



1956 - 2006

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
50 NĂM XÂY DỰNG VÀ PHÁT TRIỂN

Bùi Quốc Khánh - Hoàng Xuân Bình

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ TỰ ĐỘNG HOÁ CẦU TRỤC & CẦN TRỤC



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PGS.TS. BÙI QUỐC KHÁNH – TS. HOÀNG XUÂN BÌNH

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ VÀ TỰ ĐỘNG HÓA CẦU TRỤC VÀ CÂN TRỤC



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI- 2006**

LỜI NÓI ĐẦU

Cầu trục và cần trục là loại thiết bị được trang bị trong tất cả các nhà máy sản xuất công nghiệp như trong các ngành cơ khí, luyện kim, đóng tàu vật liệu xây dựng.... Trong các công trình xây dựng dân dụng, xây dựng công nghiệp, xây dựng cầu cống.... Đặc biệt trong các cảng biển, cầu trục và cần trục là thiết bị quan trọng để bốc xếp hàng hoá vận chuyển xuất nhập container. Nó là một trong yếu tố cấu thành của cảng biển, quyết định năng lực sản xuất, mức độ hiện đại của cảng biển....

Những năm gần đây do yêu cầu của sản xuất cùng với tiến bộ của khoa học công nghệ cầu trục và cần trục ngày càng được hiện đại hoá. Ở Việt Nam hiện nay với sự phát triển mạnh mẽ của nền kinh tế, cầu trục và cần trục ngày càng tăng về số lượng cũng như mức độ hiện đại của nó. Để đáp ứng nhu cầu thực tế sản xuất hai bộ môn: Điện tự động Trường Đại học Hàng hải và Tự động hoá xi nghiệp công nghiệp Trường Đại học Bách khoa Hà nội hợp tác biên soạn giáo trình "Trang bị điện - điện tử, Tự động hoá cầu trục và cần trục".

TS Hoàng Xuân Bình(ĐHHHVN) chủ biên cùng phối hợp với PGS. TS Bùi Quốc Khánh(ĐHBKHN) biên soạn giáo trình này.

Nội dung giáo trình tập trung vào phân tích động lực học của các cơ cấu phục vụ cho việc xác định cấu trúc và phương pháp điều khiển của hệ điều khiển, đồng thời trình bày một số hệ điều khiển cụ thể của cầu trục cần trục đang sử dụng trong thực tế ở Việt Nam. Những vấn đề tính chọn công suất động cơ hoặc đồ thị phụ tải đã được trình bày ở giáo trình "Trang bị điện điện tử Tự động hoá các máy công nghiệp dùng chung" do Bộ môn Tự động hoá biên soạn nên không nhắc lại ở đây. Giáo trình gồm hai phần:

Phần thứ nhất: Phân tích động lực học của các cơ cấu cầu trục, cần trục trình bày trong sáu chương (chương 1 đến chương 6).

Phần thứ hai: Trang bị điện điện tử Tự động hoá cho các loại cầu trục cần trục diễn hình trình bày trong năm chương (chương 7 đến chương 11).

Giáo trình được dùng làm tài liệu học tập cho sinh viên ngành tự động hoá, đồng thời có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho các kỹ sư ngành có liên quan.

Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn lãnh đạo và các thầy cô giáo hai bộ môn về sự ủng hộ, đóng góp ý kiến cho đề cương và nội dung của giáo trình.

Trang bị điện, điện tử, Tự động hoá cầu trục và cần trục là vấn đề rộng và phức tạp. Vì vậy nội dung giáo trình không tránh khỏi thiếu sót. Rất mong các bạn đồng nghiệp, các bạn đọc đóng góp ý kiến. Thư góp ý xin gửi về Bộ môn Điện- Tự động công nghiệp trường Đại học Hàng Hải Việt Nam 484 Lạch Tray - Hải Phòng, Bộ môn Tự động hoá công nghiệp C9 104 trường Đại học Bách Khoa Hà nội hay Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật 70 Trần Hưng Đạo Hà nội.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn.

Các tác giả

PHẦN 1. ĐỘNG LỰC HỌC CỦA CÁC CƠ CẤU CẦU TRỤC - CẦN TRỤC

CHƯƠNG 1. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ CẦU TRỤC CẦN TRỤC

Cầu trục và cần trục làm nhiệm vụ chuyển dịch hàng hoá, vật tư, thiết bị từ chỗ này sang chỗ khác. Thí dụ trong xây dựng công trình công nghiệp cầu trục nâng các thiết bị công nghệ từ mặt đất lên cao để lắp ráp thành một dây chuyền sản xuất. Trong nhà máy luyện kim cầu trục vận chuyển cuộn thép, phôi thép hoặc các thùng kim loại nóng chảy để vào khuôn đúc... Trong các nhà máy cơ khí cầu trục vận chuyển các phôi gia công để gá lắp lên máy hay vận chuyển các chi tiết được gia công xong đưa sang công đoạn khác. Trong các cảng biển: cần trục bốc dỡ hàng từ trên tàu xuống kho bãi hay vận chuyển hàng hoá xuất khẩu từ kho bãi xuống tàu, vận chuyển các container, các máy móc xuất nhập khẩu qua đường biển. Như vậy cầu trục và cần trục giúp cho con người cơ khí hoá, tự động hoá khâu bốc xếp làm giảm sức lao động, tăng năng suất và chất lượng.

Điều này cho thấy trong bất kỳ lĩnh vực sản xuất nào cũng có tham gia cầu trục và cần trục. Vì tính đa dạng của nó nên cấu tạo của cầu trục và cần trục cũng rất khác nhau. Tuy nhiên chúng có đặc điểm và các cơ cấu chung, thí dụ: cầu trục thường có ba cơ cấu: cơ cấu nâng hạ, cơ cấu dịch chuyển dọc, cơ cấu dịch chuyển ngang và một số cơ cấu phụ để lấy và giữ hàng.

Cần trục thường có nhiều cơ cấu làm được nhiều nhiệm vụ khác nhau, cụ thể có cơ cấu nâng hạ, cơ cấu quay cần, cơ cấu thay đổi tầm với, cơ cấu dịch chuyển và các cơ cấu phụ.

1.1 PHÂN LOẠI CẦU TRỤC, CẦN TRỤC

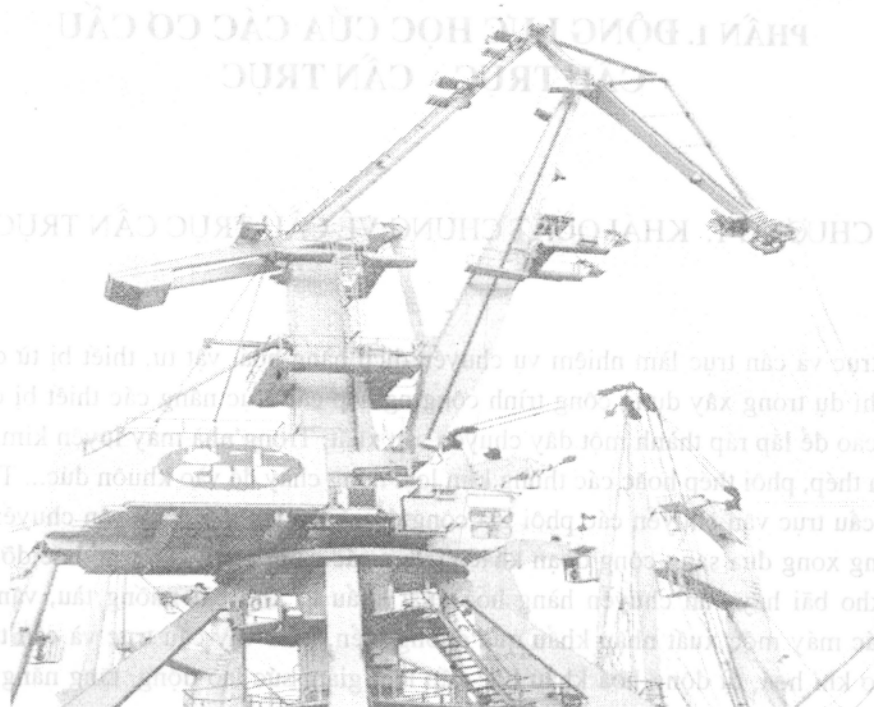
1.1.1. Phân loại theo trọng tải nâng chuyển hàng hoá

- a) Cần trục, cầu trục có tải trọng nhỏ: Trọng tải nâng chuyển từ 1 – 5 tấn.
- b) Cần trục, cầu trục có tải trọng trung bình: Trọng tải nâng chuyển từ 10 – 30 tấn.
- c) Cần trục, cầu trục có tải trọng lớn: Trọng tải nâng chuyển từ 30 – 60 tấn.
- d) Cần trục, cầu trục có tải trọng rất lớn: Trọng tải nâng chuyển từ 80 – 1200 tấn.

1.1.2. Phân loại theo đặc điểm công tác

1. Cần trục chân đế hay còn gọi là cần cầu chân đế

Cần trục chân đế được trình bày trên hình 1.1, có các cơ cấu chính: cơ cấu nâng hạ hàng, cơ cấu nâng hạ cần, cơ cấu quay (cơ cấu quay mâm), cơ cấu di chuyển chân đế. Cần trục chân đế có khả năng bốc xếp hàng rời bằng gầu ngoạm như hình 1.2, bốc xếp hàng hoá treo trên móc cần trục, bốc xếp container...



Hình 1.1. Cần cẩu chân đế Sokol trang bị cho cảng biển.



Hình 1.2. Cần cẩu chân đế bốc xếp hàng rời bằng gầu ngoạm

2. Cần trục lắp đặt trên công tòng nổi

Cần trục cảng lắp đặt trên công tòng nổi trình bày trên hình 1.3, loại này thường có trọng tải nặng lớn, dùng để nâng hạ các cấu kiện, phụ tùng cho ngành lắp máy được vận chuyển bằng đường thủy mà các cần trục chân đế không có khả năng bốc xếp. Các cảng

biển thường trang bị loại cần trục này với số lượng không nhiều, nhưng tính cơ động của nó rất cao để đáp ứng yêu cầu của bốc xếp hàng hoá siêu trọng, mà vẫn đảm bảo tính kinh tế trong vận hành khai thác.



Hình 1.3. Cần trục cảng lắp đặt trên phương tiện thủy

3. Cần cầu - tời hàng trên tàu biển



Hình 1.4. Cần trục trên tàu thủy

Cần cầu –tời hàng trên các tàu biển khi cập cảng tham gia vào quá trình bốc xếp hàng hoá trình bày trên hình 1.4. Cần cầu trên tàu thủy có cấu tạo gồm ba cơ cấu điều khiển chuyển động chính: cơ cấu nâng hạ hàng, cơ cấu nâng hạ cần và cơ cấu quay. Sự hoạt động của cần cầu trên tàu thủy phụ thuộc nhiều vào góc nghiêng của tàu trong quá trình bốc xếp hàng hoá, góc nghiêng trong quá trình hoạt động lớn hơn so với cần cầu chân đế lắp đặt ở cảng.

Tời hàng trên tàu thủy thường có hai loại: tời đơn và tời kép. Tời đơn là loại tời chỉ có một cần, các chuyển động của nó tương tự cần cầu. Tời kép là loại tời có hai cần thường có hai chuyển động khi bốc xếp hàng hoá là nâng hạ và kéo bằng tời để dịch chuyển hàng hoá trong khoảng cách giữa hai đỉnh cần.

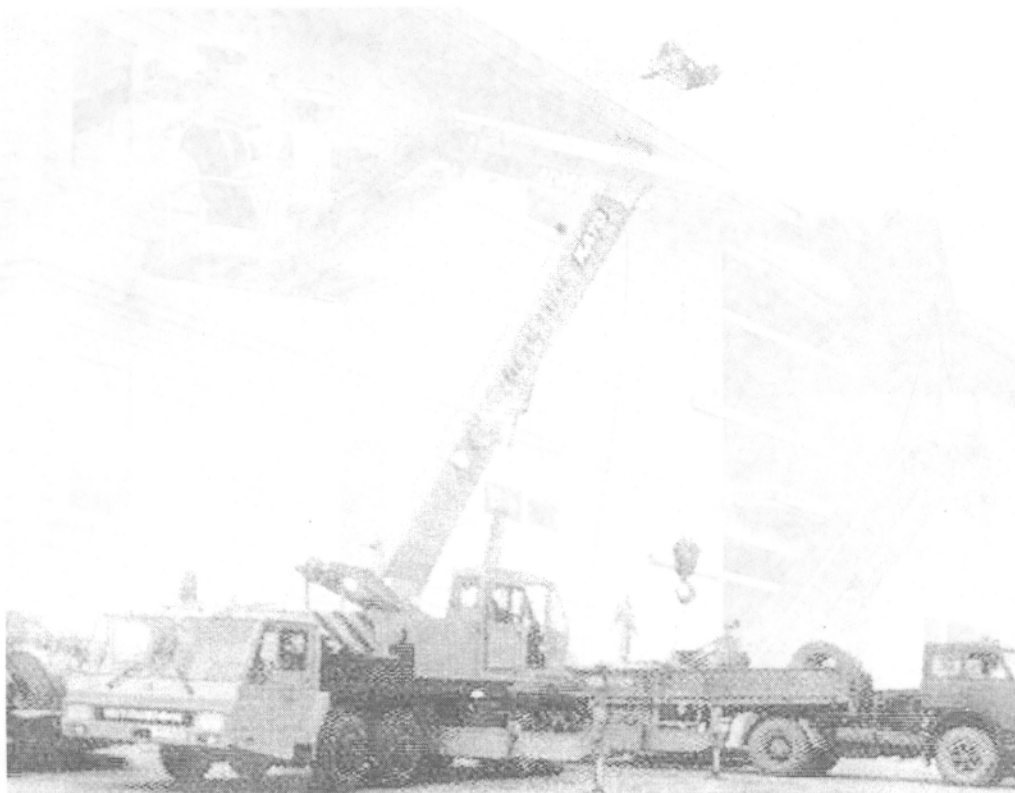
Đặc điểm làm việc của tời đơn trên tàu thủy đảm bảo được tính linh hoạt cao, thời gian đưa vào làm việc nhanh hơn so với tời kép. Nhược điểm của loại này đòi hỏi công suất đặt lớn hơn so với tời kép.

4. Xe nâng - cần cầu trên ô tô

Xe nâng và cần cầu trên ô tô trang bị cho cảng biển được trình bày trên hình 1.5 và hình 1.6.



Hình 1.5. Xe nâng chuyển container chuyên dụng



Hình 1.6. Cần trục lắp đặt trên xe ô tô

Nhóm thiết bị bốc xếp hàng hoá này có số lượng lớn ở cảng biển, chúng có tính linh hoạt cao, hiệu quả kinh tế trong sử dụng. Các xe nâng chuyên dụng như hình 1.5, thường có các cơ cấu điều khiển chuyển động tương tự cần cẩu: chuyển động nâng hạ hàng và chuyển động nâng hạ cần, chuyển động quay. Cần cẩu trên ô tô có các cơ cấu điều khiển chuyển động chính tương tự cần trục.

Đặc điểm của cần cẩu đặt trên ô tô và xe nâng là chủ yếu sử dụng năng lượng dầu diesel, hệ thống truyền động có thể bằng động cơ điện hoặc điện - thủy lực.

5. Cần cẩu zíc zắc

Cần cẩu zíc zắc được trình bày trên hình 1.7, là loại cần cẩu trang bị để thực hiện công tác dịch vụ như lắp mới, sửa chữa kho bãi nhà xưởng và công tác bảo dưỡng hệ thống cung cấp điện, các cần cẩu chân đế...

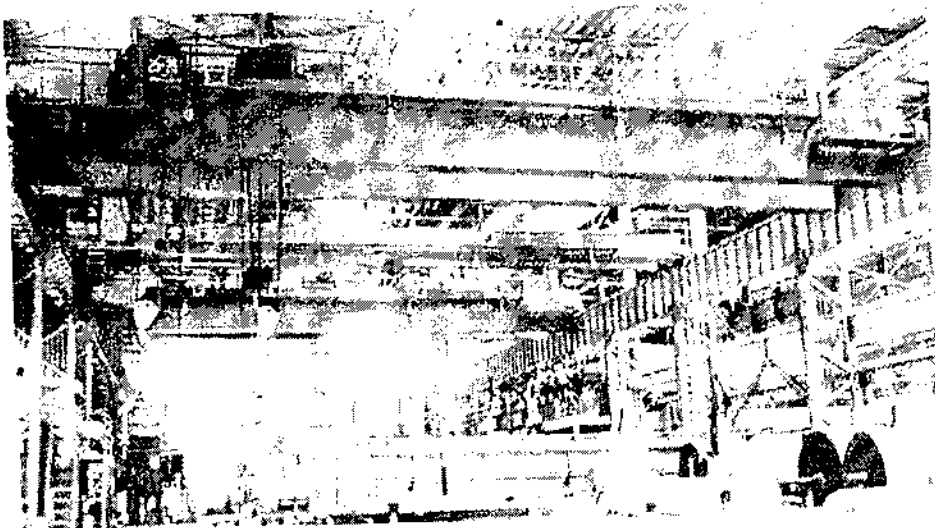
Đặc điểm công tác của cần cẩu zíc zắc là tính linh hoạt cao, gọn nhẹ. Các hệ thống điều khiển chuyển động thường là điện - thủy lực.



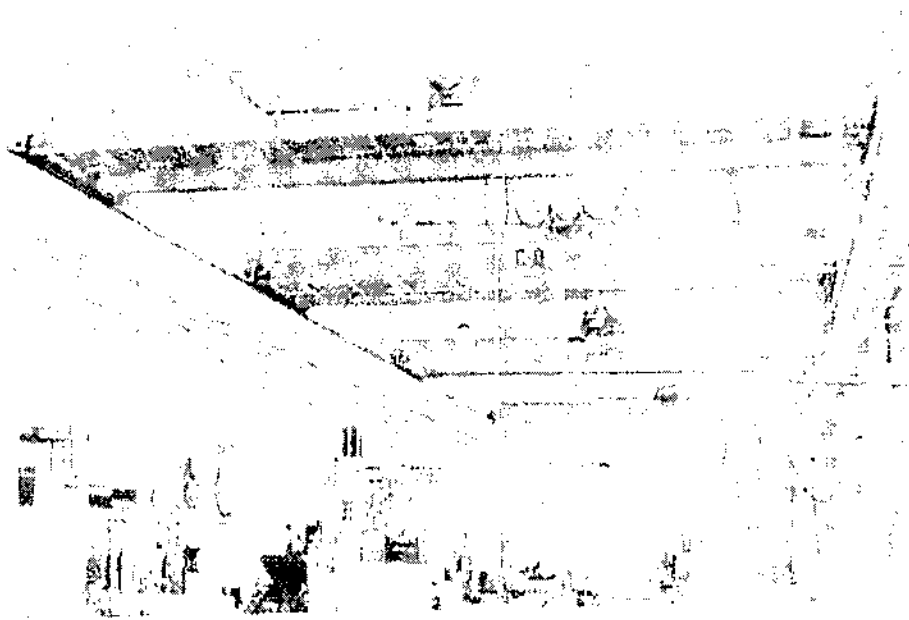
Hình 1.7. Cần trục zícxắc

6. Cầu trục trang bị cho kho bãi và nhà xưởng

Cầu trục chạy trên ray trang bị cho kho hàng, các phân xưởng cơ khí được biểu diễn trên hình 1.8a và 1.8b. Cầu trục loại này có các cơ cấu điều khiển chuyển động chính: cơ cấu nâng hạ hàng, cơ cấu di chuyển xe con, cơ cấu di chuyển giàn. Các cầu trục này thường được thiết kế điều khiển tại chỗ và từ xa.



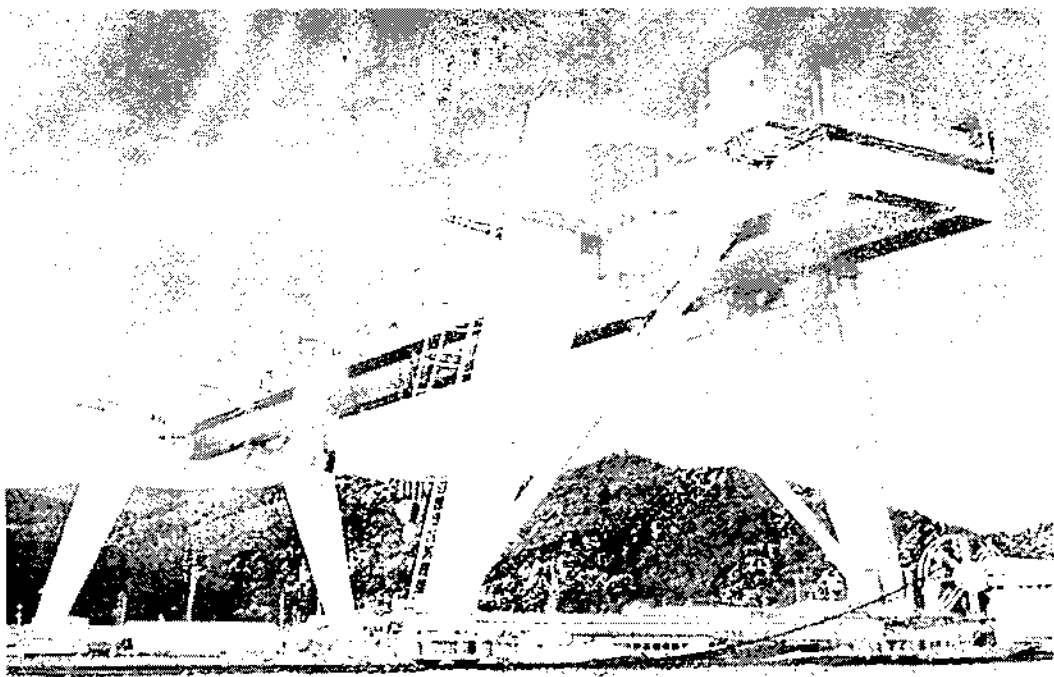
Hình 1.8a. Cầu trục trong nhà máy cán tôn



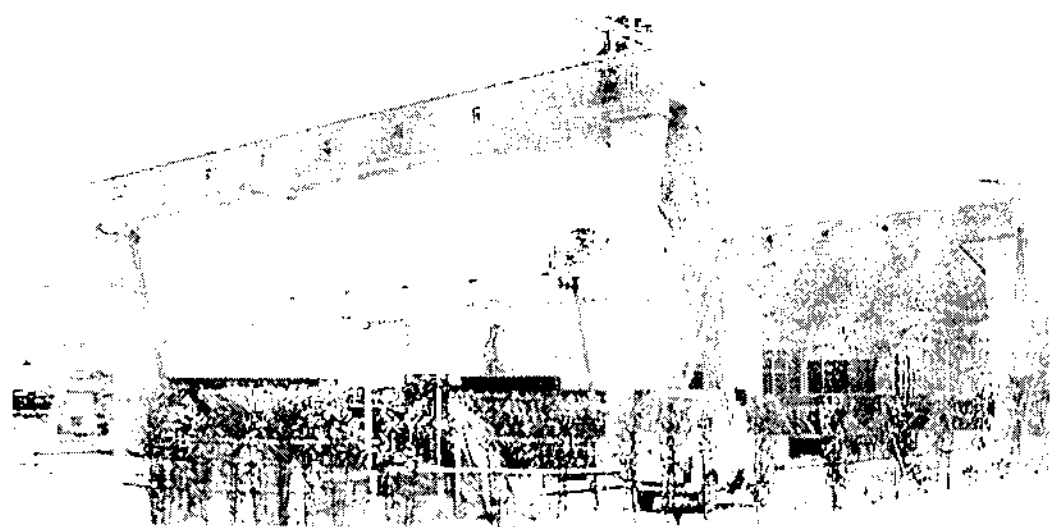
Hình 1.8b. Cầu trục trong nhà máy cơ khí

7. Cầu trục khung dầm hộp chạy trên đường ray

Cầu trục khung dầm thép dạng hộp chạy trên đường ray được biểu diễn trên hình 1.9a và 1.9b, được trang bị cho cảng biển, các nhà máy đóng tàu biển. Loại này thường được thiết kế có trọng tải nặng lớn, làm việc trong phạm vi quy định. Gồm ba cơ cấu điều khiển chuyển động: cơ cấu nâng hạ hàng, cơ cấu di chuyển xe con, cơ cấu di chuyển giàn.



Hình 1.9a. Cầu trục khung dầm hộp chạy trên đường ray



Hình 1.9b. Cầu trục khung dầm hộp chạy trên đường ray

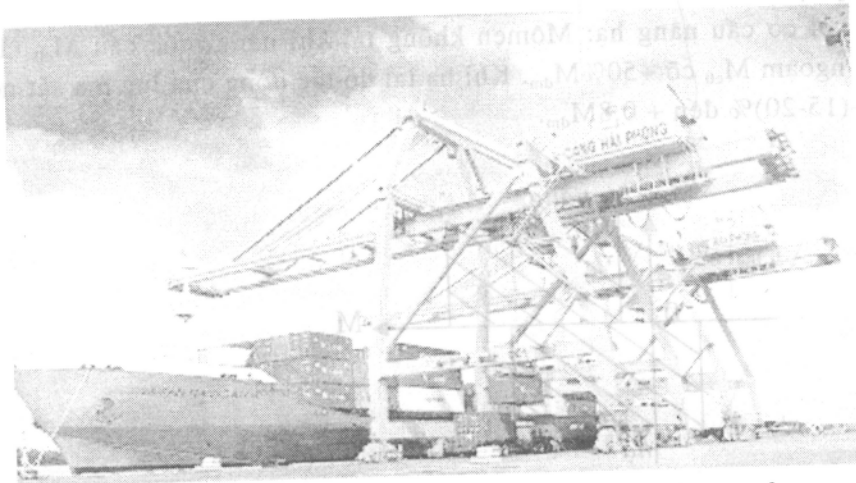
8. Cầu trục bốc xếp container

Cầu trục giàn bánh lốp bốc xếp container được biểu diễn trên hình 1.10. Các cơ cấu điều khiển chuyển động chính của cầu trục giàn bánh lốp bao gồm: cơ cấu nâng hạ hàng, cơ cấu di chuyển xe con, cơ cấu di chuyển giàn. Việc cấp nguồn điện cho cầu trục hoạt động bằng diesel lai máy phát điện đồng bộ. Đặc điểm làm việc của cầu trục giàn bánh lốp là có tính cơ động, năng suất cao.



Hình 1.10. Cầu trục giàn bánh lốp bốc xếp container

Cầu trục giàn chạy trên đường ray bốc xếp container được biểu diễn trên hình 1.11. Các cơ cấu điều khiển chuyển động chính của cầu trục giàn bánh lốp bao gồm: cơ cấu nâng hạ hàng, cơ cấu di chuyển xe con, cơ cấu di chuyển giàn và cơ cấu nâng hạ giàn (nâng hạ côngson). Đặc điểm công tác nổi bật của loại này là có tầm với và trọng tải nâng lớn, năng suất bốc xếp rất cao. Được trang bị cho các cầu cảng chuyên dụng bốc xếp container.



Hình 1.11. Cầu trục giàn bốc xếp container chuyên dụng chạy trên đường ray

1.2 NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CƠ BẢN CỦA HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN CẦU TRỤC VÀ CẦN TRỤC

Phần lớn các cơ cấu của cầu trục và cần trục được truyền động bởi các động cơ điện cung cấp điện cho hệ truyền động có ba dạng:

- Cung cấp điện từ lưới qua các thanh góp điện cố định, loại này thường là cầu trục phân xưởng.
- Cung cấp điện từ lưới qua các cuộn cáp điện, loại này thường dùng đối với cầu trục và cần trục dịch chuyển theo đường ray trên mặt đất.
- Cung cấp điện từ máy phát diesel thường cho loại cầu trục di động trên ô tô

Môi trường làm việc

Phần lớn môi trường làm việc của cầu trục cần trục rất khắc nghiệt. Thí dụ trong các nhà máy cơ khí luyện kim môi trường làm việc cầu trục nóng ẩm nhiều bụi. Trên cảng biển cầu trục, cần trục phải làm việc ngoài trời. Chế độ làm việc cầu trục và cần trục là chế độ ngắn hạn lặp lại, khởi động, hãm thường xuyên.

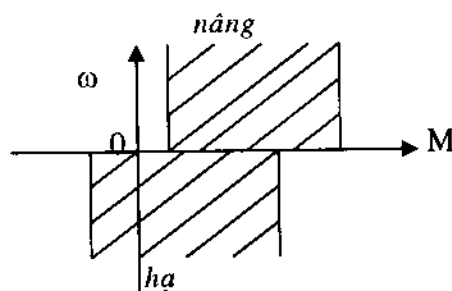
Yêu cầu về điều khiển

- Tất cả truyền động cho các cơ cấu đều cần phải điều chỉnh tốc độ, lực và gia tốc. Hàng hoá được dịch chuyển theo quỹ đạo trong không gian, cho nên thường phải phối hợp hai hoặc ba truyền động cùng một lúc.

- Chuyển dịch hàng hoá không gây va đập và không dao động quá mức, phụ tải vượt số truyền động, mômen quán tính thay đổi do thay đổi tâm với và góc nâng cầu. Điều này dẫn đến cầu cảnh báo quá tải khi tâm với xa và góc nâng lớn. Sự biến đổi phụ tải gây nên tác động kênh giữa các cơ cấu như nâng hạ quay cầu và thay đổi tâm với.

Yêu cầu về phụ tải

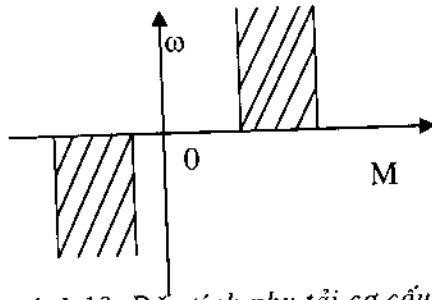
Đối với cơ cấu nâng hạ: Mômen không tải khi nâng móc cầu M_{c0} (15-20%) M_{dm} còn khi gầu ngoạm M_{c0} cỡ +50% M_{dm} . Khi hạ tải do tác động của lực ma sát nên phụ tải sẽ biến đổi từ -(15-20)% đến + 0,8 M_{dm} .



Hình 1.12. Đặc tính phụ tải của cơ cấu nâng

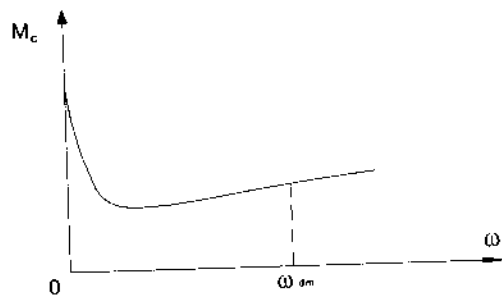
Đối với cơ cấu dịch chuyển, do mômen cản tĩnh và tự trọng nên, mômen cản không tải là :

$M_{c0} = (30 - 50\%)M_{dm}$ đối với xe con; $M_{c0} = (50-55\%)M_{dm}$ đối với xe cầu (xem hình 1.13).



Hình 1.13. Đặc tính phụ tải cơ cấu dịch chuyển

Đối với truyền động điện cho các cơ cấu di chuyển của cầu trục – cần trục phải đảm bảo khởi động động cơ ở chế độ toàn tải. Đặc biệt mùa đông khi môi trường làm tăng mômen ma sát trong các ổ đỡ dẫn đến làm tăng đáng kể mômen cản tĩnh M_C . Trên hình 1.14 biểu diễn mối quan hệ phụ thuộc giữa mômen cản tĩnh và tốc độ động cơ: $M_C = f(\omega)$.



Hình 1.14. Quan hệ $M_C = f(\omega)$ khi khởi động động cơ các cơ cấu di chuyển

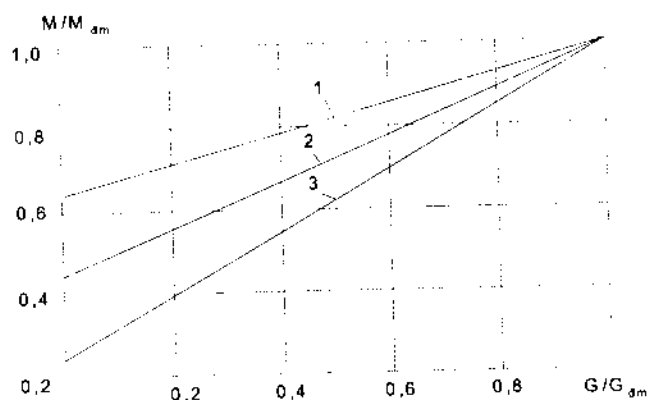
Trên đồ thị ta thấy: Khi $\omega = 0$, M_C lớn hơn 2 đến 2,5 lần ứng với tốc độ định mức.

Đối với các động cơ truyền động cho các cơ cấu nâng hạ hàng, mômen thay đổi theo tải rất rõ rệt. Khi không có tải trọng (khi không tải), mômen động không vượt quá $(15 \div 20)\% \cdot M_{dm}$, đối với cơ cấu nâng của cần trục gầu ngoạm đạt tới $50\% \cdot M_{dm}$, đối với cơ cấu di chuyển xe con bằng $(30 \div 50)\% \cdot M_{dm}$, đối với cơ cấu di chuyển xe cầu bằng $(50 \div 55)\% \cdot M_{dm}$.

Trong các hệ truyền động các cơ cấu của cần trục – cầu trục, yêu cầu quá trình tăng tốc và giảm tốc xảy ra phải êm, đặc biệt là đối với các cần trục – cầu trục thiết kế cho nâng chuyển container và bốc xếp hàng hoá, lắp ráp thiết bị máy móc. Bởi vậy, mômen động trong quá trình quá độ phải được hạn chế theo yêu cầu kỹ thuật an toàn.

Năng suất của cầu trục – cần trục được quyết định bởi hai yếu tố: Tải trọng của thiết bị và số chu kỳ bốc xếp trong một giờ. Thường số lượng hàng hoá bốc xếp trong một

chu kỳ không như nhau và nhỏ hơn trọng tải định mức, cho nên phụ tải của động cơ chỉ đạt $(60 \div 70)\%$ công suất định mức của động cơ.



Hình 1.15. Mômen của động cơ phụ thuộc vào tải trọng.

1- Động cơ di chuyển xe cầu, 2- Động cơ di chuyển xe con, 3- Động cơ nâng hạ.

Do điều kiện làm việc của cần trục và cầu trục rất nặng nề, thường xuyên làm việc trong chế độ quá tải, vì vậy cần trục cầu trục được chế tạo có độ bền và hệ số dự trữ của các cơ cấu cơ khí lớn để chịu quá tải.

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN CƠ CẤU CỦA CẦU TRỤC – CẦN TRỤC

2.1. ĐỘNG HỌC TỔNG QUÁT CỦA CẦU TRỤC

Các cơ cấu trong cầu trục và cần trục trong quá trình làm việc động và tĩnh đều chịu lực và các tác động. Ta cần tính toán chi tiết các lực mômen để phục vụ cho việc thiết kế và lựa chọn vật liệu đảm bảo hệ làm việc ổn định bền vững.

Mỗi cơ cấu của cần trục, không phụ thuộc vào chức năng của nó, đều được cấu thành từ 4 phần tử: Bộ phận chấp hành, bộ truyền, hệ truyền động và phanh; tất cả đều làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại. Vì vậy, mặc dù có cấu trúc và chức năng khác nhau nhưng tất cả các cơ cấu đó đều có nhiều điểm chung theo sơ đồ nguyên lý động học cũng như theo phương pháp tính toán.

Sơ đồ nguyên lý của các cơ cấu chính: Nâng hạ hàng, nâng hạ cần, cơ cấu quay, cơ cấu di chuyển chân đế, được trình bày trên hình 2.1. Các cơ cấu và khâu cuối cùng là bộ phận chấp hành hoặc là thiết bị quán cáp liên kết với bộ phận chấp hành.

2.2 PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN MÔMEN CẢN, LỰC CẢN CỦA CÁC CƠ CẤU VÀ TÍNH QUY ĐỔI MÔMEN CẢN, LỰC CẢN VỀ TRỤC ĐỘNG CƠ

Tham số cơ bản của cơ cấu nâng hạ hàng là tải trọng nâng Q , liên hệ với sức căng trên cáp S_δ quán trên trống tời theo biểu thức sau:

$$S_\delta = \frac{Q+q}{i_n \eta_n} \quad (2.1)$$

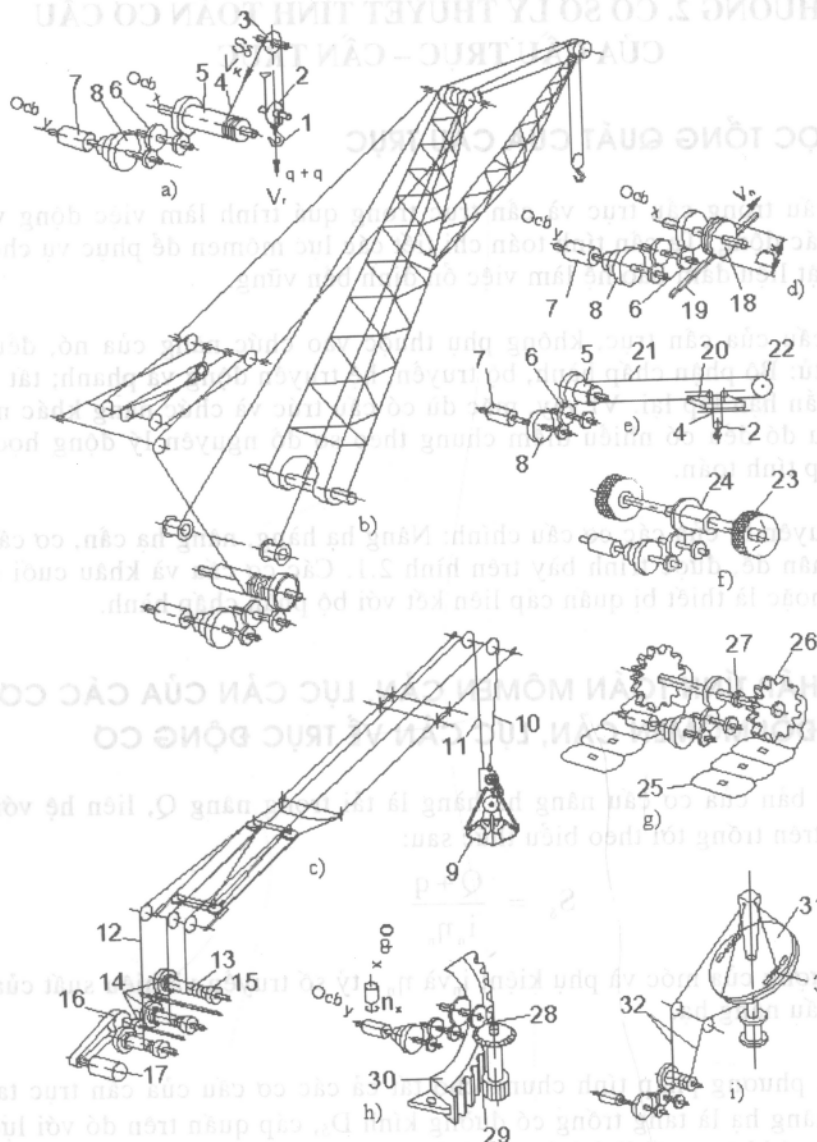
ở đây q – trọng lượng của móc và phụ kiện; i_n và η_n – tỷ số truyền và hiệu suất của hệ thống ròng rọc của cơ cấu nâng hạ.

Để đưa ra phương pháp tính chung cho tất cả các cơ cấu của cần trục ta coi khâu cuối của cơ cấu nâng hạ là tang trống có đường kính D_δ , cáp quán trên đó với lực căng S_δ ; Cơ cấu di chuyển có khâu cuối là bánh xe có đường kính D_k và lực cản trên nó F_n ; Cơ cấu quay có khâu cuối là bánh răng lớn truyền động với mômen cản M_{hp} . Cơ cấu nâng hạ cần (cơ cấu thay đổi tâm với) có khâu cuối là trống tời thay đổi tâm với có đường kính cần D_δ^c , lực căng của cơ cấu nâng cần tác động là S_δ^c hoặc tang trống tời kéo có đường kính là D_δ^T , và lực căng cáp trên tang kéo là S_δ^T . Mômen cản tĩnh được xác định cho các cơ cấu như sau:

$$\text{* Cơ cấu nâng hạ :} \quad M_c = S_\delta \frac{D_\delta}{2}; \quad (2.2)$$

$$\text{* Cơ cấu di chuyển:} \quad M_c = F_n \frac{D_k}{2} \quad (2.3)$$

$$\text{* Cơ cấu quay :} \quad M_c = M_{hp}; \quad (2.4)$$



Hình 2.1. Sơ đồ cấu trúc các cơ cấu chính của cần trục

a) Cơ cấu nâng hạ hàng truyền động bằng động cơ điện: 1- Móc cần; 2- puly nâng; 3- Bloc dẫn; 4- Cáp nâng; 5- Trống tời; 6- Bộ truyền; 7- Động cơ điện; 8- Cơ cấu hãm. b) Cơ cấu thay đổi tâm với bằng thay đổi góc nghiêng của cần truyền động bằng động cơ điện. c) Cơ cấu nâng gầu ngoạm và thay đổi tâm với truyền động nhóm: 9- Gầu ngoạm; 10- Cáp nâng; 11- Cáp đóng gầu; 12- Cáp nâng; 13- Trống tời; 14- Khớp ly hợp; 15- Cơ cấu hãm; 16- Bộ truyền; 17- Động cơ điện. d) Cơ cấu di chuyển bằng bánh: 18- Bánh xe; 19- Đường ray; e) Cơ cấu thay đổi tâm với trên cần: 20- Cơ cấu di chuyển; 21- Cáp kéo; 22- Bloc cuối. f) Cơ cấu di chuyển bằng bánh lốp: 23- Bánh khí nén; 24- Bộ truyền vi sai. g) Cơ cấu di chuyển bằng bánh xích: 25- Xích; 26- Đĩa hình sao; 27- Bánh khí nén; 28- Bộ truyền; 29- Bánh răng trung gian; 30- Bánh khớp điều khiển chiều chuyển động. h) Cơ cấu quay: 31- Đĩa lớn; 32- Cáp kéo; 33- Thiết bị làm căng cáp kéo.

* Cơ cấu thay đổi tâm với (nâng hạ cần):

$$a) \text{ Khi thay đổi độ nghiêng của cần : } M_c = S_s^c \frac{D_s^c}{2}; \quad (2.5)$$

$$b) \text{ Khi di chuyển xe tời theo cần: } M_c = S_s^r \frac{D_s^r}{2}; \quad (2.6)$$

Nếu ký hiệu n_c là tốc độ quay của khâu cuối (trống tời, bánh xe di chuyển hay phân quay của cần trục) tính bằng vg/ph, hiệu suất của bộ truyền η_{co} thì công suất truyền động của động cơ là:

$$P_{dc} = \frac{M_{cn}}{975\eta_{co}} \quad (\text{kW}); \quad (2.7)$$

trong đó M_c - mômen tính bằng kG.m. Giá trị nhận được của công suất dùng để lựa chọn công suất P_{dc} (kW), tốc độ quay của động cơ n_{dc} (vg/ph), tỷ số truyền của hệ thống giữa động cơ và khâu cuối là:

$$i = \frac{n_{dc}}{n_c}; \quad (2.8)$$

Tỷ số truyền bằng tích các tỷ số truyền thành phần:

$$i = i_1 i_2 \dots i_{T-1} i_T.$$

Nếu hệ thống có nhiều trục truyền động thì xác định mômen cho từng trục như sau:

$$M_1^{dc} = \frac{M_c}{i_1 \eta_1}; \quad M_2^{dc} = \frac{M_c}{i_2 \eta_2} = \frac{M_c}{i_1 i_2 \eta_1 \eta_2}; \quad (2.9)$$

trong đó $\eta_1, \eta_2 \dots \eta_T$ - hiệu suất của từng cơ cấu truyền.

Tốc độ các trục được xác định như sau:

$$n_1 = n_c i_1; \quad n_2 = n_1 i_2 = n_c i_1 i_2; \quad n_3 = n_2 i_3 = n_c i_1 i_2 i_3.$$

Mômen hãm trên các trục nhỏ hơn mômen chuyển động vì có sự cản trở chuyển động của các cơ cấu. Khi đó mômen hãm tính theo:

$$M^H = M_c \eta_{co} \quad (2.10)$$

$$M_1^H = \frac{M_1 \eta_1}{i_1}; \quad M_2^H = \frac{M_1^H \eta_2}{i_1} = \frac{M_c \eta_1 \eta_2}{i_1 i_2};$$

Đồng thời chúng ta có:

$$\frac{M^H}{M^{dc}} = \eta_{co}^2;$$

Hiệu suất của bộ truyền:

$$\eta_{co} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \quad (2.11)$$

Hiệu suất các thành phần của các cơ cấu có thể chọn trong khoảng $0,93 \div 0,95$.

Tổn hao ma sát F_{ms} khi cơ cấu làm việc có thể phân thành hai thành phần: Một thành phần không đổi F_{ms}^n và một thành phần thay đổi tỷ lệ với tải F_{ms}^T , ta có:

$$F_{ms} = F_{ms}^n + F_{ms}^T \quad (2.12)$$

Trường hợp phụ tải nhỏ có thể coi $F_{ms} = F_{ms}^n$

Trường hợp phụ tải lớn có thể coi $F_{ms} = F_{ms}^T$

Nếu trọng tải nâng là F_G thì trọng tải toàn phần là $F_s = F_G + F_{ms}$ và hiệu suất nâng tải được tính:

$$\eta = \frac{F_G}{F_G + F_{ms}} \quad (2.13)$$

Như vậy có thể xác định tổn hao ma sát qua hiệu suất khi nâng:

$$F_{ms} = F_G \frac{1-\eta}{\eta} = F_G \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right)$$

và hiệu suất khi hạ:

$$\eta' = \frac{F_G - F_{ms}}{F_G} = 1 - \frac{F_{ms}}{F_G} = 1 - \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) = 2 - \frac{1}{\eta} \quad (2.14)$$

Nhìn chung hiệu suất η khi nâng và hiệu suất η' khi hạ chỉ khác nhau nhiều khi hiệu suất thấp. Đối với cơ cấu nâng hạ, hiệu suất của bộ truyền cơ khí khi hạ nhỏ hơn hiệu suất khi nâng ($\eta' < \eta$). Khi hiệu suất nâng $\eta \leq 0,5$ cơ cấu trở nên tự phanh và giá trị của η phụ thuộc vào tải trọng.

Hệ số đặc trưng cho mức nạp tải: $K = \frac{F_G}{F_G^{dm}}$, F_G^{dm} – tải định mức;

và ta có: $F_G = K.F_G^{dm}$

Tổn hao ma sát được xác định như sau:

$$F_{ms} = F_{ms}^n + F_{ms}^T,$$

$$F_{ms} = a.F_G^{dm} + b.K.F_G^{dm}$$

ở đây a và b là các hệ số không đổi.

Khi nâng:

$$\eta = \frac{F_G}{F_G + F_{ms}} = \frac{K.F_G^{dm}}{K.F_G^{dm} + a.F_G^{dm} + b.K.F_G^{dm}} = \frac{K}{K + a + b.K} = \frac{1}{1 + \frac{a}{K} + b}$$

Khi hạ:

$$\eta' = \frac{F_G}{F_G + F_{ms}} = \frac{K.F_G^{dm} - a.F_G^{dm} - b.K.F_G^{dm}}{K.F_G^{dm}} = 1 - \frac{a}{K} - b$$

Khi tải trọng là định mức $\eta = \eta_{dm}$; $K = 1$.

Do vậy khi nâng:

$$\eta_{dm} = \frac{1}{1+a+b}$$

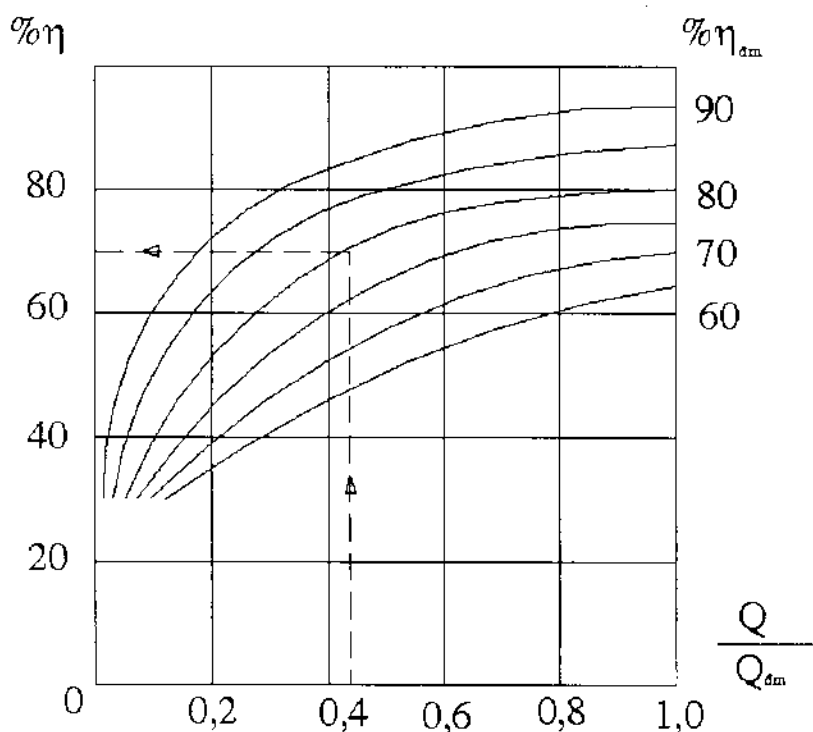
Khi hạ:

$$\eta' = 1 - a - b$$

Vì vậy hiệu suất khi nâng tải trọng bất kỳ có thể tính theo hiệu suất khi tải trọng định mức.

Khi nâng: $\eta = \eta_{dm} \frac{1+a+b}{1+\frac{a}{K}+b} = \eta_{dm} \xi$

Khi hạ: $\eta' = \eta'_{dm} = \frac{1-\frac{a}{K}-b}{1-a-b} = \eta_{dm} \xi'$



Hình 2.2. Hiệu suất của động cơ nâng tải khác nhau

Trên hình 2.2 cho biết hiệu suất của cơ cấu nâng tải trọng bất kỳ phụ thuộc vào hiệu suất khi tải trọng định mức η_{dm} .

Như vậy điều kiện làm việc của động cơ sẽ phụ thuộc vào việc nâng hạ hàng và các tải lớn hay bé. Để nâng được trọng tải F_G động cơ phải có mômen:

$$M^{dc} = \frac{F_G \cdot V_G}{2\pi n \cdot \eta} \text{ (kG.m)} \quad (2.15)$$

ở đây n là tốc độ quay của động cơ (vg/ph); V_G - tốc độ nâng hàng (m/ph); η - hiệu suất của cơ cấu đối với tải trọng này.

Khi hạ tải nặng: Chế độ làm việc của động cơ phụ thuộc vào việc tải trọng có vượt qua được ma sát trong cơ cấu hay không.

Khi hạ tải nhẹ, không vượt qua được ma sát của cơ cấu, mômen động cơ phải sinh ra là:

$$M^{dc} = \frac{F_{ms} - F_G}{2\pi n} V_G$$

vì:
$$F_{ms} = F_G \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right)$$

nên:
$$M^{dc} = \frac{F_G V_G}{2\pi n} \left[\frac{1}{\eta} - 1 - 1 \right] = \frac{F_G V_G}{2\pi n} \left(\frac{1}{\eta} - 2 \right)$$

Rõ ràng rằng M^{dc} sẽ dương khi $\eta < 0,5$.

Nếu $K \leq 0,15$ động cơ cần phải tạo ra mômen hãm để có tốc độ hạ hàng nhất định.

Đối với cơ cấu di chuyển và cơ cấu quay có thể tính toán tương tự như trên và cần chú ý rằng khi nâng, hạ cần các điều kiện thu được cũng tương tự như khi nâng hạ hàng.

Việc tính toán chế độ tĩnh và chế độ động của các cơ cấu được sử dụng khi phân tích chuyển động của các phần tử trong các cơ cấu cũng như để xác định tải của chế độ xác lập khi vận tốc của tất cả các thành phần của cơ cấu không đổi.

2.3. TÍNH QUY ĐỔI ĐỘ CỨNG YÊU CẦU CỦA CÁC CƠ CẤU TRONG HỆ TRUYỀN ĐỘNG CẤU TRÚC - CẦN TRỤC

Đối với một chi tiết chuyển động quay chịu tác động bởi mômen xoắn M gây ra biến dạng căng của tải trọng Q dây cáp biến dạng dài. Khi mômen và lực hết tác động do tính đàn hồi của vật liệu các chi tiết hết biến dạng nếu các chi tiết đó có đủ độ cứng.

Nguyên nhân ta đưa ra hệ số cứng vững của các chi tiết là tỷ số giữa mômen xoắn và góc xoắn được tính:

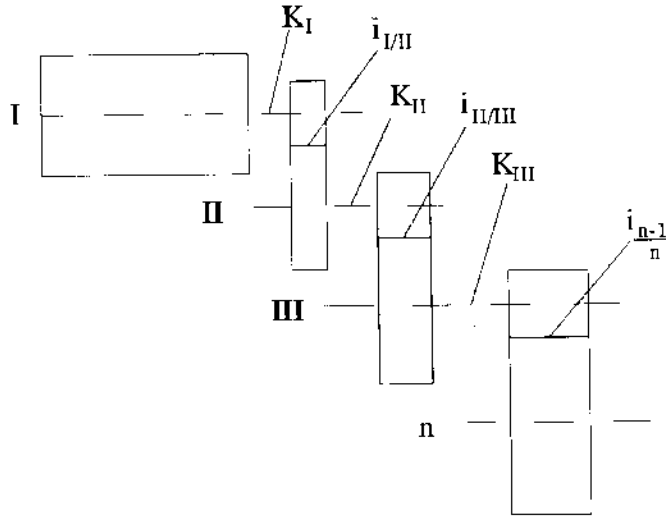
$$K = \frac{M}{\varphi} \text{ (kg.m/độ)} \quad (2.16)$$

trong đó: K - độ cứng vững;

M - mômen xoắn (kg.m);

φ - góc xoắn (độ).

Trong cơ cấu truyền động ta cần phải tính độ cứng của từng chi tiết khi có mômen hoặc lực tác động do tải hoặc động cơ gây nên.



Hình 2.3. Sơ đồ động lực của các cơ cấu truyền động

Từ sơ đồ động lực trình bày trên hình 2.3 ta tính được mômen tại các trục:

Nếu trên trục I phân bố mômen M_I thì mômen trên trục II có M_{II} bằng:

$$M_{II} = M_I \cdot i_{I/II} \cdot \eta_{I/II} ;$$

Mômen trên trục III là:

$$M_{III} = M_{II} \cdot i_{II/III} \cdot \eta_{II/III} = M_I \cdot i_{I/II} \cdot i_{II/III} \cdot \eta_{I/II} \cdot \eta_{II/III} ;$$

Mômen trên trục n là:

$$M_n = M_I \cdot i_{I/n} \cdot \eta_{I/n}$$

Các góc xoắn thành phần phụ thuộc vào độ cứng của các phần tử tương ứng trong hệ truyền động:

Tính góc xoắn các chi tiết khi đặt mômen vào trục I:

$$\varphi_I = \frac{M_I}{K_I} ; \varphi_{II} = \frac{M_{II}}{K_{II}} = M_I \frac{i_{I/II} \eta_{I/II}}{K_{II}} ; \varphi_n = \frac{M_n}{K_n} = M_I \frac{i_{I/n} \eta_{I/n}}{K_n} ;$$

Góc xoắn chung do mômen đặt vào trục I được xác định bằng tổng các góc xoắn thành phần:

$$\begin{aligned} \varphi_I &= \varphi_I + \varphi_{II} i_{I/II} + \dots + \varphi_n i_{I/n} = \frac{M_I}{K_I} + \frac{M_I i_{I/II}^2 \eta_{I/II}}{K_{II}} + \dots + \frac{M_I i_{I/n}^2 \eta_{I/n}}{K_n} \\ &= M_I \left[\frac{1}{K_I} + \frac{i_{I/II}^2 \eta_{I/II}}{K_{II}} + \dots + \frac{i_{I/n}^2 \eta_{I/n}}{K_n} \right] \end{aligned}$$

Độ cứng chung của tất cả bộ truyền được tính như sau:

$$K_n = M_I / \varphi = \frac{1}{\frac{1}{K_I} + \frac{i_{I/II}^2 \eta_{I/II}}{K_{II}} + \dots + \frac{i_{I/n}^2 \eta_{I/n}}{K_n}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{i_{I/i}^2 \eta_{I/i}}{K_i}}$$

Tính toán tương tự ta nhận được góc xoắn chung do mômen tác động trục thứ n:

$$\varphi_n = M_n \left[\frac{\eta_{1:n}}{K_1 i_{1:n}^2} + \frac{\eta_{2:n}}{K_2 i_{2:n}^2} + \dots + \frac{\eta_{n-1:n}}{K_{n-1} i_{n-1:n}^2} + \frac{1}{K_n} \right] = M_n \sum_1^n \frac{\eta_{i:n}}{K_i i_{i:n}^2} \quad (2-17)$$

Độ cứng chung được xác định như sau:

$$K_0 = M_n / \varphi = \frac{1}{\sum_1^n \frac{\eta_{i:n}}{K_i i_{i:n}^2}} \quad (2-18)$$

Palăng quán cấp là một trong những khâu của cơ cấu của sơ đồ động học. Độ cứng của palăng với độ bội i_n , hiệu suất η_n , độ dài h , độ cứng của cấp E_k, F_k , xác định như sau:

Sự dài ra của palăng với tải trọng Q :

$$\Delta h = \frac{Q \cdot h}{i_n E_k F_k} \quad (2-19)$$

Sự dài ra của cấp:

$$\Delta l = \frac{Q \cdot h}{E_k F_k} \quad (2-20)$$

Lực căng của cấp:

$$S = \frac{Q}{i_n \eta_n} \quad (2-21)$$

Hệ số cứng của palăng quy đổi đến vành tang trống:

$$K_n = \frac{S}{\Delta l} = \frac{Q \cdot E_k F_k}{i_n \eta_n Q \cdot h} = \frac{E_k F_k}{h \cdot i_n \eta_n} \quad (2-22)$$

Góc quay của tang do sự dài ra của cấp:

$$\Delta \varphi = \frac{2 \Delta l}{D_\delta} = \frac{2 Q \cdot h}{D_\delta E_k F_k} \quad (2-23)$$

Mômen trên tang:

$$M_\delta = \frac{Q}{i_n \eta_n} \cdot \frac{D_\delta}{2} \quad (2-24)$$

Độ cứng góc của palăng:

$$K_n^{\text{góc}} = M_\delta / \Delta \varphi = \frac{Q \cdot D_\delta D_\delta E_k F_k}{2 i_n \eta_n \cdot 2 Q \cdot h} = \frac{D_\delta^2 E_k F_k}{4 h \cdot i_n \eta_n} \quad (2-25)$$

2.4. TÍNH QUY ĐỔI MÔMEN QUÁN TÍNH VÀ KHỐI LƯỢNG QUÁN TÍNH CỦA CÁC CƠ CẤU

Khi một vật chuyển động đều tích một động năng đối với cơ cấu có nhiều chi tiết động năng:

$$W^d = \frac{\sum J_x \left(\frac{d\varphi_x}{dt} \right)^2}{2} + \frac{\sum m_s \left(\frac{dS_s}{dt} \right)^2}{2} = \frac{\sum J_x \omega_x^2}{2} + \frac{\sum m_s V_s^2}{2}; \quad (2-26)$$

trong đó: J_x , φ_x và ω_x - tương ứng là mômen quán tính, góc quay, tốc độ góc của vật thể bất kỳ quay quanh trục của nó (x là chỉ số); m , s và V là trọng lượng, đường đi và tốc độ dài của vật thể bất kỳ chuyển động tịnh tiến trong hệ khảo sát.

Thông thường để khảo sát động lượng của hệ, ta phải quy đổi mômen quán tính về trục động cơ. Nguyên tắc quy đổi phải bảo toàn động năng, tức là:

$$\frac{J_0 \omega_0^2}{2} = \sum \frac{J_x \omega_x^2}{2} + \sum \frac{m_x V_x^2}{2} \quad (2.27)$$

Từ đó động năng quy đổi:

$$J_0 = \sum J_x \frac{\omega_x^2}{\omega_0^2} + \sum m_x \frac{V_x^2}{\omega_0^2} \quad (2.28)$$

Động năng có thể được tính thông qua trọng lượng quy đổi của hệ thống:

$$m_0 = \sum J_x \frac{\omega_x^2}{V_0^2} + \sum m_x \frac{V_x^2}{V_0^2} \quad (2.29)$$

Nếu ký hiệu tỷ số truyền giữa trục nối tốc độ góc ω_0 với trục có tốc độ góc ω_x bằng $i_{0/x}$:

$$\omega_x = \frac{\omega_0}{i_{0/x}}$$

và tốc độ V_x được thay thế bằng $r_x \omega_x$:

$$V_x = r_x \omega_x = \frac{r_x \omega_0}{i_{0/x}} \quad (2.30)$$

thì giá trị mômen quán tính quy đổi có thể tính bằng:

$$J_0 = \sum J_x \frac{\left(\frac{d\varphi_0}{dt}\right)^2}{i_{0/x}^2 \left(\frac{d\varphi_0}{dt}\right)^2} + \sum m_x r_x^2 \frac{\left(\frac{d\varphi_0}{dt}\right)^2}{i_{0/x}^2 \left(\frac{d\varphi_0}{dt}\right)^2} = \sum \left(\frac{J_x}{i_{0/x}^2} + \frac{m_x r_x^2}{i_{0/x}^2} \right) \quad (2.31)$$

Ghi chú: Giá trị mômen quán tính của một vật thể có kích thước hình học xác định được tính theo các công thức sau:

$$J = \frac{GD^2}{g} K_M ; (\text{kg.m.s}^2),$$

trong đó: G - trọng lượng vật thể bằng kg, g - gia tốc trọng trường bằng $9,81 \text{ m/s}^2$, D - đường kính bằng m; K_M - hệ số đặc trưng cho sự phân bố trọng lượng vật thể. Hệ số K_M xác định theo số tay tra cứu.

Đối với các vật thể được bố trí nằm nghiêng so với mặt phẳng nằm ngang và được phân bố trên chiều dài (ví dụ như cần chắn hạn) có các điểm đầu và cuối nằm cách trục quay với các khoảng cách là r_1 và r_2 thì:

$$J = \frac{G}{3} (r_1^2 + r_1 r_2 + r_2^2).$$

Vật thể có kích thước hình thập tiết diện vuông 4 góc với tiết diện ngang $b \times b$:

$$J = \frac{G}{2} b^2.$$

Mômen quán tính của rôto động cơ điện và một số phần tử quay khác có thể tra trong các sổ tay tra cứu hoặc tính theo công thức sau:

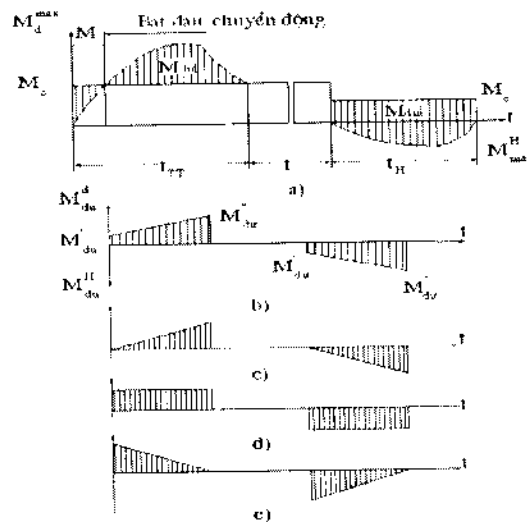
$$J = \frac{GD^2}{4g}; (\text{kg.m}^2)$$

hoặc:
$$J = \frac{mD^2}{4}; (\text{kg.m}^2)$$

2.5. ĐẶC TÍNH MÔMEN TRONG QUÁ TRÌNH QUÁ ĐỘ

Trong quá trình quá độ, hệ thống cần cung cấp năng lượng khi gia tốc và tiêu tán năng lượng trong quá trình hãm.

Độ dài chu kỳ chuyển động quá độ (hình 2.4) là hàm số của mômen dư do động cơ sinh ra hoặc mômen dư tác động làm phanh hãm (xem hình 2.4a, b, c, d).



Hình 2.4

a - Sự thay đổi bất kỳ; b - Sự thay đổi mômen dư dạng hình thang; c, e - Sự thay đổi mômen dư theo hình tam giác; d - Mômen dư có giá trị không đổi

Đối với chu kỳ gia tốc, mômen dư là hiệu số giữa mômen của động cơ trong thời gian này và mômen cản tĩnh quy về trục động cơ; còn đối với chu kỳ hãm là tổng của mômen hãm và mômen cản tĩnh quy về trục động cơ.

Trong quá trình khởi động:

$$M_d^{TT} = M_c + J_0 \frac{d^2 \varphi_{TT}}{dT^2} \quad (2.32)$$

Trong quá trình hãm:

$$M_d^{H} = M_c - J_0 \frac{d^2 \varphi_H}{dT^2} \quad (2.33)$$

ở đây M_d^{TT} , M_d^H - mômen khởi động và làm quay trục động cơ;

J_0 : mômen quán tính trong quy đổi tại đây φ_{TT} , φ_H .

Gần đúng ta coi đặc tính mômen trong quá độ là đường thẳng:

$$M_{đđ} = \pm \left[M_{đđđ} + \frac{t}{t_k} (M_{đđđ} - M_{đđđđ}) \right] \quad (2.34)$$

trong đó: t - thời điểm tính (thời điểm hiện tại);

t_k - thời gian chuyển động quá độ;

$t_k = t_{tr}$ - khi khởi động; $t_k = t_{h}$ - khi hãm;

$M_{đđđ}$ và $M_{đđđđ}$ - giá trị mômen dư ban đầu và mômen dư ở thời điểm cuối của chuyển động. (Dấu (+) tương ứng với quá trình khởi động, dấu (-) cho quá trình hãm.

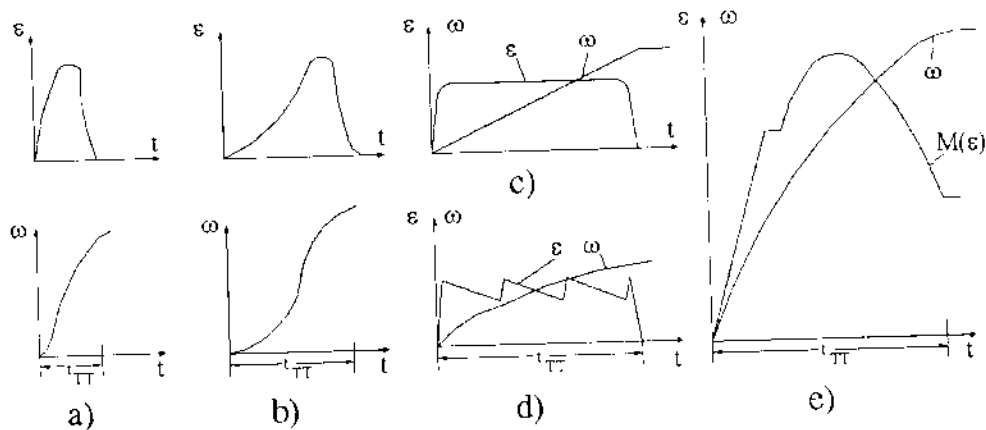
Luật thay đổi mômen dư có thể có ba khả năng như sau:

1) $M_{đđđ} = 0$ - tương ứng với sự thay đổi gia tốc tuyến tính từ 0 đến cực đại (hình 2.4c);

2) $M_{đđđ} = M_{đđđđ}$ - trường hợp gia tốc không đổi (hình 2.4d);

3) $M_{đđđđ} = 0$ - tương ứng với sự thay đổi gia tốc tuyến tính từ cực đại đến 0 (hình 2.4e).

Ở trường hợp thứ nhất ($M_{đđđ} = 0$) khi mà mômen dư tăng dần thường xảy ra khi vận hành cơ cấu nhờ các khớp ly hợp, trong đó luật tăng mômen phụ thuộc vào luật điều khiển khớp ly hợp và trình độ người vận hành (hình 2.5a và b).



Hình 2.5. Đặc tính gia tốc và tốc độ

a - Nối khớp ly hợp tác động nhanh; b - Nối khớp ly hợp tác động chậm; c - Sự thay đổi gia tốc và tốc độ trong quá trình khởi động động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc; d - Sự thay đổi gia tốc và tốc độ khi khởi động động cơ không đồng bộ rôto dây quấn; e - Đặc tính quá độ khi dùng hệ thống máy phát động cơ

Trường hợp thứ hai ($M_{đđđ} = M_{đđđđ}$) mômen dư không đổi ứng với khởi động hệ thống được thực hiện bằng động cơ không đồng bộ ba pha (hình 2.5c, d), trong trường hợp d) đường gia tốc có dạng răng cưa ứng với sự thay đổi giật của mômen quay với mức khác nhau của điện trở phụ.

Trường hợp thứ ba ($M_{đđđđ} = 0$) tương ứng với việc khởi động hệ thống bằng động cơ điện trong hệ máy phát động cơ cũng như bằng động cơ đốt trong (hình 2.5e).

Trong quá trình hãm đặc tính tăng mômen hãm phụ thuộc vào kết cấu của cơ cấu hãm và luật điều khiển quá trình hãm.

Phương trình chuyển động trong các trường hợp đã nêu có thể viết như sau:

Đối với quá trình khởi động:

$$\frac{d^2\varphi_{\text{TT}}}{dt^2} = \frac{M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}{J_0} + \frac{t}{t_{\text{TT}}} \cdot \frac{M_{\text{đư}}^{\text{TT}'} - M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}{J_0}; \quad (2.35)$$

Đối với quá trình hãm:

$$\frac{d^2\varphi_{\text{H}}}{dt^2} = \frac{M_{\text{đư}}^{\text{H}}}{J_0} + \frac{t}{t_{\text{H}}} \cdot \frac{M_{\text{đư}}^{\text{H}'} - M_{\text{đư}}^{\text{H}}}{J_0}; \quad (2.36)$$

Tốc độ góc trong quá trình tăng tốc (trong quá trình khởi động):

$$\omega_{\text{TT}} = \frac{d\varphi_{\text{TT}}}{dt} = \int \frac{M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}{J_0} dt + \int \frac{M_{\text{đư}}^{\text{TT}'} - M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}{J_0} \cdot \frac{t}{t_{\text{TT}}} dt \quad (2.37)$$

Giải (2-37) ta nhận được:

$$\omega_{\text{TT}} = \frac{d\varphi_{\text{TT}}}{dt} = \frac{M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}{J_0} t + \frac{M_{\text{đư}}^{\text{TT}'} - M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}{2J_0 t_{\text{TT}}} t^2; \quad (2.38)$$

Xác định quãng đường khi khởi động (gia tốc):

$$\varphi_{\text{TT}} = \int \frac{M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}{J_0} t dt + \int \frac{M_{\text{đư}}^{\text{TT}'} - M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}{J_0} \cdot \frac{t^2}{2t_{\text{TT}}} dt \quad (2.39)$$

Giải (2-39) với điều kiện đầu $t = 0$; $\varphi_{\text{TT}} = 0$ và khi $t = t_{\text{TT}}$, $\omega_{\text{TT}} = \omega_0$, ta có:

$$\begin{aligned} \varphi_{\text{TT}} &= \frac{M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}{2J_0} t^2 + \frac{M_{\text{đư}}^{\text{TT}'} - M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}{6J_0 t_{\text{TT}}} t^3 \\ \omega_0 &= \frac{M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}{J_0} t_{\text{TT}} + \frac{M_{\text{đư}}^{\text{TT}'} - M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}{2J_0} t_{\text{TT}} = \frac{M_{\text{đư}}^{\text{TT}'} + M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}{2J_0} t_{\text{TT}} \end{aligned} \quad (2.40)$$

Từ đó suy ra:

$$t_{\text{TT}} = \frac{2J_0 \omega_0}{M_{\text{đư}}^{\text{TT}'} - M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}. \quad (2.41)$$

Quãng đường khởi động cuối cùng được xác định:

$$\begin{aligned} \varphi_{\text{TT}} &= \left(\frac{M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}{2J_0} + \frac{M_{\text{đư}}^{\text{TT}'} - M_{\text{đư}}^{\text{TT}}}{6J_0} \right) t_{\text{TT}}^2 = \frac{2M_{\text{đư}}^{\text{TT}} + M_{\text{đư}}^{\text{TT}'}}{6J_0} t_{\text{TT}}^2 = \\ &= \frac{2M_{\text{đư}}^{\text{TT}} + M_{\text{đư}}^{\text{TT}'}}{6J_0} \cdot \frac{4J_0^2 \omega_0^2}{(M_{\text{đư}}^{\text{TT}'} + M_{\text{đư}}^{\text{TT}})^2} = \frac{2}{3} J_0 \omega_0^2 \frac{2M_{\text{đư}}^{\text{TT}} + M_{\text{đư}}^{\text{TT}'}}{(M_{\text{đư}}^{\text{TT}'} + M_{\text{đư}}^{\text{TT}})^2} \end{aligned} \quad (2.42)$$

Phân tích tương tự trong giai đoạn hãm, tốc độ góc được tính như sau:

$$\omega_{\text{H}} = \omega_0 - \frac{M_{\text{đư}}^{\text{H}}}{J_0} t - \frac{M_{\text{đư}}^{\text{H}'} - M_{\text{đư}}^{\text{H}}}{2J_0 t_{\text{H}}} t^2. \quad (2.43)$$

Chúng ta xác định quãng đường hãm:

$$\varphi_H = \omega_0 t - \frac{M_{du}^{H'}}{2J_0} t^2 - \frac{M_{du}^{H'} - M_{du}^{H'}}{6J_0 t_H} t^3$$

Vì khi $t = t_H$, $\omega_H = 0$ thì:

$$\omega_H = \omega_0 - \frac{M_{du}^{H'}}{J_0} t_H - \frac{M_{du}^{H'} - M_{du}^{H'}}{2J_0} t_H = 0,$$

hoặc:

$$\omega_0 - \frac{M_{du}^{H'} - M_{du}^{H'}}{2J_0} t_H = 0;$$

Suy ra:

$$t_H = \frac{2J_0 \omega_0}{M_{du}^{H'} + M_{du}^{H'}}.$$

Toàn bộ quãng đường hãm:

$$\begin{aligned} \varphi_H &= \omega_0 t_H - \frac{M_{du}^{H'} - M_{du}^{H'}}{6J_0} t_H^2 = \omega_0 t_H - \frac{2M_{du}^{H'} - M_{du}^{H'}}{6J_0} t_H^2 \\ &= \frac{2J_0 \omega_0^2}{M_{du}^{H'} + M_{du}^{H'}} - \frac{2M_{du}^{H'} + M_{du}^{H'}}{6J_0} \cdot \frac{4J_0 \omega_0^2}{(M_{du}^{H'} + M_{du}^{H'})^2} = \frac{2}{3} J_0 \omega_0^2 \frac{M_{du}^{H'} + 2M_{du}^{H'}}{(M_{du}^{H'} + M_{du}^{H'})^2} \end{aligned} \quad (2.44)$$

Trên đây là các công thức chung, các trường hợp cụ thể tham khảo ở tài liệu tra cứu.

Khi phân tích các công thức ở bảng tra cứu cho thấy rằng mômen dư có dạng như ở hình 2.4d có thời gian khởi động ngắn nhất và gia tốc là nhỏ nhất, còn tốc độ thay đổi tuyến tính. Trên đồ thị hình ở hình 2.4c, d đường tốc độ trong thời gian chuyển động không ổn định tạo thành một góc với đường nằm ngang xác định tốc độ trong thời gian ổn định, do vậy tại thời điểm bắt đầu và kết thúc khởi động và hãm xảy ra hiện tượng giật gọi là các nhảy bậc tốc độ, được biểu diễn bằng đạo hàm của gia tốc hay đạo hàm bậc hai của tốc độ.

Biểu thức biểu diễn sự liên hệ giữa các đại lượng độ giật, gia tốc và tốc độ, quãng đường như sau:

$$\varphi = \frac{d\varepsilon}{dt}. \quad (2.45)$$

2.6. SỰ PHỤ THUỘC GIỮA MÔMEN ĐỘNG VỚI THỜI GIAN QUÁ TRÌNH KHỞI ĐỘNG

Giải phương trình chuyển động tổng quát cho phép xác định được sự phụ thuộc giữa mômen động trong giai đoạn quá độ với thời gian quá độ.

Để giải quyết được bài toán đó nhất thiết phải biết được mômen cản tĩnh M_C . Ta ký hiệu:

M_G - mômen do lực trọng trường của tải trọng hàng hoá gây nên;

M_{Kp} - mômen do thành phần của lực trọng trường khi chuyển động tịnh tiến và quay của các phần tử;

M_{CT} - mômen cản tĩnh khi chuyển động tịnh tiến;

M_{CQ} - mômen cản tĩnh khi chuyển động quay;

M_{ms} - mômen ma sát trong cơ cấu.

Khi đó giá trị mômen cản tĩnh được xác định theo các biểu thức sau:

Đối với cơ cấu nâng hạ:

$$M_C = \pm M_G + M_{ms} \quad (2.46)$$

Đối với cơ cấu di chuyển:

$$M_C = \pm M_{KP} + M_{CT} + M_{ms} \quad (2.47)$$

Đối với cơ cấu quay:

$$M_C = \pm M_{KP} + M_{CQ} + M_{ms} \quad (2.48)$$

Dấu cộng ứng với hướng chuyển động trong đó cần vượt qua lực trọng trường của tải trọng hoặc thành phần lực trọng trường của cần (khi nâng, khi chuyển động lên trên theo góc nghiêng).

Vì lực cản trong cơ cấu có thể coi tỷ lệ với mômen động, nên mômen ma sát M_{ms} có thể đưa vào trong công thức tính giá trị hiệu suất của cơ cấu.

Mômen cản tĩnh M_C có thể tính thông qua lực F_x và bán kính điểm đặt lực r_x :

$$M_{Cx} = F_x r_x \quad (2.49)$$

Vì tốc độ chuyển động tịnh tiến của vật thể là V_x (m/s), bán kính quay là r_x (m) và tốc độ góc là n_x (vg/ph) tương ứng với cùng một trục liên hệ với nhau như sau:

$$r_x = \frac{60V_x}{2\pi n_x} = \frac{9,55V_x}{n_x},$$

nên ta có:

$$M_{Cx} = \frac{9,55F_x V_x}{n_x}.$$

Chuyển về một trục bất kỳ O (thường là trục của động cơ hoặc trục cơ cấu hãm) có tốc độ quay n_0 (vg/ph) thì mômen cản tĩnh được tính bằng:

$$M_{C_0} = \frac{M_{Cx}}{i_{0/x} \eta_{0/x}} = \frac{F_x r_x}{i_{0/x} \eta_{0/x}} = \frac{9,55F_x V_x}{n_x i_{0/x} \eta_{0/x}} = \frac{9,55F_x V_x}{n_0 \eta_{0/x}}; \quad (2.50)$$

Hoặc khi tính mômen cản tĩnh bằng tổng các mômen cản tĩnh thành phần:

$$M_{C_0} = \frac{9,55}{n_0} \sum \frac{F_x V_x}{\eta_{0/x}},$$

trong đó: $i_{0/x}$ - tỷ số truyền giữa trục quay x và trục quay O, được hiểu là quan hệ giữa tốc độ góc của trục quay O và tốc độ góc trên trục x; $\eta_{0/x}$ - hiệu suất truyền giữa trục O và trục x.

Công thức trên được đưa ra cho trường hợp khi lực cản trong cơ cấu là ngược chiều chuyển động. Nếu lực cản trong cơ cấu cùng chiều chuyển động (quá trình hãm) thì trong công thức thay vì giá trị hiệu suất truyền $\eta_{0/x}$ đưa vào giá trị hệ số cản tức là hiệu suất ngược.

Ta đưa vào phương trình chuyển động tổng quát giá trị M_C và ϵ_{Max} theo các bảng tra cứu. Sự tổn hao do ma sát tỷ lệ với mômen động do đó trong tính toán thiết kế sự tổn hao này được đưa vào các công thức tính giá trị hiệu suất của cơ cấu. Khi đó ta nhận được:

$$M_d^{TT} = \frac{9,55}{n_0} \sum \frac{F_x V_x}{\eta_{0/x}} + \sum \frac{J_x}{i_{0/x}^2 \eta_{0/x}} \varepsilon_{TT}^{Max} + \sum \frac{m_x r_x^2}{i_{0/x}^2 \eta_{0/x}} \varepsilon_{TT}^{Max}.$$

Khi thay r_x bằng $\frac{9,55 V_x}{n_x}$, $n_x i_{0/x}$ bằng n_0 và ε_{TT}^{Max} bằng $\frac{\omega_0}{t_{TT}} K = \frac{\pi n_0 K}{30 t_{TT}}$ (giá trị K cho

trước), ta nhận được:

$$\begin{aligned} M_d^{TT} &= \frac{9,55}{n_0} \sum \frac{F_x V_x}{\eta_{0/x}} + \sum J_x \frac{\pi n_0 K}{i_{0/x}^2 \eta_{0/x} 30 t_{TT}} + \sum \frac{m_x 9,55^2 V_x^2 \pi n_0 K}{n_x^2 i_{0/x}^2 \eta_{0/x} 30 t_{TT}} \\ &= \frac{9,55}{n_0} \sum \frac{F_x V_x}{\eta_{0/x}} + \frac{9,55}{n_0 t_{TT}} \sum \frac{m_x V_x^2}{\eta_{0/x}} K + \frac{0,105}{t_{TT}} \sum \frac{J_x}{i_{0/x}^2 \eta_{0/x}} K. \end{aligned}$$

Nếu M_d nhận giá trị mômen khởi động trung bình của động cơ thì khi giải phương trình sẽ nhận được thời gian khởi động (thời gian tăng tốc):

$$t_{TT} = \frac{\frac{9,55}{n_0} \sum \frac{m_x V_x^2}{\eta_{0/x}} K + 0,105 n_0 \sum \frac{J_x}{i_{0/x}^2 \eta_{0/x}} K}{M_d^{TT} - \frac{9,55}{n_0} \sum \frac{F_x V_x}{\eta_{0/x}}} \quad (2.51)$$

Mômen khởi động của động cơ không đồng bộ thường có giá trị thay đổi vì vậy khi tính toán thường lấy tích phân trung bình giá trị mômen. Trong tính toán truyền động điện cần trục công suất trung bình, mômen khởi động trung bình thường được xác định theo công thức sau:

$$M_d^{TT.TB} = 0,5(M_{đầu} + M_{cuối}).$$

trong đó $M_{đầu}$, $M_{cuối}$ là mômen động ở thời điểm đầu và cuối của quá trình khởi động (quá trình tăng tốc). Các giá trị tham khảo theo sổ tay tra cứu.

Theo tiêu chuẩn kỹ thuật với $J = \frac{GD^2}{4g}$ ta có:

$$\frac{9,55}{n_0} \sum \frac{F_x V_x}{\eta_{0/x}} = M_c.$$

Nên nếu quy về trục động cơ tất cả các phần tử chuyển động quay và tịnh tiến có thể nhận được công thức sau:

$$t_{TT} = \frac{0,105 n_0 GD^2}{4g(M_d^{TT} - M_c)} = \frac{mD^2 n_0}{375(M_d^{TT} - M_c)}.$$

trong công thức: GD^2 đo bằng $kg.m^2$ và M_d^{TT} , M_c đo bằng $kG.m$.

Trong hệ SI phân tích tương tự, ta tính thời gian khởi động như sau:

$$t_{TT} = \frac{0,105 n_0 mD^2}{4g(M_d^{TT} - M_c)} = \frac{mD^2 n_0}{38(M_d^{TT} - M_c)}.$$

trong đó mD^2 đo bằng (kg.m), $(M_d^{TT} - M_c)$ đo bằng (N.m), còn đơn vị đo của mD^2 và GD^2 là như nhau.

Trong quá trình hãm phương trình mô tả như sau:

$$-M_d^H = \frac{9,55}{n_0} \sum F_x V_x \eta_{0/x} - \sum J_x \frac{\eta_{0/x}}{i_{0/x}^2} \varepsilon_H^{Max} - \sum \frac{m_x r_x^2 \eta_{0/x}}{i_{0/x}^2} \varepsilon_H^{Max}.$$

Khi thay r_x bằng $\frac{9,55 V_x}{n_x}$, $n_x i_{0/x}$ bằng n_0 và $\varepsilon_H^{Max} = \frac{\omega_0}{t_H} K = \frac{\pi n_0}{30 t_H} K$ (dấu âm ở trước

biểu thức nói lên rằng gia tốc trong giai đoạn hãm là âm). Ta viết được:

$$\begin{aligned} -M_d^H &= \frac{9,55}{n_0} \sum F_x V_x \eta_{0/x} - \sum \frac{J_x \eta_{0/x} \pi n_0}{i_{0/x}^2 30 t_H} - \sum m_x \frac{9,55 V_x^2 \eta_{0/x} \pi n_0}{n_x^2 i_{0/x}^2 30 t_H} K = \\ &= \frac{9,55}{n_0} \sum F_x V_x \eta_{0/x} - \frac{9,55}{n_0 t_H} \sum m_x V_x^2 \eta_{0/x} K - \frac{0,105 n_0}{t_H} \sum J_x \frac{\eta_{0/x}}{i_{0/x}^2} K \end{aligned}$$

Mômen động M_d^H là mômen hãm thì thời gian hãm được tính như sau:

$$t_H = \frac{\frac{9,55}{n_0} \sum m_x V_x^2 \eta_{0/x} K + 0,105 n_0 \sum J_x \frac{\eta_{0/x}}{i_{0/x}^2} K}{M_d^H + \frac{9,55}{n_0} \sum F_x V_x \eta_{0/x}}. \quad (2.52)$$

Quãng đường trong quá trình khởi động (tăng tốc) và hãm có thể xác định theo các công thức được đưa ra trong các bảng tra cứu.

2.7. SỰ QUÁ TẢI CỦA CÁC PHẦN TỬ TRONG CÁC CƠ CẤU CỦA CẦN TRỤC TRONG QUÁ TRÌNH QUÁ ĐỘ

Thành phần mômen quán tính cơ bản nhất trong các phần tử dẫn động của cần trục được tạo ra từ mômen quán tính của rôto động cơ và các phần tử đồng trục với rôto

Trong thời gian chuyển động chưa ổn định trên toàn bộ cấu trúc động học của các cơ cấu tác động của mômen được xác định theo phương trình chuyển động tổng quát và tăng hơn mômen cân tĩnh một giá trị $M_{đv}$. Do vậy sẽ gây nên áp lực lớn trong các cơ cấu, đồng thời tạo nên sự mài mòn lớn hơn rất nhiều so với thời gian làm việc ổn định.

Sự quá tải của các khâu của cơ cấu do mômen dư là khác nhau. Ngoài ra sự quá tải càng lớn thì bội số ϕ của mômen khởi động càng lớn và hệ số tải của động cơ α càng nhỏ.

Ta đưa vào các ký hiệu sau đây:

M_C^x - mômen cân tĩnh trên một khâu động học bất kỳ quy đổi về trục động cơ ;

$M_{đv}$ - mômen dư tác động trên khâu động học bất kỳ quy đổi về trục động cơ ;

J_0^x - mômen quán tính toàn phần của hệ thống quy đổi về trục động cơ.

Đối với mỗi một khâu luôn có sự cân bằng:

$$M_{đv}^x = J_0^x \frac{d\omega_0}{dt}. \quad (2.53)$$

Mômen toàn phần phân bố trên một khâu :

$$M_x = M_{du}^x + M_c^x = J_0^x \frac{d\omega_0}{dt} + M_c^x \quad (2.54)$$

Đồng thời ta có:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{M_{du}^{TT}}{J_0} ; \quad (2.55)$$

ta nhận được:

$$M_x = \frac{J_0^x}{J_0} M_{du}^{TT} + M_c^x .$$

Nhưng vì:

$$M_{du}^{TT} = M_d^{TT} - M_c^x ,$$

ta có:

$$M_x = \frac{J_0^x}{J_0} (M_d^{TT} - M_c^x) + M_c^x$$

Quan hệ của mômen này với mômen tĩnh sẽ xác định hệ số quá tải động tương đối cho một khâu:

$$K_0^x = \frac{M_x}{M_c^x} = 1 + \frac{J_0^x}{J_0} \frac{M_d^{TT} - M_c^x}{M_c^x} . \quad (2.56)$$

Mômen động khi khởi động được xác định bằng bội số mômen khởi động của động cơ với mômen định mức ở chế độ ổn định:

$$M_d^{TT} = \lambda_{dg} . M_{dm} \quad (2.57)$$

Hệ số tải của động cơ là tỷ số của mômen cân tĩnh với mômen định mức:

$$\lambda_{dc} = \frac{M_c}{M_{dm}} . \quad (2.58)$$

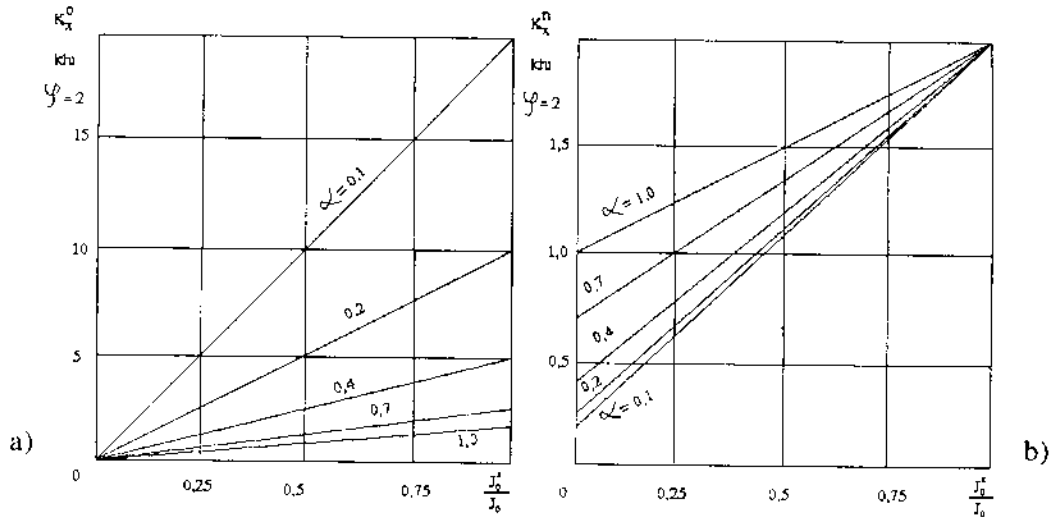
Mômen M_c và M_c^x bằng nhau thì:

$$K_x^0 = 1 + \frac{J_0^x \frac{\lambda_{dg}}{\lambda_{dc}} M_c - M_c}{M_c^x} = 1 + \frac{J_0^x}{J_0} \left(\frac{\lambda_{dg}}{\lambda_{dc}} - 1 \right) ,$$

Hệ số quá tải động cho từng khâu là tỷ số mômen tổng của khâu này với mômen định mức của động cơ:

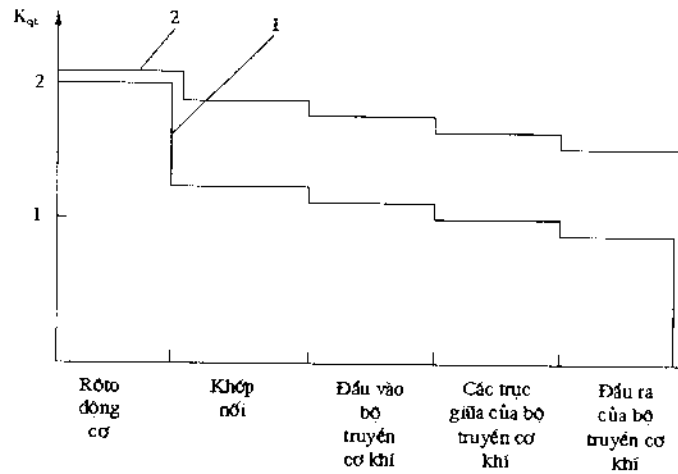
$$\begin{aligned} K_x^{qT} &= \frac{M_x}{M_{dm}} = \frac{J_0^x}{J_0} \frac{jM_{dm} - M_c}{M_{dm}} + \frac{M_c^x}{M_{dm}} = \\ &= \frac{J_0^x}{J_0} (\lambda_{dg} - \lambda_{dc}) + \lambda_{dc} = \frac{J_0^x}{J_0} + \lambda_{dc} \left(1 - \frac{J_0^x}{J_0} \right) . \end{aligned} \quad (2.59)$$

Cho thấy rằng hệ số quá tải động tăng cùng với sự tăng của bội số của mômen khởi động cũng như sự tăng của hệ số tải của cơ cấu.



Hình 2.6. Đồ thị quá tải của các khâu của cơ cấu
a - Hệ số quá tải động tương đối; b - Hệ số quá tải động

Trên hình 2.6a và b trình bày đồ thị xác định sự thay đổi của K_x^0 và K_x^n khi hệ số tải α thay đổi và bội số mômen khởi động $\lambda_{0g} = 2$.



Hình 2.7. Đồ thị minh họa sự quá tải của bộ truyền cơ khí trong quá trình tăng tốc
1 - Bộ truyền cơ khí của cơ cấu nâng; 2 - Bộ truyền cơ khí của cơ cấu di chuyển.

Từ đồ thị ta thấy rằng, trong các cơ cấu di chuyển và quay sự giảm của mômen quá tải dọc theo mạch động học không nhiều, còn trong cơ cấu nâng hạ sự quá tải lớn thường chỉ xảy ra đối với khâu đầu tiên sau rôto động cơ.

Khi đưa ra vấn đề quá tải động quán tính trong các khâu của cơ cấu chưa đề cập đến việc là trong hệ cân trực – cơ cấu – tải các phần riêng biệt của hệ liên kết với nhau bằng các phần tử đàn hồi (dây cáp, trục), cho nên khi chuyển động không đều trong các phần tử của hệ xuất hiện các dao động đàn hồi nhỏ, trong một vài trường hợp dẫn đến sự tăng tải đáng kể cho các khâu của cơ cấu và trục, còn trong trường hợp cộng hưởng có thể dẫn đến sự cố.

Ta thấy rằng với sự xuất hiện quá tải do quán tính xảy ra khi có mômen dư cho động cơ hoặc cho cơ cấu hãm chủ yếu trong quá trình quá độ.

Phân tích sự làm việc của cơ cấu khi kể đến lực quán tính, luật thay đổi mômen dư như sau:

$$M_{dư} = \pm \left[M_{dư} + \frac{t}{t_k} (M_{dư_1} - M_{dư_2}) \right] \quad (2.60)$$

ở đây: t - thời điểm hiện tại ;

t_k - thời gian chuyển động không ổn định: $t = t_{TT}$, hoặc $t = t_{HT}$;

$M_{dư_d}$ và $M_{dư_c}$ - giá trị mômen dư ở đầu và cuối thời gian chuyển động không ổn định.

Luật thay đổi khác của mômen chuyển động và mômen dư có bởi vì :

$M_{dc} = M_c + M_{dư}$, phân tích sự hoạt động của hệ thống như hình 2.8 thu được:

$$I) \quad M_I = M_{Max} \frac{t}{t_0};$$

$$II) \quad M_{II} = M_{Max} \sin \frac{\pi}{2} \cdot \frac{t}{t_0};$$

$$III) \quad M_{III} = M_{Max} \frac{1 - \cos \pi \frac{t}{t_u}}{2};$$

$$IV) \quad M_{IV} = M_{Max} (1 - e^{-kt});$$

$$V) \quad M_V = M_{Max}^{dư} \sin \frac{\pi t}{t_{TT}};$$

$$VI) \quad M_{Max} = \text{const};$$

ở đây: t_0 - thời gian tăng mômen từ 0 đến cực đại;
 t - thời gian hiện tại.

Nếu tính toán hệ thống có hai khối lượng như ở hình 2.8b một bậc tự do tương ứng có J_1 và J_2 liên hệ với nhau với hệ số nối cứng C_1 . Ở đây J_1 là mômen quán tính của rôto động cơ và các chi tiết nối với rôto; J_2 - mômen quán tính các phần tử còn lại của hệ thống. Khi J_1 nhận mômen M_{Max} , J_2 nhận mômen cản M_c , tiến hành giải phương trình vi phân mô tả chuyển động của hệ thống để xác định giá trị tải (mômen) tác động đến phần tử đang xem xét của hệ thống.

Mômen động lớn nhất xác định như sau:

$$M_{Max}^d = \frac{J_2}{J_1 + J_2} M_{Max} K_d, \quad (2.61)$$

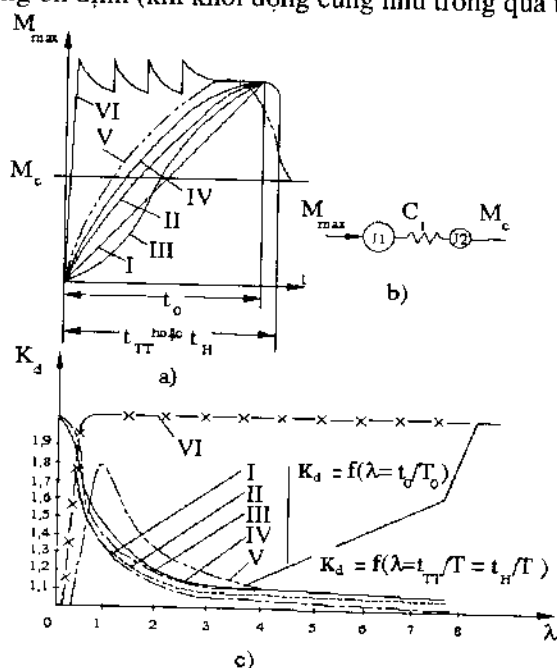
ở đây K_d là hệ số động được xác định bởi quá trình dao động, giá trị của hệ số phụ thuộc vào sự tăng của mômen chuyển động và thời gian t_0 của sự tăng mômen chuyển động trong chu kỳ dao động tự do của hệ thống T_0 , hoặc tương ứng với thời gian tăng tốc t_{TT} hoặc thời gian hãm t_H của chu kỳ dao động tự do của hệ thống.

$$T_0 = \frac{2\pi}{p} \sqrt{\frac{J_1 J_2}{C_1 (J_1 + J_2)}}; \quad (t_d/T_0) = \theta; \quad (t_{TT}/T_0) = \theta'.$$

Độ lớn của hệ số K_d phụ thuộc vào đặc tính tăng mômen phát động (mômen chuyển động), được đưa ra trong bảng tra cứu.

