

Quy ước các ký hiệu trong bài giảng:

$X(y)$: Phần tử hoặc tiếp điểm X ở dòng thứ y.

$\overline{X}(y)$: Phần tử X ở hàng thứ y đang có điện (cuộn dây) hoặc tiếp điểm X ở hàng y tác động.

$\underline{X}(y)$: Phần tử X ở hàng thứ y mất điện (cuộn dây) hoặc tiếp điểm X ở hàng y mở ra.

7 - 1. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY DOA (2 tiết)**7.1.1 Đặc điểm làm việc, yêu cầu về truyền động điện và trang bị điện**

Máy doa dùng để gia công chi tiết với các nguyên công: khoét lỗ trụ, khoan lỗ, có thể dùng để phay. Thực hiện các nguyên công trên máy doa sẽ đạt được độ chính xác và độ bóng cao.

Máy doa được chia thành 2 loại chính: Máy doa đứng và máy doa ngang. Máy doa ngang dùng để gia công các chi tiết cỡ trung bình và nặng.

Chuyển động chính là chuyển động quay của dao doa (trục chính). Chuyển động ăn dao có thể là chuyển động ngang, dọc của bàn máy mang chi tiết hay di chuyển dọc của trục chính mang đầu dao. Chuyển động phụ là chuyển động thẳng đứng của ụ dao.

Yêu cầu về truyền động và trang bị điện máy doa:

a) **Truyền động chính:** Yêu cầu cần phải đảo chiều quay, phạm vi điều chỉnh tốc độ $D=130/1$ với công suất không đổi, độ trơn điều chỉnh $\varphi = 1,26$. Hệ thống truyền động chính cần phải hãm dừng nhanh.

b) **Truyền động ăn dao:** Phạm vi điều chỉnh của truyền động ăn dao là $D = 1500/1$. Lượng ăn dao được điều chỉnh trong phạm vi $2\text{mm/ph} \div 600\text{mm/ph}$; khi di chuyển nhanh, có thể đạt tới $2,5\text{m/ph} \div 3\text{m/ph}$. Lượng ăn dao (mm/ph) ở những máy cỡ nặng yêu cầu được giữ không đổi khi tốc độ trục chính thay đổi.

Đặc tính cơ cần có độ cứng cao, với độ ổn định tốc độ $< 10\%$. Hệ thống truyền động ăn dao phải đảm bảo độ tác động nhanh cao, dừng máy chính xác, đảm bảo sự liên động với truyền động chính khi làm việc tự động.

Ở những máy doa cỡ trung bình và nặng, hệ thống truyền động ăn dao sử dụng hệ thống khuếch đại máy điện - động cơ điện một chiều hoặc hệ thống T-Đ.

7.1.2 Sơ đồ truyền động chính máy doa ngang 2620

Máy doa 2620 là máy doa cỡ trung bình. Công suất động cơ truyền động chính: 10kW, công suất động cơ ăn dao: 2,1kW.

Trên mạch động lực gồm 2 động cơ:

- Động cơ ĐB dùng để bơm dầu thủy lực.

- Động cơ Đ là động cơ quay của truyền động chính, là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc hai cấp tốc độ. Mỗi pha của động cơ Đ có 2 cuộn dây, mục đích để nối Δ khi chạy với tốc độ $n = 1480\text{v/p}$, nối YY khi tốc độ là $n = 289\text{v/p}$.

Trên mạch điều khiển:

Hai tiếp điểm cơ khí thường đóng: $\overline{1KH}$ (4) và $\overline{2KH}$ (5) phụ thuộc vào tác động cơ khí.

a) Khởi động:

Giả sử muốn động cơ quay thuận: Ấn vào nút nhấn MT(1) \rightarrow cuộn dây $\overline{1T}$ (1) \rightarrow tiếp điểm $\overline{1T}$ (1,2) \rightarrow cuộn dây \overline{KB} (2) \rightarrow tiếp điểm \overline{KB} (2).

$\overline{1T}$ (1,2) + \overline{KB} (2) tạo thành mạch duy trì cho nút nhấn MT.

Tiếp điểm \overline{KB} (4) \rightarrow Cuộn dây \overline{Ch} (4) + cuộn dây role thời gian \overline{RTh} (7) \rightarrow Sau thời gian chỉnh định, tiếp điểm thường kín mở chậm \overline{RTh} (4) \rightarrow cuộn dây \overline{Ch} (4); đồng thời tiếp điểm thường mở đóng chậm \overline{RTh} (5) \rightarrow cuộn dây $\overline{1Nh}$ (5) \rightarrow tiếp điểm $\overline{1Nh}$ (6) \rightarrow cuộn dây $\overline{2Nh}$ (6).

Như vậy kết quả của việc ấn nút MT làm: \overline{KB} , $\overline{1T}$, \overline{Ch} .

Sau một thời gian chỉnh định: \overline{KB} , $\overline{1T}$, \overline{Ch} , $\overline{1Nh}$, $\overline{2Nh}$.

- Khi \overline{KB} \rightarrow Động cơ ĐB quay.

- Khi $\overline{1T}$ + \overline{Ch} \rightarrow Động cơ Đ quay thuận, nối Δ .

- Sau một thời gian chỉnh định: $\overline{1T}$, $\overline{1Nh}$, $\overline{2Nh}$ \rightarrow Động cơ Đ nối YY (Y kép).

* Khi $\overline{2KH}$ (5) : Động cơ Đ không nối được YY.

* Khi $\overline{1KH}$ (4) : Mạch lực ở giai đoạn chuẩn bị, chưa làm việc.

b) Chế độ hãm máy:

Người ta sử dụng role kiểm tra tốc độ RKT nối trực với động cơ Đ (không thể hiện trên hình vẽ), các phần tử của nó thì có.

Role RKT làm việc theo nguyên tắc ly tâm, khi tốc độ lớn hơn 10% tốc độ định mức, nếu quay thuận thì tiếp điểm $\overline{RKT-1}$ (8), nếu quay ngược thì $\overline{RKT-2}$ (11).

Giả sử động cơ Đ đang quay thuận: $\overline{1T}$, \overline{KB} , \overline{Ch} và $\overline{1Nh} + \overline{2Nh}$ (tùy vào $\overline{1KH}$, $\overline{2KH}$), \overline{RTh} , $\overline{RKT-1}$ (8), cuộn dây \overline{RTr} (10) \Rightarrow Dẫn đến: cuộn dây $\overline{1RH}$ (8) \rightarrow $\overline{1RH}$ (13,14).

Khi hãm: ấn vào D(1) \rightarrow cuộn dây $\overline{1T}$ (1), \overline{KB} (2) \rightarrow tiếp điểm \overline{KB} (4) \rightarrow các cuộn dây $\overline{Ch} + \overline{1Nh} + \overline{2Nh} + \overline{RTh}$ \rightarrow tiếp điểm \overline{Ch} (13) + tiếp điểm \overline{RTh} (13) (đóng lại) \rightarrow cuộn dây $\overline{2N}$ (14) \Rightarrow Đảo 2 trong 3 pha của động cơ Đ, động cơ Đ thực hiện chế độ hãm ngược, tốc độ giảm dần. Khi tốc độ giảm xuống dưới 10% tốc độ định mức thì $\overline{RKT-1}$ (8) \rightarrow $\overline{1RH}$ (8) \rightarrow $\overline{1RH}$ (13,14) \rightarrow cuộn dây $\overline{2N}$ (14) \rightarrow Động cơ chạy tự do về tốc độ 0.

Do dòng điện hãm lớn nên trong quá trình hãm người ta đưa thêm điện trở phụ R_f vào.

c) Chế độ thử máy:

- Là chế độ không duy trì (đối với nút nhấn).
- Động cơ chạy ở tốc độ thấp.

Giả sử muốn thử thuận: Nhấn nút thử thuận TT(12) $\rightarrow \overline{2T}(12) \rightarrow$ Động cơ Đ được nối Δ và trong mạch có điện trở phụ $R_f \rightarrow$ tốc độ thấp.

7-2. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY TIỆN (4 tiết)

7.2.1 Đặc điểm công nghệ

Nhóm máy tiện rất đa dạng gồm các máy tiện đơn giản, Rovonve, máy tiện vạn năng, chuyên dùng, máy tiện cắt, máy tiện đứng... Trên máy tiện có thể thực hiện được nhiều công nghệ tiện khác nhau: Tiện trụ ngoài, tiện trụ trong, tiện mặt đầu, tiện côn, tiện định hình. Trên máy tiện cũng có thể thực hiện doa, khoan và tiện ren bằng các dao cắt, dao doa, tarô ren... Kích thước gia công trên máy tiện có thể từ vài milimet đến hàng chục met (máy tiện đứng).

Chuyển động chính: Là chuyển động quay chi tiết với tốc độ góc ω_{ct} . Mômen tỉ lệ nghịch với tốc độ: $M \sim \frac{1}{\omega}$. Người ta điều chỉnh sao cho khi tốc độ bé $\omega < \omega_{gh}$ thì giữ cho mômen không đổi ($M = \text{const}$), còn khi $\omega > \omega_{gh}$ thì mômen biến đổi theo đúng quy luật $M \sim \frac{1}{\omega}$.

Chuyển động ăn dao: Là chuyển động di chuyển của dao. Bàn dao chuyển động tịnh tiến dọc theo chi tiết (tiện dọc) hoặc vuông góc với trục chi tiết (tiện ngang). Mômen $M = \text{const}$.

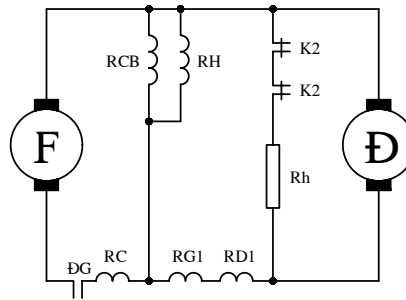
Ở máy tiện nhỏ thường truyền động ăn dao được thực hiện từ động cơ truyền động chính, còn ở những máy tiện nặng thì truyền động ăn dao được thực hiện từ một động cơ riêng là động cơ một chiều cấp điện từ máy điện khuếch đại hoặc bộ chỉnh lưu có điều khiển.

7.2.2 Sơ đồ truyền động chính của máy tiện 1A660

Máy tiện nặng 1A660 được dùng để gia công các chi tiết bằng gang hoặc bằng thép có trọng lượng dưới 250KN, đường kính chi tiết lớn nhất có thể gia công trên máy là 1,25m. Công suất của động cơ truyền động chính: 55KW. Truyền động ăn dao được thực hiện từ động cơ truyền động chính.

