

Chương 4

TRANG BỊ ĐIỆN CHO MÁY NÂNG HẠ, VẬN CHUYỂN

4.1 TRANG BỊ ĐIỆN CHO PALĂNG, CẦU TRỤC

Chế độ làm việc các cơ cấu của palăng, cầu trục được xác định từ các yêu cầu của quá trình công nghệ, chức năng của palăng và cầu trục trong dây chuyền sản xuất. Cấu tạo và kết cấu của palăng và cầu trục rất đa dạng. Khi thiết kế và chế tạo hệ thống điều khiển và hệ thống truyền động điện phải phù hợp với từng loại cụ thể.

Cầu trục trong phân xưởng luyện thép lò Mactanh, trong các phân xưởng nhiệt luyện phải đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật trong chế độ quá độ. Cầu trục trong các phân xưởng lắp ráp phải đảm bảo quá trình mở máy êm, dải điều chỉnh tốc độ rộng, dừng chính xác đúng nơi hạ hàng và lấy hàng..

Các cơ cấu của cầu trục làm việc trong chế độ cực kỳ nặng nề: tần số đóng cắt lớn, chế độ quá độ xảy ra nhanh khi mở máy, hãm và đảo chiều.

Từ những đặc điểm trên có thể đưa ra những yêu cầu cơ bản đối với hệ truyền động và trang bị điện cho các cơ cấu của cầu trục:

1. Sơ đồ hệ điều khiển đơn giản.
2. Các phần tử cấu thành có độ tin cậy cao, đơn giản về cấu tạo, thay thế dễ dàng.
3. Trong sơ đồ điều khiển phải có mạch bảo vệ điện áp ‘không’ quá tải và ngắn mạch.
4. Quá trình mở máy diễn ra theo một luật định sẵn.
5. Sơ đồ điều khiển cho từng động cơ riêng biệt, độc lập.
6. Có công tắc hành trình hạn chế hành trình tiến, lùi cho xe cầu, xe con; hạn chế hành trình lên của cơ cấu nâng hạ.
7. Đảm bảo hạ hàng ở tốc độ thấp.
8. Tự động ngắt nguồn khi có người trên xe cầu.

4.1.1 Trang bị điện cho palăng

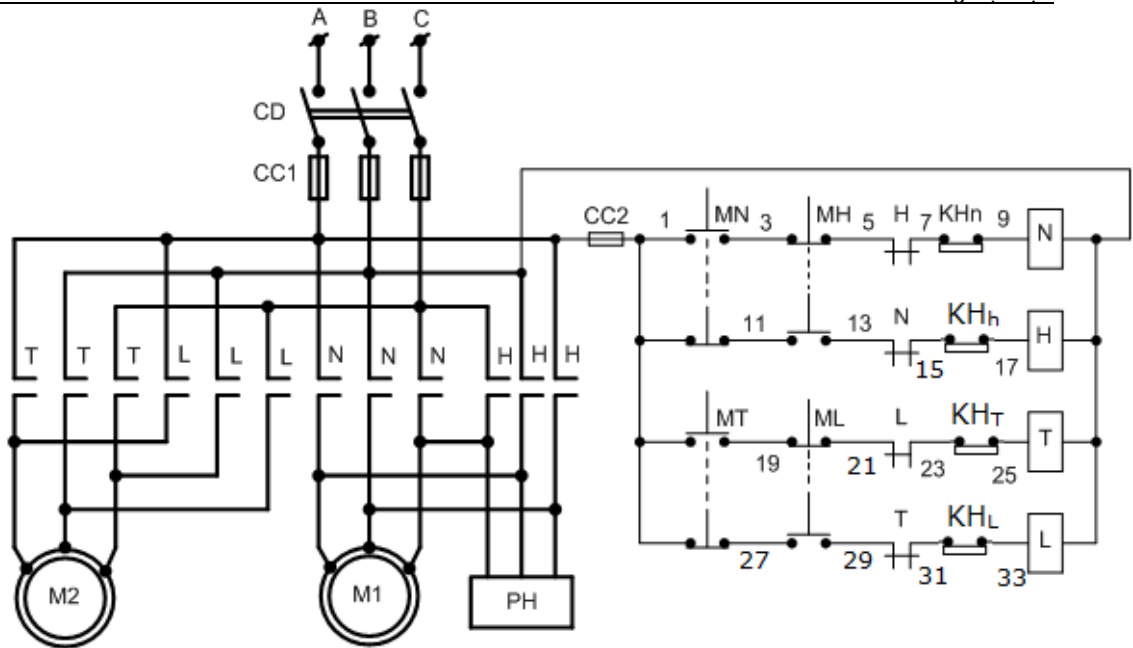
Để điều khiển cho palăng cơ động, thuận tiện người ta dùng các hộp nút bấm điều khiển di động, sơ đồ nguyên lý làm việc được biểu diễn trên hình 5-1.

Động cơ không đồng bộ M_1 là động cơ chính phục vụ cho việc nâng hạ tải trọng bằng móc treo được điều khiển bằng contactor N (nâng) và contactor H (hạ), tác động bằng các nút nhấn kép M_N , M_H , còn KH_n là công tắc hành trình để hạn chế chiều nâng của móc treo. Ngoài ra còn có phanh 3 pha PH.

Động cơ không đồng bộ M_2 là động cơ phục vụ cho cơ cấu di chuyển với các hành trình tiến (T) và lùi (L), hệ thống cũng được điều khiển bằng các nút nhấn kép M_T , M_L .

Giữa các hành trình nâng, hạ, tiến và lùi còn các liên động khoá chéo về điện bởi các tiếp điểm thường kín N, H, L, T.

Ngoài ra còn có phanh 3 pha PH tham gia hãm trục động cơ lúc động cơ M_1 không có điện.



Hình 4-1: Sơ đồ mạch điện điều khiển palăng

Nâng hàng nhấn nút nhấn $M_n(1, 3)$ contactor N có điện, tiếp điểm N(13, 15) mở ra, 3 tiếp điểm chính của N đóng lại, cuộn dây PH của phanh hãm có điện giải phóng cổ trục động cơ, đồng thời động cơ M_1 cũng có điện quay trục theo chiều nâng hàng. Khi móc nâng hàng di chuyển đến vị trí giới hạn trên thì tác động vào công tắc hành trình KH_n , cuộn dây contactor N mất điện, động cơ dừng và phanh PH giữ cổ trục động cơ.

Hạ hàng nhấn nút nhấn kép $M_h(3, 5)$ contactor H có điện, tiếp điểm H(5, 7) mở ra, 3 tiếp điểm chính của H trên mạch động lực đóng lại, thứ tự hai trong ba pha đưa vào động cơ đảo, cuộn dây phanh PH có điện giải phóng cổ trục động cơ, động cơ M_1 quay ngược hạ hàng.

Cần palăng chạy tiến tác động nút nhấn kép $M_T(1, 19)$ cuộn dây contactor tiến (T) có điện cung cấp điện cho động cơ M_2 , động cơ chạy tiến.

Cần palăng chạy lùi tác động nút nhấn kép $M_L(27, 29)$ cuộn dây contactor lùi (L) có điện cung cấp điện cho động cơ M_2 , động cơ chạy lùi.

4.1.2 Trang bị điện cho cầu trục

Trong xây dựng có nhiều loại cầu trục như: cầu trục bánh lốp, cầu trục tự nâng, cầu trục tháp...Việc truyền động và điều khiển phải đảm bảo cho cầu trục hoạt động cơ động trong hiện trường xây dựng thỏa mãn các tọa độ trong không gian x, y, z. Do vậy cần phải có những truyền động điều khiển cho di chuyển, quay, nâng hạ cần và chính là nâng hạ móc treo (tải trọng). Xét sơ đồ điển hình là sơ đồ điều khiển cho cầu trục tháp C 391.

Theo sơ đồ động lực và điều khiển:

M_1, M_2 là hai động cơ của cơ cấu di chuyển.

M_3 là động cơ nâng hạ tải trọng (móc treo).

M_4 là động cơ của cơ cấu quay.

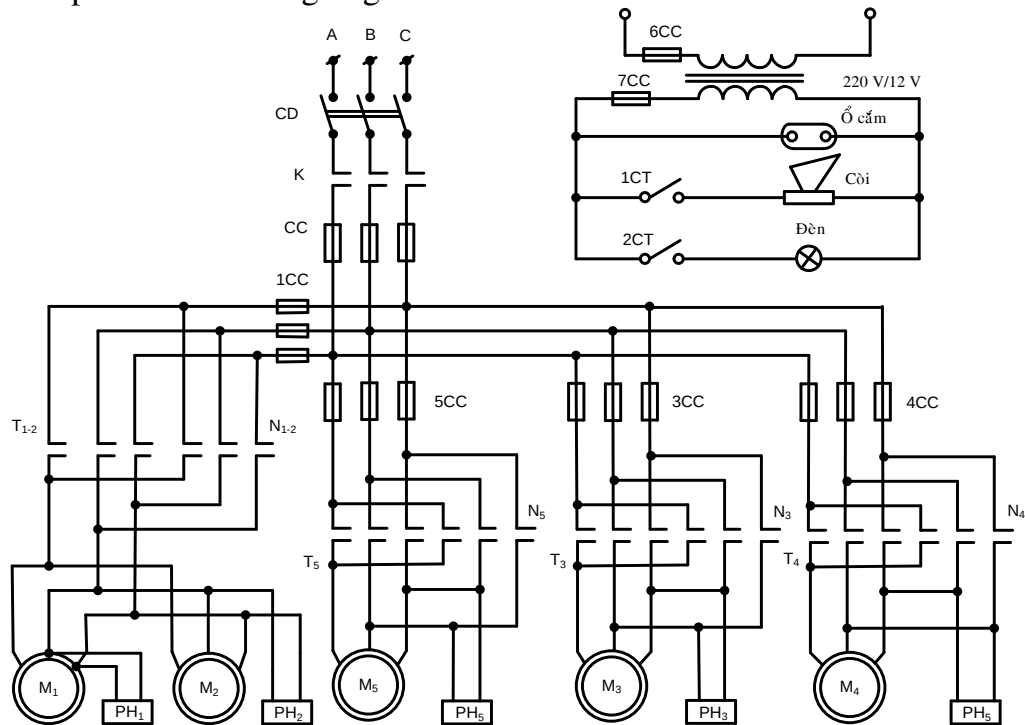
M_5 là động cơ nâng hạ cần.

Theo sơ đồ động lực còn có: CD là các cầu dao, MBA là máy biến áp hạ điện áp 220 V xuống 12 V cung cấp điện cho mạch điện tín hiệu.