Đường cong giá trị K_d được xây dựng trên hình 2.8c. Ta nhận thấy rằng khi mômen phát động thay đổi bất kỳ thì hệ số K_d đều nhỏ hơn 2. Trên các đường cong I - IV sự sai khác nhau không lớn, còn khi $(t_0/T_0) > 2$ thì K_d có giá trị gần bằng 1,1. Phụ tải động lớn nhất khi có dao động với hệ số K_d bằng 2, khi mà (t_{TT}/T_0) lớn hơn 0,5 thì mômen dư trong chu kỳ phát động không đổi. Trường hợp này tương ứng với sử dụng động cơ không đồng bộ.

Vì vậy sau này khi phân tích tải động của từng cơ cấu nên để mômen dư không đổi trong chu kỳ chuyển động không ổn định (khi khởi động cũng như trong quá trình hãm).



Hình 2.8. Ảnh hưởng của luật thay đổi của mômen động trong quá trình động học khi có dao động

a - Luật thay đổi khác nhau của mômen chuyển động; b - Hệ thống có hai khối lượng; c - Giá trị của hệ số động phụ thuộc vào đặc tính thay đổi mômen chuyển động.

CHƯƠNG 3. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN THAM SỐ ĐỘNG LỰC HỌC CỦA CƠ CẤU NÂNG HẠ CỦA CẦU TRỤC - CẦN TRỤC

3.1. TÍNH TOÁN THAM SỐ CƠ BẢN CỦA TRUYỀN ĐỘNG CƠ CẤU NÂNG HẠ

Tham số cơ bản của truyền động cơ cấu nâng hạ cần phải tính toán là công suất, mômen, tốc độ của động cơ phục vụ cho việc tính chọn sơ bộ công suất động cơ.

Mômen cản cực đại phục vụ cho việc thiết kế cơ cấu hãm.

Từ đó tính toán được giảm độ phụ tải đối với khoảng dịch chuyển, tốc độ và thời gian khởi động hãm cũng như gia tốc cực đại của nó.

Đặc điểm quan trọng của cơ cấu nâng hạ hàng là trọng tải Q (kg), tốc độ chuyển động của hàng hoá là V_G (m/s) theo đó khi biết được tỷ số truyền i_n của palăng có thể xác định được. Sức căng của cáp trên trống tời là S_σ (kG), tốc độ dài trên trống tời là $V_K = V_G i_n$ (m/s), đường kính của cáp là d_K và đường kính của tang quấn cáp của tời nâng là D_σ (m), thì công suất cần thiết của động cơ phải có là:

$$P_{dc} = \frac{Q \cdot V_G}{102 \eta_m \eta_n} = \frac{S_\sigma V_K}{102 \eta_{cs}}, \text{ (kW)}. \quad (3.1)$$

trong đó: η_{cs} - hiệu suất truyền của bộ truyền cơ khí;
 η_n - hiệu suất truyền của palăng (ròng rọc).

Từ đó có thể tra cứu trong sổ tay lựa chọn thiết bị điện để chọn động cơ cụ thể với tốc độ định mức là n_{dc} (vg/ph).

Khi trên tang quấn cáp được quấn nhiều lớp, đường kính của tang quấn được tính như sau:

$$D_\sigma^T = D_\sigma + d_K (2m - 1),$$

trong đó D_σ đường kính của tang cáp; m - số lớp. Nếu trên tang được quấn một lớp ($m = 1$) thì:

$$D_\sigma^T = D_\sigma,$$

trong đó: D_σ - đường kính theo tâm của lớp cáp.

Mômen quay trên tang cáp được tính:

$$M_\sigma = \frac{S_\sigma D_\sigma^T}{2}, \text{ (kG.m)} \quad (3.2)$$

Số vòng quay của tang được tính thông qua tốc độ dài của tang như sau:

$$n = \frac{60 V_K}{\pi \cdot D_\sigma^T}, \text{ (vg/ph)},$$

Khi trên tang được quấn nhiều lớp thì tốc độ nâng được tính theo tốc độ của lớp trung bình. Các thông số khởi động của động cơ và thông số của bộ hãm phải được kiểm tra theo mômen tương ứng với lớp cáp lớn nhất.

Tỷ số truyền của bộ truyền cơ khí được xác định như sau:

$$i_M^G = \frac{n_{dc}}{n_c}. \quad (3.3)$$

Để xác định mômen cần thiết được tạo ra từ cơ cấu hãm, khi tính toán nhất thiết phải kể đến tổn hao ma sát và đưa thêm hệ số dự trữ hãm K_H , thường được chọn 1,5; 1,75; 2,0 tùy thuộc vào chế độ làm việc của cần trục.

Mômen hãm cần thiết được tính như sau:

$$M^H = \frac{M_s \eta_n^2 \eta_M'}{i_M'} K_H; \quad (3.4)$$

trong đó: i_M' và η_M' là tỷ số truyền và hiệu suất truyền giữa tang quán cáp của tời nâng và trục của cơ cấu hãm. Tính toán động học ở trên giúp ta xác định được tất cả các thông số cơ bản của cơ cấu và tiến hành dự tính độ bền các bộ phận của nó, các tính toán này là cần thiết để xác định kích thước của chúng.

Để xác định các thông số động của cơ cấu nâng hạ, cần phải xác định lực cản tĩnh trong cơ cấu, mômen quán tính quy đổi các phần chuyển động của nó kể cả tải trọng và ảnh hưởng của nó tới sự làm việc của truyền động khi khởi động và khi hãm. Khi biết được tốc độ trên trục truyền động, hoặc tốc độ khi hãm n_0 (vg/ph), tỷ số truyền của bộ truyền cơ khí i_M , tỷ số truyền của các palăng i_n , đường kính tang quán cáp, tốc độ nâng hạ hàng thì có thể xác định quãng đường chuyển động của hàng hoá như sau:

Quãng đường khi khởi động:

$$s_{TT} = \frac{\pi \cdot n_0 D_s^T t_{TT}}{120 i_n i_M} \text{ (m)} \text{ hay } s_{TT} = \frac{V_G}{2} t_{TT} \text{ (m);} \quad (3.5)$$

Quãng đường khi hãm:

$$s_H = \frac{\pi \cdot n_0 D_s^T t_H}{120 i_n i_M} \text{ (m)} \text{ hay } s_H = \frac{V_G}{2} t_H \text{ (m);} \quad (3.6)$$

Gia tốc của tải trọng được xác định như sau :

Khi khởi động:

$$a = \frac{2\pi \cdot n_0 D_s^T}{120 i_n i_M t_{TT}} \text{ (m/s}^2\text{)} \text{ hay } a = V_G / t_{TT} \text{ (m/s}^2\text{)} \quad (3.7)$$

Khi hãm:

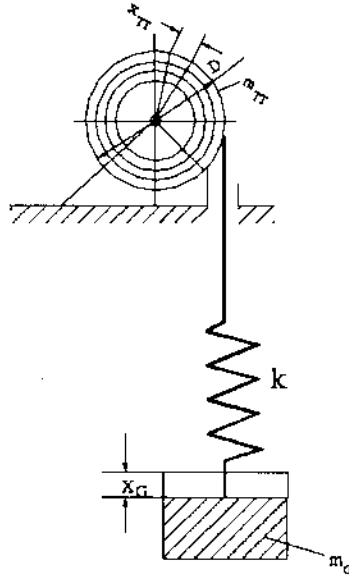
$$a = -\frac{2\pi \cdot n_0 D_s^T}{120 i_n i_M t_{TT}} \text{ (m/s}^2\text{)} \text{ hay } a = -V_G / t_H \text{ (m/s}^2\text{)} \quad (3.8)$$

3.2. ĐỘNG HỌC CỦA CƠ CẤU NÂNG HẠ

3.2.1. Phụ tải động của cơ cấu nâng khi cần cứng tuyệt đối

Khi phân tích sự hoạt động của cơ cấu nâng khi cần cứng tuyệt đối thì quá trình động chủ yếu phụ thuộc vào cấp nâng. Hệ thống khảo sát được biểu diễn trên hình 3.1. Hệ thống có hai khối lượng chính: m_{TT} là khối lượng của rôto, các phần tử trong cơ cấu truyền và khối lượng m_G của tải trọng, hệ số k đặc trưng cho khả năng nổi cứng.

Mô tả động học của cơ cấu nâng (xem trên hình 3.1).



Hình 3.1. Sơ đồ biểu diễn động học của cơ cấu nâng

Phương trình chuyển động có thể viết như sau:

$$m_{TT} \frac{d^2 x_{TT}}{dt^2} + k(x_{TT} - x_G) = 0; \quad m_G \frac{d^2 x_G}{dt^2} - k(x_{TT} - x_G) = 0 \quad (3.9)$$

Từ các phương trình này sẽ xác định được dao động tự do của hệ thống.

Để tìm được các dao động của hệ thống cần thiết phải viết các phương trình lực động học. Lực phát động chuyển động đặt vào m_{TT} là $T_d = Q + T_{du}$, lực căng của tải trọng Q đặt vào m_G (ở đây Q nhận dấu âm) như vậy lực này tác động cùng chiều với lực quán tính.

Trường hợp phổ biến nhất ta xem lực dư trong thời gian khởi động và hãm T_{du} là hằng số ($M_{du,d} = M_{du,h}$).

Ta viết được:

$$m_{TT} \frac{d^2 x_{TT}}{dt^2} + k(x_{TT} - x_G) = T_d = Q + T_{du}; \quad (3.10)$$

$$m_G \frac{d^2 x_G}{dt^2} - k(x_{TT} - x_G) = -Q.$$

Đặt $X = x_{TT} - x_G$ và biến đổi ta nhận được:

$$\frac{d^2 x_{TT}}{dt^2} - \frac{d^2 x_G}{dt^2} = \frac{d^2 X}{dt^2}; \quad (3.11)$$

$$\frac{m_{TT} + m_G}{m_{TT} m_G} = m$$

Chúng ta nhận được:

$$\frac{d^2 X}{dt^2} + m.k.X = m.Q + \frac{T_{du}}{m_{TT}}; \quad (3.12)$$

Đây là phương trình vi phân mô tả khâu biến dạng đàn hồi. Giải phương trình ta tìm được ứng lực đặt lên khâu đó có dạng:

$$F^d = k.x.$$

Nếu đặt $m.k = p^2$ và $m.Q + T_{dur}/m_{TT} = q$, ta có:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + p^2 x = q; \quad (3.13)$$

Giải phương trình (3.13) được nghiệm tổng quát:

$$x = C_1 \cos pt + C_2 \sin pt + q/p^2.$$

Nếu khi bắt đầu nâng tải cáp ở trạng thái tĩnh có nghĩa là $x = Q/k$:

$$x = \frac{Q}{k} = C_1 + \frac{q}{p^2}$$

Ta tính được C_1 :

$$C_1 = \frac{Q}{k} - \frac{q}{p^2} = -\frac{T_{dur}}{k.m.m_{TT}},$$

$$\frac{dx}{dt} = -pC_1 \sin pt + pC_2 \cos pt$$

Do khi $t = 0, C_2 = 0$, ta có:

$$x = -\frac{T_{dur}}{k.m.m_{TT}} \cos pt + \frac{Q}{k} + \frac{T_{dur}}{k.m.m_{TT}} = \frac{Q}{k} + \frac{T_{dur}}{k.m.m_{TT}}(1 - \cos pt);$$

$$F^d = x.k = Q + \frac{T_{dur}}{m.m_{TT}}(1 - \cos pt) = Q + T_{dur} \frac{m_G}{m_{TT} + m_G} \left(1 - \cos \sqrt{\frac{k(m_{TT} + m_G)}{m_{TT}m_G}}.t \right)$$

Giá trị cực đại của F^d có được khi $\cos pt = -1$

$$F_{Max}^d = Q + 2T_{dur} \frac{m_G}{m_G + m_{TT}}. \quad (3.14)$$

Khi mà $T_{dur} = \varphi_0 Q$, thì:

$$F_{Max}^d = Q(1 + 2\varphi_0 \frac{m_G}{m_G + m_{TT}}) \quad (3.15)$$

Hệ số $K_d = 1 + 2\varphi_0 m_G / (m_G + m_{TT})$ xác định tính động học lớn nhất khi nạp tải của khâu đàn hồi, trong điều kiện này tải bắt đầu tại thời điểm khi dây cáp đã căng hoàn toàn. Khi $\cos pt \neq -1$ ta có thể dễ dàng tính lực tác động tại bất kỳ thời điểm nào.

3.2.2. Phụ tải động có tính đến sự biến dạng của cần trục kim loại

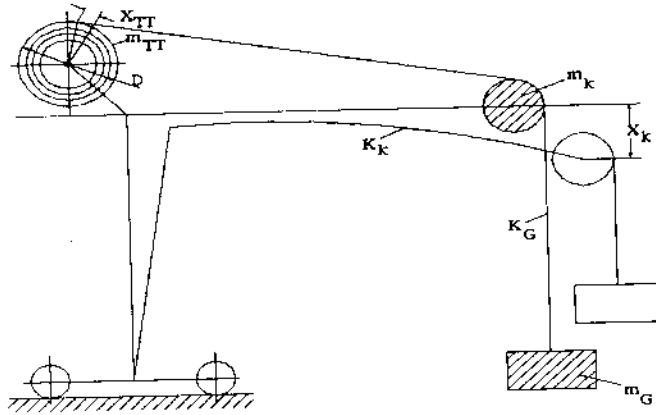
Phụ tải động tác động vào kết cấu của thép của cầu trục tạo nên quá trình dao động và gây ra biến dạng. Ta cần phân tích hiện tượng này nhằm tính chọn thiết bị cũng như cơ cấu điều khiển và cách thức vận hành.

Xét hệ thống với ba khối lượng liên kết được trình bày trên hình 3.2.

Có thể đơn giản hoá bài toán vì lý do rằng đối với cơ cấu nâng hạ khối lượng m_{TT} lớn hơn rất nhiều so với m_G và m_K đã quy đổi về trục động cơ. Do đó ngay cả khi có dao động mạnh của cần và tải trọng cũng không ảnh hưởng nhiều đến sự làm việc của động cơ. Mômen quán tính trên trục động cơ truyền động được tính:

$$J_0 = \left(\frac{J_x}{i_{0/x}^2} + \frac{m_x r_x^2}{i_{0/x}^2} \right). \quad (3.16)$$

Hệ thống như ở hình 3.2, bao gồm hai bậc tự do, vì vậy để khảo sát đơn giản và thuận tiện ta coi khối lượng của tải trọng m_G , của cần m_K thống nhất như một khối lượng m . Thực nghiệm chỉ ra rằng việc đơn giản hoá này gây ra sai số không lớn bởi vì trên palăng tời dao động tắt dần rất nhanh.



Hình 3.2. Sơ đồ động học của cơ cấu nâng khi có xét đến độ uốn của cần theo ba giai đoạn

Chúng ta khảo sát quá trình nâng tải trọng cho phép. Giai đoạn thứ nhất từ sau khi đóng động cơ cho đến khi căng cáp. Thứ hai tất cả các cơ cấu tham gia hoạt động cho đến khi lực trên móc tăng từ 0 đến $Q = m_G g$. Giai đoạn thứ ba là giai đoạn nâng tải.

Để tìm các thông số của quá trình dao động, đầu tiên ta xác định quá trình dao động tự do theo phương pháp Lagrange (3.17), ta xác định được các dao động tự do của hệ thống, còn khi vẽ trái bằng lực (mômen), thì xác định được dao động cưỡng bức.

Để viết phương trình Lagrange:

$$\frac{dW_d}{dt} - \frac{\partial K}{\partial x} + \frac{\partial W_T}{\partial x} = 0, \quad (3.17)$$

cần phải biết động năng W_d và thế năng W_T của hệ thống.

Phương trình trên được viết trong hệ toạ độ chung x cho cơ cấu nâng có các dịch chuyển x_K của trọng lượng cần m_K với hệ số cứng k_x .

Động năng của khối lượng m_K được xác định như sau:

$$W_d = \frac{m_K}{2} \left(\frac{dx_K}{dt} \right)^2,$$

Thế năng xác định như sau:

$$W_T = k_x \frac{x_K^2}{2}.$$

Khi đó:

$$\frac{\partial W_d}{\partial x_k} = m \frac{dx_k}{dt}; \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial W_d}{\partial x} \right) = m_k \frac{d^2 x_k}{dt^2};$$

$$\frac{\partial W_d}{\partial x} = 0; \frac{\partial W_T}{\partial x} = k_x x_k.$$

Phương trình Lagrange được viết như sau:

$$m_k \frac{d^2 x_k}{dt^2} + k_x x_k = 0 \text{ hoặc } \frac{d^2 x_k}{dt^2} + p^2 x_k = 0.$$

Đây là phương trình của các dao động tự do điều hoà. Nghiệm chung của phương trình có dạng như sau:

$$x_{k0} = C_1 \cos pt + C_2 \sin pt = A \sin(pt + \delta);$$

trong đó: A - biên độ, $p = \sqrt{\frac{k_k}{m_k}}$ - tần số góc của dao động tự do; δ - góc pha đầu.

Hằng số tích phân C_1 và C_2 hoặc A xác định theo điều kiện đầu:

$$t = 0; x_k = 0; dx_k/dt = 0.$$

Để xác định được dao động cưỡng bức do lực P gây nên cần xét đến giá trị khác nhau của nó đối với các giai đoạn khác nhau của quá trình nâng.

Phương trình chuyển động (Lagrange) trong trường hợp này được viết như sau:

$$m_k \frac{d^2 x_k}{dt^2} + k_x x_k = P \quad (3.18)$$

Lực P có thể tìm được ở mọi thời điểm t trong giai đoạn thứ hai khi tốc độ nâng là V:

$$x_k = V.t; dx_k/dt = V; d^2 x_k/dt^2 = 0;$$

Dạng của phương trình chuyển động như sau:

$$P = k_k x_k = k_k V.t. \quad (3.19)$$

Ở thời điểm t_1 nhấc hàng lên khỏi mặt đất ($t = t_1$) $P = k_k V.t_1$. Trong thời gian đó $P = m_G g = Q$, với m_G - tải trọng; Q - trọng lực.

Từ những phương trình đó có thể xác định thời gian cho giai đoạn thứ hai:

$$t_1 = \frac{m_G \cdot g}{k_k V}.$$

Đoạn dịch chuyển của cơ cấu:

$$x_k = V t_1 = \frac{m_G \cdot g}{k_k} = \frac{Q}{k_k} = y_{CT},$$

trong đó y_{CT} - sự uốn cong do phụ tải tĩnh.

Trong giai đoạn thứ ba:

$$P = Q = m_G \cdot g.$$

Khi coi cần và tải trọng là một trọng lượng đồng nhất $m = m_G + m_K$ chuyển động cùng với nhau thì phương trình vi phân mô tả chuyển động có thể viết như sau:

$$m \frac{d^2 x_K}{dt^2} + k_K x_K = m_G g \quad \text{hoặc} \quad \frac{d^2 x_K}{dt^2} + p^2 x_K = q.$$

với:

$$p^2 = \frac{k_K}{m}; \quad q = \frac{m_G}{m} g = \frac{m_G}{m_K + m_G} g.$$

Nghiệm chung của phương trình (chú ý $x_K = q/p^2$):

$$x_K = C_1 \cos pt + C_2 \sin pt + \frac{q}{p^2};$$

$$\frac{dx_K}{dt} = -C_1 p \sin pt + C_2 p \cos pt.$$

Tiến hành xác định các hằng số theo điều kiện đầu: Khi $t = 0$, sự dịch chuyển $x_K = y_{CT}$ và tốc độ dịch chuyển $dx_K/dt = V$.

Thay các giá trị vào ta được:

$$x_K = y_{CT} = C_1 + \frac{q}{p^2}, \text{ suy ra: } C_1 = y_{CT} - \frac{q}{p^2};$$

$$\frac{dx_K}{dt} = V = C_2 p, \text{ suy ra: } C_2 = \frac{V}{p}.$$

Do đó:

$$x_K = \left(y_{CT} - \frac{q}{p^2} \right) \cos pt + \frac{V}{p} \sin pt + \frac{q}{p^2};$$

với p là tần số góc của dao động tự do.

Tiến hành biến đổi ta có:

$$\begin{aligned} x_K &= y_{CT} \cos pt + \frac{q}{p^2} (1 - \cos pt) + \frac{V}{p} \sin pt = \\ &= y_{CT} \left[\cos pt + \frac{q}{p^2 y_{CT}} (1 - \cos pt) \right] + \frac{V}{p} \sin pt. \end{aligned} \quad (3.20)$$

Vì:

$$\frac{q}{p^2 y_{CT}} = \frac{m_G \cdot g}{m_K + m_G} \cdot \frac{m}{k_K} \cdot \frac{k_K}{m_G \cdot g} = 1,$$

Thì:

$$x_K = y_{CT} + \frac{V}{p} \sin pt, \text{ Còn } \frac{d^2 x_K}{dt^2} = -V p \sin pt.$$

Vì tải ở trên móc bằng tổng của tải tĩnh và tải động, còn giá trị sin thay đổi từ +1 đến -1 nên:

$$P^d = Q + \frac{Q}{g} \cdot \frac{d^2 x_k}{dt^2} = Q \left(1 - \frac{V \cdot p}{g} \sin p t \right),$$

Còn khi $\sin p t = -1$:

$$P_{\max}^d = Q \left(1 + \frac{V \cdot p}{g} \right) = Q \left(1 + \frac{V}{g} \sqrt{\frac{k_k}{m_k + m_g}} \right) = Q \cdot K_d' \quad (3.21)$$

Tải trên cần:

$$\begin{aligned} T &= k_k x_k = k_k \left(y_{CT} + \frac{V}{p} \sin p t \right) = k_k \left[\frac{m_g \cdot g}{k_k} + \frac{m_k + m_g}{k_k} V \cdot p \sin p t \right] = \\ &= m_g \cdot g \left[1 + \frac{m_k + m_g}{m_g} \cdot \frac{V \cdot p}{g} \sin p t \right] = Q \left[1 + \left(1 + \frac{m_k}{m_g} \right) \frac{V \cdot p}{g} \sin p t \right]. \\ T_{\max} &= Q \left[1 + \left(1 + \frac{m_k}{m_g} \right) \frac{V \cdot p}{g} \right] = \\ &= Q \left[1 + \frac{V}{g} \left(1 + \frac{m_k}{m_g} \sqrt{\frac{k_k}{m_k + m_g}} \right) \right] = Q \cdot K_d'' \quad (3.22) \end{aligned}$$

Các hệ số:

Cho móc:

$$K_d' = 1 + \frac{V}{g} \sqrt{\frac{k_k}{m_k + m_g}} \quad (3.23)$$

Cho cần:

$$K_d'' = 1 + \frac{V}{g} \sqrt{\frac{k_k}{m_k + m_g}} \left(1 + \frac{m_k}{m_g} \right) \quad (3.24)$$

Các hệ số này xác định khả năng động của quá trình nâng cho trường hợp quá trình nâng bắt đầu từ thời điểm khi động cơ đã quay đủ tốc độ.

Phương pháp điều khiển cần trục kiểu này có thể luôn được áp dụng, mặc dù theo nguyên tắc vận hành cần phải căng cáp nâng trước sau đó mới nâng hàng trong khi tốc độ động cơ tăng dần đến định mức. Các phản ứng động năng khi đó sẽ giảm đáng kể.

3.3. MÔ HÌNH NHẬN DẠNG MÔMEN CẦN CƠ CẤU NÂNG HẠ HÀNG CHO CẦN TRỤC

3.3.1. Khái quát

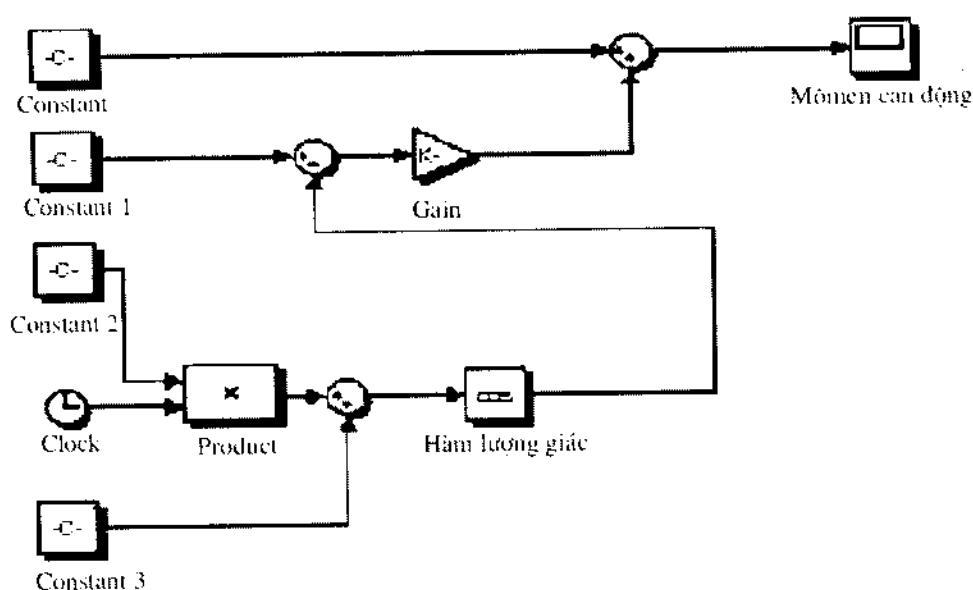
Điều khiển hệ thống truyền động điện tự động sử dụng trong cần trục hiện nay thường được xây dựng theo nguyên tắc hệ kín. Tốc độ công nghệ được thiết kế nhằm mục đích thỏa mãn yêu cầu bố cục xếp mọi loại hàng hoá. Điều khiển cơ cấu quay cần trục thuộc dạng hệ thống quán

tính lớn, tốc độ biến đổi chậm. Trước đây kỹ thuật điều khiển còn nhiều vấn đề hạn chế, hệ thống điều khiển thường được xây dựng theo dạng SISO, ngày nay kỹ thuật điều khiển với sự trợ giúp của máy tính, các thiết bị điều khiển khả trình PLC đã được ứng dụng phổ biến. Thiết bị biến đổi công suất phát triển với kỹ thuật điều khiển tiên tiến, mô hình toán động cơ không đồng bộ được nhận dạng và ứng dụng trong các biến tần điều chế theo độ rộng xung (PWM). Hệ thống điều khiển xây dựng là hệ thống nhiều đầu vào ra (MIMO).

Các hệ thống điều chỉnh tốc độ có tín hiệu điều khiển được tổng hợp thực hiện theo yêu cầu công nghệ bậc xếp hàng hoá. Tín hiệu điều chỉnh mômen cho các hệ thống truyền động điện tự động mà hệ thống sử dụng biến tần PWM - Động cơ không đồng bộ, hệ thống sử dụng phụ tải động - động cơ không đồng bộ rôto dây quấn hoặc động cơ điện một chiều có cuộn nối tiếp kích từ độc lập nhất thiết phải được tổng hợp để điều khiển mômen động cơ cho cấu trúc cụ thể của cần trục.

3.3.2. Mô hình nhận dạng mômen cần của cơ cấu nâng hạ hàng

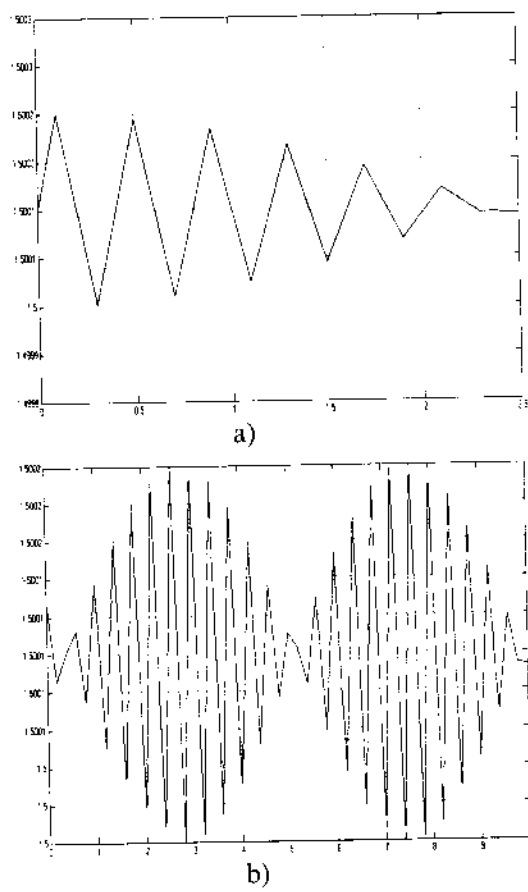
Dựa vào cơ sở lý thuyết về tính toán các cơ cấu cần trục đã được xây dựng. Mô hình nhận dạng mômen cần cho cơ cấu nâng hạ hàng cho cần trục không tính đến biến dạng của cần biểu diễn trên hình 3.3.



Hình 3.3. Mô hình nhận dạng mômen cần của cơ cấu nâng hạ hàng

3.3.3. Đặc tính mômen cần của cơ cấu nâng hạ hàng

Nhập các thông số kỹ thuật của cần trục cụ thể cho mô hình nhận dạng mômen cần, chạy mô hình nhận dạng trên Matlab với các tải trọng, điều kiện sức gió khác nhau, ứng với góc nghiêng nhất định. Đặc tính nhận được biểu diễn trên hình 3.4. Thời gian mô phỏng trên hình 3.4a là 2,5 s và trên hình 3.4b là 10 s.



Hình 3.4. Đặc tính mômen cản cơ cấu nâng hạ hàng

CHƯƠNG 4. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC CƠ CẤU DI CHUYỂN CỦA CẦN TRỤC – CẦU TRỤC

4.1. TÍNH TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC CƠ CẤU DI CHUYỂN CỦA CẦN TRỤC

Cơ cấu di chuyển có những thông số đặc trưng cho chuyển động là lực cản trở chuyển động F_n , tốc độ di chuyển V_n (m/s), đường kính của bánh D_k (m), và công suất định mức cần thiết của động cơ truyền động là:

$$P = \frac{F_n V_n}{102 \eta_{ct}}, \quad (4.1)$$

trong đó: η_{ct} - hiệu suất truyền của bộ truyền nối với trục động cơ, cho phép lựa chọn động cơ cụ thể với tốc độ định mức động cơ là $n_{d,c}$.

Vì sự cản trở chuyển động phụ thuộc vào chất lượng đường đi, nên cơ cấu di chuyển cần phải tính toán với các giá trị tốc độ khác nhau.

Với tốc độ di chuyển là V_n thì số vòng quay cần cho bánh, hoặc bánh xích với đường kính bánh D_k là:

$$n_k = \frac{60V}{\pi \cdot D_k}, \text{ (vòng/ph)}. \quad (4.2)$$

Tỷ số truyền của bộ truyền cơ khí được xác định:

$$i_M^n = \frac{n_{dc}}{n_k}. \quad (4.3)$$

Mômen cần thiết tạo ra trên các bánh:

$$M_{kp} = F_n \frac{D_k}{2}. \quad (4.4)$$

Cách tính lực kéo theo công suất động cơ truyền động được điều chỉnh bằng cách tính lực kéo theo độ bám, bởi vì độ bám của các bộ phận chủ yếu của truyền động với mặt phẳng đường đi, T xác định bằng hệ số bám μ , $T = f(\mu)$ không thể nhỏ hơn lực cản chuyển động F_n , với hệ số dự trữ bám k_c (k_c thường chọn bằng 1,2) :

$$k_c F_n \leq T. \quad (4.5)$$

Mômen quay và tỷ số truyền tương ứng với vận tốc di chuyển định mức trong các điều kiện bình thường của đường. Đối với sự di chuyển trong các điều kiện khác, bánh xe cần phải quay với tốc độ khác được xác định từ lực cản chuyển động ứng với điều kiện đã cho và sử dụng toàn phần công suất động cơ.

Khi xác định tỷ số truyền và lực cản chuyển động cần đề cập đến chế độ di chuyển sau:

- Chuyển động trên đường tốt bằng phẳng.
- Chuyển động trên đường tốt có độ dốc lớn nhất.
- Chuyển động trên đường xấu bằng phẳng.
- Chuyển động trên đường xấu có độ dốc lớn nhất.
- Đường đi có các hố trũng.

Đối với các cần trục nhất thiết phải được tính toán cho mọi loại đường chuyển động cũng như tính toán các chế độ hãm. Khi tính toán cần trục chuyển động theo đường ray thường tính trong điều kiện b) là đủ cho quá trình khai thác vận hành cần trục. Đối với cần trục di chuyển trên đường sắt nhất thiết phải tính trong điều kiện đường di chuyển theo a), b). Đối với cần trục di chuyển bằng bánh lốp bơm hơi, cần trục bánh xích phải tính tất cả các chế độ trên, trong đó chế độ b) và c) có thể hợp lại.

Khi tính toán chuyển động cho cần trục cần chú ý tới mômen quán tính của nó ở đầu giai đoạn khởi động vì trọng lượng của cần trục rất lớn. Đồng thời phải tính đến khả năng quá tải của động cơ điện trong giai đoạn khởi động.

Chế độ hãm của cần trục cần được kiểm nghiệm ở đường dốc khi cần trục chuyển động đi xuống với vận tốc đầu quá trình hãm là lớn nhất.

Nếu sự cản trở chuyển động của cần trục trong các điều kiện đường sá khác nhau là:

$$F'_n, F''_n, \dots, F''_n, \quad (4.6)$$

thì việc tính toán tốc độ chuyển động và số vòng quay cho bộ truyền động như sau:

$$V'_n = \frac{102P \cdot \eta_c}{F'_n}; \quad n'_k = \frac{60V'_n}{\pi D_k} \quad (4.7)$$

$$V''_n = \frac{102P \cdot \eta_c}{F''_n}; \quad n''_n = \frac{60V''_n}{\pi D_k} \quad (4.8)$$

$$V''_n = \frac{102P \cdot \eta_c}{F''_n}; \quad n''_n = \frac{60V''_n}{\pi D_k} \quad (4.9)$$

Tỷ số truyền cần thiết là:

$$i'_M = \frac{n_{dc}}{n'_k} = \frac{\pi D_k \cdot n_{dc}}{6120P \cdot \eta_c} F'_n = A \cdot F'_n; \quad (4.10)$$

$$i'^n_M = A \cdot F'_n \quad (4.11)$$

$$i^n_M = A \cdot F''_n \quad (4.12)$$

Các chế độ hãm được xác định từ các điều kiện như sau:

- Giữ cho cần trục cùng với tải trọng không chuyển động trên đường dốc lớn nhất và có sự cản trở nhỏ nhất với hệ số dự trữ $F_n^H \approx 1,1 + 1,25$;
- Hãm từ từ cần trục với tốc độ chuyển động lớn nhất trên đường tốt có độ dốc lớn nhất.

Nếu sự cản trở chuyển động nhỏ nhất $F_n^H \eta$, tỷ số truyền i'_M , và hiệu suất truyền η_M thì mômen hãm cần thiết là:

Cho điều kiện a):

$$M^H = \frac{W_n^H D_k \eta'_M}{2i'^n_M} K_n^n; \quad (4.13)$$

Cho điều kiện b):

$$M^H = \frac{F_n^H D_k \eta'_M}{2i'_M}; \quad (4.14)$$

trong đó $F_n^H = f(t_H)$, với t_H - thời gian hãm được xác định từ quãng đường hãm cho phép:

$$S_H = \frac{V_n t_H}{2} \quad (4.15)$$

và gia tốc hãm cho phép:

$$a = \frac{2S_T}{t_H^2} \quad (4.16)$$

Sự giới hạn trên của thời gian hãm là do không có sự trượt của bánh xe cần trục trong quá trình hãm.

Lực cản giữa cần trục và đường:

$$T = f(\mu) = G_{KP} \psi \cdot \mu, \quad (4.17)$$

trong đó: G_{KP} - trọng lượng cần cầu.

ψ - trọng lượng tương đối của phần bám của cần cầu với trọng lượng toàn phần;

μ - hệ số bám của các phần tử di chuyển với mặt đường.

Điều kiện không có sự trượt có thể viết được:

$$F_n^H = f(t_H) < T = f(\mu). \quad (4.18)$$

Ta thấy rằng quá trình chuyển động và quá trình hãm phụ thuộc vào F_n^H - sự cản trở chuyển động và hệ số bám μ .

Từ những biểu thức nêu trên cho phép xác định tất cả các thông số của cơ cấu di chuyển của cần trục tương tự như đã phân tích trong tính toán cho cơ cấu nâng.

4.2. Lực cản di chuyển của cần trục

Lực cản mà cần trục phải khắc phục trong chuyển động F_n là một hàm của trọng lực của cần trục G , trọng tải nâng Q , lực cản của gió $P_{gió}$, cần trục chuyển động với góc nghiêng α^0 như ở hình 4.1 và lực cản quán tính P_{qt} trong thời gian quá độ. Nếu coi hệ số cản trở chuyển động bằng ϖ có thể viết được:

$$F_n = \varpi (G + Q) \cos \alpha \pm (G + Q) \sin \alpha \pm P_{gió} + P_{qt}. \quad (4.19)$$

Dấu cộng tương ứng với quá trình di chuyển lên dốc, dấu trừ tương ứng với di chuyển xuống dốc.

Nếu coi lực cản là tổng các trọng lực thành phần $(G + Q) \cos \alpha$, ta nhận được đặc tính lực cản chuyển động riêng hay lực kéo riêng cần có:

$$T = \frac{F_n}{(G + Q) \cos \alpha} = F \pm \operatorname{tg} \alpha \pm p_{gió}^* + p_{qt}^*, \quad (4.20)$$

trong đó $p_{gió}^* = \frac{P_{gió}}{(G + Q) \cos \alpha} = f(F_0)$ là áp lực gió tương đối trên một đơn vị diện tích cần

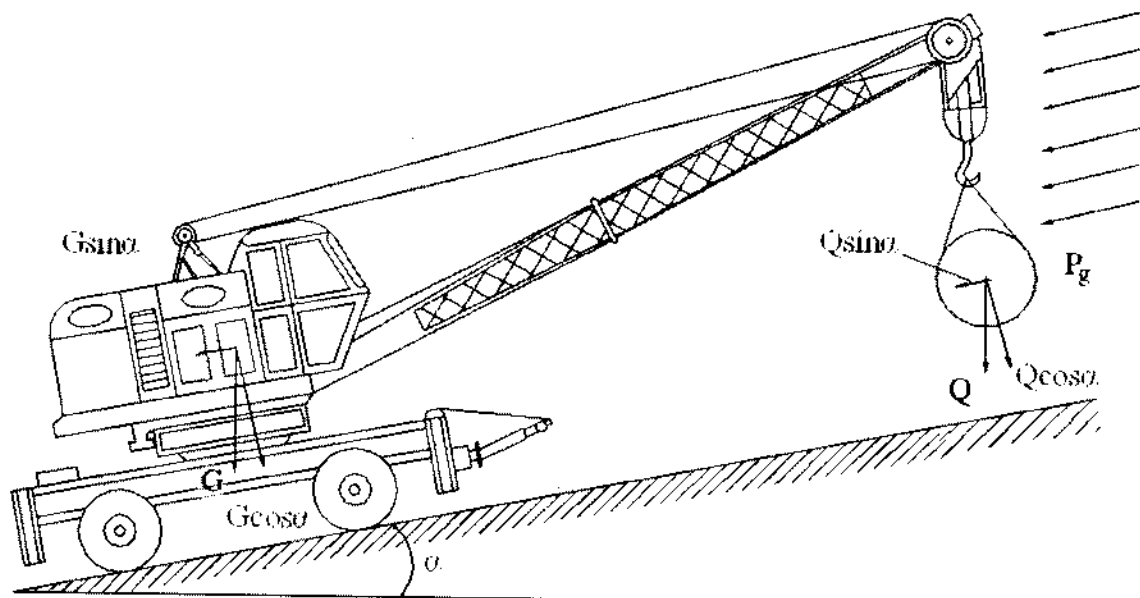
trục và của hàng hoá, còn p_{qt}^* là quán tính tương đối của tải.

Hệ số cản ϖ phụ thuộc vào loại cần cầu và trạng thái đường di chuyển.

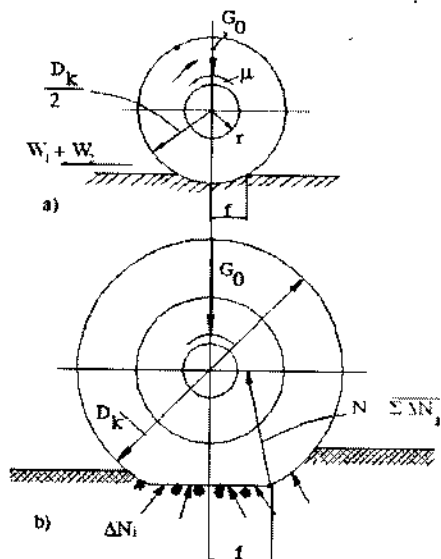
Đối với cần trục chuyển động được trên đường ray đặc biệt thì lực cản tổng được viết như sau:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4. \quad (4.21)$$

trong đó: F_1 - lực cản khi bánh xe lăn trên ray;
 F_2 - lực ma sát ở ngỗng trục;
 F_3 - lực cản xuất hiện giữa mặt đầu và ray;
 F_4 - lực cản xuất hiện ở đoạn đường ray vòng cung.



Hình 4.1. Sơ đồ xác định mômen cản khi cần trục chuyển động



Hình 4.2. Sơ đồ xác định lực cản trên các bánh của cần cẩu

Hai thành phần lực cản đầu F_1, F_2 tỷ lệ với phụ tải trong hành trình của cần trục, nghĩa là tỷ lệ với khối lượng cần trục và tải trọng. Thành phần thứ ba là lực cản tổng các lực cản của các thành phần ma sát. Thành phần này rất khó xác định được theo lý thuyết. Vì vậy để tính toán dễ dàng người ta thường đưa vào một hệ số k , do đó:

$$F = k(F_1 + F_2) + F_4. \quad (4.22)$$

F_4 phụ thuộc vào bán kính cong R của đường ray và được tính bình quân là $\frac{0,05(G + Q)}{R}$. Nếu G_0 - áp lực của bánh với ray, D_k - đường kính ngoài của bánh bằng m , $f = 0,0007$ - hệ số ma sát của bánh và ray, r - bán kính của ngồng trục bằng m , μ - hệ số ma sát giữa ngồng trục và bánh ($\mu = 0,1$ khi sử dụng vòng bi đĩa, $\mu = 0,01$ khi dùng vòng bi tròn), theo hình 4.2 ta có:

$$F_1 = \frac{G_0 f}{2}; \quad F_2 = \frac{G_0 \mu r}{2}; \quad (4.23)$$

Do đó:

$$F_n = G_0 \left[\frac{2}{D_k} k(f + \mu r) + \frac{0,05}{R} \right], \quad (4.24)$$

Hệ số cản trở di chuyển:

$$F = \frac{F_n}{G_0} = \frac{2k}{D_k} (f + \mu r) + \frac{0,05}{R}. \quad (4.25)$$

Hệ số k phụ thuộc vào loại bánh và kết cấu của từng loại cản trục thường cho trong các bảng số liệu thực nghiệm.

Góc nghiêng của đường ray thường là $\alpha \leq 0,5^\circ$ ($\operatorname{tg} \alpha \approx 0,01$). Khi đường có chất lượng tốt và tương đối bằng phẳng thì $\operatorname{tg} \alpha$ có thể giảm từ (30 - 40)%.

Lực cản trở chuyển động đối với các cản trục trên đường sắt có thể coi như gồm hai thành phần:

$$F = F_H + F_{TT}, \quad (4.26)$$

trong đó lực cản trở chuyển động thường cho trong các sổ tay tra cứu.

$$\varpi_H = 0,001 \left(0,65 + \frac{14 + 0,2V^2}{q_0} + 0,0002V^2 \right),$$

$$\varpi_{TT} \approx \frac{0,75}{R}; \quad (4.27)$$

trong đó: V - tốc độ bằng m/s ; q_0 - tải trên trục bằng T ; R - bán kính cong bằng m .

Khi tính toán cho làm việc trên đường nhánh với tốc độ thấp, dùng nhiều có thể chọn ϖ_{TT} lớn hơn: $\varpi_{TT} \approx 0,003$.

Khi bán kính cong khoảng $R \approx 50$ m thì: $\varpi_{TT} = 0,015$.

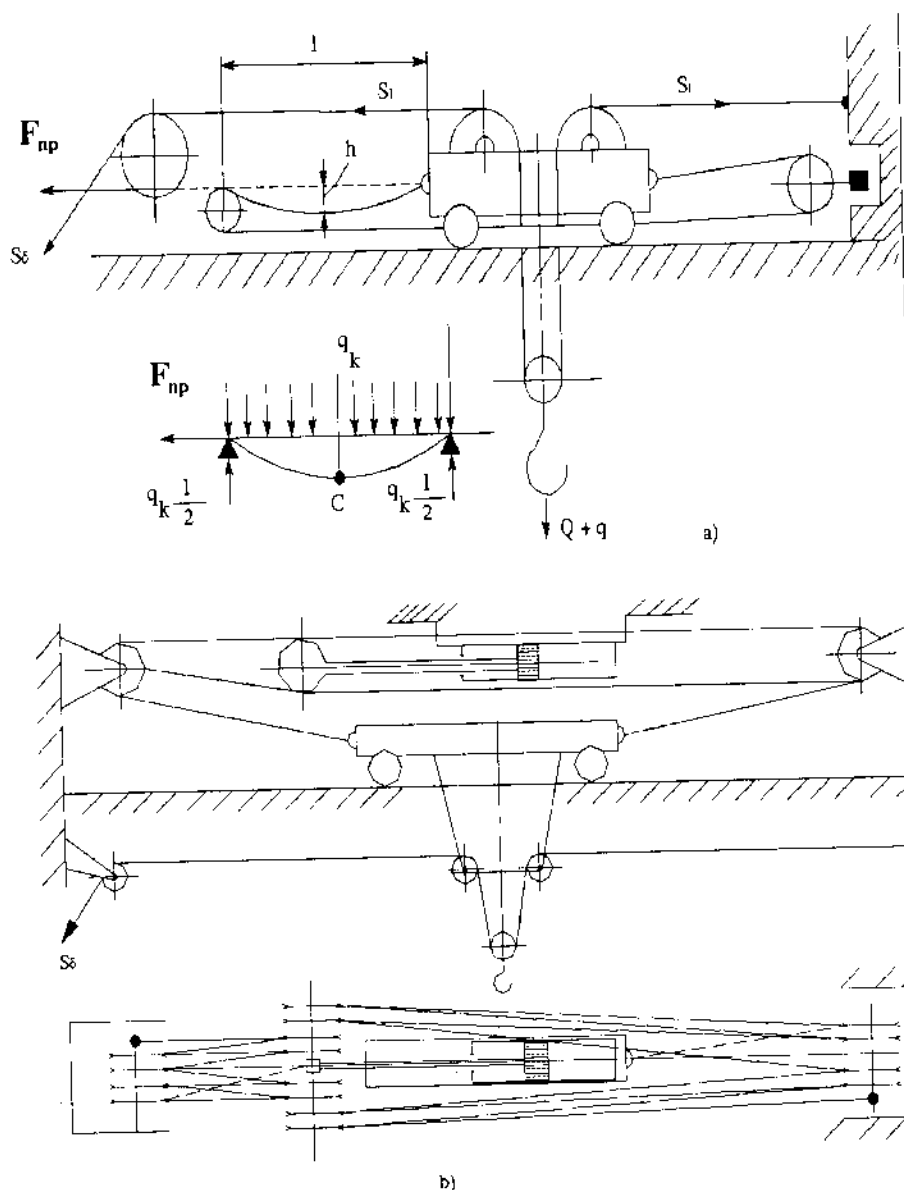
Góc giới hạn lên dốc của đường sắt $\alpha \approx 1,5^\circ$ ($\operatorname{tg} \alpha = 0,025$). Độ dốc của đường sắt thường được viết ở dạng phần nghìn ‰. Khi: $\operatorname{tg} \alpha \approx 0,025$, $i = 25$ ‰.

Tính toán cho cơ cấu di chuyển bằng cáp được biểu diễn trên hình 2.1d, thường sử dụng cho các cản trục có xe trượt chạy dọc được kéo bằng cáp:

$$F_K = F_n + F_H + F_{np}, \quad (4.28)$$

ở đây: F_n - lực cản chuyển động được xác định theo công thức chung cho cản trục khi đường di chuyển nghiêng, phụ thuộc vào sự uốn của cản ($\alpha \approx 1,5^\circ$, $\operatorname{tg} \alpha \approx 0,025$);

F_H - hiệu sức căng của các nhánh cáp nâng tải tác động lên xe con, nghĩa là: $F_H = S_1 - S_i$; F_{np} - lực cản do sự võng của các nhánh cáp kéo như trên hình 4.3a.



Hình 4.3. Sơ đồ cơ cấu di chuyển thực hiện bằng cáp kéo
a - Tính toán lực kéo khi nâng; b - Khi di chuyển bằng thiết bị kéo thủy lực

Sức căng của S_1 và S_i là hàm của tải hữu ích, số lượng ròng rọc, độ vòng của cáp và hiệu suất của block.

Ký hiệu sức căng của các nhánh cáp để tính từng phần đi đến trọng tải bằng $S_1, S_2, S_3, \dots, S_{i-1}, S_i$, với hiệu suất của một block η_b có thể viết:

$$S_2 = S_1 \eta_b; S_3 = S_1 \eta_b^2; \dots, S_{i-1} = S_1 \eta_b^{i-2}; S_i = S_1 \eta_b^{i-1},$$

Do đó:

$$S_1 - S_i = S_1(1 - \eta_b^{i-1}).$$

Mặt khác:

$$Q + q = S_2 + S_3 + \dots + S_{i-1} = S_1(\eta_b + \eta_b^2 + \dots + \eta_b^{i-2}),$$

Do đó:

$$S_i = \frac{Q+q}{\eta_b + \eta_b^2 + \dots + \eta_b^{i-3}},$$

Suy ra:

$$S_i - S_i = (Q+q) \frac{1 - \eta_b^{i-1}}{\eta_b (1 + \eta_b + \eta_b^2 + \dots + \eta_b^{i-3})},$$

Như vậy tổng $i - 3$ của các thành phần đầu tiên về hình học sẽ bằng:

$$1 + \eta_b + \eta_b^2 + \dots + \eta_b^{i-1} = \frac{1 - \eta_b^{i-2}}{1 - \eta_b},$$

Cuối cùng ta sẽ nhận được:

$$F_H = S_i - S_i = (Q+q) \frac{(1 - \eta_b)(1 - \eta_b^{i-1})}{\eta_b (1 - \eta_b^{i-2})}. \quad (4.29)$$

Sự cản trở do cáp kéo võng xuống được xác định như sau: Nếu h là độ võng, độ võng có thể lấy bằng $(0,01 - 0,02)l$, ở đây l là độ dài của đầu cáp và q_k là trọng lượng của độ dài đầu cáp, thì phương trình mômen tại điểm C có thể viết như sau:

$$q_k \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{4} - q_k \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{2} + W_{vp} h = 0,$$

Suy ra:

$$F_{vp} = q_k \frac{l^2}{8h}. \quad (4.30)$$

Cáp kéo xe con cần giữ ở trạng thái luôn căng vì do sự giãn đàn hồi và quán tính khi kéo, cáp sẽ mất độ căng, xe con sẽ chuyển động không đều (bị giật cục). Để cáp được giữ căng ròng rọc đầu cáp cần được treo đàn hồi. Lực lò xo được tính:

$$P > 2F_k. \quad (4.31)$$

Hành trình lò xo cần đảm bảo để có thể bù lại độ giãn đàn hồi theo thời gian làm việc của cáp, và được xác định theo định luật Hooke:

$$\Delta l = \frac{2F_k l}{EF}, \quad (4.32)$$

ở đây: EF - độ cứng của cáp;

$2l$ - độ dài cáp toàn phần khi xe con ở phía ngoài.

Ở cần trục sử dụng bộ đẩy thủy lực để di chuyển xe chạy dọc cần có khó khăn hơn. Nhưng ứng dụng cách mắc cáp đa cấp, vấn đề được giải quyết với quãng đường di chuyển tương đối dài (hình 4.3). Nếu độ dài đường dịch chuyển là l_T còn hành trình của tay biên là l_0 thì bội số cần thiết là:

$$i_M = \frac{l_T}{l_0}. \quad (4.33)$$

Nếu lực trên nhánh cáp kéo là F_k , thì lực trên bộ đẩy thủy lực là:

$$F_{vh} = \frac{F_k i_M}{h_M}, \quad (4.34)$$

ở đây η_c - hiệu suất của bộ bội.

Đối với cần trục chuyển động theo địa hình (bánh xe bơm khí, hay bánh xích) thì lực cần được xác định theo loại đường mà cần trục chuyển động.

Các cần trục cần phải có tốc độ để vượt qua các hố trũng của mặt đường với góc $\alpha = 15^\circ$, $\operatorname{tg} \alpha = 0,268$.

Phụ tải quán tính có thể được xác định như sau:

$$F_{UH} = m \cdot a \quad (4.35)$$

ở đây m - khối lượng; a - gia tốc.

Khối lượng quán tính của cần trục là tổng khối lượng của cần trục và khối lượng tải trọng:

$$m_1 = \frac{G + Q}{g} \quad (4.36)$$

và khối lượng của các phần tử chuyển động của động cơ và bộ truyền cơ khí m_0 .

Khối lượng quán tính thường không được tính toán cho các cần trục dùng động cơ đốt trong. Đối với các cần trục dùng động cơ điện để truyền động cho các cơ cấu dịch chuyển quán tính của rôto và các cơ cấu được khắc phục bởi mômen dư của động cơ.

Vì vậy phụ tải quán tính khi chuyển động có thể được tính như sau:

$$F_{UH} = \frac{G + Q}{g} \cdot a$$

Phụ tải quán tính riêng:

$$f_{UH} = \frac{G + Q}{g(G + Q)} \cdot a = \frac{a}{g}$$

Khi cần tính toán các thông số quán tính không chỉ riêng cho cần trục mà cả hệ truyền động có thể làm như sau:

Nếu mômen quán tính phần quay của động cơ và các cơ cấu là $k_J J$, $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^2$ (với hệ số $k_J \approx 1,1 \div 1,2$ tính cả mômen quán tính cơ cấu nối tới phần quay của động cơ), động năng của hệ:

$$W_d = k_J J \frac{\omega^2}{2} = k_J J \frac{\pi^2 n^2}{2 \times 30^2}.$$

Khối lượng quán tính m_0 quy đổi theo khối lượng cần trục, chuyển động với vận tốc v (m/s) có thể xác định từ phương trình cân bằng động năng có tính tới tổn hao ma sát xác định bởi hiệu suất của bộ truyền cơ khí η :

$$k_J a \frac{\pi^2 n^2}{2 \cdot 900} \eta = \frac{m_0 v^2}{2},$$

Suy ra:

$$m_0 = k_J a \frac{2 \pi^2 n^2 \eta}{2 \cdot 900} \quad (\text{kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}).$$

Khi $\eta \approx 0,9$:

$$m_0 = k_J a \frac{n^2}{100v^2}.$$

Phụ tải quán tính trong thời gian tăng tốc:

$$F_{UH} = (m_1 + m_0).a = \left(\frac{G+Q}{g} + k_J J \frac{n^2}{100v^2} \right).a \quad (\text{kG}). \quad (4.37)$$

Phụ tải quán tính đơn vị tương đối :

$$F_{UH}^* = \frac{(m_1 + m_0).a}{G+Q} = \frac{a}{g} + \frac{k_J J.a}{G+Q} \cdot \frac{n^2}{100v^2}.$$

Lực cản chuyển động riêng cho các cần trục thường được cho dưới dạng bảng. Vì tỷ số truyền của cơ cấu dịch chuyển tỷ lệ thuận với lực cản dịch chuyển, vùng chuyển dịch tốc độ trong giai đoạn chuyển động ổn định cần thay đổi trong khoảng:

- Cần trục bánh hơi $\approx 6,3$;
- Cần trục bánh xích $= 5,2$.

4.3. ĐỘNG HỌC CỦA CƠ CẤU DI CHUYỂN

Trong quá trình quá độ, chuyển động của cơ cấu di chuyển sẽ xuất hiện phụ tải động do sự đàn hồi của hệ truyền dẫn. Quá trình đó sẽ được khảo sát khi không tính tới sự dao động của tải trọng treo trên móc và cả khi có sự dao động của tải trọng treo trên móc. Trường hợp thứ nhất tương ứng với không có tải trọng treo trên móc hoặc có tải trọng treo trên móc với dây treo ngắn.

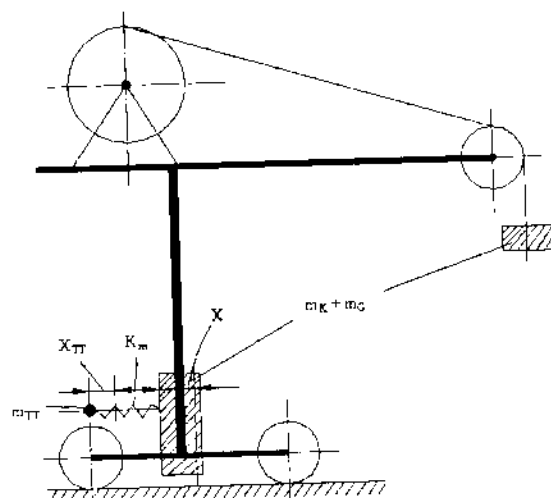
4.3.1. Phụ tải được treo trên dây ngắn

Trong tính toán kỹ thuật thường sử dụng phương pháp gần đúng, khối lượng của tải trọng m_G coi như được nối cứng với trọng tải của cần m_K . Hai tải trọng đó coi như thống nhất thành một tải trọng m . Hệ thống khảo sát có dạng như trên hình 4.4 gộp lại còn hai loại khối lượng, khối lượng m quy về bánh xe, khối lượng của rôto và các phần tử quay của cơ cấu m_{TT} cũng quy về bánh xe. Các phần tử ghép nối cơ khí như các trục, các khớp đàn hồi là các khâu đàn hồi với độ cứng chung k_M . Tại thời điểm t , dịch chuyển khối lượng m_{TT} là x_{TT} , dịch chuyển khối lượng m là x .

Phương trình chuyển động được viết như sau:

$$m_{TT} \frac{d^2 x_{TT}}{dt^2} + (x_{TT} - x)k_M = 0; \quad (4.38)$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + (x_{TT} - x)k_M = 0; \quad (4.39)$$



Hình 4.4. Sơ đồ động học của cơ cấu di chuyển khi trọng tải nâng được treo trên dây ngăn

Giải các phương trình này sẽ xác định được tần số dao động tự do của hệ thống. Để xác định được dao động cưỡng bức của hệ thống thì về phải của phương trình chuyển động cần phải viết thêm lực động học, được xác định bằng chính mômen động của động cơ cho các phần tử quay của cơ cấu. Còn đối với cần trục bằng lực cản dịch chuyển, lực gia tốc quy về bánh xe là hàm số mômen dư của động cơ. Nếu coi nó không đổi tương ứng với trường hợp vẽ trên hình 2.4d, lực này là T , còn lực cản tĩnh chuyển dịch là F . Như vậy lực đặc trưng cho mômen toàn phần của động cơ bằng $T + F$. Có thể viết được phương trình vi phân mô tả chuyển động xác lập cho từng thành phần khối lượng như sau:

$$m_{TT} \frac{d^2 x_{TT}}{dt^2} + (x_{TT} - x)k_m = T + F;$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + (x_{TT} - x)k_m = -F.$$

Nhân phương trình thứ nhất với m_K , phương trình thứ hai với m_{TT} và trừ phương trình thứ nhất cho phương trình thứ hai ta có:

$$\begin{aligned} & \left(\frac{d^2 x_{TT}}{dt^2} - \frac{d^2 x}{dt^2} \right) + \frac{m + m_{TT}}{m \cdot m_{TT}} k_m (x_{TT} - x) = \\ & = \frac{(T + F)m}{m_{TT} \cdot m} + \frac{F \cdot m_{TT}}{m_{TT} \cdot m} = \frac{T}{m_{TT}} + F \frac{m + m_{TT}}{m \cdot m_{TT}}. \end{aligned}$$

Các phương trình vi phân đó xác định sự biến dạng $x_{TT} - x$ của khớp đàn hồi, do đó lực $F_1 \neq k_M (x_{TT} - x)$ là tải của khớp đó.

trong đó: $x_{TT} - x$ bằng x_0 ; Khi ký hiệu: $\frac{m + m_{TT}}{m \cdot m_{TT}} k_M$ bằng p^2 và $\frac{T}{m_{TT}} + F \frac{m + m_{TT}}{m \cdot m_{TT}}$ bằng q thì viết được dạng phương trình đơn giản:

$$\frac{d^2 x_0}{dt^2} + px_0 - q = 0.$$

Nghiệm tổng quát của phương trình có dạng:

$$x_0 = C_1 \cos pt + C_2 \sin pt + \frac{q}{p^2}.$$

Tiến hành xác định các hằng số theo điều kiện đầu.

Trong thời gian đầu tương ứng với sự chuyển dịch của các phần tử được nối tiếp xúc với nhau và mômen cân bằng mômen cản bên ngoài khi tốc độ bằng 0. Do đó khi $t = 0$ và $(x_{TT} - x) k_M = F$, ta tính được:

$$C_1 = \frac{F}{k_M} - \frac{q}{p^2}; C_2 = 0$$

Cuối cùng ta có:

$$x_0 = x_{TT} - x = \left(\frac{F}{k_M} - \frac{q}{p^2} \right) \cos pt + \frac{q}{p^2},$$

ở đây p là tần số dao động:

$$F_T = k_M(x_{TT} - x) = k_M \left(\frac{W}{k_M} - \frac{q}{p^2} \right) \cos pt + k_M \frac{q}{p^2} = W \cos pt + k_M \frac{q}{p^2} (1 - \cos pt).$$

Thay giá trị q vào biểu thức trên ta có:

$$\begin{aligned} F_i &= F \cos pt + \frac{\frac{T.k_M}{m_{TT}} + W.k_M \frac{m+m_{TT}}{m.m_{TT}}}{p^2} (1 - \cos pt) = \\ &= \frac{T.k_M}{m_{TT}p^2} (1 - \cos pt) + F \cos pt + \frac{F.k_M}{p^2} \frac{m+m_{TT}}{m.m_{TT}} (1 - \cos pt). \end{aligned} \quad (4.40)$$

Khi thay p^2 vào thành phần thứ hai cuối cùng chúng ta nhận được:

$$F_{i_{\max}} = \frac{T.k_M}{m_{TT}p^2} (1 - \cos pt) + F; \quad (4.41)$$

Khi $\cos pt = -1$ thì lực đạt cực đại:

$$F_{i_{\max}} = \frac{2T.k_M}{m_{TT}p^2} + F = 2T \frac{m}{m+m_{TT}} + F,$$

hoặc

$$F_{i_{\max}} = 2T.A + F, \quad (4.42)$$

Với:

$$A = \frac{m_k + m_G}{m_k + m_{TT} + m_G}.$$

Qua các biểu thức trên chúng ta thấy rằng, để giảm được lực động trong các cơ cấu di chuyển cần phải tăng khối lượng m_{TT} , vì vậy phải chế tạo pully cho phanh đai lớn.

4.3.2. Khi có sự lệch của tải trọng hàng hoá theo phương thẳng đứng trong quá trình quá độ

Trong giai đoạn tăng tốc ban đầu tải trọng chưa kịp dịch chuyển như ở hình 4.5. Sự dịch chuyển của cần với khối lượng m_K và khối lượng của phần quay m_{TT} bằng x_K , sự dịch chuyển của tải trọng m_G treo trên cần là x_G , lực quán tính coi như không đổi.

Phương trình vi phân mô tả chuyển động của cần và tải trọng như sau:

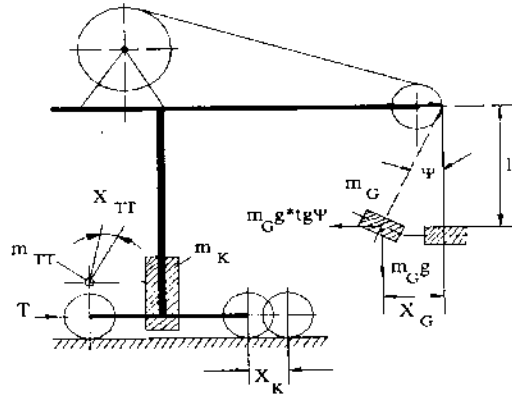
$$(m_K + m_{TT}) \frac{d^2 x_K}{dt^2} + m_G \cdot g \cdot \operatorname{tg} \psi = T; \quad (4.43)$$

$$m_G \left(\frac{d^2 x_K}{dt^2} - \frac{d^2 x_G}{dt^2} \right) = -m_G \cdot g \cdot \operatorname{tg} \psi. \quad (4.44)$$

Nếu độ lệch nhỏ ta có thể viết được:

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{x_G}{l},$$

với l – độ dài treo hàng hoá.



Hình 4.5. Sơ đồ động học của cơ cấu di chuyển khi tải trọng treo trên cáp dài

$$\begin{aligned} \frac{d^2 x_K}{dt^2} + \frac{m_G}{m_K + m_{TT}} \cdot \frac{g}{l} x_G - \frac{T}{m_K + m_{TT}} &= 0; \\ -\frac{d^2 x_K}{dt^2} + \frac{d^2 x_G}{dt^2} + \frac{g}{l} x_G &= 0. \end{aligned}$$

Cộng các phương trình trên với nhau ta có:

$$\frac{d^2 x_G}{dt^2} + \frac{g}{l} \left(1 + \frac{m_G}{m_K + m_{TT}} \right) x_G = \frac{T}{m_K + m_{TT}},$$

hoặc:

$$\frac{d^2 x_G}{dt^2} + p^2 x_G = q,$$

với tần số dao động của tải trọng:

$$p = \sqrt{\frac{g}{l} \left(1 + \frac{m_g}{m_k + m_{\pi\pi}} \right)}.$$

Nghiệm chung của phương trình có dạng:

$$x_G = C_1 \cos pt + C_2 \sin pt + \frac{q}{p^2}$$

Điều kiện đầu: Khi $t = 0$, $x_G = 0$, $(dx_G / dt) = 0$. Do đó:

$$x_G = C_1 + \frac{q}{p^2}, \text{ suy ra } C_1 = -\frac{q}{p^2}; C_2 = 0$$

Cuối cùng ta nhận được sự dịch chuyển của tải:

$$x_G = \frac{q}{p^2} \cos pt + \frac{q}{p^2} = \frac{q}{p^2} (1 - \cos pt).$$

hoặc:

$$x_G = \frac{T.l}{g(m_k + m_{\pi\pi} + m_g)} \left[1 - \cos \sqrt{\frac{g}{l} \left(1 + \frac{m_g}{m_k + m_{\pi\pi}} \right)} t \right]. \quad (4.45)$$

Sự lệch lớn nhất khi:

$$\cos \sqrt{\frac{g}{l} \left(1 + \frac{m_g}{m_k + m_{\pi\pi}} \right)} t = -1, \\ x_{G\max} = \frac{2T.l}{g(m_k + m_{\pi\pi} + m_g)}. \quad (4.46)$$

Tốc độ chuyển động của tải trọng:

$$\frac{dx_G}{dt} = \frac{q}{p} \sin pt = \frac{T.l}{g(m_k + m_{\pi\pi} + m_g)} \sqrt{\frac{g}{l} \left(1 + \frac{m_g}{m_k + m_{\pi\pi}} \right)} \times \sin \sqrt{\frac{g}{l} \left(1 + \frac{m_g}{m_k + m_{\pi\pi}} \right)} t \\ = T \sqrt{\frac{l}{g(m_k + m_{\pi\pi})(m_k + m_{\pi\pi} + m_g)}} \times \sin \sqrt{\frac{g}{l} \frac{m_k + m_{\pi\pi} + m_g}{m_k + m_{\pi\pi}}} t$$

Như vậy qua các công thức cho thấy rằng tốc độ của tải trọng tỷ lệ với lực động và ngoài ra tỷ lệ với căn bậc hai độ dài cáp treo.

$$\frac{d^2 x_k}{dt^2} = \frac{T}{m_k + m_{\pi\pi}} - \frac{m_g}{m_k + m_{\pi\pi}} \frac{g}{l} x_G = q - Bx_G$$

Để làm sáng tỏ sự dịch chuyển của cần trục thay giá trị x_G vào phương trình dịch chuyển cần trục ta có:

$$\frac{d^2 x_k}{dt^2} = q - B \frac{q}{p^2} + B \frac{q}{p^2} \cos pt;$$

$$\frac{dx_k}{dt} = qt - B \frac{q}{p^2} t + B \frac{q}{p^3} \sin pt + C_1.$$

Khi $t = 0$, $x_k = 0$, $(dx_k / dt) = 0$, do đó: $C_1 = 0$,

$$x_k = q \frac{t^2}{2} - B \frac{q}{p^2} \frac{t^2}{2} - B \frac{q}{p^4} \cos pt + C_2;$$

Khi $t = 0$, $x_k = 0$ và $C_2 = B(q / p^4)$,

Do đó sự dịch chuyển:

$$x_k = q \frac{t^2}{2} - B \frac{q}{p^2} \frac{t^2}{2} + B \frac{q}{p^4} (1 - \cos pt),$$

với:

$$q = \frac{T}{m_k + m_{\pi}}; B = \frac{m_0}{m_k + m_{\pi}} \frac{g}{l}; p^2 = \frac{g}{l} \frac{m_k + m_{\pi} m_0}{m_k + m_{\pi}}$$

Tốc độ dịch chuyển (dx_k/dt) đã được xác định ở trên.

4.3.3. Khi tải trọng được treo bằng dây có độ dài đáng kể

Đối với trường hợp khi tải trọng được treo bằng cáp dài thì những công thức nêu trên không đủ độ chính xác vì khi tải trọng dao động sẽ xuất hiện sự dao động của cần và F_{lMax} sẽ bị thay đổi. Trường hợp này ta coi trọng lượng hàng và trọng lượng cần là riêng biệt như hình 4.5.

Phương trình vi phân mô tả sự chuyển động của $m_{\pi\pi}$ không thay đổi so với trường hợp trên (mục 4.3.2):

$$m_{\pi\pi} \frac{d^2 x_{\pi\pi}}{dt^2} + (x_{\pi\pi} - x) k_M = T + F.$$

Phương trình vi phân mô tả chuyển động của khối lượng m_k được thành lập về nguyên lý như trường hợp trên nhưng về phải ngoài tác động của lực $-F$ còn thêm thành phần tải trọng theo phương nằm ngang:

$$-m_g g \cdot \tan \psi = -m_g g \frac{x_g}{L}.$$

Bởi vậy:

$$m_k \frac{d^2 x}{dt^2} - (x_{\pi\pi} - x) k_M = -F - m_g \frac{g}{L} x_g.$$

Ta nhân phương trình thứ nhất với m_k , phương trình thứ hai với $m_{\pi\pi}$, sau đó trừ phương trình thứ hai với phương trình thứ nhất rồi chia các thành phần cho hệ số ở đạo hàm bậc 2 đồng thời ký hiệu $x_0 = x_{\pi\pi} - x$ ta có:

$$\frac{d^2 x_0}{dt^2} + \frac{m_k + m_{\pi\pi}}{m_k m_{\pi\pi}} k_M x_0 = \frac{T}{m_{\pi\pi}} + \frac{F}{m_{\pi\pi}} + \frac{F}{m_k} + \frac{m_g}{m_k} \cdot \frac{g}{L} x_g.$$

x_g - giá trị lệch của tải trọng đã được xác định trước đây.

$$\frac{d^2 x_0}{dt^2} + \frac{m_K + m_{TT}}{m_K m_{TT}} k_M x_0 = \frac{T}{m_{TT}} + \frac{F(m_K + m_{TT})}{m_K m_{TT}} + \frac{m_G}{m_K} \cdot \frac{T}{m_K + m_{TT} + m_G} (1 - \cos pt)$$

$$\text{Đặt: } k^2 = \frac{m_K + m_{TT}}{m_K m_{TT}} ; \quad A_1 = \frac{T}{m_{TT}} ; \quad A_2 = \frac{F(m_K + m_{TT})}{m_K m_{TT}} ;$$

$$A_3 = \frac{m_G}{m_K} \cdot \frac{g}{L} \cdot \frac{L}{g} \cdot \frac{T}{m_K + m_{TT} + m_G}$$

Ta được:

$$\frac{d^2 x_0}{dt^2} + k^2 x_0 = A_1 + A_2 + A_3 \cos pt.$$

Giải phương trình trên khi nối hệ truyền động trực tiếp, lực lớn nhất xuất hiện trong các khớp tính được:

$$F_{iMax} = T \left\{ \frac{m_K + m_G}{m_K + m_{TT} + m_G} + \sqrt{\frac{m_K + m_G}{m_K + m_{TT} + m_G} \left[\frac{2T \cdot W + W^2}{T^2} + \frac{m_K + m_G}{m_K + m_{TT} + m_G} \right]} \right\} + F \quad (4.47)$$

$$F_{iMax} = T \cdot A \left\{ 1 + \sqrt{1 + \frac{B}{A}} \right\} + F$$

$$\text{với:} \quad A = \frac{m_K + m_G}{m_K + m_{TT} + m_G} \quad B = \frac{2F}{T} + \frac{F^2}{T^2} .$$

Sự sai khác giữa giá trị F_{iMax} khi không tính đến sự lệch của tải trọng khi di chuyển và F_{iMax} khi có tính đến sự lệch của tải trọng khi di chuyển bằng hệ số sau:

$$\xi = \frac{2T \cdot A + F}{T \cdot A \left[1 + \sqrt{1 + \frac{B}{A}} \right] + F} \quad (4.48)$$

CHƯƠNG 5. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC CƠ CẤU QUAY CỦA CẦN TRỤC

5.1. TÍNH TOÁN CƠ CẤU QUAY CỦA CẦN TRỤC

Thông số đặc trưng của cơ cấu quay là mômen cản khi quay M_{bq} , tốc độ quay n_q , ngoài ra còn các thông số khác của bộ truyền cơ khí, thông số của động cơ điện ...

Công suất của động cơ điện truyền động cho cơ cấu quay được xác định như sau:

$$P_{dc} = \frac{M_{bp} n_{bp}}{975 \eta_c} \text{ (kW)}, \quad (5.1)$$

trong đó: η_c - hiệu suất truyền của bộ truyền cơ khí nối từ động cơ điện đến cơ cấu quay, khi tốc độ động cơ điện làm việc với tốc độ n_{dc} (vg/ph).

Tỷ số truyền của bộ truyền cơ khí của cơ cấu quay được định nghĩa như sau:

$$i_M^{bp} = \frac{n_{dc}}{n_{bp}}. \quad (5.2)$$

Tốc độ quay của cơ cấu quay thường không lớn (0,25 - 2 vg/ph). Vì vậy tỷ số truyền thường rất lớn, do vậy khi tính toán cần xác định giá trị hiệu suất của bộ truyền.

Khác với cơ cấu nâng hạ và cơ cấu di chuyển, thời gian làm việc của một chu kỳ lớn hơn rất nhiều so với thời gian khởi động và thời gian hãm của hệ thống, còn lực quán tính nhỏ so với lực cản tĩnh, ở cơ cấu quay lực quán tính lớn hơn đáng kể so với lực cản tĩnh. Góc quay làm việc trong giới hạn (60 - 120°) với khối lượng của cơ cấu quay rất lớn vì vậy thời gian khởi động và hãm tương đương với thời gian làm việc.

Vì vậy việc tính toán mômen của cơ cấu quay bao gồm mômen cản tĩnh và mômen quán tính của hệ thống:

$$M_{bp} = M_C + M_{qt} = M_{KC} + M_{ms} + M_g + M_{qt}, \quad (5.3)$$

trong đó:

M_{KC} - mômen trọng lượng của cần trục G và tải trọng $Q + q$ khi cần công tác trên góc nghiêng α ;

M_{ms} - mômen của lực ma sát;

M_g - mômen gây ra do tác động của gió;

M_{qt} - mômen do lực quán tính.

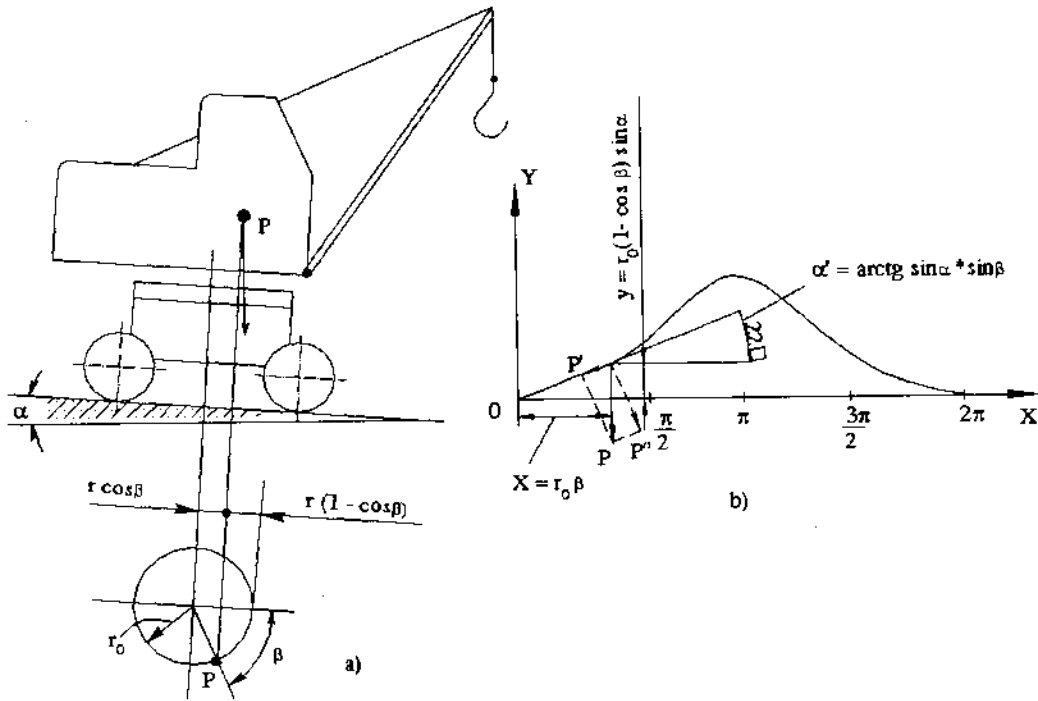
Các thành phần của trọng lực cần trục và của tải thường thay đổi lớn không chỉ phụ thuộc vào góc nghiêng α mà còn phụ thuộc vào vị trí của trọng tâm của phần quay trên đế của nó. Hệ thống được minh họa trên hình 5.1a.

Trái đường tròn vạch ra bởi tâm cần trục khi quay trên mặt phẳng nghiêng (hình 5.1b). Tọa độ của điểm bất kỳ của trọng tâm được viết như sau:

$$y = r_0(1 - \cos\beta)\sin\alpha,$$

khi đặt $\beta = x/r_0$, ta có:

$$y = r_0 \sin\alpha - r_0 \sin\alpha \cos(x/r_0). \quad (5.4)$$



Hình 5.1. Sự phân bố trọng tâm khi cần trục quay trên một góc nghiêng

Lấy đạo hàm ta được:

$$\frac{dy}{dx} = \sin \alpha \sin \beta = \operatorname{tg} \alpha'$$

Trên hình 5.1 ta có :

$$P' = P \sin \operatorname{arctg}(\sin \alpha \sin \beta) .$$

$$P' \approx P . \sin \alpha . \sin \beta .$$

và mômen của trọng lượng cần và trọng tải được viết:

$$M_{KC} = [G.r_0 + (Q + q)R] \sin \alpha \sin \beta, \quad (5.5)$$

với r_0 và R là khoảng cách từ trục của cơ cấu quay đến trọng tâm cần trục và của tải trọng.

Giá trị lớn nhất của biểu thức đạt được khi $\beta = \pi/2$ và $\beta = 3\pi/2$, nghĩa là khi $\sin \beta = 1$. Cuối cùng ta có:

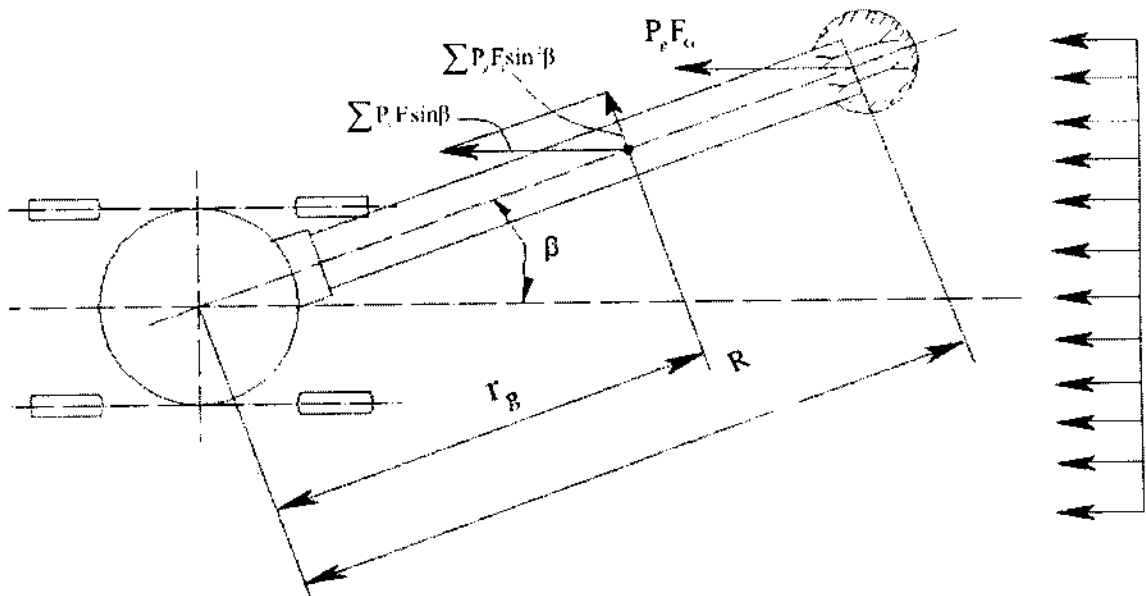
$$M_{KC}^{\max} = [G.r_0 + (Q + q)R] \sin \alpha . \quad (5.6)$$

Mômen ma sát phụ thuộc vào áp lực trên ổ đỡ phụ thuộc vào kết cấu của cần cầu vì vậy mômen ma sát có thể viết được như sau:

$$M_{ms} = \sum A_i \mu_i r_i, \quad (5.7)$$

trong đó : A_i , μ_i , r_i - áp lực lên ổ đỡ, hệ số ma sát, bán kính ma sát của ổ đỡ.

Mô tả phụ tải gió tác động lên cơ cấu quay xem ở hình 5.2.



Hình 5.2. Phụ tải của gió tác động lên phần quay của cần cầu khi cần cầu quay

Mômen cần do gió phụ thuộc vào hình dạng cần, hàng hoá. Đồng thời mômen cần của gió gây nên cũng sẽ thay đổi khi cần trục quay. Dạng tổng quát mômen gió được viết như sau:

$$M_g = P_g F_g R \sin \beta + \sum P_g F_g r_g \sin^2 \beta. \quad (5.8)$$

Giá trị lớn nhất của mômen gió đạt được khi $\beta = \pi/2$:

$$M_g^{\max} = P_g F_g R + \sum P_g F_g r_g. \quad (5.9)$$

Mômen của lực quán tính được viết như sau:

$$M_q = \sum J \frac{d\omega}{dt} \cong \frac{0,105n}{t} K \sum J_0 \quad (5.10)$$

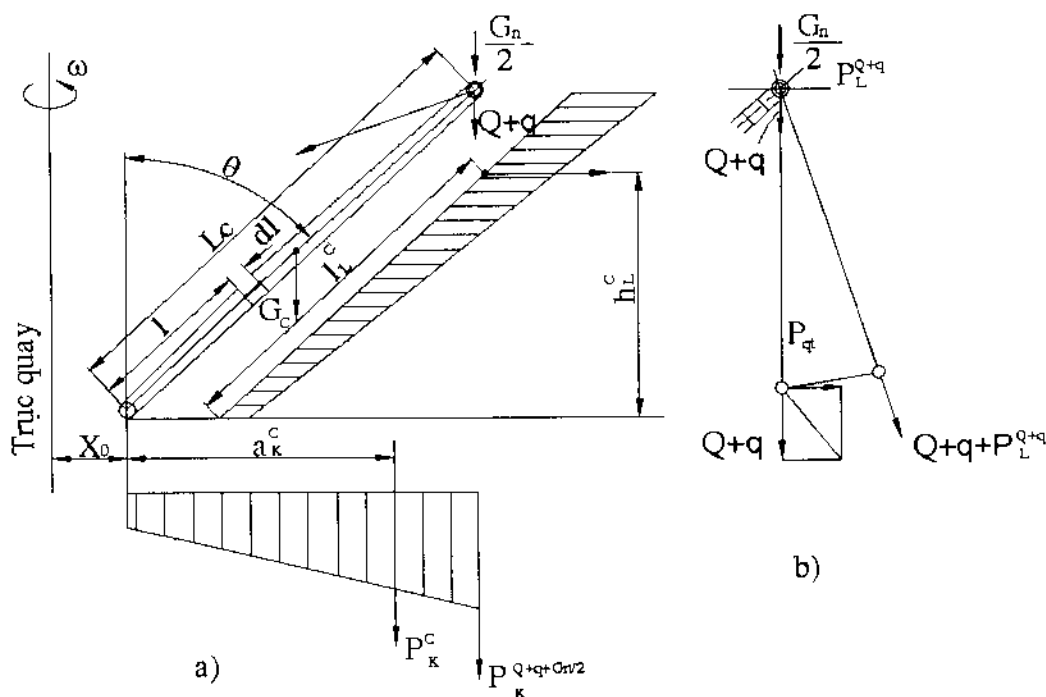
trong đó: $\sum J_0$ - tổng các mômen quán tính của cần trục và tải trọng quy về trục quay.

K - gia tốc góc (theo bảng tra cứu).

Tốc độ quay của phần quay cần trục, cũng như thời gian quá độ trong chu kỳ làm việc: gia tốc hoặc hãm đều gây ra các ảnh hưởng đáng kể lên lực quán tính ly tâm hoặc tiếp tuyến tác động lên cần của cần trục.

Trên hình 5.3, những lực theo phương nằm ngang gây ra sự lệch đường cáp tới vị trí, ở đó trọng lực và lực quán tính theo phương nằm ngang cân bằng và hướng dọc theo cáp. Sự cân bằng này có thể chuyển về đầu cần và phân tích thành hai thành phần: nằm ngang và thẳng đứng.

Khi phân tích lực quán tính cần chú ý đến tất cả các thành phần lực nằm ngang, được đặt ở móc cáp và trong tính toán được coi như đặt ở đầu cần.



Hình 5.3. Các lực quán tính ly tâm và tiếp tuyến của các phần quay của cần trục. a - Biểu đồ phân bố lực ly tâm và lực tiếp tuyến; b - Sự lệch của tải trọng nâng do sự tác động của lực ly tâm

Khi tính toán, tải trọng treo ở đầu cần và phần palăng ở đầu cần xem như khối lượng điểm, lực quán tính của khối lượng đó được xác định như sau:

$$P_k^{Q+q+\frac{G_n}{2}} = \frac{Q+q+\frac{G_n}{2}}{g} \frac{2\pi \cdot n_{bp}}{60t} (x_0 + L_c \cdot \sin\theta), \quad (5.11)$$

trong đó: n_{bp} - tốc độ góc của các phần quay (vg/ph);
 t - thời gian lớn nhất của quá trình quá độ bằng (s).

Lực quán tính tiếp tuyến của khối lượng cần phân bố dọc theo chiều dài cần vì phân. Lực quán tính của khối lượng dm_c :

$$dP_k^c = E \frac{2\pi \cdot n_{bp}}{60t} (x_0 + l \cdot \sin\theta) = \frac{m_c \cdot 2\pi \cdot n_{bp}}{60t} (x_0 + l \cdot \sin\theta) dl.$$

Lực quán tính tiếp tuyến toàn phần của cần:

$$\begin{aligned} P_k^c &= \frac{m_c \cdot 2\pi \cdot n_{bp}}{60t} \int_0^{L_c} (x_0 + l \cdot \sin\theta) dl \\ &= \frac{m_c}{L_c} \frac{2L_c \pi \cdot n_{bp}}{60t} \left(x_0 + \frac{L_c \sin\theta}{2} \right) = 0,0107 G_c \frac{n_{bp}}{t} \left(x_0 + \frac{L_c \sin\theta}{2} \right) \end{aligned} \quad (5.12)$$

Điểm đặt cân bằng các lực tiếp tuyến quán tính so với gốc tựa của cần được xác định theo phương trình:

$$dM_k^c = \frac{m_c}{L_c} \frac{2\pi \cdot n_{bp}}{60t} (x_0 + l \cdot \sin\theta) l dl,$$

Điểm đặt của lực quán tính trên cần được tính:

$$\begin{aligned}
 l_k^c &= \frac{dM_k^c}{dP_k^c} = \frac{\frac{m_c}{L_c} \frac{2\pi \cdot n_{bp}}{60t} \int_0^{L_c} (x_0 + l \cdot \sin\theta) dl}{\frac{m_c}{L_c} \frac{2\pi \cdot n_{bp}}{60t} \int_0^{L_c} (x_0 + l \cdot \sin\theta) dl} = \\
 &= \frac{\frac{x_0 L_c^2}{2} + \frac{L_c^3 \sin\theta}{3}}{x_0 + \frac{L_c \sin\theta}{2}} = \frac{3x_0 L_c^2 + 2L_c^3 \sin\theta}{3(2x_0 L_c + L_c^2 \sin\theta)} = \\
 &= \frac{L_c}{3} \frac{(3x_0 + 2L_c \sin\theta)}{(2x_0 + L_c \sin\theta)}. \quad (5.13)
 \end{aligned}$$

Hoành độ của điểm đặt lực quán tính tiếp tuyến:

$$a_k^c = l_k^c \sin\theta.$$

Lực ly tâm do trọng tải, đồ gá và một nửa trọng lượng của palăng được đặt ở đầu cần:

$$\begin{aligned}
 P_L^{Q+q+\frac{G_n}{2}} &= \frac{Q+q+\frac{G_n}{2}}{g} \omega^2 (x_0 + L_c \sin\theta) = \\
 &= \frac{Q+q+\frac{G_n}{2}}{g} \left(\frac{2\pi \cdot n_{bp}}{60} \right)^2 (x_0 + L_c \sin\theta) \\
 &= \frac{Q+q+\frac{G_n}{2}}{895} n_{bp}^2 (x_0 + L_c \sin\theta); (kG). \quad (5.14)
 \end{aligned}$$

Lực ly tâm P_L^c do khối lượng cần được đặt ở phần giữa của cần cách gối tựa một khoảng l . Giá trị của lực này và tung độ h_L^c có điểm đặt có thể xác định được như sau:

Trọng lượng của cần là G_c (kg) được phân bố trên toàn bộ độ dài của cần, trên từng đơn vị độ dài l_M kể từ gối tựa sẽ bằng:

$$dm_c = \frac{G_c}{gL_c} dl. \quad (5.15)$$

Vi phân của lực ly tâm khi tốc độ góc là ω viết được như sau:

$$dP_L^c = dm_c \omega^2 (x_0 + l \cdot \sin\theta) = \frac{G_c}{gL_c} \omega^2 (x_0 + l \cdot \sin\theta) dl.$$

Lực ly tâm toàn phần:

$$P_L = \frac{G_c}{gL_c} \omega^2 \int_0^{L_c} (x_0 + l \cdot \sin\theta) dl = \frac{G_c}{gL_c} \omega^2 \left(x_0 L_c + \frac{L_c^2}{2} \sin\theta \right). \quad (5.16)$$

Thay $\omega = \frac{\pi n}{30}$ ta được:

$$P_l = \frac{G_c \pi^2 n^2}{g \cdot 1800} (2x_0 + L_c \sin \theta), \text{ (kG)}. \quad (5.17)$$

Vì mômen do lực ly tâm nguyên tố kể từ gối đỡ của cần:

$$dM_l = \frac{G_c}{gL_c} \omega^2 (x_0 + l \sin \theta) dl \cos \theta, \quad (5.18)$$

nên tung độ điểm đặt của lực ly tâm:

$$\begin{aligned} h_l^c &= \frac{\int dM_l}{\int dP_l} = \frac{\frac{G_c}{gL_c} \omega^2 \int_0^{L_c} (x_0 + l \sin \theta) dl \cos \theta}{\frac{G_c}{gL_c} \omega^2 \int_0^{L_c} (x_0 + l \sin \theta) dl} \\ &= \cos \theta \left| \frac{\frac{x_0 l^2}{2} + \frac{l^3}{3} \sin \theta}{x_0 l + \frac{l^2}{2} \sin \theta} \right| = \frac{2x_0 + 2L_c \sin \theta}{2x_0 + L_c \sin \theta} \frac{L_c}{2} \cos \theta. \end{aligned} \quad (5.19)$$

Khoảng cách kể từ gối đỡ:

$$l_l^c = \frac{h_l^c}{\cos \theta} = \frac{L_c}{3} \frac{3x_0 + 2L_c \sin \theta}{2x_0 + L_c \sin \theta}. \quad (5.20)$$

Khi có các tời quay hoặc các thiết bị có công suất xác định (ví dụ như ở các cần trục cơ cấu truyền động nhóm) thường cần xác định quá trình gia tốc và hãm.

Biểu thức tính mômen cản chung nhất của cơ cấu quay trong quá trình gia tốc được viết như sau:

$$M_{bq} = M_{KC} + M_{ms} + M_g + \frac{0,105n}{t_{TT}} K \sum J_0, \quad (5.21)$$

Từ đó thay M_{dc} vào M_{bp} ta được:

$$t_{TT} = \frac{0,105n \cdot K \sum J_0}{M_{dc} + M_{ms} + M_{KC} + M_g} \text{ (s)}. \quad (5.22)$$

Trong thời gian hãm mômen được tạo bởi phanh M_H :

$$M_H = M_{KC} - M_{ms} + M_g + \frac{0,105n}{t_H} K \sum J_0 \quad (5.23)$$

Từ đó ta có được:

$$t_H = \frac{0,105n K \sum J_0}{M_H + M_{ms} - M_{KC} - M_g} \text{ (s)}. \quad (5.24)$$

Trong cơ cấu quay phụ tải cơ bản mà động cơ phải khắc phục trong quá trình khởi động là tải quán tính trong giai đoạn gia tốc, vì thế thường chọn loại động cơ làm việc ngắn hạn lặp lại có khả năng quá tải tốt. Do đó khi chọn công suất động cơ thường sử dụng công thức sau:

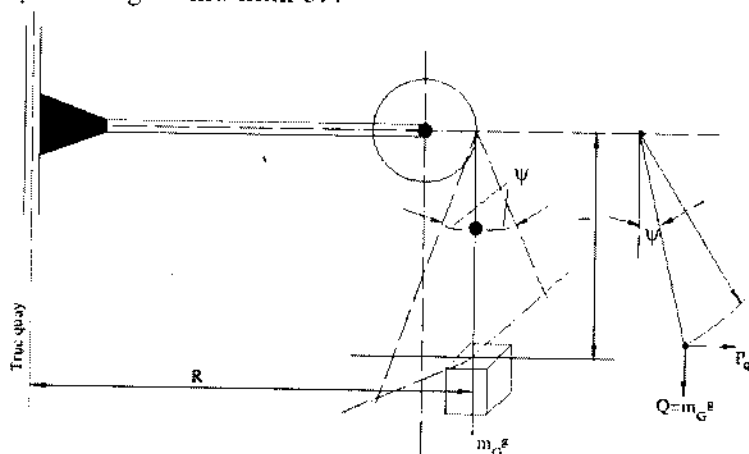
$$N_{dc}^{dm} = \frac{N_{dc}}{\lambda} \quad (5.25)$$

Với λ là hệ số quá tải cho phép của động cơ trong chế độ khởi động.

5.2. ĐỘNG HỌC CỦA CƠ CẤU QUAY

5.2.1. Phụ tải lệch khối phương thẳng đứng khi cần quay theo phương nằm ngang

Chúng ta khảo sát trường hợp khi quay tải trọng được treo trên cần với palăng treo cách trục quay một khoảng R như hình 5.4



Hình 5.4. Động học của tải trọng khi lệch khỏi phương thẳng đứng khi quay

Nếu gia tốc góc của cần khi quay là ε coi bằng hằng số (đang của ε cho trước), thì sau một khoảng thời gian t từ lúc bắt đầu chuyển động cấp năng sẽ lệch khỏi mặt phẳng của cần với phương thẳng đứng một góc ψ . Thêm vào đó là tác dụng của trọng lực $Q = m_G g$ và lực quán tính $P_{qt} = m_G \varepsilon R$, có thể viết được phương trình vi phân quay tải trọng quanh một trục đi qua điểm treo trong mặt phẳng cần:

$$J \frac{d^2 \psi}{dt^2} = M_t \quad (5.26)$$

với J - mômen quán tính của tải trọng tương ứng với trục quay:

$$J = m_G l^2$$

M_t - tổng các mômen của các lực quay quanh trục:

$$M_t = -Q l \sin \psi + P_{qt} l \cos \psi = -m_G l (g \sin \psi - \varepsilon R \cos \psi). \quad (5.27)$$

Thay giá trị M_t và J vào phương trình chuyển động ta nhận được:

$$m_G = l^2 \frac{d^2 \psi}{dt^2} = m_G l (\varepsilon R \cos \psi - g \sin \psi). \quad (5.28)$$

Với độ lệch của góc nhỏ ta có thể coi $\cos \psi \equiv 1$ và $\sin \psi \equiv \psi$ (khi $\psi = 15^\circ$ sai khác nhỏ hơn 0,35%) ta nhận được:

$$\frac{d^2 \psi}{dt^2} + \frac{g}{l} \psi = \frac{\varepsilon R}{l} \quad \text{hoặc} \quad \frac{d^2 \psi}{dt^2} + \beta^2 \psi = q$$

Giải phương trình trên ta nhận được:

$$\psi = C_1 \cos \beta t + C_2 \sin \beta t + \frac{q}{\beta^2}.$$

Với điều kiện đầu $t = 0; \psi = 0; d\psi/dt = 0$, ta suy ra :

$$C_1 + \frac{q}{\beta^2} = 0; \quad C_1 = -\frac{q}{\beta^2};$$

$$\frac{d\psi}{dt} = -C_1 \beta \sin \beta t + C_2 \beta \cos \beta t; \quad C_2 \beta = 0; \quad C_2 = 0.$$

Do đó:

$$\psi = -\frac{q}{\beta^2} \cos \beta t + \frac{q}{\beta^2} = \frac{q}{\beta^2} (1 - \cos \beta t) = \frac{\varepsilon}{g} R (1 - \cos \beta t),$$

trong đó β là tần số của dao động tuần hoàn.