7.2.2.1 Mạch động lực

Truyền động chính được thực hiện từ hệ thống F-Đ. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi dòng kích từ của động cơ, còn sức điện động của máy phát được giữ không đổi.



Trên sơ đồ mạch động lực, động cơ Đ được cấp điện từ máy phát F. Để động cơ Đ có điện thì tiếp điểm của role ĐG phải đóng lại và tiếp điểm K2 mở ra ($\overline{ĐG} + K2$).

Đoạn mạch gồm hai tiếp điểm K2 và điện trở Rh là mạch hãm động năng.

RC là Role dòng điện dùng để bảo vệ quá dòng. Khi dòng điện trong động cơ nhỏ hơn giá trị giới hạn cho phép thì Role RC ở mạch động lực chưa tác động, do đó tiếp điểm thường kín RC ở dòng số 9 của mạch điều khiển vẫn ở trạng thái đóng ($\overline{RC}(9)$). Khi dòng trong động cơ vượt quá giá trị giới hạn thì role RC tác động, mở tiếp điểm thường kín $\overline{RC}(9)$, cắt nguồn cấp cho các nhánh số 9, 10, 11 của mạch điều khiển.

RCB và RH là hai role áp, giá trị tác động của hai role này khác nhau: $U_{td.RCB} = U_{F.dm}$, $U_{td.RH} = 10\%U_{F.dm}$. Trong đó $U_{F.dm}$ là giá trị định mức của điện áp máy phát.

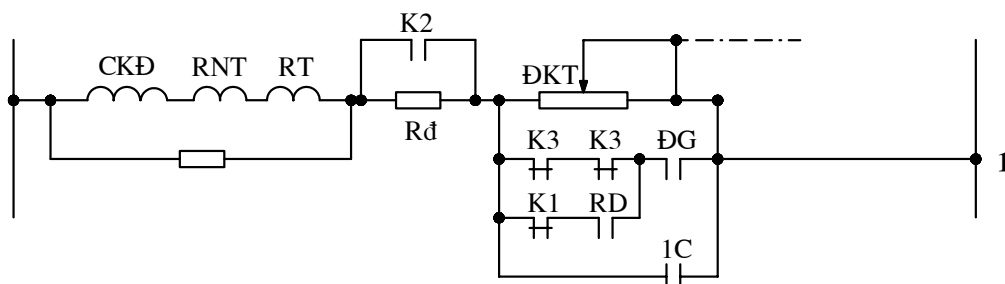
RG₁ và RD₁ là hai cuộn dòng của các role RG và RD, cuộn áp tương ứng là RG₂ và RD₂. Mỗi role RG và RD có hai cuộn dây là cuộn dòng và cuộn áp nối nối tiếp nhau. Khi cuộn áp có điện thì sức từ động của nó sinh ra lực hút làm tiếp điểm của role tương ứng đóng lại. Nếu dòng điện phản ứng vượt quá giá trị cho phép thì sức từ động của cuộn dòng điện tạo ra lực đẩy đủ lớn thắng lực hút của cuộn áp làm tiếp điểm của role tương ứng nhả ra.

7.2.2.2 Mạch kích từ

a- Mạch kích từ động cơ

Trong mạch kích từ động cơ, CKĐ là cuộn kích từ cho động cơ Đ. RNT là role dòng điện bảo vệ thiếu từ thông, đảm bảo không cho $\phi_D \sim 0$ sẽ làm cho tốc độ động cơ quá lớn. Giá trị tác động của RNT nhỏ hơn dòng kích từ nhỏ nhất để tạo ra tốc độ lớn nhất của động cơ.

Ví dụ: Giả sử tốc độ lớn nhất cho phép của động cơ là $\omega_{max} = 2.\omega_{dm}$, dòng điện kích từ định mức của động cơ là $I_{CKĐ dm} = 10A$ thì dòng điện kích từ để tạo ra ω_{max} sẽ là $I_{CKĐ} = 5A$, khi đó giá trị tác động của RNT phải là $I_{td.RNT} < I_{CKĐ}$, trong trường hợp này có thể là $I_{td.RNT} = 4,9A$.



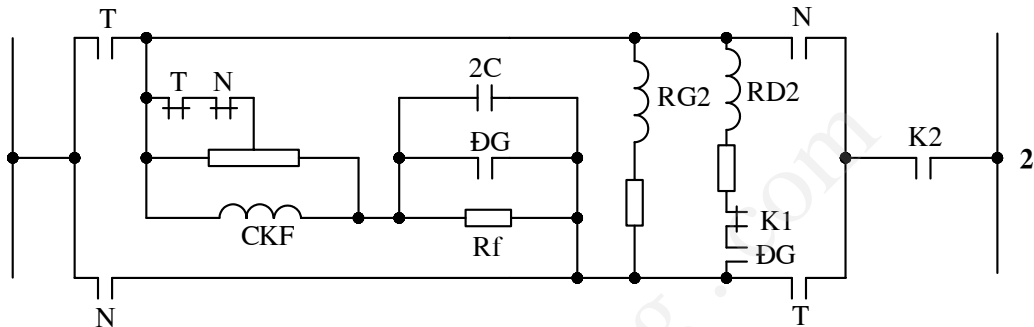
Tiếp điểm của RNT trên mạch động lực là RNT(9), khi RNT tác động thì \overline{RNT} (9).

RT là Role dòng điện, có giá trị tác động bằng $I_{CKĐ\ dm}$.

ĐKT là biến trở điều chỉnh dòng kích từ động cơ, khi điều chỉnh tăng $R_{ĐKT}$ thì ϕ_D giảm, dẫn đến ω_D tăng và ngược lại.

b- Mạch kích từ máy phát

Trong mạch kích từ máy phát, cuộn CKF là cuộn kích từ của máy phát F, có thể đảo chiều nhờ cầu tiếp điểm T(2)+N(2). đảo chiều điện áp máy phát sẽ đảo chiều quay động cơ. \overline{T} (2) sẽ làm động cơ quay thuận và \overline{N} (2) sẽ làm động cơ quay ngược.



7.2.2.3 Điều kiện để máy làm việc

Máy chỉ có thể làm việc, tức là động cơ chỉ có thể khởi động được khi tất cả các điều kiện liên động sau được đảm bảo:

- Đủ dầu bôi trơn: Tiếp điểm DBT(16) kín, làm cho công-tắc-tơ K4(16) có điện.
- Chế độ làm việc của máy đã được chọn: Tiếp điểm CTC1 hoặc CTC2 kín.
 - Chọn chế độ quay thuận: Gạt tay gạt trên mặt máy để cho $\overline{CTC1}$ (14), dẫn đến $\overline{1RLĐ}$ (14), làm cho $\overline{1RLĐ}$ (3)+ $\overline{1RLĐ}$ (3,4).
 - Chọn chế độ quay ngược: Gạt tay gạt trên mặt máy cho $\overline{CTC2}$ (15), dẫn đến $\overline{2RLĐ}$ (15), làm cho $\overline{2RLĐ}$ (4) + $\overline{2RLĐ}$ (3,4).
- Trị số tốc độ đặt đã được chọn: Tiếp điểm $\overline{TĐ}$ (10).
- Đủ từ thông kích từ cho động cơ: \overline{RNT} (1) dẫn đến \overline{RNT} (9).
- Các bánh răng trong hộp tốc độ đã ăn khớp hoàn toàn: Các tiếp điểm $\overline{1KBR}$ (21), $\overline{2KBR}$ (21), $\overline{3KBR}$ (21), $\overline{4KBR}$ (21).

7.2.2.4 Khởi động

Giả sử muốn động cơ quay thuận, ấn nút M1(5) làm cho cuộn dây $\overline{LĐT}$ (5), do đó tiếp điểm $\overline{LĐT}$ (10), dẫn đến cuộn dây $\overline{K1}$ (10), sẽ làm cho tiếp điểm $\overline{K1}$ (3) và tiếp điểm $\overline{LĐT}$ (3), nên cuộn dây \overline{T} (3), dẫn đến tiếp điểm \overline{T} (11), làm cho cuộn dây $\overline{ĐG}$ (11), do đó tiếp điểm $\overline{ĐG}$ (12) và điều này dẫn đến cuộn dây $\overline{K2}$ (12).

Như vậy, kết quả của việc ấn nút M1(5) sẽ dẫn đến các cuộn dây sau đây có điện: $\overline{K1}$, \overline{T} , $\overline{ĐG}$, $\overline{K2}$.

Lưu ý: Cuộn hút LĐT(5) không được duy trì bởi nút nhấn M1. Cuộn dây K1(10) được duy trì bởi cặp tiếp điểm nối tiếp nhau K1(10)+K2(10).

Khi ấn nút M1(5), trên mạch động lực tiếp điểm thường mở ĐG đóng lại và các tiếp điểm thường kín K2 mở ra, do đó động cơ Đ được cấp điện.

Ở mạch kích từ của động cơ lúc này ta có: Do cuộn dây $\overline{K2}$ (12) nên tiếp điểm $\overline{K2}$ (1) nổi tắt loại điện trở R_d ra khỏi mạch kích từ động cơ. Ngoài ra, do cuộn dây $\overline{ĐG}$ (11) nên tiếp điểm $\overline{ĐG}$ (1) và do cuộn dây $\underline{K3}$ (13) lúc này chưa được cấp điện nên tiếp điểm thường kín $\overline{K3}$ (1), làm cho điện trở ĐKT cũng bị nổi ngắn mạch. Vì vậy, dòng điện đi qua cuộn dây kích từ của động cơ CKĐ lúc này sẽ bằng dòng kích từ định mức ($I_{CKĐ}=I_{CKĐ.dm}$) nên từ thông kích từ cho động cơ lúc này bằng giá trị định mức ($\phi_D=\phi_{Ddm}$).

