

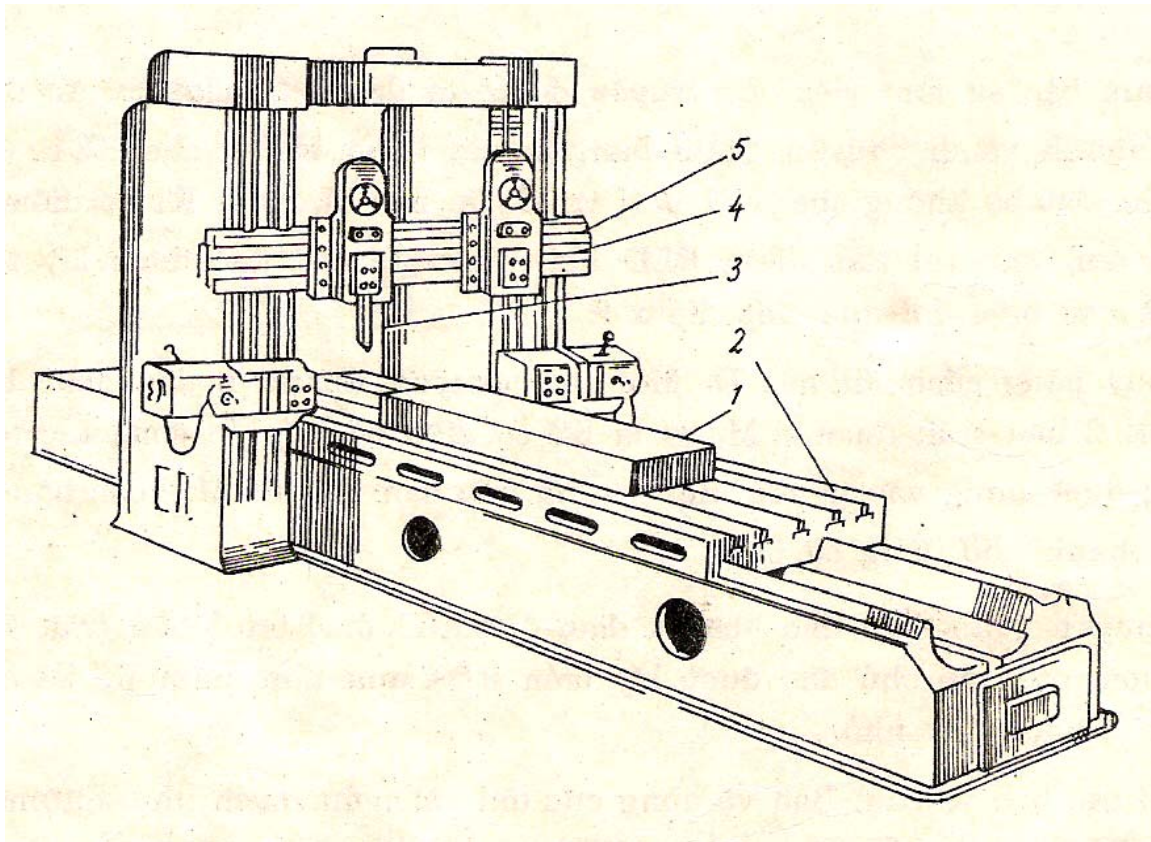
Chương 3

TRANG BỊ ĐIỆN MÁY BÀO GIƯỜNG

3.1 Đặc điểm công nghệ

Máy bào giường là máy có thể gia công các chi tiết lớn. Tùy thuộc vào chiều dài của bàn máy và lực kéo có thể phân máy bào giường thành 3 loại:

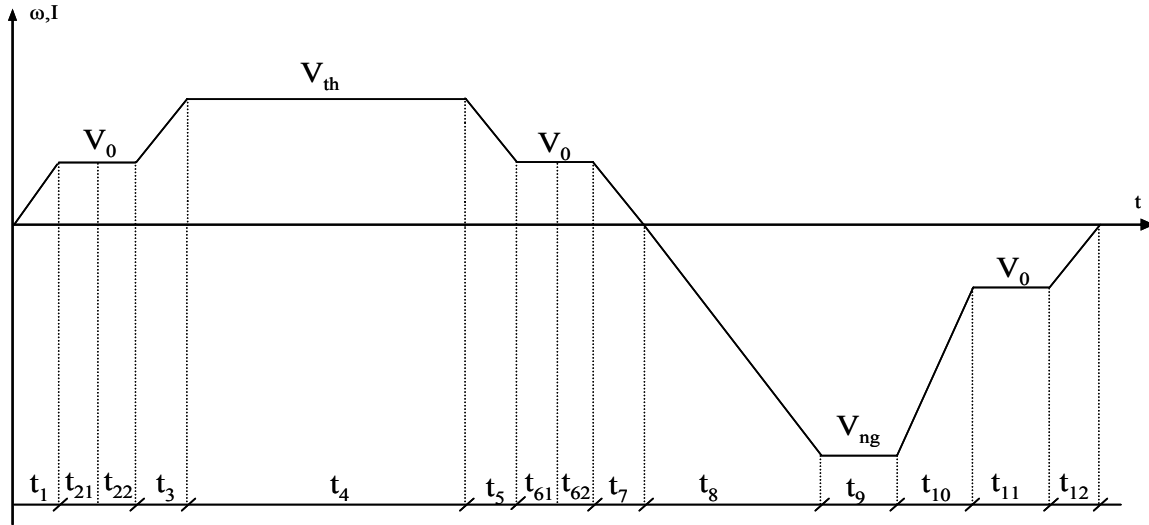
- máy cỡ nhỏ: chiều dài bàn $L_b < 3\text{m}$, lực kéo $F_k = 30 \div 50 \text{ kN}$
- máy cỡ trung bình: $L_b = 4 \div 5\text{m}$, $F_k = 50 \div 70\text{kN}$
- máy cỡ nặng: $L_b > 5\text{m}$, $F_k > 70\text{kN}$



Hình 3.1 Hình dáng bên ngoài máy bào giường

Chi tiết gia công 1 được kẹp chặt trên bàn máy 2 chuyển động tịnh tiến qua lại. Dao cắt 3 được kẹp chặt trên bàn dao đứng 4. Bàn dao 4 được đặt trên xà ngang 5 cố định khi gia công. Trong quá trình làm việc, bàn máy di chuyển qua lại theo các chu kỳ lặp đi lặp lại, mỗi chu kỳ gồm hai hành trình thuận và ngược. Ở hành trình thuận, thực hiện gia công chi tiết, nên gọi là hành trình cắt gọt. Ở hành trình ngược, bàn máy chạy về vị trí ban đầu, không cắt gọt, nên gọi là hành trình không tải. Cứ sau khi kết thúc hành trình ngược thì bàn dao lại di chuyển theo chiều ngang một khoảng gọi là lượng

ăn dao s. Chuyển động tịnh tiến qua lại của bàn máy gọi là chuyển động chính. Dịch chuyển của bàn dao sau mỗi một hành trình kép là chuyển động ăn dao. Chuyển động phụ là di chuyển nhanh của xà, bàn dao, nâng đầu dao trong hành trình không tải.



Hình 3-2. Đồ thị tốc độ trong một chu kỳ

Giả sử bàn đang ở đầu hành trình thuận và được tăng tốc đến tốc độ $V_0 = 5 \div 15 \text{ m/ph}$ trong khoảng thời gian t_1 . Sau khi chạy ổn định với tốc độ V_0 trong khoảng thời gian t_2 , thì dao cắt vào chi tiết (dao cắt vào chi tiết ở tốc độ thấp để tránh sút dao hoặc chi tiết). Bàn máy tiếp tục chạy ổn định với tốc độ V_0 cho đến hết thời gian t_{22} thì tăng tốc đến tốc độ V_{th} (tốc độ cắt gọt). Trong thời gian t_4 , bàn máy chuyển động với tốc độ V_{th} và thực hiện gia công chi tiết. Gần hết hành trình thuận, bàn máy sơ bộ giảm tốc đến tốc độ V_0 , dao được đưa ra khỏi chi tiết gia công. Sau đó bàn máy đảo chiều quay sang hành trình ngược đến tốc độ V_{ng} , thực hiện hành trình không tải, đưa bàn về vị trí ban đầu. Gần hết hành trình ngược, bàn máy giảm sơ bộ tốc độ đến V_0 , đảo chiều sang hành trình thuận, thực hiện một chu kỳ khác. Bàn dao được di chuyển bắt đầu thời điểm bàn máy đảo chiều từ hành trình ngược sang hành trình thuận và kết thúc di chuyển trước khi dao cắt vào chi tiết.

Tốc độ hành trình thuận được xác định tương ứng bởi chế độ cắt; thường $v_{th} = 5 \div 120 \text{ m/ph}$; tốc độ gia công lớn nhất có thể đạt $v_{max} = 75 \div 120 \text{ m/ph}$. Để tăng năng suất máy, tốc độ hành trình ngược thường chọn lớn hơn tốc độ hành trình thuận: $v_{ng} = k \cdot v_{th}$ (thường $k = 2 \div 3$)

Năng suất của máy phụ thuộc vào số hành trình kép trong một đơn vị thời gian:

$$n = \frac{1}{T_{ck}} = \frac{1}{t_{th} + t_{ng}} \quad (3-1)$$

T_{ck} - thời gian của một chu kỳ làm việc của bàn máy [s]

t_{th} - thời gian bàn máy chuyển động ở hành trình thuận [s]

t_{ng} - thời gian bàn máy chuyển động ở hành trình ngược [s]

Giả sử gia tốc của bàn máy lúc tăng và giảm tốc độ là không đổi thì:

$$t_{th} = \frac{L_{th}}{v_{th}} + \frac{L_{g.th} + L_{h.th}}{v_{th} / 2} \quad (3-2)$$

$$t_{ng} = \frac{L_{ng}}{v_{ng}} + \frac{L_{g.ng} + L_{h.ng}}{v_{th} / 2} \quad (3-3)$$

Trong đó:

- L_{th}, L_{ng} - chiều dài hành trình của bàn máy ứng với tốc độ ổn định v_{th}, v_{ng} ở hành trình thuận, ngược.

- $L_{g.th}, L_{h.th}$ - chiều dài hành trình bàn trong quá trình tăng tốc (gia tốc) và quá trình giảm tốc (hãm) ở quá trình thuận.

- $L_{g.ng}, L_{h.ng}$ - chiều dài hành trình bàn trong quá trình tăng tốc (gia tốc) và quá trình giảm tốc (hãm) ở quá trình hãm

- v_{th}, v_{ng} - tốc độ hành trình thuận, ngược của bàn máy

Thay t_{th} và t_{ng} từ (3-3) và (3-2) vào (3-1) ta nhận được:

$$n = \frac{1}{\frac{L}{v_{th}} + \frac{1}{v_{ng}} + t_{dc}} = \frac{1}{\frac{(k+1).L}{v_{ng}} + t_{dc}} \quad (3-4)$$

Trong đó:

$L = L_{th} + L_{g.th} + L_{h.th} = L_{ng} + L_{g.ng} + L_{h.ng}$ - chiều dài hành trình máy

$k = V_{th}/V_{ng}$ - tỉ số giữa tốc độ hành trình thuận và ngược

t_{dc} thời gian đảo chiều của bàn máy.

Từ (3-4) ta thấy rằng khi đã chọn tốc độ cắt v_{th} thì năng suất của máy phụ thuộc vào hệ số k và thời gian đảo chiều t_{dc} . Khi tăng k thì năng suất của máy tăng, nhưng khi $k > 3$ thì năng suất của máy tăng không đáng kể vì lúc đó thời gian đảo chiều t_{dc} lại tăng. Nếu chiều dài bàn $L > 3m$ thì t_{dc} ít ảnh hưởng đến năng suất mà chủ yếu là k . Khi L_b bé, nhất là khi tốc độ thuận lớn $v_{th} = (75 \div 120)m/ph$ thì t_{dc} ảnh hưởng nhiều đến năng suất. Vì vậy một trong các điều kiện cần chú ý khi thiết kế truyền động chính của máy bào giường là phân đầu giảm thời gian quá trình quá độ.

Một trong các biện pháp để đạt mục đích đó là xác định tỷ số truyền tối ưu của cơ cấu truyền động từ động cơ đến trục làm việc, đảm bảo máy khởi động với gia tốc cao nhất.

Xuất phát từ phương trình chuyển động trên trục làm việc:

$$Mi - M_c = (J_D.i^2 + J_m). \frac{d\omega_m}{dt} \quad (3-5)$$

Trong đó

M – momen động cơ lúc khởi động Nm;

M_c - momen cản trên trục làm việc, Nm;

J_D - momen quán tính của động cơ, kGm;

J_m - momen quán tính của máy, kGm;

ω_m - tốc độ góc của trục làm việc, rad/s;

i - tỉ số truyền của bộ truyền.