5.2.2. Phụ tải động trong cơ cấu quay

Các phần tử của cần trục khi quay có thể phân thành hai loại khối lượng: Khối lượng của cần và tải trọng. Khối lượng của các phần tử quay trong cơ cấu dẫn động được biểu diễn trên hình 5.5. Khi phân tích các hệ thống này cần phải kể đến sự ảnh hưởng lác (đu đưa) của tải trọng trong mặt phẳng vuông góc của cần khi quay. Với các phần tử cơ bản chuyển động quay thì sự tính toán hợp lý không phải là khối lượng và tốc độ dài mà là các mômen quán tính và các tốc độ góc.

Nếu dịch chuyển về góc của khối lượng các phần tử quay của cơ cấu quay (kể cả rôto của động cơ) cùng với mômen quán tính J_p là φ_p , còn góc dịch chuyển khối lượng phần quay của cần trục cùng với mômen quán tính J_k là φ_k thì động năng của các khối lượng sẽ là:

$$W_{dp} = \frac{J_p}{2} \left(\frac{d\varphi_p}{dt} \right)^2; \quad W_{dk} = \frac{J_k}{2} \left(\frac{d\varphi_k}{dt} \right)^2. \quad (5.29)$$

Thế năng là:

$$W_{ik} = W_{\eta} = \frac{(\varphi_p - \varphi_k)^2}{2} k_{\eta}, \quad (5.30)$$

với k_{η} là độ cứng của khâu đàn hồi.

Mômen tác động toàn phần sẽ bằng tổng của mômen cản tĩnh và mômen dư (mômen động).

Các phương trình vi phân mô tả chuyển động cưỡng bức của từng thành phần khối lượng được viết như sau:

$$J_P \frac{d^2 \varphi_P}{dt^2} + (\varphi_P - \varphi_K) k_M = M_C + M_{dv} \quad (5.31)$$

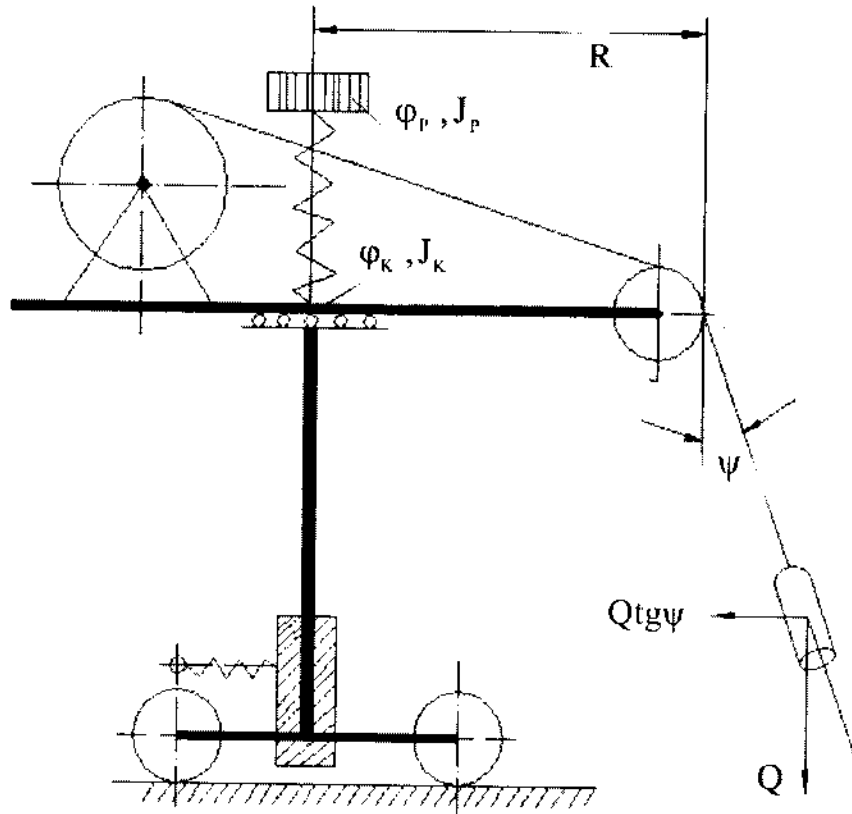
$$J_K \frac{d^2 \varphi_K}{dt^2} - (\varphi_P - \varphi_K) k_M = -(M_C + M_G) \quad (5.32)$$

trong đó M_G là mômen của tải trọng Q với bán kính cánh tay đòn là R :

$$M_G = QR \operatorname{tg} \psi$$

Khi thay $\operatorname{tg} \psi$ bằng ψ (khi $\psi = 15^\circ$ sai số 3%) và góc ψ được thay bằng biểu thức của nó ở chương trước ta có:

$$M_G = Q \cdot R \cdot \psi = \frac{m_g g \cdot \varepsilon R^2}{g} (1 - \cos \beta t) = m_g \varepsilon R^2 (1 - \cos \beta t) = A_0 (1 - \cos \beta t) \quad (5.33)$$



Hình 5.5. Sơ đồ động học cơ cấu quay của cân cầu khi quay

Khi nhân phương trình thứ nhất với J_K , nhân phương trình thứ hai với J_P rồi trừ phương trình thứ hai cho phương trình thứ nhất ta nhận được:

$$\frac{d^2 \varphi_P}{dt^2} - \frac{d^2 \varphi_K}{dt^2} + \frac{J_K + J_P}{J_K J_P} k_M (\varphi_P - \varphi_K) = \frac{J_K (M_C + M_{dv}) + J_P (M_C + M_G)}{J_K J_P} \quad (5.34)$$

Đó là các phương trình vi phân xác định độ biến dạng của khâu đàn hồi $(\varphi_p - \varphi_k)$ hay mômen cân M_{bp} của khâu đàn hồi.

Ta đặt:

$$\frac{d^2\varphi_p}{dt^2} - \frac{d^2\varphi_k}{dt^2} = \frac{d^2\varphi}{dt^2};$$

$$\varphi_p - \varphi_k = \varphi;$$

$$\frac{J_p + J_k}{J_p J_k} = p^2;$$

$$\frac{M_c + M_{du}}{J_p} + \frac{M_c}{J_k} = q;$$

và

$$\frac{M_G}{J_k} - \frac{m_G R^2 \varepsilon}{J_k} (1 - \cos\beta t) = A(1 - \cos\beta t),$$

thì phương trình có thể viết lại dưới dạng sau đây:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = p^2\varphi = q + A(1 - \cos\beta t) = q + A - A\cos\beta t = D - A\cos\beta t,$$

Nghiệm tổng quát của phương trình đó là:

$$\varphi = C_1 \cos pt + C_2 \sin pt + \frac{D}{p^2} - \frac{A}{p^2 - \beta^2} \cos \beta t.$$

Các hằng số được xác định theo điều kiện đầu.

Trong thời điểm đầu của quá trình chuyển dịch, các chi tiết trong cơ cấu được coi đã tiếp xúc với nhau và chịu mômen cân bằng mômen cân ngoài M_c , tốc độ bằng 0.

Vì vậy khi $t = 0$; $\varphi = M_c/k_m$; còn $d\varphi/dt = 0$ vì thế:

$$\frac{M_c}{k_m} = C_1 + \frac{D}{p^2} - \frac{A}{p^2 - \beta^2}.$$

Suy ra:

$$C_1 = \frac{M_c}{k_m} + \frac{A}{p^2 - \beta^2} - \frac{D}{p^2}; C_2 = 0.$$

Do đó:

$$\begin{aligned} \varphi &= \left(\frac{M_c}{k_m} + \frac{A}{p^2 - \beta^2} - \frac{D}{p^2} \right) \cos pt + \frac{D}{p^2} - \frac{A}{p^2 - \beta^2} \cos \beta t = \\ &= \frac{M_c}{k_m} \cos pt + \frac{Ak_m}{p^2 - \beta^2} (\cos pt - \cos \beta t) + \frac{D}{p^2} (1 - \cos pt) \end{aligned}$$

trong đó p và β là tần số dao động tuần hoàn của hệ thống.

Mômen tác động lên khâu đàn hồi được tính như sau:

$$M_{bp} = \varphi.k_M = M_c \cos pt + \frac{Ak_M}{p^2 - \beta^2} (\cos pt - \cos \beta t) + \frac{Dk_M}{p^2} (1 - \cos pt).$$

Khi thay:

$$A = \frac{M_G}{J_K (1 - \cos \beta t)}; D = q + A = \frac{M_c + M_{du}}{J_p} + \frac{M_c}{J_K} + \frac{M_G}{J_K (1 - \cos \beta t)}.$$

ta có:

$$M_{bp} = M_c \cos pt + \frac{M_G k_M (\cos pt - \cos \beta t)}{J_K (1 - \cos \beta t) (p^2 - \beta^2)} + \frac{k_M (1 - \cos pt)}{p^2} \times \left[\frac{M_{du}}{J_p} + \frac{M_c}{J_p} + \frac{M_c}{J_K} - \frac{M_G}{J_K (1 - \cos \beta t)} \right]; \quad (5.35)$$

hay:

$$M_{bp} = M_c \cos pt + \left[\frac{M_{du}}{J_p} + \frac{M_c}{J_p} + \frac{M_c}{J_K} \right] \frac{k_M}{p^2} \times (1 - \cos pt) + \frac{M_G k_M}{J_K p^2} \left[\frac{1 - \cos pt}{1 - \cos \beta t} + \frac{\cos pt - \cos \beta t}{\left(1 - \frac{\beta^2}{p^2}\right) (1 - \cos \beta t)} \right]. \quad (5.36)$$

Nhóm các số hạng và điền các giá trị:

$$M_G = QR^2 \frac{\varepsilon}{g} (1 - \cos \beta t), \quad \frac{k_M}{p^2} = \frac{k_M J_p J_K}{k_M (J_p + J_K)} = \frac{J_p J_K}{J_p + J_K}$$

Có thể viết được:

$$M_{bp} = \frac{1}{J_p + J_K} \left\{ M_c [(J_p + J_K) \cos pt + (J_p + J_K) (1 - \cos pt)] + M_{du} J_K (1 - \cos pt) + QR^2 \frac{\varepsilon}{g} J_p \left[(1 - \cos pt) + \frac{\cos pt - \cos \beta t}{1 - \frac{\beta^2}{p^2}} \right] \right\}.$$

Cuối cùng ta có:

$$M_{bp} = M_c + \frac{J_K}{J_p + J_K} M_{du} (1 - \cos pt) + \frac{J_p}{J_p + J_K} \times$$

$$\times QR^2 \frac{\varepsilon}{g} \left(1 + \frac{\frac{\beta^2}{p^2} \cos \beta t - \cos \beta t}{1 - \frac{\beta^2}{p^2}} \right). \quad (5.37)$$

Trong công thức này thành phần thứ nhất xác định ảnh hưởng của mômen cân tĩnh trong cơ cấu, thành phần thứ hai xác định ảnh hưởng của mômen dư (mômen động), thành phần thứ ba là sự ảnh hưởng của tải lệch khỏi phương thẳng đứng. Để hạn chế mômen động cho hệ thống, trên trục truyền động thường lắp đặt thêm bánh đà để hạn chế sự quá tải của động cơ.

Khi $\cos \beta t = -1$ và $\cos \beta = -1$ ta nhận được:

$$M_{bp}^{Max} = M_c + M_{dr} \frac{2J_k}{J_p + J_k} + QR^2 \frac{\varepsilon}{g} \frac{2J_p}{J_p + J_k} \quad (5.38)$$

5.3. MÔ HÌNH NHẬN DẠNG MÔMEN CÂN CƠ CẤU QUAY CHO CẢN TRỤC

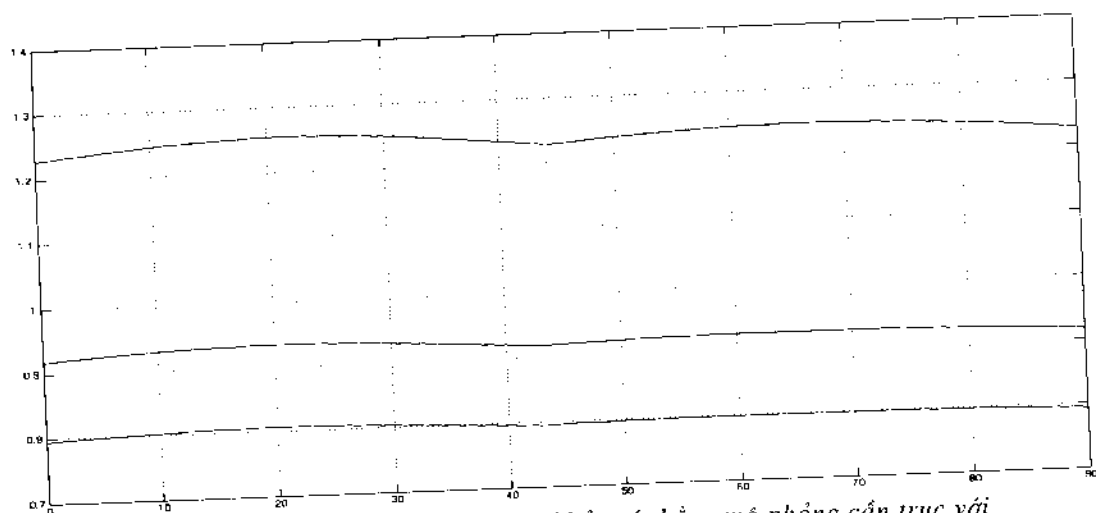
5.3.1. Khái quát

Điều khiển hệ thống truyền động điện tự động sử dụng trong cản trục hiện nay thường được xây dựng theo nguyên tắc hệ kín. Tốc độ công nghệ được thiết kế nhằm mục đích thỏa mãn yêu cầu bậc xếp mọi loại hàng hoá. Điều khiển cơ cấu quay cản trục thuộc dạng hệ thống quán tính lớn, tốc độ biến đổi chậm. Trước đây kỹ thuật điều khiển còn nhiều vấn đề hạn chế, hệ thống điều khiển thường được xây dựng theo dạng SISO, ngày nay kỹ thuật điều khiển với sự trợ giúp của máy tính, các thiết bị điều khiển khả trình PLC đã được ứng dụng phổ biến. Thiết bị biến đổi công suất phát triển với kỹ thuật điều khiển tiên tiến, mô hình toán động cơ không đồng bộ được nhận dạng và ứng dụng trong các biến tần điều chế theo độ rộng xung (PWM). Hệ thống điều khiển xây dựng là hệ thống nhiều đầu vào ra (MIMO).

Các hệ thống điều chỉnh tốc độ có tín hiệu điều khiển được tổng hợp thực hiện theo yêu cầu công nghệ bậc xếp hàng hoá. Tín hiệu điều chỉnh mômen cho các hệ thống truyền động điện tự động mà hệ thống sử dụng biến tần PWM - Động cơ không đồng bộ, hệ thống sử dụng phụ tải động - động cơ không đồng bộ rôto dây quấn hoặc động cơ điện một chiều có cuộn nối tiếp kích từ độc lập nhất thiết phải được tổng hợp để điều khiển mômen động cơ cho cấu trúc cụ thể của cản trục.

5.3.2. Mô phỏng tính toán mômen cân của cơ cấu quay

Dựa vào cơ sở lý thuyết về tính toán các cơ cấu cản trục đã được xây dựng. Mô hình nhận dạng mômen cân cho cơ cấu quay biểu diễn trên hình 5.6.



Hình 5.7b. Đặc tính mômen cân khi khảo sát bằng mô phỏng cân trực với tải trọng nâng $Q = 10\text{ T}$, $Q = 20\text{ T}$, $Q = 40\text{ T}$; $\beta = 0 - 180^\circ$

CHƯƠNG 6. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC CƠ CẤU THAY ĐỔI TÂM VỚI CHO CẦN TRỤC – CẦU TRỤC

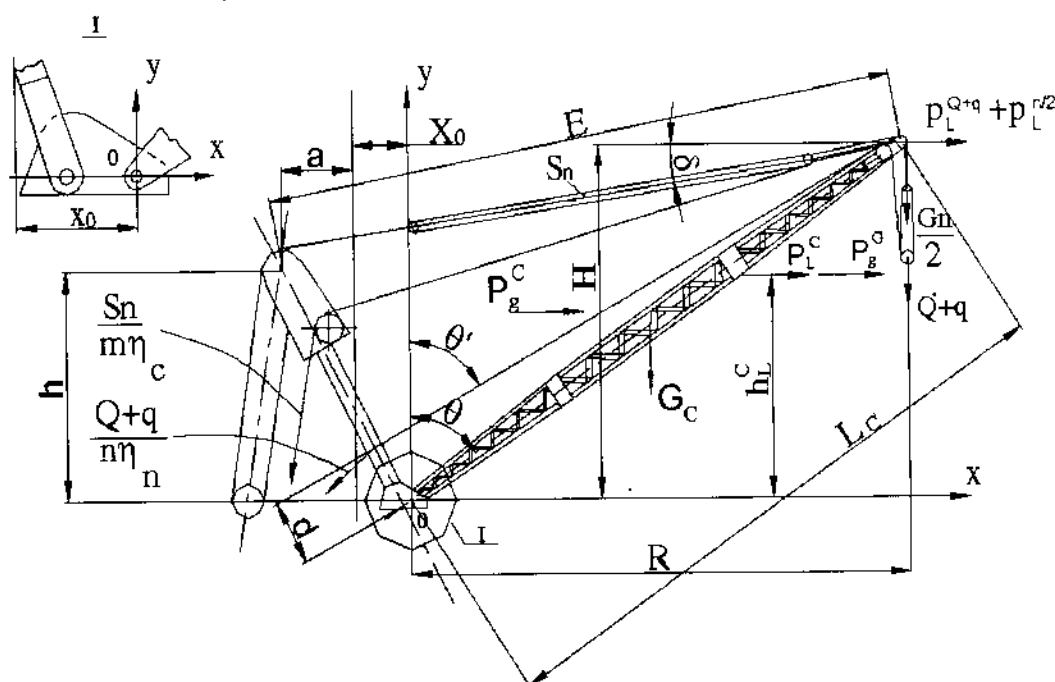
6.1. ĐỘNG LỰC CƠ CẤU THAY ĐỔI TẦM VỚI

Trong các cần trục quay sự thay đổi tâm với nghĩa là thay đổi khoảng cách từ trục thẳng đứng của tháp cần trục tới đường thẳng đứng qua tim móc nâng hạ hàng.

Việc thay đổi tâm với thường được thực hiện bằng hai phương pháp:

- a- Thay đổi bằng cách dùng cáp kéo trên palăng đầu cần để di chuyển cơ cấu mang palăng nâng hạ hàng chuyển động tịnh tiến trên cần.

Sau đây ta tiến hành tính toán cho trường hợp thay đổi tải với cho trường hợp b), sơ đồ kết cấu của cơ cấu nâng hạ cần được biểu diễn trên hình 6.1.



Hình 6.1. Sơ đồ tính toán cho cơ cấu thay đổi tâm với

Các thông số đặc trưng của cơ cấu thay đổi tầm với là: Sức căng trên cáp nâng hạ cần S_n (kG), thời gian t (s) để thay đổi tầm với từ $R_{\min}$ đến $R_{\max}$ (m).

Khi tốc độ quán của tang quán cấp không thay đổi thì tốc độ thay đổi tâm với sẽ thay đổi. Vì vậy trong tính toán thường chuyển sang xác định thời gian tương ứng với sự thay đổi của tâm với từ $R_{\min}$ đến $R_{\max}$.

Như vậy tốc độ trung bình khi thay đổi tâm với có thể xác định theo các thông số cho ở trên:

$$V_c^{cp} = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{\uparrow} = \frac{L_c}{\uparrow} (\sin\theta_2 - \sin\theta_1), (\text{m/s}). \quad (6.1)$$

Tốc độ trung bình tính theo sự thay đổi độ dài của palăng đầu cần

$$v_{c.n}^{cp} = \frac{E_{max} - E_{min}}{t}, \text{ (m/s)}. \quad (6.2)$$

trong các công thức trên:

$$R_{max} = L_c \sin \theta_{max}; R_{min} = L_c \sin \theta_{min}; \quad (6.3)$$

$$E_{max} = \sqrt{(L_c \cos \theta - h)^2 + (L_c \sin \theta_{max} + x_0 + a)^2}; \quad (6.3)$$

$$E_{min} = \sqrt{(L_c \cos \theta - h)^2 + (L_c \sin \theta + x_0 + a)^2}. \quad (6.4)$$

Khi bội số palăng là m thì tốc độ của cáp sẽ là:

$$v_c = v_{c.n}^{cp} m, \text{ (m/s)}. \quad (6.5)$$

Sức căng trên một nhánh cáp của palăng nâng hạ cần S_c bằng kG sẽ là:

$$S_c^* = \frac{S_c}{m \cdot \eta_c}, \text{ (kG)}, \quad (6.6)$$

trong đó: η_c - hiệu suất chung của các palăng trong cơ cấu nâng cần

Nếu sức căng trên một sợi cáp là S_σ ứng với chế độ nâng, với cáp có đường kính d_k và đường kính của trống tời D_σ^c bằng (m) thì mômen trên trống tời được xác định:

$$M_\sigma^c = \frac{S_\sigma^c D_\sigma^c a}{2} \text{ (kGm)}; \quad (6.7)$$

Tốc độ cần thiết để quay trống tời là:

$$n_\sigma^c = \frac{60 v_c}{\pi D_\sigma^c}, \quad (6.8)$$

trong đó: a số lượng các sợi cáp được quấn đồng thời trên trống tời của cơ cấu nâng.

Công suất của động cơ được xác định:

$$P_{dc} = \frac{S_c^c v_c}{102 \eta_M}, \text{ (kW)}, \quad (6.9)$$

trong đó: η_M hiệu suất của cơ cấu truyền.

Theo sổ tay tra cứu ta chọn được động cơ cụ thể với tốc độ quay định mức n_{dc} (vg/ph). Khi đã biết được tốc độ của động cơ và tốc độ cần thiết trên trống tời của cơ cấu nâng hạ cần thì tỷ số truyền của bộ truyền cơ khí sẽ được xác định như sau:

$$i_M^c = \frac{n_\sigma^c}{n_{dc}}. \quad (6.10)$$

Do cơ cấu thay đổi tâm với bằng phương pháp nâng hạ cần chỉ là một dạng khác của cơ cấu nâng hạ, nên quá trình tính toán cho cơ cấu nâng hạ có thể áp dụng cho cơ cấu nâng hạ cần, nhưng cần chú ý tới mômen gây ra bởi sức căng của cáp, là hàm số phụ thuộc vào góc nghiêng của cần. Với tải trọng xác định sức căng S_c của cáp trên palăng sẽ lớn và bé nhất khi tâm với của cần xa nhất và gần nhất.

Việc xác định sức căng S_n của cáp trên palăng nâng hạ cần mà cần được quay tại gối đỡ của cần theo X và Y và lực của cần S_c , phải đồng thời giải ba phương trình tĩnh học sau:

$$\sum M = 0; \quad \sum X = 0; \quad \sum Y = 0. \quad (6.11)$$

Gốc của hệ toạ độ O là trục quay của gối đỡ cần. Các phụ tải ảnh hưởng từ ngoài: Trọng tải hàng hoá Q, phụ kiện của móc hàng q, lực căng trên một nhánh cáp với bội của số sợi là n trên palăng nâng hạ hàng $\frac{Q+q}{n.\eta_n}$ theo hướng của cần; Trọng lượng của cần G_c , và palăng đầu cần G_n , để đơn giản việc tính toán người ta coi trọng lượng của cần phân bố dọc theo cần, phụ tải của gió tác động lên cần P_g^c , phụ tải của gió tác động lên hàng hoá P_g^G , lực quán tính ly tâm P_{qt} xuất hiện khi có sự quay của cần trục, hay khi hãm chuyển động của cần trục.

Lực quán tính của trọng lượng tải trọng và một nửa trọng lượng palăng:

$$P_{qt}^{Q+q+\frac{G_n}{2}} = \frac{Q+q+\frac{G_n}{2}}{g} \frac{v_n}{t}, \text{ (kG)}, \quad (6.12)$$

trong đó: v_n - tốc độ chuyển động của cần trục tính bằng m/s;

t- thời gian quá độ tính toán nhỏ nhất của chuyển động cần trục tính bằng s.

Lực quán tính do trọng lượng cần:

$$P_{qt}^c = \frac{G_c}{g} \frac{v_n}{t}, \text{ (kG)}, \quad (6.13)$$

lực quán tính này được đặt ở trọng tâm của cần. Đối với loại cần bình thường thì toạ độ điểm đặt là:

$$h_c = \frac{L_c \sin \theta}{2}. \quad (6.14)$$

Khi đặt tất cả các phụ tải lên cần của cần trục và giải tất cả các phương trình $\sum M = 0$; $\sum X = 0$; $\sum Y = 0$, thì có thể tìm được lực căng S_n của cáp trên palăng đầu cần và các phản lực thành phần trên gối đỡ của cần X, Y:

$$\begin{aligned} \sum M_o = (Q+q)R + \frac{Q+q}{n.\eta_n}d + G_c \frac{R}{2} + G_{n2}R + P_g^c H + P_g^G \frac{H}{2} + \\ + P_{LT}^{Q+q} H + P_{LT}^c h_{LT}^c + P_{LT}^{n/2} H - S_n \cos \delta . H \pm S_n \sin \delta . R = 0. \end{aligned} \quad (6.15)$$

Dấu cộng trước số hạng cuối cùng tương ứng với vị trí của cần khi cáp trên palăng có độ dốc ở phía dưới mặt phẳng nằm ngang, còn dấu trừ khi góc nghiêng ngược lại.

Từ phương trình đó chúng ta nhận được:

$$S_n = \frac{\left(Q+q+\frac{G_c}{2}+G_{n2} \right) L_c \sin \theta - \frac{(Q+q)d}{n.\eta_n} + \left(P_g^G + \frac{P_g^c}{2} + P_{LT}^{Q+q} + P_{LT}^c \frac{h_{LT}^c}{H} + P_{LT}^{n/2} \right) L_c \cos \theta}{L_c \cos \theta \cos \delta \pm L_c \sin \theta \sin \delta}. \quad (6.16)$$

Đồng thời:

$$\sum X = S_n \cos \delta + \frac{Q+q}{n.\eta_n} \sin \theta - P_g^G - P_g^c - P_{LT}^{Q+q} - P_{LT}^c - P_{LT}^{n/2} - X = 0,$$

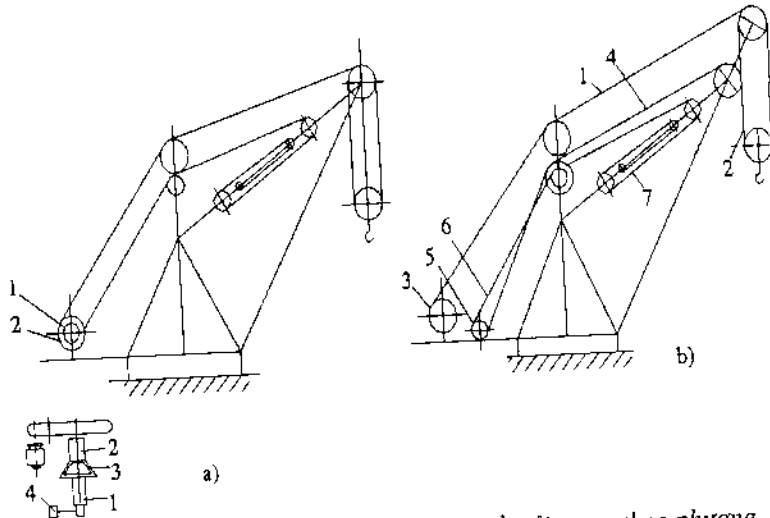
Suy ra:

$$X = S_n \cos \delta + \frac{Q+q}{n.\eta_n} \sin \theta - P_g^G - P_g^c - P_{LT}^{Q+q} - P_{LT}^c - P_{LT}^{n/2}. \quad (6.17)$$

$$\sum Y = (Q+q) \left(1 - \frac{\cos \theta'}{n \cdot \eta_n} \right) + G_c + G_{n2} \pm S_n \sin \delta - Y = 0$$

$$Y = (Q+q) \left(1 - \frac{\cos \theta'}{n \cdot \eta_n} \right) + G_c + G_{n2} \pm S_n \sin \delta. \quad (6.18)$$

Khi thay đổi tâm với bằng cách nâng hạ cần, đồng thời với thay đổi khoảng cách từ đầu cần đến trục quay (với cần trục quay) hoặc khoảng cách đến gối đỡ cần (cần trục không quay) cũng thay đổi cả vị trí đầu cần theo phương thẳng đứng và điều này làm thay đổi tung độ của tải treo trên cần.



Hình 6.2. Cơ cấu để đảm bảo dịch chuyển tải trọng theo phương nằm ngang bằng thay đổi tâm với của cần.
a - Cơ cấu nâng hạ kết hợp ; b- Cơ cấu có các palăng điều khiển kết hợp

Vì vậy sự thay đổi tâm với khi nâng cần, cơ cấu yêu cầu một công suất tương đối lớn, ngoài ra sự thay đổi tung độ của tải làm phức tạp quá trình ổn định cơ cấu.

Như ta đã biết, các nhược điểm này sẽ mất đi khi thay đổi tâm với bằng xe chạy, mang tải di chuyển theo phương nằm ngang, độ cao nâng hàng sẽ nhỏ hơn trường hợp thay đổi góc nghiêng cần.

Có thể sử dụng một số thiết bị đặc biệt để di chuyển tải theo phương nằm ngang ở cần trục thay đổi tâm với bằng góc nghiêng cần.

Thực hiện điều này bằng hai cách:

- Mắc kết hợp giữa tời nâng cần và cơ cấu nâng hạ cần.
- Mắc kết hợp giữa palăng cần và palăng tải.

Trên hình 6.2a biểu diễn cơ cấu thay đổi tâm với và nâng hạ hàng có chung một động cơ. Khi đó trống tời nâng hạ cần 1 được dẫn động bởi tời nâng hạ hàng 2, truyền động cho chúng được thực hiện bằng khớp ly hợp 3, việc đóng khớp nối được thực hiện bằng phanh điện từ 4. Các cáp nâng hạ cần và nâng hạ hàng thường được quấn ngược chiều với nhau. Nhờ vậy cáp nâng được thu vào trống thì cáp kia được thả ra. Bằng cách lựa chọn bội số palăng, đường kính và hình dạng trống tời có thể đảm bảo quỹ đạo di chuyển móc theo phương nằm ngang ở mọi vị trí nâng hạ cần.

Tuy vậy phương pháp thứ hai thường được áp dụng trong thực tế, trên hình 6.2b biểu diễn cơ cấu thay đổi tâm với và cơ cấu nâng hạ hàng kết hợp. Đầu cáp 1 của palăng nâng tải 2 được

quần trên trống tời 3. Đầu cáp còn lại 4 thông thường được cố định vào cần, nhưng trong sơ đồ này được quần trên trống nâng hạ cần 5, chiều quần của nó ngược chiều vòng quần đầu cáp 6 của palăng nâng cần.

Như vậy, khi nâng cần cáp nâng cần được quần vào trống, còn cáp nâng tải được thả ra. Khi hạ cần quá trình ngược lại.

Bằng cách lựa chọn bội số palăng hợp lý theo các thông số cụ thể của từng cần trục như: độ dài cần, toạ độ gối đỡ của cần... cũng như lựa chọn đường kính, hình dạng của trống tời để đảm bảo tải di chuyển theo phương nằm ngang khi thay đổi tâm với.

Cần trục hoạt động theo nguyên lý trên linh hoạt hơn so với cần trục xe chạy theo cần trên phương nằm ngang, đảm bảo độ cao nâng hàng lớn.

Sơ đồ để tính toán cơ cấu thay đổi tâm với kết hợp với nâng hạ hàng như trên hình 6.3.

Nếu tốc độ của cáp nâng cần trên palăng là v_c , bội số cáp là m thì trong một khoảng thời gian dt trên trống tời nâng hạ cần sẽ quần cáp với độ dài $dI = v_c \cdot dt$, còn palăng nâng cần được thu ngắn lại với giá trị.

$$dE = \frac{dI}{m} = \frac{v_c}{m} dt, \quad (6.19)$$

khi đó cần quay được một góc $d\alpha$. Ta thấy $CB \perp OC$, còn $CD \perp AB$, thì góc $BCD = \beta$. Mặt khác $CB = L_c \cdot d\alpha$; $DB = dE$, và vì $DB = CB \cdot \sin\beta$, thì:

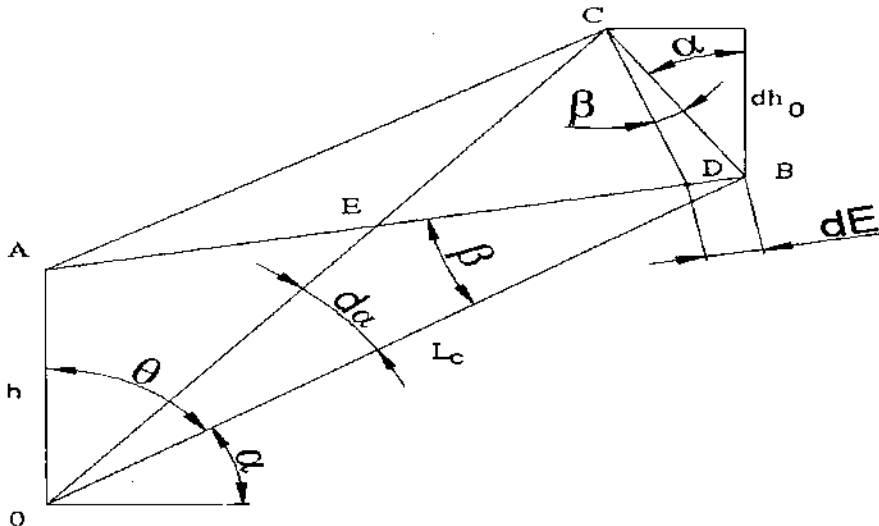
$$dE = L_c \cdot \sin\beta d\alpha,$$

Từ đó :

$$d\alpha = \frac{v_c}{m L_c \sin\beta} dt,$$

Đầu cần khi đó nâng lên được một khoảng:

$$dH_0 = L_c \cdot \cos\alpha d\alpha.$$



Hình 6.3. Sơ đồ tính toán cho cơ cấu thay đổi tâm với có palăng kết hợp

Nếu các nhánh cáp nâng hạ hàng chuyển động ngược chiều với cáp nâng hạ cần với tốc độ v_c đi từ đầu cần song song với palăng nâng cần thì cáp cũng ngắn đi một khoảng dE , với tỷ lệ số nhánh cáp nâng hạ hàng song song palăng nâng cần và số nhánh cáp treo hàng a sẽ nhận xuống

móc hàng hạ xuống một khoảng, khi số nhánh của cáp nâng hạ hàng là a thì palăng nâng hạ hàng cũng sẽ dịch chuyển song song nhưng móc hàng hạ xuống một khoảng:

$$dH' = adE = \frac{v_c}{m} dt = a \frac{v_c}{m} \frac{m L_c \sin \beta}{v_c} d\alpha = a L_c \sin \beta d\alpha.$$

Cáp nâng tải với bội của palăng tải trọng trong thời gian chuyển động hạ xuống một khoảng:

$$dH'' = \frac{v_c}{n} dt = \frac{v_c}{n} \frac{m L_c \sin \beta}{v_c} d\alpha = \frac{m}{n} \frac{v_c}{v_c} L_c \sin \beta d\alpha.$$

Móc hàng dịch chuyển là:

$$\begin{aligned} dH &= dH_n - dH' - dH'' = \left[L_c \cos \alpha - a L_c \sin \beta - L_c \frac{m}{n} \frac{v_c}{v_c} \sin \beta \right] d\alpha = \\ &= L_c \left[\cos \alpha - \left(a + \frac{m}{n} \frac{v_c}{v_c} \sin \beta \right) \right] d\alpha. \end{aligned} \quad (6.20)$$

Theo định lý hàm số sin và cos trên hình 6.3 được viết như sau:

$$\frac{h}{\sin \beta} = \frac{E}{\sin \theta} = \frac{E}{\cos \alpha} \quad \text{hoặc} \quad \sin \beta = \frac{h \cos \alpha}{E}$$

Như vậy:

$$\begin{aligned} E^2 &= L_c^2 \cos^2 \alpha + (L_c \sin \alpha - h)^2 = L_c^2 \cos^2 \alpha + L_c^2 \sin^2 \alpha + h^2 - 2h L_c \sin \alpha \\ &= L_c^2 + h^2 - 2h L_c \sin \alpha. \end{aligned}$$

thì:

$$E = \sqrt{L_c^2 + h^2 - 2h L_c \sin \alpha} = h \sqrt{\left(\frac{L_c}{h} \right)^2 + 1 - 2 \frac{L_c}{h} \sin \alpha} \quad (6.21)$$

Do đó:

$$\sin \beta = \frac{h \cos \alpha}{E} = \frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 + \left(\frac{L_c}{h} \right)^2 - 2 \frac{L_c}{h} \sin \alpha}}.$$

Trong công thức tính khi L_c lớn hơn nhiều lần h có thể tính gần đúng như sau:

$$\sqrt{1 + \left(\frac{L_c}{h} \right)^2 - 2 \frac{L_c}{h} \sin \alpha} \approx \frac{L_c}{h} - \sin \alpha;$$

Khi giá trị $(L_c/h) \approx 4$ sai số nằm trong khoảng từ 0,03 (khi $\alpha = 0$) đến 0 (khi $\alpha = 90^\circ$).

Nhưng vì:

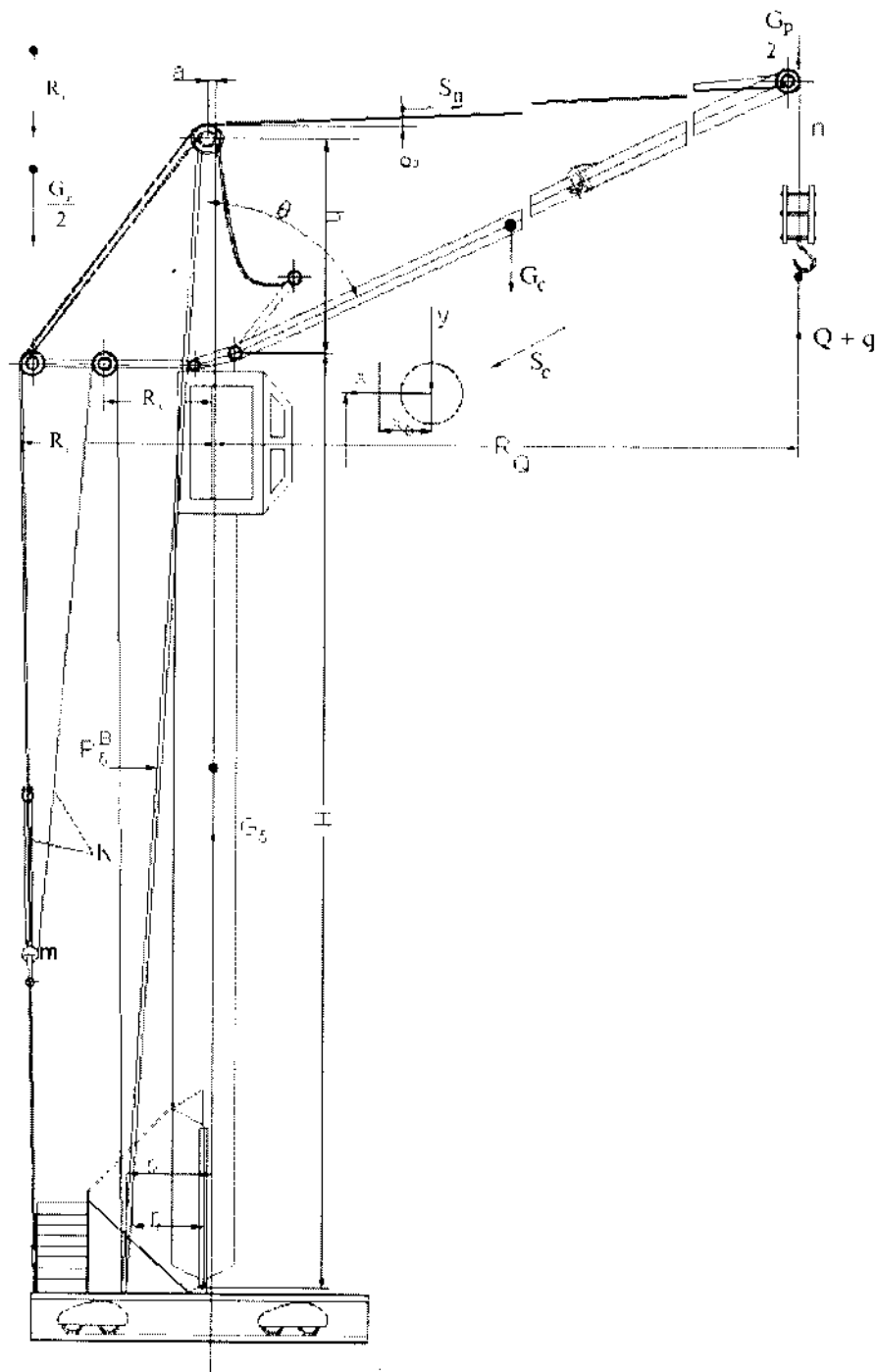
$$\sin \beta = \frac{\cos \alpha}{\frac{L_c}{h} - \sin \alpha},$$

thì:

$$dH = L_c \left[\cos \alpha - \left(a + \frac{m}{n} \frac{v_c}{v_c} \right) \frac{\cos \alpha}{\frac{L_c}{h} - \sin \alpha} \right] d\alpha$$

Khi lấy tích phân của biểu thức trên có thể xác định được sự tương ứng giữa các thông số riêng:

$$H = L_c \left[\int_{\alpha_{\min}}^{\alpha_{\max}} \cos \alpha - \left(a + \frac{m}{n} \cdot \frac{v_G}{v_c} \right) \int_{\alpha_{\min}}^{\alpha_{\max}} \frac{\cos \alpha}{L_c - h \sin \alpha} d\alpha \right] \rightarrow 0$$



Hình 6.4. Sơ đồ để xác định số nhánh cáp bù của palăng nâng hạ cân

$$H = L_c \left\{ \sin \alpha_{\text{Max}} - \sin \alpha_{\text{Min}} - \left(a + \frac{m}{n} \cdot \frac{v_G}{v_c} \right) \times \left[-\ln \left(\frac{L_c}{h} - \sin \alpha_{\text{Max}} \right) + \ln \left(\frac{L_c}{h} - \sin \alpha_{\text{Min}} \right) \right] \right\}.$$

Khi $\alpha_{\text{Min}} = 0$ và $\alpha_{\text{Max}} = \alpha$:

$$H = L_c \left\{ \sin \alpha - \left(a + \frac{m}{n} \cdot \frac{v_G}{v_c} \right) \left[\ln \frac{L_c}{h} - \ln \left(\frac{L_c}{h} - \sin \alpha \right) \right] \right\}. \quad (6.22)$$

Theo công thức này có thể xác định được giới hạn độ lệch H so với phương nằm ngang hoặc xác định các thông số khi cho $H = 0$.

Trong trường hợp này:

$$a + \frac{m}{n} \frac{v_G}{v_c} = \frac{\sin \alpha}{\ln \frac{L_c}{h} - \ln \left(\frac{L_c}{h} - \sin \alpha \right)}.$$

Khi áp dụng theo các phương pháp khác để xác định các thông số về sự bố trí cáp.

Sơ đồ biểu diễn trên hình 6.1 dùng palăng nâng cần sử dụng cho cần trục tự hành và một số loại cần trục thấp.

Trên hình 6.4 đưa ra cấu trúc của cần trục thấp, việc bố trí các palăng và cáp nâng cần như thế nào để cần trục thấp làm việc ổn định. Cần thực hiện như sau:

Nếu sức căng của cáp nâng cần và trọng tải là S_n thì bội số m của các nhánh cáp nâng cần được xác định theo điều kiện sau:

$$\frac{S_n}{m \cdot \eta_c} = \frac{Q + q}{n \cdot \eta_n}, \quad (6.23)$$

Suy ra:

$$m = \frac{S_n}{Q + q} \cdot \frac{\eta_n}{\eta_c} n.$$

Thường chỉ cân bằng tải trọng theo phương đứng vì nó gây uốn thấp ảnh hưởng của tải theo phương ngang không đáng kể.

Để cân bằng mômen theo trục dọc của tháp cần thoả mãn:

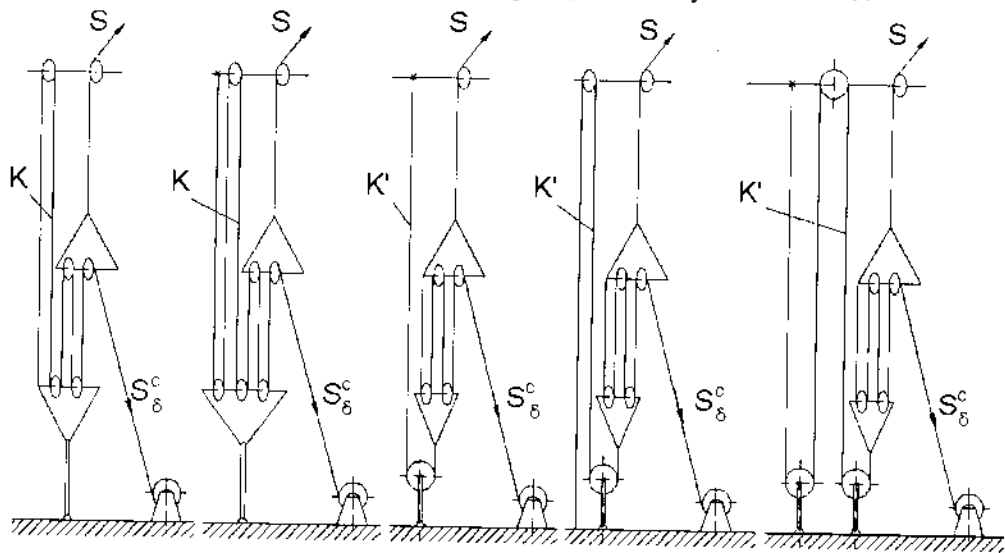
$$\left[Q + q + \frac{G_c}{2} + \frac{G_p}{2} \right] R_o = \left[\frac{S_n}{m \cdot \eta_c} (m + K) + \frac{G_p}{2} + G_n \right] R_c + \frac{Q + q}{n \cdot \eta_n} (r_o + r_c),$$

từ đó ta có:

$$K = \left\{ \left[(Q + q) \left(R_o - \frac{r_o + r_c}{n \cdot \eta_n} \right) + G_c \frac{R_o}{2} + G_p \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \left(\frac{R_o}{2} - \frac{R_c}{2} \right) - G_n R_c \right] \frac{\eta_c}{S_n R_c} - 1 \right\} m. \quad (6.24)$$

ở đây G_p - trọng lực kéo; G_n - trọng lực của palăng nâng cần; G_c - trọng lực của cần; R_o, R_c, r_o, r_c - các thành phần đã được chỉ ra trên hình 6.4.

Nếu $K > 2$, để có khả năng nhận tải hợp lý thì lực kéo cần phải được gấp đôi hoặc gấp ba. Sơ đồ các phương án bù tải trọng của cần trục tháp được trình bày trên hình 6.5.



Hình 6.5. Sơ đồ bù lực kéo của palăng

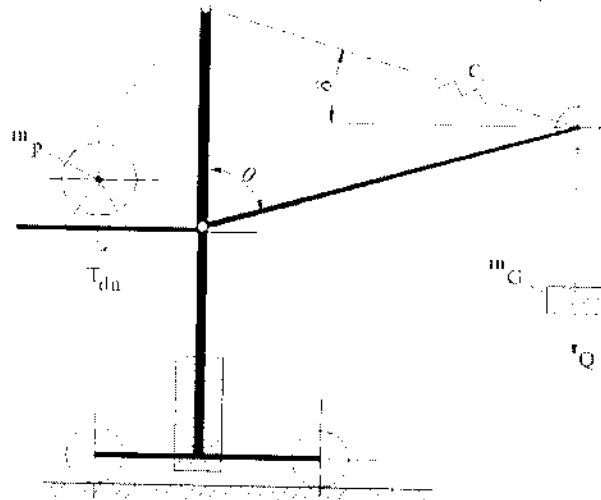
S – lực kéo, $S_δ^c$ – lực kéo của các nhánh cáp của palăng nâng hạ cần, K – số lượng các nhánh cáp của palăng nâng hạ cần, K' – số lượng các nhánh cáp kéo bù.

6.2. ĐỘNG HỌC CỦA CƠ CẤU THAY ĐỔI TẦM VỚI

Khi phân tích động học của cơ cấu thay đổi tầm với, cần kể đến tất cả các thông số tác động như tốc độ góc của cần khi thay đổi tầm với trong chế độ nâng hạ là bài toán rất phức tạp. Do cơ cấu thay đổi tầm với bằng cách nâng hạ cần, là cơ cấu chuyển động chậm, tải động trong cơ cấu ở điều kiện khai thác bình thường là không đáng kể có thể đơn giản hoá.

Trong một số trường hợp có thể bỏ qua khối lượng, độ đàn hồi của cần và sự dao động của hàng hoá.

Áp dụng với sơ đồ động học của cơ cấu thay đổi tầm với được biểu diễn trên hình 6.6.



Hình 6.6. Sơ đồ động học của cơ cấu thay đổi tầm với

Trọng tải trên móc là Q , phụ tải động P_C^d của palăng nâng và P_G^d là phụ tải động của tải trọng hàng hoá được xác định theo công thức sau:

$$P_C^d = \left\{ \frac{m_G T_{du} \sin^2 \theta}{m_p + m_G \sin^2 \theta} (1 - \cos kt) + \frac{c_1 \sin \theta}{c_1 + c_2 \sin^2 \theta} \left[Q \left(1 + \frac{c_2 \sin^2 \theta}{c_1 \cos(\theta - \delta)} \right) \right] \right\} \frac{1}{\cos(\theta - \delta)}; \quad (6.25)$$

$$P_G^d = \frac{m_G T_{du} \sin^2 \theta}{m_p + m_G \sin^2 \theta} (1 - \cos kt) + \frac{c_1}{c_1 + c_2 \sin^2 \theta} \left[Q \left(1 + \frac{c_1 \sin^2 \theta}{c_2 \cos(\theta - \delta)} \right) \right];$$

trong đó:

m_p - trọng lượng các phần quay của bộ phận dẫn động cơ cấu thay đổi tầm với;
 m_G - trọng lượng hàng hoá;
 T_{du} - lực dư trong quá trình khởi động hoặc hãm của cơ cấu thay đổi tầm với;
 c_1 - hệ số cứng của palăng nâng cần;
 c_2 - hệ số cứng của palăng nâng hàng;

$$k = \sqrt{\frac{(m_p + m_G \sin^2 \theta) c_1 c_2}{(c_1 + c_2 \sin^2 \theta) m_p m_G}}. \quad (6.26)$$

Các góc θ và δ biểu diễn trên hình 6.6.

Lực trong trạng thái tĩnh của palăng nâng cần:

$$S_n = Q \frac{\sin \theta}{\cos(\theta - \delta)} = m_G g \frac{\sin \theta}{\cos(\theta - \delta)}. \quad (6.27)$$

Hệ số quá tải động của palăng nâng cần trong chế độ quá độ:

$$K_C^d = \frac{P_C^d}{S_n}.$$

Giá trị cực đại của P_C^d sẽ đạt được khi:

$$\cos kt = -1 \text{ và } \sin \theta \rightarrow 1.$$

Khi đó:

$$\cos(\theta - \delta) \rightarrow \sin \delta;$$

Ta có:

$$P_{C \text{ Max}}^d = \left\{ 2T_{du} \frac{m_G}{m_p + m_G} + Q \frac{c_1}{c_1 + c_2} \left(1 + \frac{c_2}{c_1 \sin \delta} \right) \right\} \frac{1}{\sin \delta}; \quad (6.28)$$

$$K_{C \text{ Max}}^d = \frac{P_{C \text{ Max}}^d}{S_{n \text{ Max}}} = \left(2T_{du} \frac{\sin \delta}{g(m_p + m_G)} + \frac{c_1 \sin \delta + c_2}{c_1 + c_2} \right) \frac{1}{\sin \delta} =$$

$$= 2T_{du} \frac{1}{g(m_p + m_G)} + \frac{c_1 + \frac{c_2}{\sin \delta}}{c_1 + c_2} \quad (6.29)$$

6.3. MÔ HÌNH NHẬN DẠNG MÔMEN CÁN CƠ CẤU NÂNG HẠ CẦN CHO CẦN TRỤC KHI THAY ĐỔI TẦM VỚI

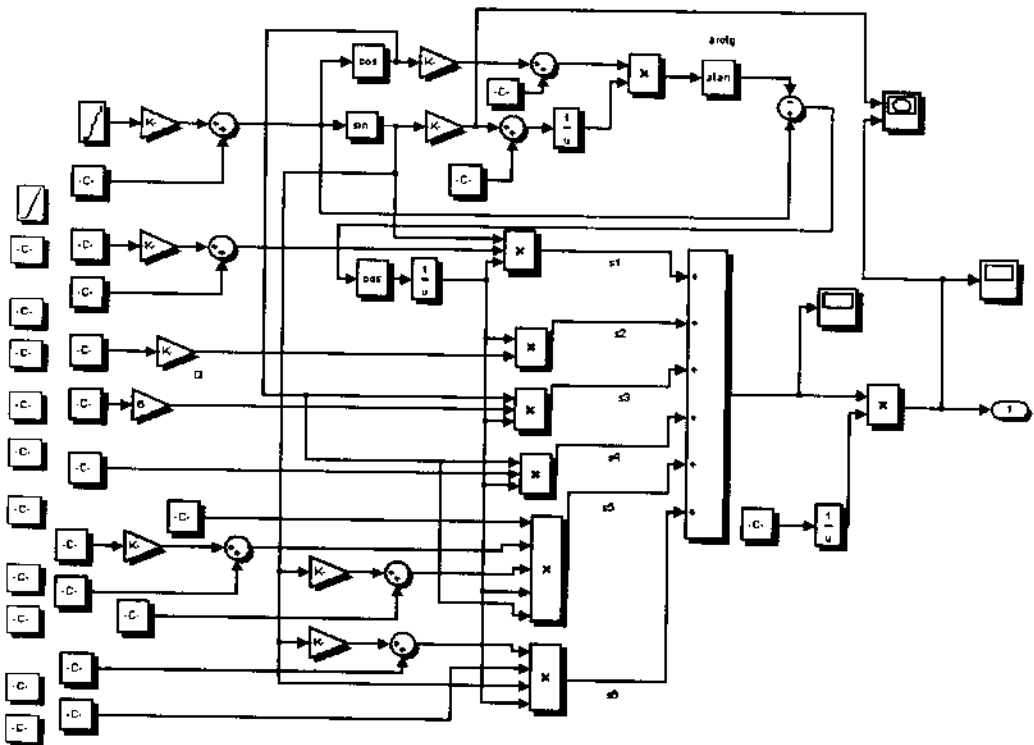
6.3.1. Khái quát

Điều khiển hệ thống truyền động điện tự động sử dụng trong cần trục hiện nay thường được xây dựng theo nguyên tắc hệ kín. Tốc độ công nghệ được thiết kế nhằm mục đích thỏa mãn yêu cầu bố cục xếp mọi loại hàng hoá. Điều khiển cơ cấu nâng hạ cần cho cần trục thuộc dạng hệ thống quán tính lớn, tốc độ biến đổi chậm. Trước đây kỹ thuật điều khiển còn nhiều vấn đề hạn chế, hệ thống điều khiển thường được xây dựng theo dạng SISO, ngày nay kỹ thuật điều khiển với sự trợ giúp của máy tính, các thiết bị điều khiển khả trình PLC đã được ứng dụng phổ biến. Thiết bị biến đổi công suất phát triển với kỹ thuật điều khiển tiên tiến, mô hình toán động cơ không đồng bộ được nhận dạng và ứng dụng trong các biến tần điều chế theo độ rộng xung (PWM). Hệ thống điều khiển xây dựng là hệ thống nhiều đầu vào ra (MIMO).

Các hệ thống điều chỉnh tốc độ có tín hiệu điều khiển được tổng hợp thực hiện theo yêu cầu công nghệ bố cục hàng hoá. Tín hiệu điều chỉnh mômen cho các hệ thống truyền động điện tự động mà hệ thống sử dụng biến tần PWM - Động cơ không đồng bộ, hệ thống sử dụng phụ tải động - động cơ không đồng bộ rôto dây quấn hoặc động cơ điện một chiều có cuộn nối tiếp kích từ độc lập nhất thiết phải được tổng hợp để điều khiển mômen động cơ cho cấu trúc cụ thể của cần trục.

6.3.2. Mô hình nhận dạng mômen cân của cơ cấu nâng hạ cần

Dựa vào cơ sở lý thuyết về tính toán các cơ cấu cần trục đã được xây dựng. Mô hình nhận dạng mômen cân cho cơ cấu nâng hạ cần biểu diễn trên hình 6.7.



Hình 6.7b. Mô hình nhận dạng mômen cân cơ cấu hạ cần cho cần trục

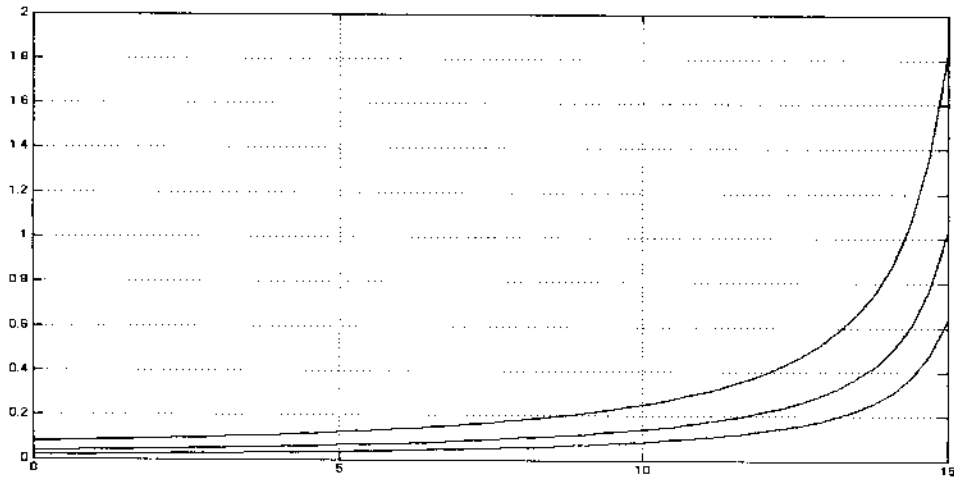
6.3.3. Đặc tính mômen cản của cơ cấu nâng hạ cần

Nhập các thông số kỹ thuật của cần trục cụ thể cho mô hình nhận dạng mômen cản, chạy mô hình nhận dạng trên Matlab với các tải trọng, điều kiện sức gió khác nhau, ứng với góc nghiêng nhất định. Các đặc tính nhận được trên hình 6.8a – khi cơ cấu nâng hạ cần hoạt động trong giới hạn từ góc nâng hạ cần $\gamma = 20^\circ \div 75^\circ$; $\alpha = 1,5^\circ$.

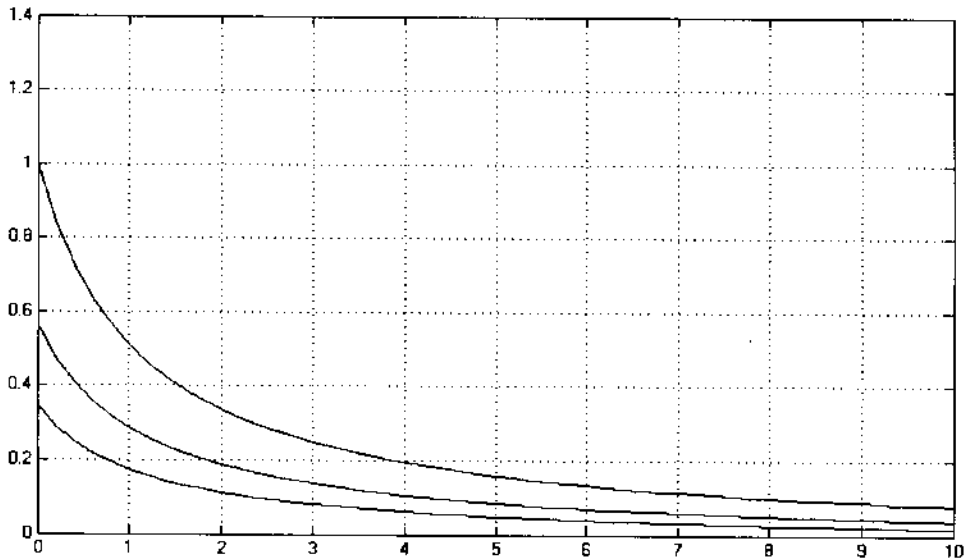
Trên hình 6.8b - đặc tính mômen cản với các tải trọng $Q = 10\text{ T}$; $Q = 20\text{ T}$ và $Q = 40\text{ T}$. Trên đồ thị trục tung là giá trị tương đối được tính theo:

$$M^* = M/M_{\max}$$

$\gamma = F(t)$ khi $V = \text{const}$, thời gian mô phỏng 90 s.



Hình 6.8a. Đặc tính mômen cản khi nâng cần



Hình 6.8b. Đặc tính mômen cản khi hạ cần

PHẦN 2. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ VÀ TỰ ĐỘNG HOÁ CẦN TRỤC – CẦU TRỤC ĐIỂN HÌNH

CHƯƠNG 7. KHÁI QUÁT VỀ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN CHO CẦN TRỤC- CẦU TRỤC

7.1. KHÁI QUÁT VỀ CÁC YÊU CẦU CHO HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TRUYỀN ĐỘNG CẦU TRỤC VÀ CẦN TRỤC

Đối với các thiết bị nâng vận chuyển nói chung và với cần trục nói riêng cần phải thoả mãn các yêu cầu sau đây.

Cần đảm bảo tốc độ nâng chuyển với tải trọng định mức

Tốc độ chuyển động tối ưu của hàng hoá được nâng chuyển là điều kiện trước tiên để nâng cao năng suất bốc xếp hàng hoá, đưa lại hiệu quả kinh tế kỹ thuật tốt nhất cho sự hoạt động của cần trục – cầu trục. Nếu tốc độ nâng hạ thiết kế quá lớn sẽ đòi hỏi kích thước, trọng lượng của các bộ truyền cơ khí lớn, điều này dẫn tới giá thành chế tạo cao.

Mặt khác tốc độ nâng hạ tối ưu đảm bảo cho hệ thống điều khiển chuyển động của cơ cấu thoả mãn các yêu cầu về thời gian đảo chiều, thời gian hãm, làm việc liên tục trong chế độ quá độ (hệ thống liên tục đảo chiều theo chu kỳ bốc xếp), gia tốc và độ giật thoả mãn yêu cầu. Ngược lại nếu tốc độ quá thấp sẽ ảnh hưởng đến năng suất bốc xếp hàng hoá. Thông thường tốc độ chuyển động của hàng hoá ở chế độ định mức thường nằm trong phạm vi $(0,2 \div 1) \text{ m/s}$ hay $(12 \div 60) \text{ m/ph}$. Điều khiển chuyển động cho các cơ cấu của cần trục – cầu trục cần đảm bảo các yêu cầu tiếp theo.

Có khả năng thay đổi tốc độ trong phạm vi rộng

Phạm vi điều chỉnh tốc độ của các cơ cấu điều khiển chuyển động là điều kiện cần thiết để nâng cao năng suất bốc xếp đồng thời thoả mãn yêu cầu công nghệ bốc xếp với nhiều chủng loại hàng hoá. Cụ thể là: khi nâng và hạ móc không hay tải trọng nhẹ với tốc độ cao, còn khi có yêu cầu khai thác phải có tốc độ thấp và ổn định để hạ hàng hoá vào vị trí yêu cầu (điều này do kỹ thuật bốc xếp hoặc kỹ thuật lắp máy đòi hỏi cụ thể với từng loại cần trục – cầu trục).

Ngoài ra các hệ thống truyền động phải có các tốc độ trung gian như sau:

- Tốc độ toàn tải: V_{dm} .
- Tốc độ nâng một phần hai tải: $1,5 \div 1,7V_{dm}$.
- Tốc độ nâng móc không: $3 \div 3,5V_{dm}$.
- Tốc độ hạ toàn tải: $2 \div 2,5V_{dm}$.
- Tốc độ hạ ít tải hoặc móc không: $2 \div 2,5V_{dm}$.

Vì vậy số cấp tốc độ cho các cơ cấu điều khiển chuyển động của cần trục ít nhất là 3 cấp tốc độ. Cấp tốc độ thấp nhằm thoả mãn công nghệ khi nâng hàng và hạ hàng chạm đất, cấp tốc độ cao là tốc độ tối ưu cho từng cơ cấu, giữa hai cấp tốc độ này thường được thiết kế thêm các tốc độ trung gian để thoả mãn công nghệ bốc xếp hàng hoá cũng như sự làm việc ổn định của cần trục.

Có khả năng rút ngắn thời gian quá độ

Các cơ cấu điều khiển chuyển động trên cần trục – cầu trục làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại, thường hệ số đóng điện tương đối $\epsilon\% = 40\%$ vì vậy thời gian quá độ chiếm hầu hết thời

gian công tác. Do đó việc rút ngắn thời gian quá độ là biện pháp cơ bản để nâng cao năng suất. Thời gian quá độ trong các chế độ công tác là thời gian khởi động và thời gian hãm trong quá trình tăng tốc và giảm tốc. Để rút ngắn thời gian quá độ cần sử dụng các biện pháp sau:

- Chọn động cơ có mômen khởi động lớn.
- Giảm mômen quán tính $(GD)^2$ của các bộ phận quay.
- Dùng động cơ điện có tốc độ không cao (1000 ÷ 1500 vg/ph).

Đối với động cơ một chiều, mômen khởi động phụ thuộc vào giới hạn dòng của các phiến góp vì vậy thường chọn $I_{kd} = (2 \div 2,5) I_{dm}$.

Đối với động cơ xoay chiều mômen khởi động phụ thuộc vào loại động cơ, với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc mômen khởi động có thể đạt $1,5M_{dm}$, còn đối với động cơ không đồng bộ rôto dây quấn về nguyên tắc mômen khởi động có thể chọn bằng mômen tối hạn M_{max} . Việc sử dụng loại động cơ tốc độ thấp trong hệ thống điện cơ một mặt rút ngắn được quá trình quá độ, mặt khác nâng cao được hiệu suất, khi sử dụng bộ điều tốc cơ khí có tỷ số nhỏ.

Có trị số hiệu suất và $\cos\phi$ cao

Công tác khai thác hợp lý cần trục – cầu trục trong bốc xếp hàng hoá là một yếu tố để nâng cao tính kinh tế của hệ thống điều khiển. Như chúng ta đã biết hệ thống truyền động điện của các cần trục thường không sử dụng hết khả năng công suất, hệ số tải thường trong khoảng 0,3 ÷ 0,4. Do vậy khi chọn các động cơ truyền động phải chọn loại có hiệu suất $\cos\phi$ cao và ổn định trong phạm vi rộng.

Đảm bảo an toàn hàng hoá

Bảo đảm an toàn cho hàng hoá, cho thiết bị và bảo đảm an toàn cho công nhân bốc xếp là yêu cầu cao nhất trong công tác khai thác, vận hành cần trục – cầu trục. Để thực hiện được điều đó cần chú ý tới các giải pháp sau:

- Cần có quy trình an toàn cho công tác vận hành và điều khiển cần trục – cầu trục trong quá trình hoạt động.

- Trong quá trình tính toán thiết kế phải chọn các hệ số dự trữ hợp lý.

- Kỹ thuật điều khiển chuyển động cần trục cần có các hệ thống giám sát, bảo vệ tự động các hệ thống điều khiển chuyển động cho cần trục. Các hệ thống cần có các bảo vệ như: Bảo vệ móc chạm đỉnh, bảo vệ chùng cáp cho cơ cấu nâng hạ hàng; bảo vệ góc nâng cần lớn nhất và nhỏ nhất hay nói cách khác là bảo vệ tầm với nhỏ nhất và lớn nhất cho cơ cấu nâng hạ cần; bảo vệ góc quay hay bảo vệ hành trình cho cơ cấu quay và cơ cấu di chuyển. Ngoài ra cần có các hệ thống đo lường và bảo vệ quá tải tải trọng nâng cho cơ cấu nâng hạ hàng và nâng hạ cần.

- Hệ thống điều khiển bắt buộc phải có đầy đủ các bảo vệ sự cố, bảo vệ “không”, bảo vệ ngắn mạch, bảo vệ quá tải nhiệt cho các động cơ thực hiện và bảo vệ dừng khẩn cấp.

- Các loại phanh hãm cho các hệ thống làm việc có tính bền vững cao.

Các giải pháp đảm bảo an toàn trên đây trong quá trình khai thác cần trục – cầu trục cần được kiểm tra thường xuyên và phải được đăng kiểm tại cơ quan Đăng kiểm.

Điều khiển tiện lợi và đơn giản

Để đảm bảo thuận lợi cho người điều khiển việc thiết kế cabin điều khiển cùng với các thiết bị điều khiển phải được bố trí thuận tiện và thống nhất giữa các loại cần trục – cầu trục. Đồng thời người điều khiển cần trục – cầu trục có thể sử dụng các lệnh khẩn cấp một cách thuận tiện và dễ dàng.

Ổn định nhiệt, cơ và điện

Các cần trục – cầu trục thông thường được lắp ráp để vận hành ngoài trời. Các khu vực làm việc thông thường có nhiệt độ biến đổi theo mùa rõ rệt. Ngoài ra các cần trục cảng biển còn chịu ảnh hưởng của hơi nước mặn, vì vậy các thiết bị điện, kết cấu cơ khí phải được chế tạo thích hợp với môi trường công tác.

Tính kinh tế và kỹ thuật cao

Thiết bị chắc chắn, kết cấu đơn giản, trọng lượng và kích thước nhỏ, giá thành hạ. Chi phí bảo quản và chi phí năng lượng (kW/tấn) hợp lý.

Một số định nghĩa về các thông số của cần trục - cầu trục

Các cần trục – cầu trục có số liệu kỹ thuật để biểu thị tính chất chuyển động của nó như: sức cầu, mômen cầu, chiều dài và độ vươn tay cần (tầm với), chiều cao cần trục, vận tốc nâng hàng, vận tốc di chuyển cần trục, tốc độ quay của tháp cầu, trọng lượng kích thước của thiết bị ...

- Sức cầu** là trọng lượng vật thể cần nâng lớn nhất tính bằng tấn (T). Sức cầu bao gồm trọng lượng vật thể và các phụ tùng treo vào móc cần cầu (còn gọi là bộ phận mang vật).
- Độ vươn tay cần (tầm với)** là khoảng cách từ đường tâm móc cầu tới tâm bộ phận quay tính bằng mét (m).
- Mômen cầu** (mômen tác động lên cần trục khi nâng hàng) là tích số trọng lượng vật thể khi bốc xếp (tính bằng T) với độ vươn tay cần (tính bằng m) thì mômen cần tính bằng $T.m$.
- Chiều dài tay cần** là khoảng cách từ tâm bản lề quay tới tâm pully đầu cần được tính bằng (m).
- Độ cao khi nâng hàng** là độ cao lớn nhất của móc cầu khi nâng hàng, độ cao cầu hàng phụ thuộc vào độ vươn tay cần và chiều dài tay cần. Độ cao cực đại của tay cần đạt được khi độ vươn tay cần là cực tiểu và ngược lại.
- Vận tốc nâng hàng** là quãng đường mà vật nặng đi được trong một đơn vị thời gian.
- Vận tốc di chuyển của cần trục** (đối với cần trục đặt trên đường ray và trên bánh xích hoặc bánh lốp) là quãng đường mà cần di chuyển được trong một đơn vị thời gian (m/ph).
- Tốc độ quay của cần trục** là số vòng quay của bộ trong một đơn vị thời gian (vòng/ph).
- Các kích thước chính** bao gồm chiều dài, chiều rộng và chiều cao .

7.2. CÁC HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN CHO CẦN TRỤC - CẦU TRỤC

7.2.1. Khái quát

Trên cần trục bao gồm 4 cơ cấu truyền động độc lập với nhau. Khi kết hợp điều khiển 4 cơ cấu này hoạt động hoặc điều khiển hoạt động riêng rẽ từng cơ cấu sẽ đạt được quỹ đạo bốc xếp hàng hoá theo mong muốn.

Bốn cơ cấu truyền động chính của cần trục gồm:

1. Truyền động cho cơ cấu nâng hạ hàng.
2. Truyền động cho cơ cấu nâng hạ cần.
3. Truyền động cho cơ cấu quay mâm.
4. Truyền động cho cơ cấu di chuyển chân đế.

Các cơ cấu chính của cầu trục bao gồm:

1. Truyền động cho cơ cấu nâng hạ hàng.
2. Truyền động cho cơ cấu di chuyển xe con.
3. Truyền động cho cơ cấu di chuyển giàn.

Thông thường các hệ truyền động điện cho cơ cấu nâng hạ hàng, nâng hạ cần cho cần trục được xây dựng hoàn toàn giống nhau về giải pháp điều khiển. Tuy nhiên khác nhau về phạm vi công suất truyền động.

Điều khiển chuyển động cho cơ cấu quay trong nhiều trường hợp có thể sử dụng truyền động nhóm nhiều động cơ được cấp nguồn chung.

Công suất truyền động của cơ cấu nâng hạ hàng lớn hơn công suất của cơ cấu nâng hạ cần và cơ cấu quay, còn cơ cấu di chuyển chân đế được xây dựng đơn giản hơn các cơ cấu 1, 2, 3. Điều khiển chuyển động cho các cơ cấu này có thể được thực hiện là các hệ truyền động điện hoặc truyền động điện - thủy lực.

Tuy nhiên các hệ truyền động điện thuận tủy khi sử dụng động cơ truyền động là: động cơ một chiều, động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc hoặc dây quấn sẽ cho đặc tính điều chỉnh tốt nhất. Các cơ cấu di chuyển xe con, cơ cấu di chuyển giàn của cầu trục trong tính toán gần giống với cơ cấu di chuyển của cần trục. Chúng ta sẽ phân tích các hệ truyền động điện dùng cho cần trục vì tính phổ biến của nó trong kỹ thuật điều khiển của các cần trục hiện đại.

7.2.2. Cấu trúc của hệ truyền động điện

Cấu trúc của hệ thống truyền động điện dùng cho cần trục – cầu trục được đưa ra với hai dạng phổ biến trình bày trên hình 7.1. Trên hình 7.1a, bao gồm các phần tử chính của hệ thống động lực:

1. Động cơ điện truyền động cho các cơ cấu.
2. Phan hãm dừng điện từ.
3. Bộ truyền cơ khí.
4. Có thể là trống tời quấn cáp nâng hạ hàng hoặc nâng hạ cần.
5. Phan hãm an toàn cho cơ cấu nâng hạ cần hoặc nâng hạ hàng.

Riêng động cơ truyền động cho cơ cấu quay mâm thường sử dụng bộ truyền cơ khí trục vít vô tận với bánh răng nón dẫn động trụ quay.

Với cấu trúc trên hình 7.1a, động cơ thực hiện có thể là động cơ một chiều điều chỉnh tốc độ bằng điện trở phụ trong mạch phản ứng và mạch kích từ. Cần chú ý rằng cuộn kích từ nối tiếp được sử dụng để hỗ trợ mômen của động cơ trong điều khiển ở chiều nâng và hạ là khác nhau. Việc đổi chiều quay của động cơ điện một chiều được thay đổi chủ yếu bằng cách đổi chiều điện áp phản ứng. Hệ thống cấp nguồn cho động cơ một chiều có thể là máy phát điện một chiều có nhiều mạch phản ứng (hệ F - Đ) hoặc bộ biến đổi tiristor - động cơ điện một chiều (T-Đ).

Với cấu trúc trên hình 7.1a, động cơ thực hiện là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc loại có nhiều cuộn dây quấn trên stato, các tốc độ khác nhau được tạo ra bằng cách đổi nối các cuộn dây hoặc thay đổi điện áp, tần số nguồn cấp cho các cuộn dây stato. Việc đổi chiều quay cho các động cơ xoay chiều không đồng bộ thường thực hiện bằng phương pháp đổi thứ tự pha điện áp nguồn cấp.

Ưu điểm cơ bản của hệ truyền động điện trên hình 7.1a: Kết cấu hệ thống đơn giản, thường xây dựng theo nguyên tắc dùng tay điều khiển kết hợp với trạm từ. Đồng thời dạng này cũng cho phạm vi điều chỉnh tốc độ rất lớn, đầu tư ban đầu thấp.

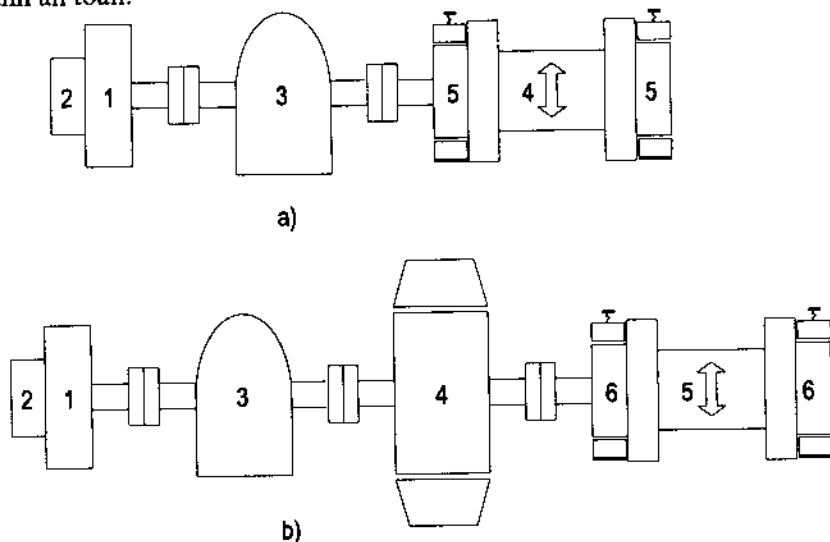
Nhược điểm của hệ thống là độ trơn điều chỉnh không cao, có thể gây nên lực giạt trong quá trình làm việc của cần trục. Vì vậy tính bền vững không cao và chỉ ứng dụng cho các cần trục – cầu trục khi yêu cầu đặc tính công nghệ nâng chuyển không cao.

Để khắc phục các nhược điểm trên trong các hệ thống điều khiển chuyển động cho các cơ cấu, ngày nay đã ứng dụng các hệ thống truyền động điện hiện đại sử dụng bộ biến tần - Động cơ không đồng bộ với thiết bị điều khiển PLC. Dạng hệ thống này cho kết quả tốt về điều chỉnh tốc độ, tính linh hoạt trong điều khiển và giám sát, cũng như hiệu quả kinh tế cao.

Trên hình 7.1b biểu diễn dạng cấu trúc động lực của hệ thống truyền động điện đã được ứng dụng cho nhiều loại cần trục của các hãng danh tiếng CRANNEF của Phần Lan hoặc KONDOR, KRANBAU của Đức hoặc КУРОВ của Cộng hoà Liên bang Nga.

Trong hệ thống bao gồm :

1. Động cơ truyền động.
2. Phanh điện từ hãm dừng.
3. Bộ truyền cơ khí.
4. Phụ tải động dùng để điều chỉnh tốc độ của hệ thống bằng máy phát hãm đồng bộ hoặc máy phát điện một chiều hoặc các dạng phanh hãm điện từ.
5. Cơ cấu thực hiện có thể là trống tời cho cơ cấu nâng hạ hàng hoặc nâng hạ cần.
6. Phanh an toàn.



Hình 7.1. Sơ đồ cấu trúc hệ truyền động điện cho cần trục – cầu trục

Đặc điểm cơ bản của hệ thống ở hình 7.1b là ở chỗ cơ cấu hãm điều chỉnh tốc độ 4 có thể điều chỉnh được mômen hãm theo yêu cầu và kết hợp với đặc tính của động cơ điện để cho ra đặc tính của hệ thống thoả mãn được công nghệ nâng chuyển cho các loại cần trục – cầu trục. Đặc biệt

thích hợp với cần trục dùng trong công nghiệp lắp máy, xây dựng và các cần trục để bốc xếp container ở các cảng biển. Dạng hệ thống trên hình 7.1b thường được ứng dụng cho các hệ thống có phạm vi công suất lớn sử dụng động cơ truyền động một chiều, động cơ không đồng bộ rôto dây quấn.

Ưu điểm của hệ thống trên hình 7.1b có đặc tính điều chỉnh tốt, độ trơn điều chỉnh và có khả năng điều chỉnh sâu cả hai phía nâng hạ, quay trái - quay phải.

Nhược điểm của hệ thống : Hệ thống điều khiển thường phức tạp và là hệ kín, giá thành tổng thể cao, hiệu suất vùng điều chỉnh sâu thấp.

Cấu trúc hệ điều khiển cho các hệ truyền động điện biểu diễn trên hình 7.1 có thể được xây dựng trên nguyên tắc hệ hở hoặc hệ kín điều chỉnh tốc độ.

Cần chú ý rằng:

Các phanh hãm dừng điện từ 2 và cơ cấu phanh an toàn 5 của hệ thống trên hình 7.1a hoặc 6 trên hình 7.1b làm việc tin cậy, tính bền vững cao để đảm bảo an toàn trong quá trình làm việc.. Khi có sửa chữa thay thế các phần tử trên trục truyền động chính nhất thiết phải khoá phanh an toàn 5 hoặc 6 chắc chắn để tránh gây mất an toàn nghiêm trọng.

7.3. CÁC DẠNG ĐẶC TÍNH CƠ TÍNH CỦA HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ CHO CÁC CƠ CẤU CHÍNH CỦA CẦN TRỤC - CẦU TRỤC

7.3.1. Các dạng đặc tính cơ tính của hệ thống truyền động điện một chiều cho cần trục - cầu trục

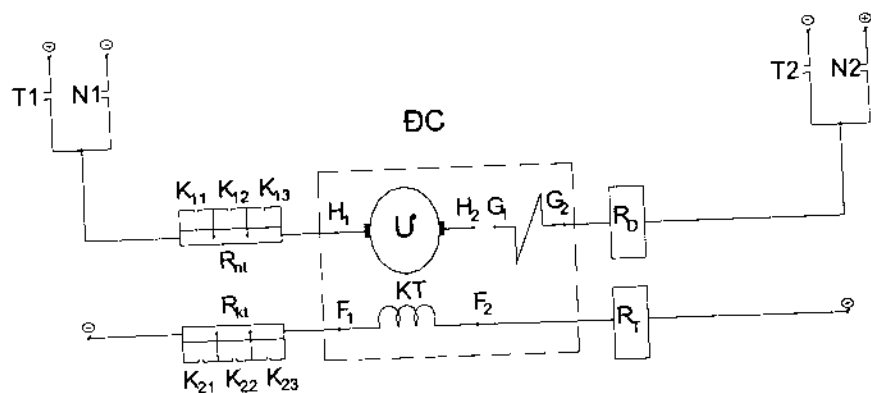
Mômen cản tĩnh của các cơ cấu chính trong điều khiển chuyển động cần trục có hai dạng: mômen cản thế năng và mômen cản ma sát. Vì vậy đặc tính cơ tính của các động cơ truyền động cho các cơ cấu có dạng như sau:

Trên hình 7.2 biểu diễn sơ đồ nguyên lý sử dụng động cơ điện một chiều và dạng đặc tính cơ tính của các động cơ điều khiển chuyển động cho các cơ cấu của cần trục – cầu trục. Trên hình 7.2a, sơ đồ nguyên lý của động cơ điện một chiều DC bao gồm: phần ứng U , cuộn kích từ nối tiếp G_1, G_2 , cuộn kích từ song song F_1, F_2 , điện trở phụ mạch phần ứng R_m điều chỉnh tốc độ, điện trở R_{kt} dùng để thay đổi kích từ của động cơ.

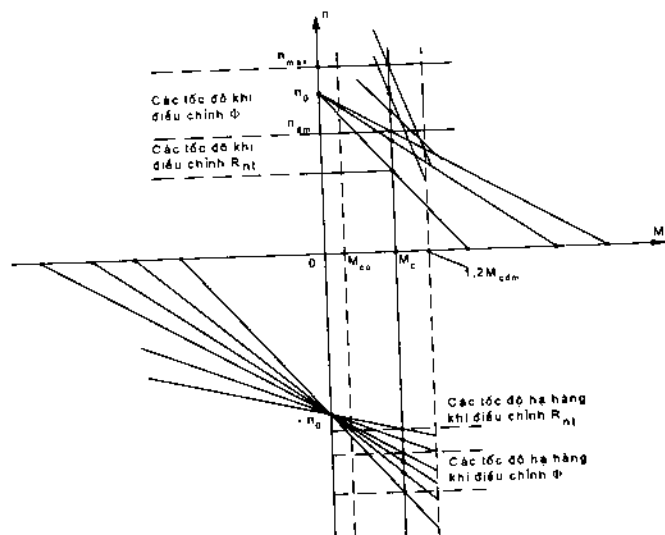
Các phần tử logic K_{ij} để điều chỉnh giá trị điện trở R_m , R_{kt} , N và H để đảo chiều quay, R_D role dòng cực đại bảo vệ mạch phần ứng, R_T role dòng điện bảo vệ mất từ trường. Trên hình 7.2b, đặc tính cơ tính của cơ cấu nâng hạ hàng và đặc tính cơ tính của cơ cấu nâng hạ cần. Trên hình 7.2c, đặc tính cơ tính của cơ cấu quay và cơ cấu di chuyển.

Các dạng đặc tính cơ tính của các động cơ thực hiện có hai vùng điều chỉnh tốc độ. Vùng điều chỉnh tốc độ khi thay đổi điện trở phụ mạch phần ứng phía nâng – hạ hàng và vùng điều chỉnh tốc độ khi thay đổi điện trở mạch kích từ phía nâng – hạ hàng.

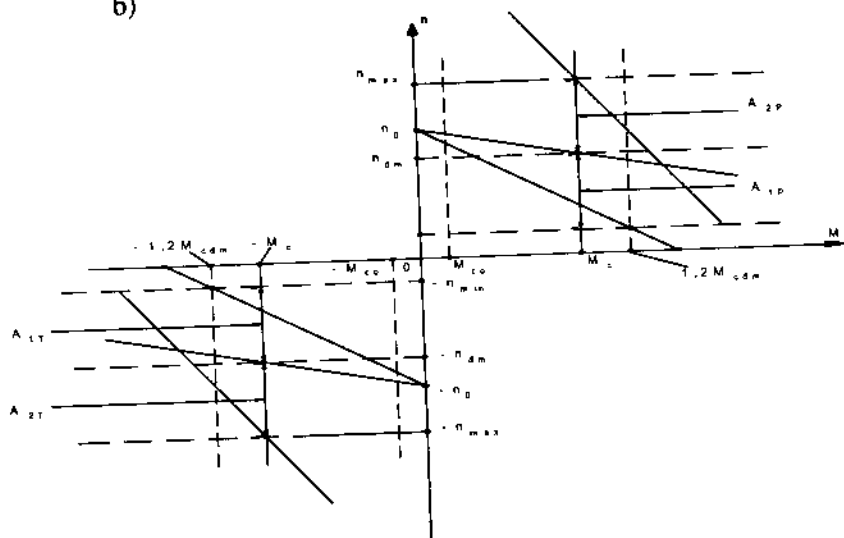
Đối với cơ cấu nâng hạ hàng và cơ cấu nâng hạ cần khi hạ có tải, động cơ điện thường làm việc ở chế độ hạ hãm. Phía nâng hàng đối với cơ cấu nâng hạ hàng, nâng hạ cần, cơ cấu quay và cơ cấu di chuyển động cơ điện hoạt động ở chế độ động cơ.



a)



b)



c)

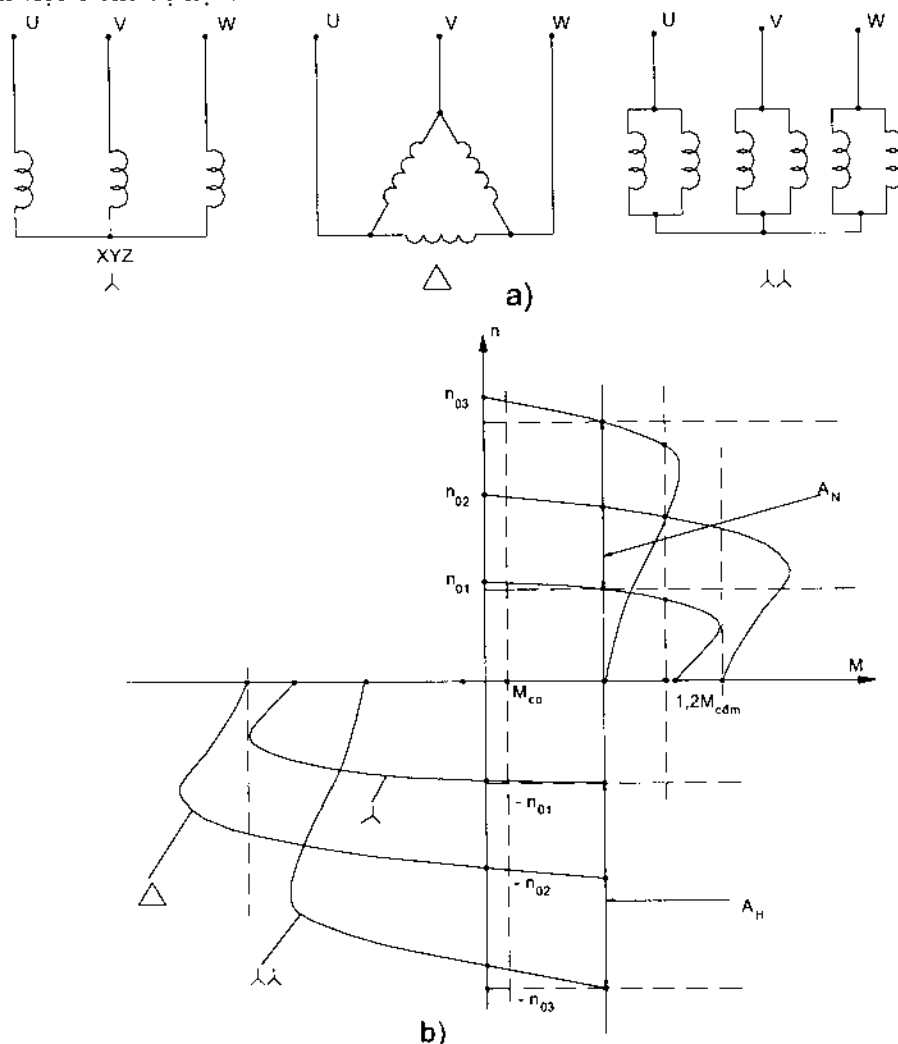
Hình 7.2. Sơ đồ điện nguyên lý và các dạng đặc tính cơ tĩnh khi sử dụng động cơ một chiều truyền động cho các cơ cấu chính của cần trục – cầu trục.

7.3.2. Các dạng đặc tính cơ của hệ thống truyền động điện bằng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc cho cần trục - cầu trục

Điều chỉnh tốc độ trong các hệ thống truyền động điện cho các cơ cấu điều khiển chuyển động cho cần trục – cầu trục sử dụng động cơ điện không đồng bộ rôto lồng sóc rất phổ biến.

Phương pháp điều khiển tốc độ thông thường được thực hiện bằng cách đổi nối cuộn dây phản ứng để thay đổi số đôi cực p . Đảo chiều quay của động cơ truyền động được thực hiện bằng cách thay đổi chiều từ trường quay. Sơ đồ điện nguyên lý đổi nối cuộn dây stato được trình bày trên hình 7.3a, đặc tính cơ tính của động cơ truyền động cho cơ cấu nâng hạ hàng và nâng hạ cần trên hình 7.3b.

Trên hình 7.3a, khi cuộn dây phản ứng của động cơ không đồng bộ đấu Y, Δ và YY; Trên hình 7.3b, đặc tính cơ tính của động cơ không đồng bộ khi điều chỉnh tốc độ bằng cách đổi nối cuộn dây để thay đổi số đôi cực p cho cơ cấu nâng hạ hàng và cơ cấu nâng hạ cần. Vùng điều chỉnh tốc độ phía nâng cho cơ cấu nâng hạ hàng, cơ cấu nâng hạ cần, động cơ điện làm việc ở chế độ động cơ. Vùng điều chỉnh tốc độ phía hạ cho cơ cấu nâng hạ hàng, cơ cấu nâng hạ cần, động cơ điện làm việc ở chế độ hạ hãm.



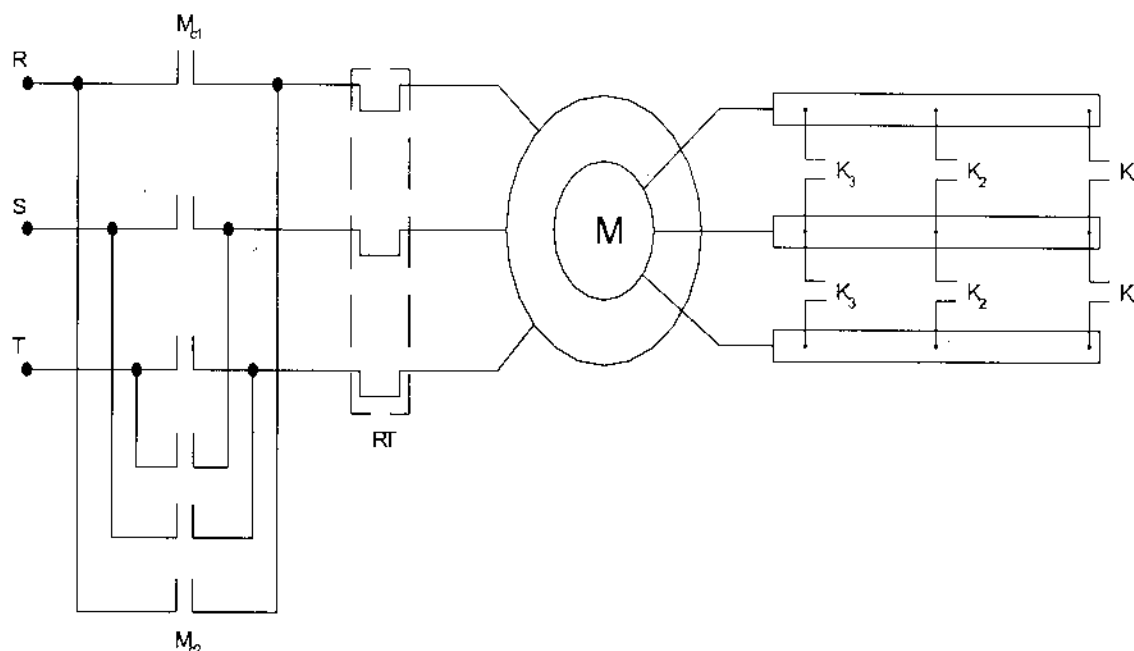
Hình 7.3. Sơ đồ điện nguyên lý và các dạng đặc tính cơ tính của động cơ truyền động cho các cơ cấu điều khiển chuyển động cho cần trục – cầu trục

7.3.3. Các dạng đặc tính cơ của hệ thống truyền động điện bằng động cơ không đồng bộ rôto dây quấn cho cần trục - cầu trục

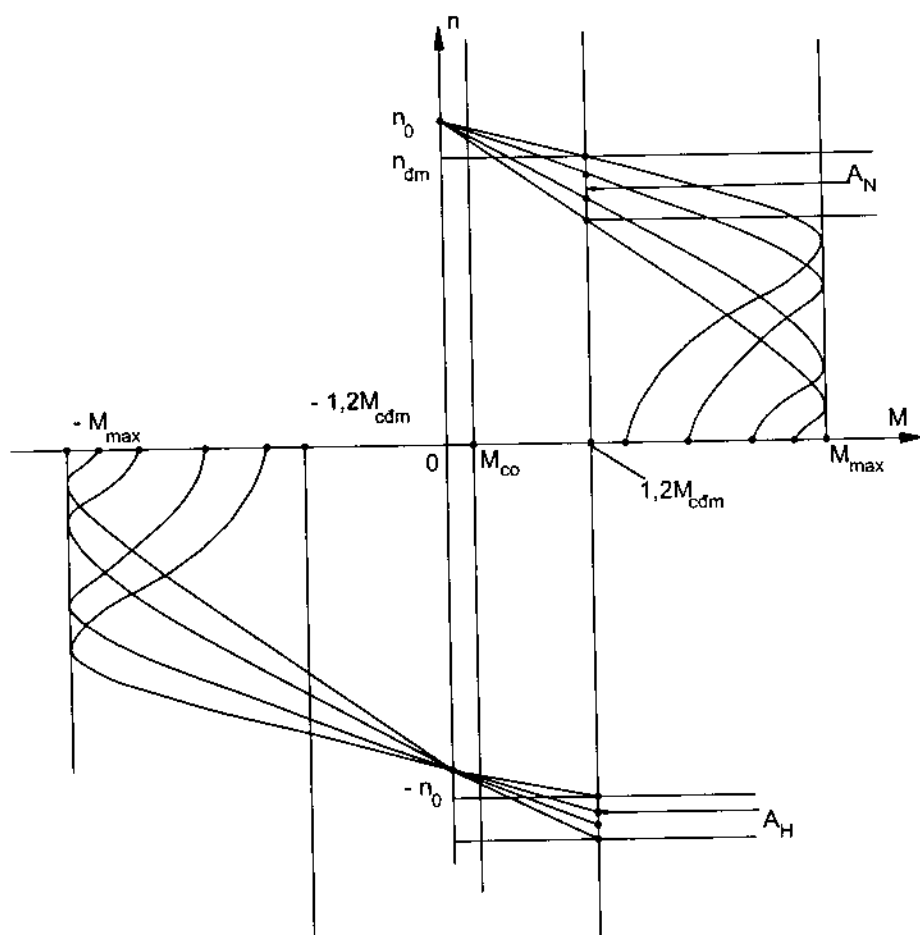
Động cơ không đồng bộ rôto dây quấn sử dụng để truyền động cho các cơ cấu điều khiển chuyển động cho các cần trục - cầu trục có nhiều ưu điểm như tăng mômen khởi động, hạn chế dòng điện trong quá trình khởi động và có khả năng điều chỉnh tốc độ trong phạm vi rộng, khai thác và bảo dưỡng đơn giản. Đặc biệt động cơ không đồng bộ sử dụng cho cần trục - cầu trục có thể mở rộng phạm vi công suất vì vậy chúng được sử dụng rất phổ biến.