Ở mạch kích từ máy phát: Do cuộn dây $\overline{K2}$ (12) nên tiếp điểm $\overline{K2}$ (2) và do cuộn dây \overline{T} (3) nên tiếp điểm \overline{T} (2). $\overline{K2}$ (2) và \overline{T} (2) sẽ làm cho cuộn áp của role RG có điện: \overline{RG} (2) (lúc này \underline{RD} (2) do $\overline{K1}$), nên tiếp điểm \overline{RG} (2) làm nổi tắt điện trở R_f . Vì vậy dòng điện đi qua cuộn kích từ CKF của máy phát bằng định mức ($I_{CKF} = I_{CKF.dm}$) nên từ thông kích từ cho máy phát bằng giá trị định mức ($\phi_F=\phi_{Fdm}$). Điện áp máy phát nhanh chóng tiến đến giá trị định mức và động cơ được khởi động với giá trị định mức. Việc khởi động cưỡng bức này làm cho tốc độ động cơ tăng nhanh nhưng dòng điện qua động cơ I_D sẽ rất lớn, do vậy cần phải có biện pháp hạn chế để I_D không vượt quá giá trị giới hạn cho phép $I_{ghĐ}$.

Nếu dòng I_D tăng đến giá trị vượt quá giới hạn cho phép: $I_D \geq I_{ghĐ}$ thì cuộn dòng của role RG sẽ sinh ra lực đẩy đủ lớn làm cho tiếp điểm \underline{RG} (2), do đó điện trở R_f được nối tiếp với cuộn kích từ máy phát CKF làm dòng kích từ I_{CKF} giảm nên từ thông kích từ máy phát ϕ_F giảm làm điện áp máy phát giảm ($U_F = K\phi_F\omega_F$), do đó dòng điện I_D giảm xuống.

Khi dòng điện I_D giảm về dưới giá trị giới hạn : $I_D < I_{ghĐ}$ thì lực đẩy do cuộn dòng của role RG sinh ra không đủ lớn nên tiếp điểm \overline{RG} (2), R_f bị nổi tắt làm dòng kích từ máy phát I_{CKF} lại tăng lên dẫn đến ϕ_F tăng làm điện áp máy phát tăng, do đó dòng điện qua động cơ I_D tăng. Quá trình được lặp lại.

Việc đóng mở của role RG để cho dòng I_D không thể vượt quá giá trị cho phép như trên gọi là hạn chế dòng điện theo nguyên tắc rung. Mặc dù có sự biến thiên dòng điện trong quá trình rung nhưng tốc độ động cơ vẫn cứ tăng do quán tính.

Khi dòng điện I_D đã tiến đến giá trị ổn định thì chấm dứt quá trình rung, tiếp điểm \overline{RG} (2) và tốc độ động cơ tăng đến giá trị định mức.

Khi điện áp máy phát bằng giá trị định mức ($U_F = U_{Fdm}$) thì role RCB trên mạch động lực tác động ($U_{td.RCB} = U_{Fdm}$), làm tiếp điểm \overline{RCB} (13) nên cuộn hút $\overline{K3}$ (13) được cấp điện, làm tiếp điểm $\underline{K3}$ (1), biến trở ĐKT được nối tiếp với cuộn CKĐ do đó dòng kích từ của động cơ giảm xuống, làm ϕ_D giảm và tốc độ động cơ tăng trên tốc độ cơ bản

($\omega_D > \omega_{dm}$). Để điều chỉnh tốc độ của động cơ ta điều chỉnh dòng kích từ của động cơ bằng cách dịch chuyển biến trở ĐKT.

7.2.2.5 Mạch thử máy

Phân tích thử thuận: Để thử máy theo chiều thuận ta nhấn nút TT giữa dòng 3 và 4: \overline{TT} (3,4), dẫn đến cuộn dây \overline{T} (3) làm đóng tiếp điểm \overline{T} (11), do đó cuộn dây \overline{DG} (11) làm đóng tiếp điểm \overline{DG} (12), do đó cuộn dây $\overline{K2}$ (12).

Như vậy kết quả của việc nhấn nút \overline{TT} (3,4) sẽ làm các cuộn dây sau đây có điện: \overline{T} , \overline{DG} , $\overline{K2}$.

Như vậy so với việc nhấn nút $\overline{M1}$ (5) thì việc nhấn nút \overline{TT} (3,4) sẽ không cấp điện cho cuộn dây K1 do đó không duy trì cho K3(13). Khi thử máy thì các công tắc tơ LĐT hoặc LĐN không có điện nên T hoặc N chỉ có điện khi ấn nút TT hoặc NN.

Lúc này trên mạch động lực tiếp điểm \overline{DG} và tiếp điểm thường kín $\underline{K2}$, động cơ được phép làm việc.

Trên mạch kích từ của động cơ, $\overline{K2}$ (1) nên điện trở RĐ bị nối ngắn mạch, và \overline{DG} (1) cùng với $\underline{K3}$ (13) nên $\overline{K3}$ (1) làm ĐKT bị nối ngắn mạch. Kết quả là dòng qua cuộn kích từ động cơ bằng định mức, do đó role dòng điện RT(1) tác động làm \underline{RT} (13) cùng với việc $\underline{K1}$ (13) nên cuộn dây $\underline{K3}$ (13). Vì $\underline{K3}$ nên biến trở ĐKT bị nối tắt, từ thông động cơ luôn được giữ bằng định mức trong quá trình thử máy, tốc độ động cơ không thể vượt quá giá trị định mức.

Trong mạch kích từ máy phát, \overline{T} (2) và $\overline{K2}$ (2) nên $\overline{RG2}$ (2), làm điện trở R_f bị nối tắt, dòng kích từ của máy phát bằng giá trị định mức, do đó điện áp máy phát $U_F = U_{Fdm}$, động cơ được khởi động cưỡng bức, do đó khi ấn nút thử máy sẽ diễn ra quá trình hạn chế dòng điện theo nguyên tắc rung.

Khi thả nút ấn TT(3,4), động cơ sẽ thực hiện hãm tái sinh do sức điện động máy phát giảm dần, còn từ thông động cơ được giữ ở giá trị định mức. Giai đoạn cuối cùng là hãm động năng, được bắt đầu khi điện áp máy phát giảm đến trị số nhỏ của role RH. Cuộn dây các công tắc tơ \underline{DG} (11) và $\underline{K2}$ (12), cắt phản ứng động cơ ra khỏi máy phát và đóng vào điện trở hãm R_h .

7.2.2.6 Chế độ điều khiển tốc độ từ xa

Để điều khiển tốc độ từ xa, người ta dùng động cơ servo Đ1 và các nút ấn M1, M2, M3.

Động cơ Đ1(20) được kích từ nối tiếp bởi cuộn dây CKĐ1, đảo chiều quay động cơ Đ1 bằng cách đảo chiều dòng kích từ nhờ vào cầu tiếp điểm KN(20) + KT(20).

Khi muốn giảm tốc, nhấn nút $\overline{M3}$ (9) làm cuộn dây \overline{KN} (9), do đó tiếp điểm \overline{KN} (20) làm động cơ Đ1 quay biến trở ĐKT về bên trái làm tăng dòng kích từ động cơ Đ, do đó tốc độ động cơ Đ giảm xuống.

Khi muốn tăng tốc, nếu động cơ đang quay thuận thì ta ấn M1(5) còn nếu động cơ đang quay ngược thì ta ấn M2(7). Giả sử động cơ đang quay thuận, ta ấn nút M1(5) dẫn đến cuộn dây \overline{LDT} (5) do đó tiếp điểm \overline{LDT} (5,6), lúc này \overline{RCB} nên \overline{RCB} (6) vì vậy $\overline{3LDT}$ (6). Kết quả là cuộn dây \overline{KT} (8) do đó tiếp điểm \overline{KT} (20) làm động cơ Đ1 quay biến trở ĐKT về bên phải làm giảm dòng kích từ động cơ Đ, tốc độ động cơ Đ tăng lên.

7.2.2.7 Quá trình hãm dừng máy

Quá trình hãm bắt đầu khi ấn nút D(9) và diễn ra qua 3 giai đoạn:

Đầu tiên là giai đoạn hãm tái sinh do tăng dòng kích từ lên giá trị định mức. Khi ấn nút D(9) sẽ làm cho cuộn dây $\underline{K1}$ (10), dẫn đến các tiếp điểm của nó là $\underline{K1}$ (13), $\underline{K1}$ (3) và $\overline{K1}$ (1). Tiếp điểm $\overline{K1}$ (1) làm cho biến trở ĐKT bị ngắn mạch, dòng điện qua cuộn kích từ động cơ sẽ tăng đến giá trị định mức. Lúc này sức điện động máy phát vẫn được giữ định mức. Khi dòng kích từ động cơ đạt đến giá trị định mức thì role dòng điện RT(1) tác động, làm cho tiếp điểm của nó \underline{RT} (13), do đó cuộn dây $\underline{K3}$ (13). Kết quả là các tiếp điểm $\underline{K1}$ (3) và $\underline{K3}$ (4) làm mất điện các công tắc tơ N và T, do đó cắt điện cuộn kích từ máy phát ở dòng số 2.

Động cơ chuyển sang quá trình hãm tái sinh thứ hai do sức điện động máy phát giảm dần, còn từ thông động cơ được giữ ở trị số định mức.

Giai đoạn cuối cùng là hãm động năng, được bắt đầu khi điện áp máy phát giảm đến trị số nhỏ của role RH ($U_{td,RH} = 10\%U_{Fdm}$) thì tiếp điểm của nó \underline{RH} (11) và \underline{RH} (12), do đó cuộn dây công tắc tơ \underline{DG} (11), tiếp điểm của nó \underline{DG} (12) làm công tắc tơ $\underline{K2}$ (12). Trên mạch động lực tiếp điểm \underline{DG} cắt động cơ khỏi nguồn máy phát và các tiếp điểm $\overline{K2}$ đóng động cơ vào điện trở hãm R_h , động cơ thực hiện hãm động năng.

Trong quá trình hãm, dòng điện phản ứng động cơ được hạn chế theo nguyên tắc rung nhờ role hai cuộn dây RD. Tác động của role này tương tự như role RG.

7.2.2.8 Mạch tín hiệu

Trong sơ đồ, đèn ĐH1 dùng để báo hiệu trạng thái bình thường và đèn BH2 báo hiệu về trạng thái không bình thường của hệ thống dầu bôi trơn. Khi máy đang làm việc mà không đủ dầu bôi trơn thì không những đèn ĐH2 sáng lên mà còn có cả tín hiệu còi.

7-3. TRANG BỊ ĐIỆN-ĐIỆN TỬ MÁY BẢO GIƯỜNG (4 tiết)

7.3.1 Đặc điểm công nghệ, các yêu cầu đối với truyền động điện và trang bị điện

Chu kỳ làm việc gồm hai hành trình:

- + Hành trình thuận: Cắt gọt kim loại.
 - + Hành trình ngược: Đưa chi tiết về lại vị trí ban đầu để chuẩn bị cho chu kỳ kế tiếp.
- Giản đồ thời gian hoạt động của máy được biểu diễn như hình vẽ.
- + $0 \div t_1$: Máy khởi động không tải, tốc độ tăng từ $0 \div V_0$.