Ta có gia tốc của trục làm việc:

$$\frac{d\omega_m}{dt} = \frac{M.i - M_c}{J_D.i^2 + J_m} \quad (3-6)$$

Lấy đạo hàm của gia tốc, cho bằng không ta tìm được tỷ số truyền tối ưu:

$$i_{tu} = \frac{M_c}{M} + \sqrt{\left(\frac{M_c}{M}\right)^2 + \frac{J_m}{J_D}} \quad (3-7)$$

Với giả thiết M, M_c là không đổi.

Nếu coi $M_c = 0$ thì ta có $i_{tu} = \sqrt{\frac{J_m}{J_D}}$

Việc lựa chọn tỉ số truyền tối ưu là khá quan trọng. Thời gian quá trình quá độ phụ thuộc vào momen quán tính của máy. Momen quán tính của máy tăng tỉ lệ với chiều dài bàn máy.

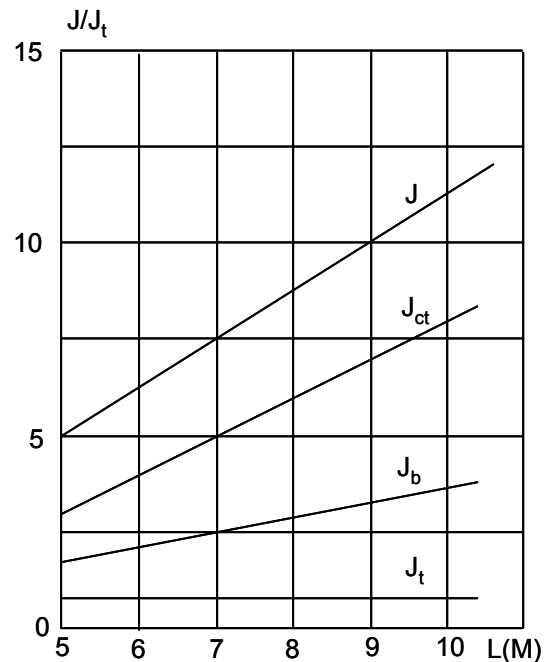
Với:

- J_b : momen quán tính của bàn
- J_{ct} : momen quán tính của chi tiết
- J_t : momen quán tính của bộ truyền lực

$$J = J_b + J_{ct} + J_t$$

Tuy nhiên thời gian quá trình quá độ không thể giảm nhỏ quá được và bị hạn chế bởi:

- lực động phát sinh trong hệ thống
- Thời gian quá trình quá độ phải đủ lớn để di chuyển đầu dao.



Hình 3-3. biểu đồ quan hệ giữa momen quán tính và chiều dài của máy

3-2 Phụ tải và phương pháp xác định công suất động cơ truyền động chính

1. Phụ tải của truyền động chính

Phụ tải của truyền động chính được xác định bởi lực kéo tổng. Nó là tổng của hai thành phần lực cắt và lực ma sát:

$$F_K = F_z + F_{ms} \quad (3-10)$$

Với F_K - lực cắt [N]

F_{ms} - thành phần lực ma sát, [N]

a/ Ở chế độ làm việc: (hành trình thuận) lực ma sát được xác định :

$$F_{ms} = \mu [F_y + g(m_{ct} + m_b)] \quad (3-11)$$

Trong đó: $\mu = 0,05 \div 0,08$ - hệ số ma sát ở gờ trượt

$F_y = 0,4F_z$ - thành phần thẳng đứng của lực cắt, [N]

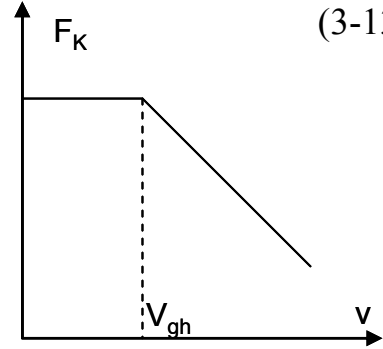
M_{ct}, m_b - khối lượng của chi tiết, của bàn, [kg]

b/ Ở chế độ không tải: do thành phần lực cắt bằng không nên lực ma sát:

$$F_{ms} = \mu g(m_{ct} + m_b) \quad (3-12)$$

Và lực kéo tổng $F_K = F_{ms} = \mu g(m_{ct} + m_b)$ (3-13)

Quá trình bào chi tiết ở máy bào giường được tiến hành với công suất gần như không đổi tức là lực cắt lớn sẽ tương ứng với tốc độ cắt nhỏ và lực cắt nhỏ sẽ tương ứng với tốc độ cắt lớn. Tuy nhiên ở những máy bào giường cỡ nặng thì đồ thị phụ tải có hai vùng như đồ thị hình 3-4, ở đó trong vùng $0 < v < v_{gh}$, lực kéo là hằng số, trong vùng $v_{gh} < v < v_{max}$, công suất kéo P_K gần như không đổi



Hình 3-4 Đồ thị phụ tải của truyền động chính máy bào giường

2. Phương pháp chọn công suất động cơ truyền động chính máy bào giường

Đặc điểm của truyền động chính máy bào giường là đảo chiều với tần số lớn, momen khởi động, hãm lớn. Quá trình quá độ chiếm tỉ lệ đáng kể trong chu kỳ làm việc. Chiều dài hành trình bàn càng giảm, ảnh hưởng của quá trình quá độ càng tăng. Vì vậy khi chọn công suất truyền động chính máy bào giường cần xét cả phụ tải tĩnh lẫn phụ tải động. Trình tự tiến hành:

a/ Số liệu ban đầu. Các chế độ cắt gọt điển hình trên máy: ứng với mỗi chế độ, có cho tốc độ cắt (tốc độ thuận) V_{th} , lực cắt F_z . Chú ý lực cắt thường có giá trị cực đại trong phạm vi tốc độ cắt $V_{th} = 6 \div 20 \text{ m/ph}$. Khi tốc độ lớn hơn 20m/ph lực cắt giảm đi, trong phạm vi này công suất cắt có trị số gần không đổi (h3-4)

- tốc độ hành trình ngược V_{ng} thường được chọn $V_{ng} = (1 \div 3)V_{th} \text{ [m/ph]}$
- trọng lượng bàn máy và chi tiết gia công $G_b + G_{ct} \text{ [N]}$
- bán kính qui đổi lực cắt về trục động cơ điện $\rho = v/\omega \text{ [m]}$
- hiệu suất định mức của cơ cấu η
- hệ số ma sát giữa bàn và gờ trượt μ
- chiều dài hành trình bàn $L_b \text{ [m]}$
- momen quán tính của các bộ phận chuyển động
- hệ thống truyền động điện và phương pháp điều chỉnh tốc độ

b/ *Chọn sơ bộ động cơ*: Ứng với mỗi chế độ cắt gọt, xác định lực kéo tổng trên trục vít của bộ truyền, công suất đầu trục động cơ và công suất tính toán. Lực kéo tổng được xác định theo công thức:

$$F_K = F_z + (G_b + G_{ct} + F_y) \cdot \mu \quad (3-14)$$

Công suất đầu trục động cơ khi cắt chính là công suất động cơ trong hành trình thuận:

$$P_{th} = \frac{F_K \cdot v_{th}}{60 \cdot 1000 \cdot \eta} \quad [\text{kW}] \quad (3-15)$$

Nếu hệ thống truyền động điện là bộ biến đổi - động cơ điện một chiều BBD –Đ v à điều chỉnh tốc độ động cơ trong cả dải tốc độ bằng điều chỉnh điện áp phản ứng thì động cơ phải chọn theo công thức tính toán P_{tt} :

$$P_{tt} = P_{th} \frac{v_{ng}}{v_{th}} \quad [\text{kW}] \quad (3-16)$$

Có như vậy, động cơ mới có thể đảm bảo được dòng điện cực đại trong hành trình thuận với điện áp phản ứng không lớn, đồng thời tốc độ cao trong hành trình ngược (khi điện áp lớn). Trong trường hợp điều chỉnh tốc độ theo hai vùng như theo đồ thị phụ tải h.3-4 tức là trong vùng $v_{min} < v < v_{ng}$ giữ lực kéo không đổi bằng phương pháp điều chỉnh điện áp phản ứng, còn trong vùng $v_{th} < v < v_{ng}$ giữ công suất không đổi bằng phương pháp thay đổi từ thông động cơ, thì động cơ chỉ cần chọn theo công suất ở hành trình thuận P_{th} tính theo (3-15) là đủ vì trong phạm vi $v_{th} < v < v_{ng}$ điều chỉnh từ thông nên $P_D = \text{const}$

Các số liệu tính toán được ghi vào bảng 3-1

Cần chọn động cơ có công suất định mức lớn hơn hoặc bằng công suất tính toán lớn nhất trong bảng 3-1

$$P_{dm} \geq P_{tt}$$

Bảng 3-1 Số liệu ghi để chọn công suất động cơ máy bào giường

Chế độ cắt	Tốc độ (m/ph)		Lực cắt $F_z(N)$	Lực dọc trục $F_y(N)$	Tr.lượng chi tiết $G_{ct}(N)$	Lực kéo $F_K(N)$	C. suất đầu trục $P_{th}(kW)$	C.suất tính toán $P_{tt} (kW)$
	V_{th}	V_{ng}						
1	V_{th1}	V_{ng1}	F_{z1}	F_{y1}	G_{ct1}	F_{k1}	P_{th1}	P_{tt1}
2	V_{th2}	V_{ng2}	F_{z2}	F_{y2}	G_{ct2}	F_{k2}	P_{th2}	P_{tt2}
3	V_{th3}	V_{ng3}	F_{z3}	F_{y3}	G_{ct3}	F_{k3}	P_{th3}	P_{tt3}

c/ *Xây dựng đồ thị phụ tải toàn phần và kiểm nghiệm động cơ đã chọn*. Để kiểm nghiệm động cơ đã chọn theo điều kiện phát nóng ta phải xây dựng đồ thị phụ tải toàn phần $i = f(t)$; trong đó có xét tới cả chế độ làm việc xác lập và quá trình quá độ.

Phương pháp như sau: có thể chia đồ thị tốc độ của động cơ trong một hành trình kép (h.3-5) thành 14 khoảng từ $t_1 \div t_{14}$. Trong đó:

t_1 - bàn máy tăng tốc tới v_0 không cắt gọt kim loại tương ứng với động cơ làm việc không tải

t_{21} - động cơ làm việc với tốc độ ổn định, không tải.

t_{22} - bắt đầu gia công chi tiết, động cơ làm việc với tốc độ ổn định, có tải.

t_3 - động cơ tăng tốc độ đến ω_{th} ứng với tốc độ v_{th} của bàn máy, có tải.

t_4 - giai đoạn cắt gọt, động cơ làm việc với tốc độ ổn định ω_{th}

t_5 - động cơ giảm tốc đến ω_1 , có tải

t_{61} - động cơ làm việc ổn định với tốc độ ω_1 , có tải.

t_{62} - dao ra khỏi chi tiết, động cơ làm việc không tải với tốc độ ω_1 .

t_7, t_8 - động cơ đảo chiều từ thuận sang ngược

t_9 - động cơ làm việc không tải với tốc độ không tải ω_{ng} ứng với v_{ng} của bàn máy.

t_{10} - động cơ giảm tốc ở chiều ngược

t_{11} - động cơ làm việc ổn định với tốc độ ω_1

t_{12} - động cơ đảo chiều từ ngược sang thuận, bàn máy bắt đầu thực hiện một hành trình kép mới.

Như vậy trong một hành trình kép có các khoảng thời gian động cơ làm việc ổn định không tải là t_{21}, t_6, t_9, t_{11} và có tải t_{22}, t_4, t_{61} . Các khoảng thời gian động cơ làm việc ở quá trình quá độ $t_1, t_3, t_5, t_8, t_{10}, t_{12}$. Ta phải xác định được dòng điện trong động cơ trong tất cả các khoảng thời gian đó.

+ Xác định dòng điện trong chế độ làm việc ổn định

Để xác định dòng điện động cơ trong các khoảng thời gian làm việc ổn định, ta xác định công suất trên trục động cơ, sau đó xác định momen điện từ của động cơ trong các khoảng thời gian đó theo giản đồ sau: $P(t) \rightarrow M(t) \rightarrow I(t)$ với $P(t), M(t), I(t)$ là công suất, momen, dòng điện trong các khoảng thời gian làm việc ổn định thứ i .

- Công suất đầu trục động cơ khi không tải ở hành trình thuận:

$$P_{0th} = \Delta P_{0th} + \Delta P_p \quad (3-17)$$

với ΔP_{0th} - tổn hao không tải trong hành trình thuận;

ΔP_p - tổn hao do ma sát trên gờ trượt của bàn máy.

$$\Delta P_{0th} = a \cdot P_{thi} = 0,6 P_{th}(1-\eta) \quad (3-18)$$

$$\Delta P_p = \frac{(G_{ct} + G_b) \cdot v_{th} \cdot \mu}{60.1000} \quad (3-19)$$

với $a = 0,6(a_{dm} + b_{dm})$; P_{thi} - công suất hữu ích

- Momen điện từ của động cơ ở hành trình thuận khi đầy tải:

$$M_{dt.th} = M_0 + M_{th} = M_0 + \frac{P_{D.th} \cdot 10^3}{\omega_{dm}}, [N] \quad (3-20)$$

với
$$\omega = \frac{v_{th}}{\rho} \quad (3-21)$$

là tốc độ động cơ ở hành trình thuận.