Trên hình 7.4 trình bày sơ đồ điện nguyên lý và các dạng đặc tính cơ động cơ không đồng bộ rôto dây quấn truyền động cho các cơ cấu của cần trục - cầu trục. Ở hình 7.4a biểu diễn sơ đồ điện nguyên lý của động cơ không đồng bộ rôto dây quấn điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở phụ trong mạch rôto của động cơ. Trong sơ đồ M_{C1} và M_{C2} là các phân tử điều khiển logic để đảo chiều quay động cơ; K_1 là các phân tử điều khiển logic để thay đổi giá trị điện trở phụ mạch rôto R_f , RT - role nhiệt bảo vệ quá tải cho động cơ.

Trên hình 7.4b, dạng đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ rôto dây quấn điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi giá trị điện trở phụ truyền động cho cơ cấu nâng hạ hàng và nâng hạ cần của cần trục - cầu trục. Vùng điều chỉnh tốc độ phía nâng hàng A_N , vùng điều chỉnh tốc độ phía hạ hàng A_H , phụ thuộc giá trị điện trở phụ trong mạch rôto. Đặc tính cơ tĩnh của hệ truyền động điện điều khiển chuyển động cho cơ cấu quay và cơ cấu di chuyển chân đế. Vùng điều chỉnh tốc độ khi quay, khi di chuyển phụ thuộc giá trị điện trở phụ trong mạch rôto.



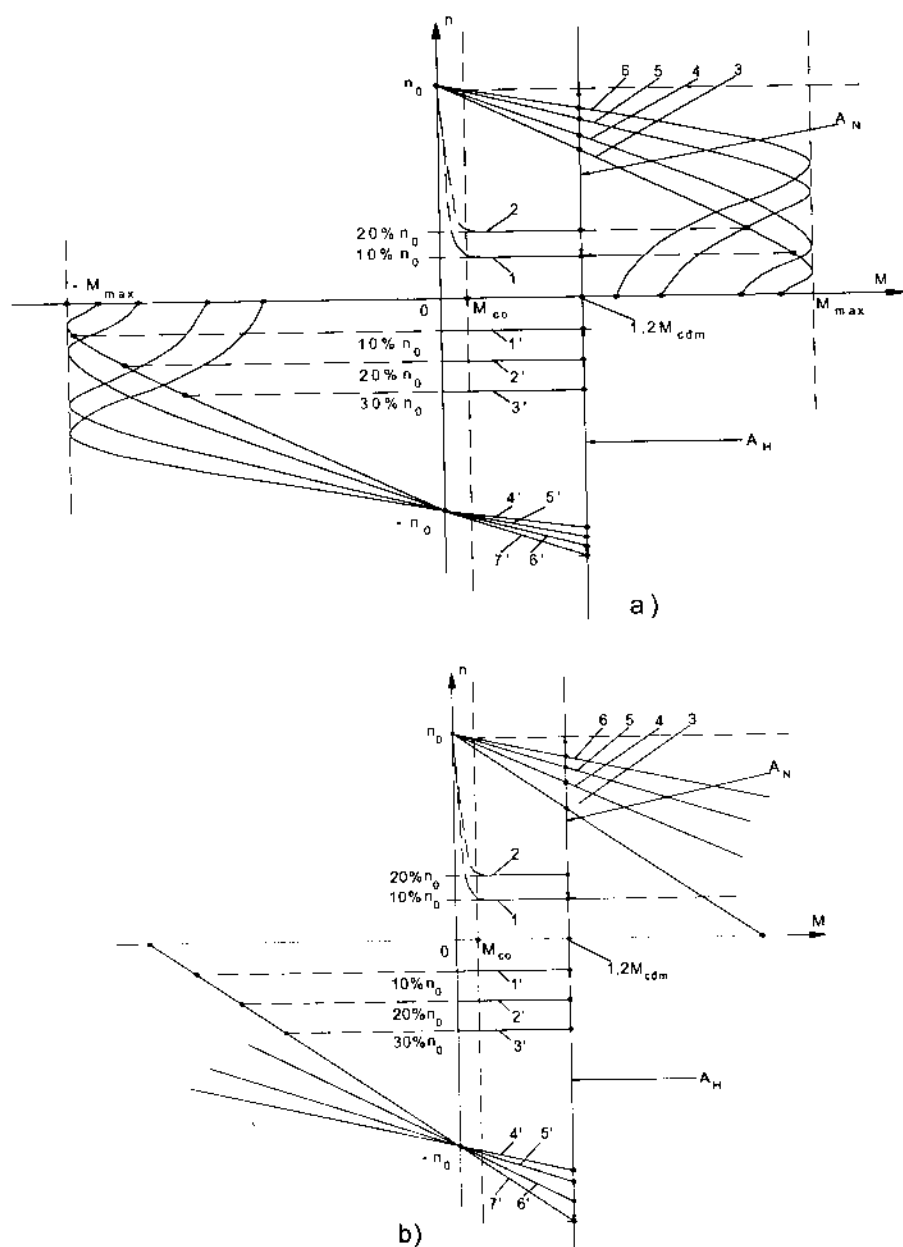
Hình 7.4a. Sơ đồ nguyên lý của động cơ không đồng bộ rôto dây quấn điều chỉnh tốc độ



Hình 7.4b. Dạng đặc tính cơ tĩnh của động cơ không đồng bộ truyền động cho các cơ cấu điều khiển chuyển động cho cần trục – cầu trục.

7.3.4. Các dạng đặc tính cơ của hệ thống điều khiển tốc độ truyền động điện các cơ cấu chính cho cần trục - cầu trục sử dụng phụ tải động

Các cần trục - cầu trục có yêu cầu đặc tính điều chỉnh tốt sử dụng cho công nghệ lắp máy, xây dựng và cho cảng biển cấu trúc hệ truyền động điện trình bày trên hình 7.1b. Điều khiển hệ thống truyền động điện ở vùng điều chỉnh tốc độ sâu cả hai phía nâng và hạ hàng xây dựng hệ điều khiển là hệ kín. Tốc độ của hệ thống truyền động điện phục vụ công nghệ có yêu cầu $10\%n_0$, $15\%n_0$, $20\%n_0$, sai lệch tĩnh 5% , khi tải trọng nâng thay đổi từ M_{co} đến $1,2M_{cdm}$. Hệ truyền động điện thường sử dụng là: Bộ biến đổi tiristo - động cơ - Phụ tải động hoặc động cơ không đồng bộ - phụ tải động. Dạng đặc tính cơ được trình bày trên hình 7.5.



Hình 7.5. Đặc tính cơ tĩnh của hệ truyền động điện cho cần trục - cầu trục khi sử dụng phụ tải động.

Đặc tính cơ tĩnh của hệ truyền động điện cho cần trục, cầu trục khi sử dụng phụ tải động biểu diễn trên hình 7.5a, b, của hệ thống truyền động điện điều khiển chuyển động cho các cơ cấu của cần trục. Các đặc tính cơ tĩnh thể hiện trong hai chế độ hoạt động.

1. Khi đưa phụ tải động vào hệ thống

Khi có sự tham gia hoạt động của phụ tải động, tốc độ ổn định trên các đặc tính 1, 2 phía nâng và 1', 2', 3' phía hạ hàng nhằm mục đích tạo ra các tốc độ thấp đáp ứng yêu cầu của công

nghe nâng chuyển. Đặc điểm của hệ thống khi tạo ra vùng điều chỉnh sâu với sự thay đổi tải trọng nâng trong dải rộng cần hạn chế dòng cho động cơ bằng điện trở phụ R_f trong mạch rôto của động cơ không đồng bộ và điện trở phụ trong mạch phản ứng của động cơ một chiều. Điều khiển chính xác mômen của phụ tải động sẽ quyết định sai lệch tĩnh tốc độ cho hệ thống.

2. Khi phụ tải động không tham gia vào hệ thống

Khi phụ tải động không tham gia vào hệ thống các tốc độ công tác trên các đặc tính 3, 4, 5, 6 phía nâng và 4', 5', 6' phía hạ hàng. Hệ thống có họ đặc tính cơ tĩnh như hình 7.5a, b đã giải quyết tốt vấn đề về chất lượng điều khiển sâu cho hệ thống đồng thời đáp ứng được các tốc độ cao để tăng năng suất bốc xếp của cần trục.

7.4. HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN CHUYỂN ĐỘNG CHO CẦN TRỤC - CẦU TRỤC

7.4.1. Đặc điểm chung

Điều khiển chuyển động nâng hạ, di chuyển hàng hoá treo trên móc cần trục – cầu trục theo quỹ đạo mong muốn trong không gian hoạt động của cần trục – cầu trục có thể được thực hiện đồng thời nhờ 4 cơ cấu: Nâng hạ hàng, nâng hạ cần, cơ cấu quay và cơ cấu di chuyển. Khi khảo sát sự hoạt động của cần trục một cách toàn diện, nhất thiết phải coi cần trục là một đối tượng điều khiển bao gồm 4 cơ cấu chính hoạt động có những ràng buộc nhất định. Trong trường hợp đó cần phải khảo sát sự hoạt động của cần trục bao gồm 4 bậc tự do để xét các chế độ động của nó.

Các hệ thống tự động hoá toàn phần quá trình điều khiển cần trục được xuất phát từ quan niệm đó. Việc điều khiển chuyển động của các cơ cấu có thể thực hiện điều khiển tại chỗ hoặc từ xa.

Tuy nhiên trong thực tế hiện nay điều khiển chuyển động của cần trục bốc xếp hàng hoá được thiết kế để người vận hành trực tiếp điều khiển quỹ đạo chuyển động của hàng hoá, quyết định tốc độ nâng hạ và di chuyển tuỳ theo từng điều kiện công tác và chủng loại hàng hoá cụ thể.

Chính vì vậy mà các hệ thống điều khiển chuyển động cho các cơ cấu của cần trục thường được thiết kế hoạt động độc lập với nhau. Việc khai thác tối ưu năng suất thiết kế phụ thuộc nhiều vào kỹ thuật điều khiển của người vận hành, cũng như cấu trúc điều khiển của các hệ thống điều khiển chuyển động. Điều khiển các hệ thống điều khiển truyền động điện cho chuyển động của các cơ cấu của cần trục được thiết kế rất đa dạng. Để thuận tiện cho quá trình tổng hợp và phân tích các hệ thống điều khiển chúng ta dựa vào các đặc điểm sau:

1. Hệ thống điều khiển sử dụng công tắc tơ - rôle để điều khiển quá trình khởi động, hãm và điều chỉnh tốc độ cho động cơ thực hiện.

2. Hệ thống điều khiển việc cấp nguồn cho động cơ thực hiện bằng cách điều khiển các bộ biến đổi công suất như hệ F - Đ (hệ thống máy phát - động cơ); BBĐT - Đ (bộ biến đổi tiristor - động cơ điện một chiều); (bộ biến tần - động cơ không đồng bộ);

3. Hệ thống điều khiển kết hợp giữa công tắc tơ - rôle cấp nguồn cho động cơ thực hiện, thay đổi giá trị điện trở phụ trong mạch phản ứng của động cơ một chiều hoặc điện trở phụ trong mạch rôto của động cơ không đồng bộ rôto dây quấn, kết hợp điều khiển phụ tải động để tạo ra các đặc tính mong muốn.

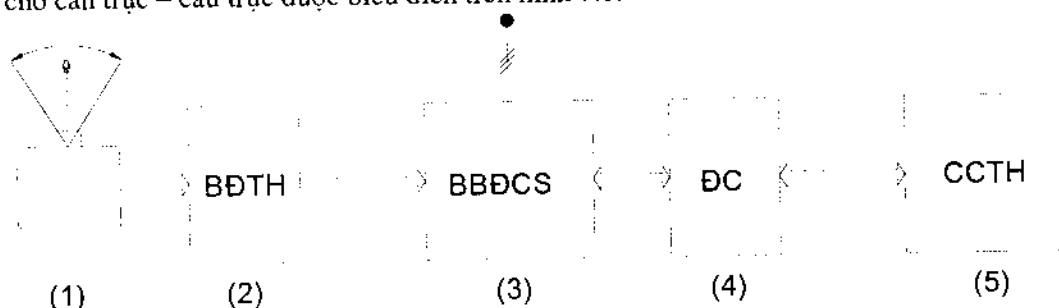
4. Hệ thống điều khiển ứng dụng thiết bị PLC điều khiển các hệ thống truyền động điện với sự giám sát bằng máy tính.

Mạch cấp nguồn cho các hệ thống điều khiển truyền động điện cho các cơ cấu chính, các hệ thống truyền động phụ và hệ điều khiển giám sát sự hoạt động của cần trục – cầu trục có các đặc điểm sau:

Điều khiển cấp nguồn cho toàn bộ cần trục – cầu trục trong chế độ hoạt động và chế độ không hoạt động. Nguồn điện dùng cho cần trục bao gồm nguồn điều khiển, nguồn động lực cung cấp cho các động cơ truyền động. Đồng thời hệ thống cấp nguồn thực hiện các bảo vệ cần thiết cho cần trục như: bảo vệ ngắn mạch động lực, bảo vệ không, bảo vệ quá tải các động cơ truyền động.

7.4.2. Cấu trúc điều khiển các hệ thống dùng công tắc tơ - rơle

Cấu trúc điều khiển của các hệ thống điều khiển truyền động điện dùng công tắc tơ - rơle cho cần trục – cầu trục được biểu diễn trên hình 7.6.



Hình 7.6. Cấu trúc hệ thống điều khiển hệ thống dùng công tắc tơ - rơle.

Hệ thống bao gồm các khâu chính như sau:

1. Tay điều khiển: Tay điều khiển dùng để phát lệnh điều khiển tốc độ cho hệ thống điều khiển truyền động điện. Lệnh điều khiển gồm có: lệnh dừng, lệnh chọn chiều, lệnh giá trị tốc độ. Tay điều khiển là một tổ hợp các tiếp điểm để điều khiển cấp nguồn các cuộn hút của các rơle trung gian thực hiện lệnh điều khiển phù hợp với vị trí của tay điều khiển.

2. Hệ thống biến đổi tín hiệu điều khiển (BDTH): Hệ thống biến đổi tín hiệu điều khiển tương ứng với trạng thái của tay điều khiển, sử dụng các rơle trung gian, rơle thời gian để làm chức năng đóng cắt và điều khiển hệ truyền động điện theo logic trình tự thực hiện lệnh điều khiển.

3. Bộ biến đổi công suất (BBĐCS): Gồm các công tắc tơ dùng để thực hiện lệnh điều khiển đóng cắt mạch động lực cấp nguồn cho động cơ thực hiện.

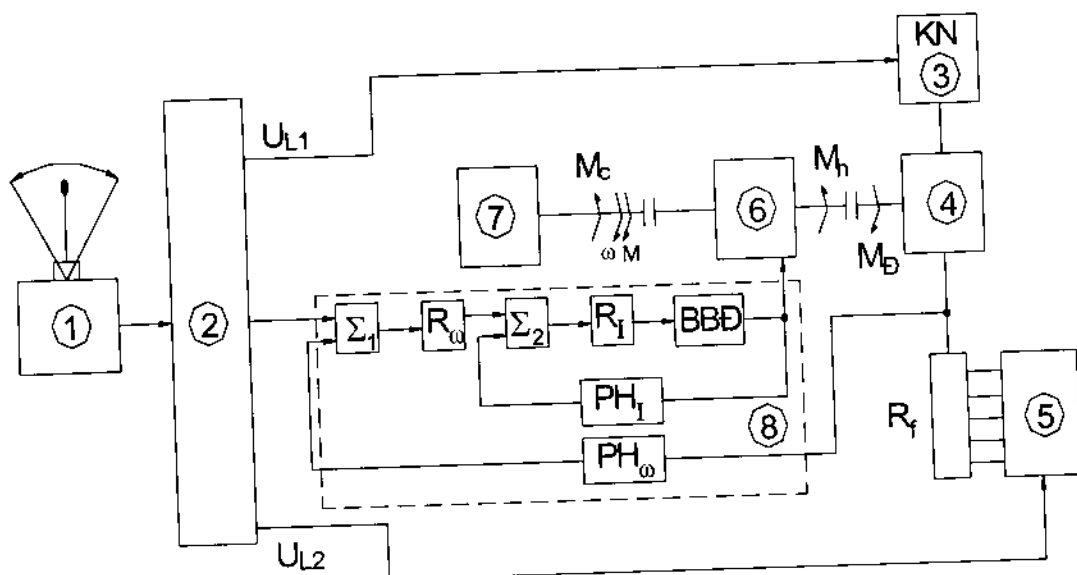
4. Động cơ điện (ĐC) truyền động điện cho hệ thống điều khiển chuyển động các cơ cấu chính của cần trục – cầu trục.

5. Khâu thực hiện trong các cơ cấu của cần trục – cầu trục.

Hiện nay cấu trúc điều khiển trên hình 7.6 được áp dụng kỹ thuật điều khiển PLC để đơn giản hoá hệ thống, tăng độ tin cậy cho các cần trục – cầu trục khi đặc tính điều chỉnh có yêu cầu không cao trong việc thực hiện công nghệ bốc xếp hàng hoá.

7.4.3. Cấu trúc điều khiển các hệ thống dùng phụ tải động

Cấu trúc điều khiển của các hệ thống điều khiển truyền động điện cho các cơ cấu điều khiển chuyển động của cần trục dùng phụ tải động được biểu diễn trên hình 7.7.



Hình 7.7. Cấu trúc điều khiển hệ thống dùng phụ tải động cho truyền động điện các cơ cấu chính của cần trục – cầu trục

Chức năng các phần tử trong hệ thống điều khiển:

1. Tay điều khiển: Dùng để tạo các lệnh điều khiển, tín hiệu điều khiển có thể là tín hiệu số hoặc tín hiệu tương tự tùy thuộc loại tay điều khiển.
2. Bộ xử lý tín hiệu điều khiển: Các tín hiệu được tạo ra từ tay điều khiển được xử lý và truyền dẫn đến các khối chấp hành. Trên sơ đồ cấu trúc chỉ ra ba nhóm tín hiệu điều khiển: Tín hiệu điều khiển tốc độ $U_{\omega d}$ quyết định tốc độ công tác của hệ thống, tín hiệu số U_{L1} điều khiển chiều cấp nguồn quyết định chiều quay của hệ thống, tín hiệu số U_{L2} quyết định giá trị điện trở phụ trong mạch động cơ nhằm hạn chế dòng điện và tạo ra các cấp tốc độ cho hệ thống.
3. Khối nguồn cung cấp cho hệ thống: Chức năng của khối nguồn thực hiện cấp nguồn cho hệ điều khiển và chọn chiều cấp nguồn cho mạch động lực của động cơ thực hiện.
4. Động cơ truyền động điện cho các cơ cấu điều khiển chuyển động: Các hệ thống dạng này thường sử dụng động cơ không đồng bộ rôto dây quấn hoặc động cơ điện một chiều.
5. Khối chuyển mạch động lực: Chức năng của khối chuyển mạch số dùng để thực hiện lệnh điều khiển điều chỉnh thích hợp giá trị điện trở phụ trong mạch phản ứng động cơ.
6. Phụ tải động: Phụ tải động dùng trong hệ thống có thể là phanh hãm, máy phát hãm một chiều hoặc máy phát hãm đồng bộ. Phụ tải động tạo ra mômen M_h trên trục cơ của hệ thống có chiều ngược với chiều của mômen động cơ M_{dc} . Tổng đại số mômen động cơ và mômen của phụ tải động tạo ra mômen cho trục cơ của hệ thống dẫn động cơ cấu điều khiển chuyển động.
7. Cơ cấu thực hiện: Cơ cấu thực hiện là trống tời quấn cáp nâng hạ hàng, nâng hạ cần hoặc bánh răng lớn của cơ cấu quay, bánh của cơ cấu di chuyển chân đế.

8. **Bộ điều chỉnh tốc độ:** Chức năng của bộ điều chỉnh nhằm điều chỉnh tốc độ của hệ thống bám tốc độ đặt. Bộ điều chỉnh thường được thiết kế có hai mạch vòng: mạch vòng tốc độ và mạch vòng dòng điện. Việc cấp dòng cho phụ tải động được điều chỉnh tự động bằng bộ chỉnh lưu điều khiển.

Hệ thống truyền động điện cho các cơ cấu điều khiển chuyển động cho cần trục như hình 7.7 được ứng dụng rộng rãi cho các cần trục có đặc tính điều khiển tốt. Hệ thống làm việc theo nguyên tắc hệ kín khi tồn tại tín hiệu điều khiển tốc độ $U_{\omega d}$ sẽ tạo được đặc tính điều chỉnh sâu (tốc độ chậm). Khi tín hiệu điều khiển $U_{\omega d}$ được ngắt, hệ thống làm việc theo nguyên tắc hệ hở, điều chỉnh tốc độ được thực hiện bằng cách điều chỉnh điện trở phụ trong mạch rôto của động cơ không đồng bộ hoặc điều chỉnh điện trở phụ trong mạch phản ứng của động cơ điện một chiều.

7.4.4. Cấu trúc điều khiển các hệ thống dùng PLC và dùng bộ biến tần cấp cho động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc cho cần trục - cầu trục

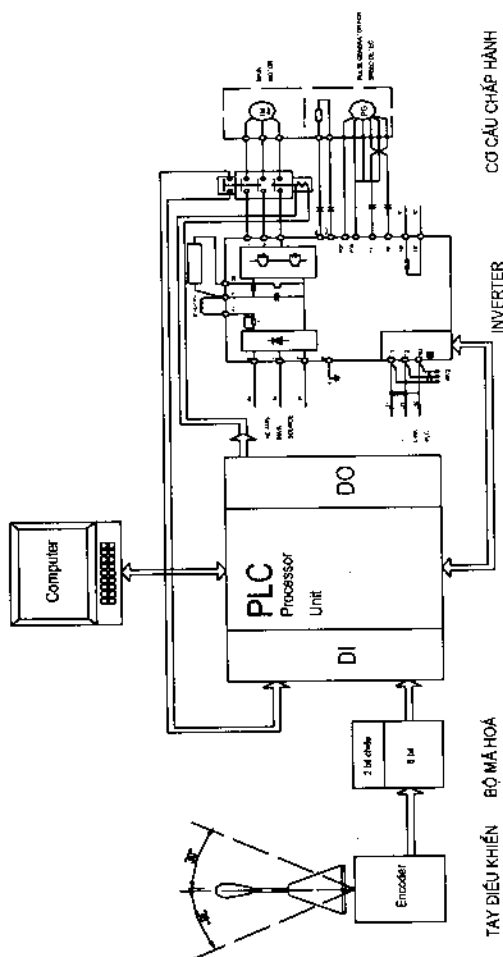
7.4.4.1. Cấu trúc điều khiển độc lập cho hệ thống truyền động điện

Sơ đồ cấu trúc điều khiển độc lập hệ thống truyền động điện điều khiển chuyển động cho các cơ cấu của cần trục được trình bày trên hình 7.8, chức năng cơ bản của các khâu như sau:

1. **Tay điều khiển:** Tạo ra tín hiệu điều khiển hệ thống tương ứng với ba trạng thái của tay điều khiển. Vị trí "0" hệ thống sẵn sàng hoạt động; Khi tay điều khiển được dịch chuyển về phía "UP - DOWN" đối với cơ cấu nâng hạ hàng hoặc nâng hạ cần; Về phía "L - P" đối với cơ cấu quay, cơ cấu di chuyển tay điều khiển tạo ra tín hiệu chọn chiều cho hệ thống bằng cảm biến vị trí liên động với tay điều khiển. Đồng thời tay điều khiển được nối liên động với trục của Encoder tạo ra các tín hiệu dạng số điều khiển giá trị tốc độ quay của động cơ. Thông thường các Encoder sử dụng hiện nay tạo ra tín hiệu điều khiển 8 bit, các đầu ra của Encoder lần lượt là $2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4, 2^5, 2^6, 2^7$. Như vậy tay điều khiển sẽ tạo ra 10 bit tín hiệu điều khiển (2 bite chiều và 8 bit tốc độ).
2. **Bộ mã hoá:** Bộ mã hoá tín hiệu vị trí tay điều khiển nhằm nâng cao công suất tín hiệu điều khiển, tăng khả năng chống nhiễu, truyền tín hiệu đi xa.
3. **Bộ điều khiển PLC:** Bao gồm CPU, các modul đầu vào DO, các modul đầu ra DI kết nối với các hệ thống điều khiển. Để đảm bảo tính tác động nhanh cho hệ thống PLC biến đổi tín hiệu từ tay điều khiển dạng digital thành tín hiệu analog điều khiển biến tần. Đồng thời thông qua PLC cung cấp thông tin giám sát sự hoạt động của toàn bộ hệ thống.
4. **Thiết bị đóng cắt:** Các công tắc tơ MC dùng để đóng cắt nguồn cấp cho bộ biến tần động cơ không đồng bộ và các thiết bị thực hiện khác.
5. **Bộ biến đổi:** Bộ biến tần dùng để điều khiển điện áp, tần số cấp cho động cơ theo luật điều khiển được thiết kế và lưu trữ trong CPU của biến tần, đồng thời thông qua biến tần có thể quan sát và đặt các thông số bảo vệ động cơ...
6. **Động cơ điện:** Động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc dùng để truyền động cho hệ thống.
7. **Thiết bị quan sát:** Máy phát tốc độ PG là thiết bị đo tốc độ động cơ cho tín hiệu dưới dạng xung.

8. Máy tính kết nối với hệ thống: Chức năng chính của PC là để điều khiển và giám sát hệ thống.

Các hệ thống điều khiển trên hình 7.8 có nhiều ưu điểm như tạo ra được nhiều cấp tốc độ vì vậy hệ thống hoạt động êm, độ giật nhỏ, khả năng tự động hoá cho từng cần trục, cầu trục cũng như toàn bộ hệ thống điều khiển khu vực cảng trong bốc xếp hàng hoá. Dạng hệ thống này ngày càng được ứng dụng rộng rãi cho hệ điều khiển cần trục, cầu trục.

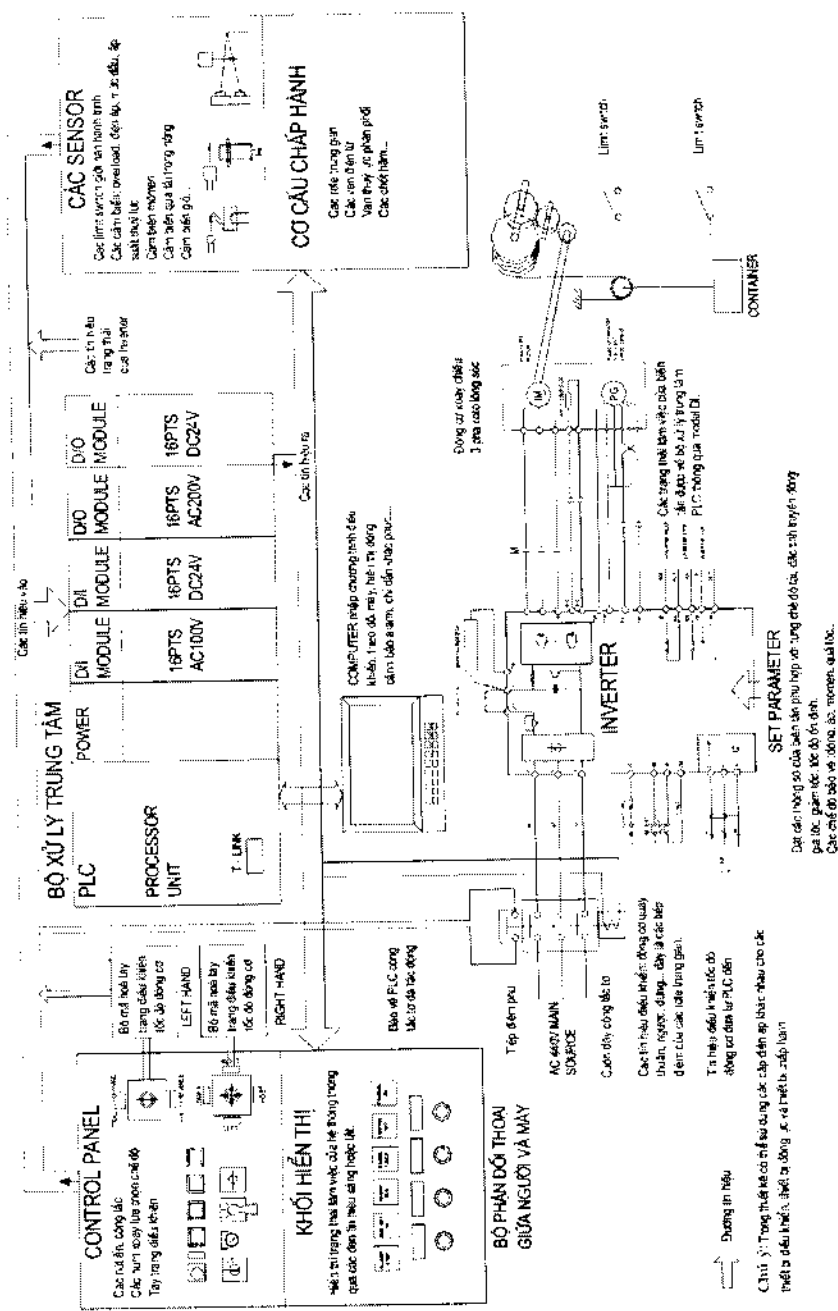


Hình 7.8. Cấu trúc điều khiển cho từng cơ cấu dùng PLC - bộ biến tần- động cơ không đồng bộ cho cần trục.

7.4.4.2. Cấu trúc điều khiển nối mạng cho các hệ thống truyền động điện dùng PLC - động cơ không đồng bộ cần trục - cầu trục

Cấu trúc cơ bản của hệ thống điều khiển truyền động điện cho các cơ cấu nâng hạ hàng, cơ cấu nâng hạ cần, cơ cấu quay và cơ cấu di chuyển chân đế của cần trục, cũng như các cơ cấu nâng hạ hàng, cơ cấu di chuyển xe con, cơ cấu di chuyển giàn của các cầu trục được biểu diễn trên hình 7.8. Trên cần trục, cầu trục các động cơ thực hiện, các trạm điều khiển PLC cho các cơ cấu có thể được thiết kế lắp đặt tại các vị trí khác nhau nhưng điều khiển chúng được bố trí tại cabin điều khiển. Việc quan sát trạng thái làm việc của các thiết bị thực hiện, thông số của các động cơ,

của các biến tần và của hệ thống cấp nguồn thông qua mạng kết nối cục bộ giữa PC - PLC – Biến tần điều khiển cấp nguồn cho các động cơ - Máy tính điều khiển và giám sát hoạt động của toàn bộ cần trục, cấu trúc bằng cấp đồng trục. Sơ đồ cấu trúc hệ thống nối mạng PC – PLC – Biến tần- Động cơ không đồng bộ được biểu diễn trên hình 7.9. Hệ thống này cho phép điều khiển và giám sát sự hoạt động của các thiết bị thực hiện trên từng cần trục, cấu trúc. Đồng thời tạo khả năng kết nối máy tính trên từng cần trục, cấu trúc với trung tâm điều hành sản xuất của cảng và với thế giới bên ngoài.



Hình 7.9. Sơ đồ cấu trúc nối mạng PC – PLC cấp nguồn cho động cơ không đồng bộ của cần trục, cấu trúc

CHƯƠNG 8. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CẦN TRỤC KONE

8.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ CẦN TRỤC KONE

Cần trục chân đế KONE được hãng KRANNEFF của Phần Lan thiết kế. Nhóm cần trục này được triển khai ứng dụng ở các cảng biển nước ta, nhiều nước trong khu vực và trên thế giới. Cần trục KONE có đặc tính điều chỉnh tốc độ thích hợp cho bốc xếp hàng hoá cho cảng biển và nâng chuyển trong công nghiệp lắp máy cho ngành đóng, sửa tàu biển.

Cần trục KONE có các cơ cấu chính sau:

- Cơ cấu nâng hạ hàng.
- Cơ cấu nâng hạ cần (thay đổi tầm với).
- Cơ cấu quay mâm.
- Cơ cấu di chuyển chân đế.

Về cấu trúc cơ khí cầu KONE có thân cần trục gồm:

Tháp cần trục làm bằng thép cấu trúc trên tháp cầu thẳng đứng, có gắn tay cần trục (cần), cabin điều khiển, buồng đặt thiết bị điều khiển.

Tay cần của cần trục cấu tạo bằng những thanh thép được ghép thành dầm ứng lực, một đầu gắn bằng khớp với tháp cầu, một đầu được treo bằng cáp thông qua hệ thống ròng rọc và có thể quay xung quanh khớp gắn với tháp cầu.

Cabin điều khiển là buồng điều khiển tập trung của cần trục, trong đó trang bị những tay điều khiển để điều khiển các cơ cấu.

8.1.1. Thông số kỹ thuật cơ bản

Thông số kỹ thuật của cầu KONE như sau:

- Sức nâng từ 8 ÷ 25 tấn.
- Tầm với từ 24 ÷ 38 m.
- Chiều cao nâng hạ hàng với tải là:
 - + 25 tấn chiều cao là 45 + 9 m.
 - + 15 tấn chiều cao là 37 + 9 m.
- Tốc độ nâng hàng móc 25 tấn là 10 m/ph.
- Tốc độ nâng hàng móc 8 tấn là 60 m/ph.
- Tốc độ quay mâm là 1 m/ph.
- Tốc độ nâng cần là 25 m/ph.
- Tốc độ di chuyển xe 46 m/ph.
- Góc quay 360°.
- Chiều rộng của đường ray 10,5 m.
- Chiều dài tầm bánh xe trước đến tâm bánh xe sau là 5,4 m.
- Chiều cao đỉnh tháp 37,3 m.
- Chiều cao đỉnh cần 45 m.
- Nguồn điện 3 pha điện áp $U_{dm} = 380 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$.

8.1.2. Các quy ước chung khi đọc bản vẽ kỹ thuật cần trục KONE

Để thuyết minh các bản vẽ trong quá trình nghiên cứu, trong công tác vận hành thuận lợi cần hiểu rõ một số quy định về ký hiệu, để làm ngắn gọn cho phần thuyết minh nhưng vẫn đầy đủ và chính xác. Các quy định cụ thể như sau:

Các cuộn hút của công tắc tơ - role được ký hiệu bằng chính tên công tắc tơ role. Khi được cấp điện sẽ có giá trị logic 1, khi không có điện sẽ có giá trị logic 0.
Ví dụ: $Ac1 = 1$ nghĩa là công tắc tơ $Ac1$ có điện.

Các tiếp điểm của công tắc tơ - role ký hiệu bằng tên công tắc tơ - role kèm theo số cột (mà tiếp điểm được biểu diễn) trong ngoặc đơn. Khi tiếp điểm đóng có giá trị logic 1, khi tiếp điểm mở có giá trị logic 0.

Ví dụ $Ac1 (17) = 1$ nghĩa là tiếp điểm của công tắc tơ $Ac1$ ở cột 17 đóng.

Trường hợp tiếp điểm của công tắc tơ - role nằm ở bản vẽ khác, mà công tắc tơ - role được biểu diễn thì trước hàng số biểu diễn cột của tiếp điểm sẽ có số hoặc chữ biểu diễn bản vẽ mà ở đó tiếp điểm của công tắc tơ - role được sử dụng.

Ví dụ: $Ac1 (2/25) = 0$ nghĩa là tiếp điểm của công tắc tơ $Ac1$ ở bản vẽ OP2 cột 25 được mở ra.

Khi tiếp điểm hoặc công tắc tơ - role đã được biểu diễn ở bản vẽ khác. Khi xem xét hoạt động được sử dụng trong bản vẽ đang xét thì trước ký hiệu công tắc tơ - role hoặc tiếp điểm sẽ có chữ hay số biểu diễn.

Ví dụ: $OAc1 (16) = 0$ nghĩa là tiếp điểm của công tắc tơ $Ac1$ ở bản vẽ O nằm trên cột 16 mở ra.

Các ký hiệu trên bản vẽ của hồ sơ kỹ thuật:

Các bản vẽ nguyên lý của các cơ cấu cần trục KONE được ký hiệu như sau:

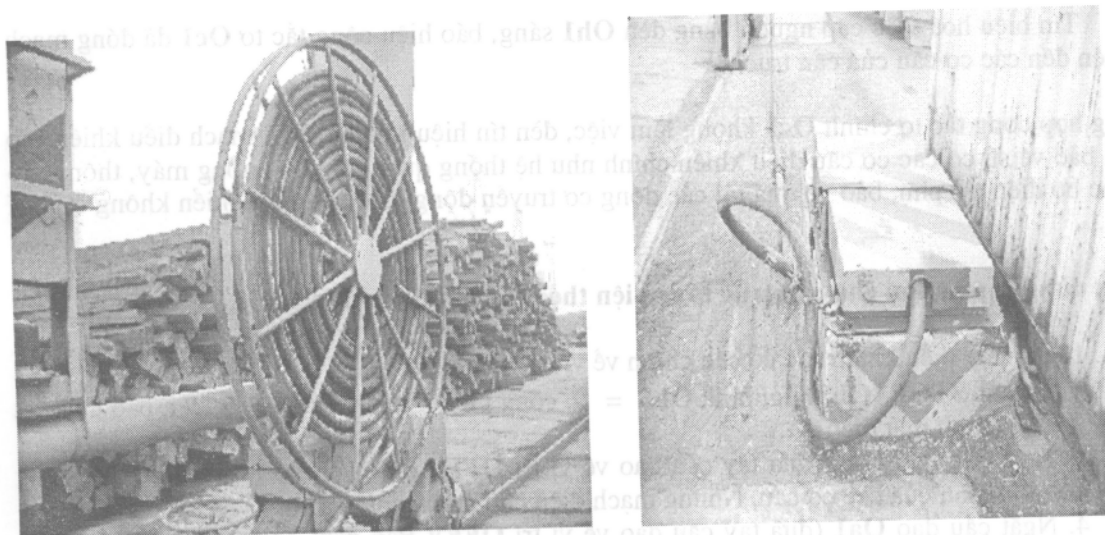
- OP1: Biểu diễn sơ đồ điện nguyên lý mạch cấp nguồn.
- OP2: Biểu diễn sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng chính móc 25 tấn.
- OP3: Bản vẽ biểu diễn sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng móc 8 tấn.
- OP4: Bản vẽ biểu diễn sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu nâng hạ cần.
- OP5: Bản vẽ biểu diễn sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu quay mâm.
- OP6: Bản vẽ biểu diễn sơ đồ điện nguyên lý điều khiển mạch động lực cơ cấu di chuyển xe.
- OP7: Bản vẽ biểu diễn sơ đồ điện nguyên lý mạch điều khiển của cơ cấu di chuyển xe.
- Bản vẽ OP28 tới OP35 là bản vẽ sơ đồ đấu dây.

Các ký hiệu trên bản vẽ

- + Bản vẽ ký hiệu chữ A ở đầu là bản vẽ sơ đồ điện nguyên lý của cơ cấu nâng hạ hàng móc 25 tấn.
- + Bản vẽ ký hiệu chữ B ở đầu là bản vẽ sơ đồ điện nguyên lý của cơ cấu nâng hạ hàng móc 8 tấn.
- + Bản vẽ ký hiệu chữ K ở đầu là bản vẽ sơ đồ điện nguyên lý của cơ cấu quay mâm.
- + Bản vẽ ký hiệu chữ P ở đầu là bản vẽ sơ đồ điện nguyên lý của cơ cấu nâng hạ cần.
- + Bản vẽ ký hiệu chữ R ở đầu là bản vẽ sơ đồ điện nguyên lý của cơ cấu di chuyển xe.

8.2. HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN CẤP NGUỒN CHO CẦN TRỤC KONE K4961

Nguồn điện cung cấp cho các cơ cấu của cần trục KONE được điều khiển bằng các cầu dao, công tắc tơ - role. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cấp nguồn cho cần trục KONE được biểu diễn trên hình 8.1.



Hình 8.1. Rulô quấn cáp và hố cáp cấp nguồn cho cần trục

Nguồn điện cung cấp cho các cơ cấu của cần trục KONE được điều khiển bằng các cầu dao, công tắc tơ - role. Sơ đồ nguyên lý điều khiển cấp nguồn cho cần trục KONE được biểu diễn trên hình 8.2.

Điện áp cung cấp cho các động cơ 3 pha, $U_{dm} = 380 \text{ V}$, tần số $f = 50 \text{ Hz}$.

Điện áp cung cấp cho mạch điều khiển $U_{DK} = 220 \text{ V}$, tần số $f = 50 \text{ Hz}$.

Điện áp cung cấp cho mạch điều khiển dùng role thời gian điện từ một chiều $U_{MC} = 220 \text{ V}$.

Cung cấp nguồn cho các cơ cấu chính thông qua hệ thống vành trượt trên trục của rulô và đưa đến cầu dao chính $Oa1$ đặt trên cần trục. Từ cầu dao $Oa1$, cấp nguồn được nối với hệ thống vành trượt thứ hai bố trí trong trụ quay của cần trục để cấp cho cầu dao $Oa2$ lắp đặt trong cabin điều khiển.

Thứ tự cấp nguồn cho cần trục:

- Khi cầu dao chính được đóng $Oa1 = 1$ cấp điện tới cầu dao $Ta1$ và $Ta2$ cho hệ thống chiếu sáng báo hiệu, chiếu sáng, sấy các động cơ, đồng thời cấp điện tới cầu dao $Oa2$.
- Khi cầu dao $Oa2 = 1$ thì nguồn điện được cấp tới công tắc xoay $Oa3$ và công tắc xoay $Ob2$ sẵn sàng cấp cho công tắc tơ $Oc1$ sẵn sàng cấp nguồn cho các cơ cấu chính của cần trục.

Để tiến hành cung cấp nguồn điện cho mạch động lực cho các cơ cấu nâng hạ hàng, nâng hạ cần, cơ cấu quay mâm và cơ cấu di chuyển xe cần tiến hành các bước như sau:

1. Đưa tất cả tay điều khiển của các cơ cấu chính về vị trí 0, lúc này ta có:

$$Ab3 = 1 \quad Bb3 = 1 \quad Pb3 = 1$$

$$Rb3 = 1 \quad Kb3 = 1$$

2. Đóng aptomat $Oa4$ và $Oa5$ về vị trí ON, lúc này $Oa4 = 1$, $Oa5 = 1$.

3. Ấn nút khởi động cấp nguồn **Ob4**.

Ob4 = 1 cấp điện cho role trung gian **Od1**.

Od1 = 1 làm cho **Od1 (15)** = 1.

Nguồn điện được đưa tới cuộn hút của công tắc tơ chính

Oc1 = 1 đóng các tiếp điểm của nó lại như **Oc1 (3)** = 1, **Oc1 (7)** = 1.

Tín hiệu hoá việc cấp nguồn bằng đèn **Oh1** sáng, báo hiệu công tắc tơ **Oc1** đã đóng mạch cấp điện đến các cơ cấu của cần trục.

Trường hợp công tắc tơ chính **Oc1** không làm việc, đèn tín hiệu không sáng, mạch điều khiển cấp nguồn bảo vệ sự cố các cơ cấu điều khiển chính như hệ thống quạt gió cho buồng máy, thông gió cho các bộ điện trở phụ, bảo vệ quá tải các động cơ truyền động, các tay điều khiển không ở vị trí không...

Thứ tự dừng cấp nguồn cho cần trục thực hiện theo các bước sau đây:

1. Đưa tay điều khiển các cơ cấu chính về vị trí “O”
2. Ấn nút **STOP (Ob3)** nghĩa là **Ob3** = 0, công tắc tơ chính **Oc1** = 0, đèn báo **Oh1** tắt khi công tắc tơ chính mất điện.
3. Ngắt cầu dao **Oa2** (đưa tay cầu dao về vị trí **OFF**); an toàn cho mạch động lực cũng như mạch điều khiển của các cơ cấu. Nhưng mạch điện cho mạch chiếu sáng và sấy vẫn có điện.
4. Ngắt cầu dao **Oa1** (đưa tay cầu dao về vị trí **OFF**); Bảo đảm an toàn cho toàn bộ hệ thống.

Các bảo vệ cần có trong sơ đồ điện điều khiển cấp nguồn cho cần trục:

Bảo vệ “Không” là bảo vệ mất điện trong lúc cần trục đang hoạt động, không cho phép hoạt động trở lại khi chưa thực hiện thứ tự cấp nguồn.

Bảo vệ ngắn mạch: Khi trên cần trục xảy ra ngắn mạch cấp nguồn do mạch điện động lực của các cơ cấu thì hệ thống cấp nguồn phải bảo vệ nhằm mục đích bảo vệ hệ thống cung cấp điện.

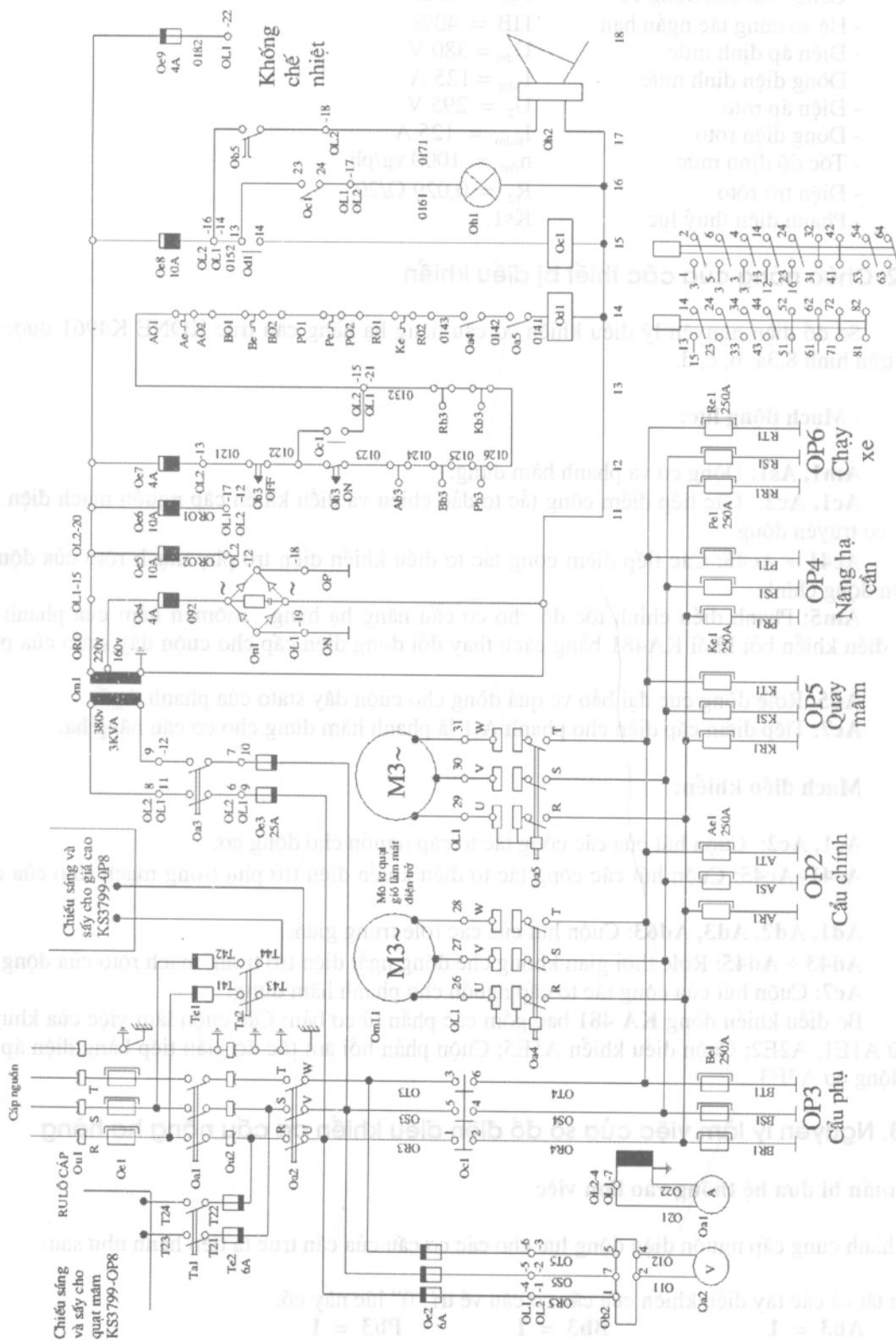
Bảo vệ ngừng cấp nguồn khi một trong các cơ cấu chính quá tải.

8.3. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ ĐIỀU KHIỂN CƠ CẤU NÂNG HẠ HÀNG CỦA CẦN TRỤC KONE K4961

Cấu trúc hệ thống truyền động điện điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng của cần trục KONE như ở hình 8.3a, động cơ truyền động là động cơ không đồng bộ rôto dây quấn kết hợp với phụ tải động là phanh điều chỉnh tốc độ. Đặc tính cơ tĩnh của hệ thống nâng hạ hàng có dạng như hình 7.5a. Cấu trúc điều khiển như ở hình 7.7. Hệ thống điều khiển truyền động điện cho cơ cấu nâng hạ có đặc tính điều chỉnh tốc độ tốt đáp ứng được yêu cầu bốc xếp hàng hoá cho cảng biển, nâng chuyển trong công nghệ lắp máy...

8.3.1. Động cơ truyền động cho cơ cấu nâng hạ hàng

Động cơ dùng trong cơ cấu nâng hạ hàng của cần trục KONE là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc. Động cơ kiểu M25MBTS2K1921 có các thông số sau:



Hình 8.2. Sơ đồ điều khiển cấp nguồn của cabin trực KONE

- Công suất của động cơ	$P_{dm} = 65 \text{ kW}$
- Hệ số công tác ngắn hạn	$\Pi B = 40\%$
- Điện áp định mức	$U_{dm} = 380 \text{ V}$
- Dòng điện định mức	$I_{sdm} = 125 \text{ A}$
- Điện áp rôto	$U_2 = 295 \text{ V}$
- Dòng điện rôto	$I_{kdm} = 125 \text{ A}$
- Tốc độ định mức	$n_{dm} = 1000 \text{ vg/ph}$
- Điện trở rôto	$R_2 = 0,029 \Omega/20^\circ$
- Phanh điện thủy lực	$Ks1.$

8.3.2. Chức năng của các thiết bị điều khiển

Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng cần trục KONE K4961 được biểu diễn trên hình 8.3a, b, c, d.

- Mạch động lực:

Am1, As1: Động cơ và phanh hãm dừng.

Ac1, Ac2: Các tiếp điểm công tắc tơ đảo chiều và điều khiển cấp nguồn mạch điện stato động cơ truyền động.

Ac41 ÷ Ac45: Các tiếp điểm công tắc tơ điều khiển điện trở phụ mạch rôto của động cơ truyền động chính.

Am5: Phanh điều chỉnh tốc độ cho cơ cấu nâng hạ hàng, mômen hãm của phanh A_m5 được điều khiển bởi khối KA481 bằng cách thay đổi dòng điện cấp cho cuộn dây stato của phanh A_m5 .

Ad5: Rơle dòng cực đại bảo vệ quá dòng cho cuộn dây stato của phanh A_m5 .

Ac7: Tiếp điểm cấp điện cho phanh A_{s1} là phanh hãm dừng cho cơ cấu nâng hạ.

Mạch điều khiển:

Ac1, Ac2: Cuộn hút của các công tắc tơ cấp nguồn cho động cơ.

Ac41÷Ac45: Cuộn hút các công tắc tơ điều khiển điện trở phụ trong mạch rôto của động cơ.

Ad1, Ad2, Ad3, Ad63: Cuộn hút của các rơle trung gian.

Ad43 ÷ Ad45: Rơle thời gian khống chế đóng ngắt điện trở trong mạch rôto của động cơ.

Ac7: Cuộn hút của công tắc tơ cấp nguồn cho phanh hãm dừng.

Bộ điều khiển dòng **KA 481** bao gồm các phần tử cơ bản: Các cuộn làm việc của khuyếch đại từ A1E1, A2E2; Cuộn điều khiển A5E5; Cuộn phản hồi âm tốc độ gián tiếp bằng điện áp rôto của động cơ A3E3.

8.3.3. Nguyên lý làm việc của sơ đồ điện điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng

a. Chuẩn bị đưa hệ thống vào làm việc

Tiến hành cung cấp nguồn điện động lực cho các cơ cấu của cần trục ta tiến hành như sau:

- Đưa tất cả các tay điều khiển của các cơ cấu về vị trí "0" lúc này có:

Ab3 = 1 Bb3 = 1 Pb3 = 1

Rb3 = 1 Kb3 = 1

+ Đóng aptômát **Oa4** và **Oa5** về vị trí ON, lúc này **Oa4 = 1, Oa5 = 1.**

+ Ấn nút khởi động **Ob4**.

Ob4 = 1 cấp điện cho rơle trung gian **Od1**.

Od1 = 1 làm cho **Od1 (15)** = 1

Nguồn điện được đưa tới công tắc tơ chính **Oc1** = 1 đóng các tiếp điểm của nó như: **Oc1 (3); Oc1 (7)** = 1.

Đèn **Oh1** sáng, báo hiệu công tắc tơ **Oc1** đã đóng mạch cấp điện đến các cơ cấu của cần trục.

Muốn cho hệ thống cần trục ngừng hoạt động thực hiện như sau:

+ Ấn nút STOP (**Ob3**) nghĩa là **Ob3** = 0, công tắc tơ chính **Oc1** = 0 đèn báo **Oh1** tắt khi công tắc tơ chính mất điện.

+ Ngắt cầu dao **Oa2** (đưa tay cầu dao về vị trí OFF) an toàn cho mạch động lực cũng như mạch điều khiển của các cơ cấu, nhưng mạch điện cho chiếu sáng và sấy vẫn hoạt động được.

+ Ngắt cầu dao **Oa1** (đưa tay cầu dao về vị trí OFF) an toàn cho toàn bộ hệ thống

b. Tiến hành điều khiển hệ thống nâng hạ hàng

Khi đưa tay điều khiển **Ab3** về vị trí số "0" các rơle trung gian và thời gian:

Ad43 = 1 **Ad44** = 1 **Ad45** = 1 do đó các tiếp điểm của chúng:

Ad43 (15) = 1 **Ad44 (15)** = 1 **Ad45 (15)** = 1

Cấp điện mạch điều khiển.

Ad62 = 1 → **Ad63 (15)** = 1 làm cho **Ad63** = 1

Ad63 (17) = 1 sẵn sàng cấp điện cho **Ad1**

Ad63 (16) = 1 duy trì mạch điện cho **Ad63**

Ad63 (4/10) = 1 sẵn sàng cấp điện cho **Pc1**

Ad63 (3/10) = 1 sẵn sàng cấp điện cho **Bc1**.

Tốc độ 1 phía nâng

Khi đưa tay điều khiển **Ab3** về vị trí số 1 phía nâng hàng **Ab3** = 1 ta có: **Ad1** = 1 làm cho **Ad1 (10)** = 0.

Ad1 (30) = 1 cấp nguồn điện cho **Ad61**

Ad1 (17) = 1 làm cho **Ac1** = 1 dẫn đến **Ac1 (16)** = 1 duy trì mạch điện cho mạch điều khiển.

Ac1 (25) = 1 làm cho **Ac7** = 1 cấp điện cho phanh điện thủy lực làm việc, giải phóng trục động cơ.

Ac1 (3) = 1 cấp nguồn điện 3 pha cho stato của động cơ **Am1**.

Mạch rôto **Ab3** = 1 làm cho **Ac41** = 1.

Ac41 (17) = 1 sẵn sàng cấp điện cho **Ac1** và **Ad1**.

Ac41 (1) = 1 nối sao điện trở phụ, toàn bộ điện trở phụ **U1U5; V1V5; W1W5** đưa vào mạch rôto, như vậy động cơ làm việc với toàn bộ điện trở phụ.

Bộ **Au5** điều chỉnh dòng cho cuộn dây stato của phanh điều chỉnh tốc độ của hệ thống **Am5**.

Ab3 = 1 loại điện trở **r53** ra khỏi mạch cuộn dây điều khiển **A5E5**, do vậy dòng điện đặt vào cuộn dây **A5E5** được tăng lên. Đồng thời **Ad63 (8)** = 0 loại điện trở **r59** ra khỏi mạch điện của cuộn dây làm việc **A1E1, A2E2**. Do vậy mà dòng điện đưa vào cuộn dây stato của phanh điều chỉnh tốc độ **Am5** được tăng lên dẫn đến mômen hãm của phanh lớn, làm cho tốc độ động cơ giảm xuống đúng tốc độ đặt.

Tốc độ 2 phía nâng

Khi đưa tay điều khiển về vị trí số 2 phía nâng hàng $Ab3 = 1$ mạch điện stato giống như vị trí số 1, mạch rôto cũng giống như vị trí số 1. Bộ điều chỉnh dòng cho phanh điều chỉnh tốc độ làm việc như sau:

$Ab3 = 0$ toàn bộ điện trở r53 được đấu nối tiếp với cuộn dây điều khiển A5E5 do vậy dòng điều khiển giảm, mômen hãm của phanh sẽ giảm làm cho tốc độ của hệ thống tăng lên.

Tốc độ 3 phía nâng

Khi đưa tay điều khiển về vị trí số 3 phía nâng $Ab3 = 1$, mạch điện cung cấp cho stato của động cơ như vị trí số 2.

Mạch điện rôto có thêm $ad3 = 1$ nên $Ad3(18) = 1$ duy trì nguồn điều khiển và $Ad3(9) = 0$; $ad3(22) = 1$ làm cho $ac42 = 1$ và $Ac42(27) = 0$ ngắt điện cuộn hút $Ad43 = 0$. Đồng thời $Ad42(15) = 0$ sẵn sàng cấp điện cho $Ac43$. Lúc này $Ac42(1) = 1$ loại điện trở phụ U1U2; V1V2; W1W2 ra khỏi mạch điện rôto làm cho tốc độ động cơ tăng lên.

Bộ điều khiển tốc độ cho phanh $Am5$ có $Od1(17) = 0$, $Ac42(8) = 0$, $Ad3(9) = 0$, $Ad1(10) = 0$ do vậy dòng điện cấp cho phanh $Am5$ điều chỉnh tốc độ bằng 0. Như vậy từ tốc độ 3 phía nâng phanh điều chỉnh tốc độ không tham gia vào điều khiển hệ thống. Điều chỉnh tốc độ cho cơ cấu nâng được thực hiện bằng cách thay đổi giá trị điện trở phụ trong mạch rôto của động cơ $Am1$.

Tốc độ 4 phía nâng

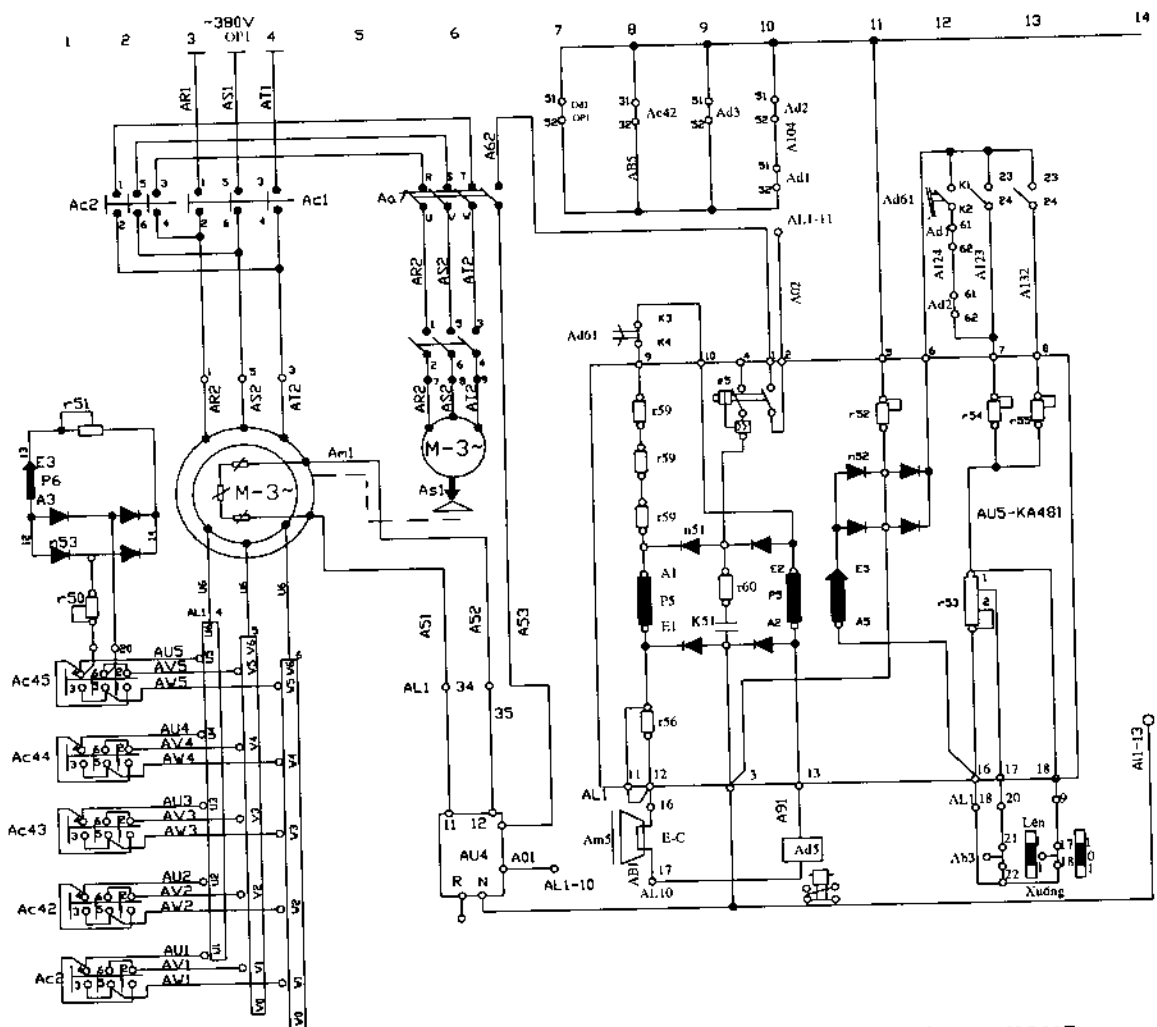
Khi đưa tay điều khiển về vị trí số 4 phía nâng $Ab3 = 1$. Mạch điện cung cấp cho cuộn dây stato như vị trí số 3 phía nâng. Mạch điều khiển điện trở phụ có thêm:

$Ac43 = 1$ làm cho $Ac43(28) = 0$ dẫn đến $Ad44 = 0$ vì thế $Ad(440) = 0$. Sau khoảng thời gian duy trì 1,5 (s) tiếp điểm $Ad44(25) = 1$ sẵn sàng cấp điện cho $Ad44$. Đồng thời $Ac43(1) = 1$ loại tiếp điện trở phụ U2U3; V2V3; W2W3 ra khỏi mạch rôto, tốc độ động cơ tiếp tục tăng lên.

Sau khoảng thời gian role thời gian khống chế 1,5 (s) thì: $Ad44(15) = 1$ làm cho $Ac44 = 1$ và $ac44(29) = 0$ ngắt mạch $Ad45 = 0$ $ad44(15) = 0$, sau thời gian duy trì 1,5 (s) tiếp điểm của $Ad45(26) = 1$ sẵn sàng cấp điện cho $Ac45$. Đồng thời khi đó $Ac44(1) = 1$ loại tiếp điện trở phụ U3U4; V3V4; W3W4 ra khỏi mạch rôto tốc độ động cơ tiếp tục tăng lên.

Sau khoảng thời gian duy trì 1,5 (s) thì $Ad45(26) = 1$ làm cho $Ac45 = 1$ dẫn đến $Ac45(1) = 1$, loại tiếp điện trở phụ U4U5; V4V5; W4W5 ra khỏi mạch rôto, tốc độ động cơ lớn nhất ở chế độ nâng.

Tóm lại chế độ nâng ở tay điều khiển có 4 cấp tốc độ trong đó tốc độ 1 và tốc độ 2 điều khiển hệ thống truyền động điện hoạt động theo nguyên tắc hệ kín ổn định tốc độ với mọi trọng tải nâng bằng phương pháp điều chỉnh mômen của phụ tải động, tốc độ 4 được thực hiện bằng các role thời gian để có thêm các tốc độ trung gian đảm bảo cho hệ thống hoạt động êm. Trong mạch rôto vẫn giữ lại giá trị điện trở phụ nhằm mục đích khắc phục quá tải mômen, dòng điện cho động cơ khi hoạt động ở tốc độ cao.



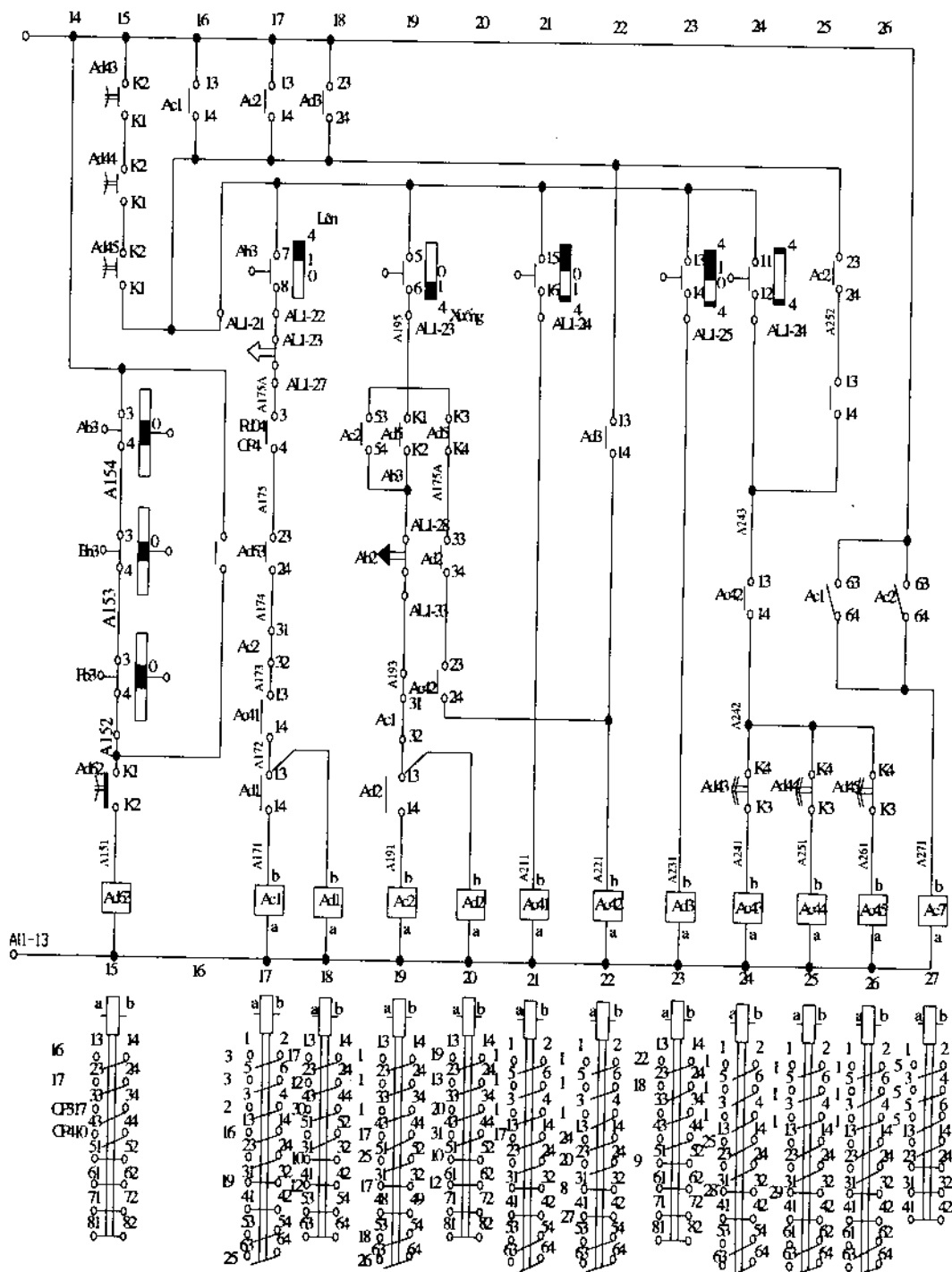
Hình 8.3a. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng cần trục KONE.

Tốc độ 1 phía hạ

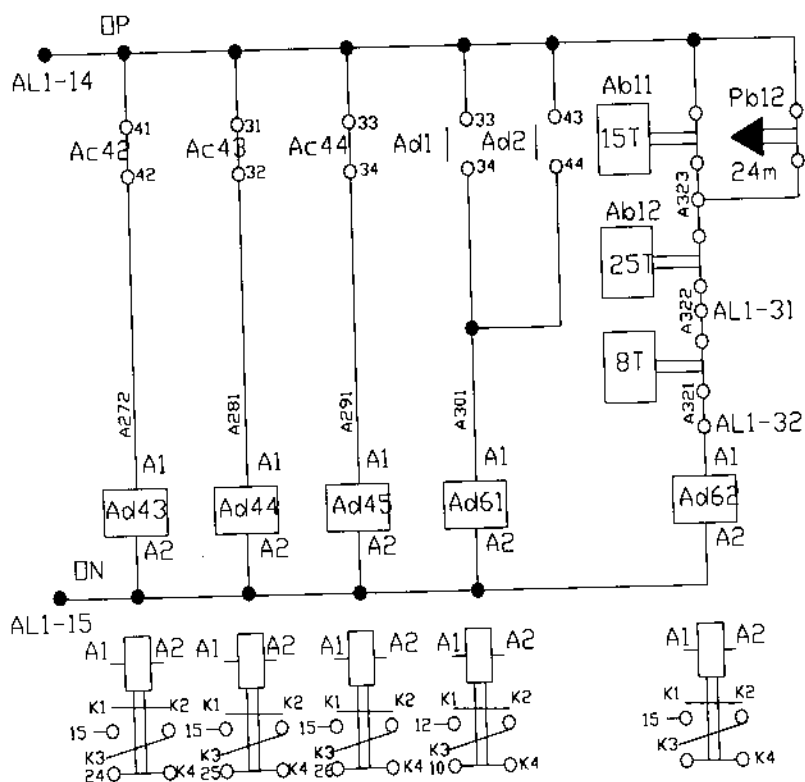
Khi đưa tay điều khiển $Ab3$ về vị trí số 1 phía hạ hàng $Ab3 = 1$, mạch điện cung cấp cho role dòng $Ad5 = 1$ dẫn đến $Ad5(19) = 1$ làm cho $Ad2 = 1$ dẫn đến $Ad2(10) = 1$ ngắt mạch $Ad1(10)$. Đồng thời $Ad2(31) = 1$ cấp điện cho $Ad61 = 1$, $ad2(12) = 1$, do đó $Ad2(19) = 1$ làm cho $Ac2 = 1$ làm cho $Ac2(17) = 1$ duy trì mạch cấp nguồn điều khiển cho cơ cấu ở phía hạ hàng và bảo vệ liên động do $Ac2(17) = 0$ ngắt mạch không cho $Ad1$ hoạt động. Đồng thời $Ac2(26) = 1$ cấp nguồn cho $Ac7 = 1$ cấp nguồn cho phanh thủy lực $As1$ giải phóng trục động cơ, $Ac2(1) = 1$ cấp nguồn cho động cơ $Am1$ theo chiều hạ.

Mạch rôto hai pha điện trở V_0W_0 được nối với nhau còn điện trở pha V để hờ mạch như vậy mạch rôto không đối xứng nhằm mục đích tạo ra tốc độ chậm.

Bộ điều khiển dòng cho phanh điều chỉnh tốc độ phía hạ hoạt động như sau: Tay điều khiển $Ab3 = 1$ loại điện trở $r53$ ra khỏi mạch cuộn dây điều khiển nên dòng trong cuộn dây $ASE5$ lớn dẫn đến dòng cấp cho cuộn dây của phanh điều chỉnh tốc độ $Am5$ lớn nên mômen hãm lớn hệ thống hạ hàng hoạt động ở tốc độ chậm.



Hình 8.3b. Sơ đồ điện nguyên lý cơ cấu nâng hạ hàng cabin trực KONE.



Hình 8.3c. Sơ đồ nguyên lý cơ cấu nâng hạ hàng cân trực KONE.

Công tắc tơ - Rôle	Tay điều khiển								
	Hạ				0	Nâng			
	4	Hãm	Hãm	Hãm		Hãm	Hãm	3	4
Ac 1						X	X	X	X
Ac 1						X	X	X	X
Ac 2	X	X	X	X					
Ac 2	X	X	X	X					
Ac 41	X					X		X	X
Ac 42	X								X
Ac 43	W								W
Ac 44	W								W
Ac 45	W								W
Ad 3	X							X	X
Ad 5		X	X	X		X	X	X	X
Ad 43	P	X	X	X		X	X	P	
Ad 44	P	X	X	X		X	X		P
Ad 45	P	X	X	X		X	X		P
Ad 61-62	X	X	X	X	P	X	X	X	X

Hình 8.3d. Bảng trạng thái tay điều khiển cho cơ cấu nâng hạ hàng

Tốc độ 2 phía hạ hàng

Khi đưa tay điều khiển về vị trí số 2 phía hạ hàng $Ab3 = 1$. Mạch điện cung cấp cho stato, rôto giống vị trí số 1. Bộ Au5 điều chỉnh dòng cho phanh Am5 hoạt động như sau: $Ab3 = 1$, loại trừ 2/3 điện trở r53 ra khỏi mạch cuộn dây điều khiển do đó dòng qua cuộn điều khiển A5E5 giảm dần đến dòng cấp cho phanh Am5 giảm nên mômen hãm giảm tốc độ 2 tăng lên.

Tốc độ 3 phía hạ hàng

Khi đưa tay điều khiển về vị trí số 3 phía hạ hàng. Mạch điện cung cấp cho stato, mạch rôto của động cơ giống vị trí số 2. Bộ điều khiển dòng Au5 hoạt động như sau: $Ab3 = 0$ vì vậy toàn bộ điện trở r53 được nối tiếp với cuộn dây điều khiển nên dòng qua nó giảm, dẫn đến dòng qua Am5 giảm, mômen hãm của phanh giảm, tốc độ hạ của hệ thống tăng lên.

Tốc độ 4 phía hạ hàng

Khi đưa tay điều khiển $Ab3$ về số 4 phía hạ hàng, $Ac41(1) = 1$ nối sao điện trở phụ V_0V_1 ; W_0W_1 và U_1 mạch rôto đối xứng. Mặt khác $Ab3 = 1$; $Ad3(18) = 1$ duy trì việc cấp nguồn cho mạch điều khiển và $Ad3(22) = 1$ làm cho $Ac42 = 1$ dẫn đến $Ac42(24) = 1$ sẵn sàng cấp điện cho $Ac43$. Tiếp điểm $Ac42(20) = 1$ duy trì cho $Ac42$ đồng thời $Ac42(1) = 1$ ngắt thêm điện trở U_1U_2 ; V_1V_2 ; W_1W_2 ở mạch rôto.

Tiếp điểm $Ac42(27) = 0$ làm cho $Ad43 = 0$, thời gian duy trì của $Ad43$ là 2 (s) thì $Ad43(24) = 1$ dẫn đến $Ac43 = 1$, tiếp điểm $Ac43(25) = 1$ duy trì mạch điện cho $Ac43$ và $Ac43(1) = 1$ loại tiếp điện trở phụ U_2U_3 ; V_2V_3 ; W_2W_3 ở mạch rôto, tốc độ tiếp tục tăng lên.

Bộ điều khiển Au5 điều chỉnh dòng bị loại ra khỏi hệ thống. Tiếp điểm $Ac43(28) = 0$, làm cho $Ad44 = 0$, sau thời gian duy trì 1,5 (s) $Ad44(25) = 1$ làm cho $Ac44(1) = 1$ loại tiếp điện trở phụ U_3U_4 ; V_3V_4 ; W_3W_4 ra khỏi mạch rôto.

Tiếp điểm $Ac44(29) = 0$ làm cho $Ad45 = 0$, sau thời gian duy trì 1,5 (s) thì $Ad45(26) = 1$ dẫn đến $Ac45 = 1$. Khi đó $Ac45(1) = 1$ loại tiếp điểm ở U_4U_5 ; V_4V_5 ; W_4W_5 ra khỏi mạch rôto.

Điều chỉnh tốc độ của hệ thống truyền động điện cho cơ cấu phía hạ hàng với tốc độ 1, 2, 3, hệ thống điều khiển là hệ kín có sự tham gia của phanh hãm điều chỉnh tốc độ. Từ tốc độ 4 phía hạ, tốc độ hạ hàng được điều chỉnh tăng tự động nhờ các role thời gian.

Cần chú ý rằng trong quá trình khai thác nên sử dụng tốc độ 1, 2 phía nâng và tốc độ 1, 2, 3 phía hạ trong thời gian ngắn vì ở các tốc độ này dòng điện ở động cơ Am1 tăng lên làm cho hiệu suất của hệ thống giảm. Tuy nhiên nếu sử dụng cần trục KONE phục vụ nâng chuyển trong công nghệ lắp máy thì đây là các đặc tính điều chỉnh tốc độ tốt đáp ứng được yêu cầu nâng hạ với độ ổn định tốc độ cho mọi loại tải.

Bộ điều khiển KA481 có khả năng điều chỉnh dòng cho phanh hãm để tạo ra mômen hãm điều chỉnh tốc độ hệ thống. Tốc độ nâng 1 được tạo ra bằng $(15 \div 20)\%n_0$; Tốc độ nâng 2 bằng $(25 \div 30)\%n_0$; Tốc độ hạ hàng 1 bằng $(9 \div 12)\%n_0$; Tốc độ hạ hàng 2 bằng $(15 \div 20)\%n_0$; Tốc độ hạ hàng 3 bằng $(30 \div 35)\%n_0$.

Các bảo vệ của cơ cấu nâng hạ hàng cần trục KONE K4961

1. Bảo vệ quá tải với

Khối trọng tải lớn hơn 15 tấn mà tải với lớn hơn 24 m thì công tắc hành trình $Pb12 = 0$

làm cho **Ad62 = 0** dẫn đến **Ad63(17) = 0**, ngắt điện phía nâng hàng.

2. Bảo vệ móc chạm đỉnh

Khi độ cao nâng hàng lớn hơn 54 m thì công tắc hành trình **Ab1 = 0** làm cho **Ac1 = 0** ngắt điện cấp cho mạch stato của động cơ không cho hoạt động theo chiều nâng.

3. Bảo vệ móc chạm đất (Bảo vệ chùng cáp)

Khi cáp chùng thì công tắc hành trình **Ab2 = 0** làm cho **Ac2 = 0** cắt điện cuộn dây stato của động cơ không cho hoạt động theo chiều hạ.

4. Bảo vệ quá tải cho động cơ

Động cơ **Am1** được đặt các nhiệt điện trở âm trong các pha của dây quấn stato. Khi nhiệt độ động cơ lớn hơn nhiệt độ cho phép các điện trở nhiệt làm cho **Au4** hoạt động làm cho **Ae(1/14) = 0** ngắt mạch cấp nguồn điều khiển.

5. Bảo vệ ngắn mạch

Cơ cấu nâng hạ hàng được bảo vệ ngắn mạch bằng cầu chì **Ae1** có dòng định mức bằng 125 A.

6. Bảo vệ “không”

Khi đang hoạt động nếu mất nguồn cung cấp thì cuộn **Oc1 = 0**, khi có điện trở lại, chính cuộn **Oc1** thực hiện bảo vệ cho toàn bộ cần trục.

8.4. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ ĐIỀU KHIỂN CƠ CẤU NÂNG HẠ CẦN CỦA CẦN TRỤC KONE K4961

Cấu trúc hệ thống truyền động điện điều khiển cơ cấu nâng hạ cần của cần trục KONE như trên hình 8.3b, động cơ truyền động là động cơ không đồng bộ rôto dây quấn kết hợp với phụ tải động là phanh điều chỉnh tốc độ. Dạng đặc tính cơ tĩnh của hệ thống nâng hạ hàng có dạng như trên hình 7.5a. Cấu trúc điều khiển như ở hình 7.7. Hệ thống điều khiển truyền động điện cho cơ cấu nâng hạ cần có đặc tính điều chỉnh tốc độ tốt đáp ứng được yêu cầu bốc xếp hàng hoá, nâng chuyển trong công nghệ lắp máy... Sơ đồ điện điều khiển cơ cấu nâng hạ cần được biểu diễn trên hình 8.4a, b, c

8.4.1. Động cơ truyền động

Động cơ dùng trong cơ cấu nâng hạ cần của cần trục KONE là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc. Loại động cơ M22MATS2K3047 có các thông số kỹ thuật sau:

- Công suất của động cơ	$P_{dm} = 65 \text{ kW}$
- Hệ số công tác ngắn hạn	$\varepsilon\% = 40\%$
- Điện áp định mức	$U_{dm} = 380 \text{ V}$
- Dòng điện định mức	$I_{dm} = 125 \text{ A}$
- Điện áp rôto	$U_2 = 295 \text{ V}$
- Dòng điện rôto	$I_2 = 125 \text{ A}$
- Điện trở rôto	$R_2 = 0,029 \Omega/20^\circ\text{C}$
- Tốc độ quay	$n_{dm} = 1000 \text{ vg/ph}$
- Phanh điện thuỷ lực	$Ps1$

8.4.2. Chức năng các phần tử trong mạch điện điều khiển cơ cấu nâng hạ cần của cần trục KONE K4961

Pm1- Động cơ không đồng bộ rôto dây quấn truyền động cho cơ cấu nâng hạ cần; Ps1- động cơ phanh thủy lực của hệ thống.

Công tắc tơ đảo chiều và điều khiển cấp nguồn cho mạch stato Pc1 và Pc2.

Công tắc tơ điều khiển điện trở phụ mạch rôto: PC40; PC41; PC42; PC43.

Phanh điều chỉnh tốc độ Pu5 điều chỉnh tốc độ hệ thống được thực hiện bởi bộ điều khiển KA484 ký hiệu là Pu5.

Công tắc tơ Pc7 cấp điện cho phanh hãm dừng Ps1.

Các rôle thời gian khống chế thời gian ngắt điện trở phụ ra khỏi mạch rôto Pd42; Pd43.

8.4.3. Nguyên lý làm việc của cơ cấu nâng hạ cần

Việc cấp nguồn cho cần trục đã được tiến hành. Điều khiển tốc độ cho cơ cấu nâng hạ cần được tiến hành khi tay điều khiển Pb3 ở vị trí số "0". Khi đó $Pd43 = 1$, $Pd42 = 1$ dẫn đến $Pd42(7) = 1$, $Pd43(7) = 1$, cấp điện cho mạch điều khiển và đèn $Ph1 = 1$ đồng thời $Pd42(17) = 0$, $Pd43(18) = 0$ bảo vệ khống chế không cho Pc42, Pc43 làm việc.

Tốc độ 1 phía hạ cần

Khi đưa tay điều khiển Pb3 về vị trí số 1 phía hạ cần. Dẫn đến $Pd1 = 1$ làm cho $Pd1(14) = 0$, $Pd1(5) = 1$ duy trì cho $Pc1 = 1$, thì $Pd1(10) = 1$ làm cho $Pc1(11) = 1$ duy trì cho $Pc1 = 1$ khi tay điều khiển $Pb3 = 0$.

Đồng thời $Pc1(8) = 1$ cấp điện cho phanh Pc7 giải phóng trục động cơ, $Pc1(3) = 1$ cấp điện ba pha cho mạch stato của động cơ Pm1 quay theo chiều hạ cần.

Với $Pb3 = 1$ làm cho $Pc40 = 1$ dẫn đến $Pc40(29) = 1$ thì $Pd61 = 1$ duy trì mạch điện để cho $Pd1 = 1$ và $Pc1 = 1$.

$Pc40(1) = 1$ nối sao điện trở phụ, lúc này toàn bộ điện trở phụ U_0U_1 ; V_0V_1 ; W_0W_1 nối vào rôto động cơ.

Bộ điều chỉnh dòng cho phanh điều chỉnh tốc độ Pm5 làm việc như sau: $Pd03(25) = 1$ loại điện trở r53 ra khỏi cuộn dây điều khiển A5E5 dòng điều khiển lớn nhất, đồng thời $Pd03(25) = 1$ loại điện trở r58 và một phần điện trở r57 ra.

Tốc độ 2 phía hạ cần

- Khi đưa tay điều khiển Pb3 về vị trí số 2 phía hạ cần: $Pb3 = 1$.

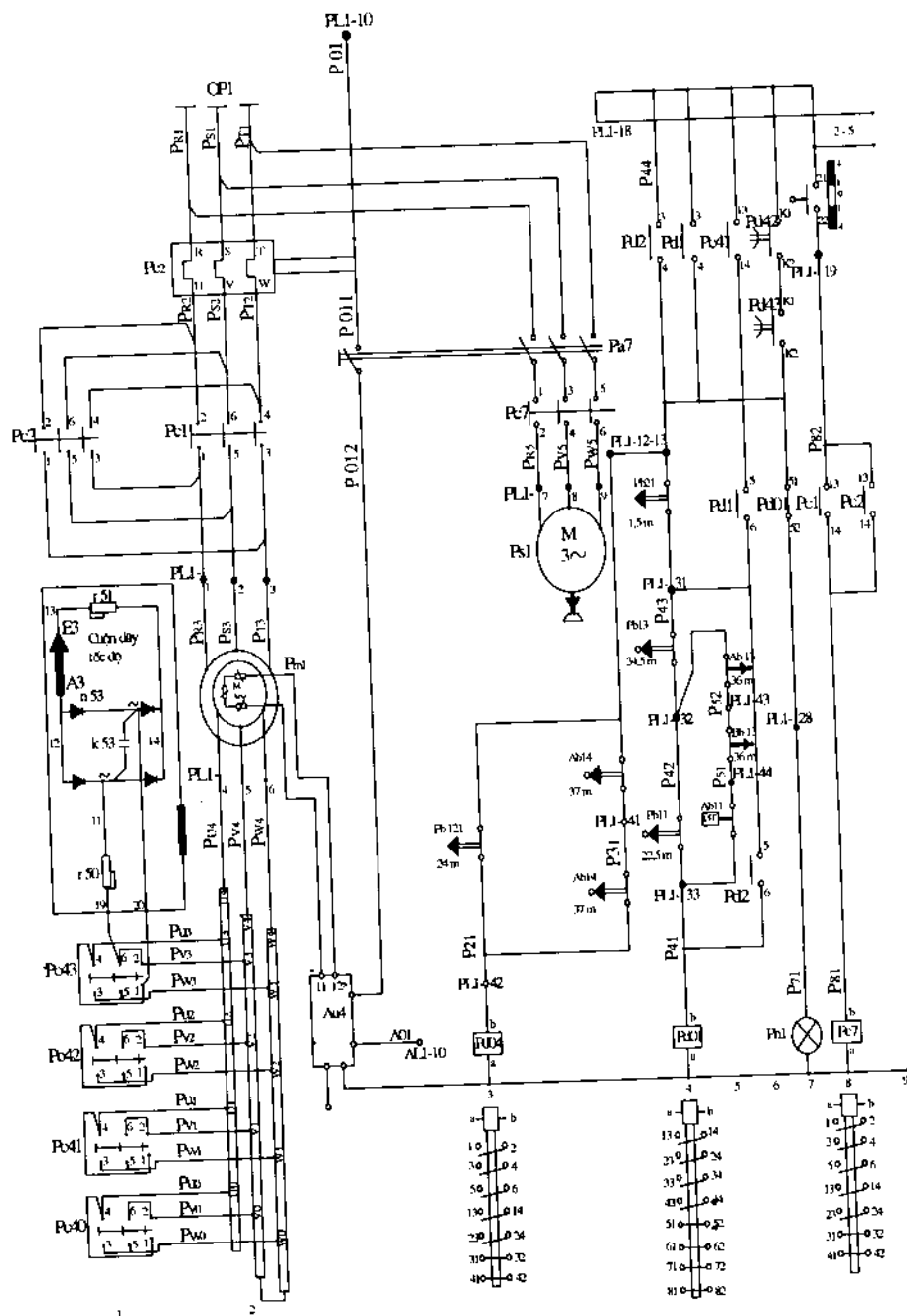
Mạch điện stato của động cơ Pm1 giống như vị trí số 1.

Mạch điện rôto của động cơ Pm1 giống như vị trí số 1.

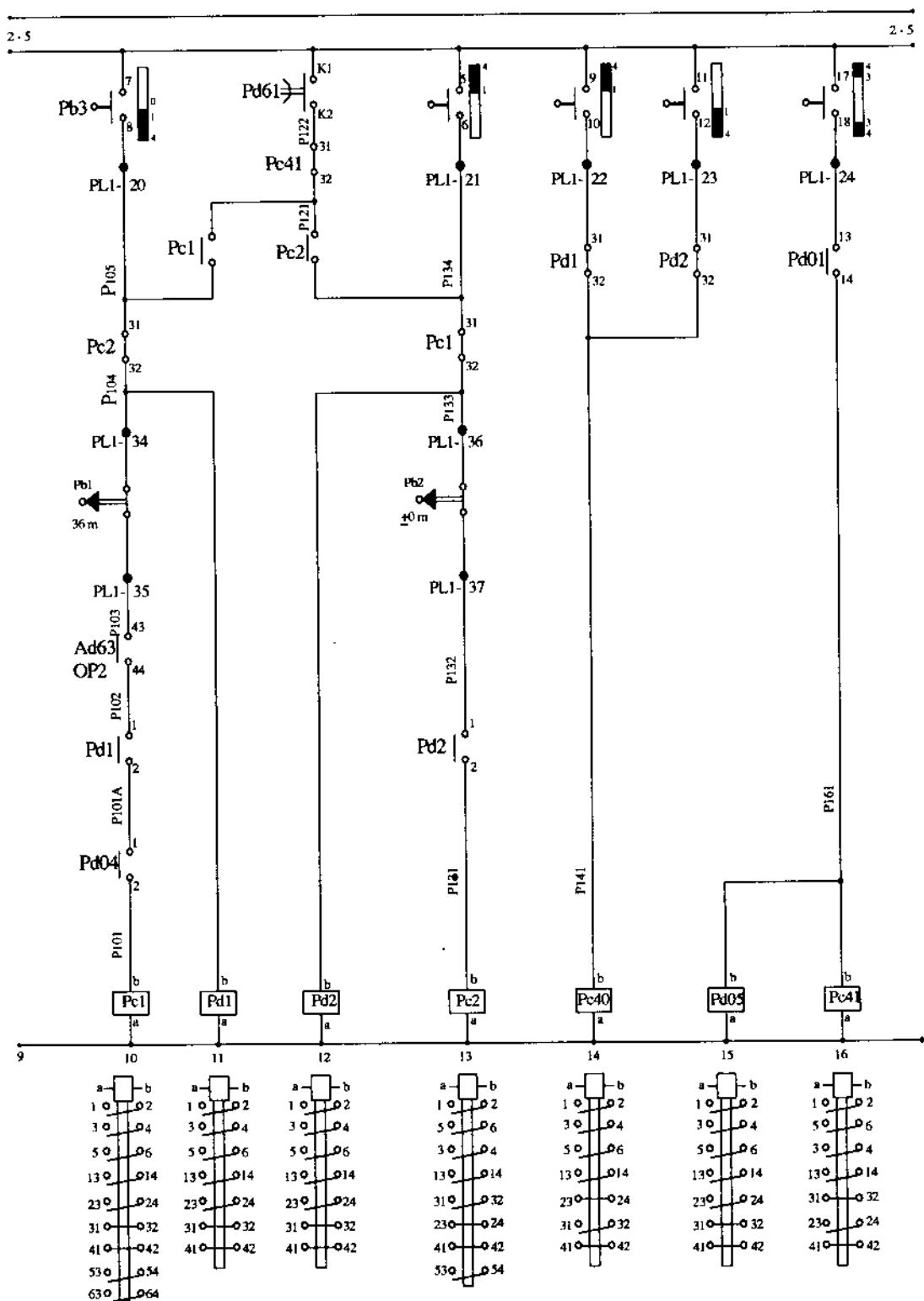
Bộ Pu5 điều chỉnh phanh điều chỉnh tốc độ Pm5 làm việc như sau: $Pd03 = 0$ dẫn đến $Pd03(25) = 0$ đưa 1/3 điện trở r53 vào mạch cuộn dây điều khiển làm giảm dòng điều khiển. Đồng thời $Pd03(22) = 0$ đưa điện trở r58 và r57 vào mạch phanh làm giảm dòng điện công tắc và cuộn phanh dẫn đến tốc độ động cơ được tăng lên.

Tốc độ 3 phía hạ cần

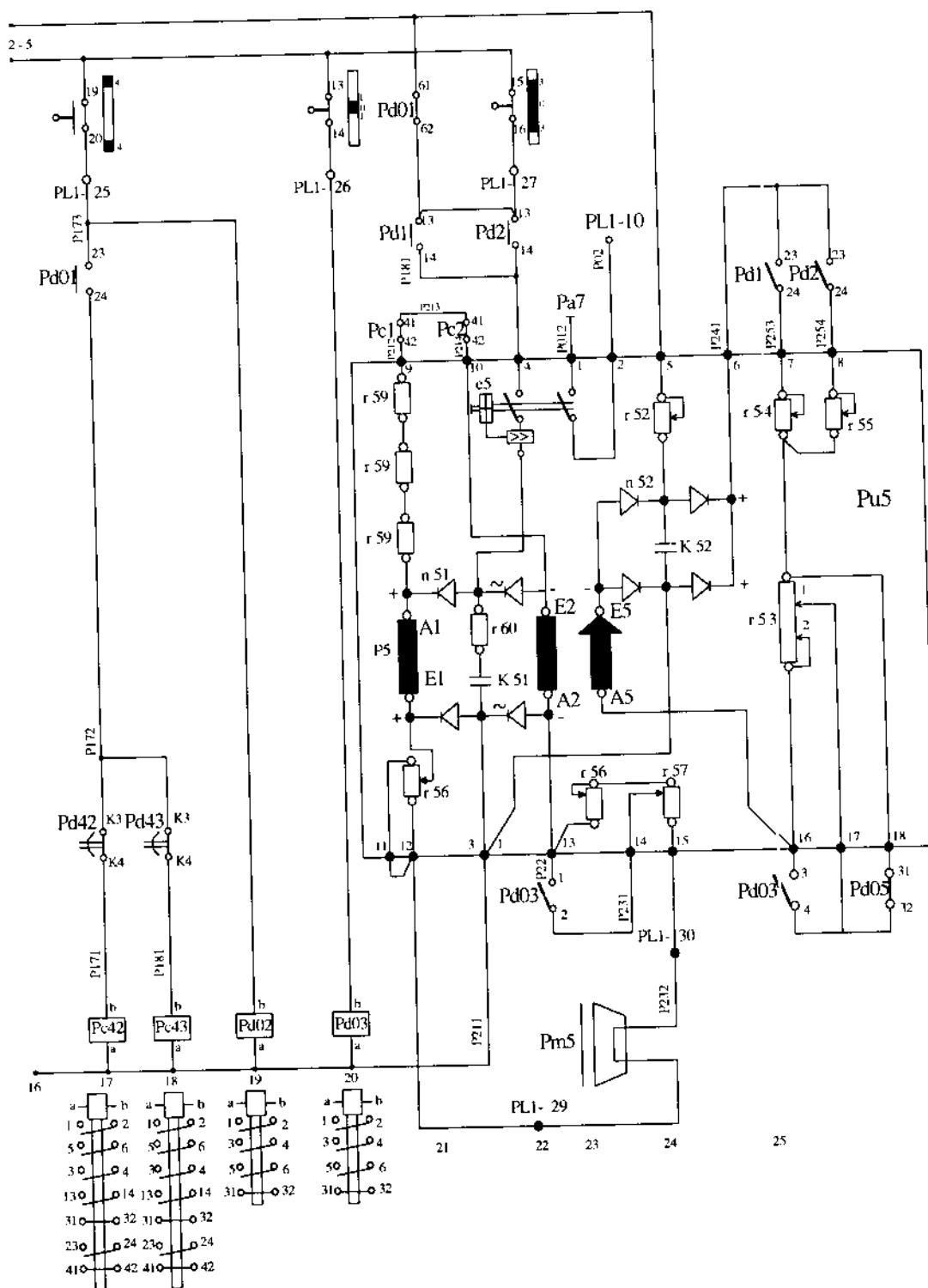
- Khi đưa tay điều khiển Pb3 về vị trí số 3 phía hạ cần: **Pb3 = 1**.
Mạch điện stato giống như vị trí số 2, còn mạch rôto có thêm **Pc41 = 1**.
Pc41 (6) = 1 duy trì mạch điện cho **Pd01 = 1**.
Pc41 (12) = 0 bảo vệ động cơ khi tay điều khiển **Pb3 = 0**.
Pc41 (27) = 0 làm cho **Pd42 = 0**.