$V_0 = (5 \div 12) \text{m/ph}$. Với tốc độ này cho phép dao dần đi vào chi tiết.

- + $t_1 \div t_2$: Chạy với tốc độ V_o , dao đã ăn vào chi tiết.
- + $t_2 \div t_3$: Tăng tốc từ $V_o \div V_{th}$. Giá trị tốc độ V_{th} phụ thuộc vào kim loại gia công và chi tiết.
- + $t_3 \div t_4$: Thời gian thực hiện cắt gọt kim loại.
- + Tại t_4 : Dao chuẩn bị ra khỏi chi tiết, lúc này người ta cần giảm tốc về V_o để dao ra khỏi chi tiết mà không làm hỏng chi tiết.
- + $t_4 \div t_5$: Giảm tốc độ từ $V_{th} \div V_o$.
- + $t_5 \div t_6$: Chạy với tốc độ V_o để dao ra khỏi chi tiết.
- + Tại t_6 : Dao đã ra khỏi chi tiết, thực hiện chế độ hãm dừng từ $t_6 \div t_7$.
- + $t_6 \div t_7$: Thực hiện chế độ hãm tốc độ về 0.
- + $t_7 \div t_8$: Thời gian khởi động ngược đưa bàn về vị trí ban đầu với tốc độ V_{ng} .
- + Tại t_9 : Bàn đã chuẩn bị về gần điểm xuất phát, cần giảm tốc độ về V_o để hãm dừng bàn tại điểm xuất phát.
- + $t_9 \div t_{10}$: Giảm tốc độ từ $V_{ng} \div V_o$.
- + t_{11} : Chạy với tốc độ V_o .
- + $t_{11} \div t_{12}$: Giảm tốc độ từ $V_o \div 0$.

Sau đó khởi động lại cho chu kỳ mới.

Trong một chu kỳ làm việc, động cơ thường xuyên làm việc ở chế độ quá độ. Các chế độ hoạt động của máy: Khởi động, tăng tốc, giảm tốc, hãm máy, dừng, đảo chiều.

Để tăng năng suất của máy, thường có hai giải pháp:

+ Giảm thời gian quá độ, bằng cách cường bức quá độ \rightarrow Dòng điện trong động cơ rất lớn, do đó cần có biện pháp hạn chế dòng điện khi nó vượt quá giá trị cho phép.

+ Tăng tốc độ V_{ng} . Thường chọn: $\frac{V_{ng}}{V_{th}} = (2 \div 3) / 1$.

7.3.2 Sơ đồ truyền động chính máy bào giường hệ F-Đ

Động cơ Đ: Quay truyền động chính, được cấp điện từ máy phát F.

CKF: Cuộn kích từ của máy phát F, được cấp điện bởi máy điện khuếch đại KĐM.

KĐM có 4 cuộn kích từ.

- Các cuộn $CK_{1,2,3}$: 3 cuộn nối tiếp nhau, nhận tín hiệu chủ đạo, tín hiệu phản hồi âm áp, phản hồi dương dòng và phản hồi mềm.

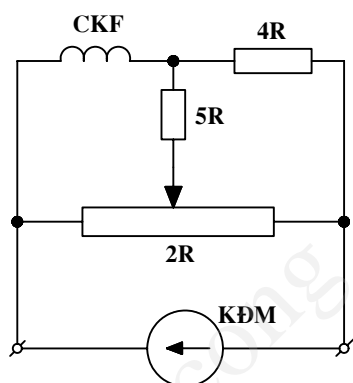
1) Tín hiệu chủ đạo: Lấy trên biến trở BTT (tương ứng với chế độ quay thuận) hoặc trên BTN (tương ứng với chế độ quay ngược), tạo ra dòng trên các cuộn $CK_{1,2,3}$ qua các phân tử CFF, CFĐ, 5R, 1R, BTT, 8R, BTN.

2) Phản hồi âm áp: 1R được nối song song với u_F (nối song song với máy phát F) -
 > Khi hệ thống làm việc, trên 1R có điện áp $u_a \sim u_F$, u_a cũng tạo ra dòng điện chảy qua $CK_{1,2,3}$, cực tính của dòng điện này ngược với dòng điện do u_{CD} sinh ra \Rightarrow Do đó phản hồi này là phản hồi âm áp.

3) Phản hồi dương dòng: Khi hệ thống làm việc, trên cuộn phụ của máy phát & động cơ là CFF & CFĐ sẽ có sụt áp $u_i \sim I.(R_{CFF} + R_{CFĐ}) \rightarrow u_i$ tạo ra dòng điện chạy trong $CK_{1,2,3}$ cùng chiều với dòng do u_{CD} tạo ra \Rightarrow Phản hồi dương dòng.

4) Phản hồi mềm: Lấy trên cầu cân bằng gồm có: 2 phần của điện trở $2R$, điện trở $4R$, và cuộn CKF (hình vẽ). Một đường chéo của mạch cầu nối với máy điện khuếch đại KĐM. Đường chéo còn lại nối với điện trở $5R$.

Ta dịch chuyển biến trở $2R$ để khi động cơ làm việc ở chế độ tĩnh thì cầu cân bằng, khi đó $u_{5R} = 0$. Còn khi động cơ làm việc ở chế độ động, cầu mất cân bằng $\rightarrow u_{5R} \neq 0$, do đó sẽ có dòng điện chạy qua các cuộn dây $CK_{1,2,3}$ có chiều chống lại sự thay đổi đó làm cho hệ nhanh chóng ổn định.



Điện áp đặt vào các cuộn $CK_{1,2,3}$:

$$u_{dk} = u_{CD} - u_a \pm u_{5R} + u_i$$

Ở chế độ tĩnh: $u_{5R} = 0$.

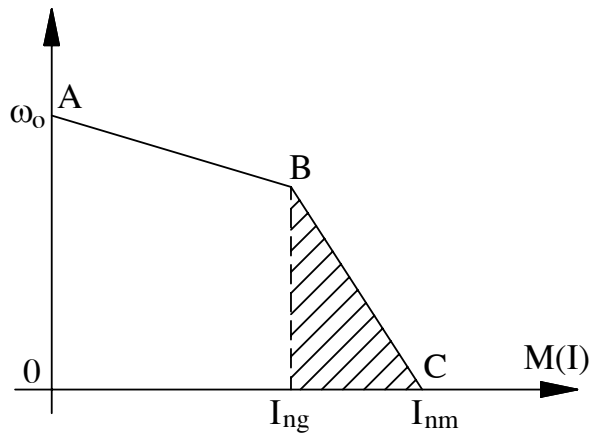
$$\Rightarrow u_{dk} = u_{CD} - u_a + u_i = u_{CD} - (u_i - u_a) = u_{CD} - C.\omega$$

Khi khởi động: $\omega = 0 \rightarrow u_{dk} = u_{CD} \rightarrow$ Điện áp đặt vào các cuộn $CK_{1,2,3}$ rất lớn \rightarrow dòng lớn, gây nguy hiểm cho các cuộn này (do máy thường xuyên khởi động). Để bảo vệ các cuộn dây $CK_{1,2,3}$, người ta tạo cho nó một khâu phân mạch, khâu này gồm có: 2 bóng đèn BD có điện trở phi tuyến, điện trở $6R$, các cặp van 1V-3V, 2V-4V, điện trở $3R$, trên $3R$ đặt điện áp U_{SS} .

Khi điện áp trong các cuộn $CK_{1,2,3}$ vượt quá giá trị cho phép (U_{SS}), thì các bóng đèn BD tăng điện trở \rightarrow làm cho dòng i_{dk} chảy vào các cuộn $CK_{1,2,3}$ không tăng. Đồng thời các cặp van 1V-3V hoặc 2V-4V mở tạo đường cho dòng phân mạch chảy không qua $CK_{1,2,3}$.

5) Cuộn CK₄: Là cuộn phản hồi âm dòng có ngắt. Đối với những máy thường xuyên làm việc quá tải như máy xúc, máy cán. Khi quá tải hoặc ngắn mạch, người ta không sử dụng bảo vệ quá tải để cắt nó ra khỏi lưới điện vì làm thế thì năng suất máy thấp.

Để đảm bảo năng suất của máy, người ta tạo cho hệ thống một đường đặc tính cơ dạng máy xúc.



+ Khi $I < I_{ng}$ -> Động cơ làm việc trên đặc tính cơ tự nhiên.

+ Khi $I > I_{ng}$ -> Động cơ chuyển sang làm việc trên đoạn BC.

Mục đích của đoạn BC: tạo ra dòng I_{nm} bé.

Khâu tạo ra đặc tính cơ BC là khâu phản hồi âm dòng có ngắt.

+ Khi dòng điện của động cơ $I_D < I_{ng}$ thì $u_i < \frac{U_{ss}}{2}$: Các van 1V và 2V bị khóa ->

Cuộn CK4 không có tín hiệu.

+ Khi dòng điện của động cơ $I_D > I_{ng}$ thì $u_i > \frac{U_{ss}}{2}$: Tùy theo cực tính làm cho van

1V hoặc 2V thông -> trên cuộn CK4 có dòng điện -> Sức từ động tổng của hệ thống giảm nhỏ, kết quả là giảm điện áp ra để giảm I_{nm} .

* Mạch điều khiển:

- Công tắc 1KC và 2KC: Định hành trình thực tùy theo chiều dài chi tiết.

KC: Giới hạn hành trình dài nhất khi chế tạo.

Khi bào ở đầu hành trình thuận, nó ấn vào công tắc 2KC, khi bào chạy về cuối hành trình thuận, nó ấn vào công tắc 1KC.

Giả sử bào ở đầu hành trình thuận, bào ấn vào công tắc 2KC -> tiếp điểm $2KC-1(10)$, $2KC-2(14)$.

Khi khởi động ta ấn vào nút nhấn MT(7) (lúc này giả sử đã đủ dầu áp lực để $\overline{RAL}(6)$ -> cuộn dây $\overline{KL}(6)$ -> các tiếp điểm $\overline{KL}(9) + \overline{KL}(10) + \overline{KL}(14)$ -> cuộn dây $\overline{T}(9)$ -> tiếp điểm $\overline{T}(13) + \overline{T}(5) + \underline{T}(10)$ -> cuộn dây $\overline{R}(13)$ -> tiếp điểm $\overline{R}(5-6)$. Và lúc này cuộn dây $\overline{RC}(14)$ do $\overline{KL}(14) + 2KC-2(14)$, dẫn đến tiếp điểm $\overline{RC}(2-3)$.