M_0 – momen không tải của động cơ

$$M_0 = K\Phi_{dm} \cdot I_{dm} - \frac{P_{dm} \cdot 10^3}{\omega_{dm}} \quad [\text{Nm}] \quad (3-22)$$

- Dòng điện động cơ khi đầy tải

$$I_{th} = \frac{M_{dt.th}}{K\Phi_{dm}}, \quad [\text{A}] \quad (3-23)$$

Trong đó $K\Phi_{dm}$, P_{dm} , I_{dm} là các thông số định mức của động cơ

- Công suất động cơ trong hành trình ngược khi dùng phương pháp điều chỉnh điện áp trong cả dải tốc độ được xác định:

$$P_{Dng} = P_{0th} \cdot \frac{v_{ng}}{v_{th}} \quad [\text{N}] \quad (3-24)$$

- Momen điện từ ở hành trình ngược:

$$M_{dt.ng} = M_0 + \frac{P_{Dng} \cdot 10^3}{\omega_{ng}} \quad [\text{n.m}] \quad (3-25)$$

- Dòng điện động cơ ở hành trình ngược

$$I_{ng} = \frac{M_{dt.ng}}{K\Phi_{dm}} = I_{u0.th} \quad [\text{A}] \quad (3-26)$$

+ Xác định dòng điện trong các khoảng thời gian động cơ làm việc ở quá trình quá độ: Nguyên tắc chung là viết và giải các phương trình vi phân các mạch điện cụ thể. Ngày nay công cụ máy tính cho phép ta dễ dàng giải các hệ phương trình phức tạp này. Tuy nhiên, để đơn giản cho việc phân tích, ta có thể sử dụng phương pháp gần đúng. Phương pháp đó dựa trên các giả thiết sau:

- Đồ thị tốc độ bàn máy $v(t)$ hoặc của động cơ có dạng lý tưởng hình 3-5;
- Hệ thống truyền động điện có tự động điều chỉnh, đảm bảo có hạn chế dòng và duy trì nó ở giá trị cực đại cho phép trong quá trình quá độ. Đối với động cơ một chiều $I_{qd} = (2 \div 2,5)I_{dm}$

+ Xác định thời gian của các khoảng làm việc:

- Thời gian của quá trình quá độ có thể xác định bằng công thức gần đúng:

$$t = \frac{J}{M_{qd} - M_c} (\omega_2 - \omega_1) = \frac{J}{(I_{qd} - I_c) \cdot K \cdot \Phi_{dm}} (\omega_2 - \omega_1) \quad (3-27)$$

Trong đó:

M_{qd} , I_{qd} – Momen, dòng điện động cơ trong quá trình quá độ;

M_c , I_c – momen, dòng điện phụ tải của động cơ;

ω_2 , ω_1 - tốc độ ở cuối và đầu quá trình quá độ;

Theo (3-27) ta xác định được t_1 , t_3 , t_5 , t_7 , t_8 , t_{10} , t_{12} .

- Các khoảng thời gian t_{21} , t_{22} , t_{61} , t_{62} xác định theo kinh nghiệm vận hành.
- Thời gian làm việc ổn định ở hành trình thuận được xác định như sau:

$$t_5 = \frac{L_5}{v_{th}}, \quad [s] \quad (3-27)$$

với L_5 - chiều dài bàn máy di chuyển trong khoảng thời gian t_5 được xác định như sau:

$$L_5 = L - \sum L_i \quad (3-29)$$

Trong đó L - chiều dài hành trình bàn máy trong hành trình thuận.

ΣL_i - tổng chiều dài hành trình bàn trong các giai đoạn quá trình quá độ và các đoạn bàn máy di chuyển với tốc độ v_0

Nếu coi rằng trong quá trình quá độ bàn máy di chuyển với tốc độ trung bình không đổi thì: $L_i = v_i t_i$ (3-30)

với v_i , t_i - tốc độ trung bình, đoạn thời gian thứ i

- Tương tự ta xác định được t_{11}

+ Xây dựng đồ thị phụ tải toàn phần $i=f(t)$:

Từ các số liệu dòng điện trong quá trình quá độ và xác lập ở các khoảng thời gian tương ứng, ta vẽ được đồ thị dòng điện biến thiên theo thời gian như hình 3-5

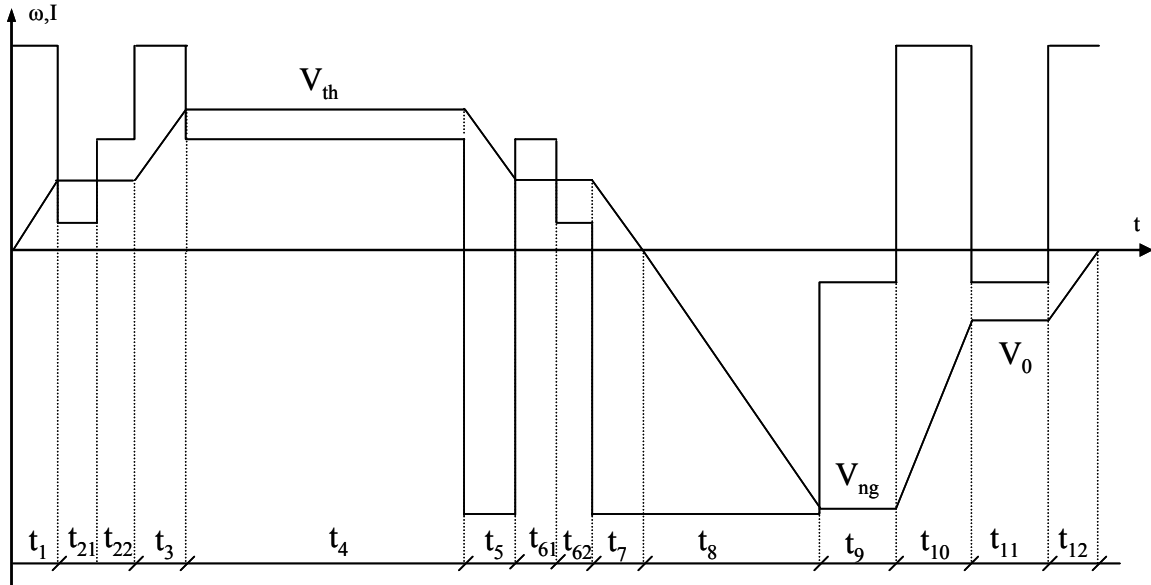
+ Kiểm nghiệm động cơ theo điều kiện phát nóng.

Sử dụng phương pháp dòng điện đẳng trị để kiểm nghiệm. Từ đồ thị hình 3-5 ta có:

$$I_{dt} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{14} I_i^2 t_i}{T'_{ck}}} \quad (3-31)$$

Trong đó: T'_{ck} - thời gian của một chu kỳ có xét đến hiện tượng tỏa nhiệt do tốc độ thấp và quá trình quá độ nếu động cơ tự thông gió. Khi động cơ thông gió độc lập thì lấy $T'_{CK} = T_{CK}$

Động cơ đã được chọn phải có dòng điện định mức $I_{dm} \geq I_{dm}$



Hình 3-5 Biểu đồ tốc độ và dòng điện của máy bào giường

3.3 Các yêu cầu đối với hệ thống truyền động điện và trang bị điện của máy bào giường

1. Truyền động chính: Phạm vi điều chỉnh tốc độ

$$D = \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{v_{ng.\max}}{v_{th.\min}} \quad (3-33)$$

$v_{ng.\max}$: tốc độ lớn nhất của bàn máy ở hành trình ngược, thường $v_{ng.\max} = 75 \div 120 \text{ m/ph}$

$v_{th.\min}$: tốc độ nhỏ nhất của bàn máy trong hành trình thuận, thường $v_{th.\min} = 4 \div 6 \text{ m/ph}$

Như vậy $D = (12,5 \div 30)/1$

Thông thường, hệ thống truyền động điện sử dụng động cơ điện một chiều, được cấp nguồn từ bộ biến đổi. Theo yêu cầu của đồ thị phụ tải, điều chỉnh tốc độ được thực hiện theo hai vùng: Thay đổi điện áp phản ứng trong phạm vi $(5 \div 6)/1$ với mômen trên trục động cơ là hằng số ứng với tốc độ bàn thay đổi từ $v_{\min} = (4 \div 6) \text{ m/ph}$ đến $v_{gh} = (20 \div 25) \text{ m/ph}$, khi đó lực kéo không đổi; giảm từ thông động cơ trong phạm vi $(4 \div 5)/1$ khi thay đổi tốc độ từ v_{gh} đến $v_{\max} = (75 \div 120) \text{ m/ph}$, khi đó công suất kéo gần như không đổi. Nhưng sử dụng phương pháp điều chỉnh từ thông thì làm giảm năng suất của máy, vì thời gian quá độ tăng do hằng số thời gian mạch kích từ động cơ lớn. Vì vậy, thực tế người ta thường mở rộng phạm vi điều chỉnh điện áp, giảm phạm vi điều chỉnh từ thông, hoặc điều chỉnh từ thông trong cả dải thay đổi điện áp phản ứng. Trong trường hợp này công suất động cơ phải tăng v_{\max}/v_{gh} lần.

Ở chế độ xác lập, độ ổn định tốc độ không lớn hơn 5% khi phụ tải thay đổi từ thông đến định mức.

Quá trình quá độ khởi động, hãm yêu cầu xảy ra êm, tránh va đập trong bộ truyền động với độ tác động cực đại.

Đối với những máy bào giường cỡ nhỏ $L_b < 3\text{m}$, $F_K = 30 \div 50\text{kN}$; $D = (3 \div 4)/1$, hệ thống truyền động chính thường là động cơ không đồng bộ - khớp ly hợp điện từ; động cơ không đồng bộ rôto dây quấn hoặc động cơ điện một chiều kích từ độc lập và hộp tốc độ. Những máy cỡ trung bình $L_b = 3 \div 5$; $F_K = 50 \div 70\text{kN}$; $D = (6 \div 8)/1$, hệ thống truyền động là F - Đ (máy phát một chiều - động cơ điện một chiều). Đối với máy cỡ nặng $L_b > 5\text{m}$, $F_K > 70\text{kN}$; $D \geq (8 \div 25)/1$, hệ truyền động là hệ F - Đ có bộ khuếch đại trung gian; hệ chỉnh lưu dùng Thyristor - động cơ một chiều.

2. Truyền động ăn dao

Truyền động ăn dao làm việc có tính chất chu kỳ, trong mỗi hành trình kép làm việc một lần (từ thời điểm đảo chiều từ hành trình ngược sang hành trình thuận và kết thúc trước khi dao cắt vào chi tiết).

Phạm vi điều chỉnh lượng ăn dao là $D = (100 \div 200)/1$. Lượng ăn dao cực đại có thể đạt tới $(80 \div 100)\text{mm}/1$ hành trình kép.

Cơ cấu ăn dao yêu cầu làm việc với tần số lớn, có thể đạt tới 1000 lần/ giờ.

Hệ thống di chuyển đầu dao cần phải đảm bảo theo hai chiều ở cả chế độ di chuyển làm việc và di chuyển nhanh.

Truyền động ăn dao thường được thực hiện bằng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc và hộp tốc độ.

Truyền động ăn dao có thể thực hiện bằng nhiều hệ thống: cơ khí, điện khí, thủy lực, khí nén v.v. Thông thường sử dụng rộng rãi hệ thống điện cơ: động cơ điện và hệ truyền động trục vít - êcu hoặc bánh răng - thanh răng.

