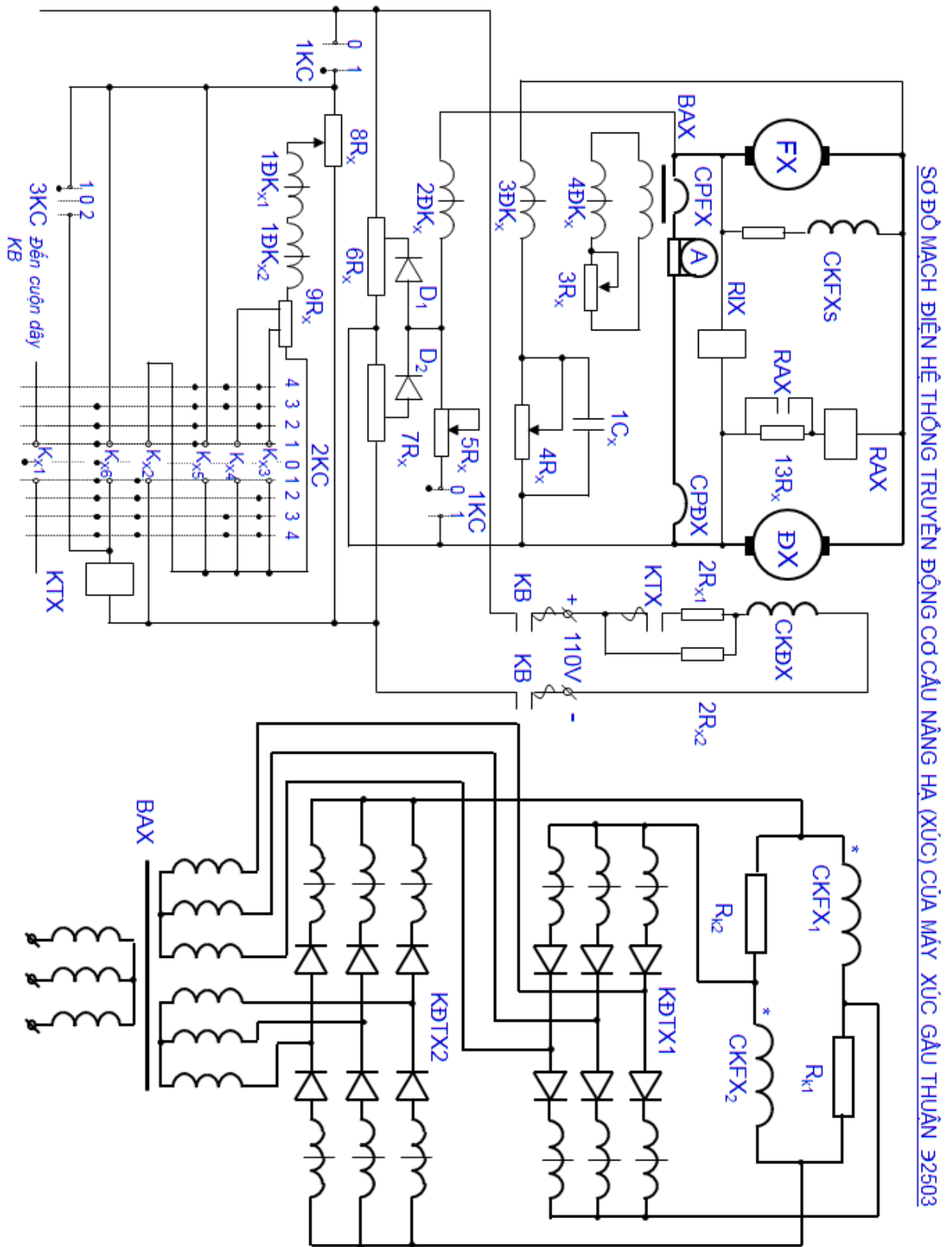
- *Mạch lực:*

Mạch lực hệ thống truyền động gồm có động cơ một chiều kích từ độc lập ĐX dùng để nâng hạ gầu (và di chuyển máy) có công suất 100 KW, ĐX có cuộn kích từ độc lập là CKĐX; máy phát kích thích hỗn hợp FX dùng để cấp điện áp một chiều cho mạch phần ứng ĐX, máy phát có hai bộ cuộn kích từ là kích từ độc lập (gồm hai cuộn CKFX₁ và CKFX₂) và kích từ song song CKFX_s,

cuộn kích thích song song có tác dụng tăng hệ số khuếch đại điện áp của máy phát và không cần phân tích đến khi xét nguyên lý làm việc của hệ thống.

- Mạch điều khiển:

+ Khâu tổng hợp và khuếch đại tín hiệu điều khiển:



Hình 6.16. Sơ đồ nguyên lý hệ thống truyền động nâng hạ của máy xúc 32503

Để điều khiển sự hoạt động của động cơ, trong hệ thống này người ta tác động vào bộ cuộn dây kích từ độc lập của máy phát. Để thực hiện cung cấp điện áp một chiều cho các cuộn kích từ độc lập đồng thời có thể điều chỉnh và đảo chiều từ thông máy phát, trong hệ thống sử dụng một bộ khuếch đại từ (KĐT) kép (KĐT_{X1}, KĐT_{X2}) và tải của nó là hai cuộn kích từ độc lập của máy phát và hai điện trở R_{x1} và R_{x2} mắc thành một mạch cầu (cầu tải) như trên hình 6.16.

Bộ KĐT kép gồm hai KĐT được cung cấp điện áp xoay chiều từ thứ cấp máy biến áp ba pha BAX. Mỗi KĐT có 6 cuộn dây làm việc và 6 diode mắc theo sơ đồ cầu ba pha kiểu cầu trong (có phản hồi dương nội theo dòng điện - để tăng hệ số khuếch đại). Bộ KĐT kép có các cuộn điều khiển chung, trong đó: hai cuộn đóng vai trò cuộn điều khiển chủ đạo là 1ĐK_{X1} và 1ĐK_{X1} được cấp điện áp chủ đạo qua bộ phân áp $9R_x$ và bộ khống chế 2KC (để thay đổi giá trị điện áp chủ đạo), chiết áp $8R_x$ phối hợp với các phần tử trên để đảo chiều điện áp chủ đạo; cuộn 2ĐK_X là cuộn dây điều khiển thực hiện nhiệm vụ tổng hợp tín hiệu phản hồi âm dòng điện có ngắt (khi 1KC ở vị trí 1 - làm việc) hoặc phản hồi âm dòng (khi 1KC ở vị trí 0 - dừng), tín hiệu phản hồi âm dòng điện là sụt điện áp trên điện trở các cuộn dây cực từ phụ của máy phát (CPFX) và động cơ (CPĐX); cuộn dây 3ĐK_X thực hiện tổng hợp tín hiệu phản âm áp và dương dòng hỗn hợp (qua $4R_x$ - phản hồi cứng), phản hồi vi phân của tín hiệu âm áp và dương dòng hỗn hợp (qua $1C_x$ - phản hồi mềm), tín hiệu phản hồi dương dòng cũng lấy trên các cuộn dây cực từ phụ của FX và ĐX, tín hiệu phản hồi âm điện áp lấy trực tiếp điện áp trên phần ứng động cơ ĐX, tín hiệu vi phân được tạo ra nhờ tụ điện mắc nối tiếp với cuộn dây 3ĐK_X; cuộn dây 4ĐK_X làm nhiệm vụ tổng hợp tín hiệu phản hồi theo đạo hàm dòng điện phần ứng động cơ (phản hồi mềm), tín hiệu phản hồi vi phân dòng điện được lấy từ cuộn thứ cấp biến áp vi phân mà cuộn sơ cấp là cuộn dây cực từ phụ máy phát CPFX, điều chỉnh hệ số phản hồi này nhờ biến trở $3R_x$.

Các phản hồi cứng: âm áp và dương dòng hỗn hợp để nâng cao độ cứng đặc tính (ổn định tốc độ), âm dòng có ngắt (để tạo đặc tính máy xúc: độ dốc lớn, động cơ sẽ dừng với dòng điện trong phạm vi cho phép khi mô men tải quá lớn), âm dòng (khi công tắc điều khiển 1KC ở vị trí 0 - vị trí dừng) có tác dụng hạn chế dòng điện phần ứng động cơ do bất kỳ nguyên nhân nào có thể tạo ra dòng điện (tải thế năng chẳng hạn).

Các phản hồi mềm có tác dụng cải thiện chất lượng động của hệ thống, đảm bảo tính ổn định động của hệ (phản hồi âm vi phân dòng điện) hoặc đảm bảo quá trình dừng máy diễn ra êm theo yêu cầu (phản hồi vi phân của tín hiệu âm điện áp và dương dòng).

+ Các thiết bị điều khiển khác:

Chuyển mạch 2 vị trí 1KC (0 - dừng, 1 - làm việc) có 2 tiếp điểm để đưa hệ thống về trạng thái nghỉ (động vẫn có thể ở trạng thái hãm) hoặc sẵn sàng làm việc.

Chuyển mạch 2KC thuộc dạng bộ khống chế chỉ huy có 6 tiếp điểm từ K_{x1} đến K_{x6} , có vị trí dừng (0 - ở giữa), 4 vị trí bên phải (nâng hoặc tiến khi di chuyển, cụ thể: vị trí 1 nâng với tốc độ thấp nhất, vị trí 2 nâng với tốc độ thứ hai, vị trí 3 và 4 đều nâng với tốc độ cao nhất), 4 vị trí bên trái (hạ hoặc lùi khi di chuyển, cụ thể: vị trí 1 hạ với tốc độ thấp nhất, vị trí 2 hạ với tốc độ thứ hai, vị trí 3 hạ với tốc độ cao tương đương tốc độ nâng cao nhất, vị trí 4 hạ với tốc độ cao nhất ở chế độ giảm từ thông).

Chuyển mạch 3KC có 3 vị trí và 2 tiếp điểm (trên sơ đồ hình 6.16 chỉ biểu diễn 1 tiếp điểm còn tiếp điểm liên quan đến việc khống chế cơ cấu chuyển đổi khớp nối giữa trục động cơ sang cơ cấu nâng hạ hoặc di chuyển không biểu diễn), vị trí không là vị trí dừng, vị trí 1 là vị trí điều khiển máy di chuyển, khi đó tiếp điểm 3KC trên sơ đồ nối ngắn mạch tiếp điểm K_{x6} của 2KC để loại bỏ cấp tốc độ giảm từ thông khi chuyển 2KC về vị trí 4 bên trái (lùi máy), vị trí 2 là ở chế độ nâng hạ (chế độ xúc).

Công tắc tơ KB đảm nhận chức năng bảo vệ mất điện áp (bảo vệ điện áp không), dùng để tránh trường hợp máy tự khởi động trở lại khi đang làm việc bị mất điện và sau đó có điện trở lại (người điều khiển quên chuyển công tắc điều khiển 2KC về vị trí 0).

Công tắc tơ KTX dùng để khống chế từ thông động cơ (KTX tác động, từ thông động cơ là định mức; KTX mất điện, từ thông động cơ giảm nhỏ hơn định mức (ứng với tốc độ hạ cao nhất)).

Rơ le RAX, RIX bảo vệ quá áp và quá dòng phản ứng động cơ.

b. Nguyên lý làm việc

- *Điều khiển nâng hạ:*

Để thực hiện điều khiển nâng hạ gầu, trước tiên chuyển 3KC về vị trí 2, trục động cơ được nối với cơ cấu nâng hạ (tang quấn cáp). Khi 2KC ở vị trí 0, tiếp điểm K_{x1} kín, công tắc tơ KB được cấp điện và làm việc. Chuyển 1KC về vị trí 1, điện áp một chiều 110 V được cấp và bộ phân áp $8R_x$ (bình thường con trượt của $8R_x$ được điều chỉnh về giữa).

Để điều khiển nâng gầu, chuyển 2KC về các vị trí 1, 2, 3 và 4 bên phải, khi 2KC ở vị trí 1, K_{x2} kín, có dòng qua các cuộn điều khiển chủ đạo theo chiều từ trái qua phải (qua K_{x2}), lúc này phần điện trở $9R_x$ nối tiếp với cuộn điều khiển chủ đạo là lớn nhất nên điện áp đặt vào cuộn chủ đạo là nhỏ nhất, tương ứng động cơ được khởi động lên tốc độ nâng thấp nhất. Để tăng tốc độ, chuyển 2KC sang vị trí 2, thêm tiếp điểm K_{x3} kín, nó sẽ ngắn mạch một phần $9R_x$ làm cho điện áp chủ đạo tăng lên, động cơ sẽ chuyển sang làm việc với tốc độ nâng thứ hai cao hơn. Nếu chuyển 2KC sang vị trí 3 hoặc 4 (tương đương nhau), thêm K_{x4} kín, ngắn mạch thêm một phần nữa của $9R_x$ nên điện áp đặt vào cuộn chủ đạo là lớn nhất, động cơ sẽ làm việc với tốc độ nâng cao nhất.

Để điều khiển hạ gầu, chuyển 2KC về các vị trí 1, 2, 3 và 4 bên trái, khi 2KC ở vị trí 1, K_{x5} kín, có dòng qua các cuộn điều khiển chủ đạo theo chiều từ phải qua trái (qua K_{x5}), tức là chiều dòng qua cuộn điều khiển chủ đạo ngược với khi điều khiển nâng (đảo chiều điện áp chủ đạo), đồng thời khi K_{x5} kín phần điện trở $9R_x$ nối tiếp với cuộn điều khiển chủ đạo là lớn nhất (tương đương như khi K_{x2} kín) nên điện áp đặt vào cuộn chủ đạo là nhỏ nhất, do vậy động cơ được khởi động lên tốc độ thấp nhất theo chiều hạ. Để tăng tốc độ hạ, chuyển 2KC sang vị trí 2, thêm tiếp điểm K_{x3} kín, nó sẽ ngắn mạch một phần $9R_x$ làm cho điện áp chủ đạo tăng lên, động cơ sẽ làm việc với tốc độ hạ thứ hai cao hơn. Nếu chuyển 2KC sang vị trí 3, thêm K_{x4} kín, ngắn mạch thêm phần nữa của $9R_x$ nên điện áp đặt vào cuộn chủ đạo là lớn nhất, động cơ sẽ làm việc với tốc độ hạ thứ ba (cao nhất trong chế độ điều chỉnh điện áp). Tiếp theo, nếu chuyển 2KC sang vị trí 4 bên trái, tiếp điểm K_{x6} mở ra (K_{x6} kín ở tất cả các vị trí của 2KC trừ vị trí số 4 bên trái), công tắc tơ KTX mất điện, tiếp điểm của nó trong mạch cuộn dây kích từ động cơ mở ra làm tăng điện trở phụ trong mạch này nên từ thông động cơ giảm, động cơ tăng tốc lên trên tốc độ cơ bản ứng với tốc độ hạ cao nhất.

- *Điều khiển di chuyển máy:*

Trong máy xúc này, hệ thống truyền động di chuyển máy dùng chung với truyền động nâng hạ. Khi cần di chuyển máy thường thực hiện treo gầu lên cao và giữ bằng phanh cơ khí. Để di chuyển, chuyển 3KC sang vị trí 1, một tiếp điểm của 3KC (không biểu diễn trên hình 6.16) sẽ cấp điện cho van điện từ để điều khiển hệ thống khí nén thực hiện chuyển đổi khớp nối trục động cơ tách khỏi cơ cấu quán cáp nâng hạ gầu và nối sang truyền động cho hệ thống bánh xích của bộ máy. Việc điều khiển tiến và lùi máy tương tự như điều khiển nâng và hạ gầu. Lưu ý, do đặc tính tải bây giờ khác khi nâng hạ nên không còn chế độ giảm từ thông khi chuyển 2KC về vị trí 4 bên trái (nhờ tiếp điểm 3KC cấp điện liên tục cho cuộn dây KTX nên việc mở tiếp điểm K_{x6} không làm giảm từ thông động cơ).

Ghi chú: Các tác động tự động ổn định tốc độ nhờ phản hồi âm áp dương dòng hỗn hợp đẳng trị với phản hồi âm tốc độ, tự động hạn chế phụ tải nhờ phản hồi âm dòng có ngắt, điều chỉnh tốc độ, đảo chiều quay hoàn toàn tương tự như các hệ thống khác đã nêu trong các chương trước, ở đây không phân tích. Người học có thể tham khảo thêm trong các tài liệu về truyền động điện và tổng hợp hệ điện cơ.

Chương 7

TRANG BỊ ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HÓA NHÓM MÁY GIA NHIỆT

7.1. Giới thiệu chung

7.1.1. Giới thiệu khái quát về thiết bị gia nhiệt

Trong công nghiệp có rất nhiều quá trình gia công sử dụng nhiệt: luyện kim; nung phôi phục vụ cho gia công áp lực; gia nhiệt phục vụ quá trình tôi, ram các sản phẩm, các chi tiết cơ khí; nung sấy các sản phẩm, vật liệu; hàn và cắt kim loại và hợp kim; ...

Nguồn nhiệt phục vụ các quá trình gia nhiệt nói trên có thể được tạo ra bằng nhiều cách khác nhau: đốt nhiên liệu hóa thạch, biến đổi từ điện năng, ... Trong nội dung chương trình này chỉ nghiên cứu mạch điện các thiết bị, các hệ thống mà nhiệt năng phục vụ quá trình gia công được biến đổi thành từ điện năng.

7.1.2. Phân loại các thiết bị gia nhiệt bằng điện

Như đã nêu, ở đây chỉ giới thiệu về các thiết bị gia nhiệt mà nguồn nhiệt được biến đổi từ điện. Các thiết bị này được chia làm hai nhóm chính là lò điện và hàn điện.

7.1.2.1. Lò điện

Lò điện là các thiết bị gia nhiệt, trong đó nhiệt năng dùng để gia nhiệt các chi tiết và sản phẩm được tạo ra nhờ quá trình biến đổi điện năng thành nhiệt năng theo một số quy luật vật lý khác nhau. Các lò điện được ứng dụng để luyện kim (luyện kim đen, kim loại màu và hợp kim), dùng để nung phôi cho các nguyên công khác, dùng để tôi, ram, sấy các chi tiết và sản phẩm. Phụ thuộc vào quá trình biến đổi điện năng thành nhiệt năng, lò điện được chia ra:

- Lò hồ quang;
- Lò điện trở;
- Lò cảm ứng (lò tần số).

7.1.2.2. Hàn điện

Hàn điện là quá trình kết nối các phần của chi tiết với nhau nhờ nhiệt sinh ra bởi dòng điện. Hàn điện được dùng để gắn kết các phần của các chi tiết hoặc sản phẩm bằng kim loại, hợp kim hoặc cả những chi tiết phi kim. Hàn điện được chia ra:

- Hàn hồ quang;
- Hàn điện trở (hàn tiếp xúc);
- Hàn cảm ứng (hàn tần số).

7.2. Trang bị điện và tự động hóa cho lò điện trở

7.2.1. Giới thiệu chung

7.2.1.1. Khái niệm về lò điện trở

Lò điện trở là một loại lò điện, trong đó nhiệt năng dùng để gia nhiệt các chi tiết và sản phẩm được tạo ra nhờ biến đổi từ điện năng với việc sử dụng hiệu ứng nhiệt của dòng điện đi qua điện trở.