Như vậy kết quả quan trọng của việc nhấn nút MT(7) sẽ làm các tiếp điểm sau đây đóng lại: $\overline{R}(5-6) + \overline{T}(5) + \overline{RC}(2-3)$.

Điện áp u_{CD} đặt trên biến trở BTT nhưng do tiếp điểm $\overline{RC}(2-3)$ ngắn mạch một phần BTT nên u_{CD} giảm nhỏ nên động cơ chỉ khởi động không tải và làm cho tốc độ tăng từ $0 \div V_0$ để cho dao đi vào chi tiết (bàn chạy thuận).

Với tốc độ V_0 dao đi vào chi tiết. Tại thời điểm t_2 , bàn thôi ấn vào 2KC -> tiếp điểm $2KC-2(14)$ -> cuộn dây $\underline{RC}(14)$ -> tiếp điểm $\underline{RC}(2-3)$, u_{CD} phụ thuộc vào vị trí của

biến trở BTT, do đó u_{CD} tăng lên tương ứng với chế độ tăng tốc từ $V_o \div V_{th}$. Và khi dao đã cắt vào chi tiết, công tắc hành trình 2KC không bị ấn nữa, các tiếp điểm của nó được phục hồi, do đó tiếp điểm $\overline{2KC-1}(10)$ chuẩn bị cho hành trình ngược.

Tại thời điểm t_4 : Dao chuẩn bị ra khỏi chi tiết. Bàn sẽ ấn vào chổi than 1KH \rightarrow làm ngắn mạch một phần biến trở BTT(3) \rightarrow làm giảm điện áp u_{CD} , động cơ thực hiện chế độ hãm từ V_{th} về V_o .

Tại thời điểm t_6 : Dao đã ra khỏi chi tiết, lúc này bàn ấn vào 1KC \rightarrow tiếp điểm $\overline{1KC-1}(9) \rightarrow$ cuộn dây $\underline{T}(9) \rightarrow$ tiếp điểm $\overline{T}(10) \rightarrow$ cuộn dây $\overline{N}(10) \rightarrow$ tiếp điểm $\overline{N}(5) + \underline{T}(5)$, điện áp u_{CD} chuyển sang đặt trên BTN \rightarrow động cơ thực hiện chế độ hãm tái sinh. Sau đó động cơ khởi động ngược đưa bàn trở về vị trí ban đầu tương ứng với tốc độ V_{ng} .

Khi bàn máy thực hiện hành trình ngược, công tắc hành trình thôi bị ấn, do đó tiếp điểm $\overline{1KC-1}(9)$ để chuẩn bị cho hành trình kế tiếp.

Tại thời điểm t_9 : Bàn đã chạy về gần điểm xuất phát, bàn sẽ ấn vào chổi than 2KH(4) \rightarrow ngắn mạch một phần biến trở BTN làm giảm giá trị u_{CD} , động cơ thực hiện chế độ hãm tái sinh về V_o .

Tại thời điểm t_{11} : Bàn ấn vào công tắc hành trình 2KC \rightarrow tiếp điểm $\overline{2KC-1}(10) + \overline{2KC-2}(14)$, kết quả là cuộn dây $\underline{N}(10) \rightarrow$ tiếp điểm $\overline{N}(9) \rightarrow$ cuộn dây $\overline{T}(9) \rightarrow$ tiếp điểm $\overline{T}(5) + \underline{N}(5)$. Điện áp u_{CD} chuyển từ BTN sang BTT, động cơ thực hiện chế độ hãm tái sinh từ $V_o \div 0$ sau đó khởi động ngược cho chu trình kế tiếp.

*** Chế độ hãm máy:** (dừng hãm hoặc dừng sự cố)

Khi dừng máy, ấn nút dừng D, lúc này các cuộn dây KL, N, T đều mất điện, lúc này $u_{CD} = 0$, do đó $U_{dk} = -C.\omega$, điều này sẽ gây ra đột biến về trị số và chiều trong cuộn dây CK_{1,2,3}. Để tránh đột biến này, người ta duy trì một lượng điện áp nhỏ đặt trên biến trở 8R(3) nhờ vào việc mở chậm tiếp điểm thường mở chậm R(5-6). Khi tiếp điểm $\underline{R}(5-6)$ đã mở ra, $U_{8R} = 0$, lúc này điện áp U_a lấy trên biến trở 1R (mắc song song với máy phát F) được chuyển thành giá trị U'_a nhờ tiếp điểm thường kín đóng chậm R (trên mạch lực) mục đích là để hoàn thiện nhanh quá trình hãm.

Chế độ thử máy: được thực hiện bằng các nút ấn TT hoặc TN, công tắc tơ KL không làm việc nên hệ thống chỉ làm việc khi còn ấn nút.

Điều kiện làm việc: Sơ đồ không cho phép động cơ làm việc trong các trường hợp sau đây:

- Không đủ áp lực dầu trong hệ thống bôi trơn (tiếp điểm RAL mở).
- Bàn máy di chuyển ra ngoài phạm vi cho phép (tiếp điểm KC mở).

7-4. TRANG BỊ ĐIỆN-ĐIỆN TỬ MÁY MÀI (2 tiết)

7.4.1 Đặc điểm công nghệ

Máy mài có 2 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 răng .v.v..

Thường trên máy mài có ụ chi tiết hoặc bàn, trên đó kẹp chi tiết và ụ đá mài, trên đó có trục chính với đá mài. Cả 2 ụ đều đặt trên bệ máy.

Máy mài tròn có 2 loại: Máy mài tròn ngoài và máy mài tròn trong. Trên máy mài tròn chuyển động chính là chuyển động quay của đá mài, chuyển động ăn dao là di chuyển tịnh tiến của ụ đá dọc trục (ăn dao dọc trục) hoặc chuyển động quay của chi tiết (ăn dao vòng). Chuyển động phụ là chuyển động nhanh của ụ đá hoặc chi tiết...

Máy mài phẳng có 2 loại: Mài bằng biên đá và mài bằng mặt đầu. Chi tiết được kẹp chặt bàn máy tròn hoặc chữ nhật. 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 mài 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 qua lại của bàn mang chi tiết (ăn dao dọc).

7.4.2 Đặc điểm về truyền động điện và trang bị điện

Đối với truyền động chính, thông thường máy không yêu cầu điều chỉnh tốc độ, nên sử dụng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc.

Truyền động ăn dao thường sử dụng thủy lực đối với truyền động ăn dao ngang (máy mài tròn và máy mài phẳng) hoặc thực hiện theo hệ BBĐ-ĐM đối với máy mài tròn cỡ lớn.

7.4.3 Sơ đồ truyền động chính máy mài 3A161

Trong sơ đồ, sử dụng 3 động cơ xoay chiều:

- + Động cơ ĐM (7kW, 930 vg/ph) là động cơ quay viên đá mài.
- + Động cơ ĐT (1,7 kW, 930 vg/ph) là động cơ bơm dầu cho hệ thống thủy lực để thực hiện ăn dao ngang của ụ đá, ăn dao dọc của bàn máy và di chuyển nhanh ụ đá ăn vào chi tiết hoặc ra khỏi chi tiết.

Điều chỉnh các van thủy lực bằng các cuộn dây: 1NC và 2NC (trên mạch động lực), được đóng mở bằng các tiếp điểm 1RTr và 2RTr.

- + Động cơ ĐB (0,125 kW, 2800 vg/ph) bơm nước là mát.

Động cơ truyền động chính của sơ đồ là động cơ một chiều ĐC (0,76 kW, 250÷2500 vg/ph) quay chi tiết mài. Động cơ ĐC được cấp điện từ một khuếch đại từ nối theo sơ đồ cầu 3 pha. 6 cuộn dây làm việc cùng với 6 điôt nối thành cầu 3 pha: thay đổi được điện áp một chiều (cuộn dây làm nhiệm vụ thay đổi điện áp, còn điôt biến dòng điện xoay chiều thành một chiều -> tương đương với Thyristor).

Có 3 cuộn dây điều khiển:

+ **CK1**: Là cuộn chủ đạo, nhận tín hiệu chủ đạo và phản hồi âm áp.

Tín hiệu chủ đạo lấy từ nguồn ngoài qua chỉnh lưu 3CL: 3CL cấp nguồn, cho dòng điện đi theo đường 3CL-r-1BT-CK1-ĐC-KC-3CL.

Tín hiệu phản hồi âm áp: Cuộn CK1 + một phần của biến trở 1BT, nối song song với động cơ ĐC. Khi làm việc, trên cuộn CK1 sẽ có dòng chạy ngược với dòng do tín hiệu chủ đạo và tỉ lệ với điện áp.

+ **CK2**: Là cuộn phản hồi dương dòng, lấy điện áp từ thứ cấp máy biến dòng BD, qua chỉnh lưu 2CL đặt lên biến trở 2BT và cuộn CK2. Vì dòng điện sơ cấp của máy biến dòng tỉ lệ với dòng điện phản ứng động cơ ($I_1 = 0,815I_w$) nên dòng điện trong cuộn CK2 cũng tỉ lệ với dòng điện phản ứng. Chiều của dòng qua CK2 chọn cùng chiều (cùng chiều sức từ động) với điện áp U_{CD} .

+ **CK3**: Là cuộn chuyển dịch, để chọn được điểm làm việc ban đầu.

Tốc độ động cơ được điều chỉnh bằng cách thay đổi điện áp chủ đạo U_{CD} (nhờ biến trở 1BT). Để làm cứng đặc tính cơ khi điều chỉnh ở vùng tốc độ thấp (nâng cao tín ổn định tốc độ), khi giảm điện áp U_{CD} cần phải tăng hệ số phản hồi dương dòng điện (?). Vì vậy, người ta đặt sẵn khâu liên hệ cơ khí giữa các con trượt của 2BT và 1BT.

Các phần tử khác:

+ Cuộn CKĐ: Cuộn kích từ động cơ.

+ RKK: Role bảo vệ thiếu từ thông.

+ Điện trở r_h + tiếp điểm H (mắc song song với động cơ ĐC): Mạch hãm động năng kích từ độc lập.