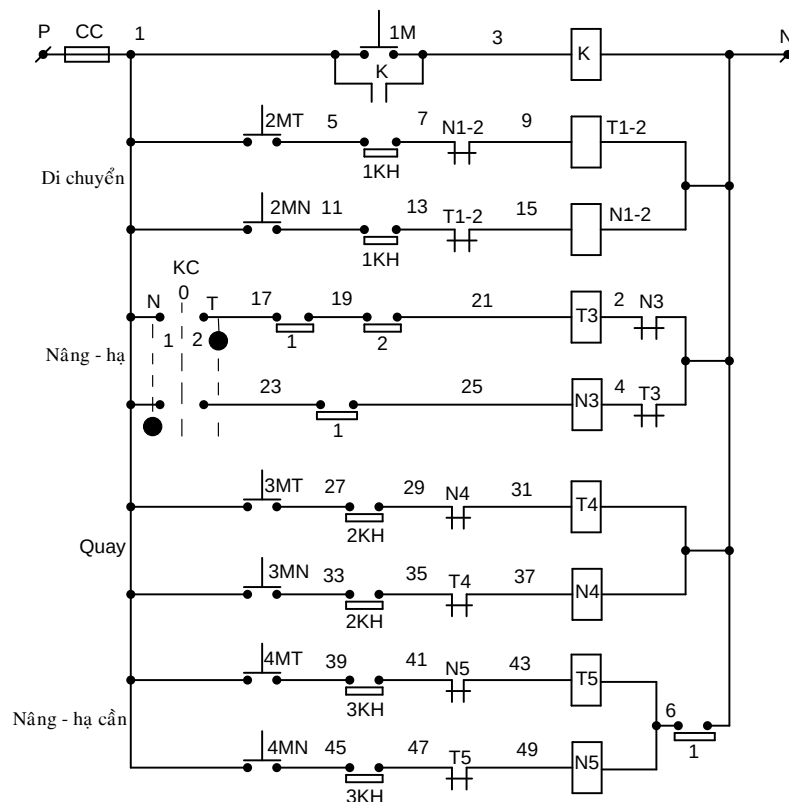
CC: cầu chì các cấp tương ứng.

1CT, 2CT: các công tắc cho còi và đèn chiếu sáng.

PH: là các phanh hãm tương ứng với các cơ cấu.



Hình 4-2a: Sơ đồ mạch điện động lực của cầu trục tháp KÁ -100 (C391)



Hình 5 - 2b: Sơ đồ điều khiển cầu trục tháp KÁ 100 (C - 391)

Sơ đồ điều khiển điện áp 220 V, các nút thường mở 1M, 2M, 3M, 4M để mở máy làm việc cho các động cơ tương ứng 1, 2, 3, 4, 5. Còn điều khiển cho động cơ 3 nâng hạ tải trọng (móc treo) bằng bộ khống chế KC gồm 3 vị trí: N – O – T (ngược – không – thuận) với 2 tiếp điểm KC_1 và KC_2 . Sơ đồ điều khiển còn có các công tắc hành trình 1KH, 2KH, 3KH để hạn chế hành trình di chuyển, quay, nâng hạ cần của cầu trục. Còn công tắc hành trình 1 để hạn chế nâng cần, 2 là công tắc hành trình hạn chế độ cao của móc treo.

Điều khiển các cơ cấu nâng – hạ, cơ cấu chính của các loại cần trục, thường dùng các bộ khống chế hình trống, hình cam, khống chế từ... đặt ngay ở cabin để người vận hành, lái cần trục thực hiện cho thuận tiện và cơ động linh hoạt.

Trong các cầu trục cũng dùng bộ khống chế từ loại T.C. Bộ khống chế này không đối xứng ở phía nâng và phía hạ. Điều khiển phanh hãm PH 3 pha bằng contactor M. Động cơ Đ là động cơ không đồng bộ ba pha rotor dây quấn được nối tiếp với một số cấp điện trở khởi động, điện trở hãm ngược.

RK: là loại rơle khoá thực hiện khoá hệ thống không cho làm việc khi chưa đủ điện áp cần thiết.

RDD: là rơle dòng điện.

H, N: contactor hạ và nâng.

1KĐN, 2KĐN: contactor đảo ngược.

1G ÷ 4G: contactor gia tốc.

KH_N , KH_H : công tắc hành trình hạn chế nâng, hạ. Bộ khống chế KC có 12 tiếp điểm KC_1 , KC_2 ... KC_{12} với các vị trí hạ – O – nâng.

Chế độ nâng

Làm việc ha

Nếu mà tải trọng hạ mà nhẹ sẽ đổi thành nâng do vậy hạ tải trọng nhẹ được thực hiện bằng phương pháp hạ động lực (đổi chéo 2 trong ba pha) tương ứng KC ở vị trí 4 và 5.

132

Ở vị trí 5 các công tắc tơ H, 1KĐN, 2KĐN, 1G, 2G, 4G có điện.

Hạn chế các hành trình nâng hoặc hạ bằng các công tắc hành trình thường kín KH_N và KH_H . Điều khiển mạch động lực bằng 1CD, điều khiển mạch khống chế 2CD.

4.2 TRANG BỊ ĐIỆN CHO BĂNG TẢI

4.2.1 Khái niệm chung và phân loại

Các thiết bị vận tải liên tục thường dùng để vận chuyển những hạt, cục có kích thước nhỏ, chuyên chở các hạt ở dạng thành phẩm, bán thành phẩm, chở hành khách theo một cung đường nhất định không có trạm dừng giữa đường. Thiết bị vận tải liên tục bao gồm:

Băng tải (dùng vận chuyển vật liệu hình dạng cục có kích thước nhỏ)

Băng chuyền (các phân xưởng, nhà sản xuất theo dây chuyền)

Băng gầu (dùng trong các nhà máy sản xuất khai thác quặng, mỏ)

Đường gòng treo (được ứng dụng khai thác ở khu vực núi, đồi)

Thang chuyền (được ứng dụng ở các chợ, siêu thị)

Các thiết bị vận tải liên tục có năng suất cao so với các phương tiện vận tải khác, nhất là ở khu vực núi non hay địa hình hiểm trở.

4.2.2 Cấu tạo, các thông số kỹ thuật của các thiết bị vận tải liên tục:

1. Băng tải:

Băng tải là thiết bị vận tải liên tục dùng để vận chuyển chở hàng dạng cục, hạt theo phương nằm ngang hoặc theo phương nghiêng (góc nghiêng không lớn hơn 30^0). Năng suất của băng tải được tính:

$$Q = \partial \cdot V \text{ [Kg/s]}$$

$$Q = \frac{3600}{1000} \partial \cdot V [\text{tấn/h}]$$

Trong đó:

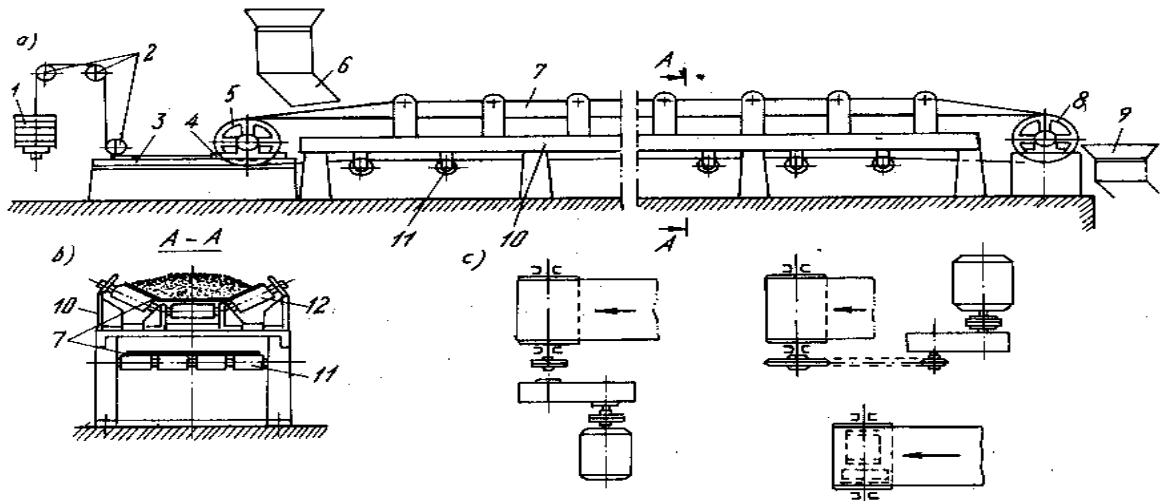
∂ : Khối lượng tải theo chiều dài [Kg/m]

$$\partial = S \cdot \gamma \cdot 10^3$$

S: Tiết diện cắt ngang của vật liệu trên băng [m^2]

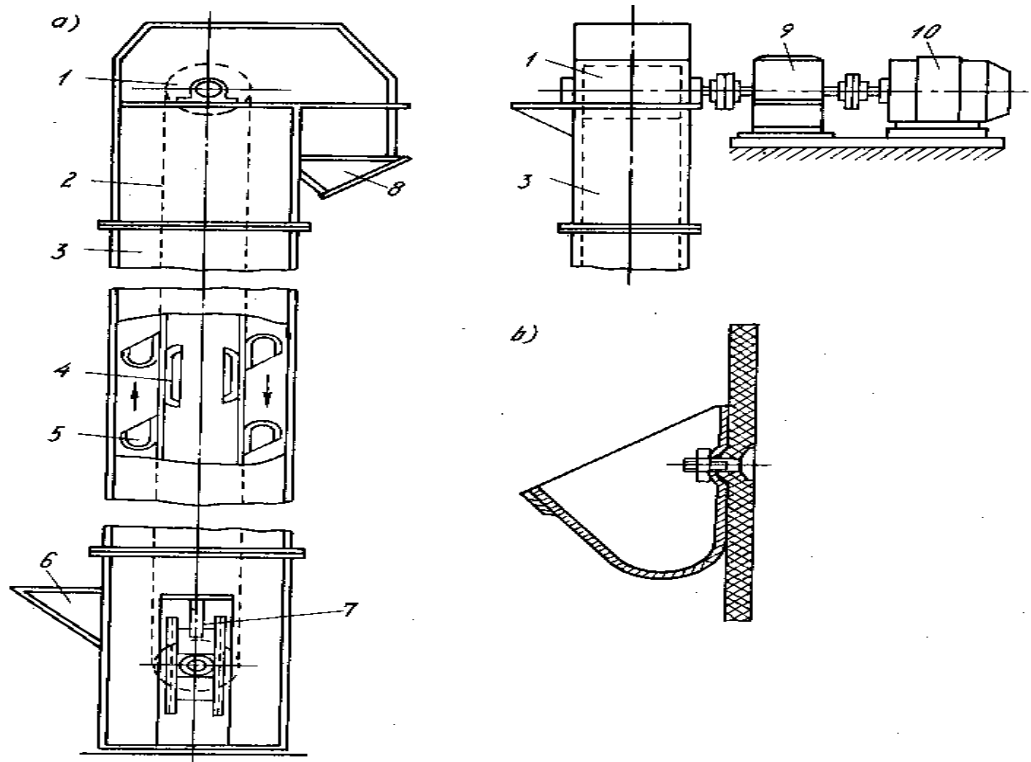
γ : Khối lượng riêng của vật liệu [Tấn/m^3]

V: Vận tốc di chuyển của băng [m/s]



Hình 4- 4- Kết cấu của băng tải cố định

2. Băng gầu:



Hình 4-5-Kết cấu của băng gầu

Băng gầu dùng để vận tải vật thể dạng hạt theo phương thẳng đứng hoặc theo phương nghiêng (góc nghiêng lớn hơn 60^0), bộ phận bốc hàng là những gầu nhỏ.