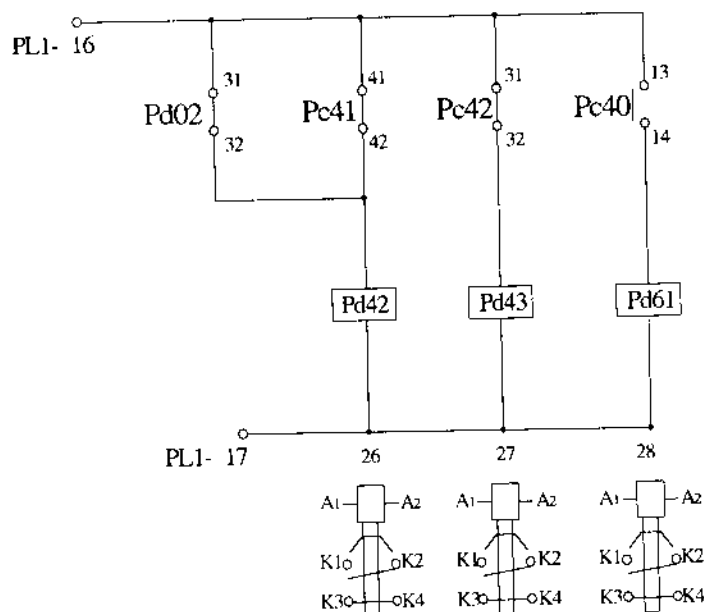
Hình 8.4a. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu nâng hạ cần trục KONE



Hình 8.4.b. Sơ đồ nguyên lý cơ cấu nâng hạ cần cẩu KONE.



Hình 8.4c. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu nâng hạ cabin trực KONE.



Công tắc tơ - Role	Tay điều khiển									
	Hạ					Nâng				
	Hãm					Hãm				
	4	3	2	1	0	1	2	3	4	
Pc1	X	X	X	X	P					
Pd1	X	X	X	X	P					
Pc2					P	X	X	X	X	
Pd2					P	X	X	X	X	
Pc40	X	X	X	X						
Pc41, Pd04	X	X	X	X						
Pc42	W									W
Pc43	W									W
Pd61					P					
Pd42		P	X	X				P		
Pd43	P	X	X	X					P	
Pd01	X	X	X	X						
Pc7	X	X	X	X						
Pd02	X	X	X	X						
Pd03				X	X					

Hình 8.4d. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu nâng hạ cần cầu KONE.

Pc41(1) = 1 loại điện trở phụ U_0U_1 , V_0V_1 , W_0W_1 ra khỏi mạch rôto, lúc này tốc độ động cơ lớn hơn tốc độ số 2.

Mạch điện điều khiển phanh điều chỉnh tốc độ cũng tương tự như vị trí số 2 nhưng **Pd05 = 1** làm cho **Pd05 (26) = 0** dẫn đến cuộn dây điều khiển được nối tiếp với toàn bộ điện trở r53

làm giảm dòng điện cuộn dây điều khiển.

Tốc độ 4 phía hạ cần

- Khi đưa tay điều khiển về vị trí số 4 phía hạ cần.

Mạch điện stato cũng giống vị trí số 3.

Mạch rôto sau thời gian 2 s thì:

Pd42 (17) = 1 dẫn đến **Pc42 = 1**

Pc42 (1) = 1 loại tiếp điện trở U_1U_2, V_1V_2, W_1W_2 ra khỏi mạch rôto.

Bộ Pu5 do **Pb3 = 0** làm cho cuộn dây phanh dòng xoay **Pm5 = 0** do đó tốc độ của hệ thống tăng lên, điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp thay đổi điện trở phụ trong mạch rôto động cơ.

Pc42 (28) = 0 làm cho **Pd43 = 0**. Sau thời gian 1,5 (s).

Pd43(18) = 1 làm cho **Pc43 = 1**, **Pc43(1) = 1** loại tiếp điện trở U_2U_1, V_2V_3, W_2W_3 ra khỏi mạch rôto.

- Khi đưa tay điều khiển Pb3 về vị trí số 1, 2, 3, 4 phía nâng cần thì các bước hoạt động cũng tương tự như phía hạ cần, lúc này công tắc tơ **Pc2 = 1** và động cơ quay theo chiều ngược lại. Các công tắc tơ điều khiển mạch rôto cũng giống như phía hạ cần.

- Khi đưa nhanh tay điều khiển từ vị trí số 1 đến vị trí số 4 phía nâng hoặc hạ cần, nhờ có role thời gian mà động cơ bắt đầu hoạt động từ tốc độ số 2 sau thời gian 2(s) động cơ chuyển sang tốc độ số 3 và sau thời gian 2 (s) động cơ chuyển sang tốc độ số 4. Sau thời gian 1,5(s) động cơ chuyển sang tốc độ số 5. Do vậy mà tốc độ nâng hoặc hạ không bị tăng hoặc giảm đột ngột.

Các bảo vệ của cơ cấu nâng hạ cần của cần trục KONE K4961

1. Bảo vệ tầm với tối thiểu

Để tránh hàng hoá va chạm vào thân cần trục, công tắc hành trình **Pb2 = 0** khi tay cần ở vị trí giới hạn nâng cần với góc lớn nhất ngắt điện động cơ không cho động cơ hoạt động theo chiều nâng cần.

2. Bảo vệ tầm với tối đa 36 m

Khi tầm với lớn hơn 36 m thì hạn vị **Pb1 = 0** dẫn đến **Pc1 = 0** ngắt điện động cơ không cho phép hoạt động theo chiều hạ cần.

3. Bảo vệ quá tải của động cơ

Khi dòng điện lớn hơn 1,2 dòng điện định mức thì role nhiệt **Pc2 = 0** ngắt điện mạch stato của động cơ.

4. Bảo vệ ngắn mạch

Bảo vệ ngắn mạch cho động cơ bằng cầu chì Pe1 (125A).

8.5. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ ĐIỀU KHIỂN CƠ CẤU QUAY MÂM CỦA CẦN TRỤC KONE K4961

Cấu trúc của hệ thống truyền động điện điều khiển cơ cấu quay mâm của cần trục KONE có cấu trúc như trên hình 8.5, đặc tính cơ tính của hệ truyền động điện có dạng như ở hình 7.4b với mômen cản ma sát. Hệ truyền động cho cơ cấu quay mâm dùng hai động cơ bố trí đối xứng qua tâm quay. Hệ truyền động đảo chiều đối xứng cho cả hai chiều quay.

8.5.1. Động cơ truyền động cho cơ cấu quay mâm

Hai động cơ truyền động cho cơ cấu quay là động cơ không đồng bộ rôto dây quấn. Loại động cơ 16LTS2 F – 9548 có các thông số sau:

Công suất định mức	$P_{dm} = 15 \text{ kW}$
Hệ số công tác ngắn hạn lặp lại	$\varepsilon\% = 40\%$
Điện áp định mức	$U_{dm} = 380 \text{ V}$
Dòng điện định mức	$I_{dm} = 34 \text{ A}$
Tốc độ định mức	$n_{dm} = 1500 \text{ vg/ph}$
Điện áp rôto	$U_2 = 300 \text{ V}$
Dòng điện rôto	$I_2 = 34 \text{ A}$
Điện trở rôto	$R_2 = 0,14 \Omega/20^\circ\text{C}$

8.5.2. Chức năng các phần tử trong mạch điều khiển

Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu quay mâm của cần trục KONE K4961 được biểu diễn trên hình 8.5.

K2m1, K2m2: Các động cơ không đồng bộ rôto dây quấn truyền động cho cơ cấu quay mâm.

Kc1, Kc2: Các công tắc tơ điều khiển cấp nguồn cho cuộn dây stato để động cơ quay thuận và quay ngược.

K1c40 ÷ K1c43; K2c40 ÷ K2c43: Các công tắc tơ điều khiển điện trở phụ trong mạch rôto của động cơ.

K1e1 và K2e1: Các rơ le nhiệt bảo vệ quá tải cho các động cơ.

Ke1: Cầu chì bảo vệ ngắn mạch.

Kd43 và Kd44 là các rơ le thời gian để khống chế quá trình tăng, giảm tốc độ khi điều khiển.

8.5.3. Nguyên lý hoạt động của sơ đồ điện điều khiển cơ cấu quay

Thứ tự cung cấp nguồn cho cần trục đã được thực hiện. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu quay mâm biểu diễn trên hình 8.5. Tay điều khiển Kb3 ở vị trí “0”, lúc này các rơ le **Kd43 = 1, Kd44 = 1** làm cho **Kd43(16) = 0, Kd44(16) = 0**, bảo vệ an toàn cho cơ cấu quay mâm đồng thời **Kd43(9) = 1, Kd44(9) = 1** cấp điện cho mạch điều khiển và cấp nguồn cho **Kd42 = 1, Kd41 = 1** làm cho **Kd41(15) = 1, Kd42(14) = 1** sẵn sàng đưa các công tắc tơ K1c41 và K2c41 vào làm việc.

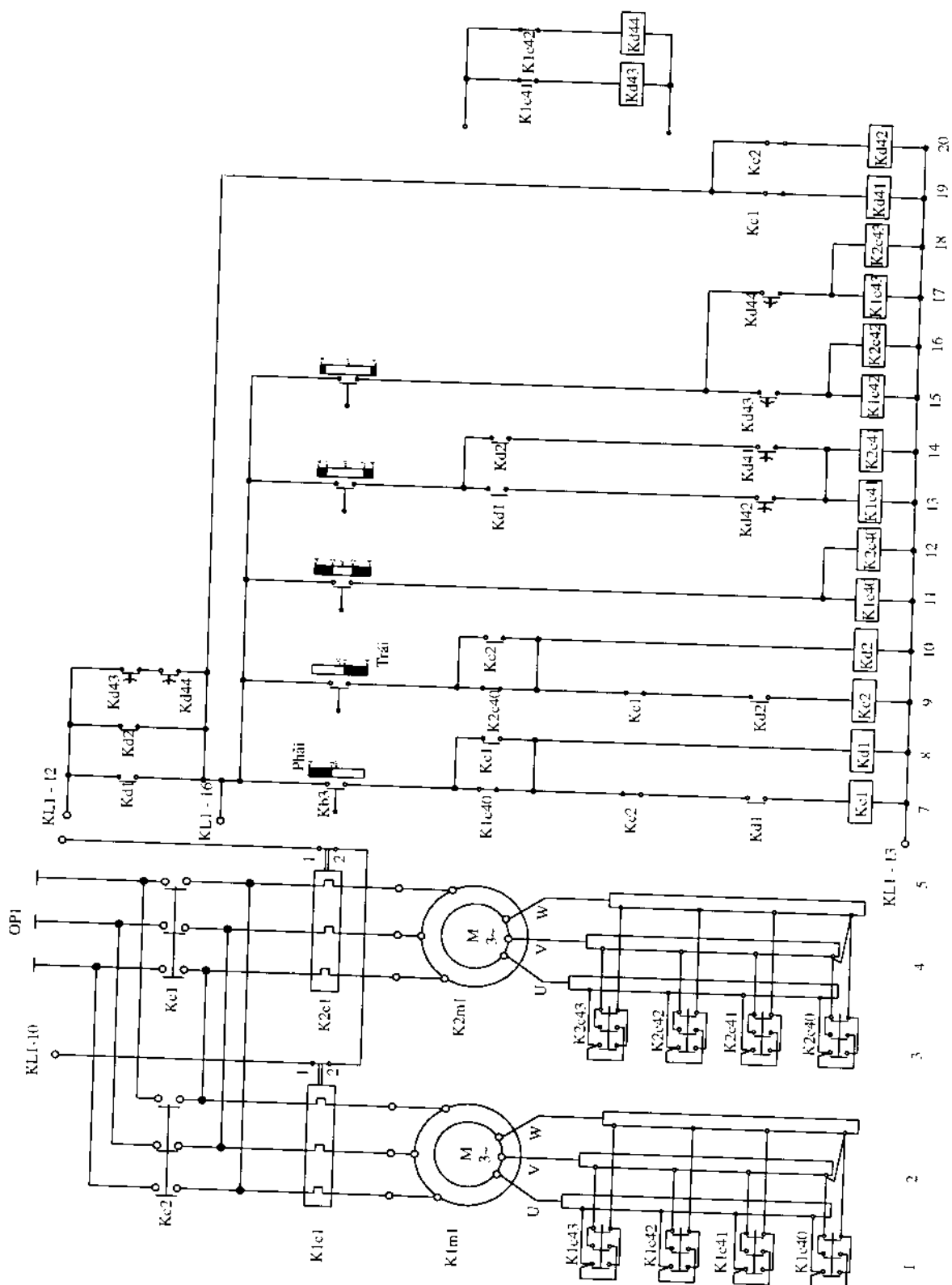
Tốc độ 1l quay phải

Khi đưa tay điều khiển Kb3 về vị trí số 1, **Kb3 = 1**, ta có: **Kd1 = 1** làm cho **Kd1(14) = 1** sẵn sàng cấp điện cho K1c41 và K2c41, đồng thời **kd1(7) = 1** dẫn đến **Kc1 = 1**.

Khi **Kc1(9) = 1** khống chế liên động không cho Kc2 làm việc, **kc1(20) = 0** làm cho **Kc41 = 0**.

Kc1(4) = 1 cấp nguồn stato cho hai động cơ truyền động K2m1 và K2m2 quay theo chiều phải.

Mạch rôto của hai động cơ đều hở một pha nên động cơ làm việc ở chế độ điện trở rôto không đối xứng nên mômen động cơ tạo ra đủ nhỏ, tốc độ chậm.



Hình 8.5. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu quay mâm
cần trục KONE K4961

Tốc độ 2 quay phải

Khi đưa tay điều khiển Kb3 về vị trí số 2 chiều quay phải **Kb3 = 1**.

Mạch điện stato được cung cấp điện giống vị trí số 1. Ở mạch rôto lúc này có thêm **K1c40 = 1** và **K2c40 = 1** làm cho **K1c40(7) = 0** và **K2c40(9) = 0** bảo vệ động cơ khi có sự cố đồng thời **K1c40(1) = 1** và **K2c40(3) = 1** lúc này điện trở mạch rôto được nối đối xứng $U_0U_1 = V_0V_1 = W_0W_1$, tốc độ động cơ tăng lên.

Tốc độ 3 quay phải

Khi đưa tay điều khiển Kb3 về vị trí số 3 chiều quay phải **Kb3 = 1**.

Mạch điện stato của hai động cơ giống vị trí số 2, **K1c41 = 1** và **K2c41 = 1** làm cho **K1c41(23) = 0** và **K2c41(23) = 0** dẫn đến **Kd43 = 0** duy trì thời gian sau khoảng 2(s) thì **Kd43(16) = 1**.

Các công tắc tơ **K1c41(1)** và **K2c41(3) = 1** loại điện trở phụ U_0U_1, V_0V_1, W_0W_1 ra khỏi mạch rôto, tốc độ động cơ tiếp tục tăng lên.

Tốc độ 4 quay phải

Khi đưa tay điều khiển Kb3 về vị trí số 4 chiều quay phải **Kb3 = 1**.

Mạch điện stato của các động cơ giống vị trí số 3, mạch điện rôto lúc này **K1c42 = 1** và **K2c42 = 1** làm cho **K1c42(24) = 0** làm cho rơle thời gian **Kd44 = 0** sau thời gian duy trì khoảng 1,5 (s) thì **Kd44(17) = 1**; **K1c42(1) = 1**, **K2c42(3) = 1** loại tiếp điện trở U_1U_2, V_1V_2, W_1W_2 ra khỏi mạch điện rôto tốc độ động cơ tăng lên.

Sau thời gian duy trì 1,5 (s) thì **Kd44(18) = 1** làm cho **K1c43 = 1** và **K2c43 = 1** tiếp tục loại nấc điện trở phụ U_2U_3, V_2V_3, W_2W_3 ra khỏi mạch rôto tốc độ động cơ tiếp tục tăng lên.

Khi điều khiển cơ cấu quay mâm quay trái các bước thực hiện tương tự như điều khiển cơ cấu quay phải, cần chú ý rằng công tắc tơ cấp nguồn cho mạch stato lúc này là **Kc2 = 1**, đổi chiều quay bằng đổi thứ tự pha điện áp mạch stato. Mạch điện rôto thứ tự loại trừ điện trở phụ hoàn toàn giống chiều quay phải.

Khi chuyển nhanh tay điều khiển từ vị trí 1 đến vị trí 4 và từ vị trí số 4 về vị trí số 1, nhờ sự duy trì thời gian của các rơle thời gian Kd43 và Kd44 mà tốc độ không tăng đột ngột.

Các bảo vệ

1. Bảo vệ quá tải cho các động cơ được thực hiện bằng các rơle nhiệt K1e1 và K2e1.
2. Bảo vệ ngắn mạch bằng các cầu chì Ke1.
3. Bảo vệ “không” được thực hiện trong sơ đồ cấp nguồn.

CHƯƠNG 9. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CẦN TRỤC TUKAN

9.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ CẦN TRỤC TUKAN

9.1.1. Đặc điểm kỹ thuật

Cần trục TUKAN là một trong những loại cần trục hiện đại nhất hiện nay do hãng KRANBAU EBERSWALDE của Cộng hoà liên bang Đức sản xuất. Họ cần trục này làm nhiệm vụ xếp dỡ hàng rời gầu ngoạm 20 đến 30 tấn và nếu thay gầu ngoạm bằng móc treo thì nó sử dụng ở chế độ cầu hàng bằng móc cầu 32 đến 45 tấn. Ngoài ra cần trục còn làm việc ở chế độ bốc xếp container khi sử dụng khung ngoạm. Khi sử dụng khung ngoạm tự động, năng suất nâng chuyển của cần trục được tăng lên đáng kể.

Cần trục TUKAN được trang bị hệ thống truyền động điện biến tần - động cơ di bộ rôto lồng sóc. Đối với phần quay của khung cần trục, người ta chọn hệ thống cần có bản lề động. Hệ thống cần được cố định vào đế, để bố trí hình công vòm. Khung và hệ thống cần có thể quay xung quanh trục thẳng đứng với vòng quay cả hai phía 360° .

9.1.2. Thông số kỹ thuật cơ bản

1. Tải trọng

Chế độ làm việc	Độ vươn cần	Tải trọng
Dùng ngoạm hàng rời	$8 \div 32$ m	$20 \div 32$ tấn
Bốc xếp hàng bách hoá	$8 \div 20; 25$	$16 \div 32$ tấn
Nâng chuyển tải trọng lớn	$8 \div 32$	45 tấn
Dùng mâm từ	$8 \div 22$	10 tấn

2. Thông số cấu trúc

- + Độ cao nâng móc: 18 m - khi dùng gầu ngoạm
25 m - khi dùng móc cầu
- + Độ cao hạ móc: - 12 m
- + Tầm với lớn nhất: 32 m
- + Tầm với nhỏ nhất: 8 m
- + Khẩu độ đường ray: $10.5 \text{ m} \pm 8 \text{ m}$
- + Toàn bộ chiều cao cần trục: 46 m.
- + Trọng lượng cần trục 225 tấn.

3. Các động cơ truyền động chính

- a) Động cơ di chuyển chân đế 7 động cơ $\Delta - Y$ 220/380V
Kiểu : động cơ truyền động bánh răng nón (bevel gear motor)
+ Công suất định mức: $P_{dm} = 7,5 \text{ kW}$
+ Tốc độ : $n_{dm} = 1480 \text{ vg/ph}$
+ Điện áp định mức: $U_{dm} = 380 \text{ V}$
+ Hệ số quá tải : 40%
+ Tỷ số truyền: $i = 44,44$.

b) Động cơ nâng hạ hàng, nâng hạ cần $\Delta - Y$ 220/380V
 Kiểu : 1LG4313 – 4AA 60-Z

- + Công suất định mức : $P_{dm} = 100$ kW
- + Tốc độ vận hành:
 - ≤ 10 T :V = 55 m/ph
 - ≤ 25 T :V = 40 m/ph
 - ≤ 32 T :V = 32 m/ph
 - ≤ 40 T :V = 25 m/ph
- + Hệ số quá tải : 60%
- + Điện áp định mức : $U_{dm} = 380$ V
- + Tỷ số truyền: $i = 112$

c) Động cơ truyền động cho cơ cấu quay gồm 2 động cơ $\Delta - Y$ 220/380 V

- Kiểu : 1LA6 223 - 4AA 64-Z của hãng Siemens
- + Công suất định mức : $P_{dm} = 38$ kW hoặc 45 kW
 - + Tốc độ : $n_{dm} = 1420$ vg/phút
 - + Điện áp định mức : $U_{dm} = 380$ V
 - + Hệ số quá tải : 60%
 - + Tốc độ vận hành :
 - < 20 T :V = 1,5
 - < 25 T :V = 1,2
 - > 20 T ÷ < 40 T :V = 1
 - + Tỷ số truyền: $i = 129,9$

d) Động cơ truyền động cho cơ cấu tấm với gồm hai động cơ

- + Công suất định mức : $P_{dm} = 36$ kW
- + Tốc độ : $n_{dm} = 1475$ vg/phút
- + Điện áp định mức : $U_{dm} = 380$ V
- + Hệ số quá tải : 60%
- + Tốc độ vận hành:
 - < 20 T :V = 60 m/ph
 - > 20 T :V = 40 m/ph
- + Tỷ số truyền: $i = 160$

4. Thông số nguồn điện

Hệ thống điện

- Điện áp chung : Nguồn cấp.....380 V, 50 Hz
 - Động cơ.....380 V, 50 Hz
 - Phanh380 V, 50 Hz
 - Hệ thống điều khiển.....220 V, 50 Hz
 - Nguồn cấp PLC.....24 V, DC
 - Chiếu sáng.....220 V, 50 Hz
 - Đèn tín hiệu.....24 V, DC
 - Sấy và quạt gió..... 380 V, 50 Hz
- Điện cho sấy khi dừng khai thác
 - Panel220 V, 50 Hz
 - Động cơ.....220 V, 50 Hz
- Điện cho lau kính
 - Rửa kính.....24 V, DC

- Khoá kính.....24V, 50 Hz
- Công suất tiêu thụ
 - Công suất thiết kế.....480 kW
 - Dòng chính.....660 A, 60%ED
 - Dòng cực đại.....730 A

9.1.3. Các quy ước trên bản vẽ hồ sơ kỹ thuật

1. Cấu tạo chính của cần trục

Cần trục TUKAN có các cơ cấu chính sau :

- Cơ cấu nâng hạ hàng.
- Cơ cấu nâng hạ cần (thay đổi tầm với).
- Cơ cấu quay mâm.
- Cơ cấu di chuyển chân đế.

2. Các nhóm được ký hiệu trong sơ đồ điện cần trục TUKAN

Gồm 12 nhóm :

- Nhóm = 0 cấp điện cho toàn bộ hệ thống, các cơ cấu, các đèn tín hiệu.
- Nhóm = 01 cấp điện cho bộ biến tần (buồng điều khiển PLC).
- Nhóm = 1 cấp điện cho cơ cấu nâng hạ (móc treo 20, 30 tấn).
- Nhóm = 2 cấp điện để đóng mở gầu ngoạm.
- Nhóm = 3 cấp điện cho cơ cấu quay.
- Nhóm = 4 cấp điện cho cơ cấu tầm với.
- Nhóm = 5 cấp điện cho cơ cấu di chuyển.
- Nhóm = 11 cấp điện cho thiết bị quay móc.
- Nhóm = 14 cấp điện cho hệ thống lai tang cấp cấp nguồn cho khung ngoạm (spreader).
- Nhóm = 16 cấp điện cho hệ thống lai tang cấp cấp nguồn chính.
- Nhóm = 17 cấp điện cho cơ cấu kẹp ray.
- Nhóm = 18 cấp điện cho loa thông tin.
- Nhóm = 60 bộ hạn chế tải trọng.

3. Chữ cái để xác định loại thiết bị điện trong sơ đồ điều khiển cần trục

- + D : phân quay của cần trục (slewing crane).
- + E : buồng điện điều khiển.
- + EE1 : bảng điện điều khiển của buồng điều khiển.
- + K : cabin.
- + KE1 : bảng điện điều khiển của cabin.
- + KS : ghế ngồi của người điều khiển cần trục.
- + L : hệ thống mạng điện.
- + M : buồng máy (nhà tời).
- + P : thiết bị ngoài dàn (chân đế).
- + PE1 : bảng điện điều khiển của giàn.
- + PR : tay đỡ, dầm đỡ (gantry beam).
- + T : trụ (column slewing crane).
- + S : khung ngoạm container (spreader).

4. Các quy ước khi đọc sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cần trục TUKAN

Các bản vẽ được đánh số trang, chia làm các cột (gồm 8 cột từ 1 ÷ 8).

Vị trí của cuộn dây hoặc các tiếp điểm được chỉ ra theo trình tự sau: tên nhóm bản vẽ – số trang – số cột.

Ví dụ: Nếu ký hiệu = 0+EE2 - K0(= 0/34.3) tiếp điểm của cuộn dây K0 ở nhóm bản vẽ = 0 phần của +EE2. Chữ số tiếp theo nhằm mục đích chỉ rõ ràng hơn cho người đọc tại bản vẽ = 0 trang 34 cột 3.

Nếu ký hiệu K80(3.5) tiếp điểm tại trang 3 cột 5.

Nếu ký hiệu K1(.7) tiếp điểm tại cột 7 của bản vẽ hiện thời.

9.2. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ HỆ THỐNG CẤP NGUỒN

9.2.1. Sơ đồ điện nguyên lý cấp nguồn

Nguồn điện chính cung cấp cho cần trục TUKAN được lấy điện từ hồ cấp điện, nguồn đến hồ này được cấp từ trạm biến áp của xí nghiệp, đây là nguồn điện 3 pha điện áp 400 V, tần số 50 Hz.

Nguồn điện ba pha qua tang quán cấp được đưa lên cabin điều khiển thông qua hệ thống vành trượt chổi than. Trong quá trình bốc xếp hàng hoá, cơ cấu quay mâm hoạt động nên nếu không sử dụng hệ thống vành trượt chổi than sẽ dẫn tới hiện tượng xoắn và làm hỏng dây cáp nguồn.

Các động cơ chính của toàn bộ cơ cấu trong cần trục TUKAN được cung cấp nguồn điện xoay chiều 3 pha 380 V, tần số 50 Hz. Mạch điều khiển các thiết bị đo lường và tín hiệu được cấp nguồn bao gồm nguồn một chiều và nguồn xoay chiều.

Phân cấp nguồn của hệ cần trục chân đế TUKAN được giới thiệu trong các bản vẽ của nhóm = 0 trong tập bản vẽ lắp ráp, thiết lập sơ đồ điện nguyên lý của phân cấp nguồn cần trục biểu diễn trên hình 9.1.

9.2.2. Chức năng các phần tử

Sơ đồ điện nguyên lý của phân cấp nguồn được biểu diễn trên hình 9.1 với các phần tử cơ bản như sau:

- **TC**: tang quán cấp điện nguồn chứa hệ thống vành trượt, chổi than lấy điện từ hồ cấp điện vào cung cấp điện cho hệ thống thanh cái 3 pha, điện áp 400V của cần trục TUKAN.

- **S1**: cầu dao tổng cấp nguồn cho toàn bộ hệ thống.

- **Q1**: aptomat có bảo vệ điện áp thấp, role nhiệt có bảo vệ quá tải, bảo vệ dòng cực đại cấp nguồn cho mạch động lực và mạch điều khiển. Các thông số kỹ thuật của cầu dao:

$$U_{dm} = 400 \text{ V};$$

$$I_{dm} = 800 \text{ A}$$

Cấp nguồn đến:

+ **EE1 - F20** : aptomat của tủ EE1 cấp nguồn và bảo vệ ngắn mạch cho tời phụ trong buồng máy (Electric hoist block).

Điều khiển hệ thống bơm dầu bôi trơn cho cơ cấu quay: Lubrication pump (slewing gear).

Quạt thông gió buồng máy: Ventilator (machine house).

Đồng hồ đo điện áp làm việc: Operating voltages.

+ EE1 - F22 : aptomat của tủ EE1 cấp nguồn cho:

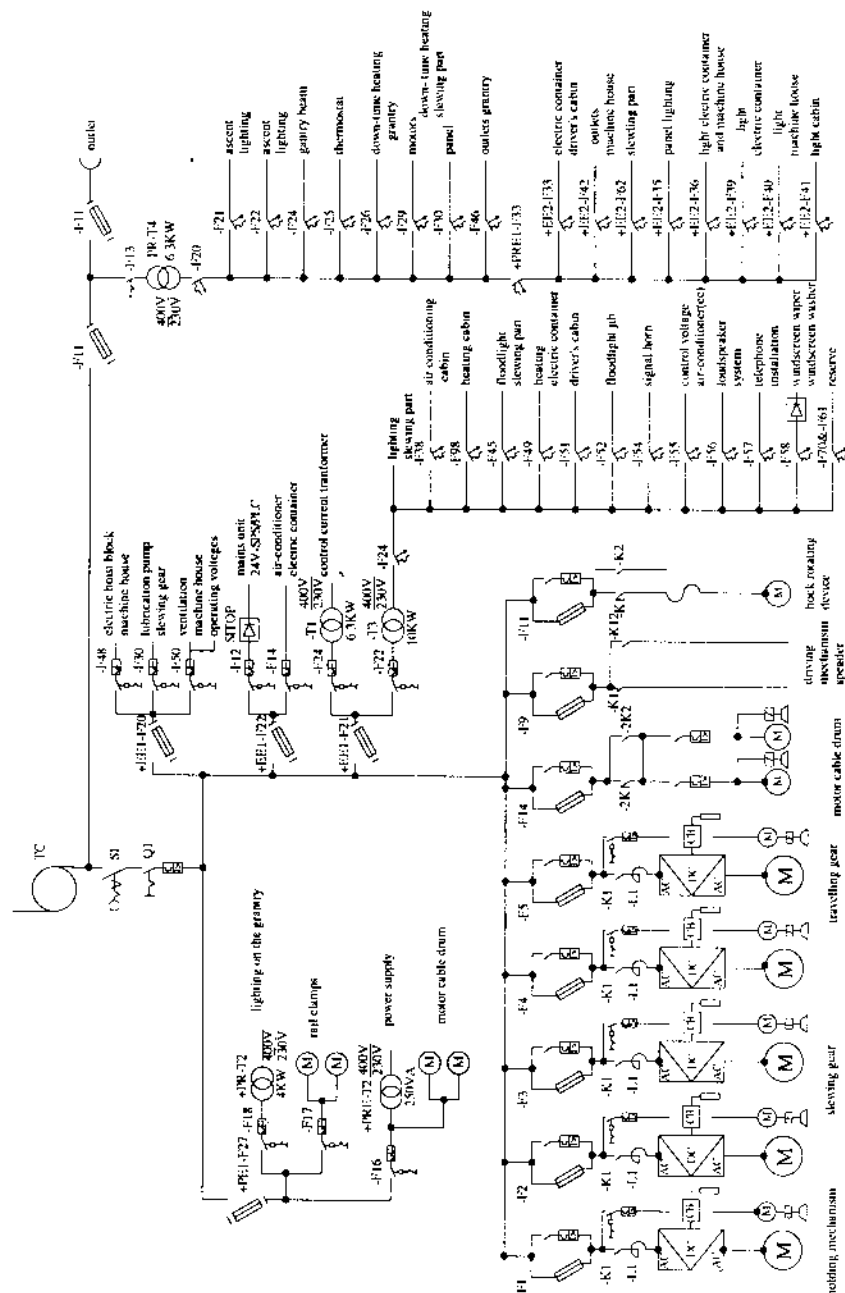
Nguồn 24 V một chiều cho mạch điều khiển PLC và bộ biến tần: Main unit 24V - SPS/PLC

Điều hoà cho buồng điện khiển trung tâm: Air-conditioner(electric container)

+ EE1 - F21: aptomat của tủ EE1 cấp nguồn cho 2 máy biến áp :

T1 máy biến áp 1 pha có thông số kỹ thuật sau:

$U_{dm} = 400 \text{ V}/230 \text{ V}$.



Hình 9.1. Sơ đồ nguyên lý mạch cấp nguồn cho cần trục TUKAN

$P = 6,3 \text{ kVA}$

Cấp nguồn điều khiển cho các phần:

Xác nhận lỗi : Fault acknowledgement.

Công tắc giới hạn sự cố : Shutting emergency limit switch.

Các role bảo vệ quá tải gửi tín hiệu đến PLC : Safety relay, safety relay (expansion unit).

T3 máy biến áp 1 pha có thông số kỹ thuật sau :

$U_{dm} = 400 \text{ V}/230 \text{ V}$

$P = 10 \text{ kVA}$

Cấp nguồn cho :

Hệ thống chiếu sáng trên phần quay (lighting slewing part).

Điều hoà trong cabin : Air conditioning cabin.

Hệ thống sấy cabin : Heating cabin.

Đèn pha trên phần quay : Floodlight slewing part.

Đèn pha ở đầu cần : Floodlight (jib).

Cabin điều khiển (driver's cabin).

Điện trở sấy trong nhà tời : Ventilation (machine house).

Quạt thông gió buồng điều khiển trung tâm (electric container).

Còi tín hiệu báo khi hệ thống làm việc: Signal horn.

Điện áp điều khiển phần điều hoà không khí trong buồng điện điều khiển trung tâm :

Control voltage air conditioner (electric container).

Hệ thống âm thanh : Loudspeaker system.

Hệ thống điện thoại : Telephone intaliation.

Dự trữ : Reserve.

+ **PE1 - F27**: Aptomat của tủ PE1 cấp nguồn cho :

Cấp nguồn cho toàn bộ mạch động cơ truyền động tang quấn cáp : Motor cable drum.

Động cơ kẹp ray: Rail clamps.

Ánh sáng trên giàn: Lighting on the grantry.

Thông qua cầu dao tổng S1, aptomat tổng Q1 và một aptomat tổng K02 được đóng bằng điện (không thể hiện trong sơ đồ) cấp nguồn cho các cơ cấu sau :

Cơ cấu tời giữ : Holding mechanim.

Cơ cấu tời đóng mở : Closing gear.

Cơ cấu quay : Slewing gear.

Cơ cấu tằm với : Luffing gear.

Cơ cấu di chuyển : Travelling gear.

Động cơ quấn cáp : Motor cable drum.

Khung cần trục : Driving mechanim speader.

Thiết bị quay móc : Hook rotating device.

- **F11**: aptomat cấp nguồn và bảo vệ ngắn mạch cho mạch đặc biệt sử dụng điều khiển bằng tay hoặc bằng khoá điện có thông số kỹ thuật :

$U_{dm} = 400 \text{ V}; I_{dm} = 63 \text{ A}$

Cấp nguồn đến :

Đầu nối điện trên mỏ gặt : Outlet grantry (380 V/32 A).

Cấp nguồn cho +**PR - T4** đây là máy biến áp cấp cho :

Các đèn sàn trên sàn dưới : Ascent lighting.

Đèn trên khung cầu: Lighting granty beam.

Điện trở sấy tại tủ điện, động cơ khi dừng hoạt động: Down-time heating (panel and motor).

Điện trở sấy động cơ của cơ cấu quay khi dừng hoạt động: Down-time heating motor (Slewing part).

Điện trở sấy động cơ quấn cáp trên khung cầu khi dừng hoạt động: Down-time heating motor cable drum (spreader).

Điện trở sấy tủ điều khiển của cơ cấu quay: Down-time heating panel (Slewing part).

Ổ nối điện cabin: Outlet driver's cabin.

Ổ nối điện tại buồng điều khiển trung tâm: Outlet electric container.

Ổ nối điện trong nhà tời: Outlet mechine house.

Ổ nối điện tại phần quay: Outlet slewing part.

Đèn trong tủ điều khiển: Panel lighting.

Đèn tại buồng điện điều khiển chính: Light electric container.

Đèn nhà tời: Light mechine house.

Đèn tại cabin: Light cabin.

9.3. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CƠ CẤU NÂNG HẠ HÀNG

Cơ cấu nâng hạ gồm hai động cơ truyền động chính hoạt động độc lập: 1 động cơ truyền động cho đóng mở gầu ngoạm, 1 động cơ thực hiện nâng hạ hàng. Quá trình nâng hạ và đóng mở gầu ngoạm được thực hiện bằng cách tác động vào tay trang điều khiển để gia tốc cho động cơ thông qua biến tần và hệ thống điều khiển tự động bằng PLC.

9.3.1. Cơ cấu nâng hạ hàng

Một số thông số kỹ thuật cơ bản của cơ cấu nâng hạ hàng :

- Công suất động cơ truyền động : $P_{dm} = 110 \text{ kW}$

- Sức nâng theo tầm với:

Sức nâng khi dùng gầu ngoạm : 20 tấn x 32..... 8 mét

Sức nâng khi dùng móc cầu : 40 tấn x 32..... 8 mét

- Chiều cao nâng hạ :

Độ cao nâng móc : 18 mét - dùng gầu ngoạm

: 25 mét - dùng móc cầu

Độ cao hạ móc : 12 mét

- Tốc độ vận hành :

Tốc độ nâng hạ :

$\leq 10 \text{ tấn} \dots\dots\dots V = 55,5 \text{ mét / phút}$

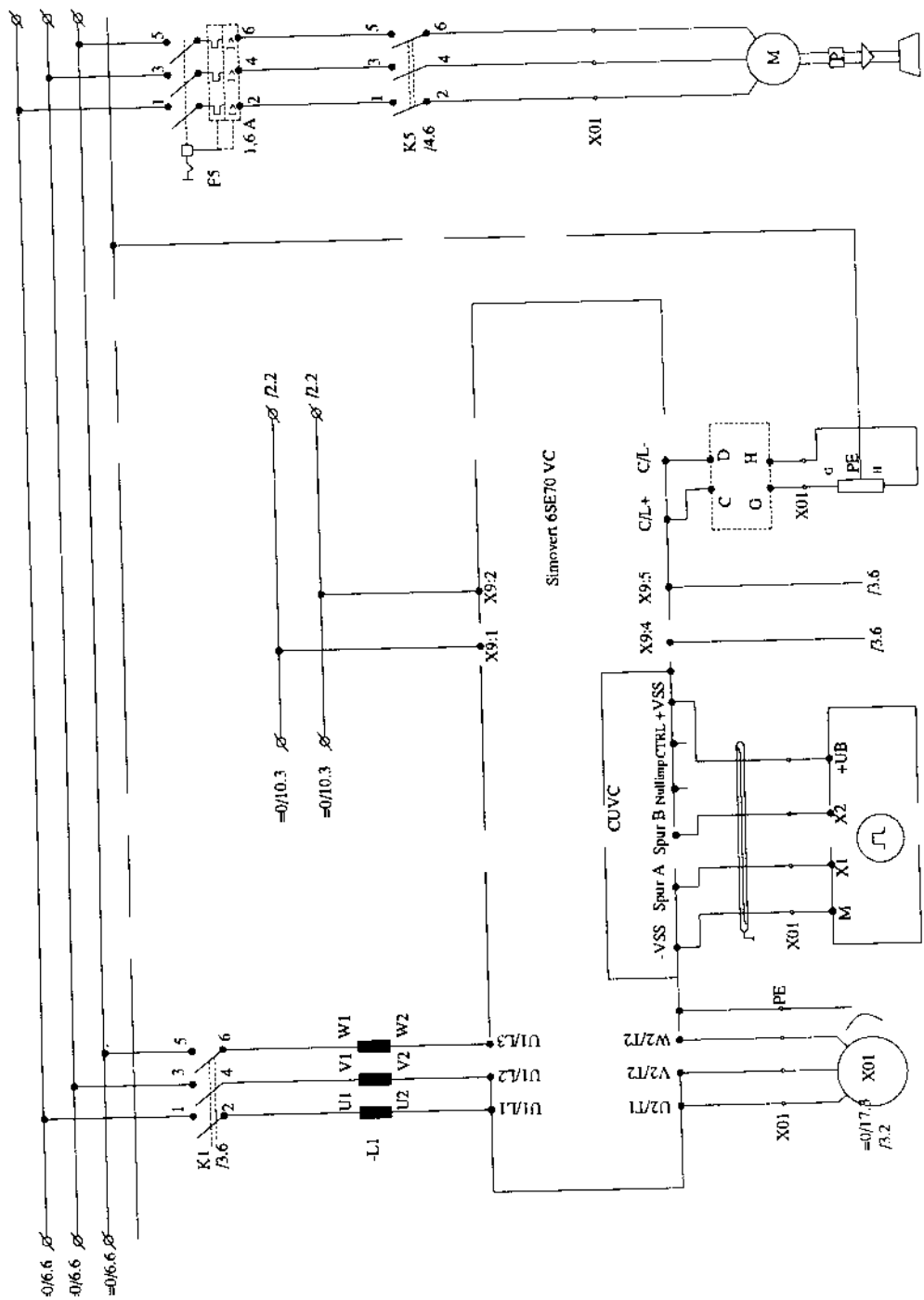
$\leq 25 \text{ tấn} \dots\dots\dots V = 40 \text{ mét / phút}$

$\leq 32 \text{ tấn} \dots\dots\dots V = 32 \text{ mét / phút}$

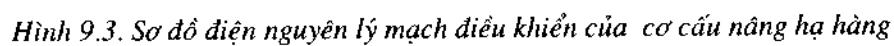
$\leq 40 \text{ tấn} \dots\dots\dots V = 25 \text{ mét / phút}$

1. Sơ đồ điện nguyên lý của cơ cấu nâng hạ hàng cần trục TUKAN

Sơ đồ điện nguyên lý của cơ cấu nâng hạ hàng cần trục TUKAN biểu diễn trên hình 9.2 và hình 9.3.



Hình 9.2. Sơ đồ điện nguyên lý mạch động lực của cơ cấu nâng hạ hàng



2. Chức năng các phần tử

TH → Tay trang điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng.

K80 (=1/3.4) - Role trung gian kiểm tra vị trí của tay trang điều khiển (khi tay trang ở vị trí "0" → **K08** = 1).

K08 (= 1/3.5) - Role trung gian kiểm tra tốc độ của động cơ đồng thời thực hiện cấp nguồn cho cuộn hút của công tắc tơ **K1** (**K08** = 1 → **K1** = 1).

K1 (= 1/3.6) - Công tắc tơ chính cấp nguồn cho động cơ truyền động của cơ cấu nâng hạ hàng.

K040 (= 1/4.2) - Công tắc lựa chọn chế độ vận hành của cơ cấu nâng hạ hàng.

K0 (= 1/6.7) - Công tắc chính cấp nguồn dòng cho mạch điều khiển.

K04 (= 1/4.5) - Role bảo vệ cơ cấu nâng hạ hàng khi chùng cáp.

S10 (= 1/13.3; 13.6) - Nút ấn dừng khẩn cấp hành trình nâng hạ hàng: được thực hiện bởi người giám sát điều khiển.

K010 (= 1/4.6) - Công tắc hành trình chống nâng hàng quá cao.

K011 (= 1/4.7) - Công tắc hành trình chống hạ hàng quá thấp.

K71, K72, K73 - Công tắc lựa chọn chế độ vận hành của cơ cấu nâng hạ.

K71 (= 1/5.3) - Công tắc điều khiển đóng mở gầu ngoạm.

K72 (= 1/5.4) - Công tắc điều khiển vận hành hàng hoá thông thường.

K73 (= 1/5.5) - Công tắc điều khiển vận hành tải nặng.

K50 (= 1/7.6) - Công tắc tơ cấp nguồn cho phanh nâng của quạt thông gió.

K05 (= 1/7.6) - Tiếp điểm của role an toàn.

K5 (= 1/7.6) - Cuộn hút của công tắc tơ cấp nguồn cho cơ cấu phanh của động cơ truyền động cho cơ cấu nâng hạ hàng.

SIM - Biến tần cấp nguồn và thực hiện điều chỉnh tốc độ cho cơ cấu nâng hạ hàng.

F5 (= 1/12.2) - Công tắc bảo vệ động cơ của cơ cấu phanh nâng.

K411 (= 1/17.2) - Công tắc thực hiện giảm tốc giai đoạn I.

K00 (= 1/7.5) - Role trung gian xác nhận lỗi của hệ thống.

K060 - Role trung gian chống hạ quá thấp khi hoạt động quá tải.

3. Nguyên lý hoạt động

Quá trình vận hành cơ cấu nâng hạ hàng được thực hiện tại cabin chính. Cơ cấu nâng hạ hàng được hoạt động dưới sự điều khiển và giám sát của người vận hành, đặc biệt có chế độ khoá liên động với các cơ cấu khác do đó chỉ cho phép nâng hạ hàng khi các cơ cấu khác dừng làm việc.

Trước khi vận hành, người vận hành bắt buộc phải thao tác cấp nguồn cho toàn bộ hệ thống. Khi cầu dao tổng **S1** = 1: Thực hiện cấp nguồn cho toàn bộ hệ thống điều khiển và mạch động lực chuẩn bị hoạt động.

S1 = 1 ↑ Các hệ thống khác như điều hoà không khí, hệ thống chiếu sáng và còi báo chuẩn bị đưa hệ thống cần trục vào vận hành (ký hiệu " ↑ " biểu diễn mối quan hệ kéo theo).

Việc vận hành cơ cấu cần đảm bảo trước khi vận hành tay trang điều khiển phải ở vị trí "0" tương ứng với role trung gian **K80** = 1 báo hiệu cơ cấu nâng hạ đã sẵn sàng làm việc.

Sau khi kiểm tra các điều kiện hoạt động của hệ thống, nếu đủ điều kiện làm việc thì PLC đưa tín hiệu đến điều khiển cho biến tần hoạt động (**SIM** = 1).

Để thực hiện nâng hạ hàng hoá người điều khiển trong cabin thực hiện điều khiển tay trang, tín hiệu điều khiển qua bộ mã hoá 8 bit E0.0...E0.7 truyền tới PLC, PLC thu nhận tín hiệu từ

bộ mã hoá bắt đầu điều khiển các công tắc tơ cấp nguồn cho các hệ thống phụ như phanh, quạt làm mát... chuẩn bị làm việc. PLC xác định tín hiệu từ tay điều khiển để điều khiển biến tần cung cấp tần số, điện áp để điều khiển tốc độ động cơ nâng hạ hàng. Tín hiệu từ PLC điều khiển cấp nguồn cho công tắc tơ K08, tiếp điểm **K08 = 1** để điều khiển cấp nguồn cho động cơ làm việc.

Việc gia tốc cho cơ cấu nâng hạ hàng cũng được thực hiện tại tay trang điều khiển trên cabin điều khiển chính, khi đưa tay điều khiển lên tốc độ cao hơn, bộ mã hoá nhận tín hiệu đặt tốc độ, mã hoá và truyền tín hiệu đến PLC, PLC thu nhận tín hiệu và gia công điện áp điều khiển thích hợp để điều chỉnh tốc độ nâng hạ hàng.

Giai đoạn điều khiển nâng hạ hàng được thực hiện như sau:

Khi **K08 = 1** $\uparrow$ **K1 = 1** làm cho tiếp điểm thường mở của nó đóng lại thực hiện cấp nguồn cho biến tần để chuẩn bị đưa động cơ truyền động cho cơ cấu nâng hạ hàng đưa vào vận hành.

Khi kiểm tra các điều kiện hoạt động của hệ thống thông qua rơle trung gian xác nhận lỗi nếu **K00 = 0** $\uparrow$ PLC đưa tín hiệu đến điều khiển cho biến tần hoạt động $\uparrow$ **SIM = 1** $\uparrow$ truyền động cho động cơ nâng hạ hàng.

Việc điều khiển tốc độ nâng hạ hàng được thực hiện bởi tay trang điều khiển TH dưới sự tác động của người điều khiển.

Cuối hành trình nâng hạ người điều khiển thực hiện giảm tốc, công tắc **K411 = 1** $\uparrow$ thực hiện giảm tốc giai đoạn 1 và **K412 = 1** $\uparrow$ thực hiện giảm tốc ở giai đoạn 2, tín hiệu từ PLC truyền tới đèn báo việc thực hiện giảm tốc đã được thực hiện và đưa cơ cấu phanh vào làm việc.

4. Bảo vệ

+F511(= 1/3.3): Rơle bảo vệ quá nhiệt cho động cơ.

Role này hoạt động như sau :

F511(= 1/3.3) được nối với cảm biến nhiệt đặt trong các pha dây của động cơ. Trong quá trình làm việc vì một lý do nào đó làm cho động cơ nóng lên cảm biến nhiệt đặt trong động cơ sẽ truyền đến **F511(= 1/3.3)**, tín hiệu từ **F511(= 1/3.3)** gửi về PLC, PLC đưa tín hiệu đến dừng hoạt động của động cơ truyền động cho cơ cấu nâng hạ.

+ K08 : Rơle trung gian bảo vệ quá tốc cho động cơ.

Role này hoạt động như sau :

K08 được nối với trục của động cơ truyền động. Khi động cơ hoạt động quá tốc độ cho phép $\uparrow$ **K08 = 0** $\uparrow$ **K1 = 0** $\uparrow$ cắt nguồn cấp cho động cơ của cơ cấu nâng hạ hàng.

+ K04: Rơle bảo vệ chống chùng cáp.

Hoạt động của K04:

Role này được đặt trên thanh cái cấp nguồn nuôi 24 V. Khi cáp quán của cơ cấu nâng hạ bị chùng $\uparrow$ chạm vào thanh cái $\uparrow$ **K04 = 1** đưa tín hiệu đến PLC $\uparrow$ PLC điều khiển dừng hoạt động quán cáp của cơ cấu nâng hạ hàng.

+ F5: Rơle bảo vệ quá tải nhiệt và bảo vệ dòng cực đại cho phanh của cơ cấu nâng hạ hàng.

+ K010, K011: Công tắc bảo vệ hành trình nâng hạ.

5. Nhận xét

Với hệ thống điều khiển có mức độ tự động hoá cao, cơ cấu nâng hạ hàng của cần trục TUKAN có thể vận hành nâng hạ hàng hoá ở mức 40 tấn một cách an toàn với sự hỗ trợ của các bảo vệ.

Cơ cấu nâng hạ hàng được bố trí cảm biến (K71, K72, K73) để có thể nâng hạ hàng hoá ở các mức tải trọng khác nhau. Trong quá trình vận hành các thiết bị khống chế thực hiện khống chế hành trình nâng hạ đồng thời đảm bảo được an toàn cho hệ thống trong quá trình tăng - giảm tốc độ nâng hạ.

9.3.2. Cơ cấu đóng mở gầu ngoạm

Cơ cấu đóng mở gầu ngoạm có một động cơ, làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại. Sự lựa chọn các chế độ làm việc được thực hiện bởi các nút ấn. Khi hoạt động ở chế độ xếp dỡ container, động cơ của cơ cấu đóng mở gầu ngoạm kết hợp với động cơ nâng hạ để cùng thực hiện chức năng nâng hạ container.

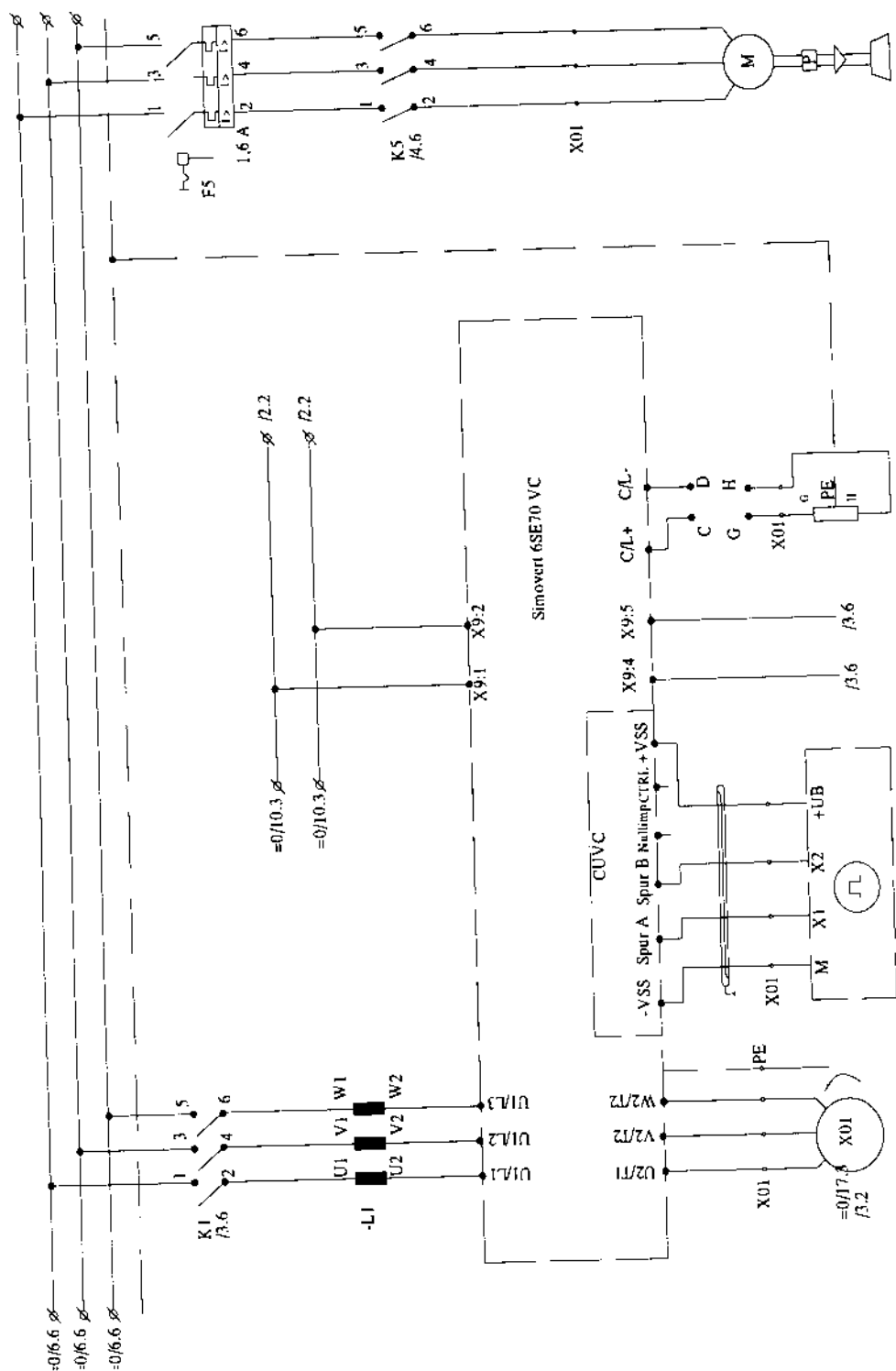
Một số thông số kỹ thuật cơ bản của cơ cấu đóng mở gầu ngoạm :

- Công suất động cơ truyền động: $P_{dm} = 110 \text{ kW}$
- Hệ thống điện:
 - Điện áp chung:
 - Nguồn cấp : 380 V, 50 Hz
 - Động cơ : 380 V, 50 Hz
 - Phanh : 380 V, 50 Hz
 - Hệ thống điều khiển : 220 V, 50 Hz
 - PLC : 24 VDC
 - Chiếu sáng : 220 V, 50 Hz
 - Sấy và quạt gió : 380 V, 50 Hz
 - Cho đèn tín hiệu : 24 VDC
 - Điện áp cho sấy khi dừng hoạt động
 - Panel 220 V, 50 Hz
 - Động cơ 220 V, 50 Hz

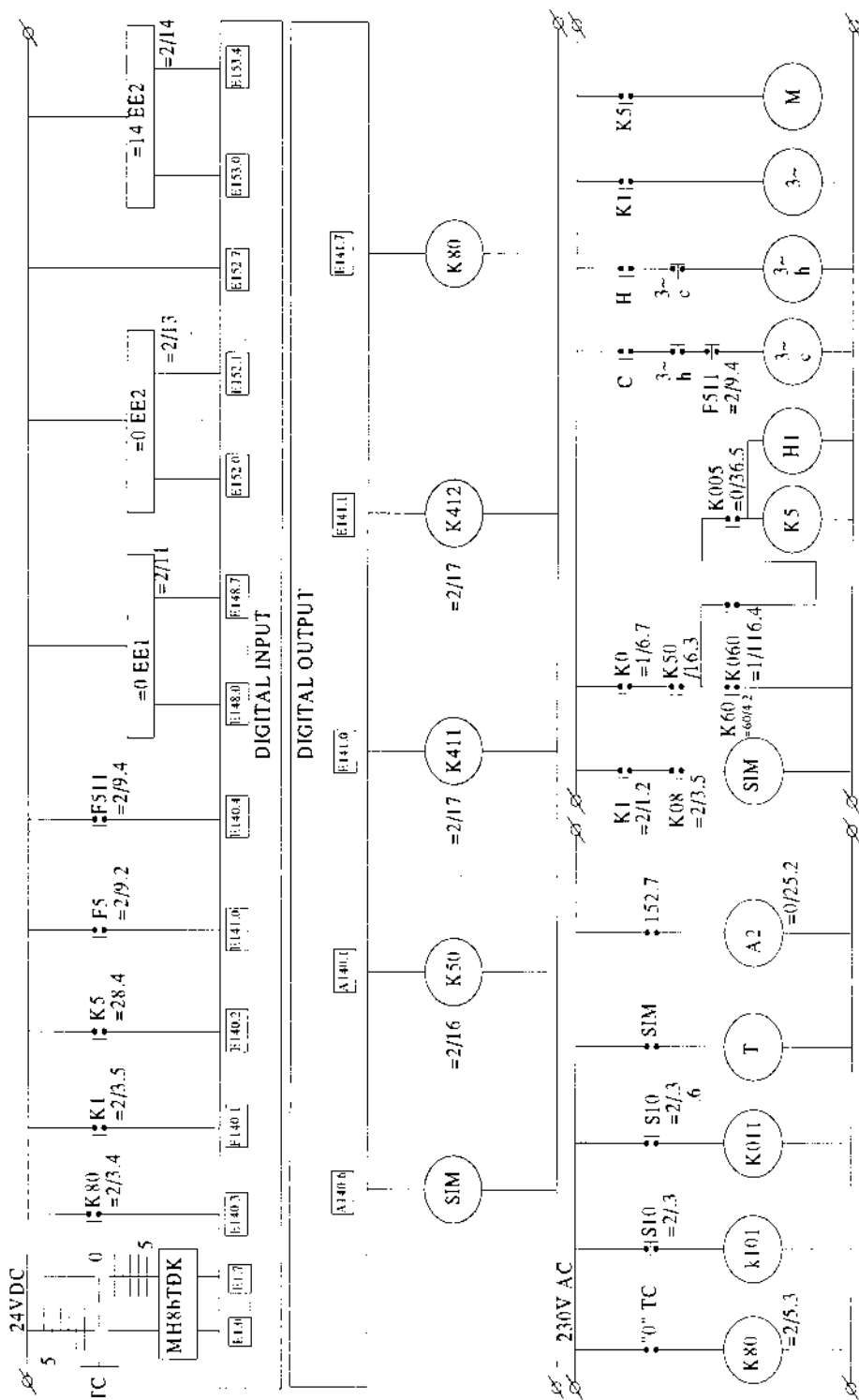
1. Sơ đồ điện nguyên lý cơ cấu đóng mở gầu ngoạm

Sơ đồ điện nguyên lý của cơ cấu đóng mở gầu ngoạm được biểu diễn trên sơ đồ +EE4 (= 2) của sơ đồ lắp ráp, thiếp lập sơ đồ điện nguyên lý của cơ cấu biểu diễn trên hình 9.4 và 9.5 trên cơ sở của bản vẽ lắp ráp.

Sơ đồ điện nguyên lý của mạch động lực được biểu diễn trên hình 9.4. Sơ đồ điện nguyên lý mạch điều khiển và tín hiệu được biểu diễn trên hình 9.5.



Hình 9.4. Sơ đồ điện nguyên lý mạch động lực của cơ cấu đóng mở gầu ngoạm



Hình 9.5. Sơ đồ điện nguyên lý mạch điều khiển của cơ cấu đóng mở gầu ngoạm

2. Chức năng các phần tử

K80 (= 2/3.4) - Role trung gian kiểm tra vị trí tay trang điều khiển của cơ cấu đóng mở gầu ngoạm (Khi tay trang ở vị trí "0" tương ứng với $K80 = 1$).

K08 (= 2/3.5) - Role trung gian kiểm tra tốc độ của động cơ (nếu tốc độ của động cơ truyền động cho cơ cấu đóng mở gầu ngoạm vượt quá tốc độ cho phép $K08 = 0$ ↑ Biến tần ngừng làm việc).

K1 (= 2/1.2) - Công tắc chính cấp nguồn cho biến tần hoạt động.

S10 (.3) - Công tắc hành trình bảo vệ cho cơ cấu nâng hạ hàng.

S10 (.3; .6) - Công tắc này thực hiện dưới sự tác động trực tiếp của người điều khiển khi nâng hàng quá cao hoặc hạ hàng quá thấp, ngoài ra công tắc này còn có hệ thống bảo vệ hành trình tự động.

K0 (= 1/6.7) - Công tắc tơ chính cấp nguồn dòng cho mạch điều khiển của tời đóng mở gầu ngoạm.

K60 (= 60/4.2) - Role trung gian bảo vệ hệ thống khi hoạt động quá tải.

K060 (= 1/16.4) - Role trung gian bảo vệ quá tải khi hạ hàng.

K005 (= 0/36.5) - Công tắc cấp nguồn cho role an toàn bảo vệ căng cáp.

K5 (= 2/4.6) - Công tắc tơ chính cấp nguồn cho cơ cấu phanh nâng của cơ cấu đóng mở gầu ngoạm.

H1 (= 2/4.7) Đồng hồ đo thời gian làm việc của cơ cấu phanh.

3~ Động cơ truyền động cho cơ cấu đóng mở gầu ngoạm.

SIM Biến tần điều khiển truyền động cho động cơ nâng hạ và đóng mở gầu ngoạm.

F5 (= 2/9.2) - Công tắc bảo vệ động cơ của cơ cấu phanh nâng.

F511 (= 2/9.4) - Role trung gian bảo vệ quá nhiệt động cơ (khi quá nhiệt thì $F511 = 0$ ↑ Tín hiệu được truyền tới PLC. PLC thu nhận tín hiệu và điều khiển dừng hoạt động của cơ cấu đóng mở gầu ngoạm).

= 0 +EE1: Hệ thống role công tắc tơ bao gồm:

= 0 +EE2: Hệ thống chiếu sáng cho cabin điều khiển và mỏ cần trục.

= 0 +EE1: Hệ thống bảo vệ cho động cơ quấn cáp, khung nâng, thiết bị quay móc.

A2(= 14 EE2) - Điều hoà không khí bao gồm:

3K1 (= 14/6.2) - Role báo lỗi của hệ thống.

2K3 (= 14/4.8) - Role trung gian báo hiệu động cơ quấn cáp của cơ cấu nâng đã sẵn sàng hoạt động.

K05 - Công tắc cấp nguồn cho phanh của quạt thông gió.

K411, K412 - Công tắc thực hiện giảm tốc cấp 1 và cấp 2.

3. Nguyên lý hoạt động

Quá trình vận hành cơ cấu đóng mở gầu ngoạm được thực hiện tại cabin chính. Cơ cấu đóng mở gầu ngoạm được thực hiện dưới sự điều khiển và giám sát của người vận hành, chương trình điều khiển có chế độ khoá liên động với các cơ cấu khác do đó chỉ cho phép nâng hạ khi các cơ cấu khác dừng làm việc.

Trước khi vận hành, người vận hành bắt buộc phải thao tác cấp nguồn cho toàn bộ hệ thống. Khi cầu dao tổng **S1** = 1 Thực hiện cấp nguồn cho toàn bộ hệ thống điều khiển và mạch động lực làm việc.

S1 = 1: Các hệ thống khác như điều hoà không khí, hệ thống chiếu sáng và còi báo chuẩn bị sẵn sàng đưa hệ thống cần trục vào vận hành.

Việc vận hành cơ cấu, tay trang điều khiển phải ở vị trí “0” tương ứng với role trung gian $K80 = 1$ báo hiệu cơ cấu nâng hạ đã sẵn sàng làm việc.

Sau khi kiểm tra các điều kiện hoạt động của hệ thống, nếu đủ điều kiện làm việc thì PLC đưa tín hiệu đến điều khiển cho biến tần hoạt động ($SIM = 1$).

Để thực hiện đóng mở gầu ngoạm người điều khiển ngồi trong cabin thực hiện điều khiển tay trang. Tín hiệu từ tay trang điều khiển được truyền qua bộ mã hoá 8 bit E1.0... E1.7 tới PLC. PLC thu nhận tín hiệu từ bộ mã hoá 8 bit bắt đầu điều khiển các công tắc tơ cấp nguồn cho hệ thống phụ như quạt thông gió, điều hòa, hệ thống chiếu sáng... PLC xác nhận tín hiệu từ tay trang điều khiển để điều khiển biến tần có tần số và điện áp cấp cho động cơ thực hiện tương ứng với tốc độ đặt để đóng mở gầu ngoạm.

Giai đoạn này được tiến hành như sau:

Trước khi đưa tời đóng mở vào vận hành người điều khiển kiểm tra các điều kiện hệ thống đã sẵn sàng vận hành. Nếu đầy đủ tất cả các điều kiện đảm bảo an toàn cho vận hành như chiếu sáng, thông gió, điều hoà... và không có lỗi thì hệ thống sẽ cho phép làm việc.

Khi tay trang điều khiển ở vị trí “0” tương ứng với $K80 = 1 \uparrow K1 (= 2/3.5) = 1 \uparrow$ thực hiện cấp nguồn cho biến tần để chuẩn bị đưa động cơ truyền động của cơ cấu đóng mở gầu ngoạm vào hoạt động.

Đồng thời khi $K00 (= 1/4.3) = 0$ PLC đưa tín hiệu tới điều khiển cho biến tần hoạt động ($SIM = 1$) $\uparrow$ đưa cơ cấu đóng mở gầu ngoạm vào vận hành.

Việc gia tốc cho cơ cấu đóng mở gầu ngoạm được thực hiện tại tay điều khiển ở cabin. Tín hiệu từ tay điều khiển được truyền qua bộ mã hoá 8 bit, tín hiệu từ bộ mã hoá 8 bit gửi tới PLC, PLC thu nhận tín hiệu và gia công điện áp điều khiển thích hợp để điều khiển tần số điện áp phù hợp với tốc độ đặt.

Cuối hành trình thực hiện hãm, hệ thống tiêu hao năng lượng qua điện trở R khi tốc độ đủ nhỏ đưa hệ thống phanh hãm dừng vào làm việc.

4. Các bảo vệ

+ Bảo vệ quá nhiệt cho động cơ bằng role trung gian $F511 (= 2/9.4)$.

Role này hoạt động như sau: $F511 (= 2/9.4)$ được nối với cảm biến nhiệt đặt trong các pha dây của động cơ. Khi nhiệt độ động cơ vượt quá mức cho phép $F511 (= 2/9.4) = 0 \uparrow$ tín hiệu từ PLC gửi tới cơ cấu đóng mở gầu ngoạm báo dừng làm việc để đảm bảo an toàn cho thiết bị.

+ Bảo vệ quá tải động cơ bằng role trung gian $K60 (= 60/4.2)$.

+ Bảo vệ dòng cực đại và quá tải bằng role $F2 (= 0/6.6)$.
 $F2 (= 0/6.6)$ hoạt động như sau: Khi xảy ra sự cố ngắn mạch hoặc nâng hàng quá tải trọng thì $F2 (= 0/6.6) = 0$ cắt nguồn cấp cho động cơ truyền động.

+ Bảo vệ quá tốc cho động cơ bằng role trung gian $K08 (= 2/3.5)$.

Role này hoạt động như sau: Role được điều khiển bởi tiếp điểm của cảm biến tốc độ. Khi quá tốc thì $K08 = 0 \uparrow K1 (= 2/1.2) = 0 \uparrow$ cắt nguồn cấp cho động cơ.

5. Nhận xét

Cơ cấu đóng mở gầu ngoạm và cơ cấu nâng hạ hàng có quy trình hoạt động và các bảo vệ là tương đối giống nhau. Tuy hai cơ cấu này lại là hai cơ cấu độc lập thực hiện công nghệ trong bốc xếp khác nhau. Nếu hoạt động ở chế độ gầu ngoạm thì chỉ một trong hai cơ cấu hoạt động.

Đối với cần trục TUKAN ngoài thiết bị đóng mở gầu ngoạm còn có thiết bị khung nâng hoạt động bằng điện - thủy lực dùng để nâng vận chuyển container.

9.4. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN QUAY MÓC CỦA CẦN TRỤC TUKAN

Quay móc là thiết bị được truyền động bởi động cơ điện dị bộ. Đặc điểm của thiết bị quay móc là giúp cơ cấu nâng hạ hàng vận hành một cách cơ động ví dụ: trong quá trình nâng hạ hàng hoá mà cáp nâng bị xoắn có thể làm đứt cáp. Khi đó có thể điều chỉnh thiết bị quay móc để tránh xảy ra sự cố do xoắn cáp trong hành trình nâng hạ.

Một vài thông số cơ bản của thiết bị quay móc :

- Điện áp cho hệ thống
 - Nguồn cấp : 380 V, 50 Hz
 - Động cơ : 380 V, 50 Hz
 - Phanh : 380 V, 50 Hz
 - Hệ thống điều khiển : 220 V, 50 Hz
 - PLC : 24 VDC
 - Chiếu sáng : 220 V, 50 Hz
 - Sấy và quạt gió : 380 V, 50 Hz
- Điện áp cấp cho đèn tín hiệu : 24 VDC

9.4.1. Sơ đồ điện nguyên lý và chức năng các phần tử

Sơ đồ điện nguyên lý của thiết bị quay móc được biểu diễn trên sơ đồ **+EE7 = 11** của sơ đồ lắp ráp, thiếp lập sơ đồ điện nguyên lý của thiết bị quay móc trên hình 9.6. và 9.7. Sơ đồ điện nguyên lý của mạch động lực được biểu diễn trên sơ đồ hình 9.6, sơ đồ điện nguyên lý mạch điều khiển của thiết bị quay móc được biểu diễn trên hình 9.7.

Chức năng của một số phần tử chính như sau :

K0 (= 11) - Role trung gian báo thiết bị quay móc đang hoạt động.

K10 (= 11) - Role trung gian báo hiệu đầu nối của thiết bị quay móc đã được nối với phích cắm.

K81(= 5/29.2) - Công tắc thực hiện cấp nguồn cho thiết bị quay móc sang bên phải.

K82(= 5/29.2) - Công tắc thực hiện cấp nguồn cho thiết bị quay móc sang bên trái.

K1, K2 - Công tắc tơ thực hiện đảo chiều quay động cơ của thiết bị quay móc.

K0 (= 0/34.3) - Role trung gian dùng để xác nhận lỗi của các cơ cấu trong hệ thống.

K00 (= 1/17.6) - Role trung gian báo hiệu lỗi của hệ thống đã được xác nhận nghĩa là khi hệ thống báo lỗi muốn hoạt động tiếp ta phải tác động vào K00 để tiếp tục đưa hệ thống vào vận hành.

K80 (= 2/3.4) - Role trung gian kiểm tra vị trí của tay trang điều khiển của cơ cấu đóng mở gầu ngoạm (khi tay trang ở vị trí "0" thì K80 = 1).

K0 (.3) - Tiếp điểm duy trì của công tắc tơ K0.

F2 (= 11/1.2) - Công tắc bảo vệ động cơ của thiết bị quay móc.

F11 (= 0/8.7) - Cầu dao cấp nguồn cho thiết bị quay móc.

Sr (= 0/36.3) - Role an toàn. Role an toàn hoạt động như sau: Trong khi vận hành nếu cơ cấu thực hiện nâng quá trọng tải quy định; tốc độ gió quá lớn; độ vươn tay cần sai qui định thì role an toàn sẽ tác động để dừng vận hành hệ thống đảm bảo an toàn cho người và cần trục.

9.4.2. Nguyên lý hoạt động

Để đưa thiết bị quay móc vào vận hành ta thực hiện đóng cầu dao tổng **S1** để cấp nguồn cho mạch động lực và mạch điều khiển của toàn bộ hệ thống.

Sau khi đóng cầu dao tổng **S1** ta thực hiện đóng cầu dao **F11** để chuẩn bị thực hiện cấp nguồn cho mạch động lực của thiết bị quay móc.

Thiết bị quay móc được nối liên động với các cơ cấu khác nghĩa là khi thiết bị quay móc làm việc thì tất cả các cơ cấu khác phải dừng làm việc.

Quá trình vận hành của thiết bị quay móc được thực hiện như sau:

Mục đích hoạt động của thiết bị quay móc là nhằm hỗ trợ cho cơ cấu nâng hạ hàng vận hành một cách.

Vận hành quay móc: Sau khi kiểm tra tất cả các điều kiện an toàn của hệ thống, đồng thời kiểm tra tín hiệu xác nhận lỗi của hệ thống tại cabin điều khiển. Nếu tất cả các điều kiện an toàn và lỗi của hệ thống đã được xác nhận thì bắt đầu cấp nguồn cho thiết bị quay móc làm việc.

Việc quay móc cần trục được thực hiện tại cabin dưới sự giám sát của người điều khiển: Khi tay trang điều khiển của cơ cấu nâng hạ hàng ở vị trí "0" tức là **K80(= 2/3.4) = 1** đồng thời phích cắm của thiết bị quay móc đã được nối **K10(= 11) = 1** làm cho **K0 = 1**. Khi **K0 = 1** tín hiệu từ PLC đưa tới điều khiển cấp nguồn cho động cơ của thiết bị quay móc.

Việc quay móc cầu sang trái hay sang phải được thực hiện bởi role trung gian **K81(= 5/29.2) = 1** hoặc **K82(= 8/ 29.3)** để cấp nguồn cho **K1 = 1** hoặc **K2 = 1** để cấp nguồn cho động cơ truyền động cho thiết bị quay móc để thực hiện quay móc cần trục đúng vị trí cấp không bị xoắn. Sau khi thực hiện quay móc xong người điều khiển tác động vào nút ấn **S1** để dừng hoạt động của thiết bị quay móc và đưa cơ cấu nâng hạ hàng tiếp tục vào hoạt động.

Các bảo vệ có trong cơ cấu quay móc gồm:

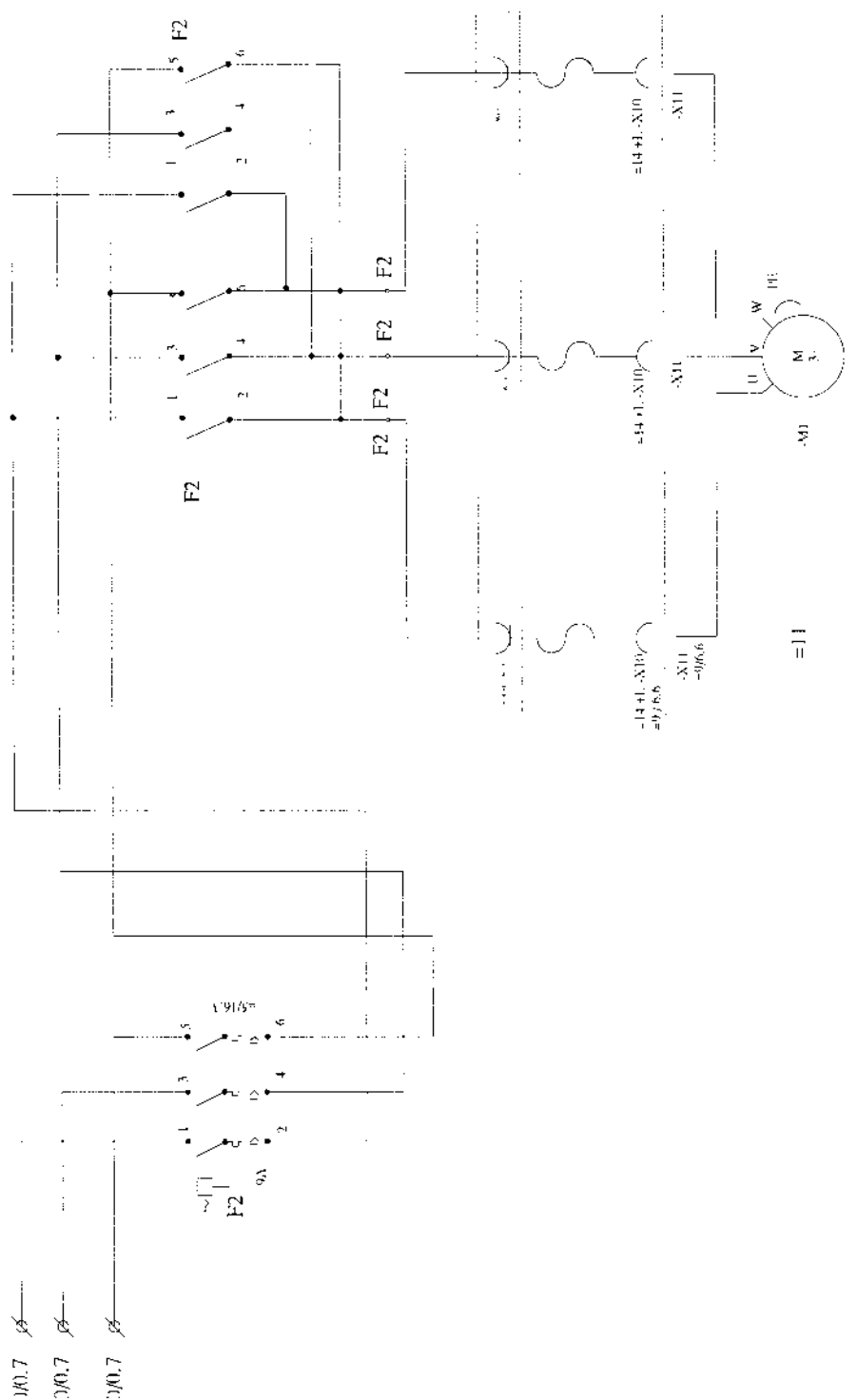
Thiết bị quay móc được bảo vệ bởi role **Sr** (không thể hiện trên sơ đồ nguyên lý).

+ Khi tốc độ gió quá lớn.

+ Tải trọng quá nặng.

+ Tầm với không đúng quy định ↑ **Sr = 1** làm chẹn thiết bị quay móc dừng hoạt động.

Bảo vệ dòng cực đại, bảo vệ quá tải được thực hiện bởi **F2(= 11/1.2)**. **F2(= 11/1.2)** hoạt động như sau : Khi thiết bị quay móc gặp sự cố như ngắn mạch hoặc nâng quá trọng tải khi đó **F2(= 11/1.2) = 0** cắt nguồn cấp cho cơ cấu quay móc để đảm bảo an toàn cho hệ thống.



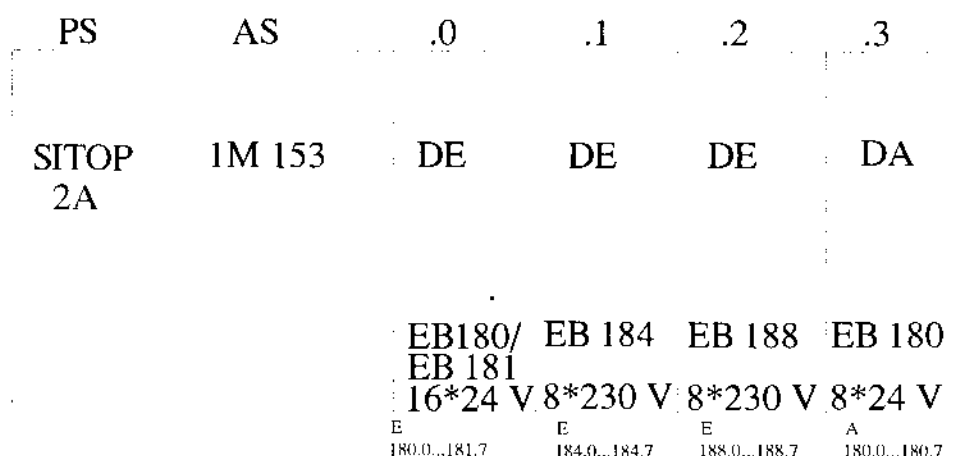
Hình 9.6. Sơ đồ điện nguyên lý mạch động lực của thiết bị quay móc

9.5. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CƠ CẤU THAY ĐỔI TẦM VỚI

9.5.1. Giới thiệu chung và chức năng các phần tử chính

Cơ cấu nâng hạ cần hay cơ cấu tầm với (luffing gear) của cần trục TUKAN (có ký hiệu trong bản vẽ = 4) hệ truyền động theo kiểu trục vít bằng một động cơ không đồng bộ 3 pha rôto lồng sóc công suất 45 kW, tốc độ 1475 vg/ph. Cơ cấu tầm hãm dừng bằng hai phanh thuỷ lực nhằm chống giật cho hàng hoá khi cơ cấu tầm với hoạt động. Động cơ tầm với được cấp nguồn từ biến tần SIMOVERT 55 kW, 142 A qua sự điều khiển của hệ thống PLC và giám sát của máy tính.

Trạm trung gian ET200 có nhiệm vụ truyền dữ liệu giữa CPU -S7 - 318 và mạch điều khiển của các cơ cấu tầm với nhờ các khối IN - OUT có cấu trúc như trên hình 9.8:



Hình 9.8. Cấu trúc trạm ET200 của cơ cấu tầm với

Trạm ET200 của cơ cấu tầm với có các modul mở rộng sau: ba modul đầu vào số (DE), một modul đầu ra số (DA). ET200 của cơ cấu tầm với được đặt ở tủ điện +EE6 trong buồng thiết bị điện của cần trục.

Khối SITOP 2A cấp nguồn 24V DC.

Khối IM153 trao đổi thông tin giữa cơ cấu tầm với và cơ cấu di chuyển.

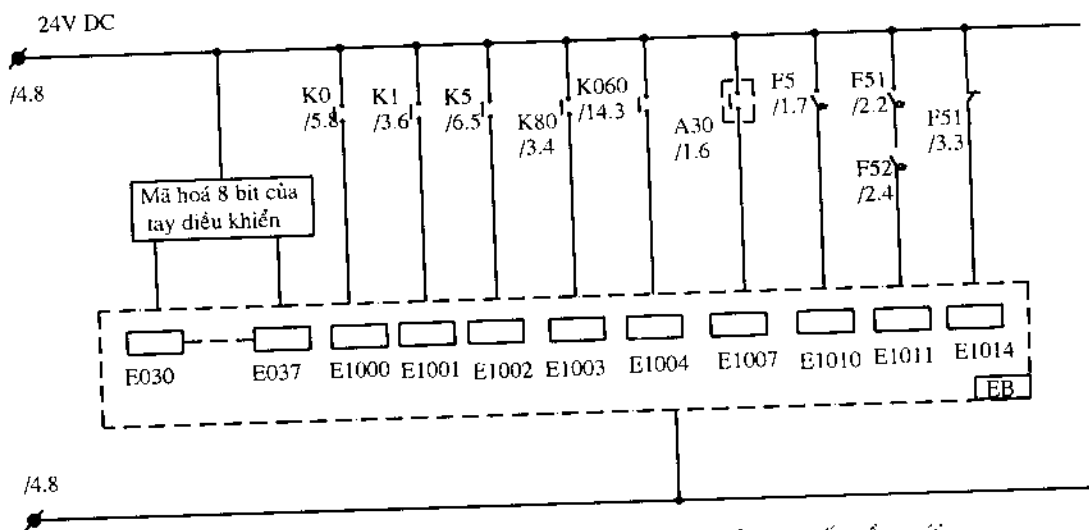
Khối EB180 nhận các khối đầu vào sau:

- Tín hiệu công tắc tơ điều khiển chính **K0**.
- Tín hiệu công tắc tơ chính động lực **K1**.
- Tín hiệu phanh thuỷ lực nhả **K5**.
- Tín hiệu role trung gian của tay điều khiển ở vị trí không **K80**.
- Tín hiệu phản hồi báo quá tải khi thay đổi tầm với **K060**.
- Tín hiệu báo phanh có lỗi **A30**.

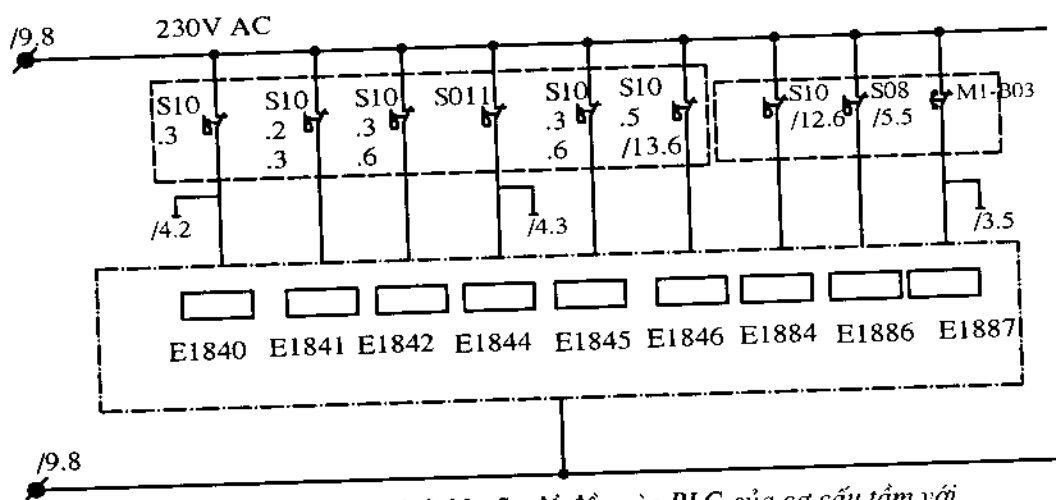
Khối EB181 nhận các tín hiệu vào sau:

- Tín hiệu báo aptomat chính của phanh đã đóng **F5**.
- Tín hiệu báo động cơ thực hiện quá nhiệt **F511**.
- Tín hiệu báo aptomat của động cơ phanh thuỷ lực **F51** và **F52** đóng.

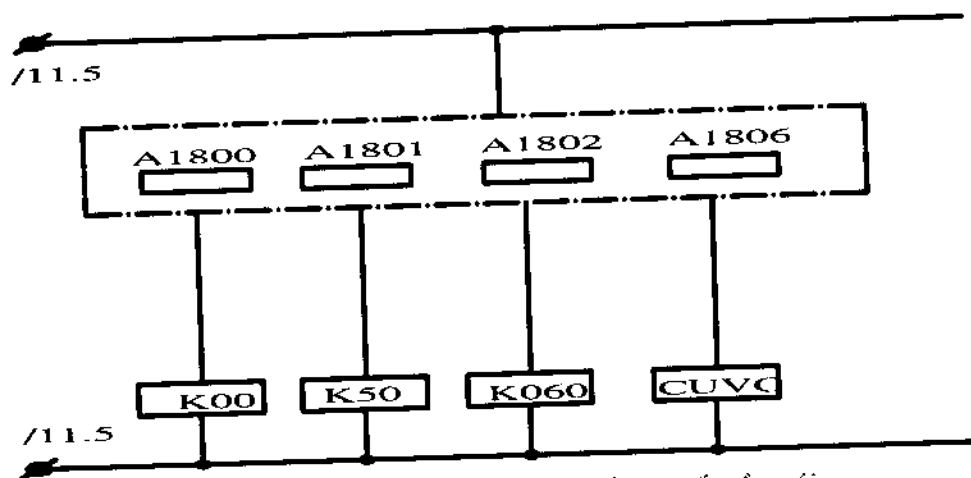
Khối EB184 nhận các tín hiệu vào sau:



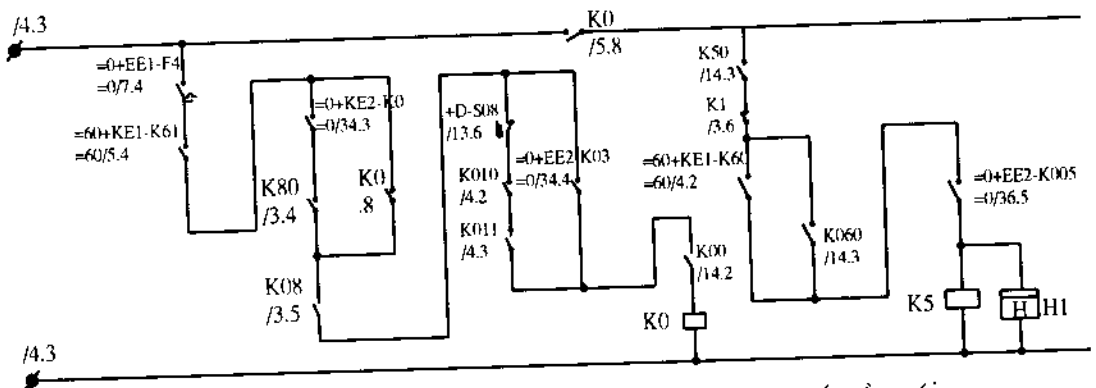
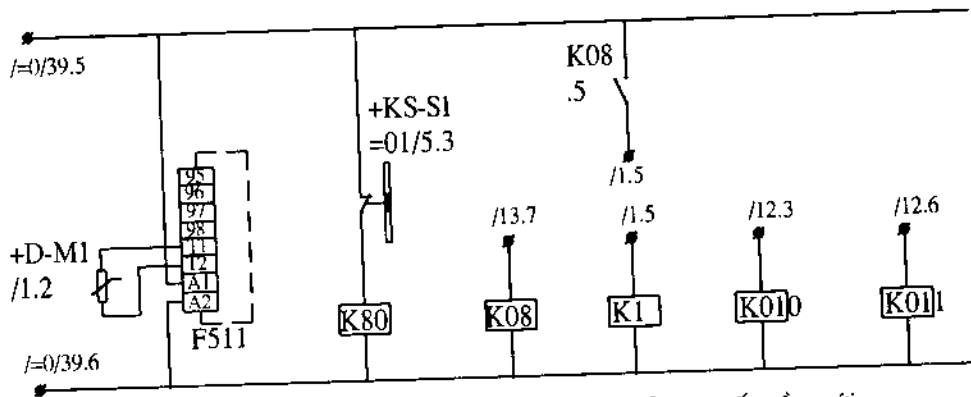
Hình 9.10 . Sơ đồ đầu vào PLC của cơ cấu tâm với



Hình 9.11 . Sơ đồ đầu vào PLC của cơ cấu tâm với



Hình 9.12 . Sơ đồ đầu ra PLC của cơ cấu tâm với



Chức năng các phần tử

K0: Công tắc tơ cấp nguồn cho cuộn hút K5 của cơ cấu phanh.

K1: Công tác tư động lực cấp nguồn cho biến tần của động cơ.

K5: Công tác tư động lực cấp nguồn cho cơ cấu phanh.

K80: Xác định vị trí không của tay điều khiển, dùng để bảo vệ "không" cho cơ cấu tằm

với.

K060: Bảo vệ quá trọng tải khi nâng cần.

A30: Mạch báo phanh, tiêu tán điện năng khi hãm động năng động cơ.

F5: Aptomat tổng cấp nguồn cho hai động cơ phanh thủy lực.

F51, F52: Cấp nguồn cho từng phanh.

F511: Bảo vệ quá nhiệt, quá tải cho động cơ đưa tới mạch cắt khẩn cấp.

K00: Cấp nguồn điều khiển.

CUVC: Card CUVC nằm trên biển tần.

Bộ biến tần Simovert là bộ biến tần gián tiếp điều chế độ rộng xung PWM. Nguồn điều khiển cấp cho bộ biến tần được lấy từ khối SITOP 40A trong khối nguồn +EE2.

K50: Cấp nguồn cho quạt thông gió của phanh.

S011, S10: Tiếp điểm loại cam hạn chế hành trình nâng hạ cần.

S08: Chốt khoá an toàn cho cơ cấu tâm với.

M1 - B03: Công tắc ly tâm gắn trên trục của động cơ để bảo vệ quá tốc độ cho động cơ

thực hiện.

$= 0 + EE1 - F4$: Đóng nguồn cấp điện cho toàn bộ cơ cấu tằm với.

= **60+KE1 - K61**: Báo trước trọng tải của cơ cấu tằm với.

K08: Role trung gian của công tắc ly tâm.

K010: Role bảo vệ cần vào quá gần.

K011: Role bảo vệ cần ra quá xa.

= **0+EE2 - K03**: Giới hạn sự cố, nó cho phép đấu tắt mạch điện để bỏ qua một số sự cố nhỏ.

= **60+KE1 - K60**: Ngừng hoạt động của cơ cấu tằm với khi quá tải.

= **0+EE2 - K005**: Cắt khẩn cấp khi có sự cố.

H1: Đồng hồ báo thời gian làm việc của cơ cấu tằm với đầu song song với công tắc tơ phanh thuỷ lực.

+D - M: Động cơ thực hiện của cơ cấu tằm với.

L1: Cuộn kháng dùng để hạn chế dòng ngắn mạch.

PG: Máy phát xung dùng để đo tốc độ động cơ thực hiện.

+D - R1: Điện trở hãm, tiêu tán năng lượng thừa khi hãm.

+D - Y1, +D - Y2: Hai phanh hãm thuỷ lực, hãm dừng và chống giật cho cơ cấu tằm với.

9.5.2. Nguyên lý hoạt động

Người điều khiển ở cabin lái mở khoá nguồn cấp điện chờ sẵn cho các cơ cấu của cần trục. Máy tính kiểm tra lỗi nếu không có lỗi, các điều kiện đầu vào thoả mãn thì các cơ cấu tằm với cần trục sẵn sàng hoạt động. Khi đưa tay điều khiển cơ cấu tằm với về phía sau hoặc phía trước tương ứng với việc nâng hoặc hạ cần thì tín hiệu được truyền về bộ mã hoá 8 bit, tín hiệu này được mã hoá đưa tới đầu vào E030... E037 của PLC. CPU phân tích và xử lý, tín hiệu đã xử lý từ CPU được gửi tới trạm trung gian ET200 điều khiển biến tần cấp điện cho động cơ qua mạng Profibus.

PLC thu nhận tín hiệu từ bộ mã hoá kết hợp với tín hiệu đầu vào như: báo trọng tải, vị trí tay điều khiển, báo lỗi phanh gửi về ET200 kiểm tra nếu không có lỗi thì công tắc tơ K1 đóng cấp nguồn động lực cho biến tần hoạt động, cấp nguồn cho động cơ thực hiện tằm với (M). Đồng thời khi đó phanh thuỷ lực có điện mở sẽ ra giải phóng trục động cơ.

Khi tay điều khiển ở mức tốc độ cao hơn thì PLC nhận tín hiệu từ tay điều khiển, điều khiển biến tần sao cho đầu ra của biến tần có điện áp và tần số phù hợp với tín hiệu đặt. Tốc độ động cơ tăng lên.

Hệ thống được xây dựng theo sơ đồ mạch kín trong đó máy phát xung PG đóng vai trò là khâu đo tốc độ phản hồi, nhận thông tin từ trục động cơ gửi về ET200 để điều khiển biến tần cấp cho động cơ theo tốc độ đặt ở tay điều khiển làm cho tốc độ động cơ có tính chính xác và ổn định cao.

Khi giảm tốc độ từ tốc độ cao xuống tốc độ thấp sẽ xảy ra quá trình hãm, năng lượng khi hãm được chuyển đổi từ chỉnh lưu và nghịch lưu được đưa tới các điện trở hãm tiêu tán.

1. Chuẩn bị đưa hệ thống vào làm việc

Công tắc tơ chính của cần trục = **0+EE1 - K02** đóng cấp nguồn chờ sẵn cho mạch điều khiển và mạch động lực của toàn cần trục.

Tay điều khiển ở vị trí 0 :

Nếu hệ thống không có sự cố, tiếp điểm **K80** đóng tức là tay điều khiển ở vị trí '0' thì **K80** có điện. Tiếp điểm = **0 +EE1 - F4** aptomat cấp điện cho động cơ tằm với đang đóng. Tiếp

điểm = $60+KE1 - K61$ đóng, tức là tải trọng trong giới hạn cho phép. Tiếp điểm của role xác nhận không có lỗi trong hệ thống = $0+EE2 - K0$. Các tiếp điểm của cơ cấu ngắt khẩn cấp khi tằm với vượt ra khỏi giới hạn cho phép $K010$, $K011$ không tác động (hay khi làm hàng nặng role = $1+KE - K73$ có điện ngắt tiếp điểm của nó ra đưa thêm tiếp điểm $K012$ vào làm việc) hoặc là công tắc tơ loại bỏ các tín hiệu ngắt khẩn cấp = $0+EE2 - K03$ (= $0/34.4$) đóng lại.

Tiếp điểm ly tâm vẫn đóng **K08**. Role điều khiển **K00** có điện (do PLC S7 điều khiển, việc thông qua PLC điều khiển làm cho hệ thống tăng tính an toàn, nếu khi hệ thống có sự cố nó sẽ cắt toàn bộ hệ thống không cho làm việc) đóng tiếp điểm của nó.

Công tắc tơ **K0** có điện, đóng các tiếp điểm sau:

K0 (/8) tự nuôi.

K0 (/5.3) cấp nguồn cho phanh thủy lực.

K0 (/5.3) là tiếp điểm phản hồi về PLC báo công tắc tơ **K0** đã có điện.

Mạch điều khiển phanh thủy lực cơ cấu tằm với

Sau khi công tắc **K0** đóng cấp điện cho mạch điều khiển phanh thì PLC gửi tín hiệu đến khối ET200 cấp điện cho role **K50** cấp nguồn cho quạt thông gió, đồng thời đóng tiếp điểm **K50 (/14.3)** cho phép phanh làm việc nếu không có lỗi và công tắc tơ chính **K1** đóng. Phanh sẽ không làm việc nếu có một trong các lỗi sau:

- Tiếp điểm = $60+KE1 - K60$ của cơ cấu hạn chế tải trọng mở ra tức là tỷ lệ trọng lượng hàng và độ vươn cần quá giới hạn cho phép, đồng thời tiếp điểm **K060 (/14.3)** mở ra do role báo có hiện tượng quá tải.