* Nguyên lý làm việc của sơ đồ mạch khống chế:

Sơ đồ cho phép điều khiển máy làm việc ở chế độ thử máy và chế độ thử máy và chế độ làm việc tự động. Ở chế độ thử máy các công tắc 1CT, 2CT, 3CT được đóng sang vị trí 1. Mở máy động cơ ĐT (bơm dầu thủy lực) nhờ ấn nút MT(2), sau đó có thể khởi động đồng thời ĐM và ĐB bằng nút ấn MN. Động cơ ĐC được khởi động bằng nút ấn MC.

Ở chế độ tự động, quá trình hoạt động của máy gồm 3 giai đoạn theo thứ tự như sau:

1) Đưa nhanh ụ đá vào chi tiết gia công nhờ truyền động thủy lực, đóng các động cơ ĐC và ĐB.

2) Mài thô, rồi tự động chuyển sang chế độ mài tinh nhờ tác động của công tắc tơ.

3) Tự động đưa nhanh ụ đá ra khỏi chi tiết và cắt điện các động cơ ĐC, ĐB.

Trước hết, đóng các công tắc 1CT, 2CT, 3CT sang vị trí 2. Kéo tay gạt điều khiển (được bố trí trên máy) về vị trí di chuyển nhanh ụ đá vào chi tiết (nhờ hệ thống thủy lực). Khi ụ đá đi đến vị trí cần thiết, công tắc hành trình 1KT tác động, đóng mạch cho cuộn dây công tắc tơ KC và KB, các động cơ ĐC và ĐB được khởi động. Đồng thời truyền động thủy lực của máy được khởi động. Quá trình gia công bắt đầu. Khi kết thúc giai đoạn mài thô, công tắc hành trình 2KT tác động, đóng mạch cuộn dây role 1RTr. Tiếp điểm của nó đóng điện cho cuộn dây nam châm 1NC, để chuyển đổi van thủy lực, làm

giảm tốc độ ăn dao của ụ đá. Như vậy giai đoạn mài tinh bắt đầu. Khi kích thước chi tiết đạt yêu cầu, công tắc hành trình 3KT tác động, đóng mạch cuộn dây rơle 2RTr. Tiếp điểm rơle này đóng điện cho cuộn dây nam châm 2NC để chuyển đổi van thủy lực, đưa nhanh ụ đá về vị trí ban đầu. Sau đó, công tắc cơ khí 1KT phục hồi cắt điện công tắc tơ KC và KB; động cơ DC được cắt điện (do tiếp điểm KC mở ra) và được hãm động năng nhờ rơle H. RKT là rơle kiểm tra tốc độ được nối trực tiếp động cơ DC, khi tốc độ động cơ DC còn đủ lớn thì tiếp điểm \overline{RKT} (13), làm cuộn dây \overline{H} (13), động cơ được hãm động năng. Khi tốc độ của động cơ DC đủ thấp, tiếp điểm tốc độ \underline{RKT} (13), cắt điện cuộn dây công tắc tơ H. Tiếp điểm của H cắt điện trở hãm ra khỏi phản ứng động cơ.

7-5. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ Lò HỒ QUANG (4 tiết)

7.5.1 Khái niệm chung và phân loại

Lò hồ quang là lò lợi dụng nhiệt của ngọn lửa hồ quang (HQ) giữa các điện cực hoặc giữa điện cực và kim loại để nấu chảy kim loại. Lò điện HQ dùng để nấu thép hợp kim chất lượng cao.

Phân loại theo dòng điện sử dụng:

- + Lò một chiều.
- + Lò xoay chiều.

Theo cách cháy của ngọn lửa HQ, chia thành:

- + Lò nung gián tiếp: Nhiệt của ngọn lửa HQ tạo ra giữa 2 điện cực (graphit, than) được dùng để nấu chảy kim loại.
- + Lò nung trực tiếp: Nhiệt của ngọn lửa HQ tạo ra giữa điện cực và kim loại dùng để nấu chảy kim loại.

Phân loại theo đặc điểm chất liệu vào lò (vật liệu rắn, kim loại vụn):

- + Lò chất liệu bên sườn bằng phương pháp thủ công hay máy móc.
- + Lò chất liệu trên đỉnh lò xuống nhờ gầu chất liệu.

7.5.2 Sơ đồ điện (thiết bị chính mạch lực) lò hồ quang

Điện cấp cho lò hồ quang lấy từ trạm biến áp lò. Điện áp vào là 6, 10, 35 hay 110kV tùy theo công suất lò.

Sơ đồ lò có các thiết bị chính sau:

- + *Cầu dao cách ly CL*: Dùng phân cách mạch động lực của lò với lưới khi cần thiết, chẳng hạn lúc sửa chữa.
- + *Máy cắt IMC*: Dùng đóng cắt mạch lực dưới tải và để bảo vệ lò HQ khỏi ngắn mạch sự cố.
- + *Cuộn kháng LK*: Được đóng vào mạch hoặc loại khỏi mạch nhờ vào máy cắt 2MC. Cuộn kháng LK dùng để hạn chế dòng điện khi ngắn mạch làm việc và ổn định sự cháy của HQ.

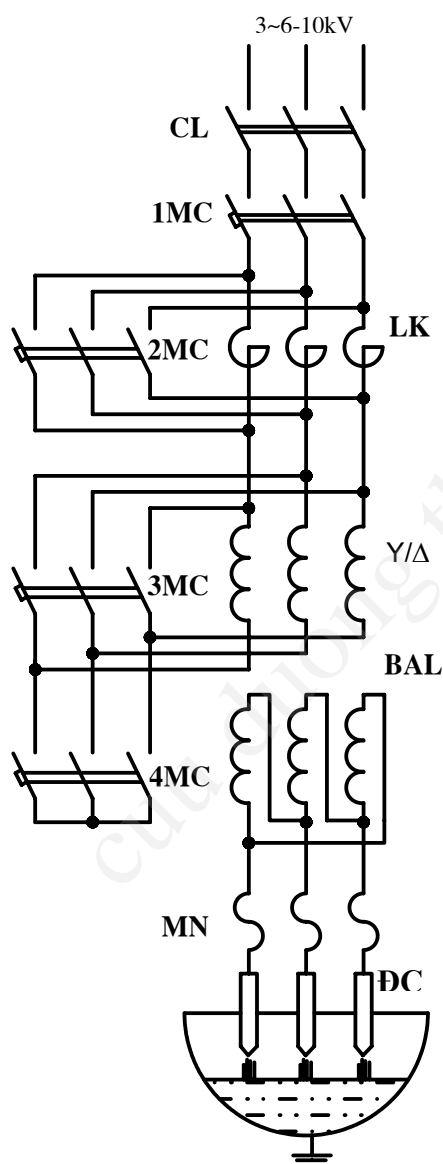
Lúc ngắn mạch làm việc, máy cắt 2MC mở ra để cuộn kháng LK tham gia vào mạch, hạn chế dòng ngắn mạch.

Khi liệu chảy hết, lò cần công suất nhiệt lớn để nấu luyện, máy cắt 2MC đóng lại để ngắn mạch cuộn kháng LK.

Ở giai đoạn hoàn nguyên (KL đã được nóng chảy hết), công suất lò yêu cầu ít hơn để tránh bốc hơi thì máy cắt 2MC mở ra để đưa cuộn kháng LK vào mạch, làm giảm công suất cấp cho lò.

+ *Máy biến áp lò BAL*: Sơ cấp của BAL được nối thành hình Y hay Δ nhờ vào các máy cắt 3MC, 4MC.

Máy biến áp BAL được đặt gần lò vì dòng điện thứ cấp của nó rất lớn, khoảng 10kA. Máy biến áp BAL phải làm việc trong môi trường nhiệt độ rất cao và thường xuyên ở chế độ ngắn mạch làm việc (mỗi hồ quang).



Thứ cấp của BAL là các thanh dẫn, cấp điện cho các điện cực ĐC.

Nối giữa thanh dẫn với điện cực là một "mạch ngắn" MN, là đoạn mạch dẫn được dòng điện lớn nhưng mềm để dễ cho điện cực di chuyển.

+ Điện cực ĐC: Là phần tạo ra hồ quang.

* *Máy biến áp lò BAL*:

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

- Công suất thường rất lớn (có thể tới hàng chục MW) và dòng điện thứ cấp rất lớn (có thể tới hàng trăm kA).

- Điện áp ngắn mạch lớn để hạn chế dòng ngắn mạch dưới $(2,5 \div 4)I_{dm}$.

- 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 và vì biến áp đặt ở nơi kín lại gần lò.

7.5.3 Nguyên lý làm việc của lò hồ quang

Khi đóng điện vào mạch chính, HQ chưa phát sinh. Thiết bị tự động sẽ từ từ hạ điện cực xuống để đầu điện cực chạm vào kim loại trong lò làm phát sinh HQ.

Sau khi HQ phát sinh thì các điện cực phải được nâng nhanh lên để giải phóng ngắn mạch nhưng phải giữ khoảng cách nào đó với KL trong lò để HQ không tắt.

Trong quá trình cháy của HQ thì làm cho điện cực ngắn dần, dòng HQ giảm, do đó yêu cầu hạ điện cực xuống để đảm bảo khoảng cách.

Phần điều khiển dịch cực lò phải thỏa mãn các điều kiện:

- Hạ chậm điện cực xuống.
- Kéo nhanh điện cực khi phát sinh HQ.
- Hạ dần điện cực trong quá trình cháy và giữ cho HQ tồn tại.

Chất lượng thép nấu luyện phụ thuộc vào công suất cấp và sự phân bố nhiệt hay nhiệt độ trong lò.

Điều chỉnh công suất lò HQ có thể thực hiện bằng cách thay đổi điện áp ra của BAL hoặc bằng sự dịch chuyển điện cực để thay đổi chiều dài ngọn lửa HQ và như vậy sẽ thay đổi được điện áp HQ, dòng điện HQ và công suất tác dụng của HQ.

Có 3 giải pháp điều khiển để điều chỉnh công suất lò:

1) Phương pháp giữ dòng điện HQ $I_{hq} = const$: Thực chất là giữ khoảng cách giữa điện cực và kim loại trong lò không đổi. Phương pháp này có nhược điểm là không môi hồ quang tự động được, cần phải hỗ trợ môi.

Ngoài ra, trong trường hợp có một pha không phát HQ (hồ quang bị đứt) thì sẽ làm giảm dòng: $I_{hq} = \frac{\sqrt{3}U_f}{2Z}$, do đó các bộ điều chỉnh 2 pha còn lại sẽ tiến hành hạ điện cực mặc dù không cần việc đó (tác động không chính xác).