Năng suất của băng gầu được xác định theo biểu thức:

$$Q = \frac{i \cdot \psi \cdot \gamma}{l_k} \cdot V \cdot 3600 [\text{tan/h}]$$

Trong đó:

i : thể tích của mỗi gầu [m^3]

ψ : hệ số lấp đầy gầu, chọn từ $0.4 \div 0.8$

γ : khối lượng riêng của vật dạng hạt [$\text{tấn}/\text{m}^3$]

l_k : cự ly giữa các gầu [m]

v : vận tốc di chuyển [m/s] có thể chọn $(0,85 \div 1,25)$ m/s.

3. Đường gòng treo:

Đường gòng treo dùng để vận chuyển hàng hoặc vận chuyển người. Đường gòng treo thường chế tạo theo hai kiểu:

Đường gòng một cáp

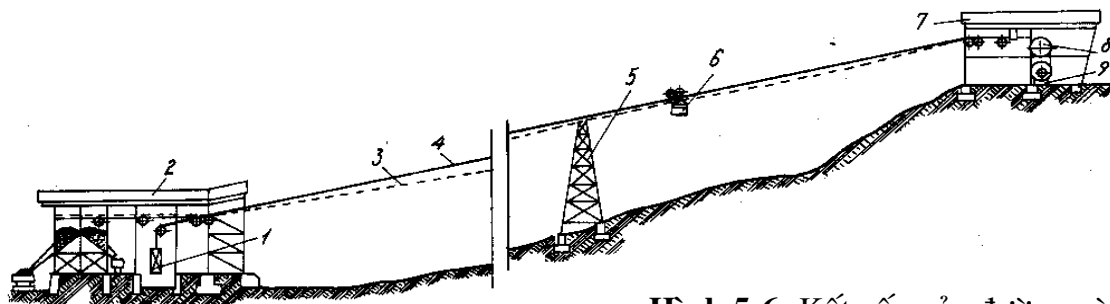
Đường gòng hai cáp

Năng suất của đường gòng treo được xác định bởi biểu thức:

$$Q = \frac{3600}{t} \cdot G [\text{tan/h}]$$

t : thời gian cách giữa các toa hàng

G : khối lượng tải của một toa hàng



Hình 5-6- Kết cấu của đường gồng

4. Thang chuyển:

Thang chuyển là một loại cầu thang di chuyển liên tục dùng để chuyên chở hành khách. Tốc độ di chuyển của thang: $v = (0,5 \div 1)$.

Năng suất của thang chuyển được tính theo biểu thức:

$$Q = \frac{l}{m_b} \cdot m_k \cdot v \cdot \varphi [\text{người} / \text{giờ}]$$

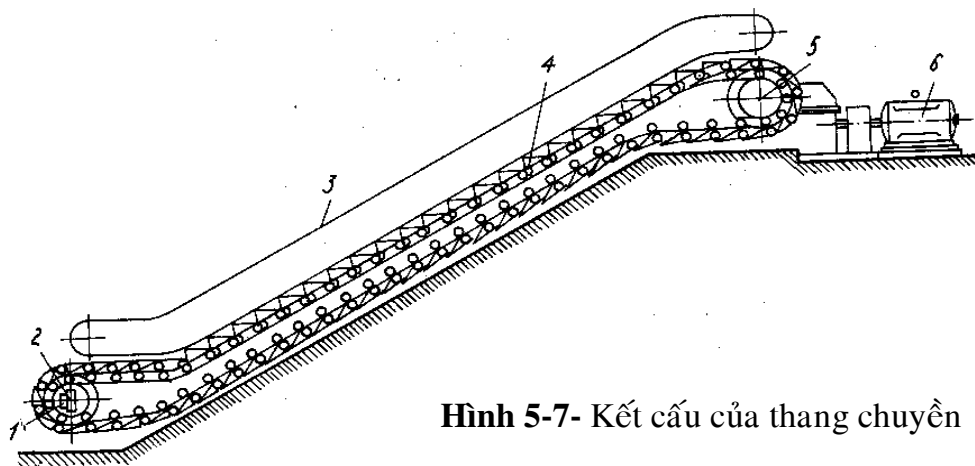
Trong đó:

φ : hệ số lấp đầy khách của thang chuyển

v : vận tốc di chuyển [m/s], thông thường chọn $v = (0.5 \div 1)$ m/s

$\frac{l}{m_b}$: số bậc thang của thang chuyển trên một đơn vị mét dài.

m_k : số khách trên một bậc thang.



Hình 5-7- Kết cấu của thang chuyển

4.2.3. Những yêu cầu đối với hệ truyền động các thiết bị vận tải liên tục:

Chế độ làm việc của các thiết bị vận tải liên tục là chế độ dài hạn với phụ tải hầu như không đổi.

Hệ truyền động của các thiết bị liên tục cần đảm bảo khởi động đầy tải. Moment khởi động của động $M_{kd} = (1.6 \div 1.8) M_{dm}$. Bởi vậy nên chọn động cơ truyền động thiết bị vận tải liên tục là động cơ có hệ số trượt lớn, rãnh stator sâu để có moment mở máy lớn.

Nguồn cung cấp cho động cơ truyền động các thiết bị vận tải liên tục cần có dung lượng đủ lớn, đặc biệt đối với động cơ có công suất $P > 30$ KW, để khi mở máy không ảnh hưởng đến lưới điện và quá trình khởi động được thực hiện nhẹ nhàng, dễ dàng hơn.

4.2.4. Trang bị điện cho băng tải

Các nguyên tắc chính khi thiết kế hệ thống băng tải là:

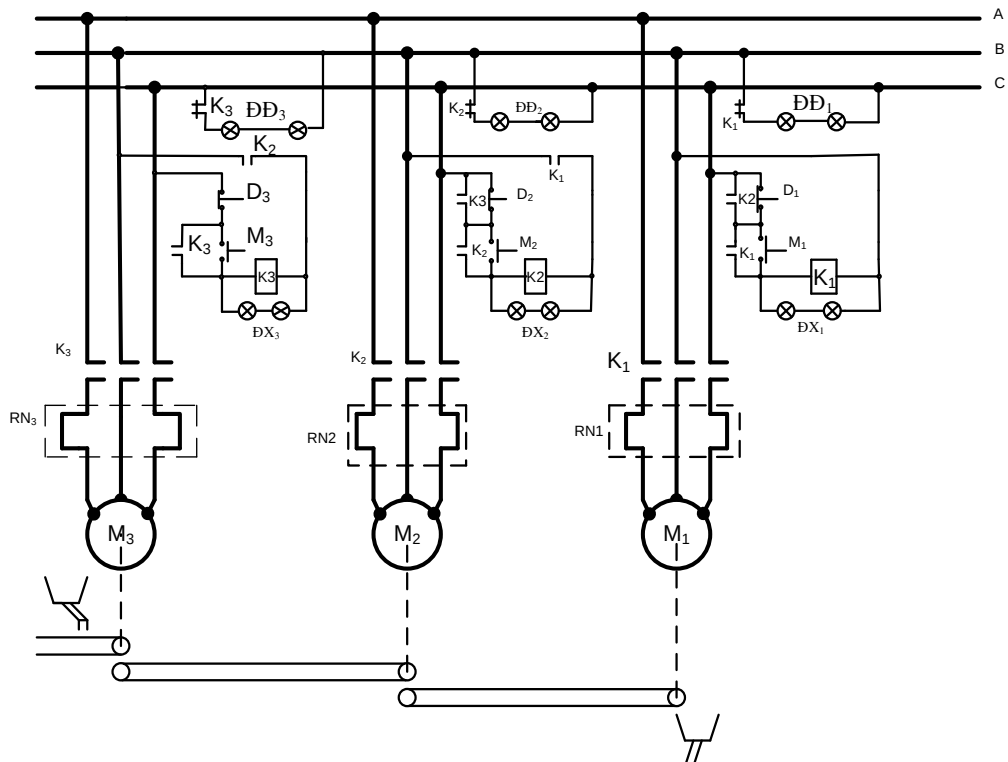
1. Thứ tự chuyển động của các băng tải ngược chiều với dòng dịch chuyển của vật liệu.
2. Dừng băng tải bất kỳ nào đó chỉ được phép khi băng tải trước nó đã dừng.
3. Phải có cảm biến tốc độ của mỗi băng tải và các cảm biến báo có tải trên băng hoặc thùng chứa.

Trong xây dựng băng tải được phục vụ nhiều ở các dây chuyền tự động sản xuất vật liệu xây dựng như xi măng, sản xuất gạch, vận chuyển vật liệu xây dựng ... Hệ thống băng tải, băng chuyển được truyền động bằng một số động cơ có liên quan về điện chặt chẽ với nhau.

Hệ thống mô tả hình 5-7 gồm 3 động cơ M_1 , M_2 , M_3 .

Điều khiển mỗi động cơ đều có các bộ nút nhấn M và D tương ứng, nhưng động cơ M_1 làm việc thì mới kéo theo động cơ M_2 và kéo theo M_3 với điều kiện là không có chiều ngược lại. Tín hiệu cho từng mạch được chỉ thị bằng các đèn đỏ, đèn xanh. Với đèn đỏ sáng báo cho mạch biết có điện nhưng chưa làm việc, đèn xanh báo cho biết mạch đã làm việc ứng với các đèn đỏ tắt.

Để bảo vệ mạch, dùng rơle nhiệt cho mỗi động cơ riêng biệt. Hệ thống động cơ cho băng tải là những động cơ ba pha rotor lồng sóc, không cần điều chỉnh tốc độ cũng như đảo chiều quay. Với sự liên động về điện của sơ đồ, cần dừng động cơ M_3 ta có thể ấn D_3 hoặc ấn D_2 hoặc ấn D_1 . Tương tự như vậy muốn dừng động cơ M_2 ta ấn D_2 hoặc ấn D_1 . Hoặc khi thấy đèn đỏ 1 sáng thì không thể ấn M_2 hoặc M_3 để cho động cơ M_2 hoặc M_3 làm việc được.



Hình 4-7- Sơ đồ hệ thống điện của băng tải

Sau đây là một hệ thống tự động khống chế băng tải có ba dòng dịch chuyển vật liệu gồm sơ đồ sau:

Sơ đồ khống chế hệ thống băng tải

Điều khiển băng tải và băng gàu có cùng một nguyên lý chung khi thiết kế sơ đồ điều khiển, các mạch liên động và tín hiệu hoá.