Lượng ăn dao trong một hành trình kép khi truyền động bằng trục vít - êcu được tính như sau:

$$S = \omega_{tv} \cdot t \cdot T \quad (3-34)$$

Và đối với hệ truyền động bánh răng - thanh răng

$$S = \omega_{br} \cdot z \cdot t \cdot T \quad (3-34)$$

Trong đó:

ω_{tv} , ω_{br} - tốc độ góc của trục vít, bánh răng, rad/s

z - số răng của bánh răng

t - bước răng của trục vít hoặc thanh răng, mm

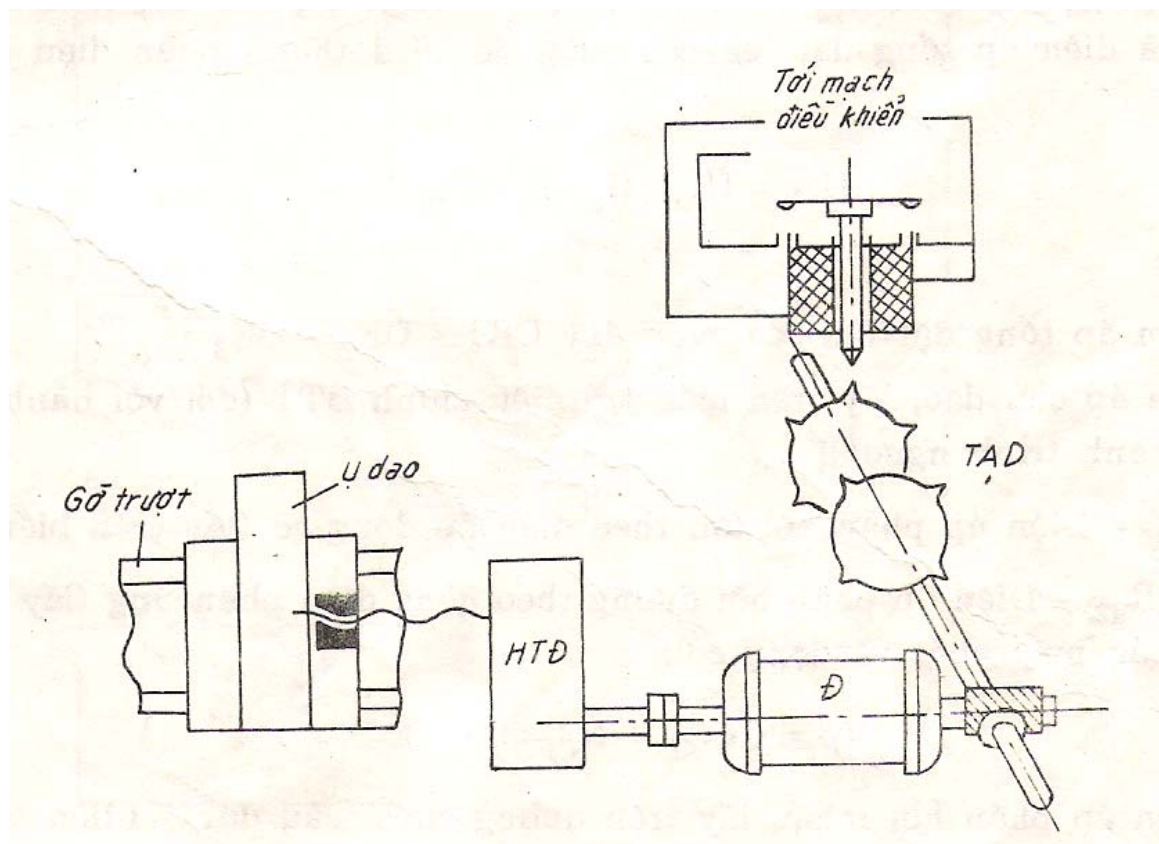
T - thời gian làm việc của trục vít hoặc thanh răng, s

Từ biểu thức trên, ta có thể điều chỉnh lượng ăn dao S bằng cách thay đổi thời gian sử dụng nguyên tắc hành trình (dùng các công tắc hành trình) hoặc nguyên tắc thời gian (dùng role thời gian). Các nguyên tắc này đơn giản nhưng năng suất máy thường bị hạn chế. Lý do là lượng ăn dao lớn, thời

gian làm việc phải dài, nghĩa là thời gian đảo chiều từ hành trình thuận sang hành trình ngược phải dài, nhiều trường hợp không cho phép.

Để thay đổi tốc độ trục làm việc, ta có thể dùng nguyên tắc tốc độ, điều chỉnh tốc độ bản thân động cơ hoặc sử dụng hộp tốc độ nhiều cấp. Nguyên tắc này phức tạp hơn nguyên tắc trên, nhưng có thể giữ được thời gian làm việc của truyền động như nhau với các lượng ăn dao khác nhau.

Một hệ thống truyền động ăn dao được sử dụng trong nhiều máy bào giường cỡ trung bình như ở hình (3-6). Bộ phận chính là hệ thống đĩa với số răng trên các đĩa khác nhau. Số đĩa sẽ là số cấp ăn dao ứng với một tốc độ của trục làm việc. Số đĩa có thể là 7 hoặc 8, khi kết hợp với một hộp tốc độ 3 cấp thì sẽ tạo ra lượng ăn dao $0,5 \div 50\text{mm}$ (7 đĩa) và đến 100mm (8 đĩa) với $\phi = 1,26$. Số răng trên đĩa sẽ xác định lượng ăn dao. Mỗi đĩa sẽ ứng với một lượng ăn dao. Phần ứng role R sẽ di chuyển tựa trên các đĩa, khi gặp răng trên đĩa thì role R nhả, tác động đến mạch điều khiển và cắt điện động cơ truyền động ăn dao DD.



Hình 3-6 Hệ thống truyền động ăn dao máy bào giường

3. Truyền động phụ

Truyền động phụ đảm bảo các di chuyển nhanh bàn dao, xà máy, nâng đầu dao trong hành trình ngược, được thực hiện bởi động cơ không đồng bộ và nam châm điện.

3.4 Một số sơ đồ điều khiển máy bào giường điện hình

1. Sơ đồ điều khiển máy bào giường theo hệ thống F-Đ có máy điện khuếch đại làm kích từ cho máy phát.

Hình 3-7 là sơ đồ nguyên lý đơn giản của hệ thống truyền động chính máy bào giường cỡ trung bình và nặng

a/ Phân tích nguyên lý làm việc của hệ thống truyền động điện

Động cơ điện Đ truyền động cho bàn máy được cấp điện từ máy phát điện một chiều F. Kích từ của máy phát F là cuộn CKF được cấp bởi máy điện khuếch đại từ trường ngang MĐKĐ. MĐKĐ có 4 cuộn kích từ; 3 cuộn CK1, CK2, CK3 nối nối tiếp nhau có chức năng là cuộn chủ đạo, phản hồi âm điện áp, phản hồi dương dòng điện phản ứng và phản hồi mềm sức điện động máy phát

- Điện áp chủ đạo lấy trên biến trở BTT (cho hành trình thuận) hoặc trên biến trở BTN (cho hành trình ngược).

Khi $R(5-6) = 1$, $+T(5) = 1$, biến trở BTT được cấp điện hình thành điện áp U_{cd} tạo dòng i_{dk} chảy vào cuộn CK1, CK2, CK3 qua điện trở R1, cuộn CFF, CFĐ và điện trở R5 tương ứng với chiều quay thuận. Nếu $R(5-6) = 1$, $+N(5) = 1$, biến trở BTN được cấp điện tạo ra dòng i_{dk} cũng chảy qua CK1, CK2, CK3 qua điện trở R1, cuộn CFF, CFĐ và điện trở R5 theo chiều ngược lại làm cho động cơ quay ngược.

- Điện áp phản hồi âm điện áp động cơ: Do biến trở 1R được nối song song với phản ứng động cơ Đ nên khi hệ thống F-Đ làm việc, sụt áp trên 1R là U_a tỉ lệ với điện áp trên phản ứng động cơ, tạo ra dòng chảy trong CK1, CK2, CK3 tỉ lệ với điện áp phản ứng động cơ.

- Điện áp phản hồi dương dòng điện phản ứng động cơ: Khi hệ thống F-Đ làm việc, sụt áp trên 2 cuộn phụ CFF và CFĐ là U_i tỉ lệ với dòng điện phản ứng động cơ; U_i tạo ra dòng chảy qua CK1, CK2, CK3 tỉ lệ với dòng điện phản ứng

- Điện áp phản hồi mềm lấy trên cầu cân bằng bao gồm 2 nửa điện trở 2R, điện trở 4R và cuộn CKF. Một đường chéo của cầu được cấp bởi điện áp của máy điện khuếch đại MĐKĐ; đường chéo còn lại là điện trở 5R. Ta chỉnh định trên 2R sao cho khi động cơ làm việc ở chế độ tĩnh thì cầu cân bằng nghĩa là điện áp trên 5R bằng không. Khi động cơ làm việc ở chế độ động thì cầu mất cân bằng, nghĩa là điện áp trên 5R khác không và tỉ lệ với đạo hàm của sức điện động máy phát tức là phản ánh sự dao động sức điện động

Hình 3-7 Sơ đồ hệ thống truyền động máy bào giường hệ F-Đ

của máy phát. Có thể xác định được điện áp U_{od} bằng cách viết các phương trình cân bằng điện áp của “cầu động” nói trên:

$$U_{od} = \frac{R_{2R2}}{2R.K_{\beta}} \cdot L_{CKF} \cdot p \cdot E_F \quad (3-37)$$

với R_{2R2} - điện trở của nửa điện trở $2R$

L_{CKF} - điện cảm của cuộn kích từ máy phát;

K_{β} - tỉ số sức điện động định mức và dòng điện kích từ định mức của máy phát. Nếu coi mạch kích từ máy phát là không bão hoà thì:

$$K_{\beta} = \frac{E_{Fdm}}{I_{CKFdm}}$$

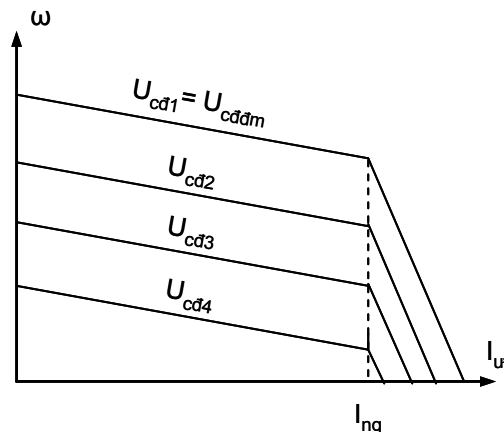
Cuộn kích từ CK4 có chức năng là cuộn phản hồi âm dòng có ngắt tạo cho động cơ đặc tính cơ dạng máy xúc, hạn chế được dòng điện trong động cơ ở quá trình tĩnh cũng như quá trình quá độ.

Đối với những máy thường xuyên làm việc quá tải như máy bào giường, máy cán, máy xúc... khi quá tải người ta không cắt điện cho động cơ (vì làm như thế năng suất của máy sẽ rất thấp) mà tạo cho nó một đường đặc tính cơ dạng máy xúc để khi quá tải thì dòng điện trong động cơ không vượt quá giá trị cho phép.

Trên hình 3-8 đặc tính cơ của động cơ có hai đoạn: khi dòng điện trong động cơ nhỏ thua I_{ng} , động cơ làm việc trên đặc tính cơ tự nhiên (đoạn cứng) và khi dòng điện trên động cơ lớn hơn giá trị I_{hq} thì động cơ làm việc trên đoạn đặc tính cơ dạng máy xúc (đoạn dốc)

Nguyên lý làm việc của khâu phản hồi âm dòng có ngắt trong sơ đồ được giải thích như sau: Khi dòng điện trong động cơ nhỏ thua giá trị ngắt thì sụt áp U_i rơi trên các cuộn phụ còn nhỏ thua giá trị U_{ss}

trên $3R$ làm cho các van 1V hoặc 2V (tùy cực tính) khoá, do đó trên cuộn CK4 không có dòng điện, sức từ động bằng không, động cơ làm việc trên đường đặc tính cơ tự nhiên. Khi dòng điện trong động cơ lớn hơn dòng điện I_{ng} , sụt áp $U_i > U_{ss}$ làm cho các van 1V hoặc 2V thông nên cuộn CK4 có dòng tạo ra sức từ động lớn tác dụng ngược chiều với sức từ động do các cuộn CK1, CK2, CK3 sinh ra làm cho điện áp máy phát giảm nhanh, tốc độ động cơ giảm nhanh khi dòng điện phản ứng tăng, tạo ra đặc tính cơ dốc.