Phương pháp này chỉ dùng cho lò hồ quang một pha và chủ yếu dùng cho lò HQ chân không.

2) Phương pháp duy trì điện áp HQ không đổi $U_{hq} = const$: Gặp khó khăn trong việc đo điện áp. Do người ta không đo trực tiếp điện áp HQ nên phải đo gián tiếp: cuộn dây đo được nối giữa thân kim loại của lò và thanh cái thứ cấp MBA. 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 ở phương pháp đầu tiên.

3) Phương pháp điều khiển duy trì $\frac{U_{hq}}{I_{hq}} = Z_{hq} = const$: Là phương pháp điều khiển tốt nhất.

Phương pháp này điều khiển thông qua hiệu số các tín hiệu dòng và áp:

$$a.I_{hq} - b.U_{hq} = b.I_{hq}(Z_{ohq} - Z_{hq})$$

Trong đó:

+ a, b là hệ số phụ thuộc hệ số các biến áp đo lường (biến dòng, biến điện áp) và điện trở điều chỉnh trên mạch.

+ Z_{ohq} , Z_{hq} - Giá trị đặt và giá trị thực của tổng trở HQ.

Phương pháp này dễ môi HQ, duy trì được công suất, ít chịu ảnh hưởng của dao động điện áp nguồn cũng như ảnh hưởng lẫn nhau giữa các pha.

7.5.4 Sơ đồ 1 pha tự động không chế dịch cực lò HQ

Động cơ Đ làm dịch chuyển điện cực lò hồ quang, được cấp điện từ MĐKĐ. MĐKĐ gồm 3 cuộn kích từ:

+ CFA: Cuộn phản hồi âm áp.

+ CDC2: Cuộn làm việc theo chế độ bằng tay, được cấp điện từ nguồn ngoài qua một bộ tay gạt:

(1-2) + (3-4): Nâng điện cực (N).

(9-10) + (11-12): Hạ điện cực (H).

+ CDC1: Cuộn làm việc ở chế độ tự động, được đóng bằng các tay gạt (5-6) + (7-8).

Dòng điện qua cuộn CDC1 I_{CDC1} phụ thuộc vào $U_{5R} - U_{4R}$. Trong đó: U_{5R} tỉ lệ với dòng điện hồ quang, lấy từ bộ chỉnh lưu 1CL, điện áp của bộ chỉnh lưu 1CL lại lấy từ thứ cấp của bộ biến dòng BD.

U_{4R} lấy từ bộ chỉnh lưu 2CL. Điện áp đặt lên 2CL tỉ lệ với điện áp của hồ quang.

Chế độ tự động:

Khi mạch chính có điện, do hồ quang chưa phát sinh nên lúc này $U_{hq} = \max$ còn $I_{hq} = 0$. $\Rightarrow U_{5R} = 0$ còn $U_{4R} = \max$.

\rightarrow Trên cuộn CDC1 có dòng chảy qua, tạo sức từ động F_1 .

Sức từ động tổng: $F_t = F_1 - F_A$.

Do $I_{hq} = 0$ nên lúc này role dòng điện RD chưa tác động \rightarrow 3R được nối tiếp với cuộn CDC1 \rightarrow Làm cho F_1 bị giảm xuống. Đồng thời lúc này cực tính (+) của động cơ Đ đang ở cực phía trên \rightarrow điôt 3CL trên mạch lực thông \rightarrow 7R bị nối tắt \rightarrow dòng qua cuộn CFA tăng \rightarrow F_A tăng lên. \Rightarrow Kết quả là làm cho sức từ động tổng F_t giảm xuống \rightarrow điện áp ra của MĐKĐ giảm \rightarrow động cơ Đ quay chậm \rightarrow điện cực được hạ xuống chậm.

Khi điện cực chạm vào kim làm phát sinh hồ quang, lúc này $I_{hq} = \max$ còn $U_{hq} \approx 0$. Kết quả là $U_{5R} = \max$, $U_{4R} \approx 0$, do đó dòng điện trong cuộn CDC1 đảo chiều (dẫn đến sức từ động đảo chiều) và lúc này role dòng điện RD tác động, tiếp điểm RD đóng lại làm 3R bị nối tắt, làm cho dòng điện qua cuộn CDC1 tăng lên dẫn đến F_1 tăng lên. Đồng thời lúc này cực tính (+) của động cơ Đ ở phía dưới nên điôt 3CL bị khóa, điện trở 7R được đưa vào nối tiếp với cuộn CFA, làm giảm F_A , kết quả làm sức từ động tổng F_t tăng lên. MĐKĐ phát điện áp cấp cho động cơ Đ kéo điện cực lên nhanh.

Đồng thời lúc này điôt 4CL thông, role áp RA tác động, tiếp điểm thường kín của nó mở ra làm cuộn dây role thời gian RTh mất điện, tiếp điểm thường mở mở chậm RTh đưa điện trở 9R nối tiếp cuộn CKĐ làm giảm dòng điện qua cuộn CKĐ. Từ thông động cơ Đ giảm làm tốc độ động cơ Đ tăng lên, điện cực được kéo nhanh lên.

Quá trình đi lên của điện cực làm I_{hq} giảm, U_{hq} tăng. Đến lúc U_{4R} và U_{5R} xấp xỉ bằng nhau thì dòng điện qua cuộn CDC1 $I_{CDC1} \approx 0$, do đó động cơ sẽ dừng quay, điện cực có một khoảng cách nào đó đối với kim loại và đảm bảo hồ quang được duy trì.

Trong quá trình cháy của điện cực, điện cực sẽ ngắn dần làm khoảng cách giữa điện cực và kim loại tăng dần, dẫn đến I_{hq} giảm, U_{hq} tăng, thế cân bằng bị phá vỡ. Lúc này dòng trong cuộn CDC1 khác không ($I_{CDC1} \neq 0$), động cơ được khởi động lại, chạy hạ điện cực xuống, lập lại thế cân bằng mới.

*** Tác dụng mở chậm của role RTh:** Chờ cho điện áp động cơ đạt định mức rồi mới giảm từ thông Φ_D của động cơ.

7-6. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ THANG MÁY (4 tiết)

7.6.1 Đặc điểm công nghệ

Thang máy (máy nâng) là thiết bị vận tải dùng để chở hàng và người theo phương thẳng đứng.

Những loại thang máy hiện đại có kết cấu cơ khí phức tạp, hệ truyền động, hệ thống khống chế phức tạp - nhằm nâng cao năng suất, vận hành tin cậy, an toàn. Tất cả các thiết bị điện được lắp đặt trong buồng thang và buồng máy. Buồng máy thường bố trí ở tầng trên cùng của giếng thang máy.

Một trong những yêu cầu cơ bản đối với hệ truyền động thang máy là phải đảm bảo cho buồng thang chuyển động êm. Buồng thang chuyển động êm hay không, phụ thuộc vào gia tốc khi mở máy và hãm máy. Các tham số chính đặc trưng cho chế độ làm việc của thang máy là: tốc độ di chuyển $v(m/s)$, gia tốc $a(m/s^2)$ và độ giật $p(m/s^3)$.

Tốc độ di chuyển của buồng thang quyết định năng suất của thang máy, có ý nghĩa quan trọng, nhất là đối với các nhà cao tầng.

Trong truyền động của thang máy người ta sử dụng một đối trọng nối với buồng thang bằng các sợi cáp, mục đích để động cơ luôn làm việc ở chế độ động cơ và giảm lực căng của cáp, tăng độ an toàn.

Buồng thang có trang bị bộ phanh bảo hiểm, mục đích để giữ buồng thang tại chỗ khi đứt cáp, mất điện và khi tốc độ di chuyển vượt quá $(20 \div 40)\%$ tốc độ định mức. Ngoài ra một số thang máy còn trang bị bộ phận phanh hãm làm việc theo nguyên tắc: khi động cơ Đ kéo buồng thang chưa có điện thì phanh hãm kẹp chặt trục động cơ. Khi động cơ Đ có điện thì phanh hãm giải phóng trục động cơ để cho buồng thang di chuyển.

Bố trí các nút ấn trên thang máy: Ở mỗi cửa tầng có nút ấn gọi tầng, bên trong buồng thang có các nút ấn đến tầng.

7.6.2 Vấn đề dừng chính xác thang máy

Buồng thang của thang máy cần phải dừng chính xác so với mặt bằng của tầng cần dừng sau khi ấn nút dừng. Nếu buồng thang dừng không chính xác sẽ gây ra các hậu quả 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 trong việc xếp và bốc dỡ hàng. Trong một số trường hợp có thể không thực hiện được việc xếp và bốc dỡ hàng.

*** Quá trình hãm buồng thang xảy ra như sau:**

Khi buồng thang đi đến gần sàn tầng, công tắc chuyển đổi tầng cấp lệnh lên hệ thống điều khiển động cơ để dừng buồng thang.

Trong khoảng thời gian Δt (là thời gian tác động của thiết bị điều khiển), buồng thang đi được quãng đường là:

$$S' = V_o \cdot \Delta t, [m]$$

Trong đó V_o là tốc độ của buồng thang lúc bắt đầu hãm.

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

$$S'' = \frac{mV_o^2}{2(F_{ph} \pm F_C)}, [m]$$

Trong đó:

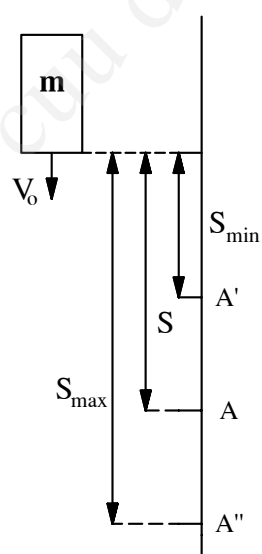
m - Khối lượng các thành phần chuyển động của buồng thang, [kg].

F_{ph} - Lực phanh, [N]

F_C - Lực cản tĩnh. Dấu (+) hoặc (-) trong biểu thức phụ thuộc vào chiều tác dụng của lực F_C : khi buồng thang đi lên (+) và khi buồng thang đi xuống (-).