Khi một băng tải hoặc băng gàu làm việc độc lập, không liên quan với các thiết bị khác, điều khiển hệ truyền động bằng hệ thống nút bấm và công tắc tơ lắp trong tủ điện của băng tải.

Khi có nhiều tuyến vận tải vật liệu, trong đó có nhiều máy công tác, sự liên hệ giữa các máy công tác đó là hệ thống băng tải. Khi thiết kế hệ thống điều khiển hệ thống băng tải trên phải tuân thủ các nguyên tắc sau:

- Thứ tự khởi động các động cơ truyền động băng tải ngược chiều với dòng vận chuyển vật liệu.

- Dừng băng tải bất kỳ nào đó chỉ được phép khi băng tải trước nó đã dừng.

Sơ đồ công nghệ hệ thống băng tải được trình bày trên hình 5-9. Hệ thống băng tải có ba tuyến vận chuyển vật liệu:

- + Tuyến 1: băng tải BT1 → thùng phân phối TP1 → băng tải BT2 → băng tải BT3 và đổ vào thùng chứa T1.

- + Tuyến 2: băng tải BT1 → thùng phân phối TP1 → băng tải BT4 → thùng phân phối TP2 → băng tải BT6 và đổ vào thùng chứa T2.

- + Tuyến 3: băng tải BT1 → thùng phân phối TP1 → băng tải BT4 → thùng phân phối TP2 → băng tải BT5 và đổ vào thùng chứa T3.

Chọn tuyến vận chuyển vật liệu bằng ba bộ chuyển mạch CM1, CM2, CM3.

Hệ thống đèn báo bao gồm:

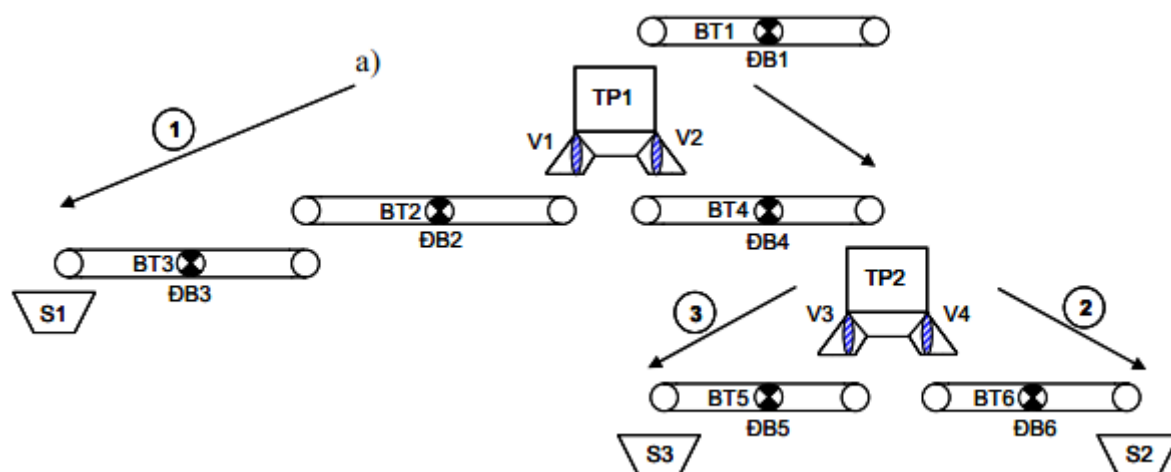
- + Đ1 ÷ Đ6 hiển thị trạng thái làm việc của sáu băng tải tương ứng.

- + Đèn báo ĐV1 ÷ ĐV4 hiển thị trạng thái làm việc của các van, của hai thùng phân phối TP1 và TP2. Khi vận chuyển vật liệu theo tuyến 1, đèn báo ĐV1 sáng, còn khi vận chuyển vật liệu theo tuyến 2, đèn báo ĐV2, ĐV4 sáng, còn khi vận chuyển theo tuyến 3, đèn báo ĐV2 và ĐV3 sáng. Hệ thống đèn báo có hai chế độ hiển thị:

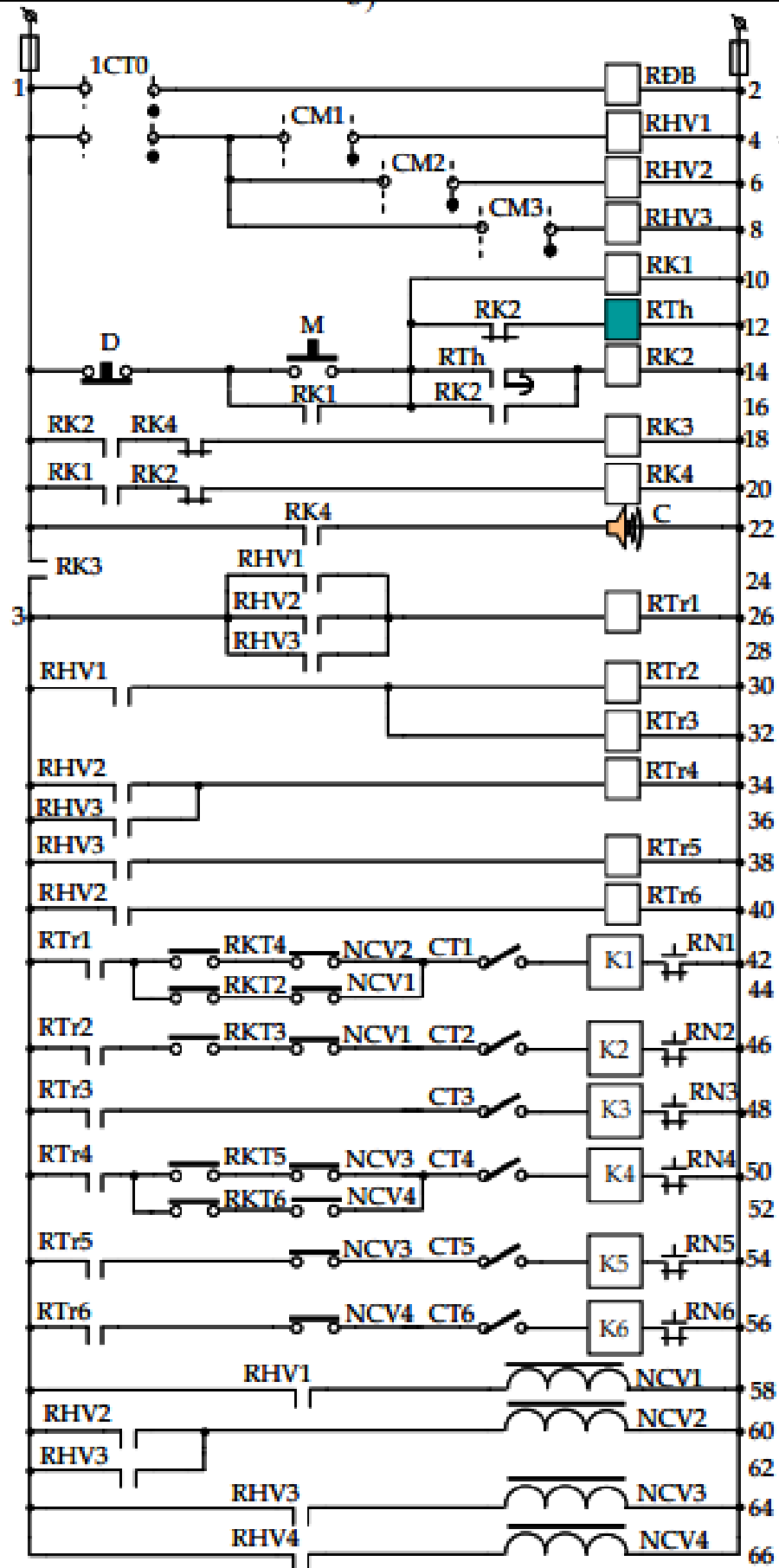
- Để kiểm tra tuyến vận chuyển đã chọn, các đèn báo được đấu vào nguồn Ng1 (hình 5-10), đèn báo sáng nhấp nháy, còn khi các băng tải đã khởi động xong, các đèn báo được đấu vào nguồn Ng2 (hình 5-10), các đèn báo sáng ổn định.

- + Xét nguyên lý làm việc của hệ thống băng tải khi cần vận chuyển vật liệu theo tuyến 3.

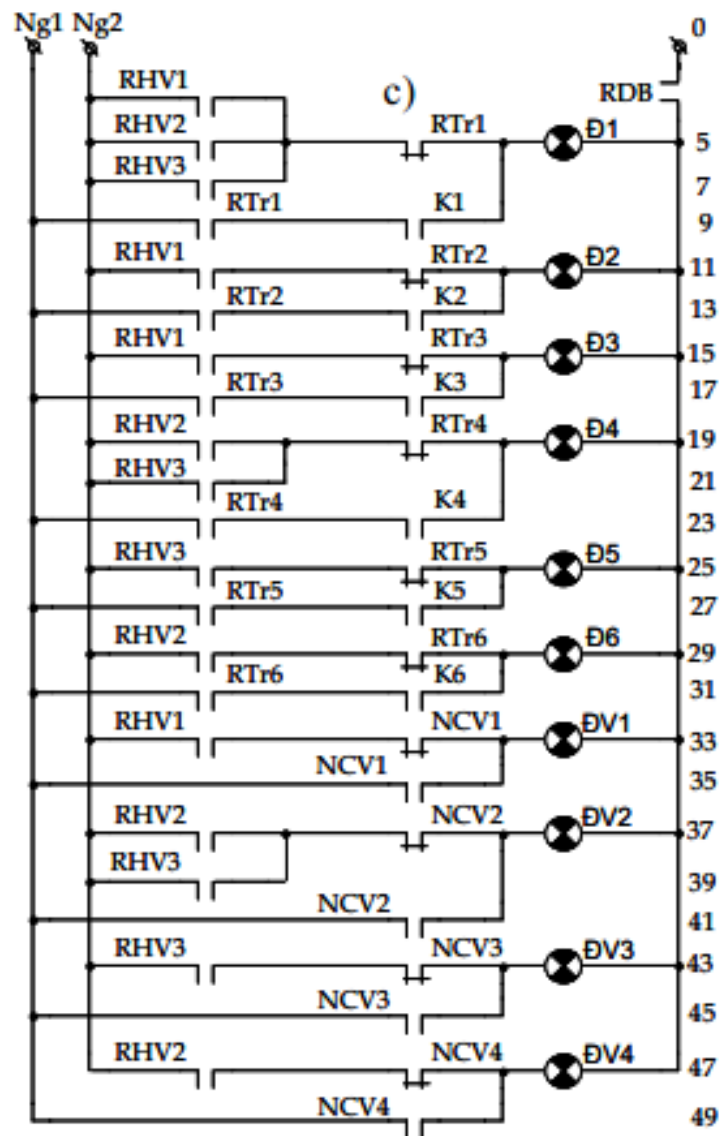
- Đóng công tắc chuyển mạch CTO (hình 5-9), role trung gian RDB(2) = 1, cấp nguồn cho hệ thống đèn chiếu sáng (hình 5-10).