7.2.1.2. Phân loại lò điện trở

- Theo nhiệt độ làm việc:

- + Lò nhiệt độ thấp, ($T^0 < 650^{\circ}\text{C}$);
- + Lò nhiệt độ trung bình, ($T^0 = 650^{\circ}\text{C} \div 1200^{\circ}\text{C}$);
- + Lò nhiệt độ cao, ($T^0 > 1200^{\circ}\text{C}$).

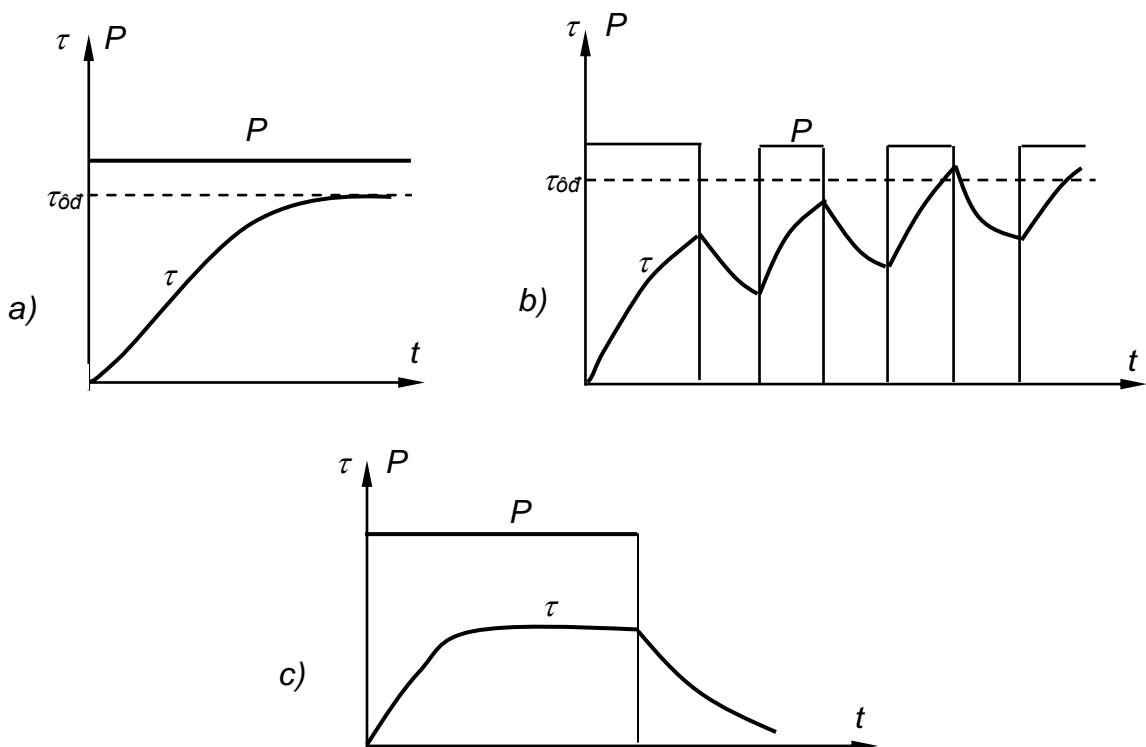
- Theo nơi sử dụng:

- + Lò dùng trong công nghiệp;
- + Lò dùng trong phòng thí nghiệm;
- + Lò dùng trong gia đình.

- Theo đặc tính làm việc:

- + Lò làm việc liên tục;
- + Lò làm việc gián đoạn.

Lò làm việc liên tục là lò điện cấp điện để nhiệt độ lò được duy trì ở giá trị ổn định ($\tau_{\text{ổđ}}$) trong thời gian dài, có hai trường hợp: lò được cấp điện liên tục và nhiệt độ giữ ổn định ở một giá trị nào đó sau quá trình khởi động lò (đặc tính trên hình 7.1a); lò được cấp điện theo dạng xung (đóng cắt nguồn điện), nhiệt độ sẽ dao động quanh giá trị nhiệt độ cần ổn định (đặc tính trên hình 7.1b). Lò làm việc gián đoạn thì đồ thị nhiệt độ và công suất như hình 7.1c.



Hình 7.1. Đặc tính làm việc các lò điện trở
a và b) Lò làm việc liên tục, c) Lò làm việc gián đoạn

- Theo kết cấu lò:

- + Lò buồng, lò giếng;
- + Lò chụp;
- + Lò bể ...

- Theo mục đích sử dụng:

- + Lò tôi;
- + Lò ram;
- + Lò nung;
- + Lò nấu chảy.

7.2.1.3. Yêu cầu đối với vật liệu làm dây đốt

Trong lò điện trở, dây đốt là phần tử làm nhiệm vụ biến đổi điện năng thành nhiệt năng thông qua hiệu ứng Joule. Dây đốt cần phải làm từ các vật liệu thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Chịu được nhiệt độ cao;
- Có độ bền cơ khí lớn;
- Có điện trở suất lớn (vì điện trở suất nhỏ dẫn đến dây dài, khó bố trí trong lò hoặc tiết diện dây nhỏ, không bền);
- Hệ số nhiệt điện trở nhỏ (điện trở sẽ ít thay đổi đảm bảo công suất);
- Chậm hóa già (ít bị biến đổi theo thời gian, đảm bảo tuổi thọ của lò).

Vật liệu làm dây đốt có thể là:

- Hợp kim: Cr – Ni, Cr – Al ... với lò có nhiệt độ làm việc dưới 1200⁰C.
- Hợp chất: SiC, MoSi₂ ... với lò có nhiệt độ làm việc 1200⁰C ÷ 1600⁰C.
- Đơn chất: Mo, W, C... với lò có nhiệt độ cao hơn 1600⁰C.

7.2.2. Mạch điện không chế lò có tiếp điểm

7.2.2.1. Giới thiệu sơ đồ

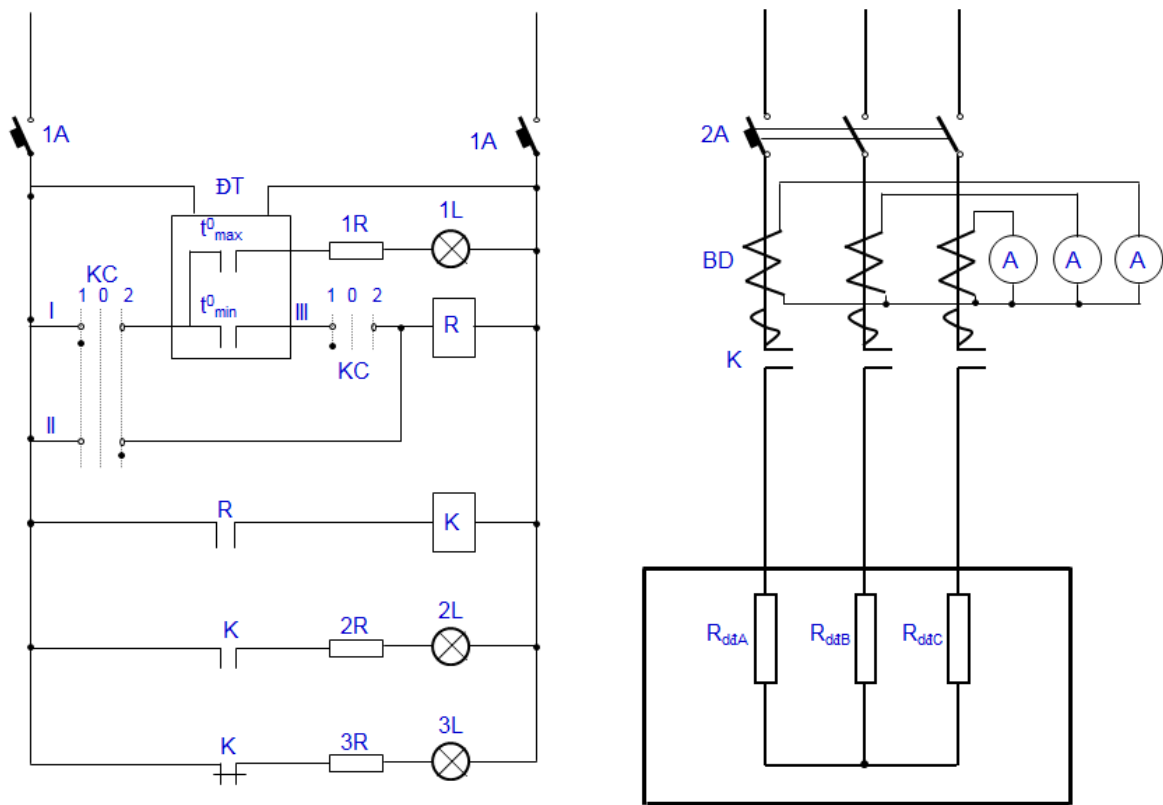
a. Phần mạch lực

- Mạch lực được cấp điện áp xoay chiều ba pha từ mạng hạ áp (220/ 380V) hoặc qua máy biến áp giảm áp;
- R_{ddA}, R_{ddB}, R_{ddC}: Các dây đốt dùng để biến đổi điện năng thành nhiệt năng cấp cho lò;
- 2A: Áp tô mát dùng để đóng cắt nguồn và bảo vệ ngắn mạch phần mạch lực;
- Các tiếp điểm chính của công tắc tơ dùng để điều khiển việc đóng cắt nguồn cấp cho lò trong cả hai chế độ: bằng tay và tự động.

b. Phần mạch điều khiển

- ĐT: Đát tric nhiệt độ (tương đương như một rơ le tác động theo nhiệt độ);
- K: Cuộn dây công tắc tơ để đóng cắt điện cấp cho dây đốt;
- R: Rơ le điều khiển việc đóng cắt điện cho dây đốt (thông qua việc đóng cắt điện cuộn dây công tắc tơ K);
- KC: Công tắc quay 3 vị trí (0, 1, 2) và 3 tiếp điểm (I, II, III) dùng để chuyển đổi chế độ làm việc của lò (ví trí 0: dừng cấp điện cho lò; vị trí 1: chế độ điều khiển tự động nhiệt độ lò); vị trí 2: chế độ điều khiển bằng tay);
- 1A: Áp tô mát đóng cắt nguồn và bảo vệ mạch không chế (điều khiển);
- 1L, 2L, 3L: Các đèn chỉ thị (1L: báo lò đạt nhiệt độ max; 2L: dây đốt đang được cấp điện; 3L: Dây đốt không được cấp điện);

- BD: Máy biến dòng, kết hợp với các đồng ampe (A) dùng để dòng các dây đốt.



Hình 7.2. Sơ đồ nguyên lý mạch điện lò điện trở sử dụng các phần tử có tiếp điểm

7.2.2.2. Nguyên lý làm việc

a. Hoạt động của đất tríc nhiệt độ ĐT

Đất tríc nhiệt độ ĐT tương đương như một rơ le tác động theo nhiệt độ có hai tiếp điểm: tiếp điểm nhiệt độ nhỏ nhất (nhiệt độ min - t^0_{min}) và tiếp điểm nhiệt độ lớn nhất (nhiệt độ max - t^0_{max}) là nhiệt độ giới hạn dưới và nhiệt độ giới hạn trên của ĐT (giá trị này có thể điều chỉnh được). Trạng thái của hai tiếp điểm này luôn ngược nhau.

Giả thiết nhiệt độ trong lò đang nhỏ hơn nhiệt độ min thì tiếp điểm t^0_{min} kín, nếu cấp nhiệt để nhiệt độ của lò tăng dần thì khi nhiệt độ lò chưa đạt giá t^0_{max} trạng thái của tiếp điểm t^0_{min} vẫn chưa thay đổi. Cho đến khi nhiệt độ của lò tăng lên đạt giá trị nhiệt độ max thì tiếp điểm t^0_{min} mở ra và tiếp điểm t^0_{max} đóng lại. Khi nhiệt độ của lò đang bằng hoặc lớn hơn t^0_{max} , tiếp điểm t^0_{min} mở và tiếp điểm t^0_{max} đóng; nếu giảm dần nhiệt độ của lò (ví dụ: ngừng cấp nhiệt cho lò), nhưng khi nhiệt độ của lò còn lớn hơn nhiệt độ min, trạng thái các tiếp điểm chưa thay đổi, khi nhiệt độ của lò giảm về bằng nhiệt độ min thì tiếp điểm t^0_{min} sẽ đóng lại còn tiếp điểm t^0_{max} mở ra.

b. Không chế tự động nhiệt độ lò

Trong chế độ không chế tự động, nhiệt độ của lò khi kết thúc quá trình khởi động sẽ dao động giữa hai giá trị t^0_{min} và t^0_{max} . Các giá trị t^0_{min} và t^0_{max} được điều chỉnh bởi các giá trị đặt của ĐT. Trước tiên, để chuẩn bị khởi động lò ta điều chỉnh các giá trị đặt của ĐT theo yêu cầu, tiếp theo đóng các áp tô mát nguồn 1A và 2A. Giả thiết nhiệt độ của lò đang ban đầu còn nhỏ hơn nhiệt độ min nên tiếp điểm t^0_{min} kín. Để khởi động lò theo chế độ không chế tự động, chuyển công tắc KC về

vị trí 1 (vị trí tự động), các tiếp điểm KCI, KCIII kín nên rơ le R có điện đóng tiếp điểm thường mở R cấp điện cho cuộn dây công tắc K. Công tắc tơ K tác động đóng các tiếp điểm thường mở trong mạch lực nối nguồn cung cấp vào các dây đốt, nhiệt lượng sinh ra trên các dây đốt làm cho nhiệt độ lò tăng dần. Khi nhiệt độ lò tăng đạt giá trị nhiệt độ max thì tiếp điểm t_{min}^0 mở ra làm cho cuộn dây rơ le R mất điện dẫn đến cuộn dây công tắc tơ K mất điện làm mở các tiếp điểm của nó trong mạch lực thực hiện cắt điện các dây đốt, lò bị ngừng cấp nhiệt. Do quá trình tỏa nhiệt ra môi trường qua vỏ lò mà nhiệt độ trong lò sẽ giảm dần, khi nhiệt độ lò giảm xuống bằng nhiệt độ min thì tiếp điểm t_{min}^0 đóng lại làm cho cuộn dây R và K lại có điện, dây đốt lại được cấp điện và sinh nhiệt làm nhiệt độ lò tăng dần, ... Quá trình cứ diễn ra lặp đi lặp lại, kết quả nhiệt độ lò được giữ dao động giữa hai giá trị t_{min}^0 và t_{max}^0 . Để ngừng quá trình gia nhiệt thực hiện chuyển công tắc KC về vị trí 0, các tiếp điểm KC đều mở, R và K đều mất điện, quá trình sinh nhiệt trên dây đốt không còn, sự tỏa nhiệt sẽ làm cho nhiệt độ lò giảm dần về giá trị nhiệt độ môi trường (khi thời gian ngừng lò đủ dài).

c. *Khống chế bằng tay*

Để khởi động lò trong chế độ điều khiển bằng tay, trước tiên đóng 1A và 2A, chuyển công tắc KC về vị trí 2 (bằng tay) dẫn đến tiếp điểm KCII có kín nên R có điện, dẫn đến K có điện. Các tiếp điểm thường mở của K trong mạch đóng lại cấp điện cho các dây đốt được làm cho nhiệt độ lò tăng.

Khi nhiệt độ lò đạt yêu cầu, chuyển KC về vị trí dừng, các tiếp điểm của KC mở ra nên R mất điện dẫn đến K mất điện, thực hiện cắt điện của dây đốt.

d. *Bảo vệ và chỉ thị:*

- Bảo vệ mạch lực dùng áp tô mát 2A;
- Bảo vệ mạch khống chế dùng áp tô mát 1A;
- Để chỉ thị trạng thái làm việc của mạch điện người ta dùng các đèn tín hiệu và đồng hồ đo dòng điện.

7.2.3. *Mạch điện khống chế lò điện trở sử dụng BBD xoay chiều - xoay chiều*

7.2.3.1. *Sơ đồ nguyên lý*

Sơ đồ nguyên lý mạch điện khống chế nhiệt độ lò điện trở sử dụng BBD xoay chiều - xoay chiều để điều chỉnh điện áp cấp cho dây đốt của lò được biểu diễn trên hình 7.3. Sơ đồ mạch điện của lò gồm:

a. *Mạch lực*

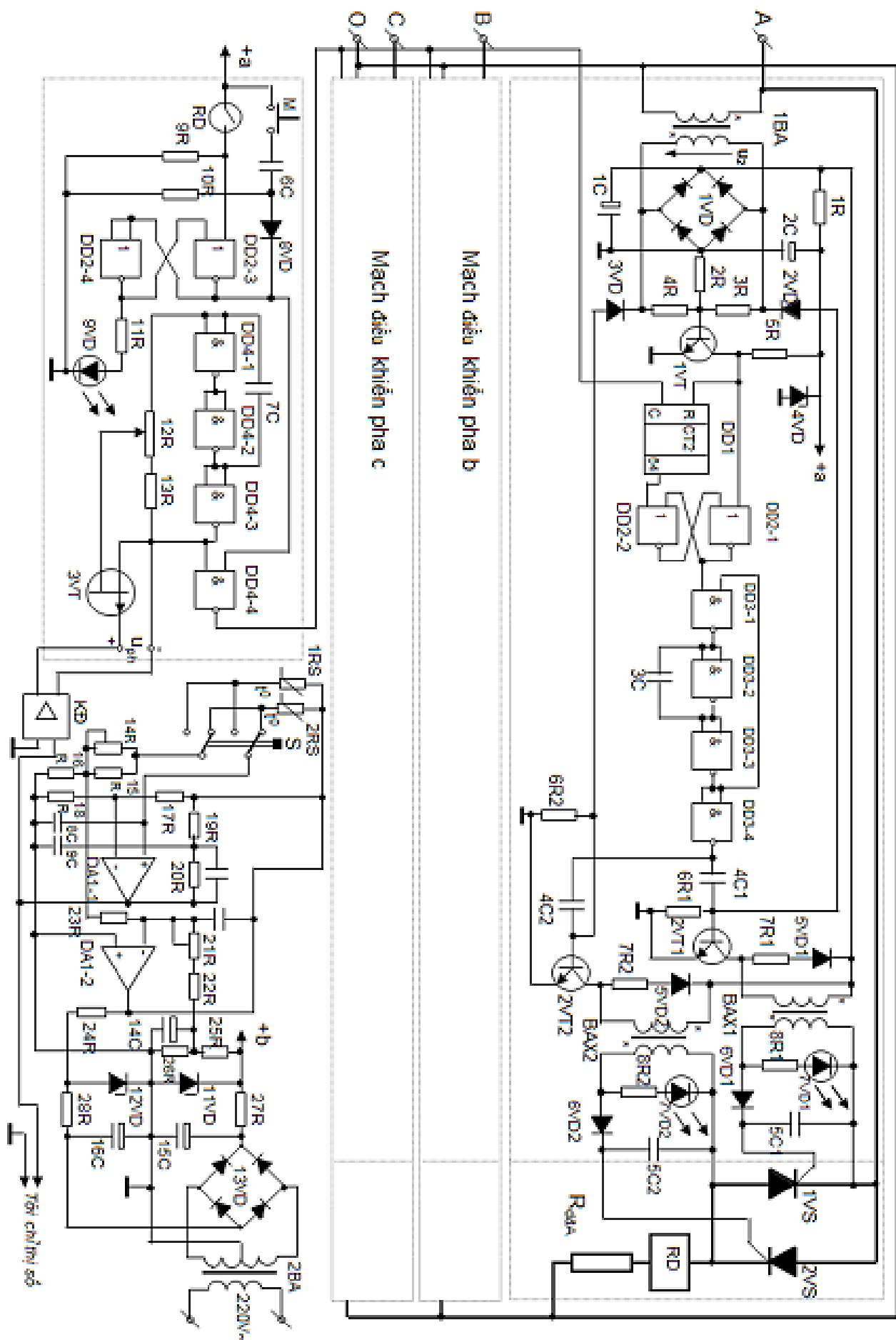
Phần mạch lực gồm BBD xoay chiều - xoay chiều ba pha dùng 6 thyristor và phụ tải là bộ dây đốt ba pha đấu sao có dây trung tính (Y_0).

b. *Mạch điều khiển*

Mạch điều khiển hệ thống này gồm một số bộ phận cơ bản như sau: Mạch phát xung điều khiển các thyristor của BBD; mạch tổng hợp và khuếch đại tín hiệu điều khiển; một số phần mạch khác như mạch tạo nguồn nuôi một chiều, mạch lấy tín hiệu phản hồi nhiệt độ.