Hình 3-8 Đặc tính cơ - điện của động cơ

Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp chủ đạo lấy trên biến trở BTT hoặc BTN

+ *Thành lập phương trình đặc tính cơ*

- khi $I_u < I_{ng}$ ta viết được phương trình mô tả hệ thống ở chế độ xác lập:

$$U_{dk} = U_{cd} - \alpha U_F + \beta I_u \cdot R_{u\Sigma} \quad (3-39)$$

$$E_F = K_F \cdot K_{MDKD} \cdot U_{dk} \quad (3-40)$$

$$E_F = K\Phi\omega_D + I_u \cdot R_{u\Sigma} \quad (3-41)$$

Trong đó K_F , K_{MDKD} - là hệ số khuếch đại điện áp máy phát, khuếch đại máy điện. Với giả thiết là mạch từ của máy phát và khuếch đại máy điện không bão hoà thì ta có:

$$K_F = \frac{E_F}{U_{CKF}}; \quad K_{MDKD} = \frac{E_{MDKD}}{U_{dk}}$$

$R_{u\Sigma} = R_{uD} + R_{uF} + R_{CFF} + R_{CFD}$: tổng điện trở trong mạch phản ứng

Từ các phương trình (3-39), (3-40), (3-41) ta biến đổi thành phương trình đặc tính cơ - điện của động cơ:

$$\omega_D = \frac{K_D \cdot K_F \cdot K_{MDKD} \cdot U_{cd}}{1 + \alpha \cdot K_F \cdot K_{MDKD}} - \frac{1 + K_F \cdot K_{MDKD} \left[\alpha \left(\beta + \frac{R}{R_{u\Sigma}} \right) - \beta \right]}{1 + \alpha \cdot K_F \cdot K_{MDKD}} \cdot K_D \cdot R_{u\Sigma} \cdot I_u \quad (3-42)$$

Trong đó $K_D = 1/K\Phi$ - hệ số của động cơ;

R_{uF} - điện trở bản thân của dây quấn phần ứng động cơ/

- khi $I_u \geq I_{ng}$, ta viết phương trình mô tả hệ thống tương tự như khi $I_u < I_{ng}$. Chỉ lưu ý là trong trường hợp này cuộn CK4 có điện áp U_4 là hiệu hai điện áp: sụt áp trên cuộn dây cực từ phụ ΔU và điện áp so sánh U_{ss} :

$$U_4 = \Delta U \cdot U_{ss} = \beta I_u R_{u\Sigma} - U_{ss} \quad (3-43)$$

Để tiện cho việc viết phương trình ta qui đổi điện áp trên cuộn CK4 (U_4) về cuộn dây CK1 – CK2 – CK3 bằng công thức sau:

$$U'_4 = K_{qd4} \cdot U_4 = \frac{W_4}{R_4} \cdot \frac{R_{13}}{W_{13}} \cdot U_4 \quad (3-44)$$

Trong đó $K_{qd4} = \frac{W_4}{R_4} \cdot \frac{R_{13}}{W_{13}}$ hệ số qui đổi điện áp trên cuộn dây CK4 về cuộn CK1-CK2-CK3;

W_4 , R_4 - số vòng dây, điện trở cuộn dây CK4;

W_{13} , R_{13} - số vòng dây, điện trở các cuộn dây nối tiếp CK1-CK2-CK3;

Khi đó ta có các phương trình sau:

$$U_{13\Sigma} = U_{13} - U'_4 = U_{cd} - \alpha U_F + \beta R_{u\Sigma} \cdot I_u - K_{qd4} \cdot U_4 \quad (4-45)$$

$$E_F = K_F \cdot K_{MDKD} \cdot U_{13\Sigma} \quad (4-46)$$

$$E_F = K\Phi\omega_D + I_u \cdot R_{u\Sigma} \quad (4-47)$$

Trong đó $U_{13\Sigma}$ - điện áp tổng trên cuộn dây CK1, CK2, CK3

Kết hợp các phương trình (3-45), (3-46), (3-47) ta nhận được phương trình đặc tính cơ - điện của động cơ trong vùng $I_u \geq I_{ng}$

$$\omega_D = \frac{K_D \cdot K_F \cdot K_{MDKD} (U_{cd} + K_{qd4} \cdot U_{ss})}{1 + \alpha \cdot K_F \cdot K_{MDKD}} - \frac{1 + K_F \cdot K_{MDKD} \left[\alpha \left(\beta + \frac{R_{uD}}{R_{u\Sigma}} \right) + \beta (K_{qd4} - 1) \right] K_D \cdot R_{u\Sigma} \cdot I}{1 + \alpha \cdot K_F \cdot K_{MDKD}} \quad (3-48)$$

Kết hợp hai phương trình (3-42) và (3-48) ta có họ đặc tính cơ - điện khi thay đổi điện áp chủ đạo .

b/Phân tích nguyên lý của sơ đồ điều khiển tự động:

Trong sơ đồ này động cơ được khởi động cưỡng bức. Hệ số cưỡng bức được duy trì ở mức độ cho phép trong thời gian đủ dài. Sau khi cho lệnh khởi động, điện áp chủ đạo được đưa vào mạch kích thích của MĐKĐ (cuộn CK1, CK2, CK3), còn sức điện động của động cơ $E_D=0$, nên điện áp đặt lên các cuộn CK₁₂₃ có giá trị cực đại và động cơ được khởi động cưỡng bức ở giới hạn cho phép nhờ khâu phân mạch. Khâu phân mạch gồm hai bóng đèn có điện trở phi tuyến BĐ; 4V-3R-2V hoặc 3V-3R-1V. Khi điện áp đặt lên các cuộn CK₁₂₃ lớn hơn điện áp U_{ss} đặt lên 3R thì điện trở các bóng đèn BĐ tăng lên làm cho dòng I_{dk} chảy trong các cuộn này không tăng đồng thời các cặp van 1V-3V thông hoặc 2V -4V thông tạo đường cho dòng phân mạch chảy không qua các cuộn CK₁₂₃. Dòng điện phân mạch càng lớn khi điện áp đặt lên các cuộn CK₁₂₃ càng lớn và dòng điện I_{dk} được duy trì ở mức độ cho phép hầu như không đổi trong quá trình khởi động. Trong thời gian khởi động, khâu phản hồi âm dòng điện có ngắt cũng có tác dụng hạn chế dòng điện nhỏ hơn trị số dòng điện cho phép.

Sơ đồ có khả năng làm việc ở chế độ tự động và thử máy. Khi bàn ở đầu hành trình thuận, bàn ấn vào công tắc hành trình 2KC; ở cuối hành trình thuận (đầu hành trình ngược) bàn ấn vào 1KC. Khi bàn di chuyển ngoài phạm vi cho phép thì tiếp điểm KC(6) = 0.

Giả sử bàn ở đầu hành trình thuận; đủ áp lực trong hệ thống bôi trơn để tiếp điểm RAL(6) = 1, công tắc hành trình 2KC bị ấn \rightarrow 2KC1(10) = 0, 2KC2(13) = 1. Ấn nút \rightarrow MT(7) \rightarrow cuộn dây KL(6) = 1, \rightarrow tiếp điểm KL(6) = 1, để duy trì, + KL(9) = 1, + KL(10) = 1, + KL(13) = 1, + KL(2-3) = 0. Do KL(9) = 1, \rightarrow T(9) = 1, \rightarrow T(1-2) = 0, + T(5) = 1, + T(12) = 1, \rightarrow R(12) = 1; Do KL(13) = 1, \rightarrow RC(13) = 1.

Kết quả khi ấn MT ta có được: KL, T, R, RC có điện. Biến trở BTT(3) được cấp điện do R(5-6) = 1, và T(5) = 1, \rightarrow tạo ra điện áp U_{cd} đặt lên BTT sinh ra dòng trong các cuộn CK1, CK2, CK3 làm cho động cơ khởi động đưa bàn chạy theo hành trình thuận. Do RC(2-3) nối tắt một phần biến trở

BTT nên điện áp U_{cd} giảm nhỏ làm cho tốc độ động cơ chỉ tăng đến tốc độ V_0 để dao đi vào chi tiết. Đến cuối t3, bàn thổi ấn vào 2KC $\rightarrow 2KC1(10) = 1$, nhưng do $T(10) = 0$, nên $T(10) = 0$; $2KC2(13) = 0$, $\rightarrow RC(13) = 0$, $\rightarrow RC(2-3) = 0$, \rightarrow điện áp U_{cd} trên BTT tăng lên \rightarrow động cơ tăng tốc lên tốc độ V_{th} thực hiện chế độ cắt gọt kim loại. Đến cuối t5, dao chuẩn bị ra khỏi chi tiết, chổi tiếp xúc của tiếp điểm hành trình 1KH được đẩy về phía trái, ngắn mạch một phần biến trở BTT làm cho điện áp U_{cd} giảm xuống, tốc độ động cơ giảm xuống V_0 để dao ra khỏi chi tiết. Đến cuối t8 lúc này dao đã ra khỏi chi tiết, bàn ấn vào công tắc hành trình 1KC(9) $\rightarrow T(9) = 0$, $\rightarrow T(10) = 1$, $N(10) = 1$, $\rightarrow T(1-2) = 1$, $+T(5) = 0$, $+T(12) = 0$, $+N(1-2) = 0$, $+N(5) = 1$, $N(9) = 0$, $+N(11) = 1$. Kết quả điện áp U_{cd} chuyển từ BTT sang BTN làm cho dòng điện trong các cuộn $CK_{1,2,3}$ đảo chiều, động cơ thực hiện hãm để giảm tốc về không sau đó khởi động ngược đưa bàn trở về vị trí ban đầu với tốc độ là V_{ng} . Khi bàn máy chạy ngược, công tắc hành trình 1KC và sau đó là chổi tiếp xúc 1KH được trả về vị trí ban đầu để chuẩn bị cho chu kỳ làm việc kế tiếp. Gần cuối hành trình ngược (cuối t11), bàn lại ấn vào chổi tiếp xúc 2KH(4) ngắn mạch một phần biến trở BTN để cho tốc độ giảm về V_0 . Đến cuối t13, bàn ấn vào công tắc hành trình 2KC $\rightarrow 2KC1(10) = 0$, $\rightarrow N(10) = 0$, $\rightarrow N(9) = 1$, $\rightarrow T(9) = 1$, $\rightarrow N(1-2) = 1$, $N(5) = 0$, $N(11) = 0$, $T(12) = 1$, $T(10) = 0$, $T(5) = 1$, $T(1-2) = 0$. Kết quả điện áp U_{cd} chuyển từ BTN sang biến trở BTT, động cơ thực hiện việc giảm tốc về không sau đó khởi động lại cho một chu kỳ mới.

Hãm máy khi ấn nút dừng D(6). Các công tắc tơ KL, T hoặc N và rơle R mất điện. Điện áp chủ đạo trên biến trở BTT hoặc BTN mất tác dụng, các cuộn dây CK1, CK2, CK3 được nối vào điện áp máy phát (αU_F) có dấu ngược với U_{cd} trước khi hãm, dòng điện trong các cuộn CK1, CK2, CK3 đảo chiều, động cơ được hãm tái sinh. Để tránh sự đột biến về chiều và trị số trong các cuộn này, người ta duy trì một lượng điện áp nhỏ trên điện trở $8R(3)$ được duy trì bởi tiếp điểm mở chậm R(5-6). Sau thời gian duy trì của R, điện áp trên $8R(3)$ mất đồng thời một phần biến trở 1R bị ngắn mạch, điện áp phản hồi giảm đi, quá trình hãm tái sinh chuyển sang giai đoạn thứ hai cho đến lúc dừng.

Hệ thống này đảm bảo phạm vi điều chỉnh tốc độ $D = 15/1$ với độ sụt tốc không quá 6%. Nhược điểm của hệ thống này là có sự liên quan giữa mạch động lực và mạch điều khiển. Điều đó gây khó khăn cho vận hành và sửa chữa, hiệu chỉnh hệ thống.

2. Sơ đồ điều khiển máy bào giường hệ T-Đ

a/ Mạch động lực: Động cơ truyền động chính Đ là động cơ một chiều công suất 42kW, điện áp 440V, tốc độ định mức là 157rad/s. Động cơ được cấp điện từ bộ biến đổi BBD. Để thực hiện việc đảo chiều quay cho động cơ, BBD gồm sơ đồ chỉnh lưu 3 pha hình cầu không có máy biến áp nối theo kiểu song song ngược và hai hệ thống phát xung cấp cho hai nhóm chỉnh lưu (phía trên và phía dưới) điều khiển theo kiểu phối hợp tuyến tính $\alpha_1 + \alpha_2 = 180^\circ$. Hai hệ thống phát xung được điều khiển bởi một biến trở R1(1) được cấp từ điện áp U_{cd} lấy trên các điện trở R8, R ω , R9, R10(9÷15) và điện áp phản hồi âm tốc độ U_{FT} . Giá trị điện áp điều khiển U_{dk} đặt lên R1:

$$U_{dk} = U_{cd} - U_{FT}$$

Khi thay đổi giá trị U_{cd} thì góc mở α của hai hệ thống phát xung thay đổi làm thay đổi tốc độ động cơ.

Khi đảo cực tính điện áp U_{cd} nhờ cầu tiếp điểm RT, RN (8 và 14) nghĩa là thay đổi cực tính của U_{dk} sẽ làm thay đổi giá trị α ($\geq 90^\circ$ hoặc $\leq 90^\circ$) làm thay đổi vai trò của hai nhóm chỉnh lưu từ chế độ làm việc chỉnh lưu sang chế độ đợi nghịch lưu nghĩa là đảo chiều quay động cơ.

Khi RT(8) = 1, + RT(14) = 1, \rightarrow điện áp dương của bộ chỉnh lưu CL3 đặt cực tính (+) lên phía trên của R ω $\rightarrow U_{cd}$ tương ứng với chân I của biến trở R ω \rightarrow tạo tốc độ V_{th} của bàn. Khi đó nếu RG(10) = 0, \rightarrow R8 được nối tiếp với biến trở R ω làm giảm U_{cd} tạo ra tốc độ V_0 để dao đi vào chi tiết. Nếu RG(10) = 1, + RD(12) = 1, $\rightarrow U_{cd}$ chính là sụt áp trên điện trở R10.