Hình 4-8- Sơ đồ công nghệ điều khiển bằng tải



Hình 4 – 9- Sơ đồ mạch điện điều khiển bằng tải



Hình 4 – 10: Hệ thống đèn báo

Quay chuyển mạch CM3 sang bên phải, role hướng vận chuyển RHV3(8) =1. Tiếp điểm của nó sẽ đóng để chuẩn bị cấp nguồn cho các role trung gian và các cuộn nam châm sau:

- * RHV3(26) =1, cấp nguồn cho các role RTr1.
- * RHV3(36) =1, chuẩn bị cấp nguồn cho role RTr4.
- * RHV3(38) =1, chuẩn bị cấp nguồn cho role RTr5.
- * RHV3(62) =1, chuẩn bị cấp nguồn cho cuộn dây nam châm NCV2.
- * RHV3(64) =1, chuẩn bị cấp nguồn cho cuộn dây nam châm NCV3.

* RHV3 cấp cho các đèn báo Đ1(7), ĐV2(39), ĐV3(43), Đ3(17), Đ5(25) vào nguồn Ng2. Các đèn báo sẽ sáng nhấp nháy cho phép chúng ta kiểm tra tính đúng đắn của tuyến đường vận chuyển vật liệu đã chọn.

Để khởi động các động cơ truyền băng tải, ấn nút mở máy M, $\rightarrow$ RK1(10) =1, $\rightarrow$ RK1(16) =1 [duy trì], RK1(20) =1 $\rightarrow$ RK4(20) =1 $\rightarrow$ RK4(22) =1 $\rightarrow$ chuông điện Ch(22) kêu báo hiệu hệ thống băng tải chuẩn bị làm việc.

Sau thời gian chỉnh định (5 ÷ 10)s, tiếp điểm thường mở đóng chậm RTh(14) =1, $\rightarrow$ RK2(14) =1 $\rightarrow$ RK2(16) = 1, RK2(12) = 0 $\rightarrow$ cắt nguồn cấp cho RTh(12), $\rightarrow$ RK2(20) = 0 $\rightarrow$ RK4(20) =0 $\rightarrow$ cắt nguồn chuông Ch(22);

$RK2(18) = 1 \rightarrow RK3(18) = 1 \rightarrow RK3(1-3)$ đóng nguồn cho dòng $26 \div 70$.

Khi $RK3(1-3) = 1 \rightarrow K5(54) = 1 \rightarrow BT5$ khởi động. Khi tốc độ đạt được tốc độ định mức, $RKT5(50) = 1 \rightarrow K4(52) = 1 \rightarrow BT4$ khởi động. Khi tốc độ băng tải 4 đạt tốc độ định mức, $RKT(42) = 1 \rightarrow K1(42) = 1 \rightarrow BT1$ khởi động, quá trình khởi động các động cơ truyền động băng tải kết thúc. Khi muốn dừng hệ thống băng tải, ấn nút dừng máy “D”.

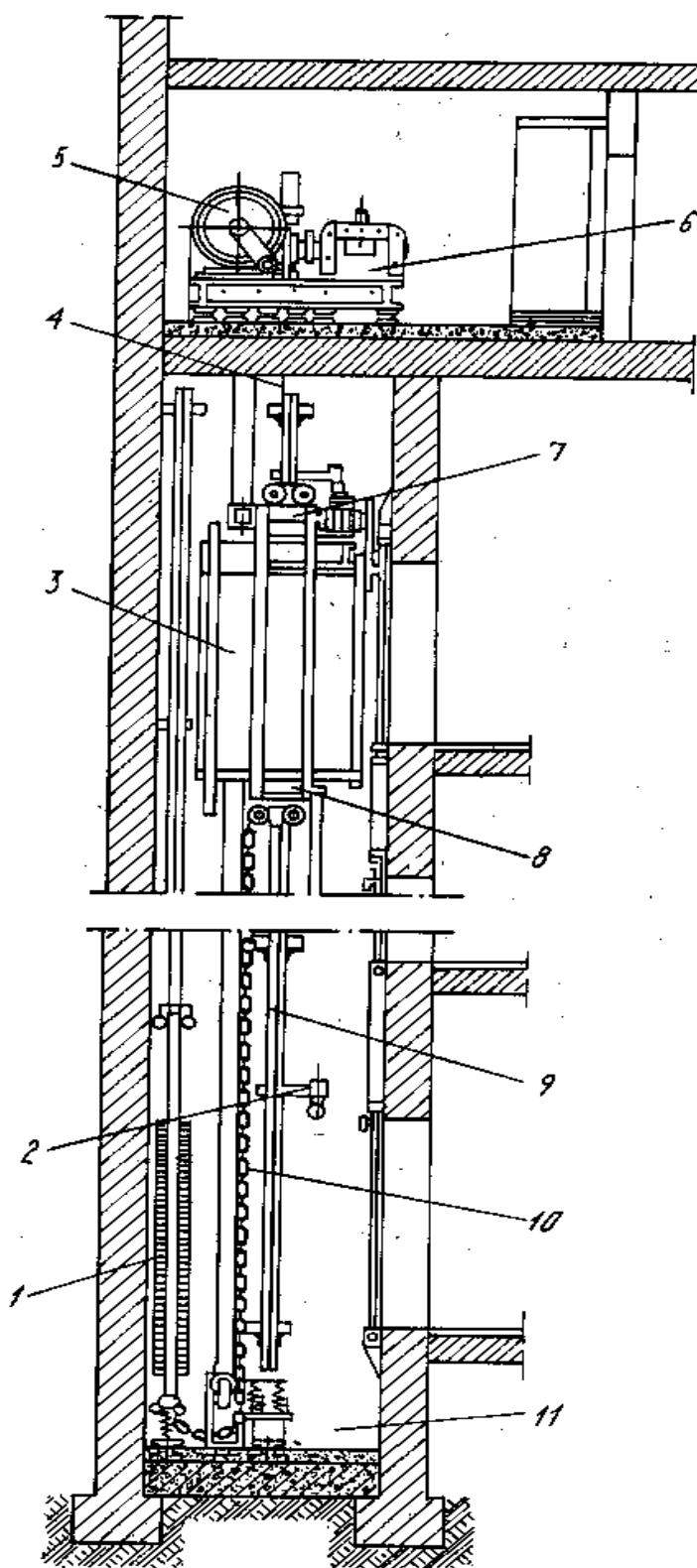
Khi các băng tải khởi động xong, các tiếp điểm của các công tắc tơ $K1 \div K6$ (hình 5-10) đóng lần lượt các đèn báo $\overline{D1} \div \overline{D6}$ vào nguồn cấp Ng1, đèn báo sáng ổn định báo hiệu quá trình khởi động các băng tải kết thúc. Công tắc CT1 $\div$ CT6 dùng để cắt điện từng băng tải trong trường hợp cần sửa chữa.

4.3 TRANG BỊ ĐIỆN CHO THANG MÁY

4.3.1 Khái quát

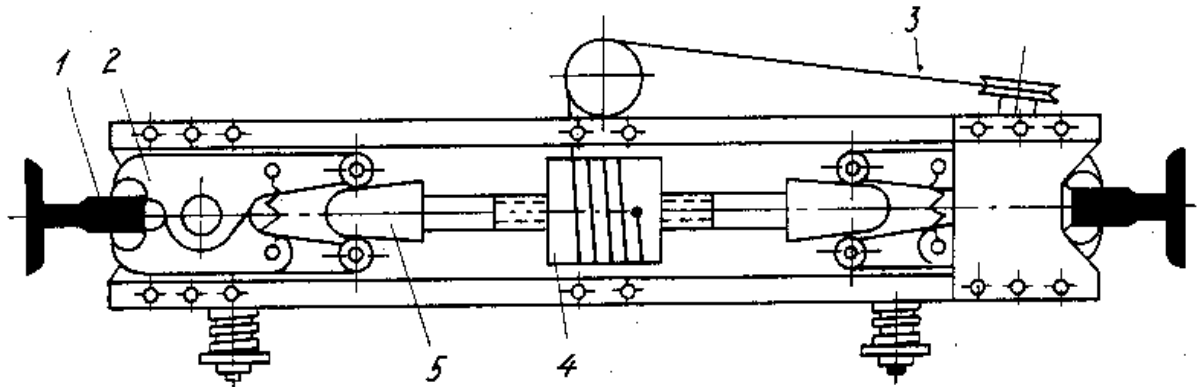
Thang máy (máy nâng) là thiết bị vận tải dùng để chở hàng và chở người theo phương thẳng đứng. Những loại thang máy hiện đại có kết cấu cơ khí phức tạp nhằm nâng cao năng suất, vận hành tin cậy, an toàn. Tất cả các thiết bị điện được lắp đặt trong buồng thang và buồng máy. Buồng máy thường bố trí ở tầng trên cùng của giếng thang máy, kết cấu, sơ đồ của thang máy được giới thiệu ở hình 5 - 10.

Hố giếng của thang máy 11 là khoảng không gian từ mặt bằng sàn tầng 1 cho đến đáy giếng. Nếu hố giếng có độ sâu hơn 2 mét thì phải làm thêm cửa ra vào. Để nâng hạ buồng thang sử dụng động cơ 6. Động cơ 6 được nối trực tiếp với cơ cấu nâng hạ hoặc qua hộp giảm tốc. Nếu nối trực tiếp, buồng thang được treo trên puli quán cáp. Nếu nối gián tiếp thì giữa puli quán cáp và động cơ có lắp hộp giảm tốc 5 với tỉ số truyền $i = 18 \div 120$. Khung của buồng thang máy 3 được treo lên puli quán cáp bằng cáp kim loại 4 (thường dùng 1 đến 4 sợi cáp).



Hình 4 -10. Kết cấu và bố trí thiết bị của thang máy

Buồng thang máy luôn luôn được giữ theo phương thẳng đứng nhờ có giá treo 7 và những con trượt dẫn hướng (con trượt là loại puli trượt có bọc cao su bên ngoài). Buồng thang và đối trọng di chuyển dọc theo chiều cao của thành giếng theo các thanh dẫn hướng 9. Buồng thang có trang bị thanh bảo hiểm (phanh dừ). Phanh bảo hiểm 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. Phanh bảo hiểm thường chế tạo theo 3 kiểu: phanh bảo hiểm kiểu nêm, phanh bảo hiểm kiểu lệch tâm và phanh bảo hiểm kiểu kìm. Trong các loại phanh trên, phanh bảo hiểm kiểu kìm sử dụng rộng rãi hơn, nó đảm bảo cho buồng thang dừng êm hơn. Kết cấu của thanh bảo hiểm kìm được biểu diễn ở hình 5 – 11.