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:

$$S = S' + S'' = V_o \cdot \Delta t + \frac{mV_o^2}{2(F_{ph} \pm F_C)}$$



Để dừng chính xác buồng thang, cần tính đến một nửa hiệu số của hai quãng đường trượt khi phanh buồng thang đầy tải (S_{max}) và phanh buồng thang không tải (S_{min}) theo cùng một hướng di chuyển. Như vậy, 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 S_{max} và S_{min} .

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

$$\Delta S = \frac{S_{max} - S_{min}}{2}$$

Ta thấy sai số này phụ thuộc chủ yếu vào các tham số: tốc độ thang máy trước khi dừng, thời gian trễ của các tín hiệu điều khiển, khối lượng buồng thang, lực cản khi hãm.

7.6.3 Hệ thống tự động không chế thang máy tốc độ trung bình

Hệ thống truyền động điện dùng cho thang máy tốc độ trung bình thường là hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ 2 cấp tốc độ. Hệ này đảm bảo dừng chính xác cao, thực hiện bằng cách chuyển tốc độ của động cơ xuống thấp (V_o) trước khi buồng thang sắp đến sàn tầng.

Cầu dao CD và aptomat Ap: Đóng nguồn cung cấp cho hệ truyền động.

Đ: Động cơ quay buồng thang. Khi các tiếp điểm của các công tắc tơ:

$\overline{N} + \overline{C}$: Buồng thang sẽ được nâng lên với tốc độ cao.

$\overline{N} + \overline{T}$: Buồng thang được nâng lên với tốc độ thấp.

$\overline{H} + \overline{C}$: Buồng thang được hạ với tốc độ cao.

$\overline{H} + \overline{T}$: Buồng thang được hạ với tốc độ thấp.

NCH: Nam châm của phanh hãm điện từ. Khi công tắc tơ \overline{N} hoặc \overline{H} có điện sẽ làm cho \overline{NCH} , phanh hãm giải phóng trục cho động cơ Đ kéo buồng thang di chuyển.

Các đèn Đ1 ÷ Đ5 là 5 đèn ở các cửa tầng. Đ6 là đèn chiếu sáng ở trong buồng thang.

1CT ÷ 5CT là các công tắc ở các cửa tầng.

Các công tắc chuyển đổi tầng 1CĐT ÷ 5CĐT có 3 vị trí, đây là các cảm biến dừng buồng thang và xác định vị trí thực của buồng thang so với các tầng. Khi buồng thang ở dưới một tầng nào thì công tắc CĐT tương ứng mà buồng thang đã đi qua được gạt về bên trái. Khi buồng thang ở trên tầng nào thì các công tắc CĐT tương ứng mà buồng thang đã đi qua được gạt về bên phải.

Điều khiển hoạt động của thang máy được thực hiện từ hai vị trí: Tại cửa tầng bằng nút ấn gọi tầng 1GT÷5GT và trong buồng thang bằng các nút bấm đến tầng 1ĐT÷5ĐT.

Để dừng buồng thang tại mỗi sàn tầng, trong sơ đồ dùng hãm cuối HC đặt trong buồng thang. HC có thể bị ấn hở ra do các chốt cơ khí đặt ở các sàn tầng hoặc khi cuộn dây $\overline{NC2}(17)$ sẽ hút tiếp điểm HC(14).

Hãm cuối 1HC(1) và 2HC(1) liên động với sàn buồng thang. Nếu trong buồng thang có người, tiếp điểm của chúng mở ra.

1HC nối song song với công tắc cửa buồng thang CBT, nên dù 1HC mở nhưng mạch vẫn được nối liền qua CBT.

Khi có người vào trong buồng thang thì $\underline{2HC}(1)$, làm cho cuộn dây rơle trung gian $\underline{RTr}(1)$, tiếp điểm thường kín của nó \overline{RTr} làm các đèn Đ1÷Đ6 sáng lên báo hiệu buồng thang đang làm việc và chiếu sáng buồng thang. $\underline{2HC}(1)$ cũng sẽ làm các nút ấn gọi tầng 1GT÷5GT mất tác dụng.

2PK÷5PK: Các chốt then cài cửa tầng.

1PK: Được đóng bởi nam châm (cuộn dây) 1NC(16).

FBH: Công tắc hành trình liên động với phanh hãm điện từ.

*** Điều kiện làm việc:**

Thang máy chỉ được phép làm việc khi đã có đủ các điều kiện liên động:

- + 1D kín, 2D kín, 3D kín, CT kín, FBH kín.
- + 1CT ÷ 5CT kín (các cửa tầng đã đóng).
- + Cửa buồng thang đóng: CBT kín.

*** Nguyên lý hoạt động**

a) Buồng thang đang ở tầng số 1, hiện có một khách ở tầng 1 muốn lên tầng 5:

Khách vào buồng thang, các điều kiện làm việc đã đủ: tiếp điểm $\overline{2HC}$ (1) làm cuộn dây \overline{RTr} (1) -> tiếp điểm thường kín \overline{RTr} -> các đèn Đ1÷Đ6 sáng lên, các nút gọi tầng mất tác dụng.

Khách ấn vào nút đến tầng 5ĐT trong buồng thang -> có xung 5ĐT(2) -> cuộn dây $\overline{RT5}$ (2) -> tiếp điểm $\overline{RT5}$ (3) -> cuộn dây \overline{C} (12) -> tiếp điểm \overline{C} (15) -> cuộn dây $\overline{NC2}$ (17) hút tiếp điểm HC(14) (đặt ở trên buồng thang) hở ra để cho tiếp điểm HC(14) không bị gạt bởi các chốt cơ khí ở các sàn tầng 1,2,3,4.

Đồng thời tiếp điểm \overline{C} (15) sẽ làm cho cuộn dây $\overline{NC1}$ (16) -> hút tiếp điểm cơ khí $\overline{1PK}$ (12) -> cuộn dây \overline{N} (13) (do tiếp điểm $\overline{RT5}$ (20) + tiếp điểm 5CĐT đang nằm về bên trái).

Kết quả ta có các công tắc tơ $\overline{N} + \overline{C}$: Động cơ quay đưa buồng thang đi lên với tốc độ cao.

Khi khách thả nút ấn 5ĐT(2) ra, cuộn dây của công tắc tơ nâng N(13) được duy trì bởi tiếp điểm \overline{T} (13) + \overline{N} (13).

Buồng thang di chuyển nhanh qua các tầng 1,2,3,4 làm các công tắc chuyển đổi tầng 1CĐT, 2CĐT, 3CĐT, 4CĐT bị gạt về bên phải.

Khi buồng thang chạy đến gần sàn tầng số 5, nó sẽ gạt 5CĐT vào giữa, làm cho cuộn dây \overline{C} (12) và cuộn dây $\overline{RT5}$ (2) -> tiếp điểm \overline{C} (15) -> cuộn dây $\overline{NC2}$ (17) -> tiếp điểm cơ khí \overline{HC} (14): phục hồi tiếp điểm có khí HC để chuẩn bị cho HC gạt vào chốt cơ khí ở sàn tầng 5. Đồng thời lúc này tiếp điểm thường kín \overline{C} (18) -> cuộn dây công tắc tơ \overline{T} (18). Kết quả các công tắc tơ sau có điện: $\overline{N} + \overline{T}$, buồng thang được nâng lên với tốc độ thấp.

Mạch duy trì lúc này là \overline{HC} (14) + \overline{N} (13).

Khi động cơ chạy đến ngang sàn tầng 5, chốt cơ khí ở sàn tầng 5 gạt vào HC(14) làm \overline{HC} (14) làm mạch duy trì bị mất, cuộn dây \overline{N} (13) -> tiếp điểm \overline{N} (17) -> cuộn dây công tắc tơ \overline{T} (18). Cả 2 công tắc tơ N và T đều mất điện làm động cơ Đ mất điện và phanh hãm kẹp chặt trục động cơ Đ làm động cơ Đ dừng lại.

b) Buồng thang đang ở tầng số 5, hiện có một khách ở tầng 2 muốn dùng thang máy:

Khách bấm nút gọi tầng 2GT, lúc này nút gọi tầng chỉ có hiệu quả khi trong thang máy không có người, do đó tiếp điểm $\overline{2HC}$ (1).

Khi ấn 2GT(9) thì cuộn dây $\overline{RT2}$ (8) -> tiếp điểm $\overline{RT2}$ (9) -> cuộn dây \overline{C} (12) -> tiếp điểm \overline{C} (15) -> cuộn dây $\overline{NC2}$ (17) hút tiếp điểm cơ khí HC(14) (đặt ở buồng thang) hở ra để nó không gạt vào các chốt cơ khí ở các sàn tầng 5,4,3.

Đồng thời tiếp điểm \overline{C} (15) cũng sẽ làm cuộn dây $\overline{NC1}$ (16) làm hút tiếp điểm $\overline{1PK}$ (12), do đó cuộn dây công tắc tơ \overline{H} (14). Kết quả $\overline{H} + \overline{C}$: Buồng thang được hạ với tốc độ cao.

Khi hành khách thả nút ấn 2GT thì mạch được duy trì bởi tiếp điểm \overline{H} (14) + \overline{T} (13).

Buồng thang hạ nhanh qua các tầng 5,4,3 làm gạt các công tắc chuyển đổi tầng 5CĐT, 4CĐT, 3 CĐT về bên trái.

Khi buồng thang gần đến sàn tầng số 2 từ phía trên làm gạt công tắc 2CĐT vào giữa, làm cho các cuộn dây \overline{C} (12) + $\overline{RT2}$ (8), do đó tiếp điểm \overline{C} (15) -> cuộn dây nam châm $\overline{NC2}$ (17) làm cho tiếp điểm HC(14) được phục hồi để chuẩn bị gạt vào chốt cơ khí ở tầng 2. Đồng thời tiếp điểm thường kín \overline{C} (18) làm cho cuộn dây \overline{T} (18). Kết quả là các công tắc tơ $\overline{H} + \overline{T}$: buồng thang được hạ với tốc độ thấp.

Mạch duy trì lúc này là các tiếp điểm \overline{HC} (14) + \overline{H} (14).

Khi buồng thang hạ đến sàn tầng số 2, chốt cơ khí ở sàn tầng 2 ấn vào HC(14) làm \overline{HC} (14), làm hở mạch duy trì, các công tắc tơ H và T mất điện làm động cơ Đ bị cắt điện, nam châm điện kẹp chặt trục động cơ làm buồng thang dừng lại.

Khách vào buồng thang, nếu chọn đến tầng nào thì quá trình diễn ra tương tự như trường hợp đi từ tầng 1 đến tầng 5 đã phân tích ở trên.