Khi RN(8) = 1, + RN(14) = 1, \rightarrow điện áp dương của bộ chỉnh lưu CL3 đặt cực tính (+) lên phía dưới của R10 $\rightarrow U_{cd}$ tương ứng với chân II của biến trở R ω \rightarrow tạo tốc độ V_{ng} của bàn. Khi đó nếu RD(12) = 1, U_{cd} chính là sụt áp trên điện trở R9.

Bộ chỉnh lưu không điều khiển CL2 cấp điện cho cuộn kích từ CKĐ(8) của động cơ Đ. Khi K2(đl) = 1, CL1 và CL2 có điện \rightarrow cuộn CKĐ có điện. Khi làm việc ở chế độ thuận thì dòng kích từ trong động cơ bằng định mức; khi làm việc ở chế độ ngược, dòng kích từ được giảm 20% nhờ đưa điện trở R7(8) nối tiếp với cuộn CKĐ. Việc đóng mở R7 được thực hiện bởi role RH(2). Khi động cơ làm việc ở chế độ thuận, diot Đ1(1) khoá \rightarrow role RH(2) không tác động \rightarrow RH(7) = 1, R7(8) bị nối tắt $\rightarrow I_{CKĐ} = I_{dm}$. Khi động cơ làm việc ở chế độ ngược, diot Đ(1) thông \rightarrow RH(2) = 1, \rightarrow RH(7) = 0, R7(8) được nối tiếp với cuộn CKĐ $\rightarrow I_{CKĐ}$ giảm xuống để tăng tốc trên tốc độ cơ bản.

Tiếp điểm K3(3-4), R6 và 4 diot Đ2 ÷ Đ5 tạo ra mạch hãm động năng tự kích từ. Khi làm việc thì K3(3-4) mở ra để giải phóng mạch hãm động năng. Khi hãm K2(đl) = 0, K3(3-4) = 1, CL2 mất điện. Nếu động cơ trước đó quay

thuận thì Đ2 và Đ5 thông ; nếu trước đó quay ngược thì Đ3 và Đ4 thông. Cả hai trường hợp đều làm cho dòng trên cuộn CKĐ có chiều từ trái sang phải cấp điện cho cuộn kích từ trong thời gian hãm động năng.

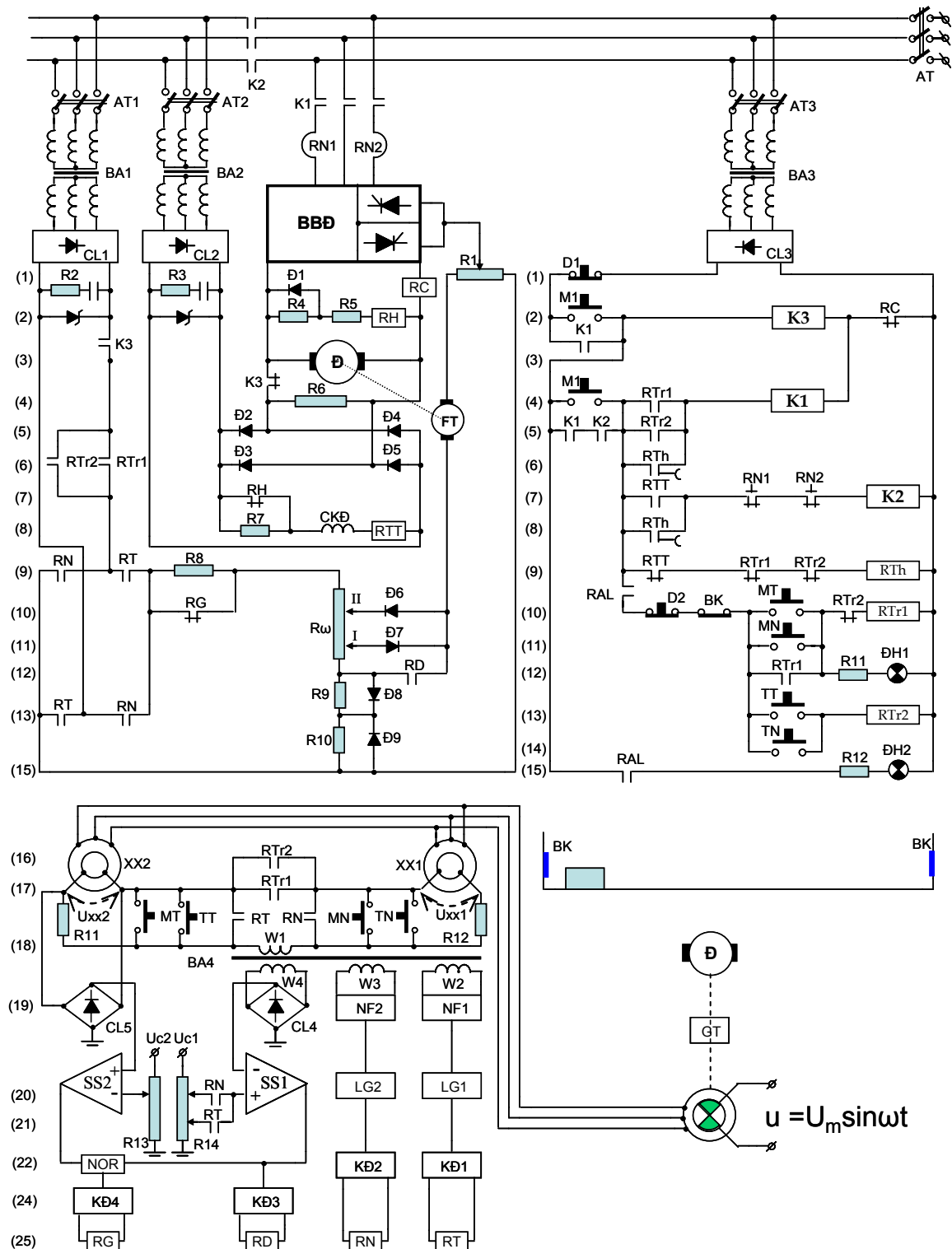
b/ Mạch khống chế tự động

Đóng tất cả các attomat. Ấn M1(2) \rightarrow K3(2) = 1, đồng thời RTh(8) = 1, \rightarrow RTh(6) = 1, \rightarrow K1(4) = 1, + RTh(8) = 1, \rightarrow K2(7) = 1. Kết quả khi ấn M1 ta có K1, K2, K3 có điện.

Trên mạch động lực, K1 cấp điện cho bộ biến đổi BBĐ; K3(2-3) = 1, K3(3-4) = 0, giải phóng mạch hãm động năng; K2(đl) = 1, \rightarrow CL1 có điện để cấp lên cầu tiếp điểm RT/RN khi RTr1(5-7) = 1, hoặc RTr(5-7) = 1; CL2 có điện cấp điện cho cuộn CKĐ. Khi đủ dòng RTT(8) = 1, \rightarrow RTT(9) = 0, RTh(8) = 0, RTh(6) mở chậm có nguy cơ làm K1(4) mất điện \rightarrow K2(7) cũng mất điện theo nếu trong thời gian mở chậm của RTh ta không kịp cho RTr1(4) = 1, hoặc RTr2(5) = 1, thay thế cho RTh(6) cấp cho K1(4); mà RTr1 hoặc RTr2 là do ta ấn 1 trong 4 nút ấn MT(10) hoặc MN(11), hoặc TT(13) hoặc TN(14). Điều này được giải thích như sau:

Khi ấn M1, K1, K2, K3 có điện, đóng điện cho mạch động lực sẵn sàng làm việc. Trong thời gian định sẵn (do RTh quyết định), nếu ta không ra lệnh cho bàn làm việc thì mạch chuẩn bị sẽ bị mất điện; muốn làm việc lại ta phải ấn lại từ M1.

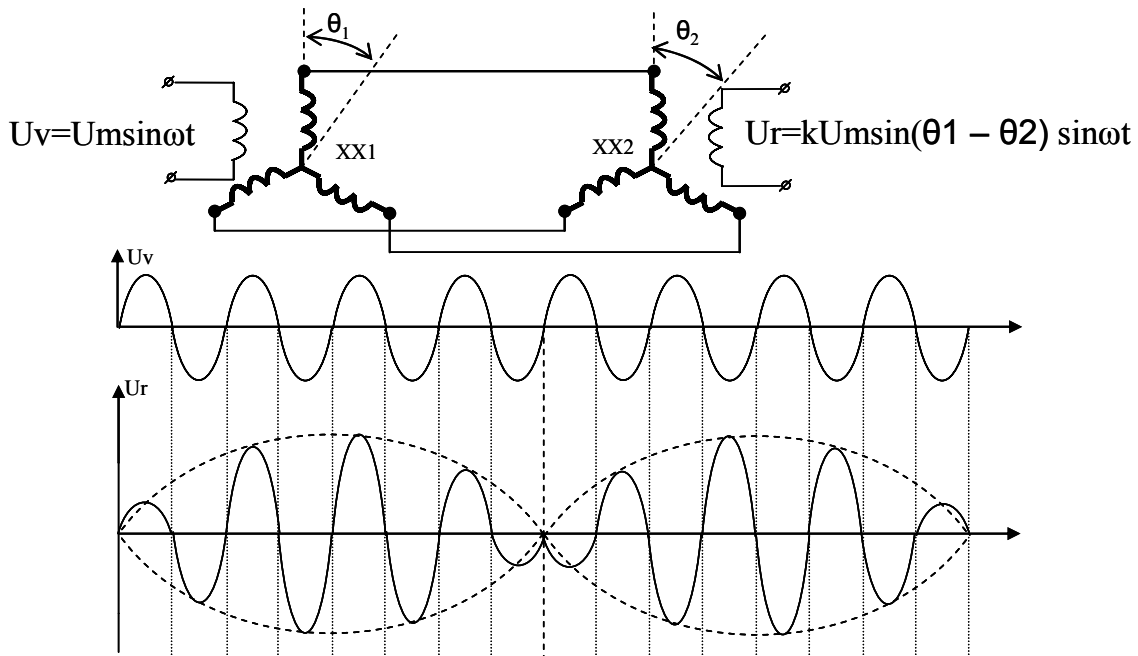
Ra lệnh cho bàn làm việc bằng cách ấn vào MT(10) hoặc MN(11) \rightarrow RTr(10) = 1 (có duy trì) . Ấn TT(13) hoặc TN(14) \rightarrow RTr2(14) = 1. Ngoài việc thay thế cho RTh(6) thì RTr1(5-7) hoặc RTr2(5-7) đóng cấp điện CL1 lên cầu tiếp điểm RT/RN để cho mạch chuẩn bị làm việc



Hình 3-11. Sơ đồ điều khiển máy bảo giường hệ T-Đ

c/ Xenxin làm việc ở chế độ biến áp

Xenxin một pha là máy điện cảm ứng nhỏ, có cuộn dây một pha kích thích và cuộn dây đồng bộ hoá ba pha. Xenxin chia thành loại tiếp xúc và không tiếp xúc. Xenxin tiếp xúc có cấu trúc giống với máy điện đồng bộ kích thích điện từ. Lõi thép stato và roto ghép từ các lá thép kỹ thuật điện. Cuộn kích thích (cuộn sơ cấp) một pha đặt trên stato (hoặc roto) và cuộn đồng bộ hoá 3 pha (cuộn thứ cấp) đặt trên roto (hoặc stato)