Hình 4 – 11 Phanh bảo hiểm kiểu kìm

Phanh bảo hiểm thường lắp phía dưới buồng thang, gong kìm 2 trượt theo thanh dẫn hướng 1 khi tốc độ của buồng thang bình thường. Nằm giữa hai cánh tay của kìm có nêm 5 gắn với hệ truyền động bánh vít – trục vít 4. Hệ truyền động trục vít có hai loại: ren phải và ren trái. Cùng với kết cấu của phanh bảo hiểm, buồng thang có trang bị thêm cơ cấu hạn chế tốc độ kiểu ly tâm. Khi buồng thang di chuyển sẽ làm cho cơ cấu hạn chế tốc độ kiểu ly tâm quay. Khi tốc độ di chuyển của buồng thang tăng, cơ cấu đai truyền 3 sẽ làm cho tang 4 quay và kìm 5 sẽ ép chặt buồng thang vào thanh dẫn hướng và hạn chế tốc độ của buồng thang.

4.3.2 Phân loại và thông số kỹ thuật

Tuỳ theo chức năng, thang máy có thể phân loại theo các nhóm sau:

Thang máy chở người trong các nhà cao tầng.

Thang máy dùng trong các bệnh viện.

Thang máy chở hàng có người điều khiển.

Thang máy dùng trong nhà ăn và thư viện.

Phân loại theo trọng tải:

Thang máy loại nhỏ $Q < 160$ Kg

Thang máy trung bình $Q = (500 \div 2000)$ Kg.

Thang máy loại lớn $Q > 2000$ Kg.

Phân loại theo tốc độ di chuyển:

Thang máy chạy chậm $V < 5$ m/s.

Thang máy tốc độ trung bình $V = (0,75 \div 1,5)$ m/s.

Thang máy tốc độ cao $V = (2,5 \div 5)$ m/s.

4.3.3 Một số thông số cơ bản trong thang máy

a. Chọn công suất cho động cơ

Để tính chọn được công suất của động cơ truyền động thang máy cần có các điều kiện và tham số sau:

Sơ đồ động học của thang máy.

Tốc độ và gia tốc lớn nhất cho phép.

Trọng tải.

Trọng lượng buồng thang.

Công suất tính của động cơ khi nâng tải không dùng đối trọng được tính theo công thức:

$$Q = \frac{k(G_{bt} + G)v\eta 10^3}{\eta}, [KW]$$

Trong đó:

G_{bt} : Khối lượng buồng thang máy [kg].

G: Khối lượng hàng [Kg].

V: Tốc độ nâng [m/s].

G: Gia tốc trọng trường [m/s^2].

η : Hiệu suất của cơ cấu nâng.

Khi có đối trọng, công suất tính của động cơ lúc nâng tải được tính theo biểu thức sau:

$$P_{cn} = \left\{ [G + G_{bt}] \frac{1}{\eta} - G_{dt} \eta \right\} v kg.10^{-3} [KW] \quad (1)$$

Công suất tính lúc hạ tải:

$$P_{ch} = \left\{ [G + G_{bt}] \eta + G_{dt} \frac{1}{\eta} \right\} v kg.10^{-3} [KW] \quad (2)$$

Trong đó:

P_{CN} : Công suất tính của động cơ khi nâng có dùng đối trọng.

P_{CH} : Công suất tính của động cơ khi hạ có dùng đối trọng.

G_{dt} : Khối lượng của đối trọng, [Kg].

K: Hệ số ma sát giữa thanh dẫn hướng và đối trọng ($k = 1.15 \div$

1.3)

Khối lượng của đối trọng được tính theo biểu thức sau:

$$G_{dt} = G_{bt} + \alpha G, [Kg]$$

Trong đó:

α – Hệ số cân bằng ($\alpha = 0.3 \div 0.6$).

Phần lớn các thang máy chở khách chỉ vận hành đầy tải trọng những giờ cao điểm, thời gian còn lại luôn làm việc non tải; cho nên những thang máy chở khách nên chọn hệ số $\alpha = 0.35 \div 0.4$.

Đối với thang máy chở hàng, khi nâng thường đầy tải, khi hạ thường là không tải nên chọn $\alpha = 0.5$.

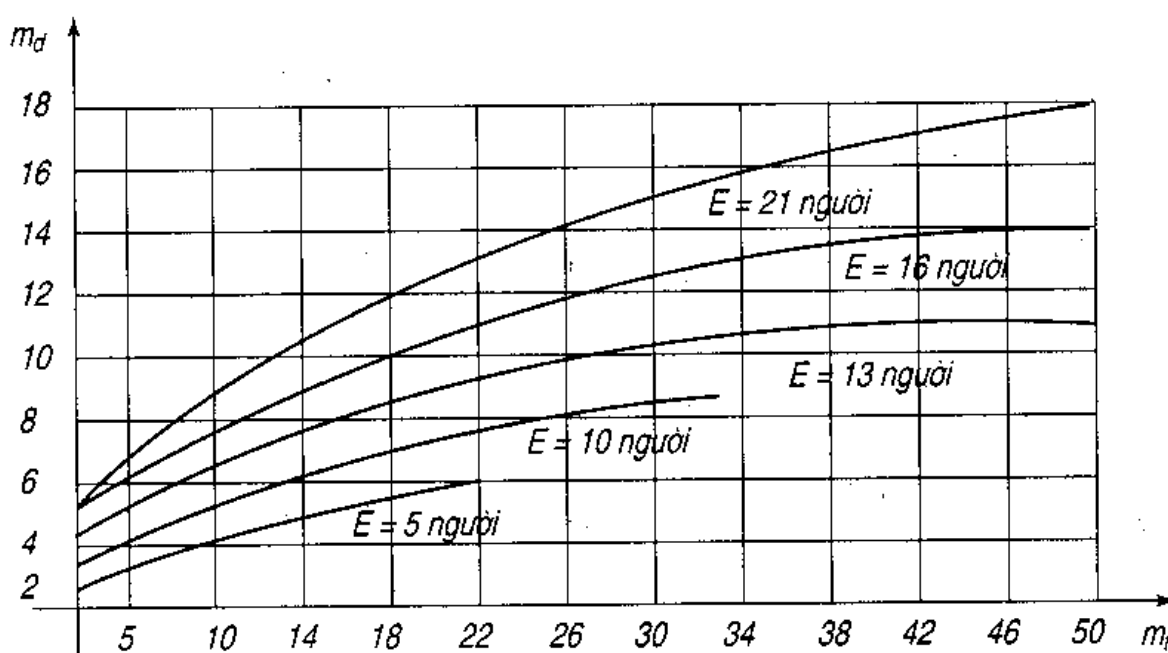
Dựa trên hai biểu thức 1, 2 có thể xây dựng được biểu đồ phụ tải và chọn sơ bộ công suất của động cơ theo sổ tay tra cứu. Muốn xây dựng biểu đồ chính xác, cần

phải tính đến thời gian mở máy, thời gian hãm, thời gian đóng và mở cửa, số lần dừng của buồng thang khi chuyển động.

Thông số tương đối để tính toán các thời gian trên được đưa ra trong bảng 5.1.

Tốc độ di chuyển (m/s)	Thời gian mở máy và hãm máy với khoảng cách giữa các tầng (s)		Tổng thời gian còn lại		
	3,6 mét	≥ 7,2 mét	Buồng thang có cửa rộng dưới 800 mm (mở bằng tay)	Buồng thang có cửa rộng dưới 800 mm (mở tự động)	Buồng thang có cửa rộng dưới 1000 mm (mở tự động)
0.5	1.6	1.6	12.0	7.0	-
0.75	1.6	1.6	12.0	7.0	-
1.0	1.8	1.8	13.0	7.0	6.3
1.5	1.8	1.8	-	7.2	6.3
2.5	2.8	2.0	-	-	6.5
3.5	3.2	2.5	-	-	7.0

Thời gian ra, vào buồng thang được tính gần đúng 1s /1 người. Số lần dừng (tính theo xác suất) của buồng thang có thể tìm theo đường cong trên đường hình 5-12.



Hình 4 – 12 : Đường cong để xác định số lần dừng (theo xác suất) của buồng thang
 m_d – số lần dừng; m_t – số tầng; E – số người trong buồng

Phương pháp tính chọn công suất động cơ truyền động thang máy tiến hành theo các bước sau đây:

1. Tính lực kéo đặt lên puli cáp kéo buồng thang ở tầng dưới cùng và các lần dừng tiếp theo:

$$F = (G + G_{bt} - k_l \cdot {}^A G_l - G_{dt}) g \text{ [N]}$$

Trong đó:

K_1 : Số lần dừng của buồng thang.

ΔG_1 : Thay đổi (giảm) khối lượng tải sau mỗi lần dừng.

g : Gia tốc trọng trường [m/s^2].

2. Tính moment tương ứng với lực kéo

$$M = \frac{FR}{i\eta}, Nm \text{ nếu } F > 0$$

$$M = \frac{FR}{i}\eta, Nm \text{ nếu } F < 0$$

Trong đó:

R : Bán kính của puli, [m]

i : Tỷ số truyền của cơ cấu.

η : Hiệu suất của cơ cấu.

3. Tính tổng thời gian hành trình nâng hạ của buồng thang gồm: thời gian buồng thang di chuyển với tốc độ ổn định, thời gian mở máy và hãm máy và tổng thời gian còn lại (thời gian đóng mở cửa buồng thang, thời gian ra vào buồng thang của hành khách).

4. Dựa trên kết quả tính toán của các bước trên, tính momen đẳng trị và tính chọn công suất động cơ.

5. Xây dựng biểu đồ chính xác của động cơ truyền động có tính đến các quá trình quá độ và tiến hành kiểm nghiệm công suất động cơ đã chọn theo điều kiện phát nóng và điều kiện quá tải.

b. Ảnh hưởng của tốc độ, gia tốc và độ dật đối với hệ truyền động thang máy:

Một trong những yêu cầu cơ bản đối với hệ truyền động thang máy là phải đảm bảo cho buồng thang máy chuyển động êm. Buồng thang máy chuyển động êm hay không phụ thuộc vào gia tốc khi mở máy và khi hãm máy. Các thông 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 dật ρ [m/s^3].

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

Đối với các nhà chọc trời, tối ưu nhất là dùng các thang máy cao tốc ($v = 3.5$ m/s), giảm thời gian quá độ và tốc độ di chuyển trung bình của buồng thang đạt gần bằng tốc độ định mức. Nhưng việc tăng tốc độ dẫn đến việc tăng giá thành của thang máy. Nếu tăng tốc độ của thang máy $v = 0.75$ m/s lên $v = 3.5$ m/s, giá thành tăng lên $4 \div 5$ lần. Bởi vậy tùy độ cao của nhà mà chọn thang máy có tốc độ phù hợp với tốc độ tối ưu.