- *Mạch phát xung điều khiển các thyristor của BBD:*

Mạch phát xung điều khiển của BBD là mạch phát xung sử dụng các phần tử kỹ thuật số gồm ba kênh, mỗi kênh phát xung điều khiển cho hai thyristor trong cùng một pha.



Hình 7.3. Sơ đồ nguyên lý mạch điện lò điện trở sử dụng BBD xoay chiều - xoay chiều

Trên sơ đồ hình 7.3 biểu diễn chi tiết kênh phát xung điều khiển cho hai thyristor ở pha A.

+ Cuộn thứ cấp máy biến áp 1BA, cầu chỉnh lưu diode 1VD, các diode 2VD và 3VD, ổn áp 4VD, transistor 1VT, các tụ 1C và 2C, các điện trở 1R ÷ 5R vừa đảm nhận chức năng đồng bộ hóa, tạo nguồn nuôi cho kênh phát xung và tạo tín hiệu không chế khâu phân chia xung.

+ Bộ đếm DD1, mạch lật R-S bằng hai phần tử NOR là DD2-1 và DD2-2 là khâu phát xung (tương đương như mạch so sánh của hệ thống điều khiển theo nguyên tắc không chế pha đứng).

+ Các phần tử NAND gồm DD3-1 ÷ DD3-4 thực hiện chức năng tạo xung chùm (chuyển xung đầu ra của khâu phát xung thành một chùm xung với tần số cao).

+ Các tụ 4C1 và 4C2, các transistor 2VT1 và 2VT2, các máy biến áp xung BAX1 và BAX2 kết hợp với các phần tử liên quan thực hiện các chức năng phân chia, khuếch đại và truyền xung.

- *Mạch tổng hợp, khuếch đại và xử lý tín hiệu điều khiển:*

+ Tín hiệu đặt nhiệt độ (điều chỉnh bằng R14) và tín hiệu phản hồi nhiệt độ (dùng các điện trở nhiệt 1RS hoặc 2RS) được tổng hợp và đưa vào đầu vào tầng khuếch đại dùng khuếch đại thuật toán DA1-1. Việc tổng hợp các tín hiệu này nhờ một cầu đo điện trở được cấp bởi nguồn dòng điện không đổi (do khâu tạo nguồn dòng dùng khuếch đại thuật toán DA1-2 cung cấp). Tín hiệu ra của DA1-1 được đưa đến khâu khuếch đại KD để khuếch đại tiếp và sau đó dùng để điều khiển transistor trường kiểu JFET 3VT.

+ Mạch dao động có điều khiển thực hiện chức năng biến đổi điện áp/tần số gồm NAND DD4-1 ÷ DD4-3, 3VT và các điện trở 12R, 13R, tụ điện 7C, trong đó 3VT đóng vai trò là điện trở có điều khiển dùng để thay đổi tần số dao động của mạch theo tín hiệu điều khiển u_{ph} . Tần số dao động của mạch được điều chỉnh thay đổi từ 6 KHz đến 1 MHz khi u_{ph} thay đổi từ 6V đến 0V.

+ Mạch bảo vệ quá dòng (cắt xung điều khiển các thyristor khi quá dòng) dùng rơ le dòng điện RD, mạch lật R-S bằng DD2-3 và DD2-4 và kết hợp với DD4-4. Nút ấn M, tụ 6C và diode 8VD dùng để phục hồi lại sự làm việc của hệ thống khi khắc phục xong nguyên nhân quá dòng.

- *Mạch tạo nguồn và lấy tín hiệu phản hồi, tạo tín hiệu đặt và nguồn nuôi khâu khuếch đại:*

+ Mạch tạo nguồn nuôi một chiều cấp cho khâu tổng hợp, khuếch đại và xử lý tín hiệu điều khiển sử dụng máy biến áp 2BA, hai bộ chỉnh lưu hình tia hai pha không điều khiển 13VD và một số phần tử khác, điện áp ra được ổn định bởi mạch ổn áp thông số dùng 11VD, 12VD, 27R và 28R.

+ Mạch tạo nguồn dòng dùng KĐTT DA1-2 và các phần tử phụ trợ.

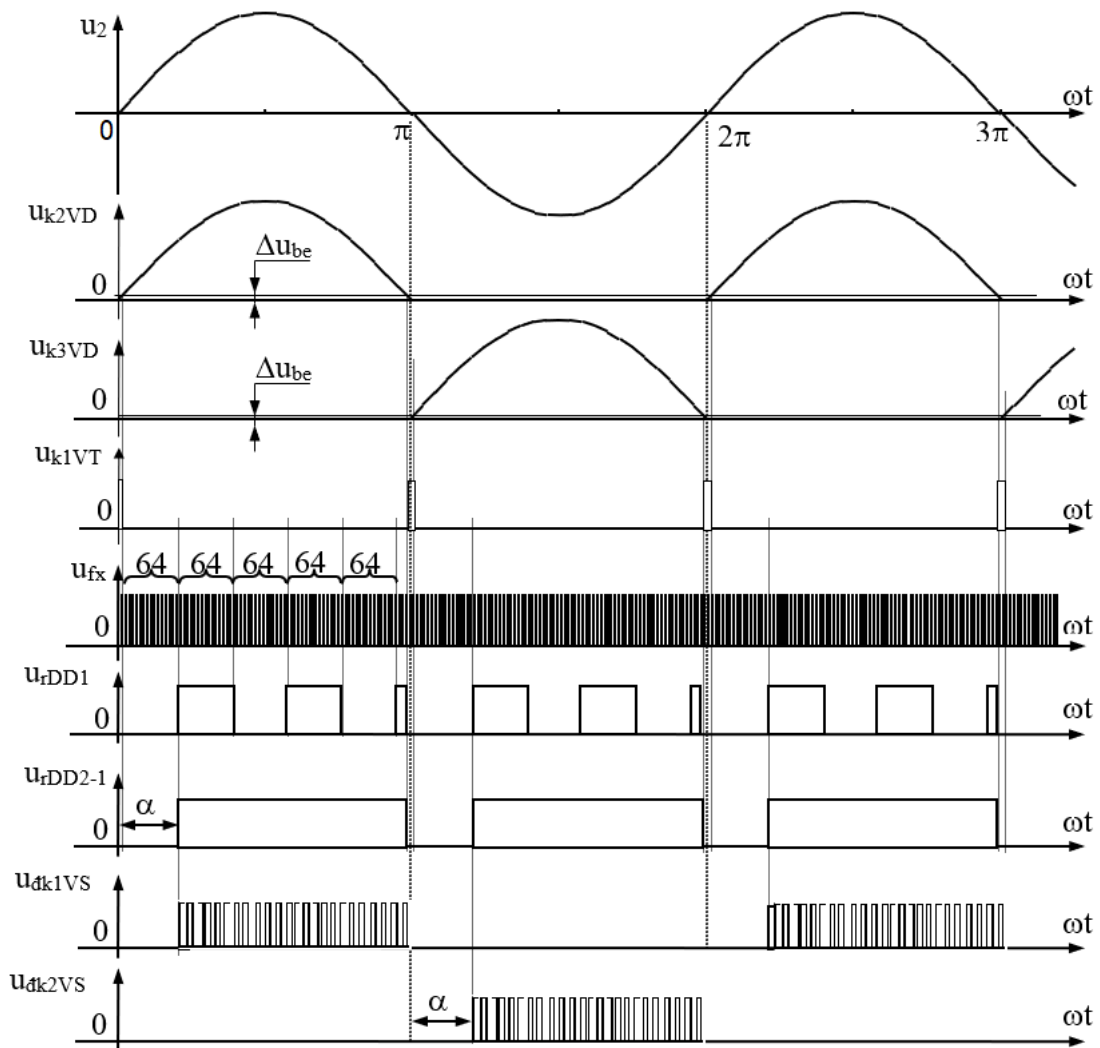
+ Mạch tạo điện áp tổng hợp gồm tín hiệu đặt và tín hiệu phản hồi âm theo nhiệt độ là một cầu điện trở gồm bốn nhánh: nhánh thứ nhất gồm biến trở 14R, các điện trở 15R, 17R; nhánh thứ hai là điện trở nhiệt 1RS hoặc 2RS (có giá trị điện trở thay đổi theo nhiệt độ lò, điện trở của chúng sẽ giảm khi nhiệt độ lò tăng); nhánh thứ ba là 17R; nhánh thứ tư là 18R. Một đường chéo của cầu đo được cấp dòng không đổi do DA1-2 tạo ra, đường chéo còn lại lấy ra tín hiệu tỉ lệ với hiệu số giá trị đặt và tín hiệu phản hồi nhiệt độ và đặt vào đầu vào của DA1-1.

7.2.3.2. Nguyên lý làm việc

a. Nguyên lý làm việc của một kênh phát xung

Hệ thống có ba kênh phát xung tương tự nhau nên chỉ cần phân tích nguyên lý làm việc một kênh, ở đây sẽ phân tích nguyên lý kênh phát xung điều khiển hai van pha A (1VS và 2VS).

Nguyên lý làm việc kênh phát xung điều khiển hai thyristor 1VS và 2VS được minh họa bằng đồ thị trên hình 7.4.



Hình 7.4. Đồ thị minh họa nguyên lý làm việc kênh phát xung điều khiển 1VS và 2 VS

Trong đó: u_2 là điện áp thứ cấp 1BA vừa đảm nhận chức năng tín hiệu đồng bộ vừa là nguồn cấp cho bộ chỉnh lưu không điều khiển 1VD để tạo nguồn nuôi cho kênh phát xung (u_2 ở nửa chu kỳ dương khi u_A ở nửa chu kỳ âm); u_{k2VD} và u_{k3VD} là điện áp giữa katốt 2VD và 3VD so với mát; u_{k1VT} là điện áp giữa cực góp và phát (mát) của 1VT, đây chính là các xung đồng bộ dùng để xóa bộ đếm DD1 và mạch nhớ R-S; u_{fx} là chuỗi xung có tần số điều khiển được lấy từ đầu ra khâu tổng hợp, khuếch đại và xử lý tín hiệu điều khiển đưa vào đầu vào đếm của DD1, nó có nhiệm vụ thay đổi góc điều khiển (điều chỉnh) của BBD; u_{rDD1} là xung đầu ra bộ đếm DD1; u_{rDD2-1} là xung đầu ra mạch nhớ cũng là điện áp đầu ra phân tử DD2-1; $u_{đk1VS}$ và $u_{đk2VS}$ là xung điều khiển đặt vào cực điều khiển và katốt của 1VS và 2VS.

Với mạch phát xung này, góc điều khiển của BBD (thường ký hiệu là ψ , cũng có trường hợp ký hiệu là α) sẽ thay đổi theo tần số của chuỗi xung u_{fx} trên đầu vào C của DD1 và được xác định theo biểu thức sau:

$$\psi = n \frac{T_x}{T} 360^\circ = n \frac{f}{f_x} 360^\circ = 64 \frac{f}{f_x} 360^\circ$$

Trong đó: n là giá trị đặt của bộ đếm, trường hợp này $n = 64$; T_x và f_x là chu kỳ và tần số của chuỗi xung đầu ra DD4-4; T và f là chu kỳ và tần số nguồn xoay chiều cấp cho BBD (với lưới điện nước ta $T = 0,02s$, $f = 50Hz$). Như vậy, với $f = 50 Hz$, khi f_x thay đổi từ 1MHz xuống 6,4KHz thì ψ thay đổi từ $1,5^\circ$ đến $\approx 180^\circ$.

b. Nguyên lý hoạt động của khâu điều chỉnh tần số dao động (điều khiển góc ψ hay α)

Mạch dao động tạo ra chuỗi xung có tần số f_x gồm 3 phần tử NAND mắc thành 3 mạch NOT có thêm tụ điện 7C, biến trở 12R, điện trở 13 R và điện trở điều khiển là mạch S-D của 3VT. Đây là mạch tự dao động điều khiển được tần số, việc điều khiển tần số dao động được thực hiện theo hai phương thức:

- Điều khiển bằng tay: cho điện áp không chế 3VT bằng không ($u_{ph} = 0$), nếu dịch con trượt 12R từ tận cùng bên trái sang tận cùng bên phải thì f_x thay đổi từ 1 MHz đến 6,4 KHz.

- Điều khiển tự động: Trong chế độ tự động điều khiển, tần số dao động phụ thuộc vào tín hiệu điều khiển 3VT mà tín hiệu này thay đổi tự động theo lượng đặt và nhiệt độ của lò. Trong chế độ này, con trượt 12R được dịch sang tận cùng bên trái, điện áp u_{ph} thay đổi từ 0V đến 6V thì f_x thay đổi từ 1 MHz đến 6,4 KHz.

c. Nguyên lý hoạt động của khâu tổng hợp và khuếch đại các tín hiệu điều khiển

Như đã nêu trong phần giới thiệu sơ đồ, trong hệ thống này, lượng đặt nhiệt độ và tín hiệu phản hồi nhiệt độ được tạo bằng một cầu điện trở, trong đó có một nhánh là biến trở dùng để thay đổi lượng đặt (14R) và một nhánh là điện trở nhiệt có giá trị phụ thuộc vào nhiệt độ lò. Tín hiệu tổng hợp được khuếch đại sơ bộ bằng DA1-1, sau đó được khuếch đại tiếp bằng bộ khuếch đại KĐ cho ra tín hiệu u_{ph} điều khiển 3VT để không chế tần số xung ra của mạch dao động (f_x). Nguyên lý cơ bản của mạch: Khi nhiệt độ lò nhỏ hơn giá trị đặt, điện áp ra của mạch (u_{ph}) có giá trị nhỏ, dẫn đến góc điều khiển BBD (ψ) nhỏ, điện áp ra BBD lớn dẫn đến làm tăng nhiệt độ lò. Khi nhiệt độ lò tăng, điện trở nhiệt giảm làm cho giá trị tín hiệu vào DA1-1 tăng, dẫn đến u_{ph} tăng nên ψ tăng, dẫn đến điện áp đặt lên dây đốt giảm, ...

d. Nguyên lý hoạt động của mạch bảo vệ quá dòng

Nếu có quá dòng, tiếp điểm RD đóng, dẫn đến đầu ra DD2-3 có mức logic “0”, dẫn đến một đầu vào của DD4-4 có mức logic “0” nên đầu ra của nó luôn có mức logic “1”, tức là không còn chuỗi xung đầu ra (hay nói cách khác: $f_x = 0$), dẫn đến DD1 không hoạt động, mất xung điều khiển các thyristor, cắt dòng dây đốt. Khi BBD ngừng hoạt động, tác nhân làm cho RD tác động mất nên RD nhả, tuy nhiên nhờ mạch lật R-S bằng DD2-3 và DD2-4 mà đầu ra DD2-3 vẫn duy trì mức logic “0”. Để khởi động lại hệ thống thực hiện ấn nút M, đầu ra mạch lật chuyển trạng thái sang mức logic “1”, xung từ đầu ra mạch dao động lại được truyền qua DD4-4 đến đầu vào bộ đếm, mạch phát xung lại hoạt động. Tụ 6C có tác dụng ngăn không cho mạch khởi động lại ngay lần nữa khi sự cố chưa được giải trừ.

e. Nguyên lý điều chỉnh và tự động ổn định nhiệt độ

(Người học tự nghiên cứu).

7.3. Trang bị điện cho lò hồ quang

7.3.1. Giới thiệu chung

7.3.1.1. Khái niệm về lò hồ quang

Lò hồ quang là thiết bị ứng dụng nhiệt của ngọn lửa hồ quang điện để gia nhiệt các nguyên liệu, chi tiết.

Lò hồ quang thường được dùng để nấu luyện kim loại và hợp kim, để nung các sản phẩm phi kim.

Lò hồ quang được cấp nguồn từ biến áp lò đặc biệt với điện áp đặt vào cuộn sơ cấp khoảng từ 6kV đến 10kV, và có hệ thống tự động điều chỉnh điện áp dưới tải.

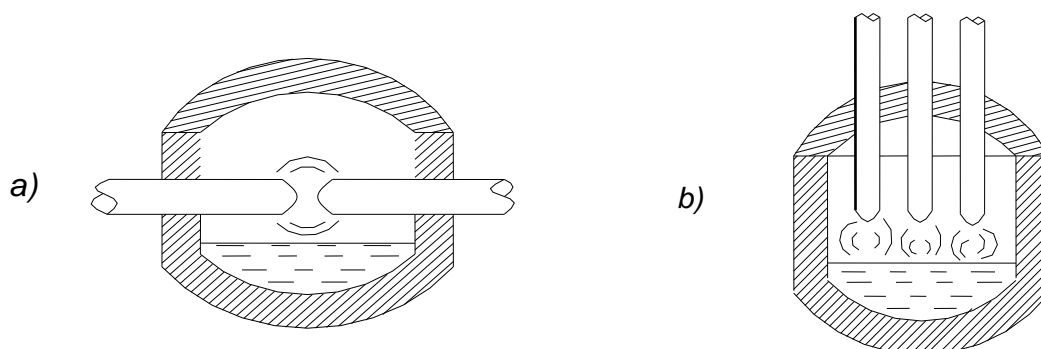
7.3.1.2. Phân loại

a. Phân loại theo dòng điện

- Lò hồ quang một chiều: sử dụng nguồn 1 chiều để tạo ngọn lửa hồ quang;
- Lò hồ quang xoay chiều: sử dụng nguồn xoay chiều để tạo ngọn lửa hồ quang.

b. Phân loại theo cách cháy ngọn lửa hồ quang

- Lò nung gián tiếp: Hồ quang xảy ra giữa hai điện cực (graphit), thường được dùng để nấu chảy kim loại màu và hợp kim hoặc nung các sản phẩm bằng gốm (hình 7.5a).
- Lò nung nóng trực tiếp: Hồ quang xảy ra giữa điện cực và kim loại được gia nhiệt, thường dùng để luyện thép (hình 7.5b).