2. Hệ thống sẵn sàng hoạt động

Giả sử đưa tay điều khiển về phía vươn cần, qua bộ giải mã tín hiệu độ dịch chuyển được đưa vào CPU S7 - 318 qua khối EB3. Sau khi xử lý tín hiệu CPU đưa tín hiệu điều khiển tới bộ biến tần của cơ cấu. Công tắc tơ **K1** có điện đóng các tiếp điểm sau:

- Tiếp điểm **K1/3.6** của mạch động lực cấp nguồn cho bộ biến tần.

- Tiếp điểm **K1/3.6** của mạch điều khiển phanh thủy lực cấp nguồn cho công tắc tơ **K5**. Công tắc tơ **K5** có điện đóng các tiếp điểm **K5/6.5** cấp điện cho hai động cơ **+D - Y1** và **+D - Y2**. Phanh thủy lực giải phóng trục động cơ.

Đồng thời khi ta kéo tay điều khiển thì cam điều khiển xoay làm role trung gian **K80** mất điện, các tiếp điểm sau được mở ra:

- **K80/3.4** mở ra nhưng công tắc tơ **K0** vẫn cấp điện do còn tiếp điểm duy trì **K0.8**.

Tiếp điểm **K80(3.5)** có nhiệm vụ bảo vệ “không” cho hệ thống.

- **K80** mở ra ngắt tín hiệu tới khối ET200. Tùy theo độ dịch chuyển của tay điều khiển thì tín hiệu từ CPU gửi đến điều khiển biến tần cấp điện áp và tần số ra tương ứng với tốc độ đặt ở tay điều khiển.

3. Các bảo vệ trong cơ cấu thay đổi tằm với

- Bảo vệ quá tải cho cơ cấu tằm với bị quá tải khi nâng tải trọng lớn hơn tải trọng định mức, sử dụng bộ hạn chế tải trọng. Khi có hiện tượng quá tải tín hiệu báo bằng đèn và đưa tín hiệu đến PLC để ngắt cơ cấu nâng hạ bằng tiếp điểm = $60+KE1 - K61$. Công tắc tơ **K0** mất điện làm cho công tắc tơ **K1** mất điện cần không vươn ra được mà chỉ có thể thu vào.

- Bảo vệ quá nhiệt cho động cơ thực hiện. Khi động cơ +D - M1 bị quá nhiệt thì rơle F511 tác động nhả tiếp điểm thường đóng F511/3.3 gửi tín hiệu đến PLC qua khối ET200. PLC xử lý và gửi tín hiệu đến cắt điện công tắc tơ K1 làm toàn bộ hệ thống mất điện đồng thời báo hiệu đèn ở buồng điều khiển

- Bảo vệ quá tải cho động cơ điện phanh thủy lực. Nếu động cơ điện phanh thủy lực của cơ cấu bị quá tải thì rơle nhiệt = 4 - F51 hay F52 sẽ tác động cắt aptomat làm mạch động lực động cơ đó mất điện.

- Bảo vệ ngắn mạch bằng các cầu chì, aptomat. Nếu cơ cấu bị ngắn mạch thì cầu chì = 0 - F4 tác động với $I = 125\text{ A}$, toàn bộ nhóm cơ cấu nâng hạ cần bị cắt điện. Nếu một trong hai động cơ của phanh thủy lực bị ngắn mạch, aptomat F5(10A) tác động làm toàn bộ mạch động lực của phanh bị cắt điện.

- Bảo vệ quá tốc cho động cơ bằng công tắc ly tâm M1 - B03 gắn trên trục động cơ. Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi tần số có thể làm cho tốc độ động cơ vượt quá tốc độ định mức nên cần phải bảo vệ quá tốc cho động cơ.

- Bảo vệ hành trình tầm với bằng các công tắc hạn vị hành trình loại cam có hai mức báo :

Mức 1: Cảnh báo trước tầm với hoạt động trong khoảng từ 8 đến 27m gần tới mức này máy tính sẽ thông báo lỗi và cơ cấu tầm với ngừng hoạt động nếu người điều khiển xác nhận lỗi này thì cơ cấu tầm với lại có thể tiếp tục hoạt động.

Mức 2: Khi ra ngoài khoảng giới hạn từ 8 đến 27m thì hạn vị mức 2 tác động, cơ cấu tầm với sẽ bị khoá cứng ngay lập tức hoặc dừng toàn bộ hệ thống.

- Bảo vệ an toàn cho tầm với bằng chốt khoá an toàn S08 khi cơ cấu tầm với ngừng hoạt động.

- Bảo vệ sự cố bằng các nút dừng khẩn cấp đưa tới K005.

- Bảo vệ quá trọng tải khi nâng cần nhờ tiếp điểm K060.

- Bảo vệ không cho cơ cấu tầm với bằng K80, K1.

9.6. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CƠ CẤU QUAY

Cơ cấu quay của cần trục gồm hai động cơ truyền động chính là động cơ dị bộ rôto lồng sóc +D - M₁ và +D - M₂. Hai động cơ truyền động trụ quay và đối xứng qua tâm. Trong lúc quay phía trên trụ chính được định tâm nhờ con lăn và lò xo ép. Hai động cơ làm việc song song và được điều khiển bởi tay điều khiển trong bộ điều khiển, điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp và tần số. Đảo chiều quay bằng cách điều khiển thay đổi thứ tự mở các van IGBT để thay đổi thứ tự các pha. Mỗi động cơ được hãm bằng một phanh điện thủy lực dẫn động bộ hãm cơ khí.

9.6.1. Sơ đồ điện nguyên lý của cơ cấu quay

Cơ cấu quay của hệ cần trục chân đế TUKAN được giới thiệu trong các bản vẽ của nhóm = 3 trong tập bản vẽ lắp ráp, ta có thể thiết lập sơ đồ điện nguyên lý của cơ cấu quay trên hình 9.15 đến hình 9.17, trong đó : Sơ đồ nguyên lý mạch động lực được biểu diễn trên sơ đồ hình 9.15, 9.16, sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển và tín hiệu được biểu diễn trên hình 9.17.

9.6.2. Chức năng các phần tử

- **+D - M1, +D - M2**: Động cơ truyền động chính.
- **+D - Y1, +D - Y2**: Phanh thuỷ lực.
- **K1(3.5)**: Công tắc tơ chính đóng nguồn cấp cho mạch động lực.
- **K5(3.7)**: Công tắc tơ đóng cấp nguồn cho phanh thuỷ lực.
- **6SE70**: Bộ biến tần gián tiếp điều chỉnh độ rộng xung PWM.
- **A30**: Bộ điều khiển hãm làm mịn tốc độ động cơ.
- **K0(3.6)**: Công tắc tơ điều khiển chính của bộ biến tần cơ cấu quay mâm.
- **K80(3.5)**: Công tắc tơ trung gian, có điện khi tay điều khiển ở vị trí "0". Công tắc tơ này có nhiệm vụ bảo vệ 0 khi hệ thống mất điện trong thời gian làm việc.
- **F511(3.7) và F512(3.7)**: Tiếp điểm của role nhiệt có cảm biến nhiệt điện trở đặt trong cuộn dây stato khi động cơ, quá tải sẽ mở tiếp điểm trong mạch báo động và bảo vệ động cơ.
- **F11(3.6) và F12(3.7)**: Role nhiệt bảo vệ quá nhiệt trong mạch động lực của hai động cơ M1 và M2.
- **F51(2.3) và F52(2.6)**: Aptomat có thể đóng cắt bằng tay hoặc tự động bằng điện sử dụng role nhiệt có bảo vệ quá dòng đặt trên mạch động lực hai động cơ phanh Y1 và Y2.
- **H**: Đồng hồ đếm thời gian làm việc của cơ cấu.
- Trạm **ET 200** có nhiệm vụ truyền dữ liệu giữa CPU S7 - 318 và mạch điều khiển cơ cấu quay mâm, cấu trúc trạm ET 200 như sau:

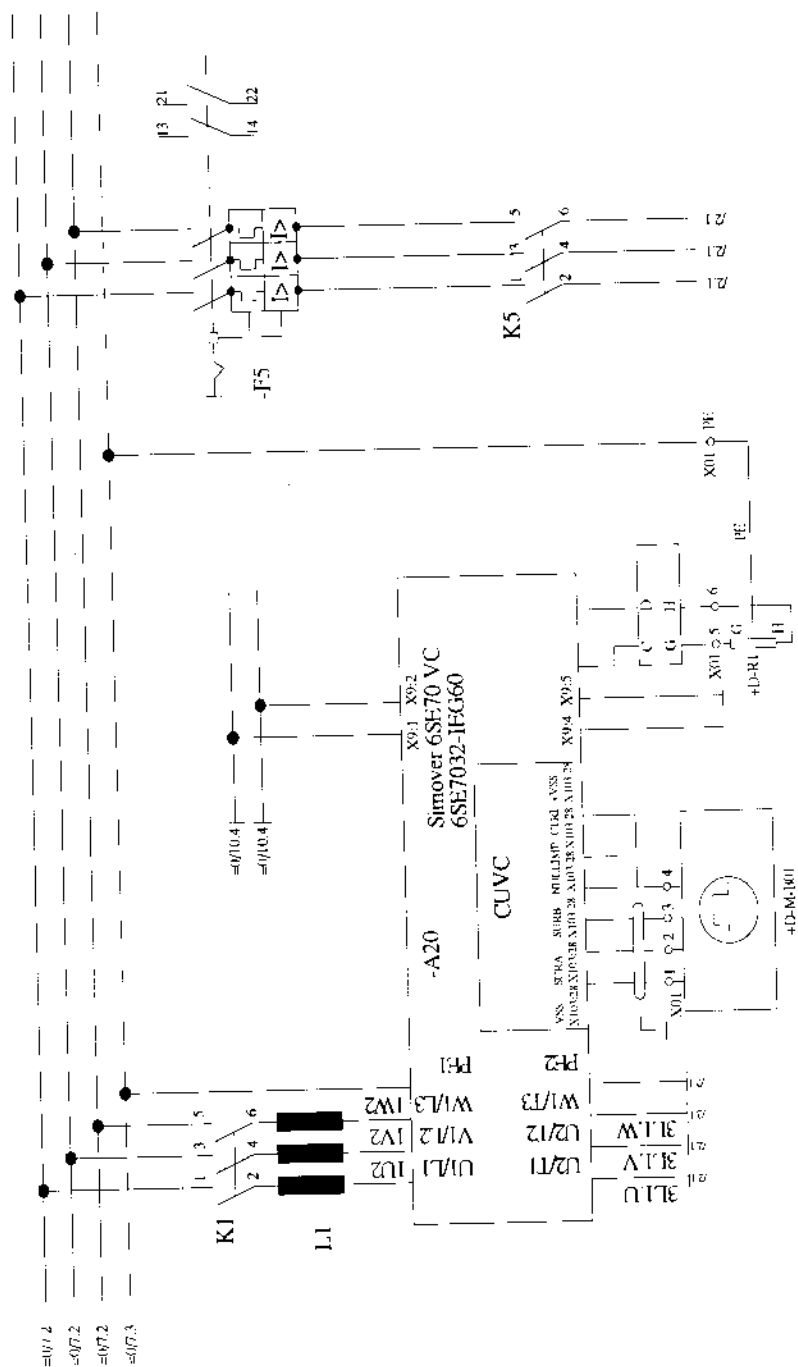
PS	AS	0	1
SITOP	IM153	DE	DA
2A		EB 160/EB 161 16V - 24V	AB160 8V - 24V

Khối **SITOP** có nhiệm vụ cấp nguồn 24V DC.

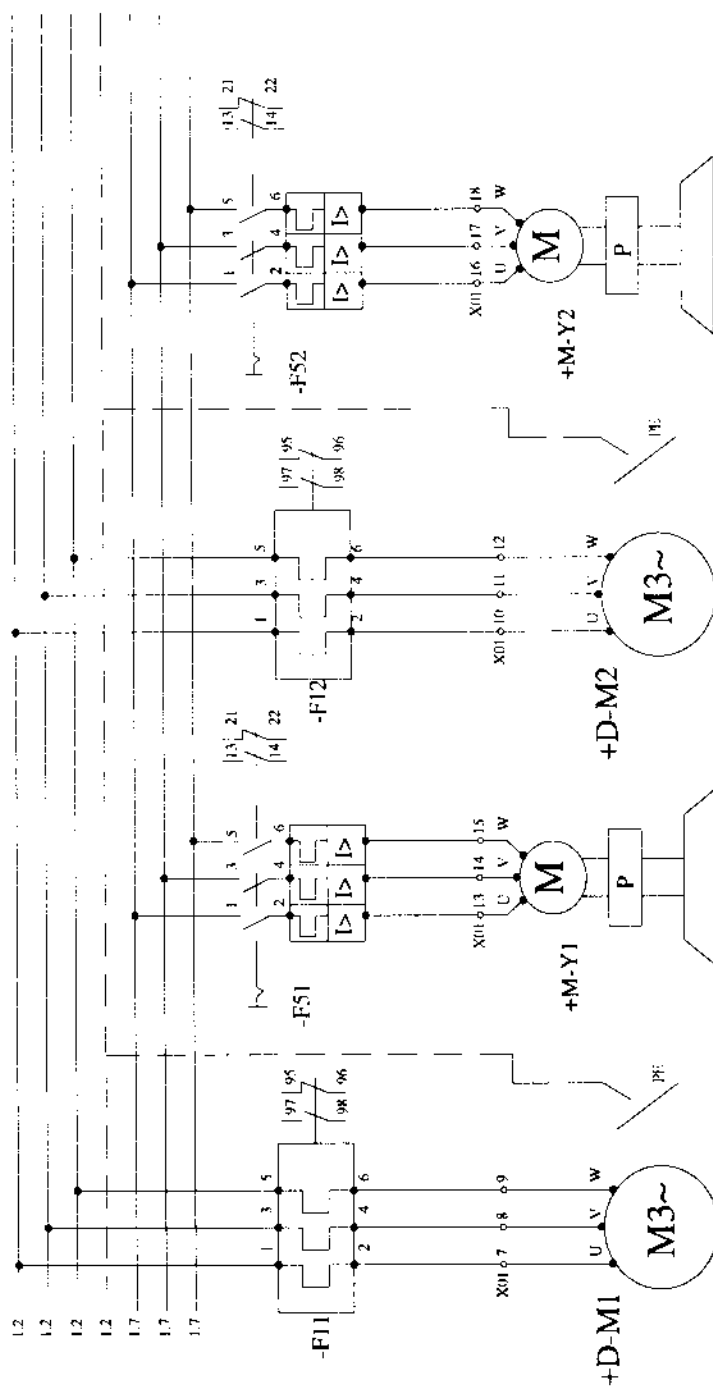
Khối **IM 153 -1** đưa tín hiệu giao tiếp với mạch điều khiển của cơ cấu tâm với.

Khối **EB 160** nhận các tín hiệu vào như sau :

- Tín hiệu công tắc tơ chính động lực **K1(3.5)**.
- Tín hiệu phanh thuỷ lực nhà **K5(3.7)**.
- Tín hiệu công tắc tơ điều khiển **K0(3.6)**.
- Tín hiệu role trung gian của tay điều khiển ở vị trí 0 **K80(3.5)**.
- Tín hiệu phanh động cơ Y1 đã được đóng **K01(3.4)**.
- Tín hiệu phanh động cơ Y2 mở bằng tay hay tín hiệu phanh có lỗi **K02(3.4)**.



Hình 9.15. Sơ đồ nguyên lý cơ cấu quay mâm cân trục TUKAN



Hình 9.16. Sơ đồ nguyên lý cơ cấu quay mâm cân trục TUKAN

Khối **EB 161** nhận các tín hiệu chính sau :

- Aptomat của phanh đã đóng **F5**.
- Tín hiệu báo động cơ số 1 quá nhiệt **F51(3.6)**.
- Tín hiệu báo động cơ số 2 quá nhiệt **F52(3.6)**.
- Báo động cơ số 1 quay trái quá tải **F11(3.6)**.
- Báo động cơ số 2 quay trái quá tải **F12(3.6)**.

Khối đầu ra **AB 160** đưa ra các tín hiệu điều khiển sau :

- Công tắc tơ điều khiển chính **K00**.
- Công tắc tơ điều khiển phanh thuỷ lực **K50(3.2)**.
- Tín hiệu khởi động bộ biến tần (**ON - OFF**).

9.6.3. Nguyên lý hoạt động

Tay điều khiển gồm một bộ mã hoá chuyển từ độ dịch chuyển của tay điều khiển = **3+KS - S1** sang tín hiệu nhị phân 8 bit và một cam phục vụ cho role trung gian.

Vì hệ thống sử dụng bộ mã hoá 8 bit nên có thể coi việc điều chỉnh tốc độ rất lằng. Tín hiệu điều khiển sau bộ mã hoá Encoder được đưa vào lần lượt 8 đầu vào số của khối **EB2** từ **E2.0** đến **E2.7** và được truyền tới CPU **S7 - 318**.

Chuẩn bị đưa hệ thống vào làm việc :

Hệ thống không có lỗi, cầu dao chính của cần trục = **0+EE1 - K02(= 0/6.1)** đóng cấp nguồn sẵn cho mạch điều khiển và mạch động lực.

Tay điều khiển ở vị trí 0:

Nếu hệ thống không có sự cố tức là các tiếp điểm thường đóng trong mạch bảo vệ vẫn đóng.

- Tiếp điểm **K80(3.5)** ở vị trí “không”.
- Tiếp điểm = **0+EE1 - F3(= 0/7.2)** của aptomat cấp điện cho cơ cấu nâng, quay mâm đang đóng.
- Tiếp điểm của role xác nhận không có lỗi trong hệ thống = **0 - EE2 - K0 (= 0/34.3)** đóng.
- Role điều khiển **K00(3.1)** có điện đóng các tiếp điểm của nó.
- Công tắc tơ **K0(3.6)** có điện đóng các tiếp điểm: **K0(3.6)** tự nuôi; **K0(3.7)** cấp nguồn cho phanh thuỷ lực; **K0(3.2)** tiếp điểm phản hồi đến PLC báo cho PLC biết công tắc tơ **K0(3.6)** đã có điện.

Mạch điều khiển phanh thuỷ lực :

Sau khi công tắc tơ **K0(3.6)** đóng cấp điện cho mạch điều khiển phanh thì PLC gửi tín hiệu đến ET 200 cấp điện cho **K50(3.2)** đóng tiếp điểm **K50(3.7)** cho phép phanh làm việc. Phanh không làm việc nếu role = **0 - EE2 - K005** mất điện đây là role báo tín hiệu an toàn về quá tải mô men, quá tải trọng tâm với, sức gió.

Hoạt động :

Giả sử đưa tay điều khiển sang trái (tay điều khiển **+KS - S1**) qua bộ giải mã tín hiệu (binary coder) dịch chuyển được đưa vào CPU - **S7 - 381** qua khối **EB2**.

Sau khi xử lý, CPU đưa ra tín hiệu điều khiển tới bộ biến tần của cơ cấu quay mâm. Công tắc tơ **K1** đóng các tiếp điểm :

- **K1(1.2)** của mạch động lực cấp nguồn cho bộ biến tần .
- **K1(3.6)** mạch điều khiển phanh thủy lực cấp cho hai động cơ **+D - Y1** và **+D - Y2** giải phóng trục động cơ.

Đồng thời khi kéo tay điều khiển cam điều khiển xoay làm role trung gian **K80(3.5)**. Tiếp điểm **K80** mở cắt tín hiệu tới ET200.

Tùy theo độ dịch chuyển của tay điều khiển thì tín hiệu từ CPU gửi đến điều khiển độ mở Thyristor trong bộ biến tần gián tiếp thay đổi, tần số càng cao, tốc độ càng lớn.

9.6.4. Các bảo vệ của hệ thống quay mâm

- *Bảo vệ quá tải:*

- + Bảo vệ quá tải động cơ dẫn động: Động cơ **+D - M1** và **+D - M2** bị quá tải role **F11**, **F12** tác động nhà tiếp điểm thường đóng **F11(2.1)**, **F12(2.4)** cắt mạch điện động lực của động cơ.
- + Bảo vệ quá tải cho động cơ điện phanh thủy lực: Nếu động cơ điện phanh thủy lực cơ cấu quay mâm bị quá tải thì role nhiệt **F51** hay **F52** (có sẵn trong aptomat) sẽ tác động cắt aptomat **F51** hay **F52** dẫn đến toàn mạch động lực của động cơ mất điện.

- *Bảo vệ ngắn mạch:*

- + Bảo vệ bằng cầu chì có trong aptomat = **0+EE1 - F3**: Khi ngắn mạch xảy ra toàn bộ cơ cấu quay mâm mất điện.
- + Nếu động cơ phanh thủy lực bị ngắn mạch, role bảo vệ quá dòng trong aptomat **F5** cắt bảo vệ mạch động lực của phanh.

- *Bảo vệ quá nhiệt:*

Các nhiệt điện trở được đặt trong các cuộn dây stato của động cơ nên khi nhiệt độ cuộn dây quá mức đặt thì role bảo vệ có điện, tùy theo động cơ nào bị quá nhiệt mà role nhiệt **F511** hay **F512** có điện nhà tiếp điểm thường đóng **F511** hay **F512** gửi đến PLC qua khối ET 200. PLC xử lý và gửi tín hiệu cắt điện công tắc tơ **K1** làm toàn bộ hệ thống mất điện đồng thời đèn ở buồng điều khiển sẽ báo.

9.7. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CƠ CẤU DI CHUYỂN

Cơ cấu di chuyển gồm 4 nhóm động cơ được đặt ở 4 chân của cần trục. Các động cơ truyền động (động cơ di bộ rôto lồng sóc) được cấp nguồn từ biến tần **SIM**. Khi cần dịch chuyển cần trục đến vị trí nâng hạ hàng người điều khiển tác động vào tay trang để điều khiển dịch chuyển cơ cấu tùy theo yêu cầu (sang trái hoặc sang phải).

Một số thông số cơ bản của cơ cấu di chuyển:

- Động cơ truyền động có công có $P_{dm} = 7 \times 7,5$ kW.
- Tốc độ di chuyển $V = 32$ m/ ph.
- Tỷ số truyền $i = 44,44$.
- Mômen hãm $= 150$ N.m.
- Điện áp cấp cho động cơ truyền động và động cơ phanh: 380 V, 50 Hz.

9.7.1. Sơ đồ điện nguyên lý của cơ cấu di chuyển

Cơ cấu di chuyển của họ cần trục chân đế TUKAN được giới thiệu trong các bản vẽ của nhóm = 5 trong tập bản vẽ lắp ráp, ta có thể thiết lập sơ đồ điện nguyên lý trên hình 9.18 đến 9.22, trong đó: Sơ đồ nguyên lý mạch động lực được biểu diễn trên hình 9.18 đến 9.21, sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển và tín hiệu được biểu diễn trên hình 9.22.

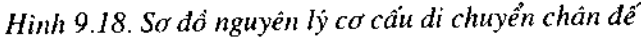
Chức năng các phần tử

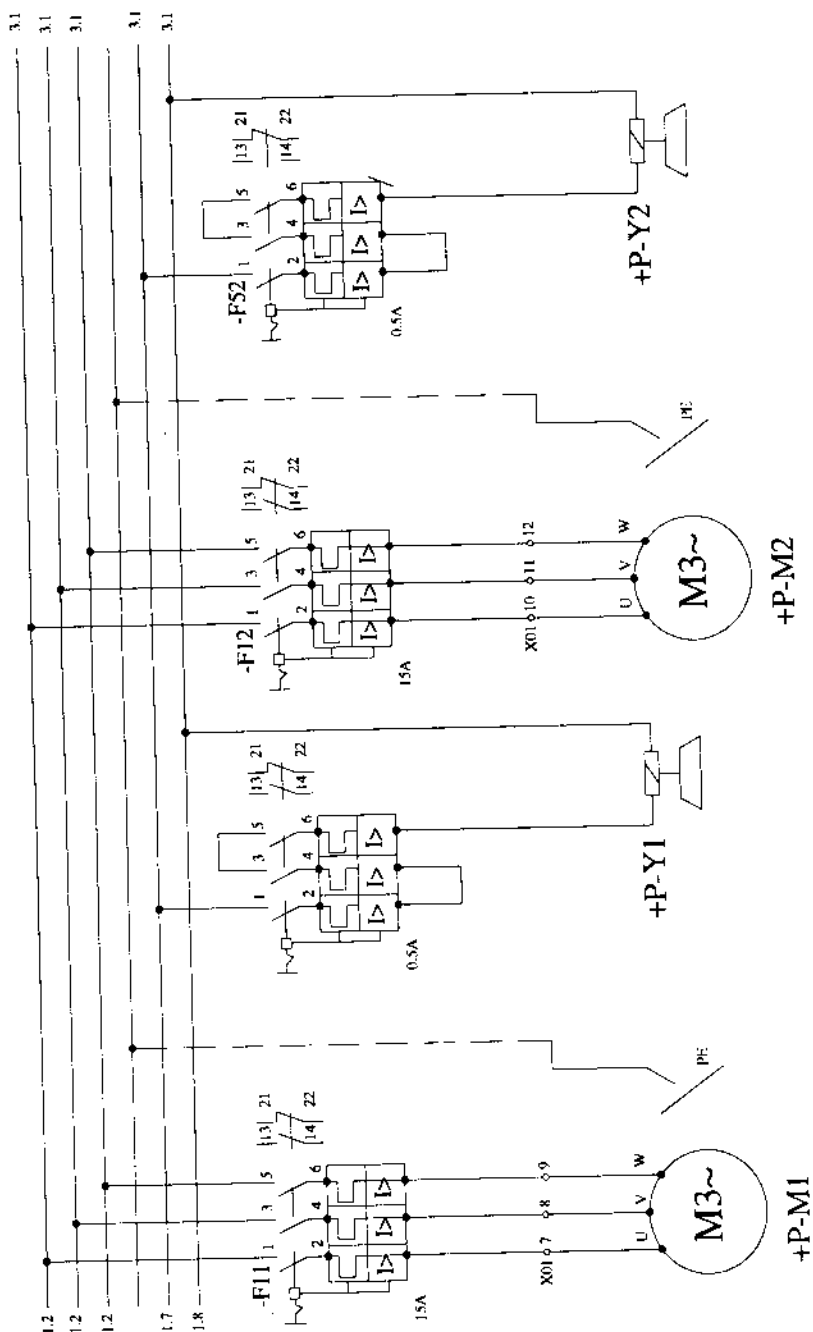
- **+P - M1, +P - M2, +P - M3, +P - M4, +P - M5, +P - M6, +P - M7:** Các động cơ truyền động.
- **+P - Y1, +P - Y2, +P - Y3, +P - Y4, +P - Y5, +P - Y6, +P - Y7:** Các phanh điện từ của các động cơ truyền động chính.
- **K1(5.4):** Công tắc tơ chính đóng nguồn cấp cho mạch động lực.
- **K5(5.6):** Công tắc tơ 1 pha đóng cấp nguồn cho phanh thủy lực.
- **6SE70:** Bộ biến tần gián tiếp điều chỉnh độ rộng xung PWM.
- **A30:** Bộ điều khiển hãm làm mịn tốc độ động cơ.
- **K0(5.6):** Công tắc tơ chính cấp nguồn dòng cho mạch điều khiển.
- **K80(5.5):** Công tắc tơ trung gian, có điện khi tay điều khiển ở vị trí "0". Công tắc tơ này có nhiệm vụ bảo vệ 0 khi hệ thống mất điện trong thời gian làm việc.
- **F511(5.2) và F512(5.2):** Role nhiệt có nhiệt điện trở đặt trong cuộn dây Stato khi động cơ bị quá tải nó sẽ mở tiếp điểm trong mạch bảo động và bảo vệ động cơ ở mạch của động cơ phanh.
- **F11(2.2), F12(2.5), F13(3.2), F14(3.5), F15(4.2), F16(4.5), F17(4.7):** Role nhiệt bảo vệ quá nhiệt ở mạch động lực của bảy động cơ truyền động chính.
- **F51(2.3), F52(2.7), F53(3.3), F54(3.7), F55(4.3), F56(4.6), F57(4.8):** Các aptomat sử dụng role nhiệt, bảo vệ quá dòng đặt trên mạch động lực động cơ phanh.
- **H1:** Đồng hồ đếm thời gian làm việc của cơ cấu.
- **K05 - K08:** Giám sát phanh 1 đến phanh 7.
- **K09:** Giám sát chung cả 7 phanh, 1 phanh có lỗi thì K09 sẽ mất điện.
- Mạch giao tiếp ET 200 có nhiệm vụ truyền dữ liệu giữa CPU S7 - 318 và mạch điều khiển cơ cấu di chuyển như sau:

PS	AS	0	1	2
SITOP	IM153	DE	DE	DA
2A		EB200/EB201 16V-24V	EB204/EB205 16V - 24V	AB200/201 16V - 24V

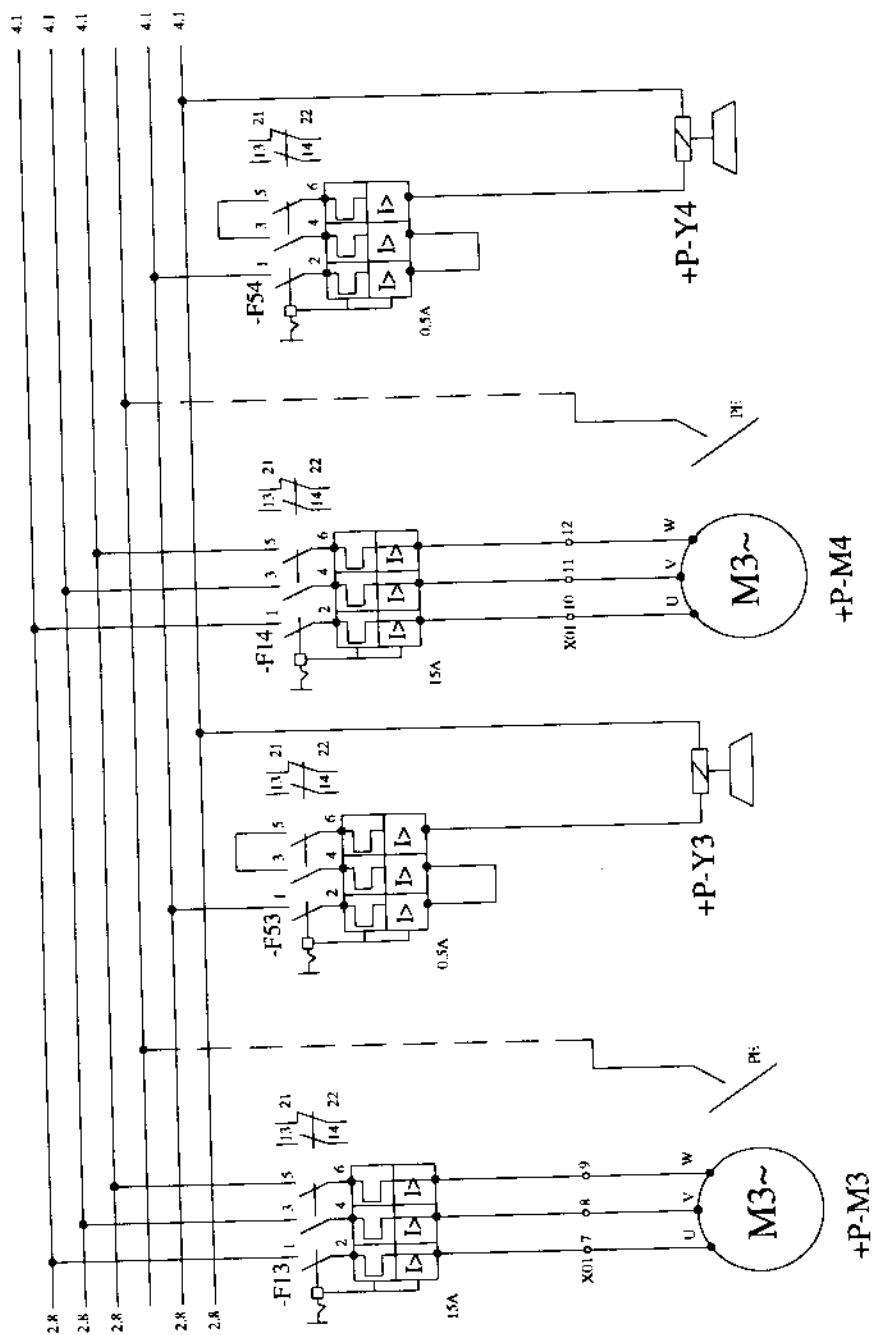
Khối **SITOP** có nhiệm vụ cấp nguồn 24 V DC.

Khối **IM 153 - 1** đưa tín hiệu giao tiếp với mạch điều khiển của cơ cấu tâm với.





Hình 9.19. Sơ đồ nguyên lý cơ cấu di chuyển chân đế



Hình 9.20. Sơ đồ nguyên lý cơ cấu di chuyển chân đế

Khối **EB 200** nhận các tín hiệu vào như sau:

- Tín hiệu công tắc tơ chính động lực **K1(5.2)**.
- Tín hiệu phanh thuỷ lực nhà **K5(5.2)**.
- Tín hiệu công tắc tơ điều khiển dòng mạch động lực **K0(5.1)**.
- Tín hiệu role trung gian của tay điều khiển ở vị trí 0 **K80(5.2)**.
- Tín hiệu báo phanh có lỗi **A30(5.3)**.

Khối **EB 201** nhận các tín hiệu vào như sau:

- Tín hiệu từ aptomat bảo vệ động cơ của cơ cấu quay móc = **11 - F2(5.3)**. (Aptomat F2 từ nhóm = 11).
- Tín hiệu báo kẹp ray đã mở trên khung cầu = **11 - K10(5.3)**.
- Tín hiệu kẹp ray mở hoàn toàn = **11 - K0(5.3)**.

Khối **EB 204** nhận các tín hiệu vào sau:

- Tín hiệu khung ngoạm đã mở = **9 - K10(5.4)**.
- Tín hiệu khung ngoạm đã mở hoàn toàn = **9 - K11(5.4)**.
- Tín hiệu báo khoá đồng bộ = **9 - K3(5.4)**.
- Tín hiệu báo mở khoá đồng bộ = **9 - K2(5.4)**.
- Tín hiệu đường nối trên container = **9 - K4(5.5)**.
- Tín hiệu báo lỗi động cơ trên khung ngoạm = **9 - K5(5.5)**.

Khối **EB 220** nhận các tín hiệu vào sau:

- Tín hiệu kiểm tra mạch phanh **K09(5.1)**.
- Tín hiệu bảo vệ phanh điện từ **K04(5.1)**.
- Tín hiệu bảo vệ động cơ truyền động chính của cơ cấu di chuyển **K03(5.1)**.
- Tín hiệu giám sát nhiệt độ trong động cơ **F511(5.2)** và **F512(5.2)**.

Khối **EB 221** nhận các tín hiệu vào sau:

- Tín hiệu báo bảo vệ động cơ kẹp ray = **0+PRE1 - F17(5.2)**.
- Tín hiệu báo lỗi, ngắt, hết cấp, giám sát quay trái, quay phải từ động cơ quần cáp **3K1(5.2), 2K1(5.2), 4K6(5.3), 4K8(5.3), 4k4(5.3), 4K7(5.4)**.

Khối **EB 225** nhận các tín hiệu vào sau:

- Tín hiệu báo kẹp ray đã mở = **17+PRE1 - K10(5.4), = 17+PRE1 - K20(5.4)**.
- Tín hiệu chiếu sáng trên khung cầu = **10+PRE1 - K12(5.4), = 10+PRE1 - K21(5.5)**.

Khối **EB 228** nhận các tín hiệu vào sau:

- Tín hiệu giám sát các nút dừng khẩn cấp = **0+P - S02(5.5), = 0+P - S03(5.5), = 0+P - S04(5.5), = 0+P - S05(5.6), = 0+P - S08(5.6)**.

Khối **EB 228** nhận các tín hiệu vào sau:

- Tín hiệu giám sát công tắc hạn chế vận hành khi quay trái, quay phải **+P - S10(5.7)**.

Khối đầu ra **AB 200** đưa ra các tín hiệu điều khiển sau:

- Công tắc tơ điều khiển dòng **K00(5.7)**.
- Công tắc tơ điều khiển thông gió mạch phanh **K50(5.7)**.

- Tín hiệu khởi động bộ biến tần (ON-OFF).

Khối đầu ra **AB 201** đưa ra các tín hiệu điều khiển sau:

- Công tắc tơ điều khiển quay trái động cơ quay móc = **11 - K81(5.8)**.
- Công tắc tơ điều khiển quay phải động cơ quay móc = **11 - K82(5.8)**.

Khối đầu ra **AB 220** đưa ra các tín hiệu điều khiển sau:

- Công tắc tơ điều khiển tín hiệu còi báo động **K500(5.1)**.
- Công tắc tơ điều khiển cấp nguồn cho hệ thống chiếu sáng **K501(5.1)**.
- Công tắc tơ điều khiển mở động cơ kẹp ray = **17 - K3(5.2)**.
- Công tắc tơ điều khiển sấy động cơ khi chúng dừng hoạt động = **0 - K4(5.2)**.
- Công tắc tơ điều khiển mở động cơ quần cấp = **16 - K80(5.3)**.
- Công tắc tơ dự trữ **KY**.

9.7.2. Nguyên lý hoạt động

Tay điều khiển gồm một bộ giải mã từ độ dịch chuyển của tay điều khiển = **5+KS - S1** sang tín hiệu nhị phân 8 bit và một cam phục vụ cho role trung gian.

Vì hệ thống sử dụng bộ mã hoá 8 bit nên có thể coi việc điều chỉnh tốc độ rất lằng. Tín hiệu điều khiển tạo ra từ Encoder qua bộ mã hoá được đưa vào lần lượt 8 đầu vào số của khối **EB4** từ E4.0 đến E4.7 và được truyền tới CPU S7 - 318.

Chuẩn bị đưa hệ thống vào làm việc :

Hệ thống không có lỗi, cầu dao chính của cần trục = **0+EE1 - K02(= 0.6.1)** đóng cấp nguồn chờ sẵn cho mạch điều khiển và mạch động lực.

Tay điều khiển ở vị trí 0 :

Nếu hệ thống không có sự cố tức là các tiếp điểm thường đóng trong mạch bảo vệ vẫn đóng.

- Tiếp điểm **K805.5** ở vị trí không.
- Tiếp điểm = **0+EE1 - F5(= 0/7.7)** của aptomat cấp điện cho cơ cấu nâng, quay mâm đang đóng.
- Tiếp điểm của role xác nhận không có lỗi trong hệ thống = **0 + EE2 - K0 (= 0/34.3)** đang đóng.
- Role điều khiển **K00(5.7)** có điện đóng các tiếp điểm của nó.

Mạch điều khiển phanh thuỷ lực :

- Công tắc tơ **K0(5.4)** có điện đóng các tiếp điểm **K0(5.4)** tự nuôi; **K0(5.5)** cấp nguồn cho phanh thuỷ lực; **K0(5.1)** tiếp điểm phản hồi và PLC báo cho PLC biết công tắc tơ **K0(5.4)** đã có điện.

Sau khi công tắc tơ **K0(5.4)** đóng cấp điện cho mạch điều khiển phanh thì PLC gửi tín hiệu đến ET 200 đóng tiếp điểm **K0(5.6)**, cấp điện cho **K50(5.7)** đóng tiếp điểm **K50(5.6)** cho phép phanh làm việc. Phanh không làm việc nếu role = **0 - EE2 - K005** mất điện, đây là role báo tín hiệu an toàn về quá tải mô men, quá tải tầm với.

Hoạt động :

Giả sử đưa tay điều khiển sang trái (tay điều khiển **+KS - S1**) qua bộ mã hoá tín hiệu 8 bit (binary coder) dịch chuyển được đưa vào CPU - S7 - 381 qua khối EB4.

Sau khi xử lý CPU đưa ra tín hiệu điều khiển tới bộ biến tần của cơ cấu di chuyển chân đế. Công tắc tơ **K1** có điện đóng các tiếp điểm:

- **K11.2** của mạch động lực cấp nguồn cho bộ biến tần.
- **K15.3** mạch điều khiển phanh điện cấp cho 7 phanh điện từ **+P - Y1** đến **+P - Y7**, giải phóng trục động cơ.
- Nếu các phanh không có lỗi thì công tắc tơ **K09** gửi tín hiệu đến PLC xử lý để cho phép mở phanh.

Đồng thời khi kéo tay điều khiển cam điều khiển xoay làm role trung gian K805.5 hoạt động. Tiếp điểm **K80** mở cắt tín hiệu tới ET200.

Tuỳ theo độ dịch chuyển của tay điều khiển CPU sẽ tính toán điều khiển biến tần tạo ra tần số, điện áp tương ứng với tốc độ đặt.

9.7.3. Các bảo vệ

- Bảo vệ quá tải:

+ Bảo vệ quá tải động cơ truyền động chính :
Động cơ **+P - M1** đến **+P - M7** bị quá tải role **F11 - F17** tác động nhà tiếp điểm thường đóng **F11(2.1), F12(2.4), F13(3.1), F14(3.4), F15(4.1), F16(4.4), F17(4.8)** cắt mạch điện động lực của động cơ.

+ Bảo vệ quá tải cho động cơ điện phanh thuỷ lực :
Nếu động cơ điện phanh thuỷ lực cơ cấu quay mâm bị quá tải thì role nhiệt **F51 - F57** sẽ tác động cắt aptomat **F51 - F57** dẫn đến toàn mạch động lực của động cơ mất điện.

- Bảo vệ ngắn mạch :

+ Bảo vệ bằng cầu chì có trong aptomat = **0+EE1 - F3**: Khi ngắn mạch xảy ra toàn bộ cơ cấu di chuyển chân đế mất điện.

+ Nếu động cơ phanh thuỷ lực bị ngắn mạch, role bảo vệ quá dòng trong aptomat hoạt động cắt bảo vệ mạch động lực của phanh.

- Bảo vệ quá nhiệt:

Các nhiệt điện trở được đặt trong các cuộn dây stato của động cơ nên khi nhiệt độ cuộn dây quá mức đặt thì role bảo vệ có điện, tuỳ theo động cơ nào bị quá nhiệt mà role nhiệt **F511** hay **F512** có điện nhà tiếp điểm thường đóng **F511** hay **F512** gửi đến PLC qua khối ET 200. PLC xử lý và gửi tín hiệu cắt điện công tắc tơ **K1** làm toàn bộ hệ thống sẽ bị cắt nguồn đồng thời đèn ở buồng điều khiển sẽ báo.

9.8. ĐIỀU KHIỂN NỐI MẠNG PLC TRONG CẦN TRỤC TUKAN

9.8.1. Giới thiệu chung

Cần trục TUKAN là một trong những loại cần trục mới nhất của CHLB Đức áp dụng kỹ thuật điều khiển hiện đại. Để thực hiện điều khiển, cần trục sử dụng hệ thống PLC nối mạng theo

chuẩn Profibus. Điều này cho phép tiết kiệm được chi phí và nâng cao khả năng điều khiển hệ thống. Ở đây mạng Profibus dùng để kết nối trung tâm điều khiển của PLC với các trạm điều khiển phân tán, các màn hình hiển thị và các biến tần. Để thực hiện những phương pháp điều khiển hiện đại cần phải có những thiết bị tương ứng. Sau đây sẽ giới thiệu một số thiết bị sử dụng trong hệ điều khiển của cần trục TUKAN.

*** Bộ kiểm soát lập trình**

Có nhiệm vụ kiểm soát chương trình một cách tự động thông qua màn hình hiển thị TP27. Bộ kiểm soát lập trình dùng để kiểm soát toàn bộ cơ cấu truyền động, các bộ biến tần, hệ thống điện áp thấp và bảng điều khiển cần trục. Bộ kiểm soát lập trình được nối tới bảng điện độc lập và bàn điều khiển cần trục qua trạm trung gian ET200.

Các trị số cố định đối với cơ cấu truyền động được hiển thị bằng bộ điều khiển kỹ thuật số. Trị số cố định được giới hạn, phong toả hoặc truyền báo do bộ kiểm soát trước khi chúng được chuyển mạch vào các cơ cấu tương ứng qua đơn vị đầu ra tương đồng.

Kiểm soát trung tâm cũng như thu thập các lỗi đơn lẻ và hiển thị chúng trên màn hình văn bản trong cabin điều khiển.

Nhằm để nâng cao tính an toàn hoạt động, các lỗi gây ra ngắt mạch cưỡng bức các truyền động được đưa vào bộ kiểm soát PLC và được chạy qua PLC, làm như thế để đảm bảo được rằng trong trường hợp hỏng PLC, các thiết bị truyền động sẽ dừng lại.

*** Trạm trung gian ET200** có nhiệm vụ truyền dữ liệu giữa CPU và mạch điều khiển của các cơ cấu nhờ các khối in - out.

*** Bộ biến tần 6SE70** là bộ biến tần gián tiếp, tần số ra của bộ biến tần được điều khiển thay đổi bằng cách dịch tay điều khiển. Tuỳ theo độ dịch chuyển của tay điều khiển mà tín hiệu từ CPU gửi đến để điều khiển biến tần điều chế theo độ rộng xung PWM.

*** Tay điều khiển** của cần trục TUKAN không phải là tay trang đơn thuần đóng mở bằng các tiếp điểm mà tay điều khiển dùng Encoder thông qua bộ giải mã từ độ dịch chuyển của tay điều khiển sang tín hiệu nhị phân 8 bit phục vụ cho điều chỉnh tốc độ của cơ cấu tương ứng với 256 cấp tốc độ cho mỗi chiều chuyển động.

Trước đây các công tắc tơ - rơle được dùng làm phần tử điều khiển chính trong mạch của các cơ cấu. Còn với cần trục TUKAN phần tử điều khiển chính trong mạch là các khối in - out. Khối đầu vào nhận các tín hiệu vào sau khi qua bộ phận xử lý tín hiệu sẽ đưa ra khối đầu ra và ta được tín hiệu điều khiển.

Với cách thiết kế như trên nên sơ đồ điều khiển, mạch động lực đơn giản, gọn nhẹ, việc điều chỉnh tốc độ lág hơn nhiều so với cần trục điều khiển sử dụng công tắc tơ - rơle. Do không sử dụng các công tắc tơ ở mạch động lực mà dùng bộ biến tần nên tránh được những phức tạp do tia lửa điện gây ra do đóng mở các tiếp điểm.

9.8.2. Cấu trúc của mạng điều khiển cần trục TUKAN

Cấu trúc của mạng điều khiển cần trục TUKAN được minh hoạ trên hình 9.23. Các thành phần cơ bản của hệ thống gồm :

+ **CPU** : Khối điều khiển trung tâm có nhiệm vụ thu thập và xử lý thông tin của toàn hệ thống qua Profibus.

+ **TP27** : Màn hình hiển thị. Có hai màn hình hiển thị được đặt ở hai vị trí, màn hình thứ nhất đặt tại cabin điều khiển, màn hình thứ hai được đặt tại buồng điện. Các màn hình này được dùng để kiểm tra giám sát và xác nhận lỗi.

+ **ET200** : Là các trạm trung gian, kết hợp với CPU và biến tần để điều khiển hoạt động của các cơ cấu.

+ **CBP** (Communication Board Profibus) : Khối giao diện thông tin (khối giao tiếp) của biến tần dùng để kết nối biến tần với mạng Profibus.

Hoạt động chung của các khối như sau :

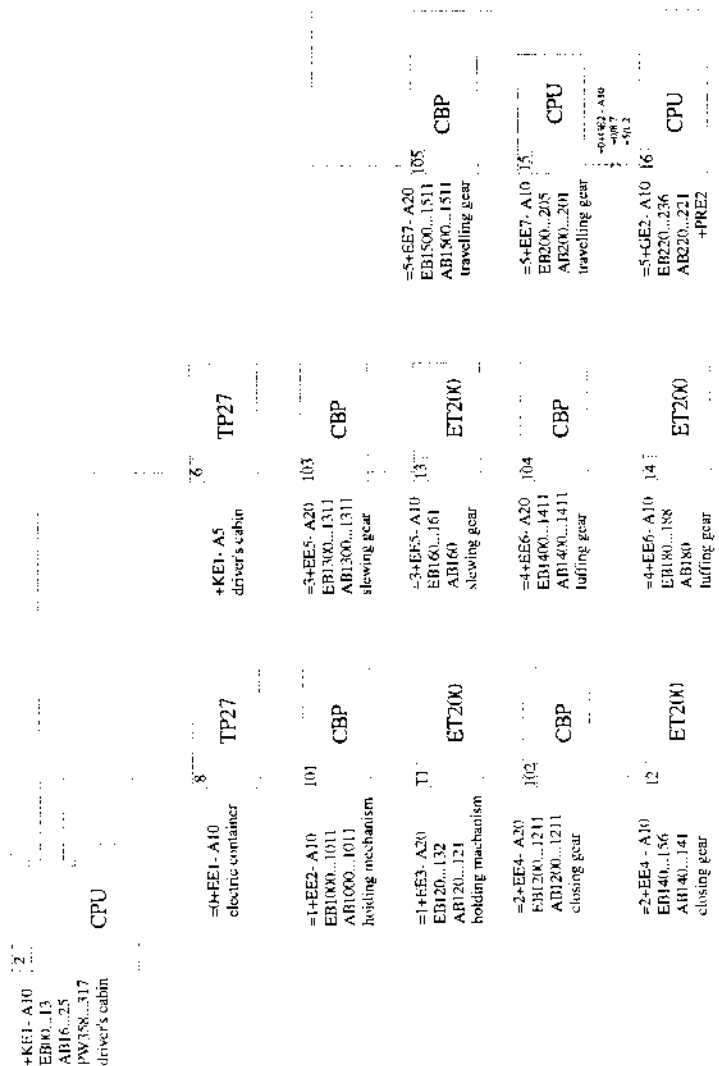
Khối điều khiển trung tâm CPU được kết nối với màn hình hiển thị TP27 và các khối PLC của hệ thống qua mạng Profibus.

Để điều khiển hoạt động của các cơ cấu tín hiệu được đưa từ bộ xử lý trung tâm tới đầu vào của các trạm phân tán của PLC, trạm phân tán của PLC thu nhận tín hiệu và thực hiện điều khiển hoạt động của hệ thống.

Ngoài ra các đầu vào của các trạm phân tán còn được kết nối với hệ thống bảo vệ bằng role để đảm bảo an toàn cho vận hành của hệ thống. Trong trường hợp xảy ra sự cố các role này tác động và truyền tín hiệu đến đầu vào của khối PLC. PLC thu nhận thông tin và ra lệnh điều khiển dừng hoạt động của cơ cấu.

Việc xác báo lỗi của hệ thống được hiển thị trên màn hình TP27 giúp cho người điều khiển xác định nhanh và chính xác nơi xảy ra sự cố để thuận tiện cho việc sửa chữa, bảo dưỡng và nhanh chóng đưa cơ cấu vào làm việc phục vụ sản xuất. Có hai màn hình TP27 đặt tại cabin điều khiển (driver's cabin) và buồng điện điều khiển chính (electric container).

Khi xảy ra sự cố tín hiệu được truyền về CPU và báo lỗi trên TP27 đặt tại cabin điều khiển. Người điều khiển xác nhận lỗi và xem có thể tiếp tục cho hệ thống hoạt động hay không. Nếu lỗi không nghiêm trọng thì người điều khiển tác động vào nút ấn xác nhận lỗi bên tay phải của bàn điều khiển để bỏ qua lỗi đó và tiếp tục đưa hệ thống vào làm việc.



Hình 9.23 . Sơ đồ cấu trúc mạng PLC của cần trục

9.8.3. Cấu trúc chung của các khối trong mạng Profibus của cần trục TUKAN

1. CPU: Khối xử lý trung tâm (= 01+KE1 - A10)

PS	CPU	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	7
SITOP 5A	CPU	DE EB0/ EB3	DE EB4/ EB5	DE EB8/ EB9	DE EB12/ EB13	DA AB16/ AB17	DA AB20/ AB21	DA AB24/ AB25	AE PW12
		32*24V	16*24V	16*24V	16*24V	16*24V	16*24V	16*24V	2*+/-10V

CPU gồm :

+ 4 modul tín hiệu vào 24V DC, trong đó:

Modul 1: có 32 đầu vào số, địa chỉ EB0.0... EB3.7

Modul 2: có 16 đầu vào số, địa chỉ EB4.0... EB5.7

Modul 3: có 16 đầu vào số, địa chỉ EB8.0... EB9.7

Modul 4: có 16 đầu vào số, địa chỉ EB12.0... EB13.7

+ 3 modul tín hiệu ra 24V DC, trong đó:

Modul 1: có 16 đầu ra số, địa chỉ EB16.0... EB17.7

Modul 2: có 16 đầu ra số, địa chỉ EB20.0... EB21.7

Modul 3: có 16 đầu ra số, địa chỉ EB24.0... EB25.7

2. Khối PLC của cơ cấu tời giữ (= 1+EE3 - A10)

PS	AS	.0	.1	.2	.3	.4
SITOP 2A	IM153	DE EB120/ EB121 16*24V	DE EB124 8*230V	DE EB128 8*230V	DE EB132 8*230V	DA AB120/ AB121 16*24V

Khối = 1+EE3 - A10 gồm :

+ 4 modul tín hiệu vào, trong đó:

Modul 1: có 16 đầu vào số 24V DC, địa chỉ EB120.0... EB121.7

Modul 2: có 8 đầu vào số 230V, địa chỉ EB124.0... EB124.7

Modul 3: có 8 đầu vào số 230V, địa chỉ EB128.0... EB128.7

Modul 4: có 8 đầu vào số 230V, địa chỉ EB132.0... EB132.7

+ 1 modul tín hiệu ra 24V DC, trong đó:

Modul: có 16 đầu ra số 24V DC, địa chỉ EB120.0... EB121.7

3. Khối PLC của cơ cấu đóng mở gầu ngoàm (= 2+EE4 - A10)

PS	AS	.0	.1	.2	.3	.4	.5
SITOP 2A	IM153	DE EB140/ EB141 16*24V	DE EB144 8*230V	DE EB148/ EB149 16*24V	DE EB152/ EB153 16*24V	DE EB156 8*230V	DA AB140/ AB141 16*24V

Khối = 2+EE4 - A10 gồm có :

+ 5 modul tín hiệu vào, trong đó

Modul 1: có 16 đầu vào số 24V DC, địa chỉ EB140.0... EB141.7

Modul 2: có 8 đầu vào số 230V, địa chỉ EB144.0... EB144.7

Modul 3: có 16 đầu vào số 24V DC, địa chỉ EB1448.0... EB149.7

Modul 4: có 16 đầu vào số 24V DC, địa chỉ EB152.0... EB153.7

Modul 5: có 8 đầu vào số 230V, địa chỉ EB156.0... EB156.7

+ 1 modul tín hiệu ra 24V DC: có 16 đầu ra số 24V DC, địa chỉ EB140.0... EB141.7.

4. Khối PLC của cơ cấu quay (= 3EE5 - A10)

PS	AS	.0	.1
SITOP 2A	1M153	DE EB160/EB161 16*24V	DA AB160 8*24V

Khối = 3EE5 - A10 gồm có :

- + 1 modul tín hiệu ra 24V DC: có 16 đầu ra số 24V DC, địa chỉ EB160.0... EB161.7
- + 1 modul tín hiệu ra 24V DC: có 8 đầu ra số 24V DC, địa chỉ EB160.0... EB160.7

5. Khối PLC của cơ cấu nâng hạ cần (= 4+EE6 - A10)

PS	AS	.0	.1	.2	.3
SITOP 2A	1M153	DE EB180/EB181 16*24V	DE EB184 8*230V	DE EB188 8*230V	DA AB180 8*230V

Khối = 4+EE6 - A10 gồm có :

- + 3 modul tín hiệu vào, trong đó:
 - Modul 1: có 16 đầu vào số 24V DC, địa chỉ EB180.0... EB181.7
 - Modul 2: có 8 đầu vào số 230V, địa chỉ EB184.0... EB184.7
 - Modul 3: có 8 đầu vào số 230V, địa chỉ EB188.0... EB188.7
- + 1 modul tín hiệu ra 24V DC: có 8 đầu ra số 24V DC, địa chỉ EB180.0... EB180.7

6. Khối PLC của cơ cấu di chuyển (= 5+EE7 - A10)

PS	AS	.0	.1	.2
SITOP 2A	1M153	DE EB200/EB201 16*24V	DE EB204/EB205 16*24V	DA AB188 8*24V

Khối = 5+EE7 - A10 gồm :

- + 2 modul tín hiệu vào, trong đó:
 - Modul 1: có 16 đầu vào số 24V DC, địa chỉ EB200.0... EB201.7
 - Modul 2: có 16 đầu vào số 24V DC, địa chỉ EB204.0... EB205.7
- + 1 modul tín hiệu ra 24V DC: có 8 đầu ra số 24V DC, địa chỉ EB200.0... EB201.7

7. Khối = 5+PRE2 - A10

PS	AS	.0	.1	.2	.3	.4	.5
SITOP 2A	1M153	DE EB220/ EB221 16*24V	DE EB244/ EB225 16*24V	DE EB228 8*230V	DE EB232 8*230V	DE EB236 8*230V	DA AB220/ AB221 16*24V

Khối = **5+PRE2 - A10** gồm :

+ 5 modul tín hiệu vào, trong đó:

Modul 1: có 16 đầu vào số 24V DC, địa chỉ EB220.0... EB221.7

Modul 2: có 16 đầu vào số 24V DC, địa chỉ EB224.0... EB225.7

Modul 3: có 8 đầu vào số 230V, địa chỉ EB228.0... EB228.7

Modul 4: có 8 đầu vào số 230V, địa chỉ EB232.0... EB232.7

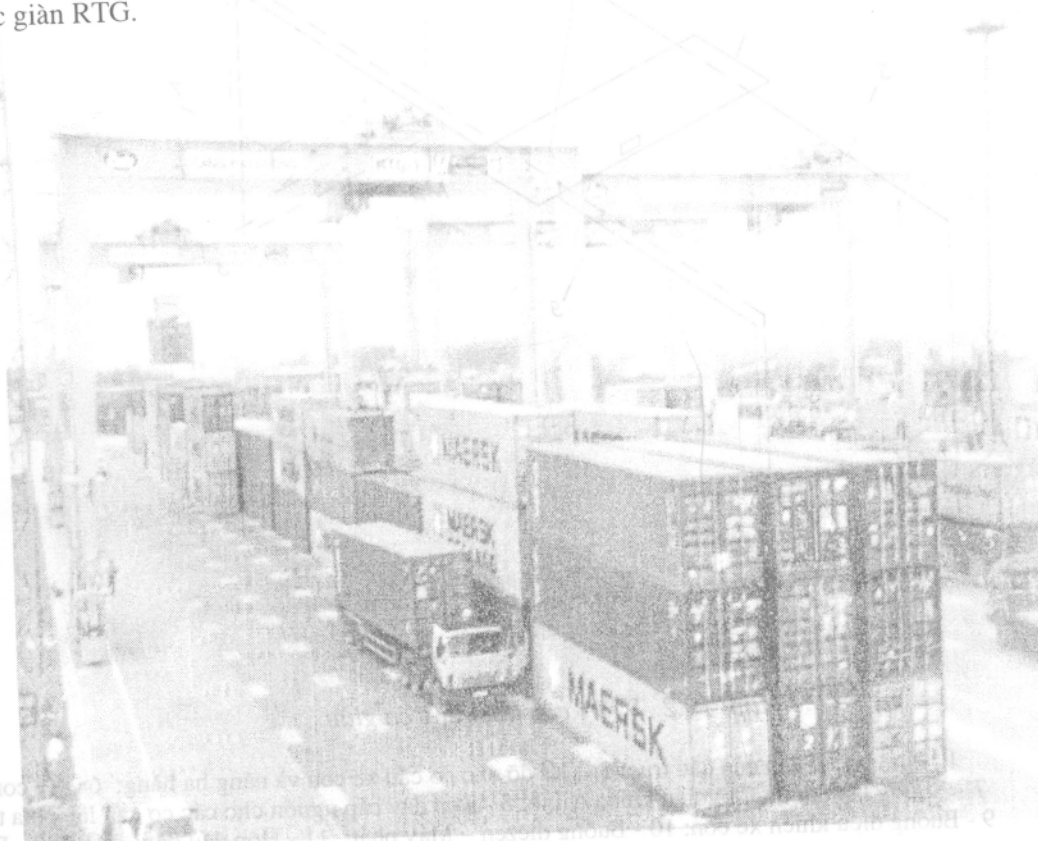
Modul 5: có 8 đầu vào số 230V, địa chỉ EB236.0... EB236.7

+ 1 modul tín hiệu ra 24V DC: có 16 đầu ra số 24V DC, địa chỉ
EB220.0... EB221.7.

CHƯƠNG 10. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ ĐIỀU KHIỂN CẦU TRỤC GIÀN RTG NÂNG CHUYỂN CONTAINER

10.1. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ CẦU TRỤC RTG

Cầu trục giàn bánh lốp (RTG) do hãng Mitsui Paceco Nhật Bản thiết kế, chế tạo, đưa vào khai thác, vận hành tại nhiều cảng sông, cảng biển ở Việt Nam và trên thế giới. Loại cầu trục này có nhiệm vụ xếp dỡ container ở bãi cảng lên ô tô vận tải hoặc ngược lại. Trên hình 10.1, là hình ảnh cầu trục giàn RTG.



Hình 10.1. Cầu trục giàn nâng chuyển container RTG.

10.1.1. Đặc điểm cấu trúc và thông số kỹ thuật của cầu trục giàn RTG

1. Đặc điểm chung

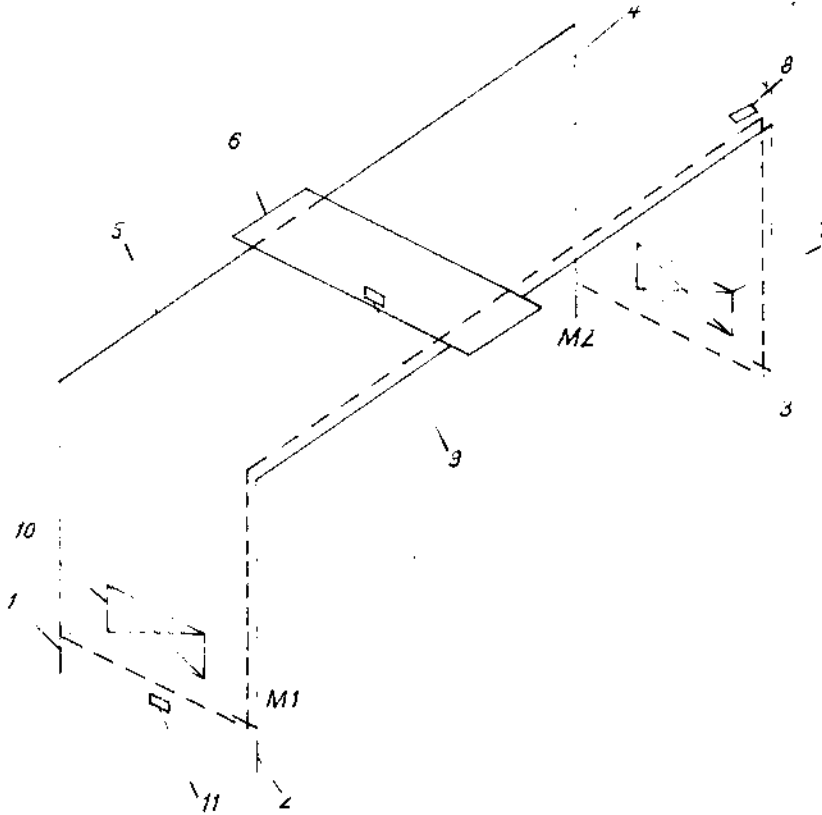
Cầu trục giàn RTG chuyển tải Mitsui Paceco là loại cầu trục bánh lốp tự hành, hoạt động độc lập, sử dụng động cơ diezen lai máy phát điện. Nó được dùng trong xếp dỡ tại các bãi container.

Người vận hành có thể nhìn thấy tất cả từ cabin lái. Một gương treo dưới khung cang cabin sẽ tăng cường khả năng quan sát. Mọi chức năng vận hành được thực hiện bởi người vận hành từ cabin lái. Động cơ diezen lai máy phát cấp nguồn được khởi động sau khi người vận hành đã kiểm

tra các điều kiện làm việc của cầu trục. Cầu trục RTG được trang bị kỹ thuật điều khiển hiện đại, độ tin cậy và năng suất cao.

2. Cấu trúc giàn và vị trí lắp đặt thiết bị của cầu trục RTG

Cấu trúc giàn của cầu trục RTG được thể hiện trên hình 10.2.



Hình 10.2. Vị trí các thiết bị trên giàn.

- 1, 2, 3, 4 - Chân của cầu trục; 5 - Xà đỡ cho cơ cấu xe con và nâng hạ hàng; 6 - Xe con;
7 - Buồng lắp đặt thiết bị điều khiển chính; 8 - Kẹp dây cáp nguồn cho các cơ cấu lắp phía trên;
9 - Buồng điều khiển xe con; 10 - Buồng diesel - Máy phát; 11 - Hộp đầu dây; M1, M2 - Động cơ di chuyển giàn.

10.1.2. Các thông số kỹ thuật của cầu trục giàn RTG

1. Các thông số chính:

Loại cầu trục: Cầu trục công bánh lốp tự hành, loại có xe con di chuyển.

Sức nâng lớn nhất khi dùng khung cầu: 35,6 tấn.

Chế độ thử tải: 125% sức nâng lớn nhất.

Loại container: ISO 40 FEET (IAA, IAAA).

ISO 20 FEET (ICC);

Khung cầu : Khung cầu kiểu ống lồng 20', 40'

Hành trình xe con : 19,07 m

Chiều cao nâng : 15,24

Cơ sở xe (khoảng cách trục bánh xe)	: 6,4 m
Số lượng bánh xe cầu trục	: 8 bánh (2 bánh/cụm chân)
Áp lực lên bánh xe (khi không có tải trọng gió).	
- Với tải trọng danh định (35,6 tấn)	: xấp xỉ 26,9 tấn/bánh
- Khi không tải	: xấp xỉ 18,8 tấn/bánh.

2. Tốc độ vận hành:

- Tốc độ nâng:
 - Với tải lớn nhất : 20 m/ph
 - Chỉ với khung cầu : 45 m/ph
- Tốc độ di chuyển xe con : 70 m/ph
- Tốc độ di chuyển giàn: 135 m/phút (không gió, không dốc, không tải).

3. Nguồn điện:

- Cầu trục được cung cấp bởi hệ thống diezen – máy phát điện.
- Động cơ diezen chính : Cummins
 - Loại động cơ : Kiểu NTA855-G2
 - Loại vận hành : 4 kỳ, làm mát bằng nước và quạt gió tự lai.
- Mạch động cơ xoay chiều : AC 440 V, 60 Hz, 3 pha.
- Mạch điều khiển : AC 100 V, 60 Hz, 1 pha
: AC 200 V, 60 Hz, 3 pha
- Điện áp sự cố và chiếu sáng : AC 220 V, 60 Hz, 3 pha
: AC 100 V, 60 Hz, 1 pha
- Máy điều hoà không khí : AC 220 V, 60 Hz, 1 pha
- Bộ sấy nóng : AC 220 V, 50 Hz, 1 pha
- Nguồn năng lượng dự phòng : AC 220 V, 50 Hz, 1 pha

4. Cáp thép:

Cáp thép cho cơ cấu nâng chính	: 4 sợi cáp /cầu trục
Đường kính cáp	: $\varnothing$ 25 mm
Ứng suất	: 1770 N/mm ²
$\varnothing$ 25.47 m	: 1 sợi/cầu trục
$\varnothing$ 25.50 m	: 1 sợi/cầu trục
$\varnothing$ 25.51 m	: 1 sợi/cầu trục
$\varnothing$ 25.57 m	: 1 sợi/cầu trục

Cáp thép sử dụng cho chống lắc khung cầu - hàng:

Đường kính cáp	: $\varnothing$ 10 mm
Ứng suất	: 1770 N/mm ²
Tải trọng phá huỷ	: 67,5 kN

5.phanh hãm:

(xem bảng 10.1)

Bảng10.1. Các phanh được sử dụng cho cầu trục RTG

Công dụng	Số lượng	Loại
Cơ cấu nâng hạ	1	Phanh đĩa điện thủy lực xoay chiều
Cơ cấu di chuyển xe con	1	Phanh đĩa điện từ 1 chiều
Cơ cấu di chuyển cầu trục	1	Phanh đĩa điện từ 1 chiều
Cơ cấu nghiêng	1	Phanh đĩa điện từ xoay chiều

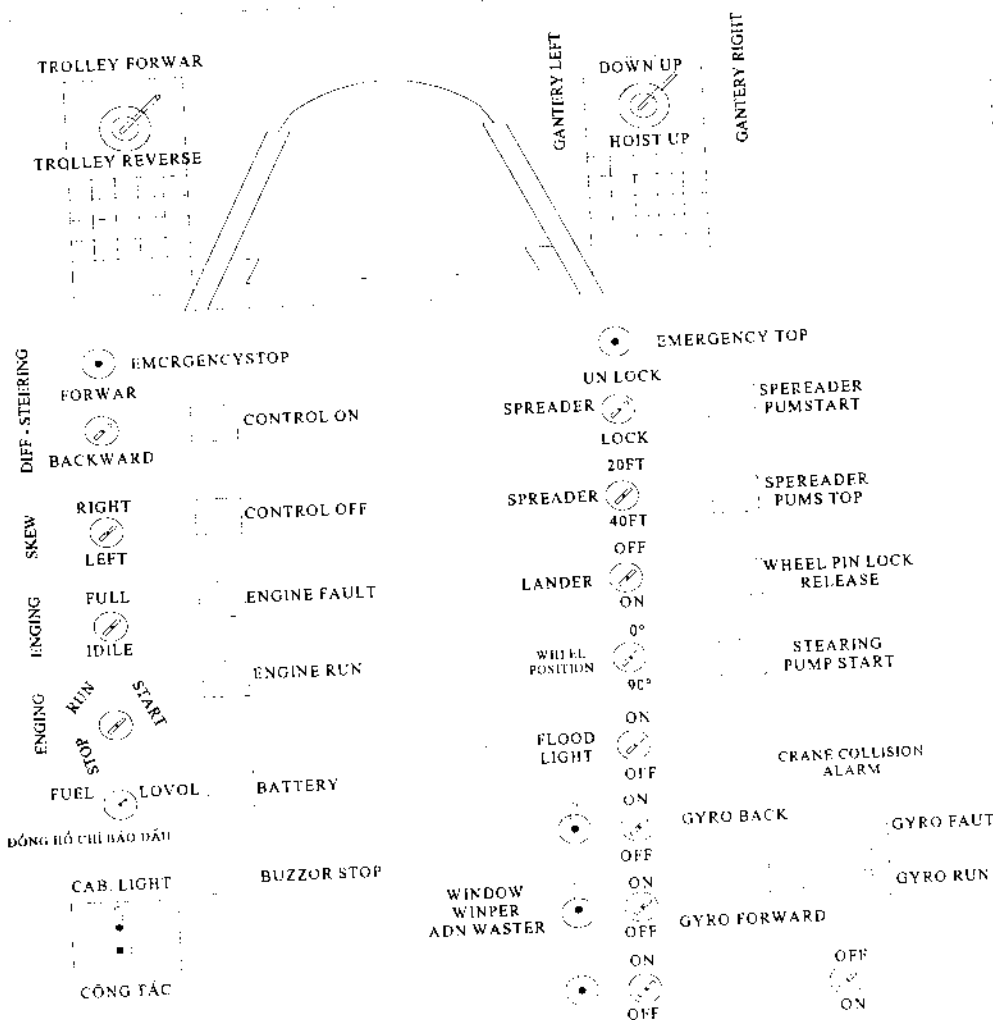
6. Thông số kỹ thuật cơ bản của máy phát điện xoay chiều và động cơ điện sử dụng trên cầu trục RTG

Bảng 10.2. Các thông số kỹ thuật của máy phát điện và động cơ .

Công dụng	Công suất ra	Tốc độ (vg/ph)	Điện áp (V)	Đặc tính	Nắp dây	Cách điện	Loại	Số lượng
MFD cấp nguồn cho động cơ điện	450 kVA	1800	AC 440	Liên tục	Chống thấm	Vật liệu cách điện cấp F	Đồng bộ	1
ĐC cơ cấu nâng	150 kW	1000/2250	AC 440	Liên tục	TEFC	“	Lồng Sốc	1
ĐC cơ cấu di chuyển xe con	37 kW	1750	AC 440	60%ED	TEFC	“	“	1
ĐC cơ cấu di chuyển cầu trục	45 kW	1533/2300	AC 440	40%ED	TEFC	“	“	2
ĐC bơm thủy lực khung cầu	5,5 kW	1800	AC 440	Liên tục	TEFC	“	“	1
ĐC cơ cấu chống nghiêng	2,2 kW	1800	AC 440	30 phút	TENV	Cấp E	“	1
ĐC của bơm hệ thống lái	5,5 kW	1800	AC 440	Liên tục	TENV	Cấp B	“	2
ĐC mômen xoắn chống lắc	4,4 kg.m	1800	AC 440	Liên tục	Chống thấm	Cấp F	Động cơ có mômen lớn	4

10.2. VỊ TRÍ CÁC THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN TRÊN CẦU TRỤC RTG

Cabin điều khiển có các công tắc, nút ấn, tay trang điều khiển, các đèn báo hiệu được bố trí như trên hình 10.3.



Hình 10.3. Vị trí các thiết bị điều khiển trong cabin cầu trục RTG
 Chức năng của thiết bị ở bàn điều khiển bên tay phải trên cabin.

Bảng 10.3. Chức năng của các vị trí trên bàn điều khiển.

T	Chi tiết	Chức năng	Công dụng và vận hành
1	Công tắc chính		
2		HOIST DOWN (Hạ)	Vận hành cơ cấu hạ chính
3		HOIST UP (Nâng)	Vận hành cơ cấu nâng chính
4		GANTRY LEFT	Vận hành cầu trục sang trái
5		GANTRY RIGHT	Vận hành cầu trục sang phải
6	Công tắc nút ấn	EMERGENCY STOP	Ấn để dừng tất cả các chuyển động trong trường hợp khẩn cấp.
7	NP	Khung cầu	
8	Công tắc thay đổi	UNLOCK - O - LOCK	Chọn để khoá hoặc mở 4 chốt xoay.
9	NP	Khung cầu	
10	Công tắc thay đổi	RETRACT - O - EXTEND	Chọn để vận hành khung cầu.
11	NP	LANDER BYPASS	

12	Công tắc chìa	OFF - ON	Xoay hạn vị tiếp đất dự phòng.
13	NP	WHEEL POSITION	Vị trí bánh xe.
14	Công tắc bật	0 - OFF - 90	Chọn để thay đổi hướng lốp.
15	NP	Đèn pha	
16	Công tắc bật	OFF-ON	Chọn để chiếu sáng.
17	NP	WIND WIPER&WASHER	Rửa kính và gạt nước.
18	Công tắc bật	OFF-ON	Chọn để vận hành rửa kính và gạt nước.
19	Công tắc bật	OFF-ON	Chọn để vận hành rửa kính và gạt nước.
20	Công tắc bật	OFF-ON	Chọn để vận hành rửa kính và gạt nước.
21	Công tắc nút ấn	SPREADER PUMP START	Ấn để vận hành khung cầu.
22	Công tắc nút ấn được chiếu sáng	SPREADER PUMP STOP	Ấn để dừng vận hành khung cầu.
23	Công tắc nút ấn được chiếu sáng	WHEEL PIN LOCK Hãm chốt bánh xe	Ấn để đặt chốt bánh xe. Đèn màu xanh sáng chốt bánh xe được đặt vào.
24	Công tắc nút ấn được chiếu sáng	WHEEL PIN RELEASE Nhả chốt bánh xe	Ấn để đặt chốt bánh xe. Đèn màu đỏ sáng chốt bánh xe được đặt vào.
25	Đèn dẫn hướng	STEERING PUMP START Khởi động bơm cơ cầu lái	Đèn màu xanh sáng khi động cơ bơm lái hoạt động.
26	Đèn dẫn hướng	CRANCE COLLISION ALARM	Đèn màu đỏ sáng khi hạn vị giới hạn báo va chạm hoạt động.
27	Đèn báo	Window winper AND washer	Báo hiệu hệ thống rửa kính hoạt động
28	Đèn báo	Gyro auto	Đèn báo cầu trục hoạt động tự động
29	Công tắc	Gyro auto	Công tắc chọn điều khiển tự động

Chức năng của thiết bị ở bàn điều khiển bên tay trái trên cabin.

Bảng 10.4. Chức năng các vị trí trên bàn điều khiển tay trái cabin.

TT	Chi tiết	Chức năng	Công dụng
1	Công tắc chính		
2		TROLLEY FORWARD	Vận hành xe con phía về trước.
3		TROLLEY BACKWARD	Vận hành xe con phía về sau
4	Công tắc nút ấn	EMERGENCY STOP (dừng động cơ)	Ấn để dừng động cơ diezen
5	NP	Lái vi sai	
6	Công tắc	FORWARD – BACKWARD	Chọn để điều chỉnh hướng chuyển động.
7	NP	Nghiêng	
8	Công tắc thay đổi	LEFT-0-RIGHT Trái – 0 - Phải	Chọn để nghiêng khung cầu theo hướng yêu cầu.
9	NP	Động cơ	

10	Công tắc chọn	IDLE - FULL	Chọn để điều chỉnh tốc độ động cơ (không tải - toàn tải).
11	NP	Động cơ	
12	Công tắc chia	STOP - RUN - START	Chọn để vận hành động cơ diesel.
13	Đồng hồ	FUEL LEVEL	Kiểm tra mức dầu
14	Công tắc nút ấn được chiếu sáng	CONTROL ON Điều khiển bật	Ấn để vận hành nguồn điều khiển.
15	Công tắc nút ấn	CONTROL OFF Điều khiển tắt	Ấn để tắt nguồn điều khiển.
16	Đèn dẫn hướng	ENGINE FAULT	Đèn màu đỏ sẽ sáng, khi động cơ diesel hỏng.
17	Đèn dẫn hướng	ENGINE ON	Đèn màu cam sẽ sáng, khi động cơ diesel được khởi động.
18	Đèn dẫn hướng	BATTERY ON	Đèn màu cam sẽ sáng, khi ắc quy bật (ON).
19	Công tắc nút ấn	BUZZER STOP	Ấn để tắt còi.
20	Công tắc chỉnh độ sáng của đèn	CAB LIGHT	Quay để điều chỉnh mức độ sáng đèn cabin.

10.3. HỆ THỐNG CẤP NGUỒN ĐỘC LẬP CỦA CẦU TRỤC GIÀN BÁNH LỚP RTG

10.3.1. Chức năng các phần tử của hệ thống điều khiển máy phát điện

Toàn bộ điện nguồn của cầu trục RTG được cung cấp từ tổ máy phát đồng bộ, động cơ sơ cấp là diesel. Sơ đồ nguyên lý điều khiển trạm phát điện được biểu diễn trên hình 10.4.

ACG: Máy phát điện đồng bộ ba pha có các thông số kỹ thuật sau:

Công suất : 450 kVA.

Tốc độ : 1800 vg/ph.

Điện áp : AC 460 V. 60 Hz

Loại : đồng bộ.

Cấp cách điện : F.

AVR: Bộ tự động điều chỉnh điện áp.

R₂: Chiết áp điều chỉnh độ lớn điện áp ra.

PTQA,B: hai máy biến áp một pha 440/110; 50 VA được mắc với nhau cấp nguồn ba pha 110/60 Hz cho mạch đo lường.

WL1: Đèn báo nguồn.

1 VM: Vôn kế.

1 FM: Pha mét.

1 WHM: Oát kế.

CT1, CT2: Máy biến dòng đo lường 600/5A.

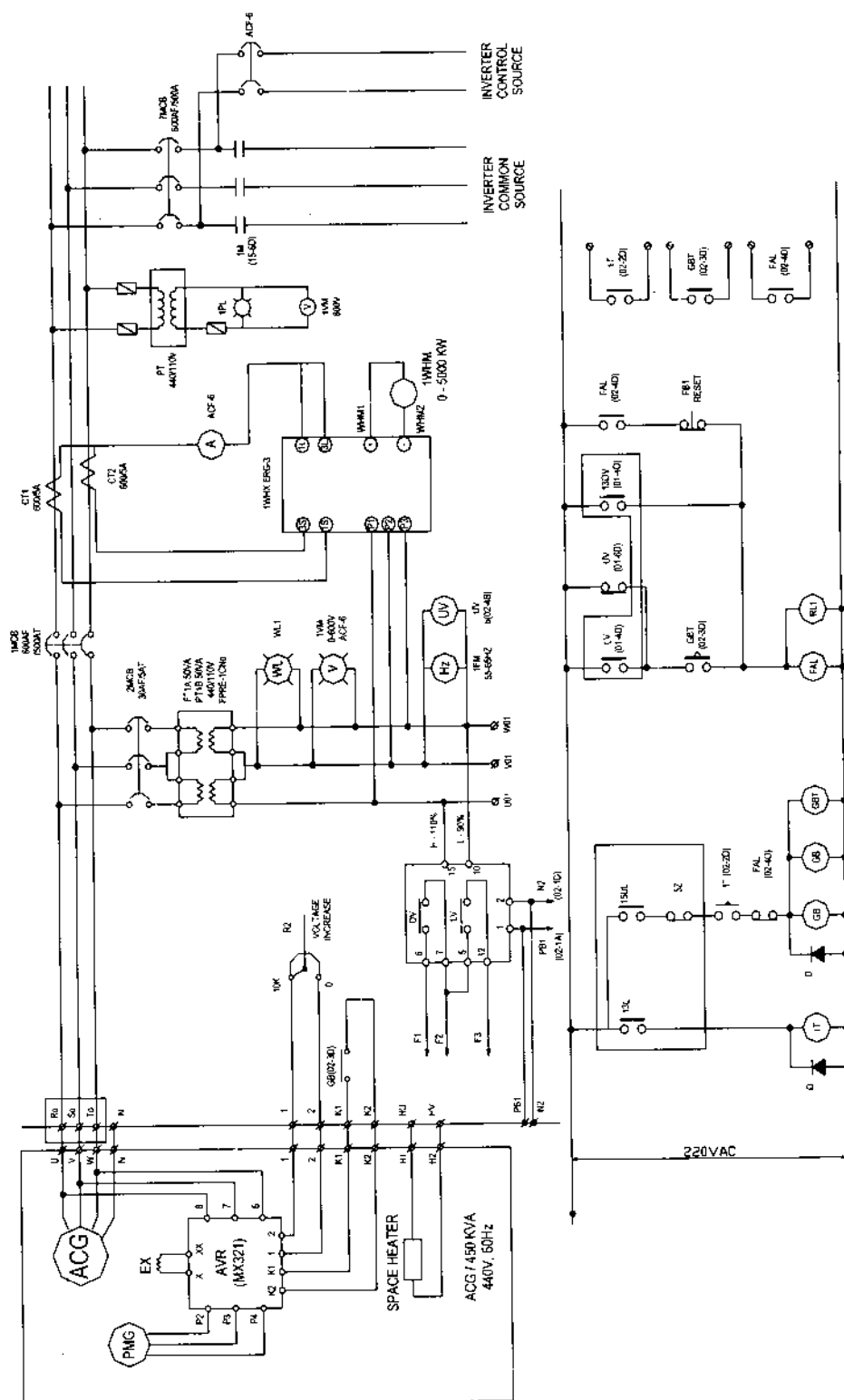
ACF-6: Ampe kế.

UV: Role kiểm tra điện áp.

PB1, N2: hai trục đầu dây cấp nguồn DC 24 V cho mạch điều khiển.

1 MCB: Aptomat chính cấp nguồn động lực từ máy phát tới các cơ cấu.

2 MCB: Aptomat cấp điện cho mạch đo lường. Có hai tiếp điểm thường mở đóng chậm 1T(02-2C); 1T(02-5B).



Hình 10.4. Sơ đồ nguyên lý điều khiển trạm phát điện cấp nguồn cho cầu trục.

GB: Rơle một chiều điều khiển bật AVR, có một tiếp điểm thường mở GB(01-4C).

GBT: Rơle thời gian một chiều có hai tiếp điểm thường mở đóng chậm

GBT(02-4B); GBT(02-4C): Khống chế thời gian đóng AVR.

FAL: Rơle một chiều báo sự cố có một tiếp điểm thường mở FAL(02-5A); hai tiếp điểm thường đóng FAL(02-5D); FAL(02-2C).

RL1: Đèn báo sự cố.

Các tiếp điểm đặc biệt của các rơle trong mạch điều khiển diesel:

Tiếp điểm thường mở **13L(02-2B)** đóng khi tốc độ diesel đạt 1530 vg/ph.

13L(102-4D):

- Tiếp điểm thường mở **15U** cuộn dây **15U(101-7D)**.
- Đóng ở chế độ có tải (**RATED**), mở ở chế độ không tải **IDLE**.
- Tiếp điểm thường đóng **5Z** (cuộn dây **5Z**) mở khi dừng diesel.
- **PB1:** Nút ấn RESET.

10.3.2. Nguyên lý làm việc sơ đồ điện điều khiển máy phát đồng bộ

Sau khi thực hiện những thao tác khởi động động cơ diesel lại máy phát. Khi tốc độ động cơ diesel đạt 1530 vg/ph thì tiếp điểm **13L** đóng cấp điện 24 V-DC cho rơle thời gian **1T**, đồng thời lúc này áp suất dầu bôi trơn đã đủ nên tiếp điểm **15U** cũng đóng lại đưa hệ thống vào trạng thái sẵn sàng hoạt động.

Khi máy phát đã làm việc ổn định tần số điện áp ra nằm trong khoảng từ 90% đến 110% tần số định mức thì lúc đó các cảm biến **LV**, **OV** chưa tác động nên các tiếp điểm thường mở **LV(01-4D) = 0**, **OV(01-4D) = 0**. Mặt khác khi $U_{ra} > 85\%U_{dm}$ thì cuộn **UV** không tác động làm cho tiếp điểm thường mở của nó là **UV(01-5D) = 0** cho nên **FAL = 0** đưa hệ thống vào làm việc bình thường.

Khi rơle **1T** có điện thì sau 5 s đặt trước tiếp điểm **1T(02-2D)** đóng lại cấp điện cho rơle thời gian **GBT** và các rơle trung gian **GB**, sau một khoảng thời gian đã được đặt trước thì tiếp điểm **GBT(02-3D)** và tiếp điểm **GB(02-3D)** đóng lại cấp điện cho bộ điều chỉnh điện áp kích từ **AVR**, lúc này máy phát được kích thích bởi cuộn kích từ **EX**, cuộn **EX** được cấp nguồn bởi bộ điều chỉnh **AVR**. Điện áp đầu vào **AVR** được lấy từ máy phát và điện áp này được so sánh, điều chỉnh với một đại lượng đặt sẵn trong **AVR**. Nếu điện áp ra của máy phát cao hơn đại lượng cho phép thì bộ điều chỉnh **AVR** điều khiển cuộn kích từ **EX** giảm kích từ máy phát với mục đích làm giảm điện áp ra của máy phát, ngược lại, nếu điện áp ra nhỏ hơn đại lượng cho phép thì cuộn **EX** tăng kích từ cho máy phát.

Rơle sự cố **FAL(02-4D)** có điện khi điện áp ra của các pha lệch nhau, tiếp điểm **OV**, **LV** đóng hoặc khi tần số điện áp ra thấp, tiếp điểm **UV** đóng. Rơle **FAL (02-4D)** có điện ngắt nguồn của rơle **GB** qua tiếp điểm **FAL(02-2D)**. Ngắt **AVR** ra khỏi hệ thống.

Nếu hệ thống không có sự cố, điện áp ra của máy phát là 470 V/60 Hz cấp điện tới trụ đầu dây **JB -7(03 -1A)** chờ cấp nguồn động lực cho toàn bộ phụ tải của cầu trục.

10.3.3. Các bảo vệ trong sơ đồ điện điều khiển máy phát điện cho cầu trục

Bảo vệ thấp áp: Bằng rơle **UV** khi $U_F < 85\%U_{dm}$ thì cuộn **UV** tác động đóng tiếp điểm thường mở **UV(01-5D)** làm cuộn **FAL = 1** $\Rightarrow$ **FAL(02-4D) = 0** cắt điện **GBT** làm hệ thống ngừng hoạt động.

Bảo vệ tần số: Khi $f_{ra} > f_{dm}$ khoảng 10% thì bộ cảm biến tần số tác động. Khi đó tiếp điểm **LV(01- 4D)** đóng lại và lúc này cuộn dây sự cố **FAL** có điện dẫn đến tiếp điểm **FAL(02- 4D)** của nó đóng lại để duy trì dòng điện và đồng thời tiếp điểm **FAL(02-4D)** mở ra và dừng toàn bộ hệ thống. Khi $f < f_{dm}$ khoảng 10% thì quá trình diễn ra tương tự.

Bảo vệ dầu bôi trơn cho động cơ sơ cấp: Nếu áp suất dầu bôi trơn không đủ thì tiếp điểm thường mở **15U = 0** thì hệ thống ngừng hoạt động.

Bảo vệ 0: Được thực hiện bằng công tắc tơ cấp nguồn.

Bảo vệ ngắn mạch: Được thực hiện bằng cầu dao tự động.

10. 4. HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN CẤP NGUỒN CHO CÁC PHỤ TẢI CỦA CẦU TRỤC GIÀN RTG

10.4.1. Chức năng các phần tử của hệ thống điều khiển cấp nguồn

Sơ đồ nguyên lý điều khiển cấp nguồn cho các phụ tải cầu trục RTG được biểu diễn trên hình 10.5. Chức năng của các thiết bị điều khiển chính như sau:

ACG: Máy phát xoay chiều.

DE: Động cơ diezen lai máy phát.

EX: Cuộn kích từ.

AVR: Thiết bị điều chỉnh tự động dòng kích từ.

TR: Máy biến áp.

PT: Biến áp đo lường.

WL: Đèn tín hiệu.

V: Vôn mét.

A: Ampe met.

FM: Đồng hồ đo tần số.

UV: Cuộn dây của role bảo vệ thấp áp.

PMW: Các bộ biến tần dùng điều chỉnh tốc độ động cơ.

IM: Các động cơ truyền động chính.

PG: Cảm biến tốc độ.

B: Phanh hãm dừng.

M: Các động cơ phụ.

MCB: Các cầu dao.

OL: Các role nhiệt.

10.4.2. Nguyên lý hoạt động của hệ thống điều khiển cấp nguồn cho các phụ tải

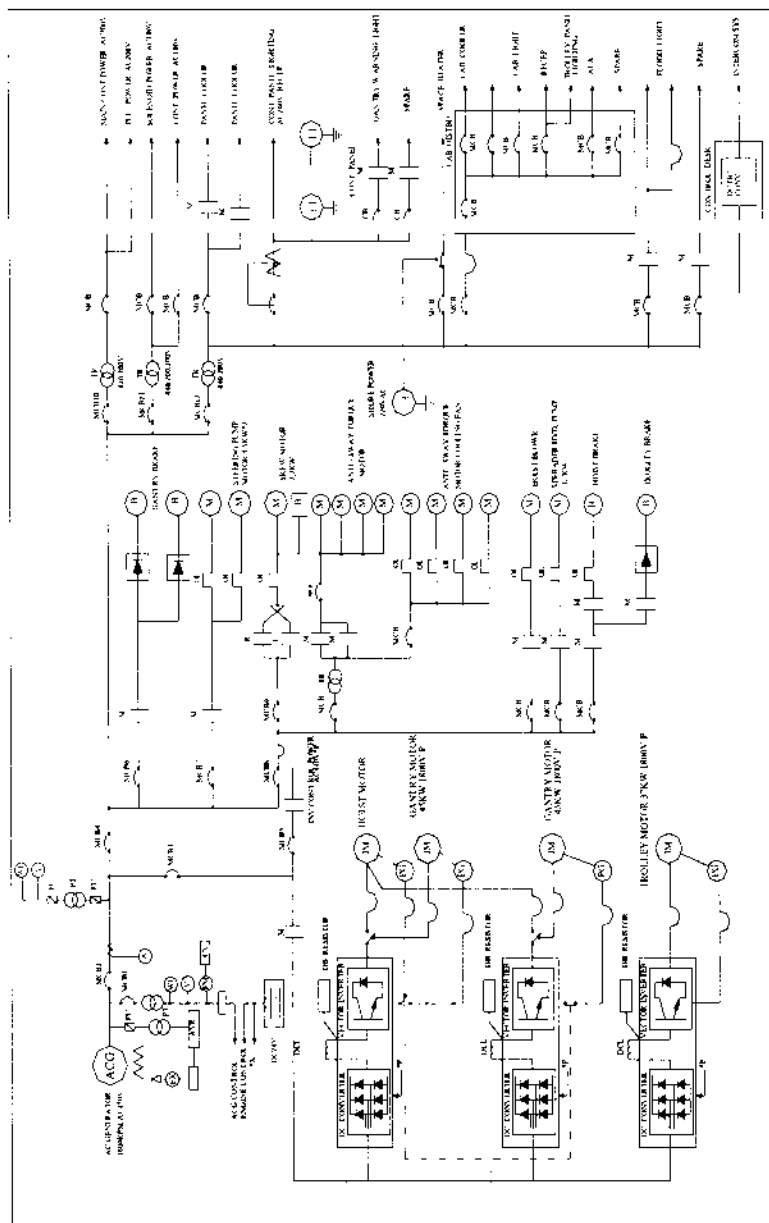
Để đưa toàn bộ hệ thống vào làm việc thì trước hết ta phải khởi động máy phát điện xoay chiều **ACG**. Khi máy phát đã làm việc ổn định thì đóng cầu dao **MCB1** để kiểm tra điện áp, tần số do máy phát phát ra, đồng thời cấp nguồn cho bộ điều khiển máy phát xoay chiều. Tiếp đến đóng cầu dao **MCB2** cấp nguồn cho hệ thống đo lường gồm máy biến dòng, máy biến điện áp, vôn kế, ampe kế. Khi các thông số đo được ở trạng thái bình thường thì cho phép đóng cầu dao **MCB3:** cấp nguồn cho các bộ biến tần **INV1, INV2, INV3**. Bộ biến tần **INV1, INV2** cấp nguồn cho các động cơ nâng hạ và di chuyển xe cầu. Bộ biến tần **INV3** cấp nguồn cho động cơ di chuyển xe con.

Cầu dao **MCB4** đóng cấp nguồn cho các cơ cấu phụ. Đóng cầu dao **MCB6** qua các bộ chỉnh lưu cấp điện cho cơ cấu phanh hãm dừng. Cầu dao **MCB7** cấp nguồn cho các động cơ bơm

hời cho hệ thống lái. Đóng **MCB8, MCB9** cấp nguồn cho hệ thống chống lắc, nếu lắc bên trái thì bộ tiếp điểm **R** tác động để kéo lệch về bên phải và ngược lại. Qua các cầu dao phụ **MCB = 1** cấp nguồn tới các quạt làm mát, các động cơ chống lắc, quạt gió cho động cơ nâng, bơm thủy lực, phanh cho cơ cấu nâng và xe con...

Đóng cầu dao **MCB10, MCB11, MCB12** cấp nguồn cho: nguồn điều khiển chính 200 V, nguồn **PLC** 200 V, cuộn điều khiển, bộ điều khiển AC 100 V, bàn điều khiển các thiết bị làm mát, các thiết bị chiếu sáng, đèn báo cho cầu trục, nguồn dự phòng, chiếu sáng cabin, xe con.

Hệ thống điều khiển động cơ diesel dùng nguồn một chiều DC24V. Hệ thống điều khiển động cơ diesel được thiết kế hoàn toàn tự động bao gồm: Chương trình khởi động, kiểm tra, báo động và bảo vệ.



Hình 10.5. Sơ đồ diễn nguyên lý cấp nguồn cho các phụ tải cầu trục

10.5. TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN VÀ TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ ĐIỀU KHIỂN CƠ CẤU NÂNG HẠ HÀNG CẦU TRỤC GIÀN RTG

Sơ đồ nguyên lý điều khiển động cơ cho cơ cấu nâng hạ hàng của cầu trục RTG được biểu diễn trên hình 10.6.

Động cơ của cơ cấu nâng hạ hàng làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại. Sự lựa chọn chế độ làm việc được thực hiện bởi các nút ấn và tay trang tại bàn điều khiển trong cabin.

Các thiết bị chính của cơ cấu nâng hạ:

Gồm một khung nâng có thể mở rộng từ 20-40 ft.

Động cơ truyền động có $P_{dm} = 150 \text{ kW}$; $n_{dm} = 1000/2230 \text{ vg/ph}$.

Một quạt làm mát cho động cơ nâng có $P_{dm} = 650 \text{ W}$.

Một động cơ bơm thủy lực dùng cho chuyển đổi khung nâng có $P_{dm} = 5,5 \text{ kW}$.

Một động cơ phục vụ cho cơ cấu phanh.

Bốn động cơ truyền động chống lắc.

Bốn quạt làm mát cho các động cơ chống lắc có $P_{dm} = 40 \text{ W}$.

Động cơ nâng hạ hàng được cấp nguồn từ hai bộ biến tần **INV1,2 - FRN 75 VG 75- 4**. Điều khiển cấp nguồn từ hai biến tần giống nhau làm việc song song **INV1** qua tiếp điểm chính của công tắc tơ **HM1(15-7D)**; **INV2** qua tiếp điểm chính của công tắc tơ **HM2(15-7D)**.

Nối đồng trục với động cơ truyền động chính là máy phát xung để phản hồi tốc độ và đưa tín hiệu về **INV1** tại ba cọc đầu dây **PGM, PA, PB** qua tiếp điểm thường mở của công tắc tơ **6M1(15 - 6D)**; **NTC- Thermister**: Nhiệt điện trở đặt trong cuộn dây stato để bảo vệ quá tải cho động cơ.