Hình 3-10 Sơ đồ nối xenxin theo kiểu máy biến áp và dạng sóng vào ra

Hai xenxin XX1 và XX2 được nối như hình 3-10 trong đó XX1 được gọi là xenxin phát và XX2 được gọi là xenxin thu. Điện áp đặt vào cuộn kích từ của XX1 là: $u_v = U_m \sin \omega t$ thì trên cuộn kích từ của XX2 ta nhận được điện áp:

$$u_r = k U_m \sin(\theta_1 - \theta_2) \sin \omega t$$

trong đó θ_1 và θ_2 là góc lệch roto của xenxin XX1 và XX2

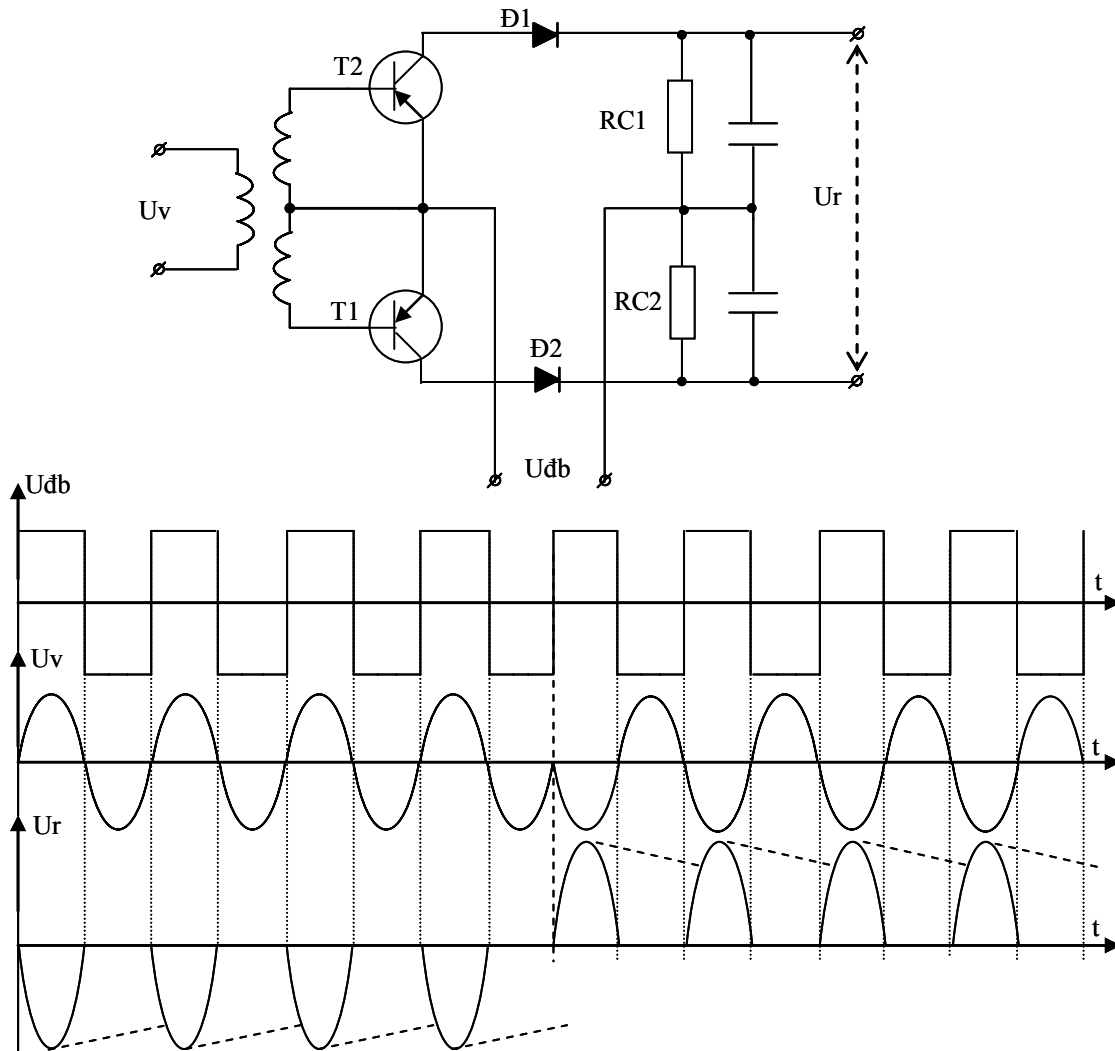
Nhận xét:

- Điện áp ra cùng tần số với điện áp vào
- Biên độ của điện áp ra phụ thuộc vào góc lệch θ_1 và θ_2
- + Nếu $\theta_1 = \theta_2 \rightarrow u_r = 0$; ta gọi XX1 và XX2 đồng bộ với nhau
- + Nếu $\theta_1 - \theta_2 < 180^\circ \rightarrow u_r$ cùng pha với u_v
- + Nếu $\theta_1 - \theta_2 > 180^\circ \rightarrow u_r$ ngược pha với u_v

Trên hình 3-10, các đồ thị được vẽ với giả thiết cứ 4 chu kỳ thì $\theta_1 - \theta_2 > 180^\circ$.

d/ Chỉnh lưu nhảy pha

Biến điện áp xoay chiều thành một chiều có cực tính thay đổi tùy thuộc pha của điện áp vào với điện áp đồng bộ



Hình 3-11 Sơ đồ nguyên lý chỉnh lưu nhảy pha và các dạng sóng vào/ra

Sơ đồ gồm 1 biến áp với thứ cấp có 2 cuộn dây nối với 2 transistor T1 và T2; 2 diot Đ1 và Đ2; hai tụ lọc và 2 điện trở tải Rc1 và Rc2.

- Xét ở 4 chu kỳ đầu: điện áp đầu vào cùng pha với điện áp đồng bộ
 - + trong khoảng từ $0 \div \pi \rightarrow$ T1 thông $\rightarrow U_r$ có cực tính (+) ở dưới
 - + trong khoảng từ $\pi \div 2\pi \rightarrow$ T1 và T2 khoá

Các chu kỳ sau được lặp lại và nhờ tụ lọc san phẳng điện áp U_r

- Xét ở 4 chu kỳ sau: điện áp đầu vào ngược pha với điện áp đồng bộ
 - + trong khoảng từ $0 \div \pi \rightarrow$ T2 thông $\rightarrow U_r$ có cực tính (+) ở trên
 - + trong khoảng từ $\pi \div 2\pi \rightarrow$ T1 và T2 khoá

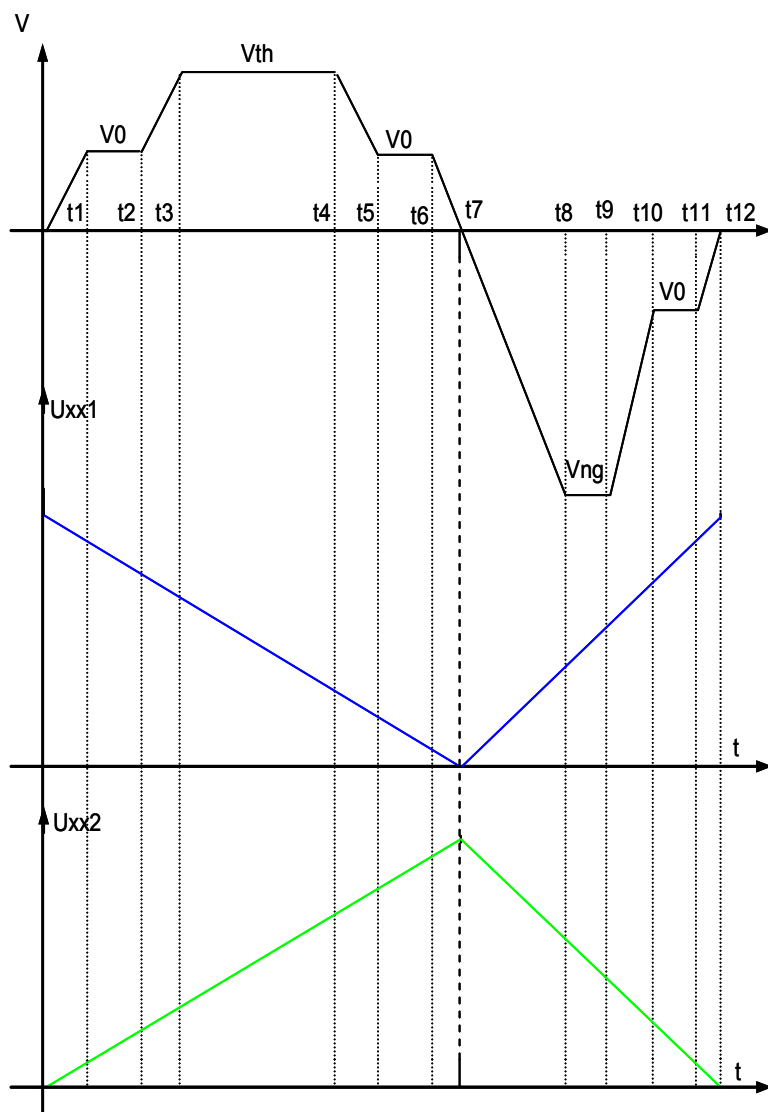
Các chu kỳ sau được lặp lại và nhờ tụ lọc san phẳng điện áp U_r

Ta có được điện áp một chiều thay đổi được cực tính khi u_v đảo pha.

e/ Sơ đồ đặt hành trình bàn tự động điều khiển từ xa

Sơ đồ gồm 3 xenxin XD, XX1 và XX2 làm việc ở chế độ biến áp; bộ chỉnh lưu nhảy pha NF1, NF2 và các phần tử role không tiếp điểm LG1, LG2; các bộ khuếch đại một chiều KĐ1 ÷ KĐ4 cấp điện cho các role RT, RN, RG, RD; các khâu so sánh dùng khuếch đại thuật toán SS1 và SS2; mạch NOR. Độ dài hành trình được đặt bởi góc quay tương đối của roto xenxin thu thuận (XX1) và xenxin thu ngược (XX2) so với roto xenxin SĐ liên hệ cơ khí với cơ cấu dịch chuyển bàn.

Động cơ Đ ngoài việc truyền động cho bàn di chuyển qua lại còn nối với hộp giảm tốc để quay roto của XD. Điều này có nghĩa là góc lệch roto của XD thay đổi từ $\theta_{\min} \div \theta_{\max}$ tương ứng với việc di chuyển của bàn từ đầu hành trình thuận đến cuối hành trình thuận. Khi bàn ở đầu hành trình thuận, ta chỉnh định để cho XD đồng bộ với XX2 và XD lệch với XX1 một góc lớn nhất, thường chọn $\theta_D = \theta_2 = 0$; còn θ_D lệch với θ_1 một góc lớn nhất, điện áp của xenxin tương ứng: $U_{xx1} = \max$, $U_{xx2} = 0$. Khi bàn di chuyển từ đầu hành trình thuận về cuối hành trình thuận thì $\theta_D = \theta_1$; còn θ_D lệch với θ_2 một góc lớn nhất, tương ứng: $U_{xx1} = 0$, $U_{xx2} = \max$ như hình (3-12)



Hình 3-12. Biểu đồ tốc độ của bàn máy và điện áp của các xenxin XX1 và XX2

Với cách chỉnh định như đã mô tả, việc định độ dài hành trình bàn được đặt bởi góc quay của xenxin XX1 khi bàn ở đầu hành trình thuận. Chẳng hạn khi bàn ở đầu hành trình thuận, quay θ_1 một góc 90° điều này có nghĩa là θ_D sẽ di chuyển trong khoảng từ 0° đến 90° . (lúc này ta có $\theta_1=90^\circ$; $\theta_2 = \theta_D = 0$). Xét giá trị điện áp của XX1 và XX2 khi $\theta_D = 45^\circ$

$$u_{XX1} = kU_m \sin(45^\circ - 90^\circ) \sin \omega t$$

$$u_{XX2} = kU_m \sin(45^\circ - 0) \sin \omega t$$

Ta thấy rằng u_{XX1} và u_{XX2} luôn luôn ngược pha nhau.

+ Khâu đảo chiều

Khi lệnh cho bàn làm việc, $RTr1(17) = 1$, hoặc $RTr2(16) = 1$, \rightarrow nối u_{XX1} với u_{XX2} để cấp cho cuộn dây sơ cấp W1 của biến áp BA4. Do u_{XX1} lớn nhất, còn $u_{XX2} = 0$ nên W1 có tín hiệu theo u_{XX1} . Qua 2 cuộn dây thứ cấp W2 và W3 cấp cho 2 hai bộ chỉnh lưu nhạy pha NF1 và NF2 để điện áp ra của NF1 có cực tính (+), còn của NF2 có cực tính (-) [do điện áp đồng bộ của NF1 và NF2 ngược pha nhau]. Với điện áp dương của NF1 làm cho $LG1 = 1$, \rightarrow $KĐ1 = 1$, \rightarrow $RT = 1$; còn $LG2 = 0$, \rightarrow $KĐ2 = 0$, $RT = 0$.

$RT(17-18) = 1$, \rightarrow nối tắt u_{XX2} để cho cuộn W1 có tín hiệu theo u_{XX1} gần như trong suốt hành trình thuận; đồng thời $RT(8) = 1$, + $RT(14) = 1$, \rightarrow đặt điện áp U_{cd} lên biến trở $R\omega$ có cực tính (+) phía trên tương ứng với việc di chuyển bàn theo hành trình thuận.

Tại thời điểm t_6 , giá trị $u_{XX1} \approx 0 \rightarrow LG1 = 0$, \rightarrow $KĐ1 = 0$, \rightarrow $RT = 0$, \rightarrow $RT(17-18) = 0$, \rightarrow cuộn W1 lúc này có tín hiệu theo u_{XX2} . Do u_{XX1} ngược pha với u_{XX2} nên lúc này $NF1 = 0$, $NF2 = 1$, \rightarrow $LG2 = 1$, $KĐ2 = 1$, $RN = 1$, \rightarrow $RN(17-18) = 1$, \rightarrow nối tắt u_{XX1} để cho cuộn W1 có tín hiệu theo u_{XX2} gần như trong suốt hành trình ngược; đồng thời $RN(8) = 1$, + $RN(14) = 1$, \rightarrow đặt điện áp U_{cd} lên biến trở $R\omega$ có cực tính (+) phía dưới tương ứng với việc di chuyển bàn theo hành trình ngược.