Hình 7.5. Phân loại lò hồ quang theo cách thức xuất hiện hồ quang
a. Lò hồ quang nung nóng gián tiếp; b. Lò hồ quang nung nóng trực tiếp

c. Phân loại theo đặc điểm chất liệu vào lò

- Lò chất liệu (liệu rắn, kim loại vụn) bên sườn bằng phương pháp thủ công hay máy móc (máy chất liệu, máy trục có máng) qua cửa lò.
- Lò chất liệu từ đỉnh lò nhờ gầu chất liệu. Loại lò này có cơ cấu nâng vòm nóc.

7.3.1.3. Kết cấu của lò hồ quang luyện thép

a. Vỏ lò

- Yêu cầu: Độ bền cơ học cao, có khả năng chịu trọng tải của gạch, kim loại và áp lực giãn nở khi nung nóng trong khoảng 2000°C.

- Vật liệu: Vỏ lò được chế tạo bằng thép tấm dày (cỡ 310 mm) được ghép hoặc hàn lại, chiều dày của vỏ lò phụ thuộc kích thước của lò. Thông thường chiều dày vỏ lò bằng 1/200 đường kính vỏ lò.

- Hình dạng: Vỏ thân lò thường có dạng hình trụ côn hoặc hình trụ, còn đáy vỏ lò có thể kết hợp hình trụ cầu và hình côn hoặc đáy phẳng hai bên côn.

b. Cửa lò

Lò gồm hai cửa: cửa ra xỉ và cửa ra thép. Cửa lò được đóng mở nhờ hệ thống truyền động khí nén, thủy lực hoặc điện. Khung cửa và tấm chắn cửa lò có nước làm nguội.

c. Cặp điện cực (cơ cấu kẹp điện cực)

Để giữ chặt điện cực ở những chiều cao nhất định và tiếp điện cho điện cực, tổn thất điện năng ít, không cháy nổ khi có dòng lớn qua. Làm việc ổn định lâu dài trong điều kiện khắc nghiệt (nhiệt độ, cường độ dòng điện lớn, ...)

- Phân loại: Cơ cấu kẹp cực kiểu nêm, kiểu kìm...

- Cấu tạo của cặp điện cực gồm:

- + Mặt đầu có nước làm nguội;
- + Cơ cấu kẹp điện cực;
- + Dầm ngang.

d. Máng ra thép

Máng ra thép được nối với lỗ ra thép bố trí ở phía trên phần tường dốc của lò để dẫn thép lỏng từ lò chảy vào thùng rót trong quá trình ra thép. Trong thời gian nấu luyện lỗ ra thép được bịt kín bằng vật liệu chịu lửa.

Tùy thuộc vào dung lượng lò có: máng tháo rời là máng thép được gắn với vỏ lò bằng hệ thống bu lông, đai và nó thường dùng cho lò lớn; máng thép được hàn cố định vào vỏ lò và thường dùng cho lò nhỏ và trung bình.

Máng ra thép thường được làm bằng thép tấm và thép góc gắn vào lò với góc lệch $10^0 \div 20^0$ so với phương nằm ngang.

e. Vành nắp lò

Được làm bằng thép, lò nhỏ thì không bố trí nước làm nguội, với lò lớn thì bên trong có nước làm nguội hoặc đường nước làm nguội để tăng độ bền cho nắp lò, thuận tiện cho việc xây sửa và di chuyển nắp.

f. Cơ cấu quay nghiêng lò

Tùy theo dung lượng lò mà ứng dụng kiểu nghiêng lò cho thích hợp, đảm bảo nghiêng lò một góc $40^0 \div 45^0$ về phía rót thép và $10^0 \div 15^0$ về phía cào xỉ và chất liệu.

Có hai kiểu nghiêng lò:

- Nghiêng lò bên hông: Có ưu điểm là đơn giản dễ chế tạo, khi mất điện có thể nghiêng lò bằng tay, tránh được sự bám dính của xỉ và kim loại, nhưng có nhược điểm là không chắc chắn dễ bị lệch trọng tâm, với lò lớn có thể có hiện tượng vắn vỏ lò.

- Nghiêng lò đặt dưới đáy: Có ưu điểm là quay lò êm và quay lò tự động hoàn toàn, khi quay lò không bị lệch trọng tâm, nhưng có nhược điểm hay bị rơi xỉ.

g. Phần cơ khí của hệ thống nâng hạ điện cực

Bình thường một lò có 3 điện cực tương ứng có 3 cơ cấu nâng hạ điện cực của 3 pha.

Nhiệm vụ chính của cơ cấu nâng hạ điện cực là: nâng hạ điện cực để điều chỉnh dòng điện theo yêu cầu, duy trì dòng điện cân đối giữa 3 cực.

Bộ phận cơ khí truyền động cho điện cực có thể là cáp hoặc bánh răng - thanh răng. Với cơ cấu truyền động bằng cáp, khi động cơ quay làm cho tay quay kéo dây cáp, dây cáp sẽ nâng hạ điện cực lên hoặc xuống, nhờ có đối trọng mà tốc độ nâng lớn hơn tốc độ hạ để nhanh chóng ổn định chế độ điện khi tăng dòng và hạn chế gãy điện cực khi sập liệu cũng như khi khởi động lò.

Tùy theo từng loại lò mà tốc độ lên, xuống (nâng, hạ: v_l , v_x) của điện cực có khác nhau:

- Lò lớn: $v_l = 1 - 15$ m/ph
 $v_x = 0,5 - 0,8$ m/ph
- Lò nhỏ: $v_l = 1,5 - 2$ m/ph
 $v_x = 1,2 - 1,5$ m/ph

Có hai loại thiết bị nâng hạ điện cực:

- Loại trụ xếp: Loại này có kết cấu chắc chắn, chiều cao thấp không ảnh hưởng đến không gian của lò, nhưng có nhược điểm là cấu tạo phức tạp, thường được dùng cho loại lò trung bình và lớn.

- Loại bàn trượt: Thiết bị đơn giản, dễ chế tạo, nhưng có nhược điểm là do trụ cố định nên phải có độ cao đủ lớn đảm bảo nâng hết chiều cao của cực do đó ảnh hưởng đến không gian làm việc chung của lò, và thường được dùng cho lò nhỏ.

h. Hệ thống nước làm nguội ở lò điện.

Ở lò hồ quang những bộ phận được làm bằng kim loại và thường xuyên phải làm việc ở nhiệt độ cao thì nhất thiết phải có nước làm nguội. Những bộ phận thường được làm mát bao gồm:

- Mặt đầu của cặp điện cực;
- Vành làm chặt;
- Tấm chắn cửa;
- Vòm và khung của lò;
- Vành nắp lò;
- Thân vỏ lò trên lõi ra thép.

i. Hệ thống dẫn khí và bụi

Lượng khí thải và bụi ở lò là khá lớn, do đó ảnh hưởng đến tuổi thọ của vỏ lò và chóng hao mòn điện cực, ảnh hưởng đến người lao động, ô nhiễm môi trường. Do vậy cần phải có hệ thống làm sạch trước khi ra lò. Thành phần khí lò chủ yếu là Co và H₂. Lượng khí lò thường không quá 500 m³/ 1 tấn thép. Nhiệt độ khí thải khoảng từ 650⁰ ÷ 1200⁰C. Khi dùng O₂ cường hóa, nhiệt độ có thể lên tới 1400⁰C.

7.3.1.4. Các thông số quan trọng của lò hồ quang luyện thép

- Dung lượng định mức của lò: Số tấn kim loại trong một mẻ nấu.
- Công suất định mức của biến áp lò: Ảnh hưởng quyết định tới thời gian nấu luyện nghĩa là tới năng suất lò.

7.3.1.5. Đặc điểm về chế độ làm việc của lò hồ quang luyện thép

a. Hay xảy ra ngắn mạch làm việc

- Ngắn mạch làm việc là hiện tượng các điện cực bị chạm vào nhau do cấp liệu hoặc môi hồ quang hoặc do quá điều chỉnh. Ngắn mạch làm việc tuy xảy ra trong thời gian ngắn nhưng lại hay xảy ra nên các thiết bị điện trong mạch lực thường phải làm việc ở điều kiện nặng nề. Đây là đặc điểm nổi bật cần lưu ý khi tính toán và chọn thiết bị cho lò hồ quang.

- Ngắn mạch làm việc cũng có thể gây ra do sụt lở các thành của hồ bao quanh đầu điện cực tạo ra ở trong liệu. Sự nóng chảy của các mẫu liệu cũng có thể phá huỷ ngọn lửa hồ quang do tăng chiều dài ngọn lửa, lúc đó phải tiến hành môi lại hồ quang.

- Mỗi lần xảy ra ngắn mạch làm việc, công suất hữu ích giảm mạnh và có khi bằng không với tổn hao cực đại. Thời gian cho phép của một lần ngắn mạch làm việc là từ 2-3s.

b. Điện cực bị ăn mòn

Khi cháy điện cực bị ăn mòn dần, khoảng cách giữa điện cực và kim loại tăng lên. Để đảm bảo công suất nấu chảy, ngọn lửa hồ quang cần phải cháy ổn định. Để duy trì hồ quang, điện cực phải được điều chỉnh gần vào kim loại.

Giai đoạn nấu chảy là giai đoạn hồ quang cháy kém ổn định nhất, công suất nhiệt của hồ quang dao động mạnh và ngọn lửa hồ quang rất ngắn, thường từ vài mm đến khoảng 10 - 15 mm. Do vậy trong giai đoạn này điện áp cấp và công suất ra của biến áp lò là lớn nhất.

7.3.1.6. Quá trình nấu luyện

Quá trình nấu luyện một mẻ thép diễn ra qua một số giai đoạn như sau:

a. Giai đoạn nấu chảy

Giai đoạn này rất quan trọng, quyết định năng suất lò và lượng tiêu thụ điện năng, trực tiếp ảnh hưởng đến các chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật vận hành lò vì đó là giai đoạn dài nhất của mẻ nấu luyện. Nhiệm vụ chủ yếu là chuyển liệu từ trạng thái rắn sang lỏng để dễ ôxy hóa các tạp chất. Quá trình nấu chảy của liệu được chia làm 4 giai đoạn nhỏ:

- *Giai đoạn 1 (10 - 15 phút đầu tiên):*

Điện cực gần sát mặt kim loại, hồ quang phát ra bức xạ nhiệt trực tiếp một phần bề mặt liệu gần điện cực, một phần lớn bức xạ nhiệt chuyển lên nắp lò nên không đưa công suất điện lớn vì điện áp cao, chùm tia hồ quang dài cũng sẽ có hại cho tường lò và nắp lò.

- *Giai đoạn 2 (Sau khi đóng điện 10 - 15 phút):*

Một phần liệu dưới chân cực đã cháy lỏng và lắng xuống đáy lò tạo thành hồ có đường kính phụ thuộc đường kính điện cực: $\Phi_{hồ} = (1,2 - 1,4) \Phi$ của điện cực. Điện cực cắm sâu xuống, tia hồ quang phát ra trực tiếp vào liệu có tác dụng nung chảy liệu trong hồ và xung quanh hồ làm cho cột liệu tụt xuống, kim loại lỏng được tích tụ xuống đáy lò. Trong giai đoạn này nhiệt truyền từ mọi phía vào liệu. Cuối giai đoạn này điện cực ở vị trí thấp nhất và được quyết định bởi mức kim loại lỏng ở đáy lò.

- *Giai đoạn 3 (Sau khi đóng điện từ 70 - 90'):*

Đây là thời kỳ quyết định các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật của giai đoạn nóng chảy và trực tiếp ảnh hưởng các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật chạy lò.

- *Giai đoạn 4:*

Ở thời kỳ này vẫn còn một ít liệu chưa nóng chảy hết nằm xung quanh lò, vì vậy cần đảo liệu để liệu nóng chảy nhanh và không tạo xỉ ở đầu điện cực.

* *Chú ý:*

Trong giai đoạn nấu chảy thường xảy ra một số hiện tượng sau:

- Dễ gây điện cực do tốc độ hạ điện cực quá nhanh, điện cực va chạm vào những cục liệu rắn kích thước lớn.

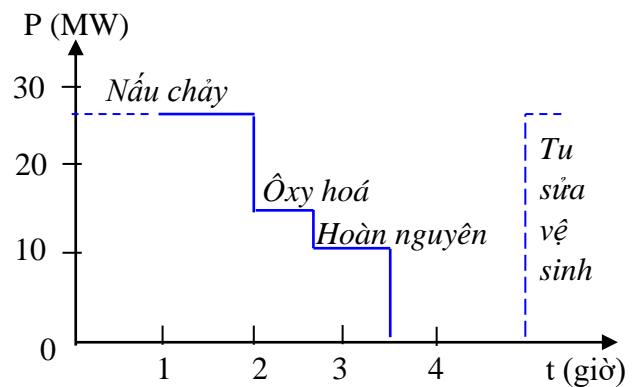
- Điện cực có thể đối diện với rỉ sắt của liệu có điện trở lớn dễ làm yếu hồ quang, thậm chí có thể gây mất hồ quang.

- Sập liệu đột ngột gây ra sự phun trào của xỉ và kim loại lỏng qua cửa lò.

- Hồ quang phát trực tiếp vào liệu gây tiếng kêu lớn, ảnh hưởng trực tiếp đến công nhân nấu luyện.

- Có thể có nhiều khói đen thoát lên đỉnh lò do cháy các chất bẩn và ôxy hóa các tạp chất gây ô nhiễm.

Nếu cuối giai đoạn thấy xỉ trào ra ngoài với số lượng lớn chứng tỏ xỉ hình thành tốt và quá trình nấu chảy tốt, việc tạo xỉ nấu chảy đạt yêu cầu.



Hình 7.6. Đồ thị công suất tiêu thụ ở lò

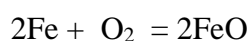
b. Giai đoạn ôxy hóa

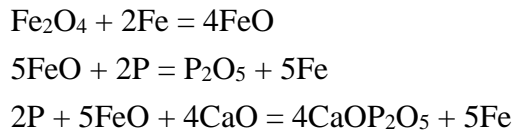
Là giai đoạn rất quan trọng của quá trình luyện thép có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng thép và quyết định thành phần mác thép. Nhiệm vụ của nó là ôxy hóa C, Si, Mn, thực hiện quá trình khử O₂, N₂ và tách các tạp chất ra khỏi thép, khử P đến xuống giới hạn mác thép (với thép kết cấu yêu cầu P < 0,04%; với thép hợp kim yêu cầu P < 0,03%; với thép chất lượng cao và thép đặc biệt yêu cầu P < 0,01 ÷ 0,02 %), nâng nhiệt độ kim loại lên cao hơn nhiệt độ ra thép khoảng 120 ÷ 130⁰C. Sau khi lấy mẫu kim loại cuối giai đoạn nấu chảy đạt yêu cầu sẽ tiến hành nghiêng lò và cào hơn (60 ÷ 70)% lượng xỉ (hoặc cao hơn tùy thuộc vào yêu cầu) ra ngoài. Lượng xỉ này chứa một lượng P lớn do bị ôxy hóa, trong thời kỳ này để lại một lượng xỉ là nhằm tạo môi cho chất tạo xỉ mới dễ chảy.

Sau khi cào xỉ xong, tiến hành nạp chất tạo xỉ ôxy hóa gồm vôi và các sa một, trong đó sa một chiếm 3 ÷ 4% lượng vôi.

Sau một thời gian xỉ đã chảy loãng hoàn toàn, nhiệt độ kim loại đã khá cao, tiến hành cho chất ôxy hóa vào lò. Tùy thuộc vào yêu cầu và tình hình thực tế của mẻ luyện có thể nạp thêm các chất ôxy hóa với số lượng khác nhau. Sau khi lấy mẫu, nếu hàm lượng C < 0,02 ÷ 0,03 % và hàm lượng P = 0,01 ÷ 0,05 % thì kết thúc giai đoạn ôxy hóa. Tiếp theo, tiến hành cào xỉ (khoảng 80% lượng xỉ trong lò) ra ngoài, sau đó để sôi thêm từ 5 ÷ 10 phút rồi chuyển sang giai đoạn hoàn nguyên.

Các phản ứng ôxy hóa xảy ra như sau:





c. Giai đoạn hoàn nguyên

Là giai đoạn quan trọng nhất có ý nghĩa quyết định thành phần mác thép, nhiệm vụ chủ yếu của giai đoạn này là:

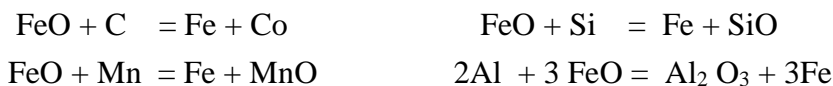
- Khử ôxy hóa cho thép;
- Khử S;
- Điều chỉnh thành phần hóa học của mác thép;
- Khống chế điều chỉnh nhiệt độ đảm bảo điều kiện thuận lợi cho quá trình khử các tạp chất phi kim và đảm bảo nhiệt độ rót.

Để đảm bảo thực hiện được các nhiệm vụ trên thì phải tạo xỉ có tính hoàn nguyên tốt. Sau khi cạo xỉ có tính ôxy hóa xong, tùy thuộc tình hình cụ thể người ta chuyển công suất điện xuống mức thấp hơn, vì trong thời kỳ hoàn nguyên nhiệt độ kim loại đã khá cao, yêu cầu hồ quang cháy êm tỏa khắp mặt kim loại để tạo điều kiện thuận lợi cho việc khử ôxy và lưu huỳnh.

Môi trường lò điện giai đoạn này là môi trường hoàn nguyên, áp suất khí trong lò lớn hơn áp suất không khí.

Để đảm bảo hiệu suất khử ôxy và tiết kiệm chất khử ôxy, trong quá trình khử nên lần lượt cho vào lò từ chất khử yếu đến chất khử mạnh. Thông thường người ta cho một lượng feromangan để khử ôxy sơ bộ sau đó cho thêm ferosilic hoặc bột huỳnh thạch và cuối cùng cho nhôm vào để khử triệt để ôxy. Khử ôxy là một khâu quan trọng trong quá trình hoàn nguyên và nếu tăng sự có mặt của ôxy trong thép sẽ làm giảm cơ tính của thép, vì vậy trong bất kỳ quá trình luyện thép nào cũng không được bỏ qua quá trình khử ôxy.