BK (06-6E): Phanh điện thủy lực xoay chiều (loại má phanh đĩa) kẹp chặt trục động cơ truyền động tang nâng. Cuộn phanh được cấp điện 3 pha qua aptomat **24MCB**, tiếp điểm thường mở của công tắc tơ **24M(5 - 6D)** và của công tắc tơ **25M(33 - 3D)**.

10.5.1. Chức năng các phần tử trong sơ đồ nguyên lý điều khiển động cơ của cơ cấu nâng hạ hàng

28THR,31THR: Các role nhiệt bảo vệ quá tải cho quạt làm mát của động cơ chống lắc.

1M, 2M: Hai công tắc tơ chính cấp nguồn cho biến tần.

4MCB: Cầu dao chính cấp nguồn cho hệ thống.

MC- E: Tay điều khiển 11 vị trí (bên trái 5 tiến - 0 - 5 lùi).

MC- F: Công tắc hai vị trí chọn độ dài khung nâng.

EMX1, EMX2: Role trung gian phục vụ cho chế độ dừng khẩn cấp.

EPB3, EPB2: Các nút dừng khẩn cấp đặt tại cabin điều khiển.

EPB4: Nút dừng khẩn cấp đặt tại động cơ.

EPB1: Nút dừng khẩn cấp đặt tại bàn phím bên trái.

1MA: Công tắc tơ chính cấp nguồn cho bảng điều khiển phụ.

RST1: Đặt lại chế độ điều khiển ban đầu cho cơ cấu nâng hạ và di chuyển xe cầu.

20CR: Công tắc giới hạn chiều cao nâng (tác động thì dừng hệ thống).

INV1, INV2, INV3: Các tiếp điểm phụ kiểm tra trạng thái hoạt động của biến tần (nếu = 1 biến tần làm việc bình thường; nếu = 0 biến tần ngừng hoạt động).

3CR, 4CR, 5CR: Các role trung gian (nếu = 0 hệ thống ngừng hoạt động).

PL: Tiếp điểm cho phép làm việc trình tự (**PL = 1** các cơ cấu làm việc theo trình tự nhất

định).

7CR: Role trung gian làm việc ở chế độ chạy trình tự.

2: Bảo vệ tốc độ nâng dưới định mức.

HOS: Role trung gian bảo vệ tốc độ nâng định mức.

32: Dừng khẩn cấp khi nâng.

HELS: Role trung gian bảo vệ dừng khẩn cấp khi có sự cố.

24M: Công tắc tơ cấp nguồn cho phanh.

7MA, 8MA: Role trung gian cấp nguồn cho công tắc tơ chính của xe cầu.

GM1, GM2: Hai công tắc tơ cấp nguồn chính cho hai động cơ di chuyển của xe cầu.

HM1, HM2: Hai công tắc tơ chính cấp nguồn cho các nhiệt điện trở.

5PL: Role trung gian dùng để báo hiệu sự cố.

31.1: Cảm biến cuối hành trình nâng (**31.1 = 0** khi nâng quá độ cao cho phép).

HUS: Role trung gian điều khiển dừng khi nâng quá độ cao cho phép.

31.2: Cảm biến cho hệ thống nâng chậm ở gần cuối hành trình (đến gần cuối hành trình khi nâng thì **31.2 = 0**).

HSL: Role trung gian điều khiển hạ chậm ở gần cuối hành trình.

21MCB: Cầu dao đóng nguồn cho quạt làm mát của động cơ nâng.

22MCB: Cầu dao cấp nguồn chính cho động cơ phanh của động cơ chống nghiêng.

21M: Công tắc tơ chính đóng nguồn cho quạt làm mát của động cơ nâng.

22MF, 22MR: công tắc tơ cấp nguồn chính cho động cơ phanh của động cơ chống nghiêng.

23MCB: Cầu dao cấp nguồn cho động cơ bơm thủy lực.

23M: Công tắc tơ chính cấp nguồn cho động cơ bơm thủy lực.

24MCB: Cầu dao cấp nguồn chính cho cơ cấu phanh.

24M, 25M: Công tắc tơ chính cấp nguồn cho cơ cấu phanh.

25MCB: Cầu dao chính cấp nguồn cho các quạt động cơ chống lắc.

27MCB: Cầu dao cấp nguồn cho các quạt làm mát cho động cơ chống lắc.

29M, 28M, 27M: Công tắc tơ đóng nguồn cho cơ cấu chống lắc.

34.2: Cảm biến cuối hành trình hạ (**34.2 = 0** khi hạ xuống quá mức cho phép).

HLS: Role trung gian điều khiển dừng khi hạ xuống quá mức cho phép.

34.1: Cảm biến cho hệ thống hạ chậm ở gần cuối hành trình (đến gần cuối hành trình khi hạ thì **34.1 = 0**).

HSD: Role trung gian điều khiển hạ chậm ở gần cuối hành trình.

35.1: Cảm biến độ nghiêng (nghiêng phải quá độ nghiêng cho phép thì **35.1 = 0**).

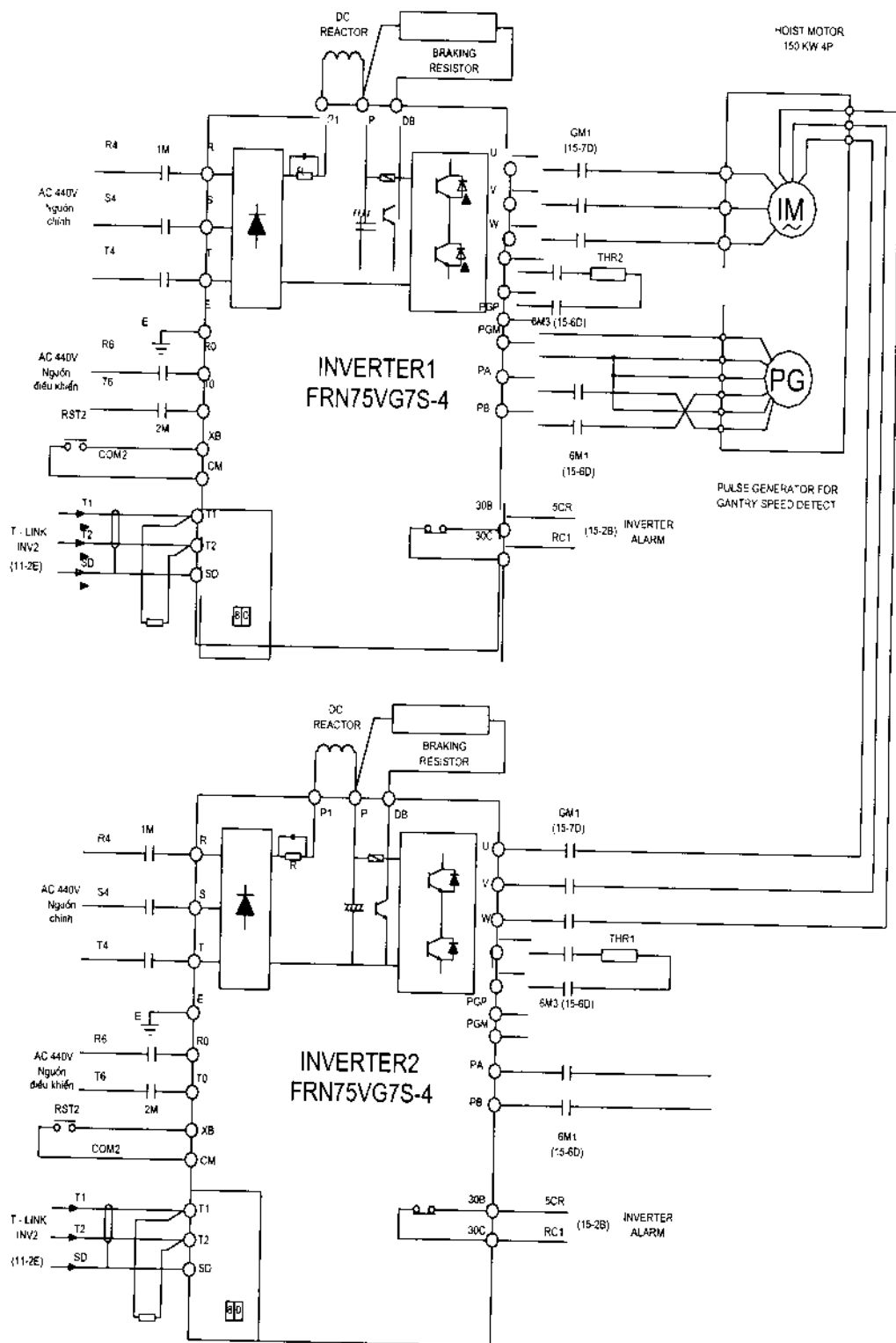
SKR: Role trung gian điều khiển dừng khi nghiêng phải quá mức.

35.2: Cảm biến độ nghiêng (nghiêng trái quá độ nghiêng cho phép thì **35.2 = 0**).

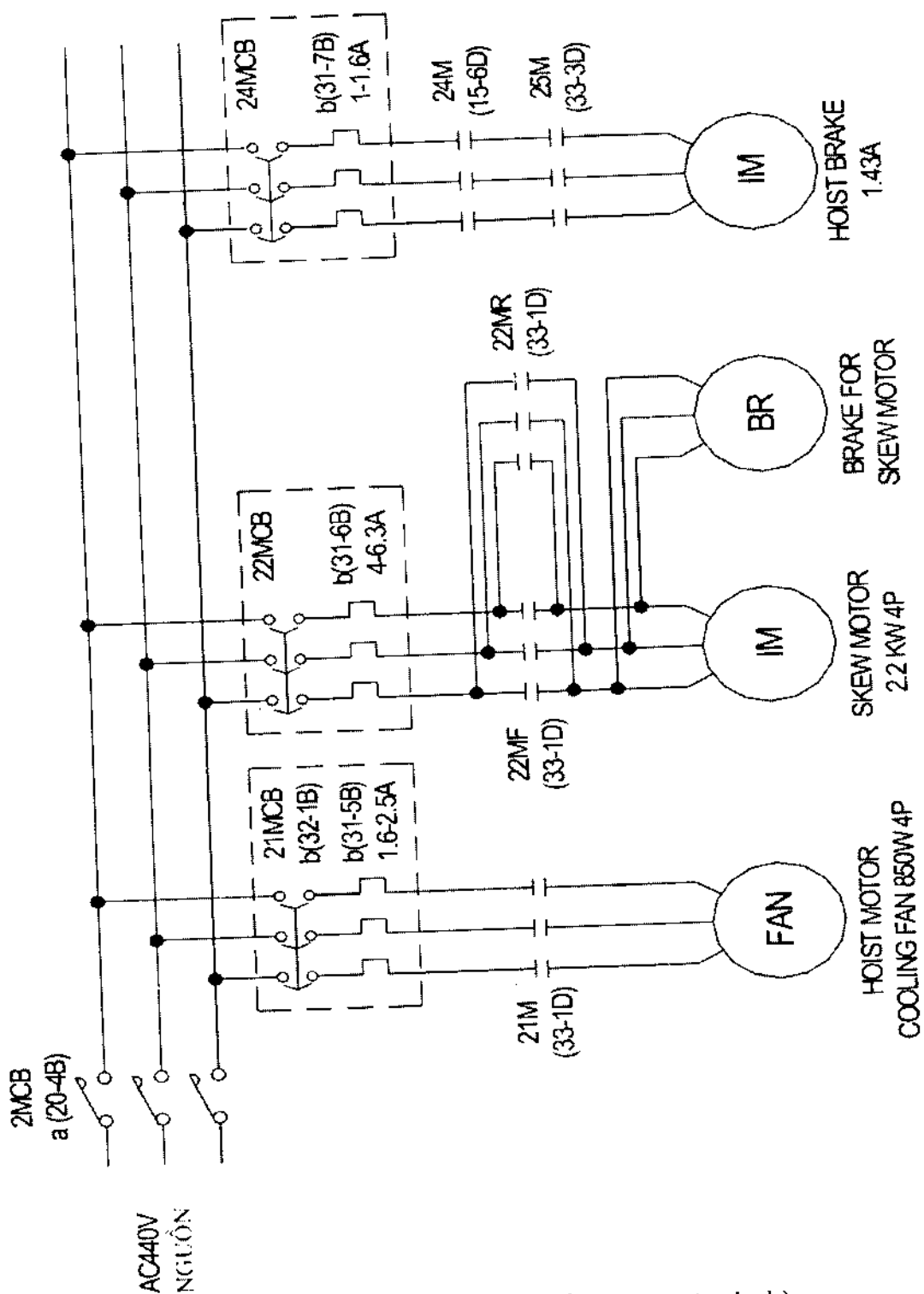
SKF: Role trung gian điều khiển dừng khi nghiêng trái quá mức.

PO40: Công tắc tơ điều khiển khung nâng 40 feet.

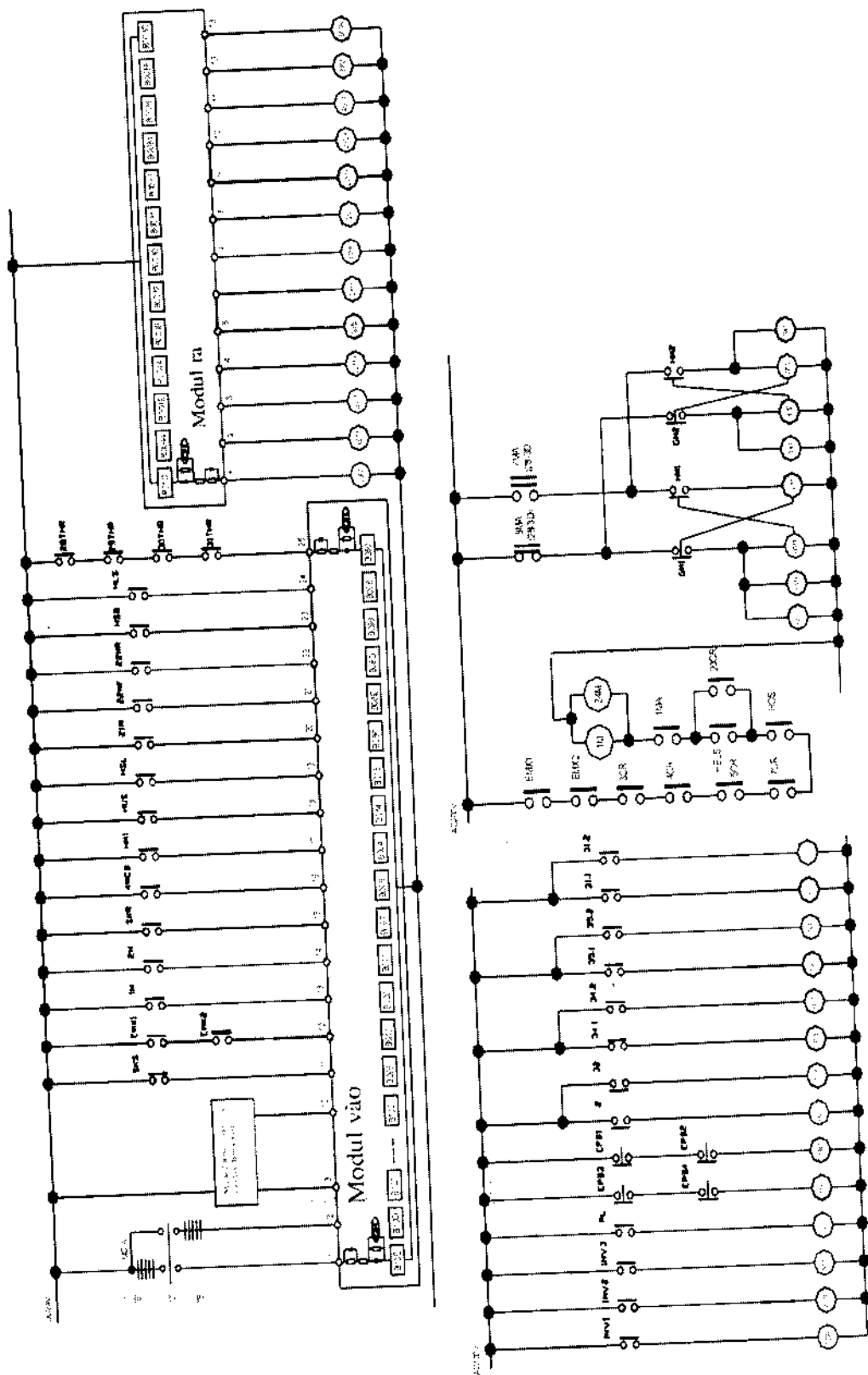
PO20: Công tắc tơ điều khiển khung nâng 20 feet.



Hình 10.6a. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển động cơ nâng hạ hàng



Hình 10.6b. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển động cơ nâng hạ hàng



Hình 10.6c. Sơ đồ nguyên lý điều khiển động cơ năng lượng hàng

10.5.2. Nguyên lý làm việc của cơ cấu nâng - hạ

Động cơ truyền động cơ cấu nâng hạ giữ vai trò quan trọng trong nâng vận chuyển container. Động cơ truyền động cơ cấu nâng hạ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại nên nó có công suất rất lớn vì phải tính đến cả phụ tải động.

Việc vận hành cơ cấu nâng hạ hàng được thực hiện tại cabin chính. Quá trình nâng hạ được diễn ra tự động kết hợp với sự điều khiển của người vận hành, cơ cấu nâng hạ hàng có chế độ khoá liên động với các cơ cấu khác do đó chỉ được phép vận hành nâng hạ hàng khi các cơ cấu khác dừng làm việc, xe cầu – xe con được neo giữ chắc chắn đúng nơi quy định. Trước khi vận hành người vận hành bắt buộc phải thao tác cấp nguồn điện cho toàn bộ hệ thống theo quy trình đã nêu. Khi cầu dao **4MCB = 1** nguồn điều khiển, nguồn động lực đã được cấp thì hệ thống đèn báo “có thể cho phép làm việc” sáng.

Việc điều khiển nâng hạ và di chuyển giàn được thực hiện chung bằng một tay trang điều khiển bên tay phải. Giữa hai chế độ chọn nâng hạ hoặc di chuyển được thực hiện bởi vị trí “0” của tay điều khiển. Khi khối lượng tải trọng cho phép, tốc độ nâng hạ hàng được tăng lên nhờ hệ thống tự động điều khiển mômen của động cơ.

Ta đưa tay trang điều khiển **MC - F** tương ứng với **B03E = 1** hoặc **B03D = 1**, đồng thời công tắc **MC- E** điều khiển khung nâng nằm ở vị trí 20 feet hoặc 40 feet tùy theo yêu cầu bốc xếp container, tương ứng với **B13C = 1** hoặc **B13D = 1**. Tín hiệu từ tay điều khiển qua bộ mã hoá 8 bit **B120...B127** truyền tới PLC. Các đầu vào PLC thu nhận tín hiệu từ bộ mã hoá bắt đầu điều khiển đóng các công tắc tơ cấp nguồn cho hệ thống, tín hiệu tương ứng là **B01D, B01E... B09C = 1** báo hiệu đã cấp nguồn cho hệ thống phụ như phanh, cơ cấu chống nghiêng, quạt làm mát... đồng thời các tín hiệu từ các cảm biến hành trình, các rơle kiểm tra trạng thái hoạt động của các biến tần, các cảm biến kiểm tra độ dài khung nâng truyền về mà không có sự cố gì thì công tắc tơ **1M, 2M, 24M = 1** cấp nguồn cho biến tần hoạt động. PLC xác định tín hiệu từ tay điều khiển để điều khiển bộ biến tần tương ứng với tần số và điện áp đặt. PLC điều khiển cấp nguồn cho công tắc tơ **8MA**, tiếp điểm **8MA** ở mạch điều khiển đóng cấp nguồn cho hai công tắc tơ chính **HM1, HM2** các bộ tiếp điểm **HM1, HM2** ở mạch **7MA** mở ra cắt điện **GM1, GM2** đảm bảo chắc chắn chỉ có cơ cấu nâng hạ làm việc. Đồng thời nguồn được cấp qua **6M1, 6M3** làm cho các bộ tiếp điểm **6M1, 6M3, HM1, HM2** bên mạch động lực đóng lại cấp nguồn cho động cơ truyền động chính lúc này toàn bộ hệ thống đi vào hoạt động.

Việc gia tốc cho cơ cấu nâng cũng được thực hiện tại tay điều khiển trên cabin điều khiển chính. Khi đưa tay điều khiển lên tốc độ cao hơn, bộ mã hoá 8 bit xác định tốc độ đặt, mã hoá truyền tín hiệu tới bộ PLC, PLC thu nhận tín hiệu và điều khiển bộ biến tần thích hợp để điều khiển điện áp phù hợp với tốc độ đặt. Khi nâng – hạ đến gần cuối hành trình thì các bộ tiếp điểm **31.2; 34.1 = 0** làm cho **HSD = 0, HSL = 0** tương ứng với **B099 = 0, B015 = 0**, PLC thu nhận tín hiệu này mặc dù tay điều khiển vẫn xác định ở tốc độ cao nhưng PLC điều khiển bắt buộc hệ thống nâng - hạ chậm lại đến cuối hành trình.

Việc giảm tốc và hãm dừng chính xác hệ thống được thực hiện nhờ các cơ cấu phanh và được hãm động năng, hệ thống tiêu hao năng lượng hãm trên điện trở phụ. Sau khi quá trình hãm động cơ làm việc bình thường ở chế độ xác lập mới.

10.5.3. Các chế độ bảo vệ

Bảo vệ quá tải nhiệt: Cho các quạt làm mát của động cơ chống tắc khi xảy ra quá tải các role nhiệt **28THR...31THR** tác động làm cho các tiếp điểm **28THR..31THR** mở ra tín hiệu **B08 = 0** PLC điều khiển dừng hệ thống.

Bảo vệ sự quá về độ nghiêng, độ lắc.. của các cơ cấu phụ: Khi xảy ra các sự cố trên thì các tiếp điểm phụ của các cầu dao **21MCB..24MCB** đóng lại $\Rightarrow$ **B081..B084 = 1** PLC xác định trạng thái điều khiển không cho hệ thống hoạt động tiếp.

Bảo vệ tốc độ nâng - hạ chậm ở cuối hành trình: Khi tới gần cuối hành trình nhờ các cảm biến tác động $\Rightarrow$ các role **HSD = 0, HSL = 0 $\Rightarrow$ B099, B015 = 0** điều khiển hệ thống nâng hạ chậm ở gần cuối hành trình.

Bảo vệ vượt quá hành trình nâng - hạ: Khi nâng-hạ mà vượt quá hành trình cho phép thì các bộ cảm biến hành trình **34.1, 34.2 = 0** cắt điện **HUS&HLS** làm cho các tiếp điểm phụ của nó ở mạch PLC mở ra, PLC điều khiển dừng hệ thống.

Bảo vệ các sự cố bằng các nút dừng khẩn cấp: Khi có sự cố xảy ra muốn dừng hệ thống ta nhấn các nút **EPB1...EPB4**.

Bảo vệ góc nghiêng khi nâng hạ: Khi nâng hạ mà góc nghiêng quá lớn so với góc cho phép thì bộ cảm biến hành trình **35.1, 35.2 = 0** làm **SKR, SKF = 0** làm cho các tiếp điểm phụ **SKR, SKF = 0** PLC điều chỉnh độ nghiêng của khung nâng.

Bảo vệ chống tắc cho hệ thống: Khi khung nâng bị dao động thì các động cơ truyền động chống tắc **IL1...IL4** làm việc kéo khung nâng về trạng thái cân bằng (khi khung nâng bị dao động về phía phải thì hai động cơ bên trái có nhiệm vụ kéo khung nâng dần về phía trái và ngược lại).

Bảo vệ liên động giữa hai cơ cấu nâng hạ và di chuyển xe cầu: Khi hai công tắc tơ **HM1&HM2 = 1** thì hai tiếp điểm **HM1&HM2** ở mạch **7MA** mở ra đảm bảo chắc chắn hai công tắc tơ chính **GM1, GM2** cấp nguồn cho cơ cấu di chuyển cầu trục không tác động làm cho các tiếp điểm **HM1&HM2** bên mạch động lực đóng lại còn **GM1, GM2** mở ra $\Rightarrow$ chắc chắn chỉ có một cơ cấu nâng - hạ hoạt động.

10.6. TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN VÀ TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ ĐIỀU KHIỂN CƠ CẤU DI CHUYỂN XE CON CẦU TRỤC GIÀN RTG

10.6.1. Chức năng các phần tử cơ bản trong sơ đồ điện

Cơ cấu di chuyển xe con có động cơ truyền động được cấp nguồn từ bộ biến tần **INV3 FRN37VG7S - 4**, đặc điểm của cơ cấu này là động cơ truyền động làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại. Điều khiển động cơ được thực hiện bằng tay trang trong cabin điều khiển chính phía bên trái, lựa chọn chế độ làm việc bằng các nút nhấn tại bàn điều khiển. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu di chuyển xe con cầu trục giàn RTG được biểu diễn trên hình 10.7.

INV3: Bộ biến tần số 3 (**FRN37VG7S-4**) có công suất $P_{dm} = 37 \text{ kW}$; $U_{dm} = 440 \text{ V}$.

IM: Động cơ truyền động chính là động cơ dị bộ rôto lồng sóc có $P_{dm} = 37 \text{ kW}$.

PG: Máy phát xung.

THR3: Nhiệt điện trở.

BRT: Phanh thuỷ lực.

24M: Tiếp điểm của **CTT 24M** cấp nguồn cho phanh thuỷ lực.

IM: Công tắc tơ cấp nguồn chính cho bộ biến tần.

MC-T: Tay điều khiển 11 vị trí (bên trái 5 tiến – 0 – 5 lùi).

EMX1, EMX2: Dừng khẩn cấp.

2M: Tiếp điểm phụ của công tắc tơ cấp nguồn cho bộ biến tần.

3MCB: Tiếp điểm phụ của cầu dao cấp nguồn cho động cơ đi chuyển xe con.

EPB3, EPB4, EPB1, EPB2: Các nút dừng khẩn cấp.

4MCB: Tiếp điểm phụ của cầu dao cấp nguồn cho bộ điều khiển biến tần.

034: Công tắc hạn vị cuối hành trình (LS).

TFS, TRS: Role trung gian của xe con (**TFS = 0** làm cho xe đi chậm lại ở cuối hành trình).

RST2: Đặt lại chế độ làm việc cho bộ biến tần **INV3**.

20CR: Công tắc giới hạn chiều cao nâng (tác động thì dừng hệ thống).

33.1: Cảm biến từ (**33.1 = 0** truyền tín hiệu dừng hệ thống).

7CR: Role trung gian làm việc ở chế độ chạy trình tự.

TFE, TRE: Role trung gian của xe con (**TFE = 0** thì dừng hệ thống).

INV1, INV2, INV3: Các tiếp điểm phụ kiểm tra trạng thái hoạt động của biến tần (nếu = 1 thì biến tần làm việc bình thường, nếu = 0 thì biến tần ngừng hoạt động).

3CR, 4CR, 5CR: Các role trung gian (nếu = 0 hệ thống ngừng hoạt động).

PL: Tiếp điểm cho phép làm việc trình tự (**PL = 1** các cơ cấu làm việc theo trình tự nhất định).

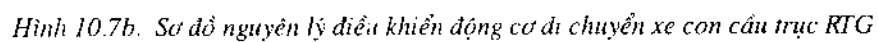
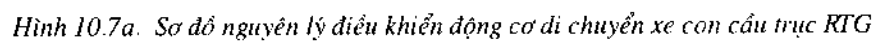
2: Bảo vệ tốc độ nâng dưới định mức.

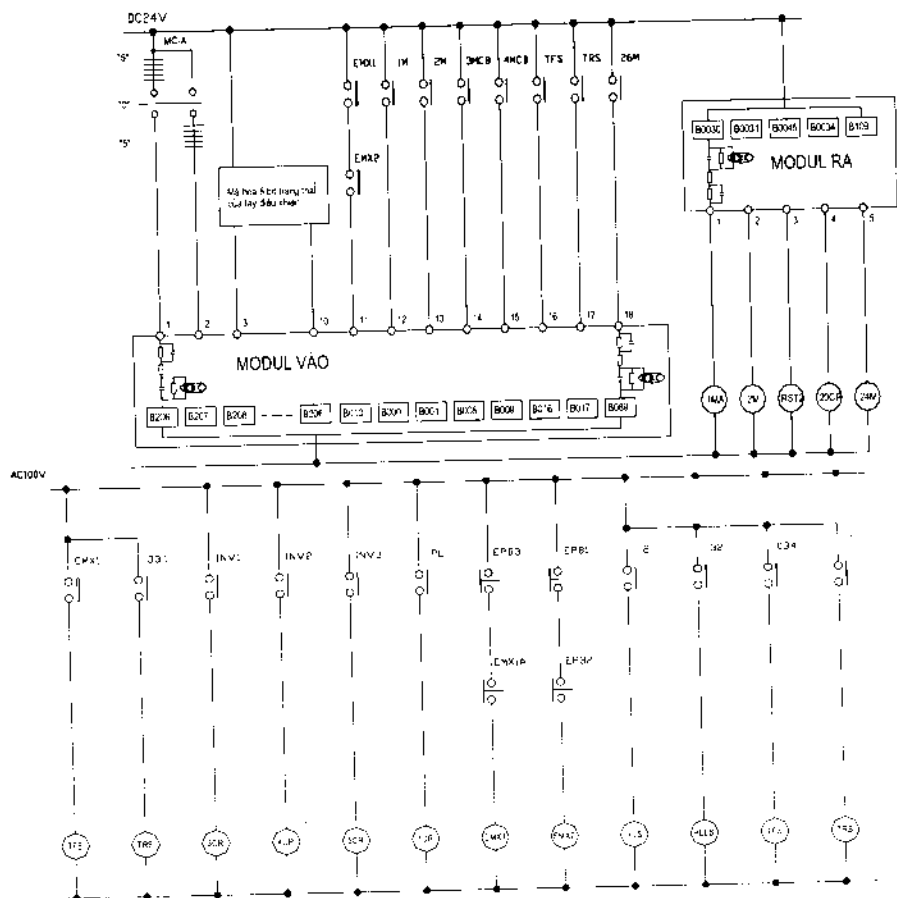
HOS: Role trung gian bảo vệ tốc độ nâng định mức.

32: Dừng khẩn cấp khi nâng.

HELS: Role trung gian bảo vệ dừng khẩn cấp khi có sự cố.

24M: Công tắc cấp nguồn cho phanh xe con.





Hình 10.7c. Sơ đồ nguyên lý điều khiển động cơ di chuyển xe con cầu trục RTG

10.6.2. Nguyên lý hoạt động của cơ cấu di chuyển xe con

Sau khi đã thực hiện đầy đủ các thao tác cấp nguồn cho toàn bộ cầu trục và xác định trạng thái có thể làm việc bằng các đèn hiệu trên bàn điều khiển, nếu không có sự cố gì thì nguồn điện điều khiển, động lực đã được cấp để chờ hoạt động.

Đưa tay điều khiển MC-T tiến hay lùi tương ứng với chiều dịch chuyển của xe con $\Rightarrow$ đầu vào B206 hoặc B207. PLC xử lý và cấp tín hiệu điều khiển biến tần PWM để lấy điện áp ra tương ứng với tốc độ di chuyển của xe con, lúc này nếu không có sự cố từ các bộ biến tần các cảm biến hành trình thì các tiếp điểm EMX1, EMX2, 3CR, 4CR, 5CR, 7CR, HOS, HELS, IM = 1 cấp nguồn cho hai công tác tơ 1M, 24M $\Rightarrow$ các tiếp điểm 1M, 24M bên mạch động lực đóng lại cấp nguồn cho bộ biến tần hoạt động (3 pha 440 V) đồng thời cấp nguồn cho cơ cấu phanh sẵn sàng hoạt động. Máy phát xung PG lúc này nhận thông tin xử lý từ PLC phát xung tương ứng để điều khiển biến tần cấp điện cho động cơ hoạt động. Đồng thời tiếp điểm phụ 24M đóng lại cấp nguồn cho cơ cấu phanh.

Khi đưa tay trạng điều khiển lên mức tốc độ cao hơn thì bộ mã hoá 8 bit tiếp nhận thông tin, thông tin này qua xử lý được truyền tới đầu vào của PLC (B208..B20F). PLC xử lý cấp tín hiệu ra điều khiển bộ biến tần sao cho đầu ra của biến tần có điện áp và tần số phù hợp với tốc độ đặt. Để tăng tính chính xác, hệ thống được xây dựng theo sơ đồ mạch kín với máy phát xung PG đóng vai trò là khâu phản hồi tốc độ.

Khi giảm tốc từ tốc độ cao xuống tốc độ thấp (xảy ra quá trình hãm tái sinh), bộ điều khiển PLC thu nhận thông tin và tự động cấp tín hiệu ngắt điện công tắc tơ **1M** và cấp điện cho công tắc tơ **2M** để trả năng lượng về nguồn có điện trở lại và công tắc tơ hãm **2M** mất điện động cơ làm việc bình thường ở chế độ xác lập mới.

10.6.3. Các bảo vệ

Bảo vệ quá tải cho động cơ truyền động: Sử dụng nhiệt điện trở có tiếp điểm nằm trong bộ biến tần

Bảo vệ ngắt: Động cơ truyền động khi bộ biến tần gặp sự cố hoặc ấn các nút dừng khẩn cấp **EPB3, EPB4, EPB3, EPB1, EPB2(16-2B)**.

Bảo vệ an toàn bằng cơ cấu phanh.

Bảo vệ hành trình di chuyển xe con: Bảo vệ dừng đầu và cuối đường ray bằng các cảm biến từ **33.1**. Khi **33.1** tác động làm cho rơle **TFE = 0** $\Rightarrow$ tiếp điểm của **TFE** mở $\Rightarrow$ PLC cấp tín hiệu cắt nguồn làm việc của động cơ. Ngoài ra, việc tự động giảm tốc gần cuối đường ray thực hiện nhờ bộ tiếp điểm hạn vị cuối hành trình. Tiếp điểm **034** tác động cắt điện rơle **TFS, TRS = 0** lúc này PLC thu nhận tín hiệu điều khiển biến tần **INV3** cấp điện áp, tần số cho động cơ sao cho động cơ giảm tốc đến cuối hành trình.

Nhận xét: Tay điều khiển **MC-T** có 11 vị trí nên việc điều khiển tốc độ đối xứng cả hai phía theo chiều tiến và lùi.

Điều khiển tốc độ đường như vô cấp, độ lúng điều chỉnh tăng khi điều khiển bằng PLC.

Việc đảo chiều được thực hiện bằng cách thay đổi chiều vectơ điện áp nên không dùng công tắc đảo chiều.

Tiết kiệm năng lượng trong quá trình hãm tái sinh bằng cách trả năng lượng về nguồn.

10.7. TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN VÀ TRANG BỊ ĐIỆN CHO CƠ CẤU DI CHUYỂN CẦU CẦU TRỤC GIÀN RTG

10.7.1. Chức năng các phần tử cơ bản trong sơ đồ điện nguyên lý

Cầu trục được dẫn động bằng hai động cơ ở phía chân cầu trục, mỗi động cơ truyền động cho 4 bánh. Nguyên tắc hoạt động như sau: Khi chuyển động sang phải thì động cơ ở phía bên phải của cơ cấu làm nhiệm vụ kéo còn động cơ phía bên trái làm nhiệm vụ đẩy và ngược lại. Khi hoạt động để quay thì hai chân chéo nhau quay đồng thời, sau khi hai chân này quay xong thì mới đến hai chân tiếp theo. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu di chuyển giàn cầu trục RTG biểu diễn trên hình 10.8.

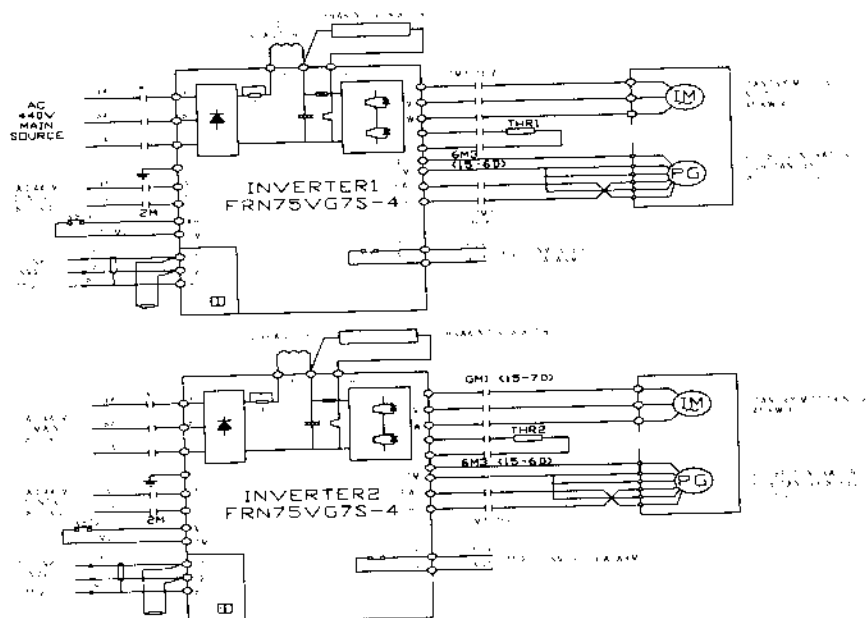
Hai động cơ truyền động chính là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc có: $P_{dm} = 45 \text{ kW}$, tốc độ $n_{dm} = 1533/2300 \text{ vg/ph}$.

Hai động cơ bơm thủy lực dùng cho hệ thống lái có $P_{dm} = 5,5 \text{ kW}$.

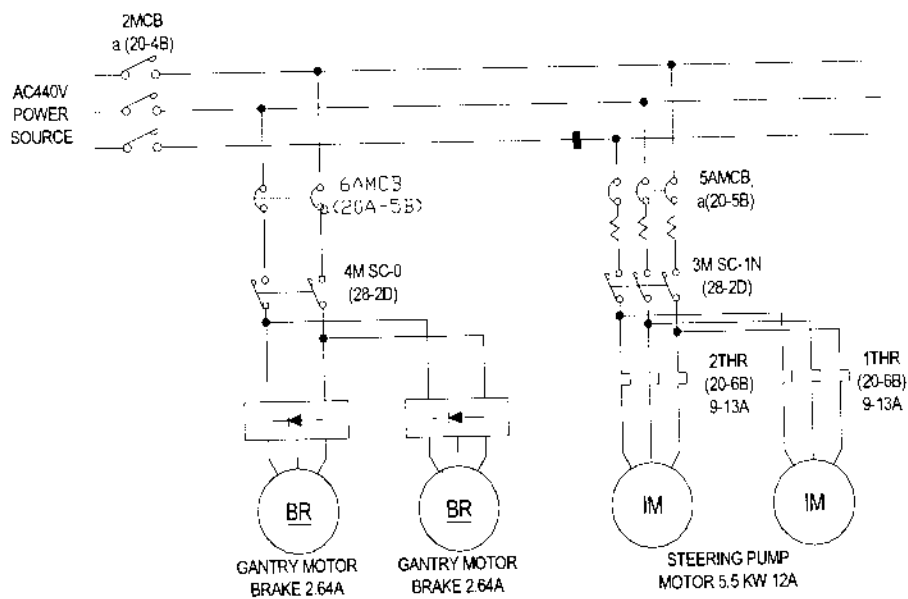
Hai động cơ dùng cho chế độ phanh hãm dừng của cầu trục.

Hai bộ biến tần **INV1, INV2** có công suất $P_{dm} = 75 \text{ kW}$.

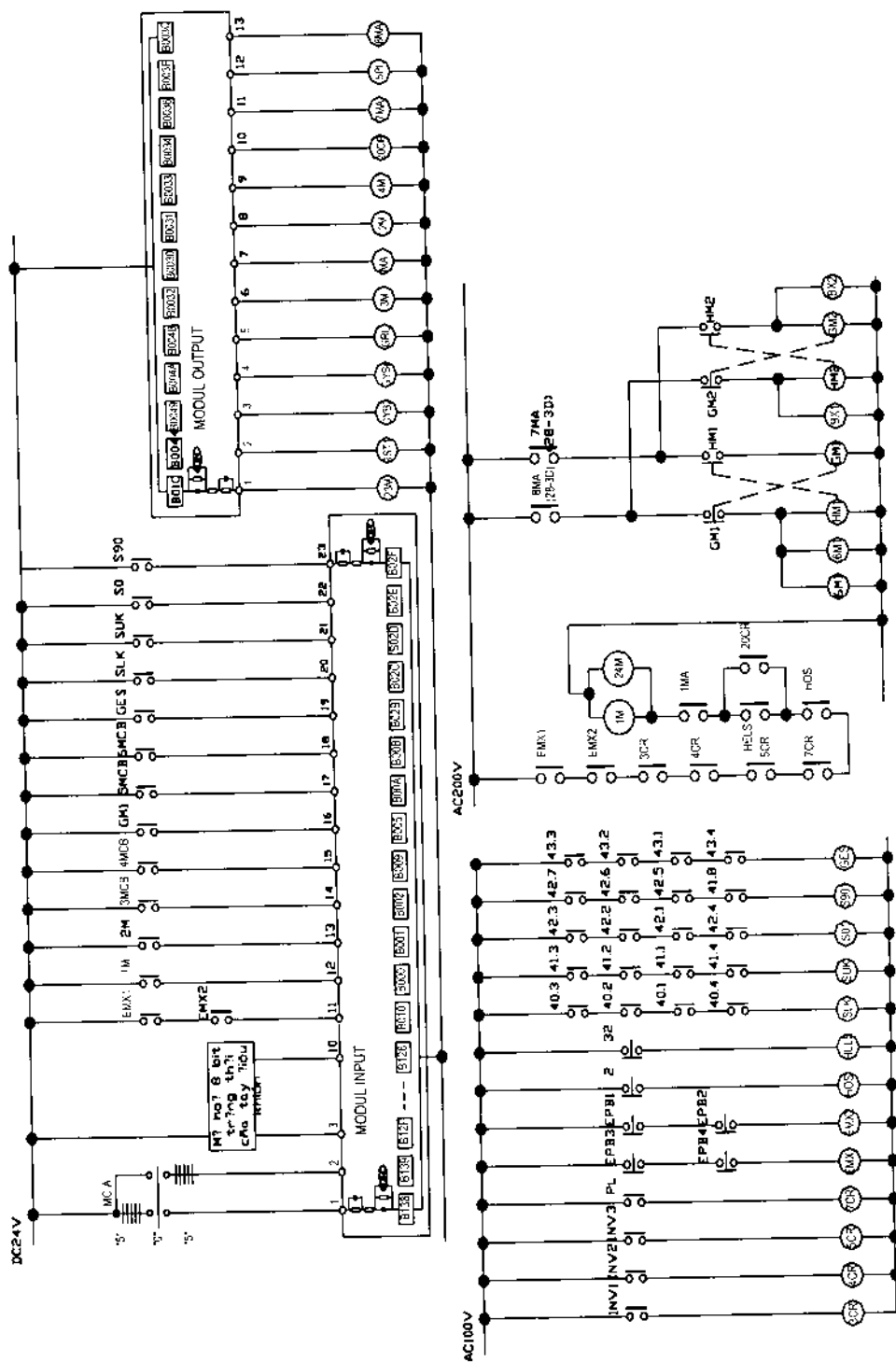
Các bánh xe truyền động (8 bánh).
Hai đèn quay cảnh báo khi hệ thống làm việc.
INV1, INV2 FRN75VG7S-4: Hai bộ biến tần gián tiếp dùng để điều chỉnh điện áp cấp cho động cơ.
IM1, IM2: Hai động cơ truyền động chính có $P_{dm} = 45 \text{ kW}$.
PG1, PG2: Hai máy phát xung dùng cho biến tần.
THR1, THR2: Các nhiệt điện trở.
IM3, IM4: Hai động cơ bơm thủy lực dùng cho hệ thống lái.
1THR, 2THR: Hai rơle nhiệt bảo vệ quá tải cho động cơ bơm thủy lực.
3M: Công tắc tơ chính cấp nguồn cho động cơ bơm thủy lực.
5MCB: Cầu dao chính cấp nguồn cho động cơ bơm thủy lực.
6MCB: Cầu dao chính cấp nguồn cho cơ cấu phanh.
4M: Công tắc tơ chính cấp nguồn cho cơ cấu phanh.
BR1, BR2: Các động cơ dùng cho cơ cấu phanh.
1M, 2M: Hai công tắc tơ chính cấp nguồn cho biến tần.
4MCB: Cầu dao chính cấp nguồn cho hệ thống.
MC-C: Tay điều khiển 11 vị trí (bên trái-5 tiến – 0 – 5 lùi).
MCH: Công tắc hai vị trí chọn hướng chuyển động cho xe cầu.
EMX1, EMX2: Role trung gian phục vụ cho chế độ dừng khẩn cấp.
2M: Tiếp điểm phụ của công tắc tơ cấp nguồn cho bộ biến tần.
EPB3, EPB2: Các nút dừng khẩn cấp đặt tại cabin điều khiển.
1MA: Công tắc tơ chính cấp nguồn cho bảng điều khiển phụ.
RST1: Đặt lại chế độ điều khiển ban đầu cho cơ cấu nâng hạ và di chuyển xe cầu.
20CR: Công tắc giới hạn chiều cao nâng (tác động thì dừng hệ thống).
INV1, INV2, INV3: Các tiếp điểm phụ kiểm tra trạng thái hoạt động của biến tần (nếu = 1 biến tần làm việc bình thường, nếu = 0 biến tần ngừng hoạt động).
3CR, 4CR, 5CR: Các role trung gian (nếu = 0 hệ thống ngừng hoạt động).
PL: Tiếp điểm cho phép làm việc trình tự (PL = 1 các cơ cấu theo trình tự nhất định).
7CR: Role trung gian làm việc ở chế độ chạy trình tự.
2: Bảo vệ tốc độ nâng dưới định mức.
HOS: Role trung gian bảo vệ tốc độ nâng định mức.
32: Dừng khẩn cấp khi nâng.
HELS: Role trung gian bảo vệ dừng khẩn cấp khi có sự cố.
24M: Công tắc tơ cấp nguồn cho phanh xe con.
7MA, 8MA: Role trung gian cấp nguồn cho công tắc tơ chính của xe cầu.
GM1, GM2: Hai công tắc tơ cấp nguồn chính cho hai động cơ chuyển động chính của xe cầu.
HM1, HM2: Hai công tắc tơ cấp nguồn chính cho hai động cơ nâng hạ.
6GM1, 6GM3: Hai công tắc tơ chính cấp nguồn cho các nhiệt điện trở.
5PL: Role trung gian dùng để báo hiệu sự cố.
GRL: Role cấp nguồn cho đèn quay.
GIB3: Role tín hiệu phanh.
GIB4: Role tín hiệu của PLC dùng để điều khiển lái tự động.
GIB0: Role báo trạng thái của hệ thống (Start/stop).
0,90: Role tín hiệu xác định vị trí xe cầu.
43.1...43.4: Các cảm biến bảo vệ hành trình xe cầu khi va chạm các chướng ngại vật.
GES: Role trung gian. (GES = 1 khi 43.1...43.4 = 1).
40.1...40.4; 41.1 ...41.4: các cảm biến báo hiệu khi các lớp đã được chốt khoá an toàn
SLK, SUK: Các role trung gian báo trạng thái khoá.



Hình 10.8a. Sơ đồ nguyên lý điều khiển cơ cấu di chuyển giàn RTG



Hình 10.8b. Sơ đồ nguyên lý điều khiển cơ cấu di chuyển giàn RTG



Hình 10.8c. Sơ đồ nguyên lý điều khiển cơ cấu di chuyển giàn RTG

42.1..42.8: Các cảm biến xác định hướng chuyển động của xe cầu.
S01, S901: Các role trung gian xác định hướng di chuyển của xe cầu.

10.7.2. Nguyên lý hoạt động di chuyển xe cầu

Để đưa hệ thống vào hoạt động, ta khởi động động cơ diezen lại máy phát cấp điện cho toàn bộ hệ thống. Sau đó đóng các cầu dao đầu nguồn trực tiếp là **4MCB**. Khi nguồn động lực, nguồn điều khiển đã được cấp ta bắt đầu tiến hành quá trình điều khiển.

Bật công tắc **MC-H** sang vị trí 0° hoặc 90° tùy theo yêu cầu di chuyển tương ứng với tín hiệu **B131 = 1** hoặc **B132 = 1** lúc này PLC xử lý và thông qua các role trung gian **S01, S901** để kiểm tra và điều khiển hướng di chuyển của xe cầu trùng với hướng đặt sẵn của công tắc **MC-H** (tín hiệu **B0040 = 1** hoặc **B0041 = 1**). Lúc này ta đưa tay trang điều khiển **MC-C** sang phải hoặc sang trái tương ứng với chiều cần dịch chuyển của xe cầu $\Rightarrow$ **B138 = 1** hoặc **B139 = 1**. Tín hiệu được truyền tới bộ mã hoá 8 bit **B121..B128**, bộ mã hoá này mã hoá tín hiệu đặt sau đó truyền tín hiệu đã được xử lý tới bộ PLC. PLC bắt đầu kiểm tra, điều khiển đóng nguồn cấp cho các công tắc tơ, role, nếu các biến tần trong trạng thái bình thường, các công tắc hành trình có tín hiệu đưa về trong trạng thái hoạt động bình thường, **EMX1, EMX2, 3CR, 2CR, 5CR, 7CR, 1MA, 20CR, HOS, HELS = 1** cấp nguồn cho công tắc tơ **1M**, tiếp điểm phụ **1M = 1** đóng nguồn cung cấp cho biến tần để tạo ra điện áp và tần số ra phù hợp với tốc độ đặt. Sau đó PLC điều khiển cấp nguồn cho công tắc tơ **7MA**, tiếp điểm phụ **7MA(28-3D) = 1** cấp nguồn cho hai công tắc tơ chính **GM1 & GM2**, tiếp điểm **GM1** ở mạch **8MA** mở ra làm cho **HM1, HM2 = 0** đảm bảo chắc chắn chỉ có duy nhất cơ cấu di chuyển cầu trục làm việc. Khi đó các bộ tiếp điểm **GM1, GM2** ở mạch động lực đóng lại kết hợp với điện áp điều khiển từ bộ biến tần làm cho động cơ hoạt động với tốc độ tương ứng với vị trí hiện thời của tay trang điều khiển hệ thống ban đầu di chuyển. Lúc này PLC cấp tín hiệu điều khiển hệ thống đèn quay hoạt động.

Quá trình gia tốc được thực hiện như sau: Khi đưa tay trang điều khiển **MC-C** lên tốc độ cao hơn thì bộ mã hoá 8 bit thu nhận tín hiệu từ tay điều khiển, sau khi mã hoá tín hiệu này được đưa tới đầu vào **B12F.. B128** của bộ PLC, lúc này PLC xử lý truyền tín hiệu tới các bộ phát xung tạo ra các tín hiệu thích hợp để điều chỉnh điện áp, tần số ra phù hợp với tốc độ đặt.

Việc thay đổi tốc độ từ cao xuống thấp và dừng chính xác xảy ra quá trình hãm tái sinh. Hệ thống tự trả năng lượng về nguồn qua các điện trở.

10.7.3. Các bảo vệ có trong hệ thống

Bảo vệ quá tải cho động cơ bơm thuỷ lực: Khi các động cơ bơm thuỷ lực bị quá tải thì các role nhiệt **1THR&2THR** tác động làm cho các tiếp điểm **1THR&2THR** ở mạch điều khiển mở ra $\Rightarrow$ **B00D = 0** PLC ra quyết định dừng hệ thống.

Bảo vệ sự cố của hệ thống: Bằng các nút dừng khẩn cấp **EPB1...EPB4** đặt tại bàn phím bên phải, động cơ, cabin điều khiển.

Bảo vệ sự hoạt động bình thường của biến tần: Bằng các tiếp điểm **INV1..INV3**.

Bảo vệ sự tránh va chạm của cầu trục khi di chuyển vào các chướng ngại vật: Khi cầu trục đang di chuyển mà bị va chạm vào các chướng ngại vật xung quanh thì các cảm biến **43.1...43.4 = 0** cắt điện GES làm cho tiếp điểm đóng lại $\Rightarrow$ **B02F = 0**, PLC nhận tín hiệu và điều khiển dừng hệ thống.

Bảo vệ chống sự xê dịch của bánh lốp khi đang làm việc: Khi đang làm việc mà các bánh lốp bị xê dịch khỏi vị trí, các cảm biến **40.1...40.4; 41.1...41.4** = 1 làm cho **SLK** = 0, **SUK** = 1 $\Rightarrow$ **B02B** = 0, **B02C** = 1 PLC điều khiển dừng hệ thống hoặc khi cầu trục di chuyển tới vị trí làm việc mà các chốt khoá tác động thì **SLK** = 0, **SUK** = 1 $\Rightarrow$ PLC ra lệnh chưa cho các cơ cấu khác hoạt động.

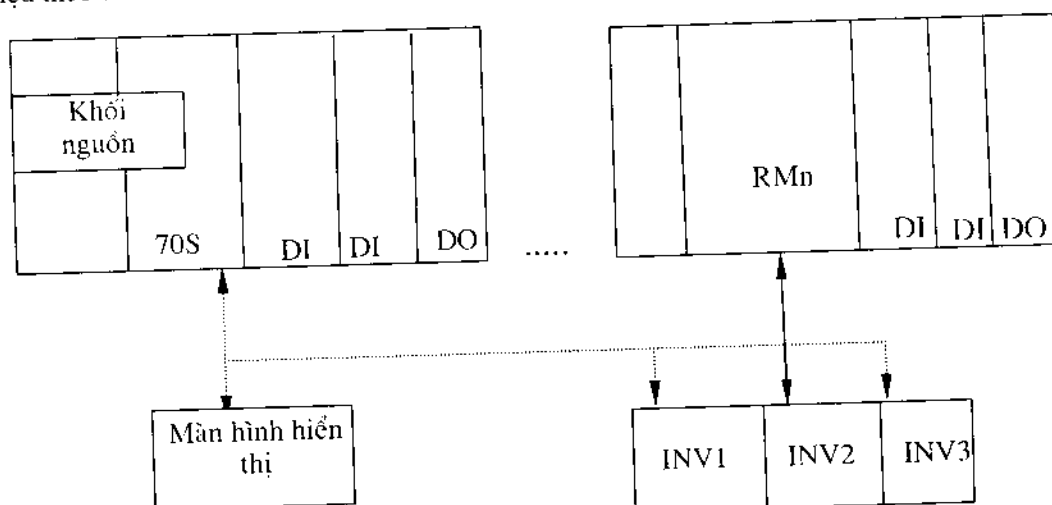
Bảo vệ hướng chuyển động của cầu trục: Giả thiết công tắc **MC-H** đang ở vị trí "90°" mà xe cầu vẫn ở vị trí "0°" thì lúc đó các cảm biến **42.1...42.4; 42.5...42.8** = 1 làm cho **B02D** = 0, **B02E** = 1 $\Rightarrow$ PLC điều khiển chưa cho các cơ cấu khác làm việc.

Bảo vệ liên động giữa hai cơ cấu nâng hạ và di chuyển xe cầu: Khi hai công tắc tơ **GM1&GM2** = 1 thì hai tiếp điểm **GM1&GM2** ở mạch **8MA** mở ra đảm bảo chắc chắn hai công tắc tơ chính **HM1, HM2** cấp nguồn cho cơ cấu nâng hạ không tác động làm cho các tiếp điểm **GM1&GM2** bên mạch động lực đóng lại, còn **HM1, HM2** mở ra $\Rightarrow$ Chắc chắn chỉ có một cơ cấu di chuyển hoạt động.

10.8. THIẾT BỊ PLC VÀ TÍN HIỆU I/O TRONG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN CẦU TRỤC GIÀN RTG

10.8.1. Thiết bị PLC

Bộ điều khiển logic khả trình sử dụng trong hệ thống mang tên MICREX-F do công ty điện tử FUJI - Nhật Bản chế tạo. Do trong cấu trúc số lượng tín hiệu đầu vào (thu thập từ các cảm biến, ngắt cuối hành trình, tay điều khiển...) và số lượng tín hiệu đầu ra (cấp điện cho các rơle, công tắc tơ...) là rất lớn, hệ thống sử dụng một mạng PLC cục bộ gồm các modul vào ra, xử lý tín hiệu theo sơ đồ cấu trúc như ở hình 10.9.



Hình 10.9. Cấu trúc mạng PLC cầu trục giàn RTG

Chức năng các khối trong sơ đồ cấu trúc

70S : Khối xử lý trung tâm.

RMn: Các modul ghép nối ($n = 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8$).

INV1, 2, 3: Bộ biến tần số 1, 2, 3.

Màn hình chỉ thị: Báo trạng thái hoạt động của cầu trục.

Khối xử lý trung tâm **70S** có địa chỉ **ADD = 0** bao gồm :

- + 3 modul tín hiệu vào (24V DC, mỗi modul có 32 đầu vào **SH.72, 73, 74, 75, 76**).
- + Một modul tín hiệu ra transisto bao gồm 16 đầu (**SH.76**).
- + Một modul tín hiệu ra role 16 đầu (**SH.79**)
- + Hai khối biến đổi tín hiệu A/D (4 tín hiệu / modul) **SH.80, 81**
- + Một modul **I/F**

Khối PLC thành phần **RM1**, địa chỉ **ADD = 40** bao gồm:

- + 6 modul (x 16 tín hiệu) tín hiệu vào số (điện áp 220 V) **SH.96 ÷ 101**
- + Hai modul (x 16 đầu) tín hiệu ra kiểu tiếp điểm (điện áp 220 V AC, $I_{dm} = 0,5 \text{ A}$).

Khối **R2** bao gồm 7 modul (x 16 đầu) tín hiệu ra kiểu tiếp điểm ($U = 220\text{V}$, $I = 0,5 \text{ A}$) **SH.93, 94**.

Khối **MR5** (địa chỉ **CH 76**) bao gồm:

- + 3 modul (x 16 đầu) tín hiệu vào số ($U = 220 \text{ V AC}$) **SH.138, 141, 142**
- + 3 modul (x 16 đầu) tín hiệu ra kiểu role (**SH.147, 148**)
- + 1 modul (x 16 đầu) tín hiệu ra kiểu transistor (**SH>149**) $U = 24\text{V}$; $I = 0,5\text{A}$.

Khối **RM6** (địa chỉ **CH70**) thu thập tín hiệu từ bàn điều khiển bên phải người vận hành bao gồm:

- + 2 modul (x 16 đầu) tín hiệu vào **B0700 ÷ B07F; B0710 ÷ B071F**.

Khối **RM7** (địa chỉ **CH72**) thu thập tín hiệu từ bàn điều khiển bên trái bao gồm:

- + 2 modul (x 16 đầu) tín hiệu vào; $U = 24 \text{ V DC}$.

Khối **RM8** địa chỉ **CH 74**) thu thập tín hiệu từ bàn điều khiển bên trái bao gồm:

- + 2 modul (x 16 đầu) tín hiệu vào số; $U = 24 \text{ V DC}$.

Ngoài ra việc liên lạc giữa CPU của PLC và màn hình hiển thị, báo lỗi làm việc và hai bộ nghịch lưu **INV1, INV2** được thực hiện thông qua đường cáp quang và qua khối giao diện **T - LINK**. Toàn bộ quy trình công nghệ, chương trình hoạt động của cầu trục đã được lập trình và cài đặt. Tuy nhiên, người sử dụng có thể kiểm tra, thay đổi thông số bằng cách ghép nối với máy tính xách tay (LAPTOP) với CPU của PLC qua giao diện có sẵn RS232.

10.8.2. Danh sách các tín hiệu vào ra cơ bản

Do số lượng tín hiệu số vào ra rất lớn, do đó ta chỉ xét những tín hiệu chính, cơ bản trong hoạt động của cầu trục. Danh sách cụ thể được trình bày trong bảng sau đây.

Đặc trưng	I/O		Mức điện áp	Vị trí bản vẽ	Loại tín hiệu	Ý nghĩa	Hoạt động
	Địa chỉ						
B000	I		24DC	20	Tiếp điểm	Bảo đóng nguồn công tắc tơ chính	Khi tiếp điểm 1M = 1
B001	I		24DC	20		Điều khiển nguồn biến tần	Khi tiếp điểm 2M = 1
B002	I		24DC	20	Tiếp điểm	Tín hiệu đóng nguồn động cơ b	Khi tiếp điểm 3M = 1
B003	I		24DC	20	nt	Tín hiệu cấp nguồn cho cơ cấu phanh xe cầu	Khi tiếp điểm 4M = 1
B004	I		24DC	20	nt	Tín hiệu cấp nguồn cho động cơ nâng-hạ	Khi tiếp điểm HM1 = 1
B005	I		24DC	20	nt	Tín hiệu cấp nguồn cho động cơ cầu trục	Khi tiếp điểm GM1 = 1
B006	I		24DC	20		Tín hiệu quá tải cho động cơ lái	Rôle 3THR = 1
B007	I		24DC	20		Tín hiệu đóng nguồn cơ cầu phụ	
B008	I		24DC	20	Tiếp điểm	Tín hiệu cấp nguồn chính cho xe con	

Đặc trưng	I/O	Mức điện áp	Vị trí bản vẽ	Loại tín hiệu	Ý nghĩa	Hoạt động
B013	I	24DC	21	Cảm biến	Tín hiệu dừng khẩn cấp khi năng quá cao	Tác động khi HELS = 0
B014	I	24DC	21	nt	Tín hiệu dừng khi năng tới cuối hành trình	Tác động khi HUS = 0
B015	I	24DC	21	nt	Tín hiệu hạ chậm ở cuối hành trình	Tác động khi HSL = 0
B016	I	24DC	21		Xe con di chuyển chậm cuối hành trình tiến	Tác động khi TFS = 0
B017	I	24DC	21		Xe con di chuyển chậm cuối hành trình lùi	Tác động khi TRS = 0
B01D	I	24DC	21		Tín hiệu sự cố INV1	Tác động khi cuộn 3CR = 0
B01E	I	24DC	21		Tín hiệu sự cố INV2	Tác động khi cuộn 4CR = 0
B01F	I	24DC	21		Tín hiệu sự cố INV3	Tác động khi cuộn 5CR = 0
B020	I	24DC	22	Tiếp điểm	Tín hiệu khoá liên động cho cơ cấu nâng	Bật công tác xoay

Đặc trưng	Ý nghĩa				Hoạt động	
	Địa chỉ	I/O	Mức điện áp	Vị trí bản vẽ	Loại tín hiệu	
B021		1	24DC	22	Tiếp điểm	Tín hiệu khoá liên động cho xe con Bật công tác xoay
B022		1	24DC	22	nt	Tín hiệu khoá liên động cho xe cầu Bật công tác xoay
B023		1	24DC	22		Tín hiệu chỉ báo sự cố Bật công tác xoay
B024		1	24DC	22		Tín hiệu chỉ báo thời gian hoạt động Bật công tác xoay
B026		1	24DC	22		Đặt lại chế độ làm việc Khí nhấn nút 12PB
B02B		1	24DC	22	Cảm biến	Tín hiệu đã khoá chốt an toàn cho bánh lái Truyền tín hiệu về khí SLK = 1
B02C		1	24DC	22	nt	Tín hiệu chưa khoá chốt an toàn cho bánh lái Truyền tín hiệu về khí SUK = 1
B02D		1	24DC	22	nt	Tín hiệu xác định vị trí bánh lốp ở 0°
B02E		1	24DC	22	nt	Tín hiệu xác định vị trí bánh lốp ở 90°

Đặc trưng	I/O					Mức điện áp	Vị trí bản vẽ	Loại tín hiệu	Ý nghĩa	Hoạt động
	Địa chỉ									
B08F	I		24DC	31	Tiếp điểm	Cấp nguồn cho quạt làm mát động cơ nâng	Khi công tắc tơ 21M = 1			
B08E	I		nt	31		Điều khiển động cơ nghiêng phải	Khi công tắc tơ 22MF = 1			
B08D	I		nt	31		Điều khiển động cơ nghiêng trái	Khi công tắc tơ 22MR = 1			
B08C	I		nt	31	Tiếp điểm	Tín hiệu bơm dầu bôi trơn hoạt động	Khi công tắc tơ 23M = 1			
B08B	I		nt	31		Tín hiệu cấp nguồn cho cơ cấu phanh	Khi công tắc tơ 24M = 1			
B08A	I		nt	31		Tín hiệu cấp nguồn cho phanh cơ cấu nâng	Khi công tắc tơ 25M = 1			
B089	I		nt	31		Tín hiệu cấp nguồn cho phanh xe con	Khi công tắc tơ 26M = 1			
B080	I		nt	31		Tín hiệu quá tải nhiệt quạt chống tắc				
B09F	I		nt	32		Tín hiệu điều khiển quạt làm mát động cơ nâng	Khi đóng cầu dao 21MCB			

Đặc trưng	I/O	Mức điện áp	Vị trí bản vẽ	Loại tín hiệu	Ý nghĩa	Hoạt động
B09E	I	24DC	32		Tín hiệu điều khiển phanh xe con	Khi đóng cầu dao 24MCB
B09B	I	nt	32		Dừng xe con cuối hành trình tiến	Cuộn TFF = 0
B09A	I	nt	32		Dừng xe con cuối hành trình lùi	Cuộn TRE = 0
B099	I	nt	32		Hạ chậm dần ở gần cuối hành trình	Tác động khi HSD = 0
B098	I	nt	32		Dừng ở cuối hành trình hạ	Tác động khi HLS = 0
B097	I	nt	32		Dừng khi nghiêng phải quá mức	Tác động khi SKR = 0
B096	I	nt	32		Dừng khi nghiêng trái quá mức	Tác động khi SKF = 0
B095	I	nt	32		Tín hiệu điều khiển khung nâng 40 feet	
B111	I	nt	32A		Tín hiệu điều khiển khung nâng 20 feet	

Đặc trưng	I/O	Mức điện áp	Vị trí bản vẽ	Loại tín hiệu	Ý nghĩa	Hoạt động
Địa chỉ						
B0030	O	24DC	28		Công tắc tơ chính đóng nguồn bảng điện phụ	Khi công tắc tơ 1MA = 1
B0031	O	nt	28		Tín hiệu điều khiển đảo pha nguồn	Khi công tắc tơ 2M = 1
B0032	O	nt	28		Tín hiệu cấp nguồn động cơ bơm thủy lực	Khi công tắc tơ 3M = 1
B0033	O	nt	28		Tín hiệu cấp nguồn cho phanh xe cầu	Khi công tắc tơ 4M = 1
B0034	O	nt	28		Tín hiệu Dừng khẩn cấp khi có sự cố nâng	Khi công tắc tơ 20CR = 0
B0036	O	nt	28		Tín hiệu chuyển đổi hoạt động của cầu trục	Khi công tắc tơ 7MA = 1
B0038	O	nt	28		Tín hiệu cấp nguồn chiếu sáng	
B0039	O	nt	28		Tín hiệu điều khiển cấp nguồn thiết bị làm mát	Khi công tắc tơ 10M = 0
B003A	O	nt	28		Tín hiệu điều khiển cấp nguồn thiết bị làm mát	Khi công tắc tơ 11M = 0

Đặc trưng	I/O	Mức điện áp	Vị trí bản vẽ	Loại tín hiệu	Ý nghĩa	Hoạt động
B003C	O	24DC	28		Tín hiệu chuyển đổi hoạt động của cơ cấu nâng	Khi công tắc tơ 8MA = 1
B003E	O	nt	28		Tín hiệu chỉ báo bằng điện phụ đã được cấp nguồn	
B003F	O	nt	28		Tín hiệu chỉ báo sự cố	
B0040	O	nt	29		Tín hiệu xác định bánh lốp ở vị trí 0°	
B0041	O	nt	29		Tín hiệu xác định bánh lốp ở vị trí 90°	
B0042	O	nt	29		Tín hiệu báo bánh lái đã được khoá	
B0043	O	nt	29		Tín hiệu bánh lái chưa được khoá	
B0044	O	nt	29		Đặt lại chế độ hoạt động cho biến tần IVN1,2	
B0045	O	nt	29		Đặt lại chế độ hoạt động cho biến tần IVN3	

Đặc trưng	Địa chỉ	I/O	Mức điện áp	Vị trí bản vẽ	Loại tín hiệu	Ý nghĩa	Hoạt động
	B0047	O	24 DC	29		Can thiệp điều khiển hướng bằng tay	
	B0048	O	nt	29		Điều khiển bánh lái quay về vị trí 90°	Bằng tay điều khiển
	B0049	O	nt	29		Tín hiệu điều khiển phanh xe cầu	
	B004A	O	nt	29		Tự động điều khiển hướng bằng PLC	
	B004D	O	nt	29		Tín hiệu đèn quay hoạt động	
	B10F	O	nt	33		Tín hiệu cấp nguồn cho quạt làm mát động cơ nâng	Khi công tắc tơ 21M = 1
	B10E	O	nt	33		Tín hiệu cấp nguồn cho động cơ chống nghiêng phải	Khi công tắc tơ 22MF = 1
	B10D	O	nt	33		Tín hiệu cấp nguồn cho động cơ chống nghiêng trái	Khi công tắc tơ 22MR = 1
	B10C	O	nt	33		Tín hiệu cấp nguồn cho động cơ bơm dầu bôi trơn	Khi công tắc tơ 23M = 1

Đặc trưng	I/O						Mức điện áp	Vị trí bản vẽ	Loại tín hiệu	Ý nghĩa	Hoạt động
	Địa chỉ										
B10B	O						24DC	33		Tín hiệu cấp nguồn cho quạt làm mát động cơ chống lặc	Khi công tắc tơ 27M có điện
B10A	O						nt	33		Tín hiệu điều khiển cấp nguồn cho phanh cơ cầu nâng	Khi công tắc tơ 25M có điện
B109	O						nt	33		Tín hiệu điều khiển cấp nguồn cho phanh xe con	Khi công tắc tơ 26M có điện
B14J	O						nt	37		Đèn báo bánh lốp đã khoá	
B14E	O						nt	37		Đèn báo bánh lốp chưa khoá	
B14D	O						nt	37		Đèn báo động cơ bơm thủy lực hoạt động	
B149	O						nt	37		Đèn báo đã bật nguồn điều khiển	
B147	O						nt	37		Đèn báo bơm dầu bôi trơn đã hoạt động	
B142	O						nt	37		Đèn báo cầu trục đang hoạt động.	

10.9. BỘ BIẾN TẦN SỬ DỤNG TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN CẦU TRỤC RTG

10.9.1. Thông số của bộ biến tần

Loại Số seri	FRN 30VB7S - 4 01HY12345R001 - 1H	
Nguồn	Mômen cố định 3PH 380 – 440 V/50 Hz 104 A	Mômen cố định 3PH 380 – 440V/60Hz 124 A
Tín hiệu ra	3PH 380 - 480 V	
	45,7 kVA	57,2kVA
Khối lượng	30 kg	

10.9.2. Cấu trúc của bộ biến tần

Kết cấu của bộ biến tần gián tiếp của hệ thống bao gồm một khối chỉnh lưu một chiều và khối nghịch lưu **INV**. Đầu vào của bộ biến tần được cung cấp điện áp 460 V cho khối chỉnh lưu, khối này có nhiệm vụ đưa ra điện áp một chiều ổn định $U = 600\text{ V}$. Khối nghịch lưu **INV** dùng các van IGBT có vai trò biến đổi điện áp đầu vào thành nguồn điện xoay chiều ba pha hình sin có tần số điện áp thay đổi để cấp nguồn cho động cơ thực hiện. **INV** cấp nguồn cho các động cơ điện truyền động chính như cơ cấu di chuyển xe con, di chuyển giàn, cơ cấu nâng hạ của cầu trục.

Cầu trục giàn có ba cơ cấu truyền động chính, trong công nghệ nâng chuyển container khi điều khiển nâng hạ container không cho phép hai cơ cấu di chuyển xe con và di chuyển giàn làm việc. Vì vậy trên cầu trục RTG chỉ cần trang bị ba bộ biến tần. Khi động cơ nâng hạ hàng làm việc cấp nguồn được thực hiện bằng cách cho hai biến tần công tác song song. Còn khi cơ cấu di chuyển giàn làm việc mỗi động cơ được cấp nguồn từ một biến tần riêng biệt, cơ cấu di chuyển xe con có công suất nhỏ nên được thiết kế biến tần riêng biệt có công suất nhỏ. Các bộ biến tần sử dụng trên cầu trục RTG có cấu trúc giống nhau được biểu diễn trên hình 10.10.

10.9.3. Chức năng của các cực

a. Chức năng của các cực mạch chính, các cực tiếp đất:

L1/R,L2/S,L3/T	Các cực vào của nguồn điện mạch chính	Được nối với nguồn điện 3 pha
U,V,W	Các cực ra của biến tần	Được nối với động cơ 3 pha
ROTOR	Các cực vào của nguồn điều khiển phụ	Được nối với nguồn điện xoay chiều, được dùng cho mạch chính, nguồn điện dự trữ cho mạch điều khiển
P1,P(+)	Các cực nối bộ điện kháng dòng điện một chiều	Được nối với đầu vào của nguồn điều chỉnh bộ điện kháng
P(+), DB	Các cực nối điện trở hãm.	Được nối với điện trở hãm.
P(+), N(-)	Các cực của mạch nối dòng một chiều	Cấp điện áp mạch nối dòng một chiều Được nối bộ hãm bên ngoài hoặc bộ tải sinh điện
G	Các cực nối đất	Nối đất cho khung của bộ biến tần Được nối với đất

b. Chức năng của các cực mạch điều khiển :

Ký hiệu cực	Tên cực	Chức năng
13	Cấp nguồn cho chiết áp	Cấp nguồn 10 V một chiều để đạt tốc độ POT (1 -5 kΩ)
12	Điện áp vào	Điều khiển tốc độ động cơ theo lệnh điện áp vào tương tự từ bên ngoài
11	Khối chung đầu vào tương tự	Một đầu nối chung cho các tín hiệu tương tự đầu vào.
Ai1 Ai2 M	Đầu vào tương tự 1 Đầu vào tương tự 2 Khối chung đầu vào tương tự	Điện áp DC đầu vào tương tự từ 0 đến 10 V Điện trở đầu vào: 10 kΩ
FWD	Lệnh hoạt động về phía trước	FWD-CM: ON - Động cơ chạy theo chiều tiến FWD-CM: OFF - Động cơ giảm tốc độ và dừng lại.
REV	Lệnh hoạt động đảo chiều	REV-CM: ON - Động cơ chạy ngược chiều REV-CM: OFF - Động cơ giảm tốc độ và dừng lại.
X1 X2 X3 X4	Đầu vào kỹ thuật số	Các chức năng như mệnh lệnh dừng máy bên ngoài, tín hiệu báo động ở ngoài, đặt lại tín hiệu báo động và điều khiển nhiều tốc độ có Tính năng kỹ thuật của mạch vào kỹ thuật số

X5 X6 X7 X8 X9		Mục	min	typ	max
		Điện áp làm việc	Mức ON Mức OFF	0V 24V	- 2V
		Dòng làm việc hiện thời	-	3,2 mA	4,5 mA
		Dòng dò cho phép khi dừng	-	-	0,5 mA
PLC	Cấp nguồn tín hiệu PLC	Nối với nguồn tín hiệu đầu ra của PLC (điện áp quy định 24 (22-27) V DC).			
CM	Khối chung đầu vào kỹ thuật số	Đầu nối chung dùng cho tín hiệu vào kỹ thuật số.			
A01 A02 A03 M	Đầu ra tương tự Khối chung đầu ra tương tự	Màn hình đưa tín hiệu ra ở điện áp DC tương tự giữa 0 và ± 10 V Trở kháng có thể nối: nhỏ nhất 3 k Ω			
Y1 Y2 Y3 Y4	Đầu ra tranzito	Tín hiệu đầu ra như sự vận hành , tốc độ tương đương , để phòng sớm quá tải Tính năng kỹ thuật:			
		Mục	min	typ	max
		Điện áp làm việc	Mức ON Mức OFF	- 24V	1V 27V
		Dòng làm việc hiện thời	-	-	50 mA
		Dòng dò cho phép khi dừng	-	-	0,1 mA
CME	Khối chung tranzito đầu ra	Một đầu nối chung cho đầu ra của tranzito. Cách nhau từ đầu nối CM và 11.			
30A 30B 30C	Đầu ra rơle báo động (cho bất kỳ lỗi nào).	Đầu ra của tín hiệu báo động như rơle nối đầu ra (1SPDT) khi bộ biến tần dừng do báo động Điện áp nối: 250 V AC, 0,3A, cos ϕ = 0,3			
Y5A Y5C	Role đầu ra	Có thể chọn 1 tín hiệu Điện áp nối: 250 V AC, 0,3A, cos ϕ = 0,3			
RX(+) RX(-) TX(+) TX(-)	RS485 thông tin đầu vào/ đầu ra	Đầu vào / đầu ra cho sự thông tin RS485			
SD(M)	Cáp nối che chắn sự thông tin	Nối với dây kim loại bảo vệ			
PA , PB	Tín hiệu đầu ra máy phát xung hai pha	Nối với hai pha tín hiệu từ máy phát xung			
PGP PGM	Nguồn cấp cho máy phát xung	Nguồn cấp (+15V DC chuyển mạch tới +12V DC) đến PG			
FA,FB	Đầu ra máy phát xung	Tín hiệu đầu ra máy phát xung với tần số chia thành 1/n (n là chương trình với chức năng mã E29)			
CM	Khối chung đầu ra máy phát xung	Một đầu nối chung cho FA , FB			

1. Các cực vào của nguồn điện mạch chính: L1/R , L2/S , L3/T

Được nối với nguồn điện qua cầu dao tiếp mát để bảo vệ đường dây. Pha bất kỳ có thể được nối với dây dẫn bất kỳ.

Nối một công tắc tơ điện từ bộ biến tần để có thể ngắt ra khỏi nguồn điện.

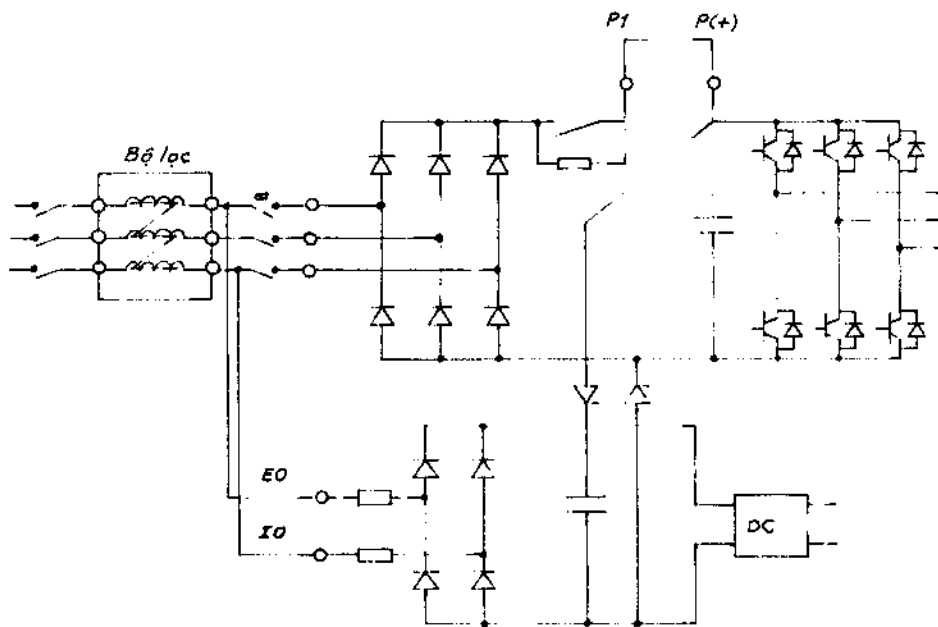
Không khởi động hay dừng bộ biến tần bằng cách bật hoặc tắt cầu dao nguồn chính. Dùng các cực mạch điều khiển, FWD và REV và khoá STOP trên bảng KEYPAD để khởi động hoặc dừng bộ biến tần.

2. Các cực ra của bộ biến tần: U, V, W

Đầu nối các cực ra của bộ biến tần tới ba pha của động cơ với lưu ý không được đấu nối sai pha.

3. Đầu vào của nguồn điều khiển phụ: R0 và T0

Nếu công tắc tơ điện từ trong mạch cung cấp năng lượng tới bộ biến tần bị ngắt khi kích hoạt mạch bảo vệ thì năng lượng điều khiển bộ biến tần sẽ bị ngắt. Dẫn đến các tín hiệu báo động (30A , 30B , 30C) được duy trì không lâu và các tín hiệu trên bảng KEYPAD biến mất. Để tránh điều này, sử dụng điện áp xoay chiều cấp cho nguồn điều khiển phụ.

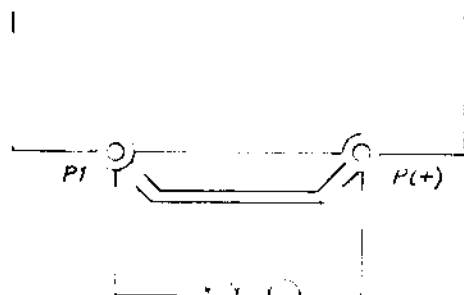


Hình 10.11. Đầu vào của nguồn điều khiển phụ

4. Các cực nối bộ điện kháng một chiều DC [P1 và P(+)]

Bố trí các cực này để nối bộ điện kháng một chiều DC hiệu chỉnh hệ số công suất đầu vào. Dùng một đoạn dây nối giữa các cực .

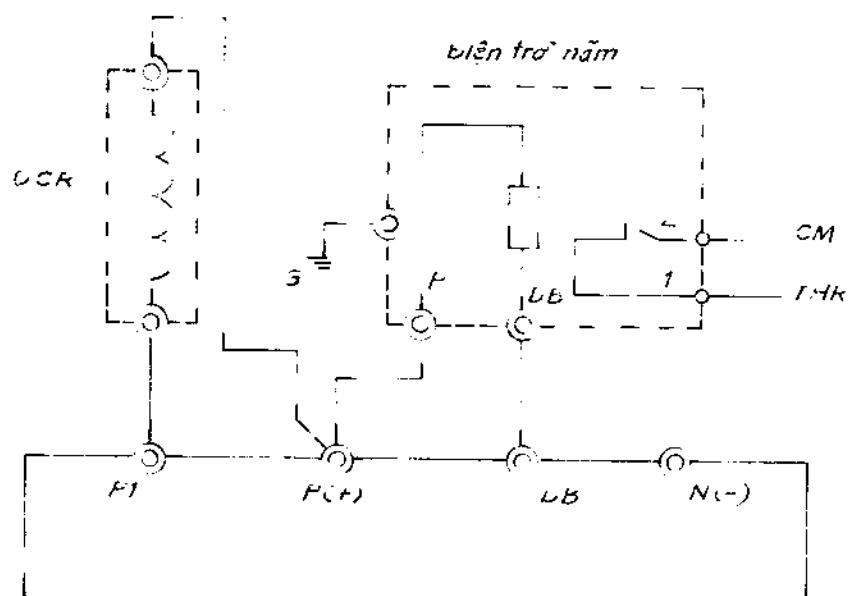
Tháo đoạn dây nối đó trước khi đấu bộ điện kháng một chiều. Không được tháo dây nối khi không sử dụng bộ điện kháng một chiều.



Hình 10.12. Các cực nối bộ điện kháng một chiều DC

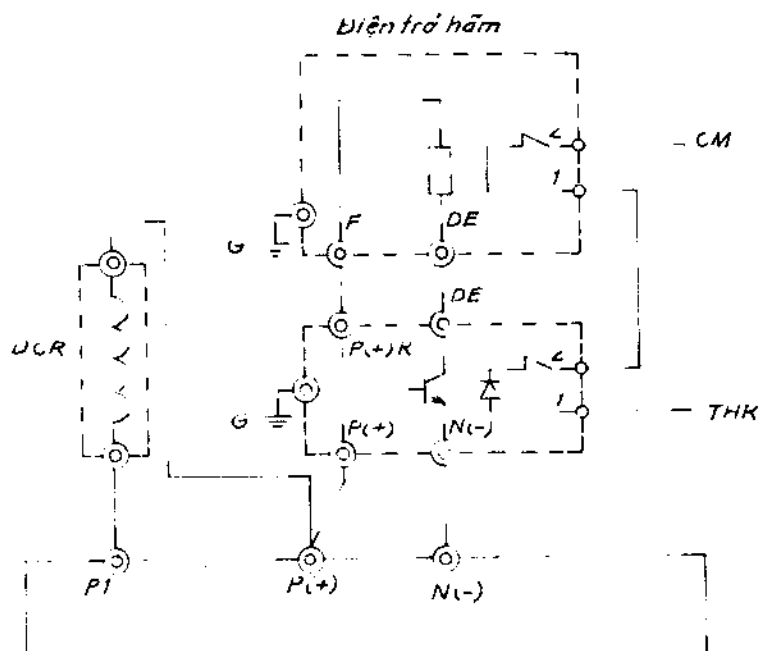
5. Các cực nối bộ điện trở phanh

Nối các cực bộ điện trở phanh P+ và DB vào các cực của bộ biến tần P+ và DB. Bố trí dây dẫn sao cho chiều dài không quá 5 m.



Hình 10.13. Các cực nối bộ điện trở hãm

6. Các cực của mạch nối dòng một chiều



Hình 10.14. Các cực của mạch nối dòng một chiều

7. Các cực nối đất của bộ biến tần

Các cực nối đất của bộ biến tần phải được nối xuống đất để đảm bảo an toàn và để đo độ ồn.

10.9.4. Giao diện vận hành của biến tần

Trước khi cấp nguồn bộ biến tần phải được cài chương trình để vận hành từ bảng KEYPAD.

Bật nguồn, kiểm tra chỉ báo tốc độ, phần LED sáng chỉ 0 vòng/phút.

Đặt tốc độ bằng cách sử dụng nút ấn.

Nhấn nút FWD để điều khiển động cơ chạy theo chiều thuận hoặc nút REV để điều khiển động cơ quay ngược lại.

Nhấn nút STOP để dừng động cơ.

Các phương pháp vận hành chung

Phương pháp vận hành	Điều khiển tốc độ	Lệnh vận hành
Từ bảng điều khiển KEYPAD	Các nút nhấn trên bảng điều khiển KEYPAD	
Tín hiệu nhập từ bên ngoài	Biến trở hoặc điện áp tương tự	Đầu nối: FWD - CM Đầu nối: REV - CM

A: Màn hình LED, hiển thị 4 con số. Được sử dụng để hiển thị các mục khác nhau của dữ liệu quan sát tần số cài đặt.

C: Màn hình LCD, được dùng để hiển thị các dạng thông tin khác nhau về tình trạng làm việc.

D: Chỉ thị trên màn hình LCD, hiển thị một trong những trạng thái làm việc sau đây:

FWD: Chạy thuận chiều; **REV:** Chạy ngược chiều

STOP: dừng

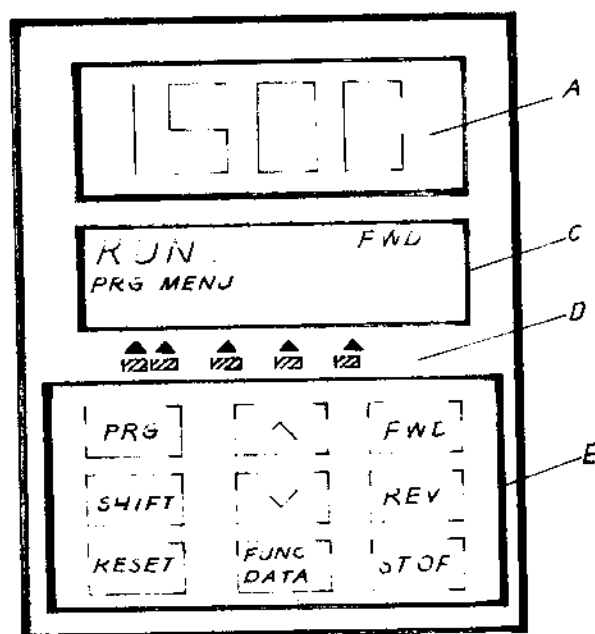
Hiển thị các cách vận hành:

REM: Tín hiệu bên ngoài

LOC: Bảng KEYPAD

E: RUN LED

Cho biết lệnh đang thực hiện được nhập vào nút ấn FWD hoặc REV.



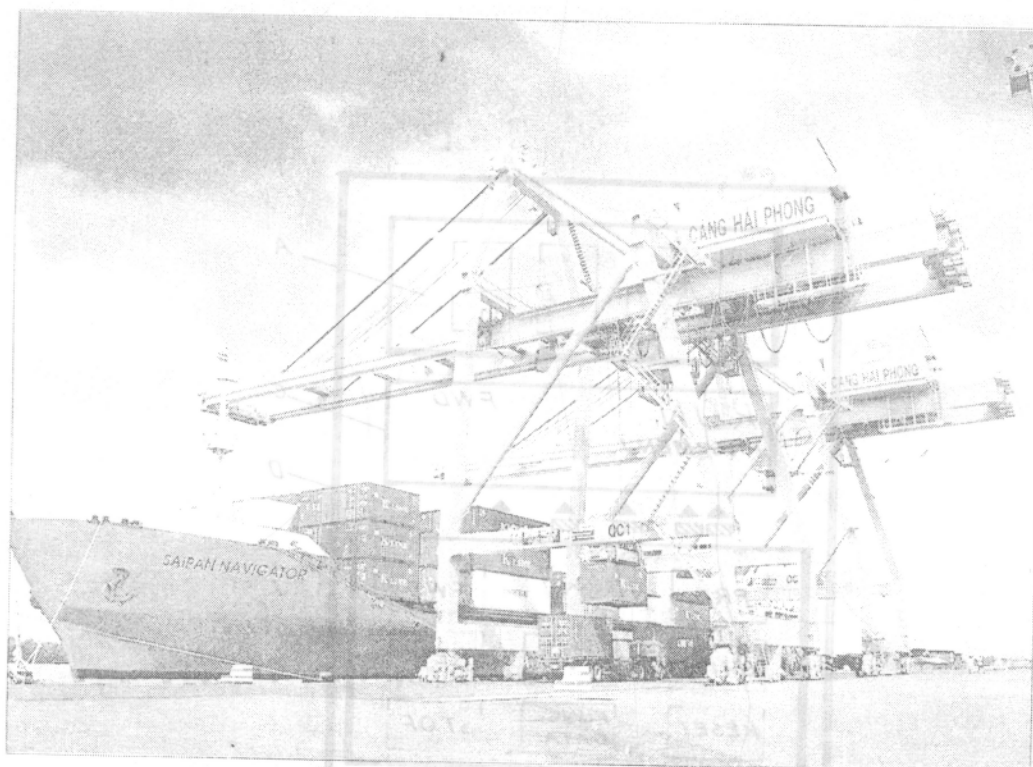
Hình 10.15. Giao diện biến tần với người vận hành

CHƯƠNG 11. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ ĐIỀU KHIỂN CẦU TRỤC QC NÂNG CHUYỂN CONTAINER

11.1 KHÁI NIỆM CHUNG VỀ CẦU TRỤC GIÀN QC

11.1.1. Khái quát về cầu trục giàn QC

Cầu trục giàn xếp dỡ container Mitsuo Paceco là cầu trục cổng có côngson liên kết bản lề chuyển động trên đường ray, xe con di chuyển bằng cáp kéo, sử dụng năng lượng điện 3 pha. Là loại thiết bị hiện đại nhất để xếp dỡ container lên xuống tàu. Cầu trục giàn bốc xếp container cho tàu biển biểu diễn trên hình 11.1.



Hình 11.1. Cầu trục giàn bốc xếp container cho tàu biển

Tất cả các chuyển động đòi hỏi để xếp dỡ container được điều khiển từ cabin của người vận hành được lắp đặt trên cơ cấu xe con.

Điều khiển chuyển động đảm bảo sự thay đổi tốc độ được nhẹ nhàng đối với các cơ cấu chính (cơ cấu nâng hạ hàng, di chuyển xe con, di chuyển chân đế, nâng hạ côngson).

- Kết cấu thép cầu trục là khung hàn cứng, cấu trúc dạng hộp.
- Cầu trục được trang bị một khung nâng dạng ống lồng để xếp dỡ container.
- Thiết bị nghiêng khung nâng được lắp để điều chỉnh khung nâng ăn khớp với container đặt trên sàn tàu.

- Kẹp ray điện thuỷ lực được trang bị để giữ cầu trục không dịch chuyển dưới gió xoáy 35 m/s trong khi cầu trục hoạt động.

- Các thiết bị an toàn của cầu trục có nhiều công tác giới hạn, khoá liên động, phanh hãm, các nút dừng khẩn cấp.

- Bộ điều chỉnh chống lắc được điều khiển bằng máy tính để hãm sự lắc container khi di chuyển xe con, để đảm bảo dễ dàng định vị container và khung nâng.

11.1.2. Các thông số kỹ thuật cơ bản của hệ cầu trục giàn QC

- Loại cầu trục: Cầu trục cổng, xe con di chuyển bằng cáp kéo, côngson nâng hạ kiểu bản lề.

- Sức nâng định mức:

+ Khi dùng khung nâng: 36,5 tấn.

+ Khi dùng dầm nâng: 40 tấn.

- Khả năng quá tải: 125 % tải định mức (cơ cấu nâng)

- Loại container: ISO IAA (40'); ICC (20') và loại container 45' có công nghệ đúc góc kiểu ống lồng.

- Loại khung nâng: 20' / 40' / 45' theo công nghệ ống lồng.

- Hành trình xe con mang hàng: 50 m.

+ Tầm với ngoài (từ tâm ray di chuyển ra phía bờ sông) : 30 m.

+ Tầm với trong (từ tâm ray di chuyển ra phía bờ sông) : 20 m.

- Chiều cao nâng: 27,5 m. Trong đó:

+ Chiều cao nâng hàng : 18,5 m

+ Chiều sâu hạ hàng : - 9 m

- Chiều cao của gầu giàn: 5 m.

- Sức gió làm việc được: < 16 m/s.

- Khoảng cách bên trong giữa các chân: 16,86 m.

- Độ bằng phẳng của ray di chuyển cầu trục: chênh lệch 0,1 m.

- Chiều dài bao ngoài cầu trục : 65 m.

- Chiều cao (khi nâng côngson) : 63 m.

- Số bánh xe : 4 bánh / 1 cụm chân.

- Số cụm chân : 4 cụm.

- Áp lực lớn nhất đặt lên bánh xe ở trạng thái làm việc:

+ Áp lực phía ray trong: 56,8 tấn / bánh.

+ Áp lực phía ray ngoài: 37,3 tấn / bánh.

Các tốc độ vận hành định mức:

- Tốc độ nâng hạ hàng:

+ Khi không tải: 80 m / phút.

+ Khi tải trọng 36,5 tấn: 40 m / phút.

- Tốc độ di chuyển xe con: 100 m / phút.

- Tốc độ di chuyển cầu trục: 30 m / phút.

- Tốc độ nâng hạ côngson: 5 phút / 1 lần (trừ thời gian đóng chốt giàn).

Các động cơ truyền động chính:

- Động cơ nâng hạ hàng:

+ Công suất định mức: $P_{dm} = 300 \text{ kW}$.

+ Tốc độ: $n = 800 / 1600 \text{ vg/ph}$.

- + Điện áp định mức: $U_{dm} = 440 \text{ V}$.
- Động cơ di chuyển xe con:
 - + Công suất định mức: $P_{dm} = 75 \text{ kW}$.
 - + Tốc độ: $n = 1500 \text{ vg/ph}$.
 - + Điện áp định mức: $U_{dm} = 440 \text{ V}$.
- Động cơ di chuyển giàn: Gồm 8 động cơ với các thông số như sau:
 - + Công suất định mức: $P_{dm} = 11 \text{ kW}$.
 - + Tốc độ: $n = 1800 \text{ vg/ph}$.
 - + Điện áp định mức: $U_{dm} = 440 \text{ V}$.
- Động cơ nâng hạ côngson:
 - + Công suất định mức: $P_{dm} = 55 \text{ kW}$.
 - + Tốc độ động cơ: $n = 1500 \text{ vg/ph}$.
 - + Điện áp định mức: $U_{dm} = 440 \text{ V}$.

11.1.3. Cabin điều khiển trên cầu trục QC

Trên cầu trục buồng máy chính được đặt trên phần cố định của giàn côngson. Trong buồng máy đặt các động cơ truyền động của cơ cấu nâng chính, di chuyển xe con và nâng hạ côngson. Tủ điện cao áp (6,3 kV) được đặt cách ly với panel điều khiển phía thấp áp. Cabin của người vận hành được đặt cố định trên xe con. Tại cabin này người điều khiển có thể thao tác vận hành di chuyển xe con, nâng hạ hàng và di chuyển chân đế. Để nâng hạ côngson, người vận hành buộc phải lên cabin điều khiển nâng hạ côngson đặt trên khung dầm côngson, ở trên cabin phụ này cũng có thể thực hiện di chuyển chân đế với tốc độ không đổi bằng nút ấn.