Tại thời điểm t_{11} , giá trị $u_{XX2} \approx 0 \rightarrow LG2 = 0$, \rightarrow $KĐ2 = 0$, \rightarrow $RN = 0$, \rightarrow $RN(17-18) = 0$, \rightarrow cuộn W1 lúc này có tín hiệu theo u_{XX1} . Do u_{XX1} ngược pha với u_{XX2} nên lúc này $NF1 = 1$, $NF2 = 0$, \rightarrow $LG1 = 1$, $KĐ1 = 1$, $RT = 1$.

$RT(17-18) = 1$, \rightarrow nối tắt u_{XX2} để cho cuộn W1 có tín hiệu theo u_{XX1} gần như trong suốt hành trình thuận; đồng thời $RT(8) = 1$, + $RT(14) = 1$, \rightarrow đặt điện áp U_{cd} lên biến trở $R\omega$ có cực tính (+) phía trên tương ứng với việc di chuyển bàn theo hành trình thuận cho chu kỳ kế tiếp.

+ Khâu tạo tốc độ:

Điện áp trên cuộn W4 có giống như điện áp đặt trên cuộn W1 nghĩa là ở hành trình thuận giống như điện áp của u_{XX1} và ở hành trình ngược giống như điện áp trên u_{XX2} . Do đó biến thiên điện áp U_{cl4} như hình (3-13)

Điện áp U_{cl4} được so sánh với điện áp bên ngoài U_{c1} ở hành trình thuận và U'_{c1} ở hành trình ngược.

Khi $t < t_4 \rightarrow U_{ss1} = 0 \rightarrow KĐ = 0$; khi $t \geq t_4 \rightarrow U_{ss1} = 1, \rightarrow KĐ = 1, \rightarrow RD = 1$.

Khi $t < t_9 \rightarrow U_{ss1} = 0 \rightarrow KĐ = 0$; khi $t \geq t_9 \rightarrow U_{ss1} = 1, \rightarrow KĐ = 1, \rightarrow RD = 1$.

RD tác động sẽ tạo tốc độ V_0 trong khoảng từ $t_4 - t_6$ ở hành trình thuận và V_0 trong khoảng từ $t_9 - t_{11}$ ở hành trình ngược.

Điện áp U_{cl5} có dạng biến thiên tương tự như điện áp của U_{ss2} . Điện áp này được so sánh với điện áp bên ngoài U_{c2}

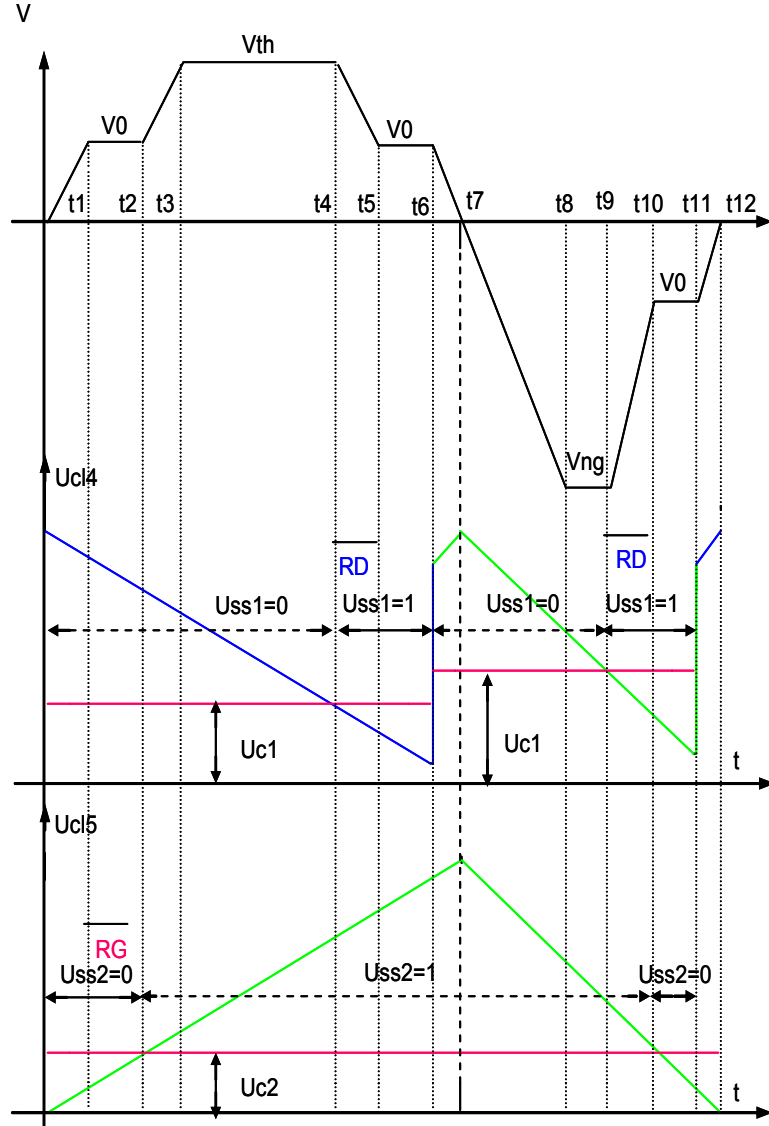
Khi $t < t_2 \rightarrow U_{ss2} = 0$, đồng thời $U_{ss1} = 0 \rightarrow$ điện áp ra của khâu NOR = 1 $\rightarrow KĐ4 = 1, RG = 1, \rightarrow$ tạo tốc độ V_0 trong khoảng từ $t_1 - t_2$

Ở các thời điểm khác, do $U_{ss2} = 1$ hoặc $U_{ss1} = 1$ nên đầu ra của NOR ở mức không, $KĐ4 = 0$, role RG không tác động.

f/ Hoạt động của toàn mạch

Đóng tất cả các attomat. Phải đủ đầu áp lực để $RAL(9-10) = 1$, và $RAL(15) = 1$. Ấn $M1(2) \rightarrow K3(2) = 1$, đồng thời $RTh(8) = 1, \rightarrow RTh(6) = 1, \rightarrow K1(4) = 1, + RTh(8) = 1, \rightarrow K2(7) = 1$. Kết quả khi ấn $M1$ ta có $K1, K2, K3$ có điện.

Trên mạch động lực, $K1$ cấp điện cho bộ biến đổi BBĐ; $K3(2-3) = 1, K3(3-4) = 0$, giải phóng mạch hãm động năng; $K2(dl) = 1, \rightarrow CL1$ có điện để cấp lên cầu tiếp điểm RT/RN khi $RTr1(5-7) = 1$, hoặc $RTr(5-7) = 1$; $CL2$



Hình 3-14 Biểu đồ tốc độ của bàn máy và điện áp u_{cl4} và u_{cl5}

có điện cấp điện cho cuộn CKĐ. Khi đủ dòng $RTT(8) = 1, \rightarrow RTT(9) = 0, RTh(8) = 0, RTh(6)$ mở chậm có nguy cơ làm K1(4) và K2(7) mất điện.

Giả sử bàn đang ở đầu hành thuận, ra lệnh cho bàn làm việc bằng cách ấn vào MT(10) $\rightarrow RTr(10) = 1$ (có duy trì). Ngoài việc thay thế cho RTh(6) thì RTr1(5-7) đóng cấp điện CL1 lên cầu tiếp điểm RT/RN để cho mạch chuẩn bị làm việc.

$RTr1(17) = 1$, nối u_{xx1} với u_{xx2} ; do $u_{xx1} = \max, u_{xx2} = 0$ nên cuộn W1 có tín hiệu theo $u_{xx1} \rightarrow$ trên cuộn W2 và W3 có cùng tín hiệu đặt lên 2 chỉnh lưu nhạy pha để NF1(+), NF2(-) $\rightarrow LG1 = 1, \rightarrow KĐ1 = 1, RT = 1, \rightarrow RT(17-18) \rightarrow$ nối tắt u_{xx2} để cho W1 có tín hiệu theo u_{xx1} gần như trong suốt hành trình thuận, đồng thời $RT(8) = 1, + RT(14) = 1, U_{cd}$ tương ứng với vị trí I trên $R\omega \rightarrow$ động cơ khởi động đưa bàn chạy theo hành trình thuận.

Lúc này $U_{ss1} = 0$ và $U_{ss2} = 0 \rightarrow U_{NOR} = 1 \rightarrow KĐ4 = 1, \rightarrow RG = 1, \rightarrow RG(10) = 0$, giảm U_{cd} nên tốc độ bàn chỉ tăng đến giá trị V_0 để dao đi vào chi tiết. Tại thời điểm t2, $U_{ss2} = 1$ nên $U_{NOR} = 1 \rightarrow KĐ4 = 0, \rightarrow RG = 0, \rightarrow RG(10) = 1, \rightarrow$ điện trở R8 bị nối tắt $\rightarrow U_{cd}$ tăng lên tương ứng với tốc độ V_{th} thực hiện hành trình cắt kim loại.

Tại thời điểm t4, dao chuẩn bị ra khỏi chi tiết, lúc này $U_{ss1} = 1, \rightarrow KĐ3 = 1, \rightarrow RD = 1, \rightarrow RD(12) = 1, U_{cd} = U_{R10} \rightarrow$ động cơ thực hiện hãm tái sinh giảm tốc về V_0 .

Tại thời điểm t6, $u_{xx1} \approx 0, \rightarrow LG1 = 0, \rightarrow KĐ1 = 0, \rightarrow RT = 0, \rightarrow RT(17-18) = 0, \rightarrow$ cuộn W1 có tín hiệu theo u_{xx2} do lúc này giá trị u_{xx2} là lớn nhất. Do u_{xx1} và u_{xx2} là ngược pha nhau nên lúc này NF1 (-), NF2 (+), $\rightarrow LG2 = 1, \rightarrow KĐ2 = 1, \rightarrow RN = 1, \rightarrow RN(17-18) = 1, \rightarrow$ nối tắt u_{xx1} để cho W1 có tín hiệu theo u_{xx2} gần như trong suốt hành trình ngược; đồng thời $RN(8) = 1, + RN(14) = 1, \rightarrow$ điện áp U_{cd} tương ứng với vị trí II trên $R\omega; \rightarrow$ động cơ thực hiện hãm tái sinh giảm tốc về không, sau đó khởi động ngược đưa bàn trở về vị trí ban đầu với tốc độ là V_{ng} .

Tại thời điểm t9, bàn đã chạy về gần vị trí xuất phát, lúc này $U_{ss1} = 1, \rightarrow KĐ3 = 1, RD = 1, \rightarrow RD(12) = 1, \rightarrow U_{cd} = U_{R9} \rightarrow$ động cơ thực hiện việc hãm tái sinh giảm tốc về V_0 .

Tại thời điểm t11, $u_{xx2} \approx 0 \rightarrow LG2 = 0, \rightarrow KĐ2 = 0, \rightarrow RN = 0, \rightarrow RN(17-18) = 0, \rightarrow$ W1 lại có tín hiệu theo u_{xx1} do giá trị này lớn nhất $\rightarrow NF1 (+), NF2(-), \rightarrow LG1 = 1, KĐ1 = 1, RT = 1, \rightarrow RT(17-18) = 1, \rightarrow$ nối tắt u_{xx2} để cho cuộn W1 có tín hiệu theo u_{xx1} gần như trong suốt hành trình thuận, đồng thời $RT(8) = 1, + RT(14) = 1, \rightarrow$ cực tính (+) đặt phía trên $R\omega \rightarrow$ động cơ thực hiện việc giảm tốc về không và khởi động lại cho chu kỳ mới.

Dừng động cơ bằng cách ấn vào D1, \rightarrow các công tắc tơ K1, K2, K3 đều mất điện, động cơ thực hiện hãm động năng tự kích từ. Khi ấn nút dừng D2,

→ RTr1 hoặc RTr2 mất điện → điện áp chủ đạo bằng không, động cơ hãm tái sinh giảm tốc về không nhờ bộ biến đổi đảo chiều.

Trong sơ đồ, việc bảo vệ ngắn mạch và quá tải cho động cơ nhờ attomat AB1 và role nhiệt RN1, RN2. Mạch đặt tốc độ và kích từ động cơ được bảo vệ bằng AB2, AB3. Bảo vệ mất từ thông nhờ role kiểm tra thiếu từ thông RTT. Bảo vệ mất điện áp nhờ bản thân cuộn dây K1, K2. Bảo vệ mất dầu nhờ role áp lực dầu RAL. Đèn ĐH1 báo hiệu máy làm việc ở chế độ tự động. ĐH2 báo hiệu đủ dầu bôi trơn.