Những phản ứng ôxy hóa khử xảy ra như sau:



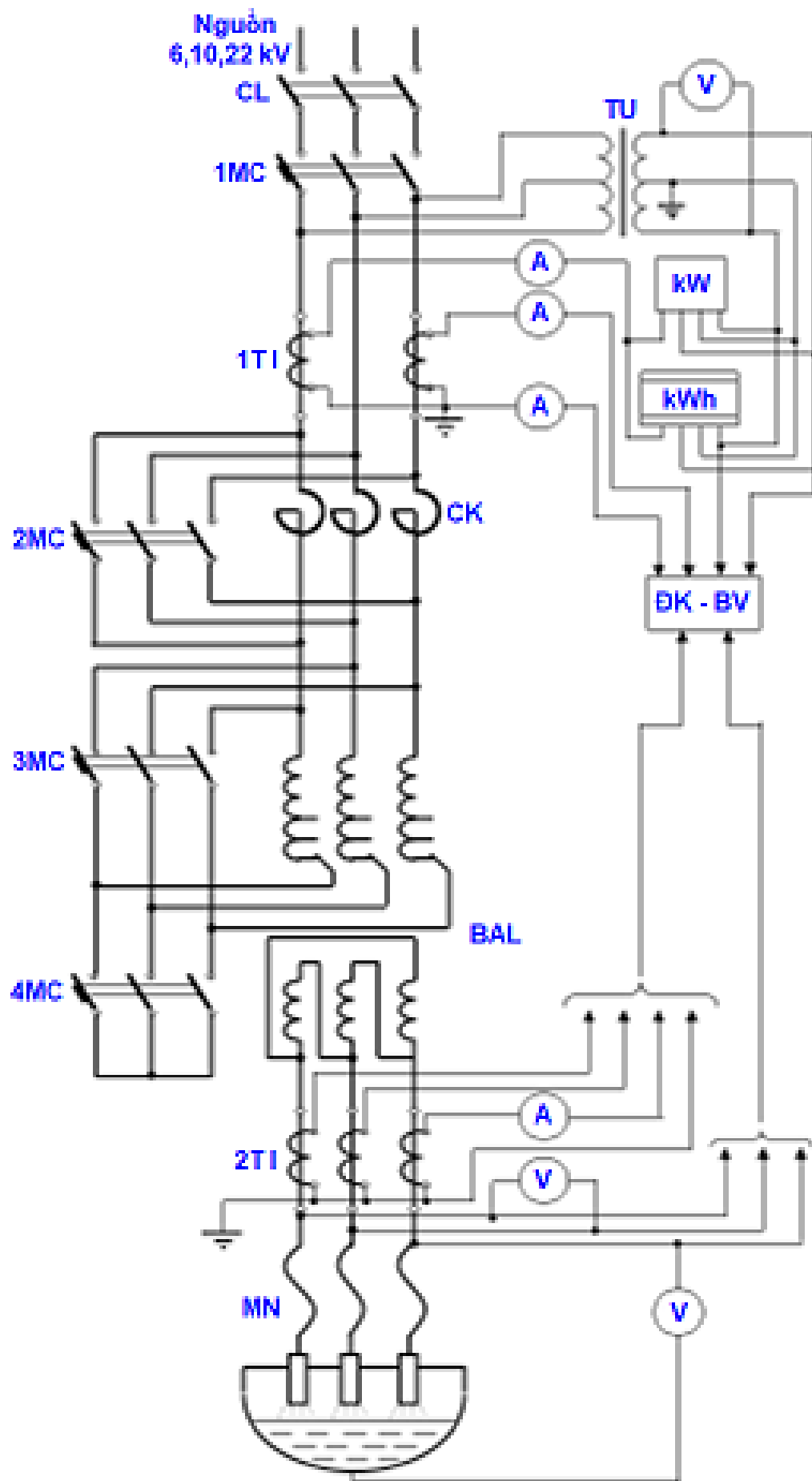
Có 3 phương pháp khử ôxy chủ yếu là phương pháp khử lắng, khử khuếch tán và phức tạp. Kết thúc giai đoạn hoàn nguyên cũng chính là kết thúc quá trình luyện thép thực hiện rót thép vào khuôn đúc.

7.3.2. Mạch điện chính của lò hồ quang điện

7.3.2.1. Giới thiệu sơ đồ

Mạch điện chính của lò hồ quang nấu thép dung lượng dưới 20 tấn được biểu diễn trên hình 7.6. Điện cấp cho các điện cực của lò hồ quang lấy từ máy biến áp lò. Điện áp phía sơ cấp biến áp lò thường là 6, 10, 22, 35, hay 110KV là tùy theo công suất lò.

Sơ đồ có các thiết bị chính sau:



Hình 7.7. Mạch điện chính của lò hồ quang

- Cầu dao cách ly CL dùng để phân cách mạch lực của lò với lưới khi cần thiết, chẳng hạn lúc sửa chữa.

- Máy cắt 1MC dùng để đóng cắt và bảo vệ lò hồ quang khỏi ngắn mạch sự cố. Nó được chỉnh định để không tác động khi ngắn mạch làm việc. Máy cắt 1MC cũng dùng để đóng cắt mạch lực dưới tải.

- Cuộn kháng CK dùng để hạn chế dòng điện khi ngắn mạch làm việc và ổn định sự cháy của hồ quang. Khi bắt đầu nấu luyện hay xảy ra ngắn mạch làm việc, lúc ngắn mạch làm việc, máy cắt 2MC mở ra để cuộn kháng CK tham gia vào mạch, hạn chế dòng ngắn mạch. Khi lò cần công suất nhiệt lớn để nấu luyện, 2MC đóng lại để ngắn mạch cuộn kháng CK. Ở giai đoạn hoàn nguyên, công suất lò yêu cầu ít hơn thì máy cắt 2MC lại mở ra để đưa cuộn kháng CK tham gia vào mạch làm giảm công suất cho lò. Với những lò hồ quang có công suất lớn thường không có cuộn kháng CK. Việc ổn định hồ quang và hạn chế dòng ngắn mạch làm việc do các phần tử cảm kháng của sơ đồ lò đảm nhiệm.

- Biến áp lò (BAL) dùng để hạ áp và điều chỉnh điện áp. Việc đổi nối cuộn sơ cấp thành hình tam giác hay hình sao, thực hiện nhờ các máy cắt 3MC, 4MC. Cuộn thứ cấp của BAL nối với các điện cực của lò qua một mạch ngắn MN không phân nhánh, không có mối hàn.

- Phía sơ cấp biến áp lò có đặt các biến dòng cấp cho các rơ le dòng điện cực đại để tác động lên cuộn ngắt máy cắt 1MC. Rơ le này có duy trì thời gian. Thời gian duy trì này giảm khi bội số quá tải dòng tăng. Nhờ vậy 1MC ngắt mạch lực của lò hồ quang chỉ khi có ngắn mạch sự cố và khi ngắn mạch làm việc kéo dài mà không xử lý được. Với ngắn mạch làm việc trong một thời gian tương đối ngắn, 1MC không cắt mạch mà chỉ có tín hiệu đèn và chuông.

- Phía sơ cấp biến áp lò còn có các dụng cụ đo lường và kiểm tra như: vôn kế, ampe kế, công tơ điện, pha kế, ...; phía thứ cấp cũng có các máy biến dòng 2TI nối với các ampe kế đo dòng hồ quang, cuộn dòng điện của bộ điều chỉnh tự động và rơ le dòng cực đại. Dòng tác động và thời gian duy trì của rơ le dòng được chọn sao cho khi có ngắn mạch thời gian ngắn, bộ điều chỉnh làm giảm dòng điện của lò chỉ sau thời gian duy trì của rơ le. Nhiều khí cụ điều khiển, kiểm tra và bảo vệ khác (trong khối ĐK - BV) cũng được nối với máy biến điện áp TU và các máy biến dòng 1TI, 2TI.

7.3.2.2. Các yêu cầu đối với biến áp lò

Máy biến áp lò dùng cho lò hồ quang phải làm việc trong các điều kiện đặc biệt nặng nề nên có các đặc điểm sau:

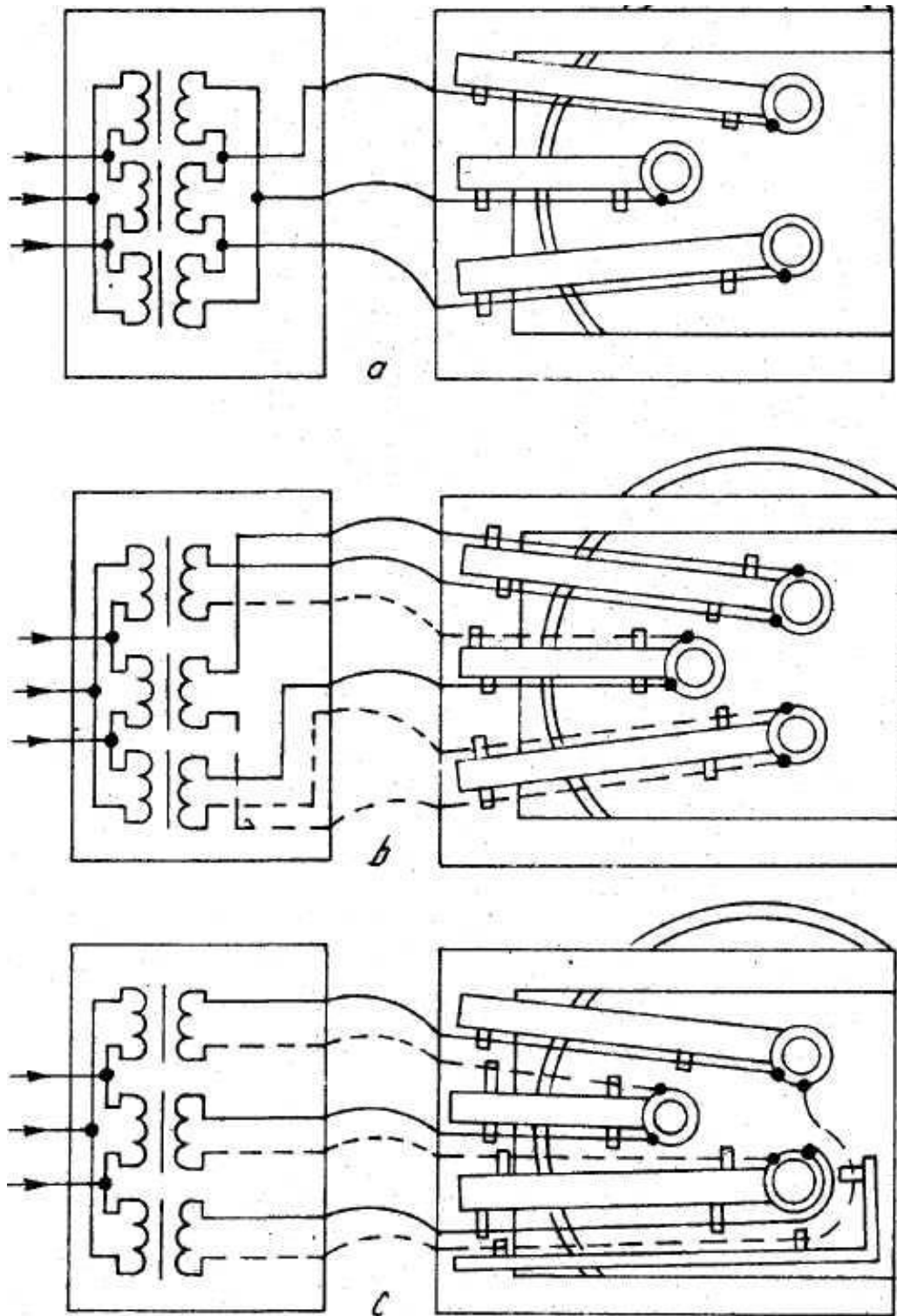
- Điện áp ngắn mạch lớn để hạn chế dòng ngắn mạch dưới $(2,5 - 4) I_{dm}$.
- Có công suất thường rất lớn (có thể tới hàng chục MW) đảm bảo đủ công suất cho lò, với dòng điện bên cuộn thứ cấp có thể đạt hàng trăm kA.
- Có độ bền cơ học cao để chịu được các lực điện từ phát sinh trong các cuộn dây, thanh dẫn khi có ngắn mạch.
- Có khả năng điều chỉnh điện áp sơ cấp dưới tải trong một giới hạn rộng.
- Phải làm mát tốt vì dòng lớn, hay có ngắn mạch làm việc và biến áp đặt ở nơi kín lại gần lò.

Công suất biến áp lò có thể xác định gần đúng từ điều kiện nhiệt trong giai đoạn nấu chảy vì ở các giai đoạn khác lò đòi hỏi công suất tiêu thụ ít hơn.

Suất chi phí điện năng giảm đối với lò có dung lượng lớn.

Thông thường suất chi phí điện năng khoảng (400 - 600) KWh / tấn. Thời gian nấu chảy được tính từ lúc cho lò làm việc sau khi chất đến khi kết thúc việc nấu chảy. Thường thì thời gian này từ 1 đến 3 giờ tùy theo dung lượng lò.

Hệ số sử dụng công suất biến áp lò khá nhỏ, thường là từ 0,8 - 0,9, đó là do sử dụng không đầy đủ công suất biến áp lò, do biến động các thông số của lò, do hệ tự động điều chỉnh không hoàn hảo, do không đối xứng giữa 3 pha, ...



Hình 7.8. Sơ đồ nối mạch ngắn từ máy biến áp điện điện cực

a. Đầu tam giác cuộn thứ cấp ở đầu ra BAL; b, c. Đầu tam giác cuộn thứ cấp tại điện cực

Hiện nay, công suất biến áp lò ngày càng có xu hướng tăng vì nó cho phép giảm thời gian nấu chảy, giảm suất chi phí năng lượng do tổn hao nhiệt.

Cuộn thứ cấp biến áp lò thường nối tam giác vì dòng ngắn mạch được phân ra hai pha, và như vậy điều kiện làm việc của các dây sẽ nhẹ hơn. Máy biến áp lò thường phải làm việc trong tình trạng ngắn mạch và phải có khả năng quá tải, nên thường chế tạo kích thước lớn, nặng hơn các máy biến áp lực cùng công suất.

7.3.2.3. Mạch ngắn (MN)

Mạch ngắn hay dây dẫn dòng thứ cấp có dòng điện làm việc rất lớn, cỡ hàng chục tới hàng trăm KA. Tổn hao công suất ở mạch ngắn là:

$$\Delta P_{MN} = I_{MN}^2 \cdot r_{MN}$$

Tổn hao trong mạch ngắn đạt tới 70% toàn bộ tổn hao trong toàn bộ thiết bị lò hồ quang. Do vậy yêu cầu cơ bản của mạch ngắn là phải ngắn nhất trong điều kiện có thể (biến áp lò phải đặt rất gần lò) để giảm tổn hao, mạch ngắn thường được ghép từ các tấm đồng lá thành các thanh mềm để có thể uốn dễ dàng theo sự dịch chuyển của các điện cực.

Ngoài ra mạch ngắn còn phải đảm bảo sự cân bằng r_{MN} và x_{MN} giữa các pha để có các thông số điện (công suất, điện áp, dòng) như nhau của hồ quang các pha. Khi 3 pha mạch ngắn phân bố đối xứng thì hồ cảm giữa hai pha bất kì sẽ bằng nhau và sức điện động hồ cảm bằng không. Trường hợp nếu khoảng cách giữa các pha là không như nhau, bố trí không phù hợp, hồ cảm giữa các pha sẽ khác nhau gây ra sự mất đối xứng về điện áp giữa các hồ quang, sự phân bố công suất không đồng đều giữa các pha, giảm hiệu suất lò.

Một số sơ đồ đấu mạch ngắn được minh họa trên hình 7.8.

7.3.3. Điều chỉnh công suất lò

Từ việc phân tích các giai đoạn làm việc của lò hồ quang cho thấy, công suất lò trong thời gian một mẻ nấu luyện cần được điều chỉnh theo từng giai đoạn làm việc, mặt khác, với khối lượng nguyên vật liệu của các mẻ khác nhau thì công suất cũng không giống nhau. Điều đó nói lên rằng hệ thống cấp điện cho lò cần phải có khả năng điều chỉnh công suất. Bên cạnh việc điều chỉnh công suất cấp cho lò theo từng giai đoạn làm việc thì còn đòi hỏi duy trì ổn định công suất của mỗi giai đoạn theo yêu cầu.

Việc điều chỉnh và ổn định công suất của lò hồ quang được thực hiện bằng hai phương án sau:

- Điều chỉnh điện áp ra của cuộn thứ cấp máy biến áp lò bằng cách thay đổi sơ đồ dây của phân sơ cấp biến áp lò, đưa thêm cuộn kháng CK nối tiếp với cuộn sơ cấp của BAL nhờ máy cắt, điều chỉnh đầu phân áp phía cuộn sơ cấp BAL.

- Điều chỉnh và giữ ổn định chiều dài hồ quang thông qua hệ thống truyền động dịch điện cực.

7.3.4. Các phương pháp khống chế và yêu cầu dịch chuyển điện cực

7.3.4.1. Các phương pháp khống chế hệ điều chỉnh dịch cực

Để điều chỉnh và ổn định công suất hồ quang thông qua hệ điều chỉnh dịch điện cực người ta đưa ra 3 phương pháp để khống chế hệ thống truyền động dịch điện cực đó là:

- Duy trì dòng điện hồ quang không đổi: $I_{hq} = \text{const}$.

- Duy trì điện áp hồ quang không đổi: $U_{hq} = \text{const}$.
- Duy trì tổng trở hồ quang không đổi: $Z_{hq} = U_{hq}/I_{hq} = \text{const}$.

Bộ điều chỉnh duy trì dòng hồ quang không đổi sẽ không môi hồ quang tự động được, ngoài ra khi dòng điện trong một pha nào đó thay đổi sẽ kéo theo dòng điện trong hai pha còn lại thay đổi. Ví dụ, khi hồ quang trong một pha bị đứt thì lò hồ quang làm việc như một phụ tải 1 pha với 2 pha còn lại nối tiếp vào điện áp dây. Lúc đó các bộ điều chỉnh 2 pha còn lại sẽ tiến hành hạ điện cực mặc dù không cần việc đó. Các bộ điều chỉnh loại này chỉ dùng cho lò hồ quang 1 pha và chủ yếu dùng trong lò hồ quang chân không.

Bộ điều chỉnh duy trì điện áp hồ quang không đổi có khó khăn trong việc đo thông số này. Thực tế cuộn dây đo được nối giữa thân kim loại của lò và thanh cái thứ cấp biến áp lò. Do vậy điện áp đo phụ thuộc dòng tải và sự thay đổi dòng của một pha sẽ ảnh hưởng tới hai pha còn lại.

Như vậy, phương pháp duy trì dòng điện hồ quang không đổi và phương pháp duy trì điện áp hồ quang không đổi thường chỉ áp dụng cho lò hồ quang một pha.

Phương pháp ưu điểm hơn cả là dùng bộ điều chỉnh duy trì $Z_{hq} = \text{const}$, với phương pháp này thì tín hiệu để khống chế hệ truyền động sẽ là:

$$u_{kc} = aI_{hq} - bU_{hq}$$

Trong đó a, b là các hệ số phụ thuộc hệ số các biến áp đo lường và điện trở điều chỉnh trên mạch. Ở đây chọn chiều dương của u_{kc} là chiều mà nó tác động để nâng điện cực.