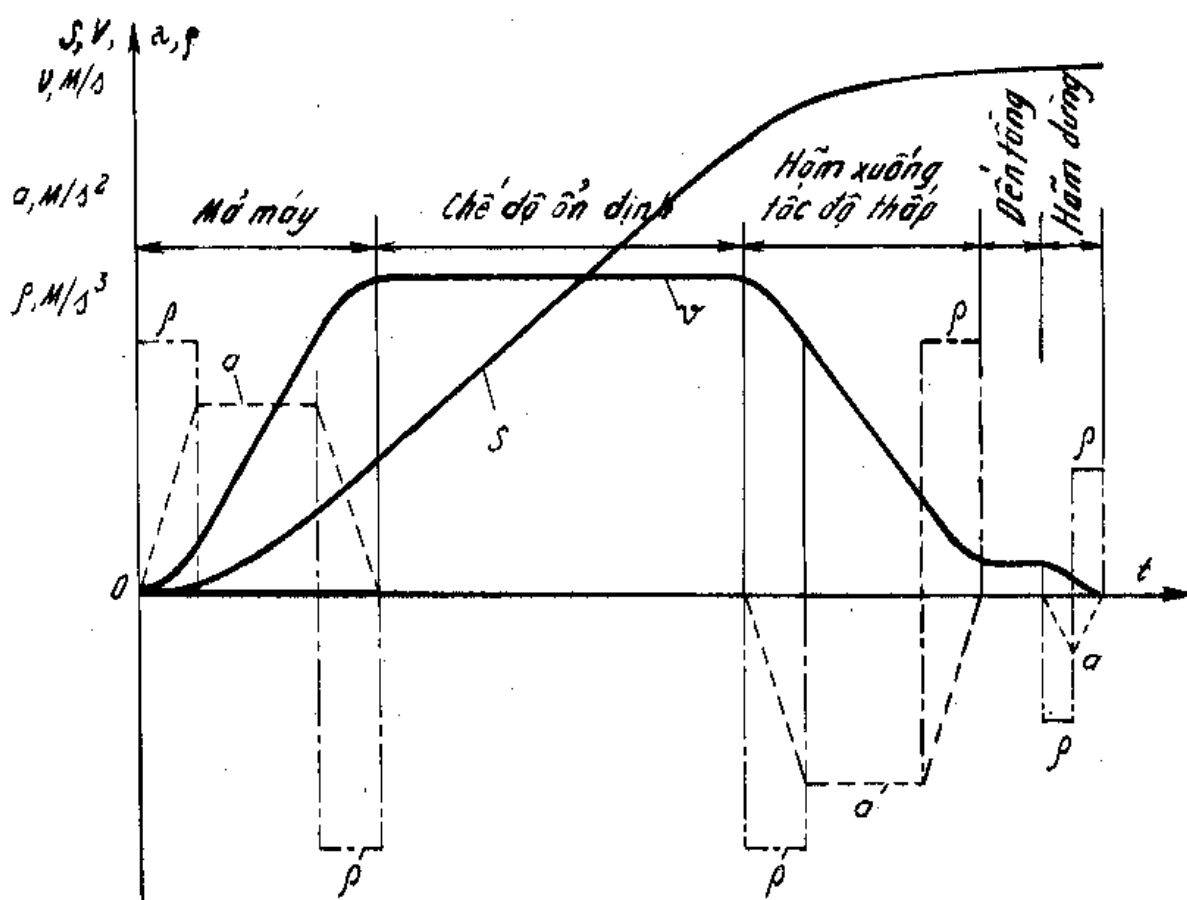
Tốc độ di chuyển trung bình của thang máy tăng có thể tăng bằng cách giảm thời gian mở máy và hãm máy, có nghĩa là tăng gia tốc. Nhưng khi gia tốc lớn sẽ gây ra cảm giác khó chịu cho hành khách (như chóng mặt, sợ hãi, nghẹt thở...). Bởi vậy gia tốc tối ưu là $a \leq 2$ m/s².

Một đại lượng nữa quyết định sự di chuyển êm của buồng thang là tốc độ tăng của gia tốc khi mở máy và tốc độ giảm của gia tốc khi hãm máy. Nói một cách khác đó là độ dật (đạo hàm bậc nhất của gia tốc $\rho = da/dt$ hoặc đạo hàm bậc hai của tốc

độ $\rho = d^2v/dt^2$. Khi gia tốc $a \leq 2m/s^2$ thì độ dật không vượt quá $20 m/s^3$. Biểu đồ làm việc tối ưu của thang máy tốc độ trung bình và tốc độ cao biểu diễn trên hình 5 – 13.

Biểu đồ này có thể chia ra làm 5 giai đoạn theo tính chất thay đổi tốc độ của buồng thang: mở máy, chế độ ổn định, hãm xuống tốc độ thấp, buồng thang đến tầng và dừng hãm.

Biểu đồ tối ưu hình 5– 13 sẽ đạt được nếu dùng hệ truyền động một chiều (F – Đ). Nếu dùng hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ hai cấp tốc độ, biểu đồ chỉ thị đạt gần bằng biểu đồ tối ưu. Đối với thang máy chạy chậm, biểu đồ chỉ có ba giai đoạn: mở máy, chế độ ổn định, hãm dừng.



Hình 4 -13 – Các đường cong biểu diễn sự phụ thuộc của quãng đường S, tốc độ v, gia tốc a, và độ gật ρ theo thời gian

c. Dừng chính xác buồng thang:

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 hiện tượng sau:

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

Để khắc phục hậu quả đó, có thể ấn nhấp nút nhấn để đạt được độ chính xác khi dừng, nhưng sẽ dẫn đến các vấn đề không mong muốn sau:

- Hỏng thiết bị điều khiển.
- Gây tổn thất năng lượng.
- Gây hỏng các thiết bị cơ khí.
- Tăng thời gian từ lúc hãm đến lúc dừng.

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

Quá trình hãm buồng thang xảy ra như sau: khi buồng thang đi đến gần sàn tầng, công tắc chuyển đổi tầng cấp lệnh lên hệ thống điều khiển động cơ để dừng buồng thang. Trong khoảng thời gian Δt (thời gian tác động của thiết bị điều khiển), buồng thang đi được quãng đường là: $S' = v_0 \Delta t$, [m].

Trong đó v_0 : Tốc độ bắt đầu lúc hãm, [m/s]. Khi cơ cấu phanh tác động là quá trình hãm buồng thang trong thời gian này đi được một quãng đường S'' .

Trong đó:

$$S'' = \frac{mv_0^2}{2(F_{ph} \pm F_c)} [m]$$

m : Khối lượng phần chuyển động của buồng thang, [kg].

F_{ph} : lực phanh [N]

F_c : lực cản tĩnh [N]

Dấu + hoặc – trong biểu thức trên phụ thuộc vào chiều tác dụng của lực F_c khi buồng thang đi lên (+), khi buồng thang đi xuống (-).

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

Trong đó:

J : momen quán tính hệ quy đổi về chuyển động của buồng thang, [kgm^2].

M_{ph} : momen ma sát, [N].

M_c : momen cản tĩnh, [N].

ω_0 : tốc độ quay của động cơ khi bắt đầu phanh, [rad/s].

D : đường kính puli cáp, [m].

i : tỉ số truyền

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

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

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

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

$$\Delta S = \frac{S_2 - S_1}{2}$$

S_1 : Quãng đường trượt nhỏ nhất của buồng thang khi phanh.

S_2 : Quãng đường trượt lớn nhất của buồng thang khi phanh.

d. Các hệ truyền động điện dùng trong thang máy và máy nâng

Khi thiết kế hệ trang bị điện – điện tử cho thang máy, việc lựa chọn một hệ truyền động, chọn loại động cơ phải dựa trên các yêu cầu sau:

- Độ chính xác khi dừng.
- Tốc độ di chuyển buồng thang.
- Gia tốc lớn nhất cho phép.
- Phạm vi điều chỉnh tốc độ.

Hệ truyền động điện xoay chiều dùng động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc và rotor dây quấn được dùng khá phổ biến trong trang bị điện – điện tử thang máy và máy nâng. Hệ truyền động động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc thường dùng trong thang máy chở hàng tốc độ chậm. Hệ truyền động động cơ không đồng bộ rotor dây quấn thường dùng cho các máy nâng có trọng tải lớn (công suất truyền động động cơ tới 200 KW) nhằm hạn chế dòng khởi động để không gây ảnh hưởng nguồn điện cung cấp.

Hệ truyền động động cơ không đồng bộ nhiều cấp tốc độ thường dùng cho các thang máy chở hành khách có tốc độ trung bình.

Hệ truyền động một chiều máy phát – động cơ có khuếch đại trung gian thường dùng cho thang máy cao tốc. Hệ này đảm bảo biểu đồ hoạt động hợp lý, nâng cao độ chính xác khi dừng tới $\pm (5 \div 10)$ mm. Nhược điểm của hệ này là công suất đặt lớn gấp (3 ÷ 4) lần so với hệ xoay chiều, phức tạp trong vận hành, sửa chữa. Những năm gần đây sự phát triển của kỹ thuật điện tử công suất lớn, các hệ truyền động một chiều dùng bộ biến đổi tĩnh đã được áp dụng khá rộng rãi trong các thang máy cao tốc với tốc độ 5 m/s.

e. Một hệ thống tự động khống chế thang máy tốc độ trung bình

Hệ truyền động điện dùng cho thang máy tốc độ trung bình thường là hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ hai cấp tốc độ. Hệ này đảm bảo dừng chính xác cao, thực hiện bằng cách chuyển tốc độ động cơ xuống tốc độ thấp ($v_0 = 2.5\text{m/s}$) trước khi buồng thang sắp đến sàn tầng. Hệ này thường dùng cho các thang máy chở khách trong các nhà cao tầng (7 ÷ 10) với tốc độ di chuyển của buồng thang dưới 1m/s.

Sơ đồ nguyên lý mạch điện của thang máy được giới thiệu ở hình 5 – 14, hình 5- 15:

Cấp nguồn cung cấp cho hệ bằng cầu dao CD và aptomat Ap. Cuộn dây stator của động cơ được nối vào nguồn cấp qua các tiếp điểm của contactor nâng N hoặc contactor hạ H và các tiếp điểm của contactor tốc độ cao C hoặc contactor tốc độ thấp T.

Nguồn cung cấp cho mạch điều khiển lấy từ hai pha qua hai cầu chì 1CC. Các cửa tầng được trang bị khoá liên động với các hãm cuối 1CT ÷ 5CT. Then cài ngang cửa liên động với các hãm cuối 1PK ÷ 5PK. Việc đóng, mở cửa tầng sẽ tác động lên khoá và then cài cửa tầng làm cho nam châm NC1 tác động. Khi cắt nguồn nam châm NC1 lúc buông thang đến sàn tầng, làm quay then cài, then cài tác động lên một trong các hãm cuối PK và mở khoá cửa tầng.

Để dừng buồng thang tại mỗi sàn tầng, trong sơ đồ dùng hãm cuối HC đặt trong buồng thang. Tác động lên tiếp điểm HC hoặc bằng nam châm dừng theo tầng NC₂ hoặc bằng cần đóng – mở cửa tầng.