Khi $U_{hq} = I_{hq0}$, $U_{hq} = U_{hq0}$ thì $Z_{hq0} = U_{hq0} / I_{hq0}$, với Z_{hq0} là tổng trở đặt vùng hồ quang và $Z_{hq0} = a/b$.

- + Khi $Z_{hq} = Z_{hq0}$ thì $u_{kc} = 0$: Điện cực đứng yên;
- + Khi $Z_{hq} < Z_{hq0}$ thì $u_{kc} > 0$: Cần nâng điện cực;
- + Khi $Z_{hq} > Z_{hq0}$ thì $u_{kc} < 0$: Cần hạ điện cực.

Phương pháp điều khiển duy trì tổng trở hồ quang không đổi cho phép môi hồ quang một cách tự động, thêm nữa khi điện cực ở một pha bị ngắn mạch hoặc mất hồ quang không ảnh hưởng đến sự làm việc của các pha còn lại. Vì vậy phương pháp này thường áp dụng cho lò hồ quang nhiều pha (ba pha).

7.3.4.2. Các yêu cầu đối với hệ điều chỉnh dịch cực lò hồ quang

Trên thực tế, trừ trường hợp ngắn mạch, còn khi tồn tại hồ quang thì tổng trở hồ quang luôn lớn hơn tổng trở phần nguồn (tổng trở nguồn và máy biến áp lò quy đổi về phía thứ cấp cộng với tổng trở mạch ngắn), và tổng trở hồ quang càng nhỏ khi chiều dài hồ quang càng ngắn. Từ đó có thể suy ra, khi sức điện động nguồn không đổi, chiều dài hồ quang càng ngắn thì Z_{hq} càng nhỏ, công suất hồ quang càng lớn. Như vậy điều chỉnh khoảng cách giữa điện cực và kim loại (chiều dài hồ quang) sẽ điều chỉnh được tổng trở hồ quang và sẽ điều chỉnh được công suất hồ quang. Mỗi giai đoạn làm việc của lò hồ quang đòi hỏi một công suất nhất định, đồng thời trong giai đoạn đó cần giữ ổn định công suất theo tính toán để tăng năng suất và nâng cao chất lượng sản phẩm. Chính vì vậy, hệ thống truyền động dịch chuyển điện cực của lò hồ quang vừa là khâu điều chỉnh đồng thời đảm nhận chức năng tự động ổn định công suất theo giá trị đặt đối với các giai đoạn khác nhau trong quá trình làm việc của lò. Để đảm nhận tốt các nhiệm vụ đã nêu, các yêu cầu đặt ra đối với một hệ điều chỉnh dịch cực lò hồ quang là:

- Độ nhảy để đảm bảo chế độ làm việc đã cho của lò. Duy trì dòng điện hồ quang không sụt quá $(4\div 5)\%$ trị số dòng làm việc. Vùng không nhảy của bộ điều chỉnh không quá $(3\div 6)\%$ trong giai đoạn nấu chảy, $(2\div 4)\%$ trong các giai đoạn khác;

- Tác động nhanh, đảm bảo khử ngắn mạch hay đứt hồ quang trong thời gian ngắn (1,5 – 3)s. Điều này sẽ làm giảm số lần ngắt máy cắt chính, giảm sự thấm C của kim loại;

- Thời gian điều chỉnh ngắn;

- Hạn chế tối thiểu sự dịch cực không cần thiết như khi chế độ làm việc bị phá vỡ trong thời gian rất ngắn hay trong chế độ thay đổi tính đối xứng, yêu cầu này rất cần thiết đối với lò 3 pha không có dây trung tính. Để tránh trường hợp: chế độ hồ quang của một pha nào đó bị phá hủy ảnh hưởng đến chế độ hồ quang của các pha còn lại có thể gây nên sự dịch cực không cần thiết thì mỗi pha cần có hệ điều chỉnh độc lập;

- Thay đổi công suất lò bằng phẳng trong giới hạn 20% – 125% trị số định mức với sai số không quá 5%;

- Có thể chuyển đổi nhanh từ chế độ điều khiển tự động sang chế độ điều khiển bằng tay và ngược lại (do phải thực hiện thao tác phụ nào đó, chẳng hạn như nâng điện cực trước khi nạp liệu vào lò);

- Tự động môi hồ quang khi bắt đầu làm việc và khi hồ quang bị đứt;

- Tự động loại trừ nhanh ngắn mạch và không làm đứt hồ quang;

- Dừng mọi điện cực khi mất điện lưới.

7.3.5. Một số sơ đồ không chế dịch cực lò hồ quang

7.3.5.1. Hệ thống máy điện khuếch đại - động cơ một chiều

a. Giới thiệu sơ đồ

- Phần mạch lực:

+ Đ: Động cơ một chiều kích từ độc lập dùng để truyền động cho cơ cấu dịch chuyển điện cực (nâng, hạ)

+ CKĐ: Cuộn kích từ của động cơ.

+ MĐKĐ: Máy điện khuếch đại từ trường dùng để cung cấp điện áp cho động cơ.

+ CB: Cuộn bù của MĐKĐ

+ 8R: Điện trở để điều chỉnh mức độ bù

+ Máy điện khuếch đại có một số cuộn dây:

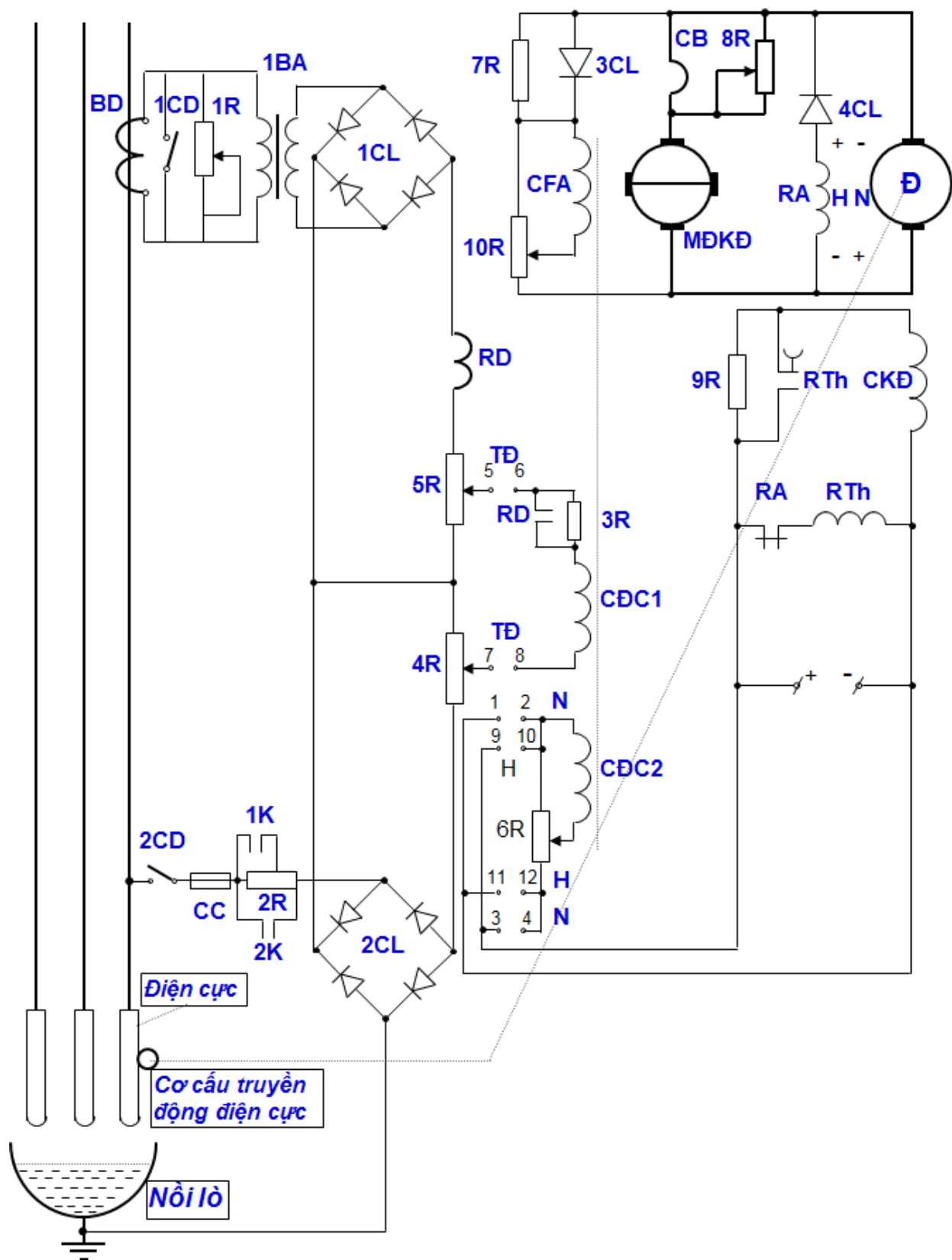
* CDC1: Cuộn kích thích đặt tín hiệu chủ đạo khi làm việc ở chế độ tự động.

* CDC2: Cuộn kích thích được đặt tín hiệu khi làm việc ở chế độ điều khiển bằng tay.

* CFA: Cuộn dây thực hiện phản hồi âm điện áp mạch phản ứng động cơ.

- Mạch điều khiển:

Mạch điều khiển của hệ thống gồm có các bộ phận sau:



Hình 7.9. Hệ thống truyền động nâng hạ điện cực lò hồ quang dùng hệ MĐKĐ-Đ

+ Khâu lấy tín hiệu tỷ lệ với điện áp hồ quang gồm có: 2CD, CC, 2R, các tiếp điểm 1K, 2K, bộ chỉnh lưu hình cầu 1 pha không điều khiển 2CL, chiết áp 4R. Phần điện áp một chiều giữa điểm nối chung 4R, 5R và con trượt 4R tỷ lệ với giá trị hiệu dụng của điện áp vùng hồ quang và được ký hiệu là bU_{hq} .

+ Khâu lấy tín hiệu tỷ lệ với dòng điện hồ quang gồm máy biến dòng BD, 1CD, 1R, 1BA, chỉnh lưu cầu một pha không điều khiển 1CL và chiết áp 5R. Phần điện áp lấy giữa điểm nối chung 4R và 5R với chiết áp 5R là điện áp một chiều tỷ lệ với giá trị hiệu dụng của dòng hồ quang và được ký hiệu là aI_{hq} .

+ Cuộn dây của rơ le dòng điện RD và tiếp điểm của nó mắc song song với điện trở 3R dùng để tăng u_{kc} (tăng tốc độ nâng) khi dòng hồ quang quá lớn.

+ Bộ chuyển mạch nhiều vị trí để chuyển đổi chế độ điều khiển (bằng tay \leftrightarrow tự động):

* TĐ: chạy tự động;

* N, H: nâng, hạ bằng tay;

* Vị trí dừng (tắt cả các tiếp điểm hở mạch).

+ Ngoài ra mạch không chế còn có điện trở 7R, 10R, 9R, cuộn dây rơ le điện áp RA, rơ le thời gian Rth, các đi ốt 3 CL, 4CL.

+ Nguồn một chiều để cung cấp điện áp cho cuộn dây kích từ của động cơ và cuộn CDC2 khi điều khiển bằng tay.

+ Chiết áp 6R để điều chỉnh giá trị tốc độ nâng và hạ khi điều khiển bằng tay.

Cực tính của điện áp trên động cơ khi động cơ làm việc ở chế độ động cơ theo chiều nâng và hạ được biểu diễn như trên sơ đồ.

b. Nguyên lý làm việc

- Khi hệ thống làm việc bình thường trong chế độ điều khiển tự động:

Khi cho hệ thống làm việc ở chế độ điều khiển tự động thì công tắc điều khiển ĐK để ở vị trí TĐ, tiếp điểm nối giữa các điểm 5 với 6 và 7 với 8 kín còn các tiếp điểm khác hở mạch. Như vậy trên cuộn dây CDC1 và điện trở 3R được đặt điện áp $u_{kc} = aI_{hq} - bU_{hq}$ (lấy ở hai điểm giữa con trượt 4R và 5R), còn cuộn CDC2 không có điện áp.

+ Khi tổng trở hồ quang bằng giá trị đặt: $Z_{hq} = Z_{hq0} \rightarrow U_{kc} = 0$ như vậy MĐKĐ không được kích từ nên sức điện động của nó bằng không \rightarrow động cơ không được cấp điện áp và điện cực không dịch chuyển.

+ Khi $Z_{hq} < Z_{hq0}$: tức là điện cực gần kim loại hơn so với khoảng cách đặt dẫn đến dòng hồ quang tăng, điện áp vùng hồ quang giảm $\rightarrow u_{kc} = aI_{hq} - bU_{hq} > 0 \rightarrow$ Cuộn CDC1 được cấp điện áp \rightarrow MĐKĐ được kích thích và phát ra một sức điện động có cực tính làm cho động cơ quay theo chiều nâng điện cực lên \rightarrow khoảng cách giữa điện cực và kim loại tăng dần $\rightarrow I_{hq}$ giảm dần, U_{hq} tăng dần và khi khoảng cách bằng giá trị đặt thì $u_{kc} = 0 \rightarrow$ sức điện động của MĐKĐ bằng không \rightarrow động cơ ngừng quay và điện cực ngừng dịch chuyển.

+ Khi $Z_{hq} > Z_{hq0}$: tức là điện cực xa kim loại hơn so với khoảng cách đặt $\rightarrow I_{hq}$ giảm, U_{hq} tăng $\rightarrow u_{kc} < 0 \rightarrow$ MĐKĐ cũng được kích thích nhưng chiều của từ thông ngược với trường hợp trên dẫn đến cực tính của MĐKĐ ngược lại \rightarrow động cơ quay theo chiều hạ điện cực để giảm khoảng cách giữa điện cực và kim loại và khi khoảng cách bằng giá trị đặt thì $u_{kc} = 0 \rightarrow$ động cơ ngừng quay và điện cực ngừng dịch chuyển.

- *Loại trừ ngắn mạch làm việc:*

Khi lò hồ quang đang làm việc nếu xảy ra ngắn mạch thì U_{hq} giảm về bằng 0, dòng hồ quang tăng lên rất lớn làm cho u_{kc} sẽ rất lớn (dương). Mặt khác do điện áp đầu ra 1CL lớn nên nên dòng qua cuộn dây của RD đạt giá trị tác động, nó đóng tiếp điểm RD mắc song song với $3R$ làm cho dòng qua CĐC1 lại có giá trị lớn hơn so với khi RD chưa làm việc, dẫn đến sức điện động của MĐKĐ có giá trị lớn và có cực tính làm cho động cơ quay theo chiều nâng điện cực, động cơ thực hiện tách điện cực ra khỏi kim loại và nâng nhanh điện cực lên làm xuất hiện lại hồ quang. Mặt khác với cực tính của điện áp trên động cơ như đã giới thiệu trên sơ đồ thì dòng điện đi qua cuộn CFA phải đi qua điện trở $7R$ làm cho hệ số phản hồi âm điện áp nhỏ hơn trường hợp động cơ quay theo chiều hạ, điều đó cũng góp phần tăng sức điện động của MĐKĐ dẫn đến tăng tốc độ nâng. Đồng thời với cực tính của điện áp trên động cơ như vậy và có giá trị lớn thì rơ le điện áp RA tác động làm mở tiếp điểm RA \rightarrow cắt điện cuộn dây rơ le thời gian R_{th} , sau khoảng thời gian duy trì của rơ le thời gian tiếp điểm R_{th} mở sẽ đưa điện trở $9R$ nối tiếp với cuộn CKĐ làm giảm từ thông của động cơ nên tốc độ nâng được tăng lên để tăng nhanh khoảng cách, giảm nhanh giá trị dòng điện qua điện cực. Khi điện cực đã tách khỏi kim loại và nâng dần lên, dòng hồ quang giảm dần còn áp hồ quang tăng dần và khi I_{hq} giảm đến giá trị nhỏ của rơ le RD thì RD ngừng tác động nên tiếp điểm RD mở, nối tiếp điện trở $3R$ vào mạch cuộn dây CĐC1 làm dòng qua CĐC1 giảm nhiều dẫn đến sức điện động MĐKĐ giảm nhiều, dẫn đến RA ngừng tác động nên rơ le R_{th} được cấp điện dẫn đến tiếp điểm R_{th} đóng nối ngắn mạch điện trở $9R$ nên từ thông của động cơ tăng về bằng định mức. Tất cả các tác động đã nêu tham gia làm giảm tốc độ nâng khi chiều dài hồ quang gần về giá trị đặt để giảm quá điều chỉnh, tránh hiện tượng mất hồ quang. Khi khoảng cách giữa điện cực và kim loại bằng giá trị đặt thì động cơ sẽ ngừng quay.

- *Tự động môi hồ quang khi mất hồ quang hoặc khi bắt đầu khởi động lò:*

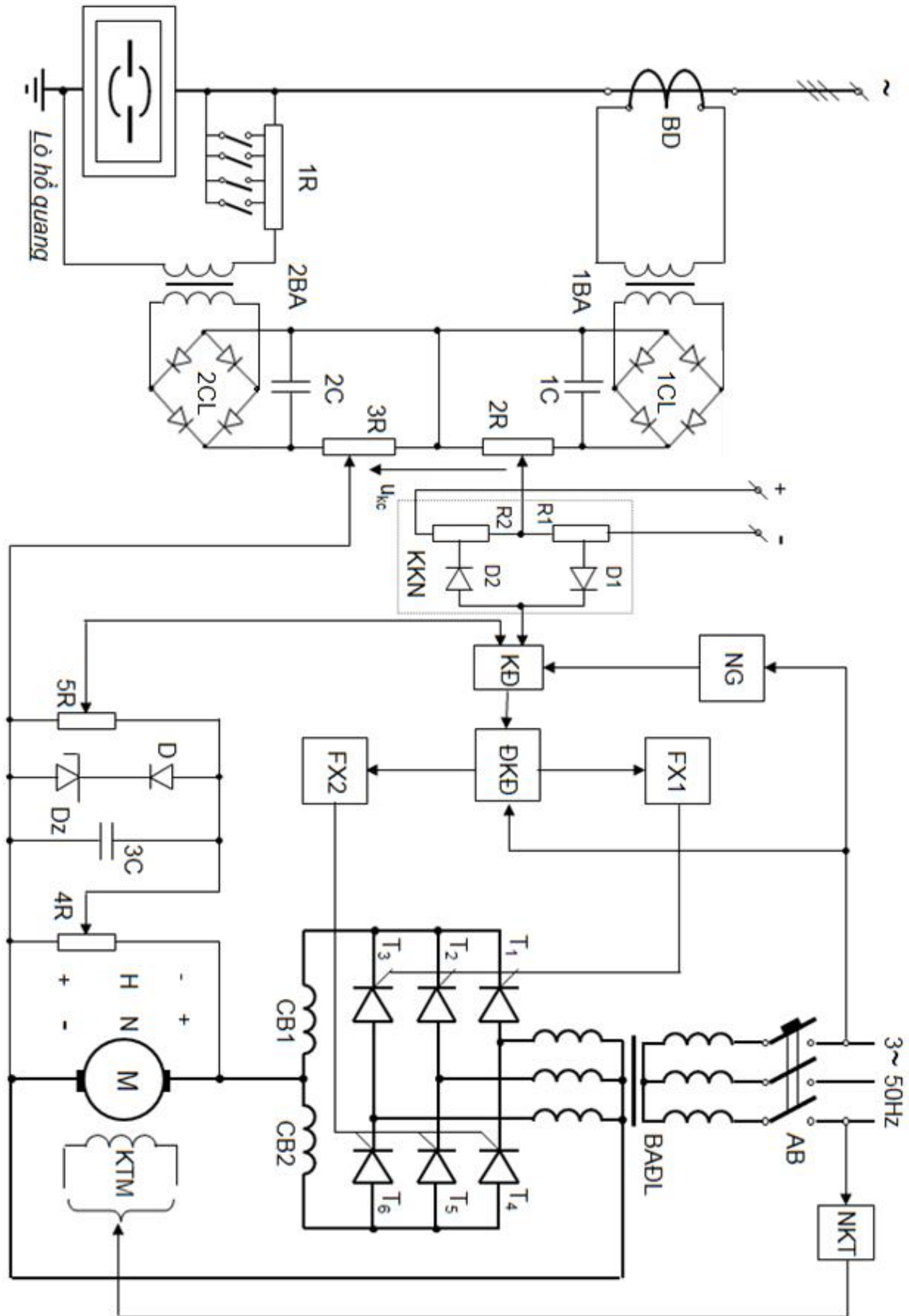
Giả sử điện cực chưa chạm vào kim loại (chưa có hồ quang), để khởi động, thực hiện đóng nguồn cung cấp cho MBA lò và phần mạch không chế đặt ở chế độ làm việc tự động (công tắc điều khiển để ở vị trí TĐ), đóng cầu dao 2CD và cắt 1CD $\rightarrow U_{hq} = U_2$ (điện áp không tải thứ cấp MBA) còn $I_{hq} = 0 \rightarrow u_{kc} < 0$ và có giá trị lớn nhất nên điện cực được hạ xuống với tốc độ nhanh nhất (theo chiều hạ), khi điện cực chạm vào kim loại xảy ra hiện tượng ngắn mạch làm cho $U_{hq} = 0$ còn I_{hq} tăng rất lớn, dẫn đến u_{kc} đổi chiều và có giá trị rất lớn, dẫn đến sức điện động MĐKĐ đảo chiều và có giá trị lớn, động cơ đảo chiều để tách điện cực ra khỏi kim loại làm xuất hiện hồ quang. Quá trình từ lúc điện cực chạm vào kim loại tương tự như khi loại trừ ngắn mạch làm việc.

- *Điều khiển bằng tay quá trình dịch điện cực:*

Trong trường hợp điều khiển quá trình nâng hạ bằng tay, chuyển mạch điều khiển ở vị trí nâng N khi cần nâng, còn khi cần hạ chuyển mạch điều khiển ở vị trí H, cuộn CĐC2 được cấp điện áp bởi nguồn một chiều lấy trên một phần của chiết áp $6R$, động cơ thực hiện quá trình nâng hoặc hạ điện cực. Điều chỉnh tốc độ nâng hạ nhờ con trượt trên $6R$ (tăng tốc độ dịch con trượt xuống phía dưới).

7.3.5.2. Mạch điện hệ thống nâng hạ điện cực lò hồ quang dùng hệ T – Đ

a. Sơ đồ nguyên lý



Hình 7.10. Hệ thống truyền động nâng hạ điện cực lò hồ quang dùng hệ T-Đ

- *Mạch lực:*

+ M là động cơ một chiều kích từ độc lập dùng để nâng hạ điện cực.

+ Bộ biến đổi có đảo dòng dùng hai sơ đồ chỉnh lưu hình tia ba pha mắc song song ngược điều khiển phối hợp tuyến tính. Các thyristor T_1, T_2, T_3 là các van của sơ đồ chỉnh lưu thuận (sơ đồ 1) mắc kiểu katôt chung; còn T_4, T_5, T_6 là các van của sơ đồ chỉnh lưu ngược (sơ đồ 2) mắc kiểu anôt chung. BAĐL là máy biến áp cấp cho BBD. AB là aptomat đóng cắt nguồn và bảo vệ. CB1 và CB2 là các cuộn kháng hạn chế dòng cân bằng.

- *Mạch điều khiển:*

+ Các khâu lấy tín hiệu dòng hồ quang (BD, 1BA, 1CL, 1C, 2R) và áp hồ quang (1R, 2BA, 2CL, 2C, 3R). Tín hiệu $a_{I_{hq}}$ lấy trên chiết áp 2R, còn tín hiệu $b_{U_{hq}}$ lấy trên chiết áp 3R, tín hiệu tổng hợp u_{kc} là điện áp giữa con trượt của 2R và 3R.

+ Tín hiệu phản hồi âm điện áp lấy trên phản ứng động cơ M và được điều chỉnh bởi chiết áp 4R, lọc bằng tụ 3C, trong mạch còn có diode D và ổn áp Dz để giảm tác dụng của phản hồi âm áp khi tốc độ nâng cao.

+ Khâu không nhảy KKN gồm nguồn một chiều, các chiết áp R1, R2 và các diode D1, D2. Khâu này có tác dụng hạn chế sự dịch điện cực khi chiều dài hồ quang có sự giao động rất nhỏ.

+ Bộ khuếch đại và xử lý tín hiệu điều khiển KĐ và ĐKĐ có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu đầu vào ($u_v = u_{kc} - \alpha U_r$, với αU_r là tín hiệu phản hồi âm điện áp mạch phản ứng động cơ) và tạo ra tín hiệu điều khiển hai nhóm mạch phát xung đảm bảo quy luật điều khiển BBD.

+ Mạch phát xung điều khiển các van của hai sơ đồ chỉnh lưu FX1 và FX2.

b. Nguyên lý làm việc

Hệ thống truyền động dịch điện cực này cũng được thiết kế dựa trên phương pháp duy trì tổng trở hồ quang không đổi, với lò hồ quang ba pha cũng có ba hệ thống truyền động tương tự nhau, mỗi hệ thống dùng để dịch một điện cực.

- *Duy trì trạng thái làm việc bình thường:*

Khi hệ thống làm việc bình thường, nếu xảy ra sai lệch chiều dài hồ quang (sai lệch tổng trở hồ quang) vượt quá vùng không nhảy thì BBD có điện áp ra với cực tính và giá trị phù hợp để dịch điện cực, nhanh chóng loại trừ sai lệch. Trường hợp chỉ xuất hiện những sai lệch nhỏ (hiện tượng dao động bề mặt kim loại lỏng với mức độ nhỏ), khi đó u_{kc} nhỏ hơn điện áp so sánh lấy trên một phần của R1 hoặc R2, các diode D1 và D2 đều khóa, không có tín hiệu vào bộ khuếch đại nên điện áp ra của BBD bằng không và động cơ không làm việc, giảm nhẹ điều kiện làm việc cho động cơ.

- *Loại trừ ngắn mạch làm việc:*

Do bất cứ một nguyên nhân nào đó mà điện cực tiếp xúc với kim loại (ngắn mạch), khi đó u_{kc} dương và có giá trị lớn, sơ đồ 1 làm việc ở chế độ chỉnh lưu với góc điều khiển nhỏ, điện áp ra của BBD lớn làm cho động cơ được cấp điện khởi động theo chiều nâng điện cực để tách nhanh điện cực ra khỏi kim loại và làm xuất lại hồ quang. Trong trường hợp này, do điện áp phản ứng động cơ rất lớn và có chiều như ghi trên hình 7.10 (chiều nâng - N) nên tín hiệu trên 4R lớn hơn giá trị ổn định của diode ổn áp Dz nên Dz làm việc, điều này hạn chế giá trị phản hồi âm điện áp làm cho tín hiệu vào KĐ lớn hơn (hệ số phản hồi âm áp giảm đi), có tác dụng tăng điện áp ra BBD để tăng khả

năng tách điện cực ra khỏi kim loại và nâng nhanh điện cực. Khi điện cực được tách ra và đạt đến khoảng cách nhất định, u_{kc} cũng giảm nhiều nên điện áp trên động cơ giảm nhỏ hơn giá trị ổn định của Dz, Dz ngừng làm việc, khôi phục lại hệ số phản hồi âm áp bình thường nên điện áp ra của BBD cũng giảm nhanh để giảm tốc độ nâng, hạn chế quá điều chỉnh để tránh gây mất hồ quang. Khi khoảng cách giữa điện cực đạt đến giá trị đặt ($Z_{hq} = Z_{hq0}$) thì $u_{kc} = 0$, điện áp ra BBD cũng bằng không, động cơ ngừng quay (giả thiết là quá trình quá độ về tốc độ của động cơ không có dao động và không có quá điều chỉnh).

- *Tự động môi hồ quang:*

Tương tự như hệ thống MĐKD-Đ.

7.4. Trang bị điện - tự động hóa cho máy hàn hồ quang

7.4.1. Giới thiệu chung và phân loại

Hàn hồ quang là một phương pháp ghép nối các chi tiết nhờ nhiệt lượng sinh ra bởi hồ quang điện. Hàn hồ quang được dùng rộng rãi trong công nghiệp, đặc biệt là trong xây dựng và trong công nghiệp chế tạo, sửa chữa cơ khí.

Hàn hồ quang có những ưu điểm nổi bật hơn so với phương pháp ghép nối khác (như đinh tán, vít, bulông, ...):

- Tiết kiệm nguyên vật liệu;
- Độ bền cơ học môi ghép nối cao;
- Giá thành hạ, năng suất cao;
- Dễ dàng thực hiện tự động hóa ở mức cao.

Hàn hồ quang được phân loại:

- Theo tính chất của dòng điện sinh hồ quang:
 - + Hàn điện dùng nguồn hàn một chiều;
 - + Hàn điện dùng nguồn hàn xoay chiều.
- Theo cách thức môi hồ quang và dịch chuyển điện cực:
 - + Hàn hồ quang bằng tay;
 - + Hàn hồ quang tự động.

7.4.2. Yêu cầu chung với nguồn hàn hồ quang

7.4.2.1. Điện áp không tải đủ lớn để môi được hồ quang

- Khi nguồn hàn là một chiều:
 - + Với điện cực bằng kim loại: $U_{0min} = (30 \div 40)V$;
 - + Với điện cực bằng than: $U_{0min} = (45 \div 55)V$;
- Khi nguồn hàn là xoay chiều: $U_{0min} = (50 \div 60)V$.

Trong đó: U_{0min} là giá trị hiệu dụng nhỏ nhất của điện áp đầu ra của nguồn hàn khi không tải.

7.4.2.2. Đảm bảo an toàn khi làm việc bình thường cũng như khi ở chế độ ngắn mạch làm việc, bội số dòng điện ngắn mạch không được quá lớn

Do trong quá trình hàn hồ quang thường có thể thường xuyên xuất hiện ngắn mạch, đặc biệt là trong hàn hồ quang bằng tay (môi hồ quang khi thay que hàn, trình độ của thợ hàn không cao, ...).

Vì vậy, nguồn hàn ngoài việc phải đảm bảo an toàn trong cả chế độ làm việc bình thường cũng như khi xảy ra ngắn mạch làm việc. Để đảm bảo an toàn khi xuất hiện ngắn mạch làm việc, yêu cầu nguồn hàn phải có bội số dòng điện ngắn mạch phù hợp, cụ thể:

$$\lambda_I = I_{nm} / I_{dm} = 1,2 \div 1,4 \quad (7.1)$$

Trong đó: λ_I là bội số dòng điện ngắn mạch; I_{dm} là giá trị định mức của dòng điện hàn; I_{nm} là dòng điện ngắn mạch của nguồn hàn ứng với giá trị định mức của dòng hàn là I_{dm} ;

7.4.2.3. Nguồn hàn phải có công suất đủ yêu cầu

Công suất của nguồn hàn phải đảm bảo theo thiết kế và phụ thuộc vào kích thước lớn nhất của điện cực có thể hàn.

7.4.2.4. Nguồn hàn phải có khả năng điều chỉnh được dòng hàn

Trong hàn hồ quang, dòng điện hàn phụ thuộc vào đường kính que hàn (điện cực hàn) theo biểu thức sau:

$$I_{dm} = (40 \div 60)d \quad (7.2)$$

Trong đó: d là đường kính que hàn, (mm); I_{dm} là giá trị định mức của dòng điện hàn ứng với đường kính của điện cực là d , (A).

Như vậy, để đảm bảo là nguồn hàn có thể cho phép thực hiện các mối hàn khác nhau ứng với kích thước điện cực hàn khác nhau nhưng vẫn phải đảm bảo bội số dòng ngắn mạch thì nguồn hàn phải có khả năng điều chỉnh.

7.4.2.5. Đường đặc tính ngoài (đặc tính $V - A$) của nguồn hàn phải đáp ứng theo từng loại phương pháp hàn

Hai hình thức hàn hồ quang bằng tay và tự động có một số đặc điểm khác nhau nên yêu cầu đối với nguồn hàn cũng khác nhau, cụ thể:

- Nguồn hàn dùng cho hàn hồ quang bằng tay phải có đường đặc tính ngoài dốc.
- Nguồn hàn dùng cho hàn hồ quang tự động phải có đường đặc tính ngoài cứng (ít dốc).

7.4.3. Hệ số tiếp điện của nguồn hàn

Máy hàn là một thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại. Trong hàn hồ quang bằng tay, thời gian một lần làm việc liên tục dài nhất của máy hàn là thời gian cháy hết một que hàn (τ_1), thời gian nghỉ ngắn nhất là thời gian đủ để thay que hàn và môi hàn hồ quang (τ_2). Đối với nguồn hàn dùng cho máy hàn hồ quang tự động, thời gian làm việc dài nhất là thời gian hàn hết một lô điện cực hàn trên máy; còn thời gian nghỉ ngắn nhất là thời gian đủ để thay lô điện cực hàn hoặc chuyển đổi vị trí hoặc chi tiết hàn và môi được hồ quang.

Nguồn hàn hồ quang có tuổi thọ làm việc cao khi thỏa mãn điều kiện:

$$Q_1 = Q_2 \quad (7.3)$$

Trong đó:

$Q_1 = 0,24I^2 R \cdot \tau_1$ là nhiệt lượng sinh ra trên điện trở của nguồn khi hàn với thời gian là τ_1 ;

$Q_2 = k(\tau_1 + \tau_2) = k \cdot T_{ck}$ là nhiệt lượng tỏa ra môi trường xung quanh trong một chu kì làm việc

$T_{ck} (T_{ck} = (\tau_1 + \tau_2))$;

k là hệ số đặc trưng cho chế độ tỏa nhiệt của nguồn hàn.

Tính một cách gần đúng có thể coi hệ số k là không đổi $k = const$. Từ biểu thức (7.3) rút ra:

$$Q_1 = 0,24I^2 R \cdot \tau_1 = k \cdot (\tau_1 + \tau_2) \quad (7.4)$$

$$I^2 \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2} = \frac{k}{0,24R} = const \quad (7.5)$$

Trong đó: tỉ số $\frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2}$ được biểu diễn bằng hệ số tiếp điện tương đối của nguồn hàn hồ quang,

và thường dùng hệ số tiếp điện tương đối phần trăm, ký hiệu là $TD\%$:

$$TD\% = \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2} \cdot 100\% \quad (7.6)$$

Do đó, khi làm việc ở chế độ khác với chế độ ghi trên nhãn của nguồn hàn thì phải tính lại dòng điện hàn ứng với hệ số tiếp điện của nguồn hàn.

Ví dụ: Trên nhãn nguồn hàn ghi các chỉ số sau:

$$I_{dm} = 300A; TD\%_{dm} = 70\%$$

Nếu cần dùng với $I = 450A$ thì $TD\%$ là:

$$I_h^2 \cdot TD\% = I_{dm}^2 \cdot TD_{dm}\%$$

Vậy:

$$TD\% = \frac{I_{dm}^2}{I_h^2} \cdot TD_{dm}\% = \frac{300^2}{450^2} \cdot 70\% = 31\%$$

7.4.4. Các nguồn hàn hồ quang

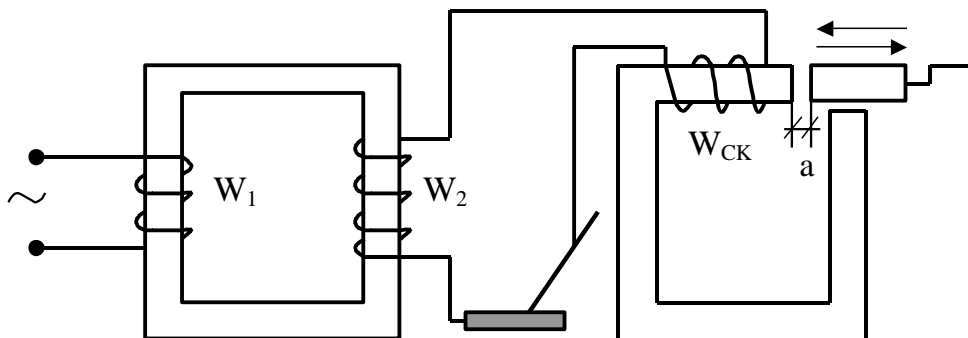
7.4.4.1. Các nguồn hàn hồ quang xoay chiều

Nguồn hàn hồ quang xoay chiều thường dùng biến áp kết hợp với cuộn kháng (thường gọi là máy biến áp hàn) vì có những ưu điểm nổi bật sau:

- Dễ chế tạo, giá thành hạ;
- Có thể chế tạo với dòng điện hàn lớn.

Biến áp hàn phổ biến nhất là biến áp hàn một pha, có khi là 3 pha. Thường thường biến áp hàn 3 pha dùng cho nhiều đầu hàn.

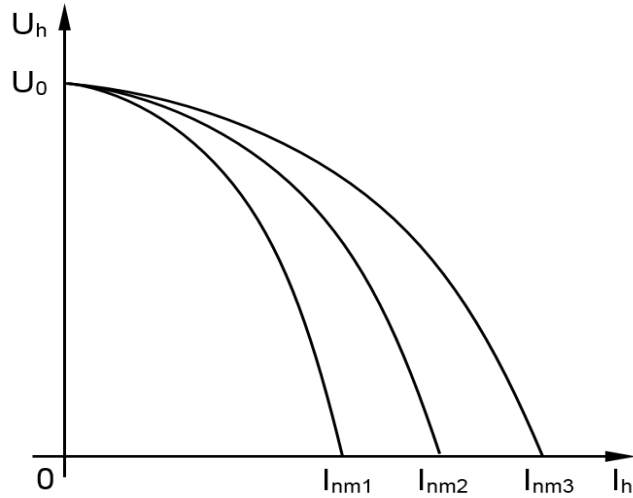
a. Máy biến áp hàn có cuộn kháng ngoài



Hình 7.11. Sơ đồ nguyên lý biến áp hàn có cuộn kháng ngoài

Nguồn hàn loại này, ngoài máy biến áp hàn, còn có một bộ phận đi kèm là cuộn kháng ngoài (hình 7.11) có mạch từ riêng. Thay đổi khe hở trong mạch từ của cuộn kháng ngoài, có thể nhận được họ đặc tính ngoài của biến áp hàn như hình 7.12.