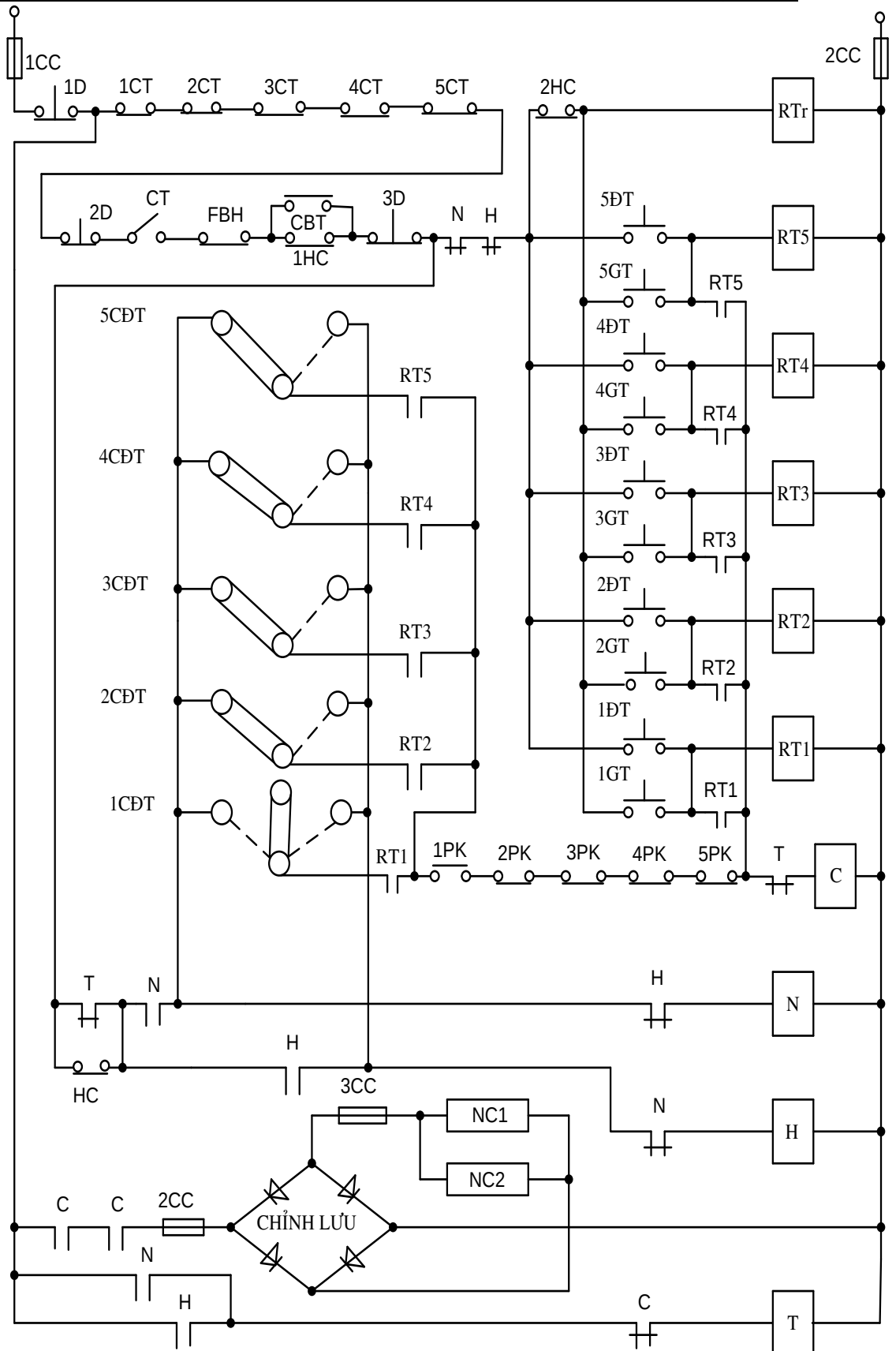
Công tắc chuyển đổi tầng 1CĐT ÷ 5CĐT có ba vị trí là cảm biến dừng buồng thang và xác định vị trí buồng thang so với các tầng.

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

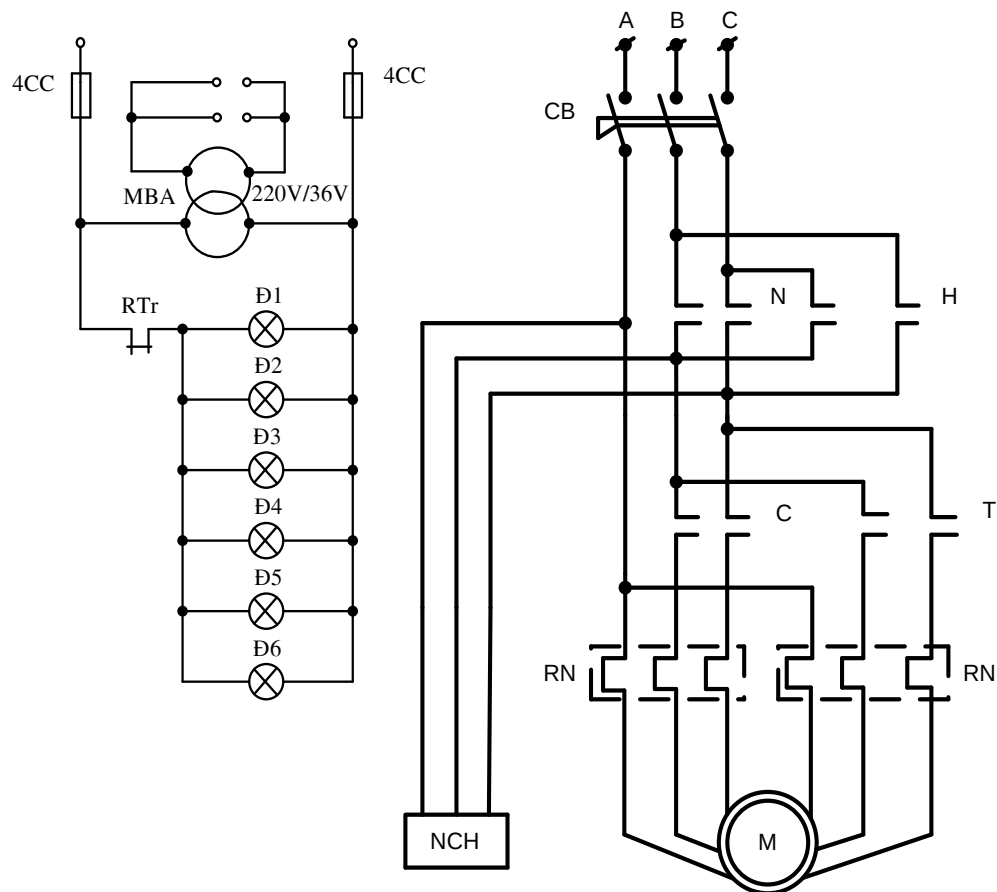
Khởi động cho thang máy làm việc chỉ khi: 1D kín, 1CT ÷ 5CT kín (các cửa tầng đã đóng), 2D, CT kín, FBH (liên động với thanh bảo hiểm) kín, cửa buồng thang đóng, CBT kín và 3D kín.

Hãm cuối 1HC và 2HC liên động với sàn buồng thang. Nếu trong buồng thang có người, tiếp điểm của chúng mở ra. 1HC đấu song song với CBT cho nên dù 1HC hở nhưng mạch vẫn nối liền qua CBT, còn 2HC mở ra loại trừ khả năng điều khiển thang máy bằng nút bấm gọi tầng GT.

Trong sơ đồ có 5 đèn báo Đ₁ ÷ Đ₅ lắp ở trên mỗi cửa tầng và một chiếu sáng buồng thang Đ₆. Khi có người trong buồng, tiếp điểm 2HC mở ra, cuộn dây rơle trung gian mất điện, tiếp điểm thường kín RTr đóng lại làm cho 1Đ ÷ 6Đ sáng lên báo cho biết thang đang “bận” và chiếu sáng cho buồng thang.



Hình 4 – 14: Mạch điện điều khiển thang máy



Hình 4 – 15: Mạch động lực thang máy

Sơ đồ nguyên lý trên hình 5-14 và hình 5-15 là sơ đồ nguyên lý của thang lắp đặt trong nhà 5 tầng và cho trường hợp buồng thang ở tầng một. Xét nguyên lý làm việc của sơ đồ khi cần lên tầng 4.

Hành khách đi vào buồng thang, đóng cửa tầng và cửa buồng thang. Do trọng lượng của hành khách, hai tiếp điểm thường đóng 1HC và 2HC mở ra. Ấn nút bấm đến tầng 4ĐT, rơle tầng RT4 có điện. Các tiếp điểm của RT4 đóng lại cấp nguồn cho cuộn dây của contactor tốc độ cao C. Các tiếp điểm của contactor tốc độ cao đóng lại cấp nguồn cho cầu chỉnh lưu CL là nguồn một chiều cấp cho hai nam châm NC1 và NC2. Nam châm NC1 sẽ đóng tiếp điểm 1PK, cuộn dây contactor N có điện. Cuộn dây stator của động cơ được cấp nguồn qua các tiếp điểm C và N, buồng thang đi lên. Nam châm NC2 sẽ kéo con đội làm cho hãm cuối HC mở ra.

Khi nhả nút bấm 4ĐT, cuộn dây công tắc tơ N được duy trì nguồn cấp cấp qua hai tiếp điểm T (thường kín) và N (đã đóng lại). Đồng thời cuộn dây của rơle RT4 vẫn được tiếp tục duy trì nguồn cung cấp qua công tắc chuyển đổi tầng 4CĐT và các tiếp điểm 1PK ÷ 5PK. Khi buồng thang gần đến tầng 4, buồng thang tác động vào công tắc chuyển đổi tầng 4CĐT, làm cho rơle tầng RT4 và contactor tốc độ cao mất điện. Cuộn dây công tắc tơ tốc độ thấp T có điện qua tiếp điểm thường hở N (đã đóng kín) và tiếp điểm thường kín C. Cuộn dây stator của động cơ được đấu vào nguồn cấp qua các tiếp điểm N và T. Buồng thang tiếp tục đi lên với tốc độ thấp hơn. Đồng thời cắt nguồn cấp cho mạch cầu chỉnh lưu CL, hai nam châm NC1 và

NC2 mất điện làm cho hãm cuối HC kín lại, vẫn duy trì nguồn cấp cho contactor N. Khi buồng thang đến ngang với sàn tầng 4, cần đóng mở cửa đặt ở cửa tầng sẽ tác động làm hãm cuối HC hở ra. Cuộn dây contactor N mất điện, động cơ truyền động dừng lại và phanh hãm điện từ NHC sẽ hãm dừng buồng thang.

Hệ thống tự động khống chế thang máy hoàn toàn tương tự như trên khi điều khiển bằng các nút bấm gọi tầng 1GT ÷ 5GT. Điều khiển thang máy làm việc bằng các nút bấm gọi tầng chỉ thực hiện khi 2HC kín.