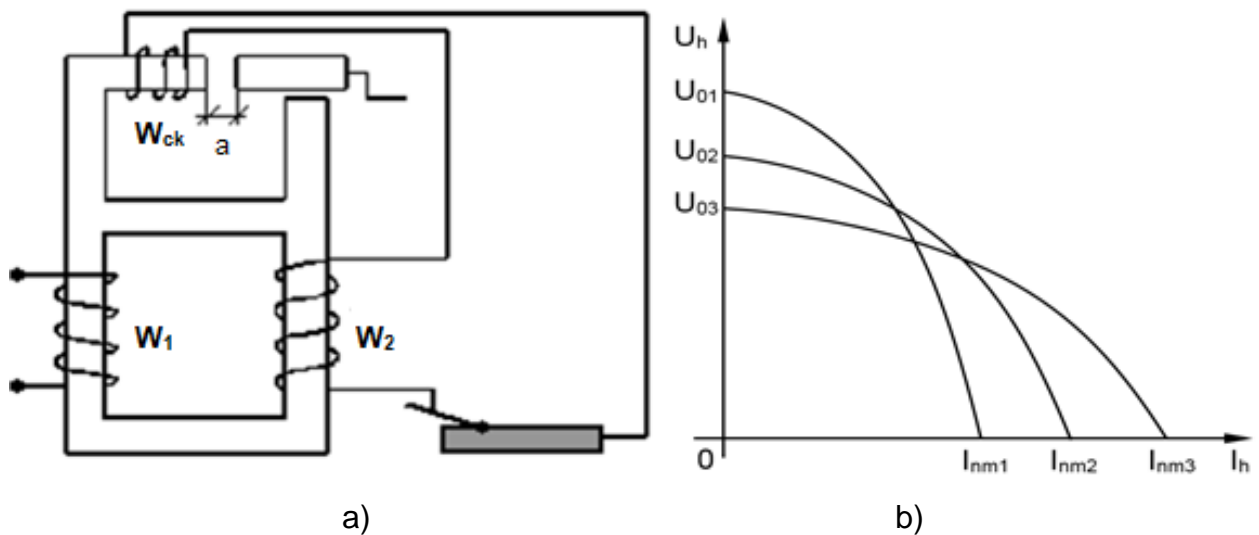
Như đã biết, từ trở mạch từ R_m tỉ lệ nghịch với điện cảm L . Do vậy khi tăng khe hở của mạch từ a , từ trở mạch từ R_m tăng, điện cảm L giảm và dòng ngắn mạch I_{nm} tăng lên.



Hình 7.12. Họ đặc tính ngoài của máy biến áp hàn có cuộn kháng ngoài

b. Máy biến áp hàn kiểu hỗn hợp

Loại nguồn hàn này cũng gồm máy biến áp và cuộn kháng nhưng mạch từ của cuộn kháng không tách riêng mà có sự liên hệ trực tiếp với mạch từ máy biến áp (hình 7.13a), họ đặc tính ngoài của nguồn hàn này được biểu diễn trên hình 7.13b.

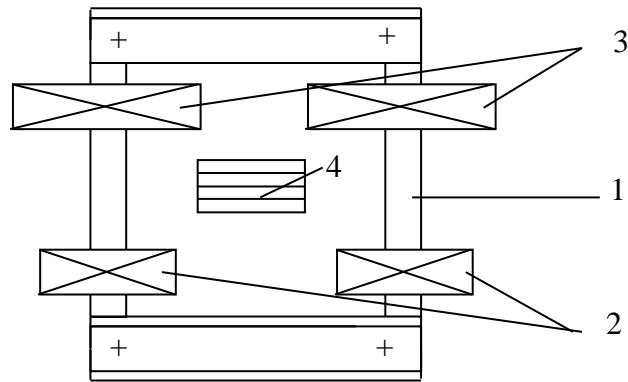


Hình 7.13. Máy biến áp hàn kiểu hỗn hợp
a. Cấu tạo; b. Họ đặc tính ngoài

c. Máy biến áp hàn có Shunt từ

Máy biến áp hàn có Shunt từ được giới thiệu trên hình 7.14.

Shunt từ 4 được lắp giữa cuộn dây sơ cấp và thứ cấp của máy biến áp hàn. Shunt từ có thể di chuyển sâu vào hoặc kéo ra khỏi khoảng không gian các phần của mạch từ máy biến áp. Bằng cách di chuyển Shunt từ ta có thể tạo ra họ đặc tính ngoài của máy biến áp hàn theo yêu cầu.



Hình 7.14. Máy biến áp hàn có shunt từ
1. Mạch từ; 2. Cuộn sơ cấp; 3. Cuộn thứ cấp; 4. Shunt từ

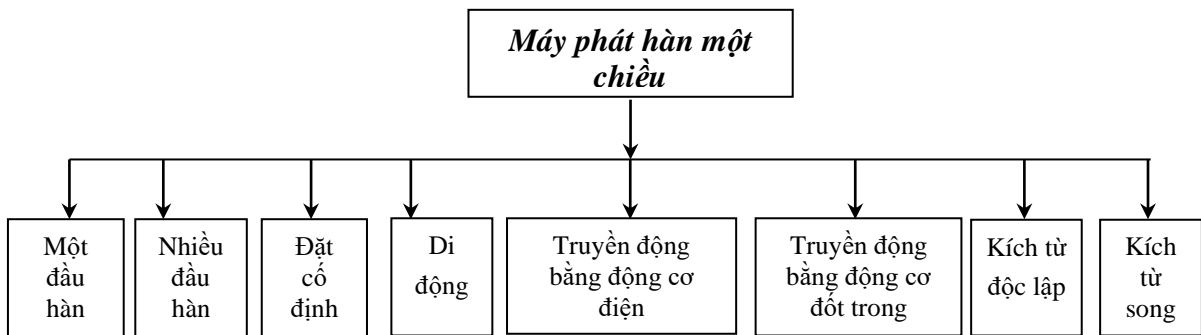
7.4.4.2. Các nguồn hàn hồ quang một chiều

Nguồn hàn hồ quang một chiều được sử dụng trong hàn hồ quang tự động và hàn hồ quang bằng tay. Do mạng điện công nghiệp dùng điện áp xoay chiều nên để tạo ra nguồn hàn hồ quang một chiều thường phải sử dụng thiết bị biến đổi. Trong thực tế thường hay sử dụng hai loại nguồn hàn một chiều với hai loại thiết bị biến đổi sau:

- Bộ biến đổi máy điện (máy phát hàn một chiều).
- Bộ biến đổi tĩnh (bộ chỉnh lưu).

a. Phân loại máy phát hàn một chiều

Máy phát hàn một chiều có rất nhiều loại, có thể phân loại các máy phát hàn một chiều như hình 7.15.



Hình 7.15. Phân loại máy phát hàn một chiều

b. Nguồn hàn một chiều dùng bộ chỉnh lưu

Hiện nay nguồn hàn một chiều chủ yếu sử dụng các bộ chỉnh lưu. Nguồn hàn một chiều dùng chỉnh lưu có những ưu việt sau đây so với máy phát hàn một chiều.

- Chỉ tiêu năng lượng cao;
- Là thiết bị tĩnh, không phức tạp trong gá lắp, không gây ồn khi làm việc;
- Chi phí vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa thấp.

Nguồn hàn một chiều dùng bộ chỉnh lưu gồm hai bộ phận chính: Máy biến áp hàn và bộ chỉnh lưu. Nguồn hàn một chiều dùng bộ chỉnh lưu có thể phân làm hai nhóm lớn: Dùng chỉnh lưu không điều khiển; dùng chỉnh lưu điều khiển.

Hiện nay, các nhà sản xuất thiết bị hàn hồ quang thường chế tạo nguồn hàn hồ quang một chiều vạn năng. Đó là nguồn hàn một chiều dùng bộ chỉnh lưu có điều khiển để tạo ra họ đặc tính ngoài phù hợp với cả ba chế độ hàn hồ quang: Bằng tay, tự động và bán tự động.

Để tạo ra họ đặc tính ngoài dốc dùng cho chế độ hàn hồ quang bằng tay, trong mạch điều khiển khối chỉnh lưu có mạch phản hồi âm dòng điện, khi dùng cho chế độ hàn hồ quang tự động có mạch phản hồi âm điện áp kết hợp phản hồi âm dòng điện có ngắt.

7.4.5. Máy hàn hồ quang tự động

7.4.5.1. Giới thiệu chung

- Các máy hàn hồ quang tự động thường được phân thành:
 - + Hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung;
 - + Hàn hồ quang tự động trong khí bảo vệ.
- Ưu điểm nổi bật của hàn hồ quang tự động (so với hàn hồ quang bằng tay):
 - + Chất lượng mối hàn cao, đường hàn đồng đều;
 - + Năng suất cao;
 - + Tồn hao que hàn thấp.
- Trên máy hàn hồ quang tự động có hai hệ truyền động riêng biệt:
 - + Hệ truyền động tự động đẩy điện cực vào vùng hàn;
 - + Hệ truyền động di chuyển xe hàn.

Trong quá trình làm việc, máy hàn hồ quang tự động phải đảm bảo các thao tác của công nghệ hàn hồ quang tự động: môi hồ quang, duy trì ngọn lửa hồ quang cháy ổn định, đẩy điện cực vào vùng hàn, di chuyển xe hàn, quay đầu hàn, cấp chất trợ dung vào vùng hàn. Các hệ truyền động trên máy hàn hồ quang tự động thường dùng động cơ một chiều, yêu cầu điều chỉnh trơn với $D = 10:1$.

7.4.5.2. Phân tích một sơ đồ dịch điện cực hàn dùng hệ truyền động điện F-D

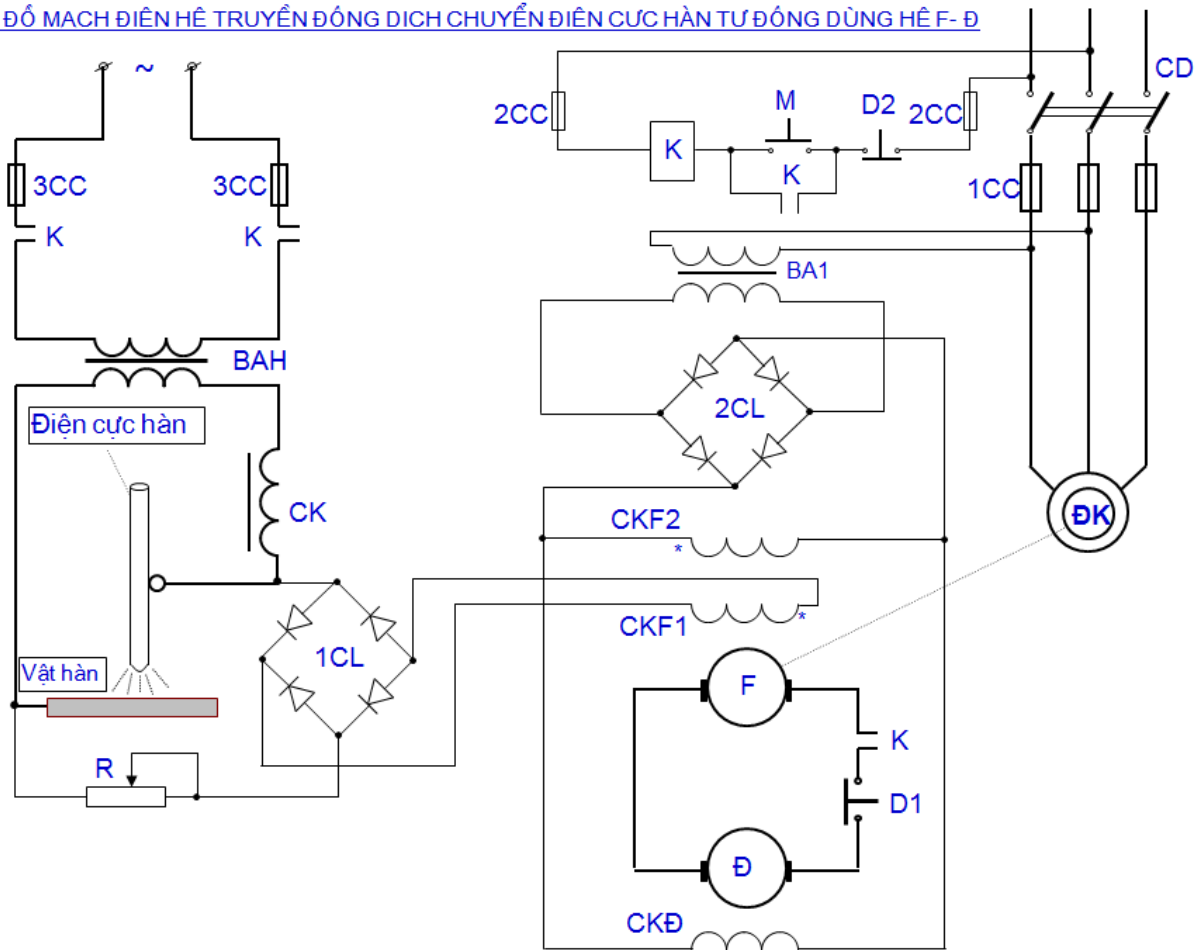
a. Giới thiệu sơ đồ

Sơ đồ mạch điện máy hàn hồ quang tự động (không có phần hệ truyền động di chuyển máy) được biểu diễn trên hình 7.16. Các phần tử trên sơ đồ gồm:

- BAH: Máy biến áp hàn;
- CK: Cuộn kháng;
- K: Công tắc tơ dùng để cấp điện cho BAH;
- ĐK: Động cơ không đồng bộ dùng để kéo máy phát một chiều F;
- Đ: Động cơ một chiều kích từ độc lập dùng để dịch chuyển điện cực hàn;
- F: Máy phát một chiều kích từ độc lập (có 2 cuộn kích từ) dùng để cấp điện cho Đ;
- CKF1: Cuộn kích từ thứ nhất của F, được cung cấp điện áp từ điện áp vùng hàn (hồ quang);
- CKF2: Cuộn kích từ thứ hai của F, được cung cấp điện áp không đổi;
- BA1 (Biến áp) + 1CL (Chỉnh lưu) tạo ra điện áp 1 chiều cấp cho CKF2;
- R + 1CL (Chỉnh lưu) tạo ra điện áp một chiều tỷ lệ với U_{hq} cung cấp cho CKF1, trong đó R đảm nhận chức năng điều chỉnh hệ số tỉ lệ (theo chế độ hàn và loại que hàn);
- M: Nút ấn khởi động;
- D1, D2: Các nút ấn dừng;

- CD: Cầu dao đóng cắt nguồn cấp cho ĐK;
- 1CC, 2CC và 3CC: Các bộ cầu chì bảo vệ ngắn mạch các phần mạch của máy.

SƠ ĐỒ MẠCH ĐIỆN HỆ TRUYỀN ĐỘNG DỊCH CHUYỂN ĐIỆN CỰC HÀN TỰ ĐỘNG DÙNG HỆ F-Đ



Hình 7.16. Mạch điện máy hàn hồ quang tự động

b. Nguyên lý làm việc

- Quan hệ sức từ động các cuộn kích từ của máy phát F khi hệ thống làm việc ổn định:
 Khi hệ thống làm việc, giả thiết sức từ động do cuộn CKF2 sinh ra là:

$$F_{CKF2} = A = const;$$

Còn sức từ động do cuộn CKF1 sinh ra là:

$$F_{CKF1} = b \cdot U_h, \quad b \text{ là hệ số tỉ lệ, } U_h \text{ là điện áp vùng hàn;}$$

Sức từ động tổng của máy phát là:

$$F_F = F_{CKF1} - F_{CKF2};$$

Khi $F_F > 0$, máy phát phát ra sức điện động có cực tính sao cho động cơ Đ quay và dịch chuyển điện cực về phía vật hàn, còn khi $F_F < 0$, máy phát phát ra sức điện động có cực tính ngược lại, chiều quay của động cơ ngược lại và có tác dụng dịch điện cực ra xa vật hàn.

Trong chế độ làm việc bình thường (ổn định), cần chỉnh định hiệu chỉnh sao cho: F_F có một giá trị dương đảm bảo động cơ thực hiện dịch điện cực về phía vật hàn với tốc độ bằng tốc độ mòn của điện cực.

- *Môi hồ quang:*

Khi bắt đầu môi hồ quang $I_{hq} = 0$ nên $U_h = U_0$ và có giá trị lớn nhất nên $F_F > 0$ và có giá trị lớn nhất, nên động cơ được cấp điện và quay với tốc độ cao nhất theo chiều đẩy điện cực về phía vật hàn, khi điện cực chạm vào vật hàn, xảy ra ngắn mạch nên điện áp hồ quang giảm xuống xấp xỉ bằng không nên $F_F = -F_{CKF2} = -A < 0$, tức là sức từ động tổng máy phát đổi chiều và có trị lớn nhất theo chiều này, nên sức điện động máy phát đổi chiều và có giá trị lớn làm cho động cơ Đ đổi chiều quay, thực hiện tách nhanh điện cực ra khỏi vật hàn làm xuất hiện hồ quang, khi điện cực xa dần vật hàn thì điện áp vùng hồ quang tăng dần, khi khoảng cách giữa điện cực và vật hàn đạt một giá trị nào đó thì $b.U_h = A$, sức từ động máy phát bằng không, động cơ dừng việc dịch chuyển điện cực ra xa vật hàn, tiếp sau, do sự cháy mòn của điện cực, khoảng cách giữa điện cực và vật hàn tăng, dẫn đến U_h tăng nên $b.U_h > A$ nên lại xuất hiện sức điện động máy phát làm cho động cơ quay theo chiều đẩy điện cực vào vùng hàn, hệ thống chuyển đến trạng thái làm việc ổn định khi tốc độ dịch chuyển điện cực bằng tốc độ mòn của điện cực.

- *Duy trì trạng thái làm việc ổn định:*

Khi làm việc, tốc độ dịch điện cực về phía vật hàn bằng tốc độ cháy mòn điện cực để đảm bảo chiều dài hồ quang theo tính toán. Nếu vì một nguyên nhân nào đó gây nên sai lệch, ví dụ: khoảng cách giữa điện cực và vật hàn (chiều dài hồ quang) tăng lên, khi đó U_h sẽ tăng làm tăng sức từ động tổng của F nên điện áp đặt vào phần ứng động cơ sẽ tăng lên làm tăng tốc độ dịch điện cực để nhanh chóng đưa chiều dài hồ quang về giá trị yêu cầu; ngược lại nếu chiều dài hồ quang giảm thì U_h giảm làm giảm sức từ động tổng của F nên điện áp đặt vào phần ứng động cơ sẽ giảm, dẫn đến làm giảm tốc độ dịch điện cực để đưa chiều dài hồ quang về giá trị yêu cầu, thậm chí nếu chiều dài hồ quang giảm quá nhiều thì sức từ động của F có thể đổi chiều để khắc phục nhanh sai lệch.