Các công tắc, thiết bị điều khiển trong cabin chính:

Bàn điều khiển bên tay phải

Số TT	Loại và tên gọi	Công dụng và cách vận hành
1	Tay trang điều khiển: 5 tiến – 0 – 5 lùi. 5 phải – 0 – 5 trái.	Vận hành cơ cấu nâng chính. Vận hành di chuyển chân đế.
2	Nút ấn “EMGC”	Dừng khẩn cấp mọi hoạt động của cầu trục.
3	Công tắc xoay: “Khoá - 0 – Không khoá”	Mở, khoá 4 chốt xoay (chốt cont).
4	Công tắc bật: “Cần gạt nước cửa sổ”	Vận hành cần gạt.
5	Công tắc bật: “Thiết bị rửa cửa kính”	Lau rửa kính cabin.
6	Công tắc xoay: “Bằng tay - Tự động”	Lựa chọn chế độ kẹp ray: Bằng tay – Tự động.
7	Công tắc xoay: “Tại chỗ – Từ xa”	Lựa chọn chế độ vận hành di chuyển chân đế: Tại cabin chính – cabin vận hành côngson.
8	Công tắc bật đèn đường.	
9	Nút ấn: “Kẹp – Không kẹp”.	Vận hành kẹp ray bằng tay.
10	Nút ấn (sáng): “Bật-Tắt nguồn điều khiển”	
11	Nút ấn (sáng): “Tắt đèn báo”	Tắt còi báo lỗi vận hành.
12	Công tắc bật: “Đèn báo”	Bật đèn côngson, dầm, chân...
13	Công tắc bật: “Đèn huỳnh quang”	

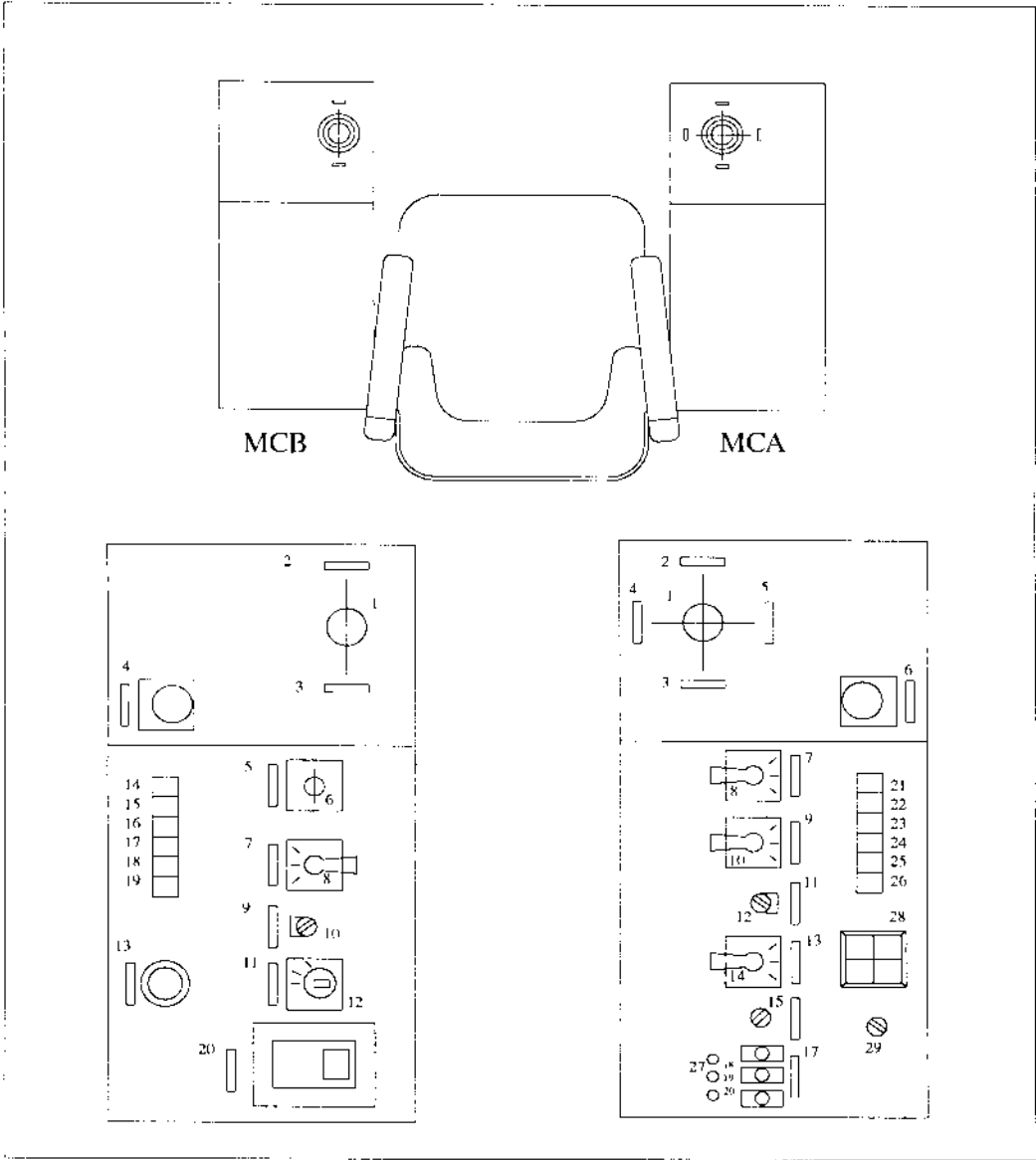
Bàn điều khiển bên tay trái

Số TT	Loại và tên gọi	Công dụng và cách vận hành
1	Tay trang điều khiển: 5 tiến – 0 – 5 lùi.	Vận hành cơ cấu di chuyển xe con.
2	Nút ấn (sáng): “Flipper 1÷4”	Điều chỉnh từng cánh dẫn hướng: Số 1÷4.
3	Nút ấn (sáng): “Bật bơm khung nâng”.	Khởi động bơm khung nâng.
4	Nút ấn: “Dừng bơm khung nâng”	Tắt bơm khung nâng.
5	Công tắc chìa: “Khoá liên động dự phòng”	Dự phòng khoá liên động.
6	Công tắc chìa: “Khoá liên động dự phòng”	Sử dụng để huỷ bỏ khoá liên động giữa mạch chốt xoay và mạch cơ cấu nâng chính, sử dụng trong trường hợp khẩn cấp như có lỗi trong việc khoá hay không khoá.
7	Công tắc xoay: “Thiết bị chống lắc sử dụng CPU”	Điều chỉnh chống dao động container khi di chuyển xe con bằng máy tính.
8	Công tắc xoay: “Bảng tay-Tự động”	Lựa chọn chế độ chống dao động.
9	Nút ấn: “Chống lắc bằng tay”	
10	Công tắc cần đơn: “FLIPPER”	Vận hành lên xuống cả 4 cánh dẫn hướng.
11	Công tắc xoay: “20’ – 40’ – 45’”	Thay đổi chiều dài khung nâng: “20’ – 40’ – 45’”
12	Công tắc xoay: “khung nâng – cửa sập – móc”	Sử dụng trong trường hợp khối đầu cơ cấu nâng không dùng khung nâng.
13	Nút ấn: “Vị trí trước”	Sử dụng nghiêng khung nâng về phía trước so với vị trí trung hoà.

Bảng điều khiển trong cabin phụ (cabin vận hành côngson):

Số TT	Loại và tên gọi	Công dụng và cách vận hành
1A	Nút ấn: “Bật nguồn điều khiển”	Bật nguồn điều khiển tại cabin phụ.
2B	Nút ấn: “Tắt nguồn điều khiển”	Tắt nguồn điều khiển.
3C	Đèn báo: “Có thể hoạt động”	Báo hệ thống sẵn sàng hoạt động.
4D	Nút ấn: “Dừng khẩn cấp”	Dừng toàn bộ hoạt động của cầu trục tại cabin phụ.
5E	Nút ấn: “Nâng dàn”	Vận hành nâng côngson.
6F	Nút ấn: “Hạ dàn”	Vận hành hạ côngson.
7G	Nút ấn: “Dừng”	Dừng quá trình nâng hạ côngson.
8H	Đèn báo: “Vị trí dàn ngang”	Báo trạng thái đã hạ xong côngson.
9I	Đèn báo: “Vị trí dàn đứng”	Báo trạng thái đã nâng xong côngson.
10J	Công tắc: “Nâng móc dàn”	Vận hành nâng chốt côngson.
11K	Công tắc: “Hạ móc dàn”	Vận hành chốt côngson
12L	Nút ấn: “Sang phải”	Vận hành di chuyển cần trục sang phải.
13M	Nút ấn: “Sang trái”	Vận hành di chuyển cần trục sang trái.

14P	Công tắc bật: “Đèn chân”	
15Q	Công tắc bật: “Đèn móc dãn”	



Hình 11.2. Bố trí các thiết bị điều khiển ở cabin cầu trục QC

11.2. HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN CẤP NGUỒN CHO CẦU TRỤC GIÀN QC

1. Nguồn điện cấp từ trạm biến áp của xí nghiệp

Sơ đồ nguyên lý điều khiển cấp nguồn cho cầu trục giàn QC được biểu diễn trên hình 11.3. Nguồn điện ba pha điện áp 6300 V, 50 Hz và được đưa đến hố cấp điện tại cầu tàu, bên cạnh đường ray của cầu trục QC.

2. Nguồn điện cho các động cơ điện của các cơ cấu bao gồm hai loại:

S1: 3 pha, 440 V, 50 Hz.

S2: 3 pha, 380 V, 50 Hz.

Nguồn **S1** là nguồn điện cung cấp cho bộ biến tần, điều khiển cho các động cơ truyền động trong các cơ cấu chính (nâng hạ hàng, di chuyển chân đế, di chuyển xe con và nâng hạ giàn).

Nguồn điện **S2** được sử dụng cho các cuộn phanh điện từ, các động cơ bơm thủy lực, động cơ cuốn cáp điện cấp nguồn, quạt làm mát...

3. Nguồn điện cấp cho mạch điều khiển, đo lường, tín hiệu:

Nguồn điện một pha 220 V, 50 Hz: cấp cho các rơle, công tắc tơ trong mạch điều khiển, đầu ra của các PLC và cho các van điện từ.

Nguồn điện một chiều 24 V nguồn cấp cho các đầu vào của PLC và là nguồn cho các động cơ điện làm nhiệm vụ lau rửa kính cabin và cần gạt nước mưa.

11.2.1. Chức năng các phần tử của hệ thống cấp nguồn cho cầu trục QC

Phân cấp nguồn phía cao áp và mạch điều khiển được giới thiệu trong bốn bản vẽ lắp ráp: SII 08, 09, 12, 13 của tập hồ sơ cầu trục QC. Sơ đồ nguyên lý phân cấp nguồn được biểu diễn trên hình 11.3

Mạch động lực: điện áp $U = 6300$ V.

CH: Hệ thống chổi than, vành trượt lấy điện từ hồ cáp điện từ bờ vào, cung cấp tới hệ thống thanh cái ba pha, 6300 V của QC.

DS: Máy cắt điện chính cung cấp điện cho toàn bộ hệ thống. $U_{dm} = 3.3/7,2$ kV, $I_{dm} = 14$ kA.

VCS1: Máy cắt cấp điện cho máy biến áp động lực MTR1. $U_{dm} = 7,2$ kV, $I_{dm} = 4$ kA.

PF1: Ba cầu chì bảo vệ ngắn mạch phía sơ cấp biến áp MTR1. $U_{dm} = 7,2$ kV, $I_{dm} = 40$ kA.

MTR1: Máy biến áp chính số 1 cấp nguồn 380 V 3 pha 50 Hz (các thông số nguồn: 6300/380 V; $S_{dm} = 75$ kVA).

MTR2: Máy biến áp chính số 2 cấp nguồn 440 V 3 pha 50 Hz (các thông số nguồn: 6300/440 V; $S_{dm} = 400$ kVA).

VCS2: Máy cắt cấp điện tới sơ cấp của MTR2 có $U_{dm} = 7,2$ kV; $I_{dm} = 40$ kA.

PT1: Máy biến áp một pha cấp nguồn 220 V cho mạch điều khiển và mạch đèn báo hiệu trên không.

Các thông số của PT1: 6300/220 V (1 pha); $I_{dm} = 3$ kVA.

PF: Cầu chì bảo vệ ngắn mạch phía sơ cấp máy biến áp một pha PT1.

PTO×2: Hai biến áp một pha, được mắc trở thành biến áp ba pha cấp nguồn 110 V cho mạch đo lường, điều khiển và tín hiệu. PTO có thông số: 6300/110 V, $S_{dm} = 100$ VA.

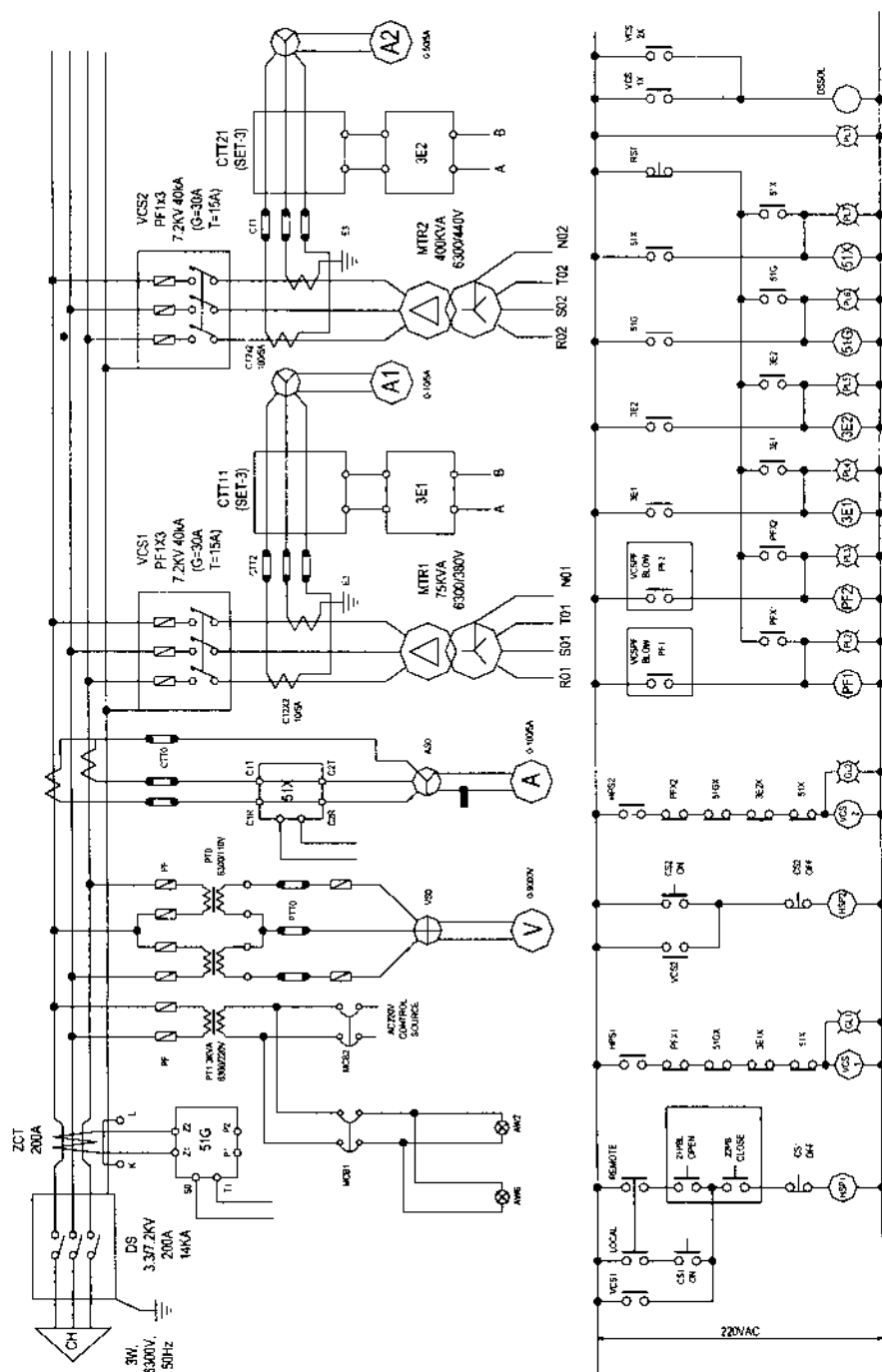
ZCT: Máy biến dòng cấp nguồn cho rơle dòng 51G (bảo vệ chạm mát).

CTO×2: Hai máy biến dòng cấp điện cho dụng cụ đo và cho rơle dòng 51X (bảo vệ quá tải) cho toàn hệ thống. CTO có $k = 100/5$ A.

CT2×2: Hai máy biến dòng một pha mắc phía sơ cấp của MTR2 cấp tín hiệu đo lường và bảo vệ quá tải cho MTR2. CT2 có $k = 100/5$ A.

CT1×2: Hai máy biến dòng một pha mắc phía sơ cấp của MTR1 cấp tín hiệu đo lường và bảo vệ quá tải cho MTR, CT1 có $k = 10/5$ A.

51G: Role dòng điện bảo vệ chạm mát (mạch nguồn các pha ở phía cao áp với đất). Nó có một tiếp điểm thường mở ở SH13-3B.



Hình 11.3. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cấp nguồn cho cầu trục
giàn QC

51X: Role dòng điện bảo vệ quá tải cho toàn bộ hệ thống.

3E1: Role dòng điện bảo vệ quá tải máy biến áp MTR1.

3E2: Role dòng điện bảo vệ quá tải máy biến áp MTR2.

HSP1: Role cấp điện cho cuộn đóng máy cắt VCS1, đóng MTR1 vào hoạt động.

VCS1: Cuộn đóng máy cắt VCS1.

VCS1X: Role khống chế cuộn mở máy cắt chính DS-SOL(SH12-7D).

HSP2: Role cấp điện cho cuộn đóng máy cắt VCS2, đóng MTR2 vào lưới.

VCS2: Cuộn đóng máy cắt VCS1 (12 - 6,74).

VCR2X: Role khống chế cuộn mở máy cắt chính DS-SOL (SH12 - 7D).

DS-SOL(12 - 7D): Cuộn mở máy cắt chính DS(08 - 2A).

PFX1, PFX2: Role báo hiệu, bảo vệ trạng thái đứt cầu chì PF1, PF2.

3E1X, 3E2X: Role báo hiệu, bảo vệ trạng thái quá tải máy biến áp MTR1, MTR2.

51GX: Role báo hiệu, bảo vệ trạng thái chạm mát phía cao áp.

51XX: Role báo hiệu, bảo vệ trạng thái quá tải hệ thống.

COS1 (12 - 1A): Công tắc lựa chọn chế độ cấp nguồn (tại chỗ, từ xa).

Chế độ từ xa: Nút ấn **21 PBLOPEN** và **22PBCLOSE** đóng cắt máy biến áp MTR1 khỏi lưới.

CS2ON, OFF: Hai nút ấn đóng và cắt máy biến áp MTR1 khỏi hệ thống.

Ở chế độ REMOTE: Nút ấn **21PBLOPEN** và **22 PBCLOSE** đóng và cắt biến áp MPT1 khỏi hệ thống.

CS2ON, OFF: Hai nút ấn đóng cắt máy biến áp MTR2 ra khỏi hệ thống.

PF1, PF2 (13 - 1,2B): Hai tiếp điểm thường mở, đóng lại khi cầu chì PF1, PF2 (ở phía sơ cấp của MTR1, MTR2) bị đứt do ngắn mạch.

RST (13 - 5A): Nút ấn RESET các đèn báo hiệu.

Mạch đo lường và tín hiệu:

V(08 - 7C): Vôn kế đo điện áp toàn bộ hệ thống phía cao áp có dải từ 0 – 900 V, được cấp điện từ thứ cấp của máy biến áp PTO.

A(08 - TD): Ampe kế đo dòng điện của toàn bộ hệ thống, được cấp từ biến dòng CTO.

A1; A2: Hai ampe kế đo cường độ dòng điện phía sơ cấp của máy biến áp MR1, MR2, được cấp từ máy biến dòng CT1, CT2.

PL1, GL1, GL2: Đèn báo hiệu nguồn toàn bộ hệ thống, báo MTR1, MTR2 đang hoạt động.

PL2, PL3,... PL7: Các đèn tín hiệu báo các trạng thái đứt cầu chì PF1, PF2 quá tải máy biến áp MTR1, MTR2, trạng thái chạm mát phía cao áp, quá tải dòng điện toàn bộ hệ thống.

11.2.2. Nguyên lý làm việc của hệ thống cấp nguồn

Thao tác đóng cắt nguồn điện:

Thao tác đóng:

Đóng máy cắt chính **DS (08 - 24)**, đóng aptomat **MCCB2**, lúc này nguồn điện 6300 V được cấp tới đầu vào của tiếp điểm đóng cắt **VCS1, VCS2** chờ cấp điện tới hai máy biến áp **MTR1, MTR2**. Do aptomat **2MCCB(08 -6A)** đã đóng nên nguồn điện 220V được cấp cho mạch điều khiển, đèn báo tín hiệu nguồn **PL1(13 - 5D)** sáng báo nguồn.

Chọn công tắc chế độ **COS1(12 - 1A)** ấn nút **CS1ON(12 - 1B)** hoặc **21PBLOPEN(12 - 1B)**, role **HSP1(12 - 1D) = 1**, Các tiếp điểm **PFX1, 51GX, 3E1X, 51X** bảo vệ chưa mở nên cuộn dây đóng máy cắt **VCS1** có điện đóng tiếp điểm chính **AVCS1(09 - 1B) = 1**. Cấp điện tới

cuộn dây thứ cấp của máy biến áp **MTR1**, cấp nguồn 3 pha 380V tới các đầu **R02, S02, T02** chờ cho các cơ cấu hoạt động.

Ấn nút **CS2ON(12 - 4B)**, **SHP2(12 - 4D)**; **aHP2(12 - 6A) = 1**. Do các tiếp điểm **bPFX2, b51GX(12 - 6A,B) = 1**. Làm cho **AVCS(09 - 5B) = 1**. Cấp nguồn tới máy biến áp **MTR2** cấp nguồn 440V, 3 pha tới các đầu **R01, S01, T01** sẵn sàng đưa tới bộ biến tần PWM cấp điện cho các động cơ cơ cấu chính.

Thao tác ngắt nguồn hoạt động:

Để ngắt nguồn điện hoạt động **S1** (380 V, 3 pha, 50 Hz) ấn nút **CS1OFF** hoặc nút **22PBCLOSE**; **HPS1(12 - 1D) = 0** ngắt điện tới đầu vào sơ cấp của **MTR1**, đèn **GL1** tắt, báo biến áp **MTR1** ngừng hoạt động.

Tương tự để ngắt nguồn **S2**(440 V, 3 pha, 50 Hz) ấn nút **CS2OFF** **HPS2(12 - 5D) = 0** làm cho **AHPS2(12 - 6A) = 0** dẫn đến **VCS2(12 - 6C) = 0** làm cho **AVCS2(12-5B) = 0** ngắt nguồn tới sơ cấp của **MTR2**, nguồn **S2** (440 V, 3 pha, 50 Hz) được ngắt, đèn báo **GL2** tắt báo biến áp **MR2** ngừng hoạt động.

Để ngắt nguồn 220 V tới mạch điều khiển, mở aptomat **2MCC(08 - 6A)**.

11.2.3. Các bảo vệ chính của hệ thống cấp nguồn

1. Bảo vệ ngắn mạch thanh cái cao áp

Được thực hiện bằng rơle dòng điện cực đại **51G(08 - 4B)**. Rơle này được cấp nguồn từ máy biến dòng **ZCT**. Khi hệ thống xảy ra sự cố ngắn mạch (chạm mát) thanh cái phía cao áp **51G(08 - 4B)** tác động làm tiếp điểm **a51G(13 - 3B) = 1**, dẫn đến rơle **51GX(13-3D) = 1**. Đồng thời đèn **PL6** sáng báo hiệu sự cố. Lúc này tiếp điểm **b51GX(12 - 2B) = 0 & b51GX(12 - 6B) = 0** dẫn đến **VCS1(13 - 3C) = 0; VCS2(12 - 6C) = 0**; làm cho ngắt hai máy biến áp **MTR1, MTR2**, dừng toàn bộ hoạt động của hệ thống.

Đồng thời hai rơle **VCS1X(12 - 3D) = 1** và **VCS2X(12 - 7D) = 1** dẫn đến **aVCS2X(12 - 7A) = 1; aVCS2X(12 - 7A) = 1** làm cho cuộn mở máy cắt chính **DS-SOL(12 - 7D) = 1**. Mở máy cắt chính **DS(08 - 2A)** cắt điện toàn bộ hệ thống và chờ khắc phục sự cố xong mới cho phép hoạt động trở lại.

2. Bảo vệ quá tải chung cho mọi hoạt động của cần trục

Trong quá trình khai thác của cầu trục nếu xảy ra quá tải của cơ cấu nào đó mà hệ thống bảo vệ cục bộ không hoạt động dẫn đến dòng điện phía cao áp quá lớn làm cho rơle dòng điện **51X(08 - 4D)** tác động $\Rightarrow$ **a51X(13 - 4B) = 1 \Rightarrow 51XX(13 - 4B) = 1 \Rightarrow b51XX(12 - 6B) = 0 \Rightarrow VCS1 = 0** và **VCS2 = 0** ngắt điện tới sơ cấp của hai biến áp **MTR1; MTR2** dừng hoạt động của cầu trục. Đồng thời do **a51XX(13 - 4C) = 1 \Rightarrow đèn **PL7** sáng báo sự cố quá tải. Khi đã khắc phục xong sự cố, ấn nút **RST** đèn **PL7** tắt, thao tác cấp nguồn **S1, S2** được thực hiện lại theo trình tự đã nêu.**

3. Bảo vệ hai máy biến áp động lực MTR1, MTR2

Do đặc điểm của hệ thống là khi hoạt động bình thường hai nguồn điện **S1** và **S2** phải được cấp đồng thời nên hai máy biến áp **MTR1, 2** phải công tác song song. Yêu cầu đặt ra cho hệ

thống bảo vệ hai máy biến áp phải hoạt động tin cậy và liên động với nhau. Nếu xảy ra sự cố ở một máy biến áp, ngắt cả hai máy biến áp và dừng mọi hoạt động của hệ thống. Việc bảo vệ ngắn mạch và quá tải ở hai máy biến áp được thực hiện như nhau, ta xét bảo vệ đối với máy biến áp **MTR2**.

Bảo vệ ngắn mạch: Được thực hiện bằng cầu chì **PF** 3 pha mất mắ ở phía cuộn sơ cấp của biến áp. Khi xảy ra sự cố ngắn mạch, cầu chì **PF** đứt $\Rightarrow$ ngắt máy biến áp ra khỏi lưới, đồng thời tiếp điểm **aPF2(13 - 2B) = 1 $\Rightarrow$ PFX2(13 - 1D) = 1 $\Rightarrow$ bPFX2(13 - 3C) = 1 $\Rightarrow$ đèn PL3** sáng báo sự cố ngắn mạch máy biến áp **MTR2**. Đồng thời **VSX2(12 - 6C) = 1 $\Rightarrow$ aVSC2X(12 - 7A) = 1. $\Rightarrow$ DS-SOL(12 - 7D) = 1**, mở máy cắt chính **DS** ngắt nguồn điện của toàn bộ hệ thống.

Bảo vệ quá tải: Được thực hiện nhờ rơle dòng điện **3E2(09 - 5D)**. Khi xảy ra quá tải của máy biến áp **MTR2**; **3E2** tác động $\Rightarrow$ **3E2(13 - 3B) = 1 $\Rightarrow$ 3E2X(13 - 3D) = 1 $\Rightarrow$ b3E2X(12 - 6B) = 0 $\Rightarrow$ VSC2 = 0 $\Rightarrow$ ngắt điện vào sơ cấp **MTR2**, **a3E2X(12 - 3C) = 1 $\Rightarrow$ Đèn PL5** sáng báo sự cố quá tải máy biến áp **MTR2**. Khi đã khắc phục xong sự cố **RESET** trạng thái bằng nút ấn **RST(13 - 5B)**.**

11.3. Truyền động điện và trang bị điện - điện tử điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng cầu trục giàn QC

Cơ cấu nâng hạ hàng có động cơ truyền động được nạp nguồn từ một bộ biến tần gián tiếp **PWM INV1(FRN 355 VG75 - 4)**. Việc thực hiện điều khiển chuyển động của hai cơ cấu này bắt buộc phải liên động với nhau, chỉ được phép điều khiển một cơ cấu tại một thời điểm nhất định. Khi dịch chuyển tay trang bên phải người lái trên cabin theo chiều tiến, lùi sẽ điều chỉnh cơ cấu nâng theo chiều hạ, nâng. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng cầu trục QC được biểu diễn trên hình 11.4.

11.3.1. Chức năng các phần tử trong sơ đồ điện

Cơ cấu nâng hạ hàng bằng cáp thép quấn trên trống tời. Trống tời được truyền động bởi động cơ điện dị bộ đặt trong buồng máy. Thiết bị của cơ cấu nâng hạ gồm:

- Động cơ chính: AC 300 kW, 800/1600 vg/ph.
- Phanh đĩa.
- Hộp giảm tốc ba lồng bôi trơn bằng bể dầu.
- Khớp răng có rãnh then 248 mm P.C.D.
- Các thiết bị an toàn, công tác hành trình:
 - + Dừng cuối khi nâng tại chiều cao $H = 2755$ cm.
 - + Dừng khẩn cấp phía trên tại chiều cao $H = 2765$ cm.
- Thiết bị mã hoá.
- Công tắc lực ly tâm.

Bảo vệ giới hạn quá tốc khi $n = 115\%n_{\text{đm}}$.

IM: Động cơ truyền động của cơ cấu.

PG: Máy phát xung phản hồi tốc độ.

BR1, BR2: Hai phanh thuỷ lực, dạng phanh đĩa xoay chiều (kẹp chặt trục động cơ khi mất điện).

RHC: Bộ chỉnh lưu.

FRN1: Bộ nghịch lưu.

S1: Công tắc tơ cấp nguồn vào bộ chỉnh lưu.

HCM1: Công tắc tơ chính cấp nguồn cho động cơ.

HB1A, HB1B: Công tắc tơ cấp nguồn cho phanh số 1, số 2.

MS, HMC1X: Công tắc tơ trung gian.

HOS, BOS, HETS, EMSX1- 6: Các công tắc tơ trung gian bảo vệ móc chạm đỉnh, quá tốc độ, móc chạm đất và các trạng thái dừng khẩn cấp.

EMSX: Công tắc tơ dừng khẩn cấp.

IPB1- 6: 6 nút dừng khẩn cấp (ở cabin vận hành, hộp vận hành giàn, tủ điện buồng máy, chân đế).

41.1: Công tắc hành trình tác động khi chiều cao nâng bằng 27,65 m.

41.2: Ngắt hành trình dừng A.

11: Ngắt hành trình bảo vệ quá tốc độ tời nâng.

WB0468, 0370, 0372: Các đầu ra của PLC cấp nguồn động cơ tời, phanh.

WB0772, WB0047: Các đầu vào của PLC tín hiệu dừng chính xác.

MC-A: Tay điều khiển (có 5 vị trí phía nâng, 5 vị trí phía hạ và vị trí 0).

WB 0710: Đầu vào của PLC tín hiệu chiều nâng, hạ hàng.

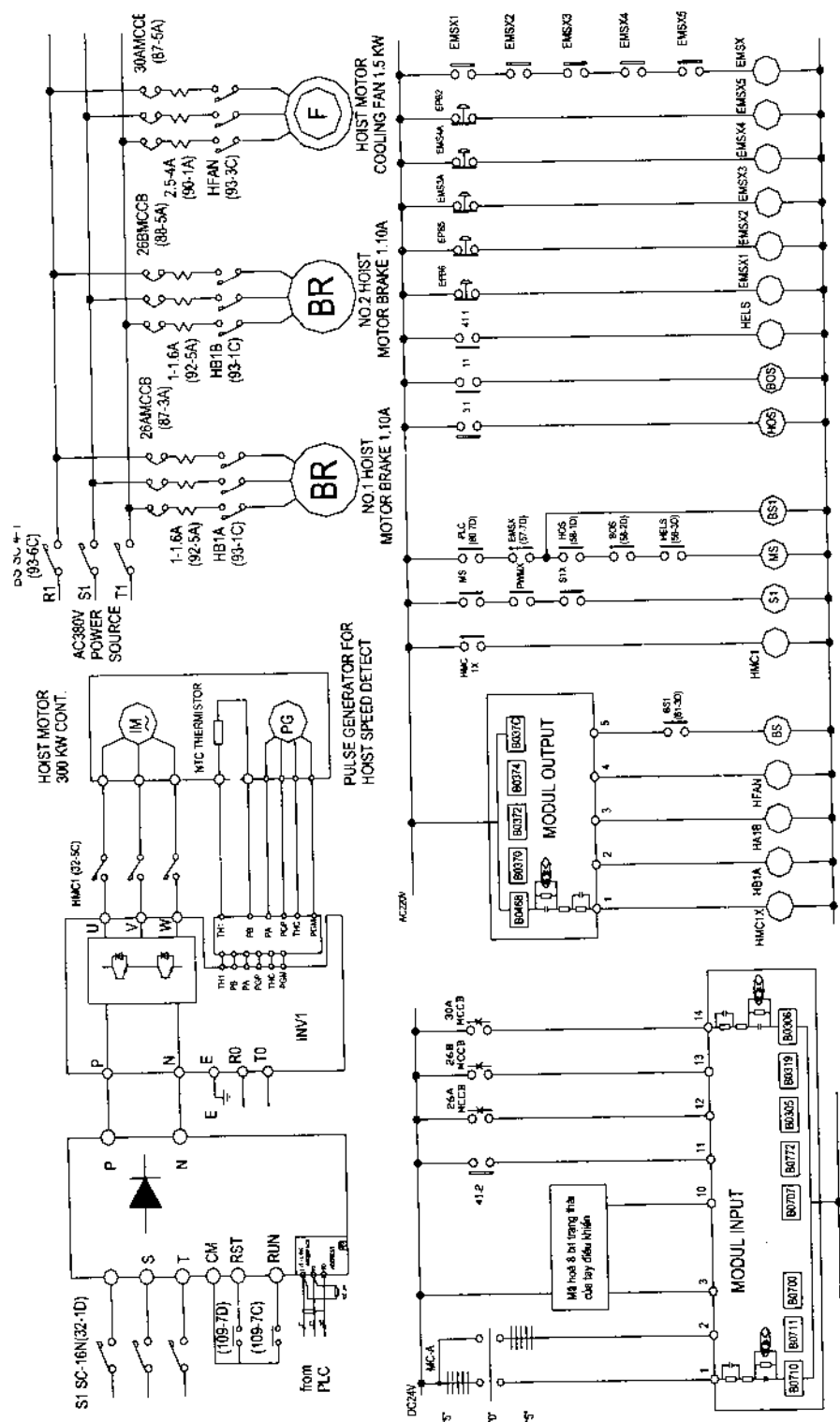
11.3.2. Nguyên lý hoạt động của sơ đồ điện điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng

Sau khi đã thực hiện đầy đủ các thao tác cấp nguồn cho toàn bộ cần trục và xác định trạng thái có thể làm việc bằng các đèn hiệu trên bàn điều khiển, nếu không có sự cố gì thì phía cao áp, nguồn điện điều khiển, động lực đã được cấp để chờ hoạt động.

Dựa tay điều khiển **MC-A** tiến hay lùi ứng với chiều hạ hoặc nâng hàng $\Rightarrow$ đầu vào **B0710** hoặc **B0711** = 1. PLC xử lý và cấp tín hiệu điều khiển bộ nghịch lưu PWM cho ra điện áp ứng với chiều quay thuận hoặc ngược của động cơ. Lúc này nếu không có sự cố từ bộ biến đổi và các ngắt hành trình đã nêu trên chưa tác động, không cần nút dừng khẩn cấp nào, PLC **S1** đã làm việc thì: **MS(61 - 1D) = 1; BS1(61 - 3D) = 1 $\Rightarrow$ Cấp nguồn 380 V cho mạch phanh điện-thủy lực. Đồng thời làm cho tiếp điểm thường mở **aMS(32-1B)** đóng lại. Mặt khác, lúc này do **PWM(32 - 1C) = 1** (do bộ biến đổi làm việc bình thường) và **aS1X(32 - 1D) = 1** (do role **S1X**, đầu ra **B046C** = 1 có điện). Công tắc tơ **S1(32-1D)** có điện đóng tiếp điểm chính ở mạch động lực **a1(16-3C)** cấp nguồn 440 V, 3 pha cho bộ biến tần PWM. Đồng thời đầu ra **B468 = 1 $\Rightarrow$ **HMC1X(109-4C) = 1 $\Rightarrow$ **aHMC1X(32 - 5B) = 1 $\Rightarrow$ công tắc tơ **HMC1(32 - 5D) = 1 $\Rightarrow$ các tiếp điểm chính **AHMC1(18 - 5A) = 1** cấp nguồn điện áp có tần số thay đổi phía sau nghịch lưu PWM vào động cơ truyền động.**********

Động cơ quay với chiều đặt trước và có tốc độ phù hợp với trạng thái điều khiển. Thiết bị mã hoá tuyệt đối 8 bit có nhiệm vụ mã hoá vị trí của tay điều khiển cấp 8 bit tín hiệu đặt tốc độ đưa vào đầu **B070 - B077** của khối PLC, PLC xử lý, cấp tín hiệu ra điều khiển bộ nghịch lưu PWM điều chỉnh độ rộng của xung điều khiển sao cho đầu ra của nghịch lưu là nguồn điện áp có tần số phù hợp với tốc độ đặt. Để tăng tính chính xác, hệ thống được xây dựng theo sơ đồ mạch kín với máy phát xung

PG đóng vai trò là khâu phản hồi tốc độ. Trong quá trình thay đổi tốc độ cao xuống tốc độ thấp hơn (xảy ra quá trình hãm tái sinh) bộ điều khiển PLC tự động cấp tín hiệu ngắt điện công tắc tơ **S1** (thông qua tiếp điểm **PWMX**) và cấp điện cho công tắc tơ **S2(32 - 2D) $\Rightarrow$ aS2(17 - 3D) = 1** trả năng lượng về lưới qua điện trở nạp **R1, R2, R3**. Sau khi quá trình hãm tái sinh kết thúc, công tắc tơ **S1** có điện trở lại và công tắc tơ hãm **S2** mất điện, động cơ làm việc bình thường ở tốc độ xác lập mới.



Hình 11.4. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng cầu trục QC

11.4. TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN VÀ TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ ĐIỀU KHIỂN CƠ CẤU DI CHUYỂN CHÂN ĐẾ CẦU TRỤC GIÀN QC

Cầu trục được dẫn động ở hai động cơ ở mỗi chân cầu trục (tổng là 8 động cơ) trong khi ở mỗi chân có 2 trong 4 bánh xe dẫn động, 4 bánh xe ở mỗi chân được bố trí theo kiểu kết cấu cân bằng. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu di chuyển chân đế cầu trục giàn QC được biểu diễn trên hình 11.5.

Thiết bị di chuyển cầu trục bao gồm: động cơ điện không đồng bộ rôto lồng sóc. AC 11 kW; 1170 vg/ph với phanh đĩa một chiều.

Hộp giảm tốc 3 cấp bôi trơn bể dầu. Bánh xe dẫn động 8 chiếc, bánh xe bị động 8 chiếc. 4 đèn quay cảnh báo sáng khi cần trục di chuyển.

11.4.1. Chức năng các phần tử trong sơ đồ điện nguyên lý

GMCI: Công tắc tơ cấp nguồn cho 8 động cơ GM1- 8.

6TR 3SOC/220 V; 1 kVA: Biến áp một pha cấp nguồn cho mạch phanh cơ khí cho cơ cấu di chuyển chân đế.

1SR-1SR: Cầu chỉnh lưu cấp nguồn $U = 90$ V DC cho các cuộn phanh.

GMB1- 8: 8 cuộn phanh điện-thủy lực một chiều.

GB: Công tắc tơ một pha cấp nguồn cho mạch phanh.

25MCCB: Áptomat cấp nguồn cho mạch phanh.

97MCCB: Áptomat cấp nguồn cho mạch đèn tín hiệu.

GALM: Công tắc tơ cấp điện cho 4 đèn tín hiệu.

GL 1- 4: 4 đèn báo hiệu trạng thái di chuyển của chân đế.

MC-B: Tay điều khiển bên phải (trong cabin điều khiển) 11 vị trí.

7CS: Công tắc chọn chế độ điều khiển (tại cabin – từ hộp vận hành côngson).

GTHRI- 8: Rôlê nhiệt bảo vệ quá tải 8 động cơ truyền động.

11.4.2. Nguyên lý hoạt động của sơ đồ điện điều khiển cơ cấu di chuyển chân đế cầu trục giàn QC

1. Chế độ vận hành di chuyển chân đế tại cabin điều khiển

Chế độ CAB của công tắc 7CS (bàn điều khiển phải) làm cho tín hiệu **WB0715 = 1**, PLC xử lý và cấp tín hiệu khoá liên động chế độ vận hành di chuyển tại cabin phụ.

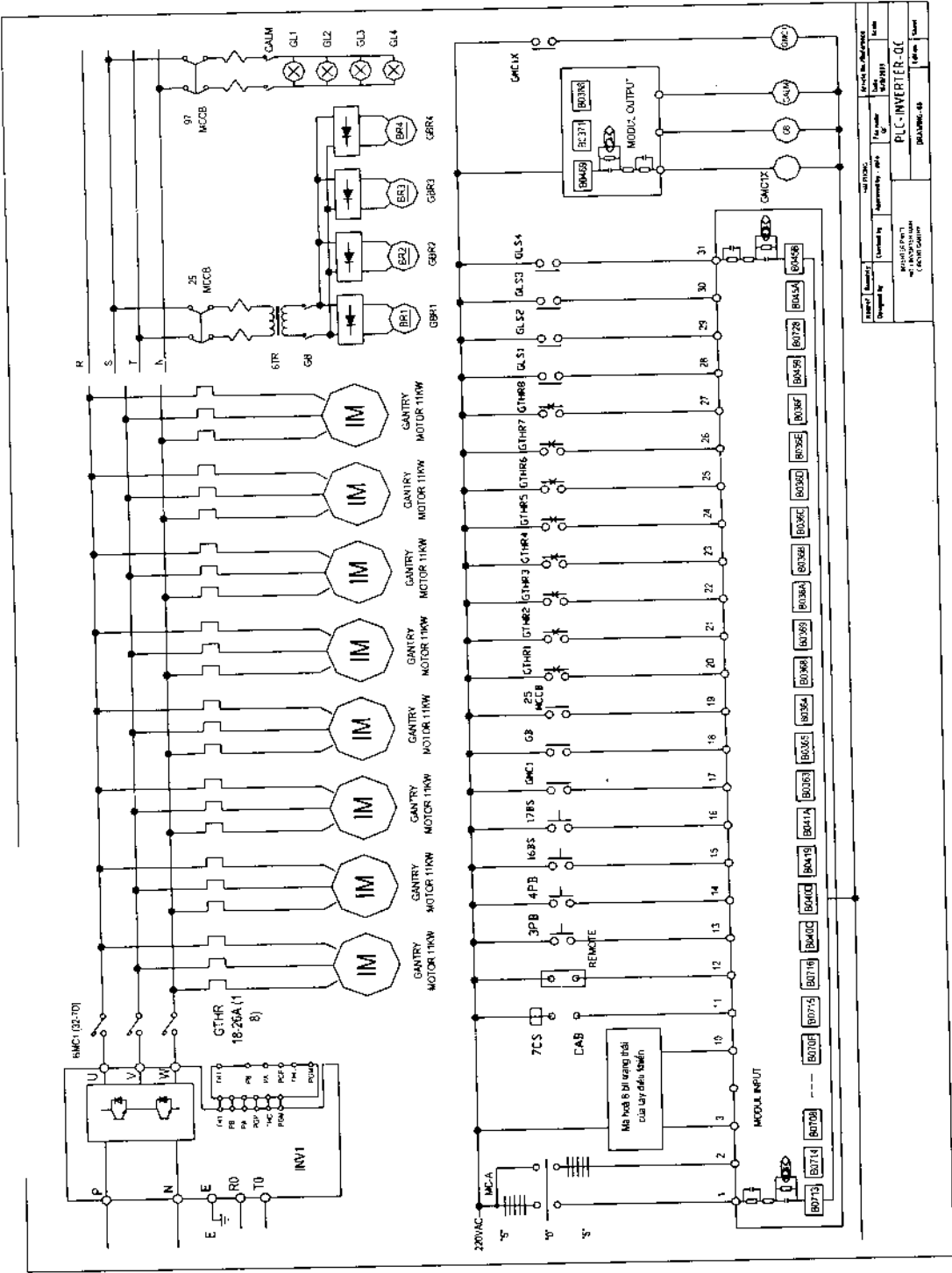
Đưa tay điều khiển sang phải, tín hiệu cảm nhận chiều **WB713 = 1**, PLC xử lý tín hiệu và cấp lệnh điều khiển cho bộ nghịch lưu INV1 cấp điện áp ra theo thứ tự pha nhất định. Đồng thời các tín hiệu ra **B0469 = 1**, **B0371 = 1**, **B0388 = 1** $\Rightarrow$ công tắc tơ **HMC1X** có điện $\Rightarrow$ tiếp điểm **aHMC1X(32 - 5B) = 1** $\Rightarrow$ công tắc tơ 3 cực **HMC1(32 - 5D) = 1** $\Rightarrow$ đóng tiếp điểm chính **A(18 - 5C)** ở mạch động lực cấp nguồn cho 8 động cơ **GM1- 8**. Tiếp điểm phụ **aGMC1(32 - 5B) = 1** đóng máy phát xung **PG1**. Tiếp điểm phụ **aGMC1(92A - 2A) = 1** $\Rightarrow$ đầu vào **B0363 = 1** (cấp tín hiệu vào báo trạng thái cơ cấu di chuyển hoạt động).

Đầu ra **B0371 = 1** $\Rightarrow$ công tắc tơ **GB(93 - 4C)** có điện $\Rightarrow$ tiếp điểm **aGALM(48 - 3C) = 1** làm cho 4 đèn hiệu **GL1- GL4** sáng báo hiệu cầu trục đang di chuyển.

Việc điều chỉnh tốc độ di chuyển xe được thực hiện theo nguyên lý tương tự của cơ cấu nâng hạ hàng, trạng thái của tay điều khiển được mã hoá thành 8 bit (nhờ thiết bị mã hoá tuyệt đối) đưa vào 8 bit đầu vào của PLC **B0708 - B0707F**; PLC xử lý và cấp tín hiệu điều khiển nghịch

lưu PWM INV1, điều chế độ rộng các xung thích hợp cấp điện áp, tần số ra phù hợp với tốc độ đặt.

Khi thay đổi tốc độ di chuyển từ cao xuống thấp xảy ra quá trình hãm tái sinh. Hệ thống tự động trả năng lượng về lưới qua các điện trở **R1, R2, R3** (tương tự với cơ cấu nâng hạ hàng).



Hình 11.5. Sơ đồ nguyên lý điều khiển các cơ cấu di chuyển cầu trục QC

2. Vận hành tại cabin phụ (Hộp điều khiển vận hành côngson).

Tại cabin điều khiển, xoay công tắc **7CS** về nấc **REMOTE**, lên cabin phụ và nhấn nút bật nguồn điều khiển **“CONTROL-ON”**. Nút ấn **16BS, 17BS** là nút vận hành di chuyển cần trục sang trái, phải. Ở chế độ vận hành này buộc người điều khiển phải giữ nút ấn trong quá trình di chuyển và dừng khi không ấn nút. Nguyên lý hoạt động của mạch điện tương tự như chế độ vận hành tại cabin chính. Tuy nhiên, tốc độ di chuyển chân đế là cố định và bằng 50% tốc độ định mức.

11.4.3. Các chế độ bảo vệ

Bảo vệ hành trình cuối đường ray:

Cầu trục được trang bị 4 cần giảm chấn tại 4 chân đế, tại đây có các ngắt hành trình tác động dừng cầu trục khi hết ray hoặc va chạm với nhau.

Bảo vệ quá tải động cơ truyền động:

GTHR1 - 8: Các tiếp điểm của role nhiệt động cơ **GM1 - 8** khi có sự cố.

B0368 - B036F: Các đầu vào nhận tín hiệu quá tải động cơ **GM1 - 8**. Khi có sự cố (quá tải các động cơ truyền động), role nhiệt **GTHR1 - 8** tác động đầu vào **B0368 - B036F = 1** $\Rightarrow$ cấp tín hiệu cắt công tắc tơ chính **GMCI** và công tắc tơ phanh **GB** $\Rightarrow$ dừng di chuyển cầu trục.

Bảo vệ an toàn, dừng chính xác:

Các cuộn phanh 1 chiều **GB1 - 8** được cấp điện đồng thời với các động cơ truyền động $\Rightarrow$ nhà trục động cơ. Khi các cuộn phanh này mất điện tác động kẹp chặt trục động cơ.

11.5. TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN VÀ TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ ĐIỀU KHIỂN CƠ CẤU XE CON CẦU TRỤC GIÀN QC

11.5.1. Chức năng các phần tử trong sơ đồ điện nguyên lý

Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu di chuyển giàn cầu trục QC được biểu diễn trên hình 11.6.

TIM: Động cơ truyền động chính $P = 75 \text{ kW}$.

NTC: Nhiệt điện trở.

PG: Máy phát xung.

TBIM: Phanh điện thuỷ lực.

TMC1: Tiếp điểm công tắc tơ **TMC1** cấp nguồn cho **TIM**.

27MCCB; 31MCCB: Aptomat có role nhiệt cấp nguồn cho cuộn phanh **TBIM** và quạt **TFIM**.

TB, TFAN: Tiếp điểm của công tắc tơ cấp nguồn cho cuộn phanh và quạt làm mát.

MC-C: Tay trang điều khiển bên trái 11 vị trí.

TMC1: Cuộn hút công tắc tơ chính cấp nguồn cho **TIM**.

TMC1X: Role trung gian điều khiển **TMC1**.

TB, TFAN: Cuộn hút của công tắc tơ cấp nguồn mạch phanh, quạt làm mát.

TELS1, TELS2: Role trung gian báo trạng thái dừng xe con cuối đường ray.

44.1, 44.2: Tiếp điểm thường mở của các hạn vị.

a27MCCB, a31MCCB: Tiếp điểm role nhiệt của các aptomat **27MCCB, 31MCCB**.

TECD: Bộ mã hoá tuyệt đối 8 bit.

11.5.2. Nguyên lý hoạt động của sơ đồ điện

Giống như đối với cơ cấu nâng hạ hàng.

Khi đưa tay điều khiển theo chiều tiến và đến vị trí 1. Tín hiệu vào $B0740 = 1 \Rightarrow B046A$, $B0370, B037A = 1 \Rightarrow$ role $TMCI1$ có điện $\Rightarrow aTMCIX = 1 \Rightarrow AMC1 = 1 \Rightarrow$ cấp điện cho động cơ truyền động chính (với biên độ điện áp, tần số phù hợp với tốc độ đặt). $B0370 = 1 \Rightarrow TB = 1 \Rightarrow ATB = 1 \Rightarrow$ cuộn phanh. $TBIM$ có điện nhả trục động cơ $\Rightarrow$ động cơ được gia tốc đến tốc độ 1. $B037A = 1 \Rightarrow TFAN = 1 \Rightarrow ATFAN = 1 \Rightarrow$ quạt $TFIM$ hoạt động làm mát động cơ TIM .

Khi đưa tay trang điều khiển lên các tốc độ cao hơn, thiết bị mã hoá 8bit $TECD$ cấp 1 tổ hợp gồm 8bit tới các đầu vào $B0370 + B0737$. Khối CPU xử lý tín hiệu và cấp tín hiệu điều khiển tới bộ nghịch lưu $INV2$ sao cho điện áp, tần số ra thích hợp. Khi đưa tay điều khiển từ vị trí tốc độ cao về vị trí tốc độ thấp, xảy ra quá trình hãm tái sinh, động cơ trả năng lượng về lưới qua các điện trở $R1, R2, R3$

11.5.3. Các chế độ bảo vệ

Bảo vệ ngắt cuối đường ray được thực hiện bằng các ngắt hành trình 44.1; 44.2. Khi các khoá giới hạn này tác động $\Rightarrow$ role $TELS1, TELS2$ có điện $\Rightarrow aTELS1 = 1 \Rightarrow B0048 = 1$; $aTELS2 = 1 \Rightarrow B0046 = 1 \Rightarrow$ PLC cấp tín hiệu ngắt nguồn làm việc của động cơ. Ngoài ra, việc tự động giảm tốc gần cuối đường ray được thực hiện nhờ thiết bị mã hoá cấp tín hiệu vào bộ nghịch lưu $INV2$, cấp điện áp, tần số nạp vào động cơ sao cho tốc độ giảm đi khi gần hết hành trình.

Bảo vệ động cơ truyền động.

Bảo vệ an toàn bằng phanh đĩa thuỷ lực xoay chiều.

Bảo vệ quá tải bằng nhiệt điện trở NTC .

Bảo vệ quá tải cuộn phanh TBR và quạt làm mát $TFIM$: được thực hiện bằng role nhiệt của aptomat $25MCCB$ và $31MCCB$. Khi xảy ra quá tải $a27MCCB, a31MCCB$ tác động $\Rightarrow$ đầu vào $B035C, B0333$ đảo trạng thái $\Rightarrow$ cấp tín hiệu báo sự cố và dừng toàn bộ hoạt động của cơ cấu.

11.6. TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN VÀ TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ ĐIỀU KHIỂN CƠ CẤU NÂNG HẠ GIÀN (CÔNGSON) CẦU TRỤC QC

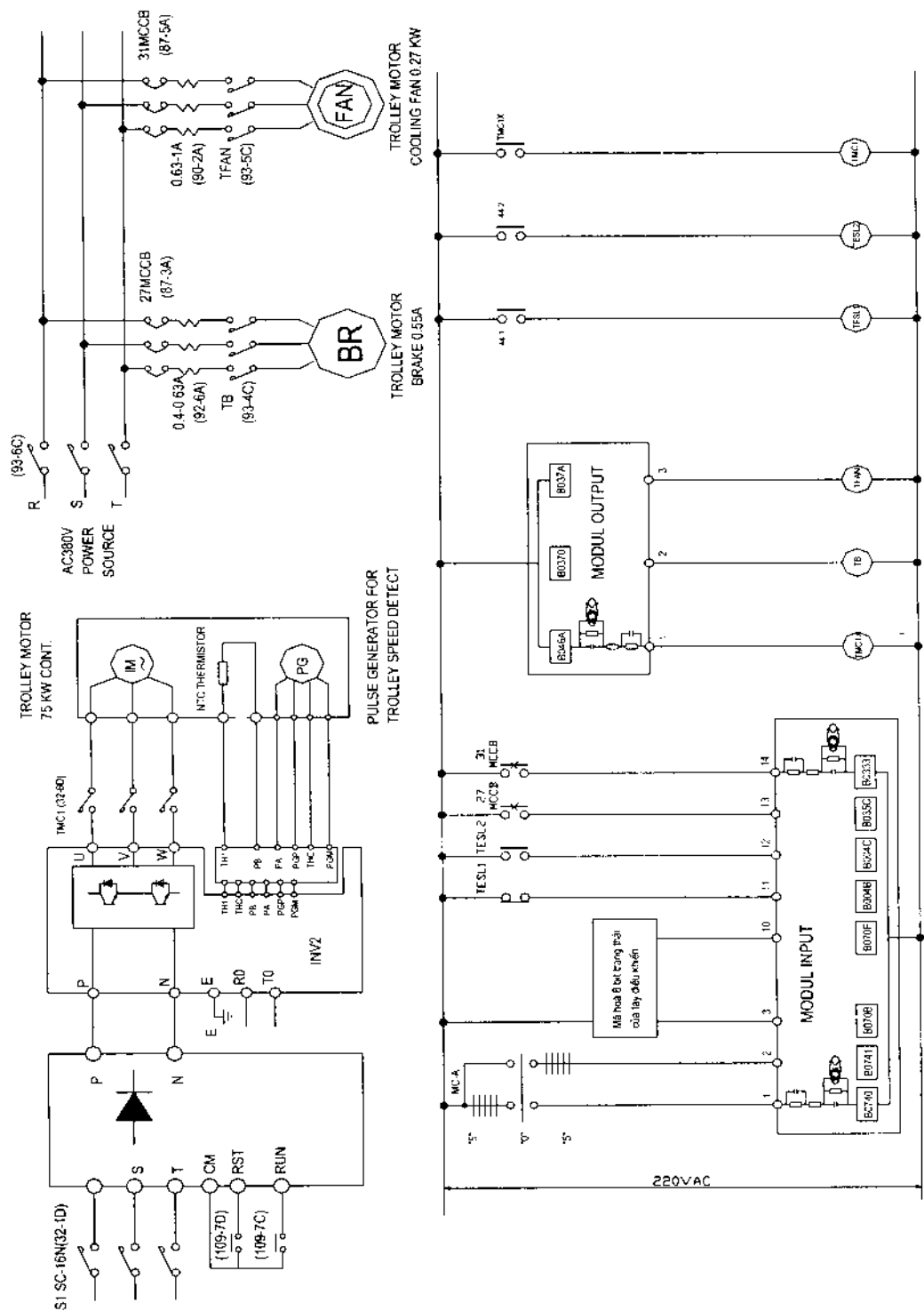
11.6.1. Chức năng các phần tử của cơ cấu nâng hạ giàn cầu trục QC

Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu nâng hạ giàn cầu trục giàn QC được biểu diễn trên hình 11.7.

Cơ cấu di chuyển xe con và nâng hạ giàn (côngson) có đặc điểm chung là động cơ truyền động của hai cơ cấu này được cấp nguồn từ bộ biến tần $INV2$ FRN90 VG75-4. Động cơ truyền động cơ cấu nâng hạ côngson làm việc ở chế độ ngắn hạn do việc nâng hạ côngson được thực hiện khi bắt đầu hoặc kết thúc quá trình làm hàng. Đối với động cơ truyền động cho cơ cấu di chuyển xe con việc điều chỉnh tốc độ, đảo chiều được thực hiện bằng tay trong điều khiển bên trái (trong cabin chính).

Động cơ truyền động: động cơ dị bộ rôto lồng sóc $P = 55 \text{ kW}$, $n = 1500 \text{ vg/ph}$.

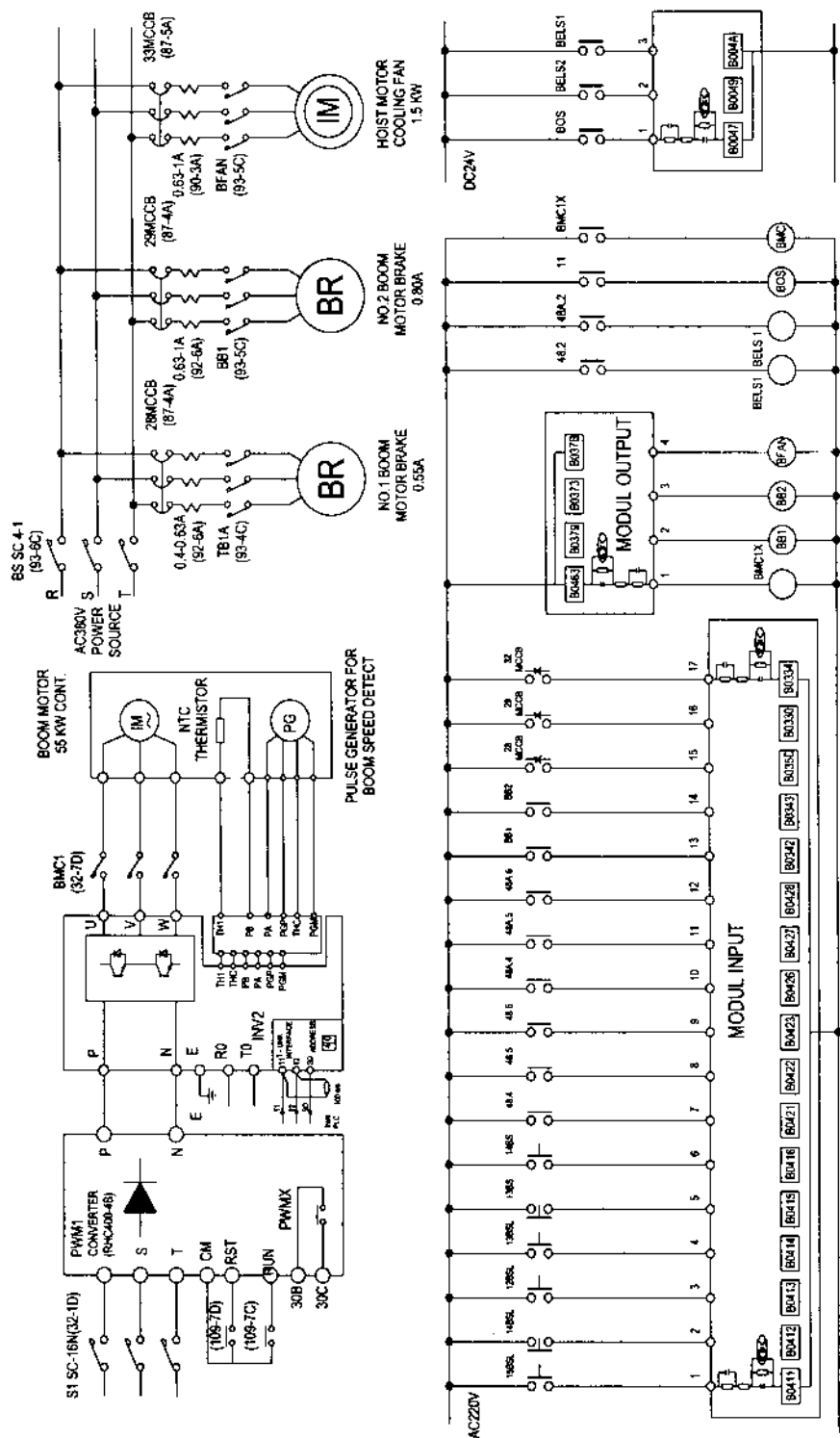
Phanh đĩa thuỷ lực xoay chiều: $U_{dm} = 380 \text{ V}$, mômen phanh $T = 113 \text{ kg.m}$, bánh phanh $= \phi 450 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$.



Hình 11.6. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu di chuyển xe con cầu trục QC

Hộp giảm tốc 3 cấp, bôi trơn bể dầu.
 Khớp răng có rãnh then: **244 mm P.C.D.**
 Phanh khẩn cấp: mômen phanh **T = 18817 kg.m.**
 Tang trống tời quán cấp: **900 mm P.C.D.**
 Ổ đỡ trục: ổ đỡ lăn hình cầu.
 Các thiết bị an toàn:
 Công tắc hành trình **48.2**: giới hạn dừng phía trên.
 Công tắc hành trình **48A.2**: giới hạn dừng phía trên.
 Công tắc hành trình **48.3**: vị trí nằm ngang côngson.
 Công tắc hành trình trạng thái vào khớp then cài, then cài nâng then cài hạ.
 Thiết bị mã hoá: Dừng hạ sau khi móc cầu ăn khớp **M114A**, hạ chậm (giảm tốc khi côngson gần nằm ngang) **M1148,9**. Nâng chậm (giảm tốc khi côngson gần thẳng đứng) **M1142,3**.
 Dừng cuối khi nâng **M1140,1**.

 Công tắc lực ly tâm: tác động khi **n = 115% n_{dm}** bảo vệ quá tốc khi làm việc.
BIM: Động cơ truyền động trống tời nâng hạ côngson.
BTHS: Nhiệt điện trở **NTC**.
PG: Máy phát xung.
BMC1: Công tắc tơ cấp nguồn cho **IBM**.
BBR1,2: Phanh đĩa thuỷ lực xoay chiều.
BB1,2: Công tắc tơ cấp nguồn cho hai cuộn phanh **BBR1,2**.
28, 29 MCCB: Aptomat (có phần tự đốt nóng) cấp nguồn cho hai cuộn phanh).
BFIM: Quạt làm mát động cơ **BIM** có **U_{dm} = 380 V, P_{dm} = 0,27 kW**.
32MCCB: Aptomat cấp nguồn cho quạt **BFIM**.
 + Mạch điều khiển:
BMC1X: Role trung gian cấp nguồn cho công tắc tơ **BMC1**.
BELS1,2: Role cấp tín hiệu dừng cuối cùng khi nâng hạ côngson.
BOS: Role cấp tín hiệu quá tốc tới nâng côngson.
5BSL-B0411: Nút ấn sáng bật nguồn điều khiển, tại cabin phụ (vận hành giàn).
14BSL-B0412: Nút ấn ngắt nguồn điều khiển.
12BSL-B0413: Nút ấn sáng vận hành nâng hạ côngson.
12BS-B0415: Dừng nâng, hạ côngson.
48.4-B0421: Dừng cuối khi nâng.
48A.4-B0426: Dừng cuối hành trình khi nâng.
48.5-B0422: Dừng cuối hành trình khi hạ.
48A.4-B0427: Dừng cuối hành trình khi hạ.
48.2: Dừng cuối khi nâng (mức khẩn cấp).
48A.2: Dừng cuối khi hạ (mức khẩn cấp).
11: Công tắc lực ly tâm.
28 MCCB, 29 MCCB, 32 MCCB: Các tiếp điểm của role nhiệt trong các aptomat cấp điện cho cuộn phanh, quạt làm mát bảo vệ quá tải.



Hình 11.7. Sơ đồ điện nguyên lý điều khiển cơ cấu nâng hạ công son cầu trục QC

11.6.2. Nguyên lý hoạt động

Việc vận hành máy nâng hạ giàn cầu trục được thực hiện tại cabin phụ. Quá trình nâng hạ diễn ra tự động với thời gian tối đa là 5 phút. Người vận hành chỉ cần bấm nút cấp tín hiệu nâng, hạ giàn. Cơ cấu nâng hạ giàn có chế độ khoá liên động với các cơ cấu khác, do đó chỉ được vận hành nâng hạ giàn khi các cơ cấu khác ngừng làm việc, xe con được neo giữ đúng nơi quy định.

Trước khi lên cabin phụ, người vận hành buộc phải thao tác cấp nguồn điện cho toàn bộ hệ thống theo quy trình đã nêu. Tại cabin phụ, nhấn nút bật nguồn điều khiển **15BSL**, nguồn điều khiển đã được cấp, đèn báo “có thể làm việc” sáng. Ấn nút hạ cần giàn **13BSL** $\Rightarrow$ **B0414** = 1. Nếu không có sự cố nào, khối PLC xử lý và cấp ra các tín hiệu:

B046B = 1 $\Rightarrow$ rơle **MBC1X** có điện $\Rightarrow$ đóng tiếp điểm **aMBC1X** = 1 $\Rightarrow$ công tắc tơ chính **BMC1** có điện $\Rightarrow$ **ABMC1** = 1 cấp nguồn 3 pha từ bộ nghịch lưu cho động cơ tời chính **BIM**.

B0379, B0373 = 1 $\Rightarrow$ công tắc tơ **BB1, BB2** có điện đóng các tiếp điểm chính cấp điện cho hai cuộn phanh **BBR1,2** nhả trục động cơ **BIM**. Động cơ được gia tốc và quay với chiều kéo cáp hạ cần giàn. Các tiếp điểm phụ **aBB1, aBMC1, aBB2** = 1 cấp tín hiệu về trạng thái làm việc của động cơ có phanh vào khối PLC qua các đầu vào **B0342, B0343, B035F** = 1.

B037B = 0 $\Rightarrow$ công tắc tơ **BFAN** có điện $\Rightarrow$ **ABFAN** = 1 $\Rightarrow$ cấp nguồn cho quạt làm mát động cơ chính hoạt động. Trên bàn điều khiển, đèn báo “hạ giàn cầu” sáng. Tốc độ nâng giàn được điều chỉnh tự động sao cho quá trình gia tốc, giảm tốc xảy ra trơn láng, không gây ra rung động cơ khí. Thiết bị mã hoá vị trí đưa về PLC tổ hợp tín hiệu 13 bit vào bộ nghịch lưu, điều chế độ rộng xung và số lượng xung mở các van bán dẫn sao cho điện áp, tần số ra tuân theo thuật toán tối ưu nhất định. Khi đã hạ xong giàn, các ngắt hành trình **48.5, 48A.5** tác động $\Rightarrow$ **B0422** = 1, **B0427** = 1, **48A.2** = 1 $\Rightarrow$ rơle **BELS1** có điện $\Rightarrow$ tiếp điểm **aBELS2** = 1 $\Rightarrow$ **B0049** = 1. PLC nhận tín hiệu vào, xử lý và cấp tín hiệu ra **B0046B, B0379, B0373, B037B** = 0. Các rơle, công tắc tơ **BMC1X, BB1, BB2, BFAN** = 0 (mất điện).

BMC1X = 0 $\Rightarrow$ **aBMC1X** = 0 $\Rightarrow$ **BCM1** = 0 $\Rightarrow$ **ABCM1** = 0 $\Rightarrow$ ngắt nguồn tới hai cuộn phanh **BBR1, BBR2** tác động kẹp chặt trục động cơ. Côngson dừng lại ở vị trí nằm ngang, nhất nút **14BS** cấp tín hiệu khoá bản lề ăn khớp của côngson.

11.6.3. Các chế độ bảo vệ

Các bảo vệ hành trình nâng hạ:

Được thực hiện nhờ các ngắt hành trình dừng cuối nâng, hạ **48.4, 48.5, 48A.4, 48A.5, 48.2, 48A.2**. Khi vị trí côngson đã nằm ngang, hoặc thẳng đứng, các công tắc này tác động các tín hiệu vào **B0421, 2, 3, 6, 7** = 1 hoặc **B0049, A** = 1. PLC xử lý cấp tín hiệu ra ngắt nguồn của những công tắc tơ chính cấp nguồn cho động cơ, phanh cơ khí tác động dừng hoạt động của cơ cấu.

Bảo vệ động cơ truyền động BIM.

Bảo vệ an toàn: Sử dụng hai phanh đĩa thuỷ lực xoay chiều **BBR1, 2**. Hai cuộn phanh này được cấp điện đồng thời với động cơ và kẹp chặt trục động cơ khi mất điện.

Bảo vệ quá tốc (bằng công tắc lực ly tâm 11): Khi tốc độ nâng hạ côngson tăng đột ngột bằng $115\%n_{dm}$, công tắc ly tâm **11** tác động $\Rightarrow$ rơle trung gian **BOS** có điện $\Rightarrow$ **aBOS** = 1 $\Rightarrow$ **B0047** = 0 $\Rightarrow$ PLC cấp tín hiệu ngừng hoạt động.

Bảo vệ quá tải: Bằng nhiệt điện trở **NTC** mắc trực tiếp vào bộ nghịch lưu **INV2**.

Bảo vệ quá tải cuộn phanh, quạt làm mát: Khi cuộn phanh **BBR1, 2** hoặc quạt **BIM** bị quá tải tiếp điểm role nhiệt của các aptomat **28MCCB; 29MCCB; 32MCCB** tác động làm các tín hiệu vào **B0350, B0330, B0334 = 1** $\Rightarrow$ PLC cấp tín hiệu ngừng hoạt động của hệ thống, chỉ cho phép hoạt động trở lại sau khi khắc phục xong sự cố.

11.7. THIẾT BỊ PLC SỬ DỤNG TRONG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN CẦU TRỤC GIÀN QC

Bộ điều khiển logic khả trình sử dụng trong hệ thống là bộ điều khiển MICREX – F do công ty điện tử FUJI của Nhật Bản chế tạo. Do trong hệ thống cầu trục có số lượng các tín hiệu đầu vào (thu thập từ các cảm biến, ngắt cuối hành trình, các tay điều khiển...) và số lượng các tín hiệu ra (cấp cho các role, các công tắc tơ...) là rất lớn nên hệ thống sử dụng một mạng PLC cục bộ bao gồm các môđul vào / ra xử lý tín hiệu theo sơ đồ ở hình 11.8.

Chức năng của các khối trong sơ đồ cấu trúc mạng PLC

Sơ đồ cấu trúc mạng PLC của họ cầu trục QC được biểu diễn trên hình 11.8 với các phần tử chính như sau:

70S (processor unit): Khối xử lý trung tâm, có địa chỉ **ADD = 0**. Khối này gồm có:

- 3 môđul tín hiệu vào 24 V DC, trong đó:
 - + môđul 1: có 32 đầu vào số, địa chỉ **WB000 ~ WB001**, được biểu diễn trên hình SH 72, 73.
 - + môđul 2: có 32 đầu vào số, địa chỉ **WB002 ~ WB003**, được biểu diễn trên hình SH 74, 75.
 - + môđul 3: có 16 đầu vào số, địa chỉ **WB004** được biểu diễn trên hình SH76.

- 2 môđul tín hiệu ra, trong đó:
 - + 1 môđul tín hiệu ra kiểu transisto có 16 tín hiệu (0,5 A / 1 PT), địa chỉ **WB005**, được biểu diễn trên hình SH78.
 - + 1 môđul tín hiệu ra role có 16 tín hiệu (2 A / 1PT), địa chỉ **WB006**, được biểu diễn trên hình SH79.

- 2 môđul biến đổi tín hiệu tương tự / số (A / D), mỗi môđul có 4 tín hiệu (± 10 V), địa chỉ **WB007 ~ WB014** được biểu diễn trên hình SH80, 81.

- 1 môđul I / F, địa chỉ **WB015 ~ WB022**, được biểu diễn trên hình SH66.

RM1: Khối PLC thành phần có địa chỉ **ADD = 40**, bao gồm 8 môđul:

- 6 môđul tín hiệu vào 220VAC, mỗi môđul có 16 đầu vào số, được biểu diễn trên các hình SH96, 97, 98, 99, 100, 101.

- 2 môđul tín hiệu ra 220 V AC, mỗi môđul có 16 đầu ra dạng tiếp điểm.

RM2: Khối PLC thành phần, địa chỉ **ADD = 30**, bao gồm 9 môđul:

- 7 môđul tín hiệu vào 220 V AC, mỗi môđul có 16 đầu vào số được biểu diễn trên các hình SH87, 88, 89, 90, 91, 92, 92A.
- 2 môđul tín hiệu ra dạng tiếp điểm, mỗi môđul có 16 tín hiệu ra (0,5 A / 1 PT), được biểu diễn trên các hình SH93 và SH94.

RM5: Khối PLC thành phần, địa chỉ ADD = 76 bao gồm 6 modul:

- 3 modul đầu vào 220 VAC, mỗi modul có 16 tín hiệu vào số (địa chỉ **WB076 ~ WB078**) được biểu diễn trên các hình **SH138, 141 và 142**.

- 3 modul tín hiệu ra, trong đó:

+ 2 modul tín hiệu ra role, mỗi modul có 16 tín hiệu ra (2A / 1 PT), địa chỉ WB079 ~ WB080, được biểu diễn trên các hình **SH147, 148**.

+ 1 modul tín hiệu ra transistor có 16 tín hiệu ra (0,5 A / 1 PT), được biểu diễn trên hình **SH149**.

RM6: Khối PLC thành phần, địa chỉ **CH = 70**, làm nhiệm vụ thu thập tín hiệu từ bàn điều khiển bên phải của người vận hành, bao gồm 2 modul tín hiệu vào số **WB072 và WB073**.

RM7, RM8: Khối PLC thành phần, địa chỉ **CH = 72(RM7)** và **CH = 74 (RM8)**, làm nhiệm vụ thu thập thông tin từ bàn điều khiển bên trái của người vận hành, mỗi khối bao gồm hai modul tín hiệu vào 24 V DC, mỗi modul lại bao gồm 16 tín hiệu.

RM4 (graphic monitor display): màn hình hiển thị báo trạng thái hoạt động của cầu trục, có địa chỉ **ADD = 98**.

INV1: bộ biến tần số 1, địa chỉ **WB100 ~ WB117**, được biểu diễn trên hình **SH18**.

INV2: Bộ biến tần số 2, địa chỉ **WB140 ~ WB157**, được biểu diễn trên hình **SH26**.

Ngoài ra, việc liên lạc giữa CPU của PLC và màn hình hiển thị, báo lỗi làm việc và hai bộ nghịch lưu **INV1, INV2** được thực hiện thông qua đường cáp quang và qua khối giao diện **T - LINK**. Toàn bộ quy trình công nghệ, chương trình hoạt động của cầu trục đã được lập trình và cài đặt. Tuy nhiên, người sử dụng có thể kiểm tra, thay đổi thông số bằng cách ghép nối với máy tính xách tay (LAPTOP) với CPU của PLC qua giao diện có sẵn RS232. Sau đây ta sẽ tiến hành tìm hiểu kỹ hơn về kỹ thuật điều khiển PLC của cầu trục.

11.8. DANH SÁCH CÁC TÍN HIỆU VÀO / RA CƠ BẢN

Do số lượng các tín hiệu vào số và tín hiệu ra là rất lớn nên ta chỉ thống kê lại một số các tín hiệu vào / ra cơ bản trong hoạt động của cầu trục. Danh sách các tín hiệu được trình bày một cách cụ thể trong các bảng 11.1, 11.2, 11.3.

- Bảng 4.2: Danh sách các tín hiệu vào / ra cơ bản của bộ PLC trung tâm 70S.
- Bảng 4.3: Danh sách các tín hiệu vào / ra cơ bản của bộ PLC thành phần **RM1**.
- Bảng 4.4: Danh sách các tín hiệu vào ra cơ bản của bộ PLC thành phần **RM6**.
- Bảng 4.5: Danh sách các tín hiệu vào / ra cơ bản của bộ PLC thành phần **RM7, RM8**.

Bảng 11.1. Các tín hiệu vào / ra của khối PLC trung tâm 70S. Địa chỉ ADD = 0.

Địa chỉ	I/O	Mức điện áp	Vị trí bản vẽ	Loại tín hiệu	Ý nghĩa	Hoạt động
B000	I	24 V DC	SH72		Dữ liệu đồng bộ tốc độ tới chính bị lỗi	
B001	nt	nt	nt		Dữ liệu đồng bộ tốc độ tới chính bình thường.	
B0002 ÷ B000F	nt	nt	nt		Dữ liệu đồng bộ tốc độ tới chính 13 bit, 0 bit phát hiện vị trí	
B0010	nt	nt	73		Tốc độ di chuyển xe con bị lỗi.	
B0011	nt	nt	nt		Tốc độ di chuyển xe con bình thường.	
B0012 ÷ B001F	nt	nt	nt		Dữ liệu đồng bộ tốc độ xe con 13 bit, 0 bit	
B0020	I	24 V DC	74		Dữ liệu đồng bộ tốc độ nâng hạ côngson bị lỗi	
B0021	nt	nt	nt		Dữ liệu đồng bộ tốc độ nâng hạ côngson bình thường.	
B0022 ÷ B002F	nt	nt	nt		Dữ liệu đồng bộ tốc độ nâng hạ côngson 13 bit, 0 bit	
B0030	nt	nt	75		Đặt lại dữ liệu đồng bộ tốc độ nâng hạ hàng.	Tác động khi ấn nút 26CS
B0031	nt	nt	nt		Đặt lại dữ liệu đồng bộ tốc độ di chuyển xe con.	Tác động khi ấn nút 27 CS
B0032	I	24 V DC	75		Đặt lại dữ liệu đồng bộ tốc độ nâng hạ côngson	Tác động khi ấn nút 28 CS

B0034	nt	nt	nt		Nút ấn bật nguồn điều khiển	Tác động khi ấn nút 20 PB
B0035	nt	nt	nt		Nút ấn tắt nguồn điều khiển	Tác động khi ấn nút 21 PB
B0036	nt	nt	nt		Định đặt lại sự cố	Tác động khi ấn nút 22 PB
B0037	nt	nt	nt		Chuyển chế độ hiển thị	Tác động khi ấn nút 23 PB
B0039	nt	nt	nt		Công tắc chọn chế độ thay cáp (tời chính)	Tác động khi xoay công tắc 25 CS trên bảng điều khiển
B003C	nt	nt	75		Chế độ vận hành quạt thông gió buồng máy (tự động - bằng tay).	Tác động xoay công tắc 32CS trên bảng điều khiển
B003D						Tác động khi xoay công tắc 33 CS trên bảng điều khiển.
B003E	1	24 VDC	75		Điều hòa buồng điện bị hỏng	Khi hạn vị THS1 tác động

B003F	nt	nt	nt		Kiểm tra nguồn điều khiển	
B0040	nt	nt	76		Bảo động bảng I/O trong cabin điều khiển phụ	Tác động khi ER1 tác động
B0041	nt	nt	nt		Cấp nguồn 220V AC cho các van điện từ	Tác động khi đóng 181 MCCB
B0042	nt	nt	nt		Dừng khẩn cấp (hộp điều khiển nâng hạ côngson)	Tác động khi role EMS2 (57 - 2D) mất điện
B0043	I	24 VDC	76		Nút dừng khẩn cấp phía bờ sông	Tác động khi role EMS3 (57 - 3D) mất điện
B0044	nt	nt	nt		Nút dừng khẩn cấp phía bờ sông	Tác động khi role EMS4 (57 - 4D) mất điện
B0045	nt	nt	nt		Dừng khẩn cấp tại buồng máy	Tác động khi EMS5 (57-5D) mất điện
B0046	nt	nt	nt		Quá tốc cơ cấu nâng hạ hàng	Tác động khi role HOS (58 - 1D) mất điện
B0047	I	24 V DC	76		Quá tốc cơ cấu nâng hạ côngson	Tác động khi role BOS (58-2D) mất điện
B0048	nt	nt	nt		Ngắt cuối khi nâng (móc chạm đỉnh)	Tác động khi role HELS (58 - 3D) mất điện
B0049	nt	nt	nt		Ngắt cuối khi nâng côngson	Tác động khi role BELS (58 - 4D) mất điện
B004A	nt	nt	nt		Ngắt cuối khi nâng côngson	Tác động khi role BELS1 (58 - 5D) mất điện
B004B	nt	nt	nt		Ngắt cuối hành trình di chuyển xe con (phía bờ sông)	Tác động khi role TELS1 (58 - 6D) mất điện

B004C	I	24 V DC	76		Ngắt cuối hành trình di chuyển xe con phía bãi	Tác động khi role TELS2 (58 - 7D) mất điện
B004F	nt	nt	nt		Dừng khẩn cấp tại buồng điện	Tác động khi role EMS6 (57 - 6D) mất điện
B0050	O	nt	78	Transisto	Van điện từ chốt côngson	Đưa tín hiệu cấp nguồn cho role R7 cấp điện cho van điện từ
B0052	nt	nt	nt	Transisto	Van điện từ phanh tời nâng côngson	Cấp nguồn cho role R5 cấp nguồn cho van điện từ
B0054	nt	nt	nt	nt	Van điện từ kẹp ray phía bờ sông	Cấp nguồn cho role R3 cấp điện cho van điện từ
B0055	O	24 V DC	78	nt	Van điện từ kẹp ray phía bãi	Cấp nguồn cho role R2 cấp nguồn cho van điện từ
B005D	nt	nt	nt	nt	Đặt lại cam tốc độ tời chính	Cấp nguồn cho role HPS1 (72-1B)
B005E	nt	nt	nt	nt	Đặt lại cam tốc độ di chuyển xe con	Cấp nguồn cho role TPS1 (73-1B)
B005F	nt	nt	nt	nt	Đặt lại cam tốc độ nâng hạ côngson	Cấp nguồn cho role BPS1 (74 - 1B)
B0060	O	24 V DC	79	Tiếp điểm	Chỉ thị bật nguồn điều khiển	Bật tắt đèn xanh 20 PL (79 - 1D) chỉ thị nguồn điều khiển
B0061	O	24 VDC	79	Tiếp điểm	Chỉ thị bật nguồn cho cơ cấu nâng hạ hàng và di chuyển giàn	Bật tắt đèn xanh 21PL (79 - 1D) chỉ thị nguồn điều khiển

B0062	nt	nt	nt	nt	Chỉ thị bật nguồn cho cơ cấu di chuyển xe con và nâng hạ côngson	Bật, tắt đèn xanh 22 PL (79 - 2D) chỉ thị nguồn điều khiển
B0063	nt	nt	nt	nt	Chỉ thị báo lỗi	Điều khiển đèn 23PL (79 - 2D)
B0064	nt	nt	nt	nt	Chỉ thị báo dừng khẩn cấp	Điều khiển đèn đỏ 24PL (79- 3D)
B0065	nt	nt	nt	Tiếp điểm	Chỉ thị:" Quạt thông gió đang chạy"	Điều khiển đèn trắng 25PL (79- 3D)
B0066	O	24 VDC	79	Tiếp điểm	Chỉ thị bật quạt thông gió buồng máy	Điều khiển đèn xanh 30PL (79- 3D)
B006A	nt	nt	nt	nt	Điều khiển bật đèn côngson	Cấp điện cho role MLT1X (79- 5D)
B006B	nt	nt	nt	nt	Điều khiển tắt đèn côngson	Ngắt điện cấp cho role MLT1X.
B006C	nt	nt	nt	nt	Điều khiển bật đèn dầm cầu	Cấp điện cho role MLT1X (79 - 6D)
B006D	nt	nt	nt	nt	Điều khiển tắt đèn dầm cầu	Ngắt điện cấp cho role MLT2X
B006E	nt	nt	nt	nt	Điều khiển bật đèn pha dưới chân cầu trục	Cấp điện cho role MLT3X (79 - 7D)
B006E	O	24 VDC	79	Tiếp điểm	Điều khiển bật đèn pha dưới chân cầu trục	Cấp điện cho role MLT3X (79 - 7D)
B006F	nt	nt	nt	nt	Điều khiển tắt đèn pha dưới chân cầu trục	Ngắt điện cấp cho role MLT3X

Bảng 11.2. Các tín hiệu vào / ra cơ bản của khối PLC thành phần RM1 (địa chỉ ADD = 40)

Địa chỉ	I/O	Mức điện áp	Vị trí bản vẽ	Loại tín hiệu	Ý nghĩa	Hoạt động
B0400	I	220 V AC	96	Tiếp điểm	Kéo cáp theo chiều nâng hàng	Xoay công tắc 1CS lên nấc Hoist
B0401	nt	nt	nt	nt	Kéo cáp theo chiều hạ hàng	Xoay công tắc 1CS xuống nấc Lower
B0402	nt	nt	nt	nt	Điều khiển xe con tiến ra phía trước	Xoay công tắc 2CS lên nấc Forward
B0403	nt	nt	nt	nt	Điều khiển xe con đi ngược lại	Xoay công tắc 2CS về nấc Reverse
B0404	nt	nt	nt	nt	Điều khiển cáp côngson theo chiều nâng côngson	Xoay công tắc 3CS sang nấc "Up"
B0405	nt	nt	nt	nt	Điều khiển cáp côngson theo chiều hạ côngson	Xoay công tắc 3CS sang nấc "Down"
B040C	I	220 V AC	96	Tiếp điểm	Vận hành di chuyển giàn sang phải	Nhấn công tắc 3PB
B040D	nt	nt	nt	nt	Điều khiển di chuyển giàn sang trái	Nhấn công tắc 4PB
B0411	nt	nt	nt	nt	Bật nguồn điều khiển tại cabin phụ	Nhấn công tắc 15BLS
B0412	nt	nt	nt	nt	Tắt nguồn điều khiển tại cabin phụ	Nhấn công tắc 14 BSL
B0413	nt	nt	nt	nt	Điều khiển nâng côngson tại cabin phụ	Nhấn công tắc 12BSL
B0414	nt	nt	nt	nt	Điều khiển hạ côngson	Nhấn công tắc 13 BSL
B0415	nt	nt	nt	nt	Dừng vận hành nâng hạ côngson tại cabin phụ	Nhấn công tắc 13BS
B0421, B0426	nt	nt	nt	nt	Dừng cuối khi nâng côngson	Khi các hạn vị 48.4 và 48A.4 tác động
B0422, B0427	I	220 V AC	96	Tiếp điểm	Dừng cuối khi hạ côngson	Khi các hạn vị 48.5, 48A.5 tác động
B046C	O	nt	109	Tiếp điểm	Điều khiển bộ chỉnh lưu	Cấp điện cho rơle SIX

B046D	nt	nt	nt	nt	Nguồn điều khiển bộ biến tần PWM	Cấp điện cho role INVX (109 - 6C)
B046E	nt	nt	nt	nt	Reset lại bộ biến tần PWM	Cấp điện cho role RST1
B0470	nt	nt	nt	110	Chỉ thị bật nguồn chính của cơ cấu nâng hạ côngson	Đèn đỏ 15BSL sáng
B0471	nt	nt	nt	nt	Chỉ thị tắt nguồn chính của cơ cấu nâng hạ côngson	Đèn xanh 14BSL sáng
B0472	nt	nt	nt	nt	Chỉ thị nâng côngson	Đèn đỏ 12BSL sáng
B0473	nt	nt	nt	nt	Chỉ thị hạ côngson	Đèn đỏ 13BSL sáng
B4760	O	220 V AC	110	Tiếp điểm	Chỉ thị dừng khẩn cấp	Đèn đỏ 17SL sáng

Bảng 11.3. Các tín hiệu vào / ra cơ bản của khối PLC thành phần RM6 (thu thập tín hiệu từ bàn điều khiển bên phải)

Địa chỉ	I/O	Mức điện áp	Vị trí bản vẽ	Loại tín hiệu	Ý nghĩa	Hoạt động
B0700 ÷ B0707	I	24 VDC	131		Mã hoá tuyệt đối 8 bit để điều khiển tốc độ tời hàng	
B0708 ÷ B07F	nt	nt	nt		Mã hóa tuyệt đối 8 bit để điều khiển tốc độ di chuyển giàn	
B0710	nt	nt	132		Tín hiệu điều khiển theo chiều hạ hàng	Tác động đưa tay trang điều khiển về phía trước
B0711	nt	nt	nt		Tín hiệu điều khiển theo chiều nâng hàng	Tác động đưa tay trang điều khiển về phía sau
B0713	nt	nt	nt		Di chuyển cần trục sang phải	Tác động khi đưa tay trang điều khiển về phía phải
B0714	nt	nt	nt		Di chuyển cần trục sang trái	Tác động đưa tay trang điều khiển sang trái
B0715	nt	nt	nt		Điều khiển di chuyển cần trục tại cabin chính	Tác động khi xoay 7CS

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. PGS. TSKH. Thân Ngọc Hoàn
Mô phỏng hệ thống điện tử công suất và truyền động điện
Nhà xuất bản Xây dựng Hà Nội – 2002.
- [2] Bùi Quốc Khánh – Nguyễn Văn Liễn – Nguyễn Thị Hiền
Truyền động điện
- [3]. Bùi Quốc Khánh – Nguyễn Văn Liễn và các cộng sự
Điều chỉnh tự động truyền động điện
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 1994, 2004, 2005
- [4]. Hồ Sơ kỹ thuật họ cần trục KONE – K4961
- [5]. Hồ Sơ kỹ thuật họ cần trục SOKOL, TUKAN của hãng Kranbau Eberswalde Mitsui
Paceco Nhật Bản
- [6]. Hồ Sơ kỹ thuật họ cần trục RTG, QC của hãng Mitsui Paceco Nhật Bản
- [7]. А. А. ВАЙНСОН
СТРОИТЕЛЬНЫЕ КРАНЫ
ИЗДАТЕЛЬСТВО МАШИНОСТРОЕНИЕ – МОСКВА - 1969

MỤC LỤC

Trang

Lời nói đầu

3

Phần 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ CẦN TRỤC – CẦU TRỤC TRANG BỊ CHO CẢNG BIỂN

Chương 1. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ CẦU TRỤC - CẦN TRỤC

1.1. Phân loại cầu trục – cần trục	5
1.1.1. Phân loại theo trọng tải nâng chuyển hàng hoá	5
1.1.2. Phân loại theo đặc điểm công tác	5
1.2. Những đặc điểm cơ bản của hệ truyền động điện cầu trục và cần trục	14

Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN CHO CÁC CƠ CẤU CỦA CẦN TRỤC - CẦU TRỤC

2.1. Động học tổng quát của cầu trục	17
2.2. Phương pháp tính toán mômen cần, lực cần của các cơ cấu và tính quy đổi mômen cần lực cần về trục động cơ	17
2.3. Tính quy đổi độ cứng yêu cầu của các cơ cấu trong hệ truyền động cầu trục -cần trục	22
2.4. Tính quy đổi mômen quán tính và khối lượng quán tính của các cơ cấu	24
2.5. Đặc tính mômen trong quá trình quá độ	26
2.6. Sự phụ thuộc giữa mômen động với thời gian quá trình khởi động	29
2.7. Sự quá tải của các phần tử trong các cơ cấu của cần trục trong quá trình quá độ	32

Chương 3. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN THAM SỐ ĐỘNG HỌC CỦA CÁC CƠ CẤU NÂNG HẠ HÀNG CỦA CẦU TRỤC - CẦN TRỤC

3.1. Tính toán tham số cơ bản của truyền động cơ cấu nâng hạ	37
3.2. Động học của cơ cấu nâng hạ	
3.2.1. Phụ tải động của cơ cấu nâng khi cần cứng tuyệt đối	38
3.2.2. Phụ tải động có tính đến sự biến dạng của cần trục kim loại	40
3.3. Mô hình nhận dạng mômen cần cơ cấu nâng hạ hàng cho cần trục	44
3.3.1. Khái quát	44
3.3.2. Mô hình nhận dạng mômen cần của cơ cấu nâng hạ hàng	45
3.3.3. Đặc tính mômen cần của cơ cấu nâng hạ hàng	45

Chương 4. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN ĐỘNG HỌC CƠ CẤU DI CHUYỂN CỦA CẦN TRỤC – CẦU TRỤC

4.1. Tính toán động lực học cơ cấu di chuyển của cầu trục	47
4.2. Lực cản di chuyển của cần trục	49
4.3. Động học của cơ cấu di chuyển	55
4.3.1. Phụ tải được treo trên dây ngăn	55

4.3.2. Khi có sự lệch của tải trọng hàng hoá theo phương thẳng đứng trong quá trình quá độ	58
4.3.3. Khi tải trọng được treo bằng dây có độ dài đáng kể	60
Chương 5. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN CƠ CẤU QUAY CỦA CẦN TRỤC – CẦU TRỤC	
5.1. Tính toán cơ cấu quay của cần trục	62
5.2. Động học của cơ cấu quay	68
5.2.1. Phụ tải lệch khỏi phương thẳng đứng khi cần quay theo phương nằm ngang	68
5.2.2. Phụ tải động trong cơ cấu quay	69
5.3. Mô hình nhận dạng mômen cần cơ cấu quay cho cần trục	73
5.3.1. Khái quát	73
5.3.2. Mô hình nhận dạng mômen cần của cơ cấu quay	73
5.3.3. Đặc tính mômen cần của cơ cấu quay	74
Chương 6. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC CƠ CẤU THAY ĐỔI TÂM VỚI CHO CẦN TRỤC – CẦU TRỤC	
6.1. Động lực cơ cấu thay đổi tâm với (Cơ cấu nâng hạ cần)	76
6.2. Động học của cơ cấu thay đổi tâm với	84
6.3. Mô hình nhận dạng mômen cần cơ cấu nâng hạ cần cho cần trục khi thay đổi tâm với	86
6.3.1. Khái quát	86
6.3.2. Mô hình nhận dạng mômen cần của cơ cấu nâng hạ cần	86
6.3.3. Đặc tính mômen cần của cơ cấu nâng hạ cần	87
Phần 2: TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ VÀ TỰ ĐỘNG HOÁ CẦN TRỤC – CẦU TRỤC ĐIỆN HÌNH	
Chương 7. KHÁI QUÁT VỀ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN CHO CẦN TRỤC- CẦU TRỤC	
7.1. Khái quát về các yêu cầu cho hệ thống điều khiển truyền động cầu trục và cần trục	88
7.2. Các hệ truyền động điện cho cầu trục – cần trục	90
7.2.1. Khái quát	90
7.2.2. Cấu trúc của hệ truyền động điện	91
7.3. Các dạng đặc tính cơ tĩnh của hệ truyền động điện điều chỉnh tốc độ cho các cơ cấu chính của cần trục – cầu trục	93
7.3.1. Các dạng đặc tính cơ tĩnh của hệ thống truyền động điện một chiều cho cần trục – cầu trục	93
7.3.2. Các dạng đặc tính cơ của hệ thống truyền động điện bằng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc cho cần trục – cầu trục	95
7.3.3. Các dạng đặc tính cơ của hệ thống truyền động điện bằng động cơ không đồng bộ rôto dây quấn cho cần trục – cầu trục	97
7.3.4. Các dạng đặc tính cơ của hệ thống điều khiển tốc độ truyền động điện các cơ cấu chính cho cần trục – cầu trục sử dụng phụ tải động	97
7. 4. Cấu trúc điều khiển hệ thống truyền động điện điều khiển chuyển động cho cần trục – cầu trục	99
7.4.1. Đặc điểm chung	99

7.4.2. Cấu trúc điều khiển các hệ thống dùng công tắc tơ - role	100
7.4.3. Cấu trúc điều khiển các hệ thống dùng phụ tải động	100
7.4.4. Cấu trúc điều khiển các hệ thống dùng PLC - bộ biến tần PWM cấp nguồn cho động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc cho cần trục - cầu trục	102
Chương 8. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CẦN TRỤC KONE	
8.1. Giới thiệu chung về cần trục KONE	105
8.1.1. Thông số kỹ thuật cơ bản	105
8.1.2. Các quy ước chung khi đọc bản vẽ kỹ thuật cần trục KONE	106
8.2. Hệ thống điều khiển cấp nguồn cho cần trục KONE K4961	107
8.3. Trang bị điện - điện tử điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng của cần trục KONE K4961	108
8.3.1. Động cơ truyền động cho cơ cấu nâng hạ hàng	108
8.3.2. Chức năng của các thiết bị điều khiển	110
8.3.3. Nguyên lý làm việc của sơ đồ điện điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng	110
8.4. Trang bị điện - điện tử điều khiển cơ cấu nâng hạ cần của cần trục KONE K4961	117
8.4.1. Động cơ truyền động	117
8.4.2. Chức năng các phần tử trong mạch điện điều khiển cơ cấu nâng hạ cần của cần trục KONE K4961	118
8.4.3. Nguyên lý làm việc của cơ cấu nâng hạ cần	118
8.5. Trang bị điện - điện tử điều khiển cơ cấu quay mâm của cần trục KONE K4961	123
8.5.1. Động cơ truyền động cho cơ cấu quay mâm	124
8.5.2. Chức năng các phần tử trong mạch điều khiển	124
8.5.3. Nguyên lý hoạt động của sơ đồ điện điều khiển cơ cấu quay	124
Chương 9. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CẦN TRỤC TUKAN	
9.1. Giới thiệu chung về cần trục TUKAN	127
9.1.1. Đặc điểm kỹ thuật	127
9.1.2. Thông số kỹ thuật cơ bản	127
9.1.3. Các quy ước trên bản vẽ hồ sơ kỹ thuật	129
9.2. Trang bị điện - điện tử hệ thống cấp nguồn	130
9.3. Trang bị điện - điện tử cơ cấu nâng hạ hàng	133
9.3.1. Cơ cấu nâng hạ hàng	133
9.3.2. Cơ cấu đóng mở gầu ngoạm	138
9.4. Trang bị điện - điện tử thiết bị điều khiển quay móc của cần trục TUKAN	143
9.4.1. Sơ đồ điện nguyên lý và chức năng các phần tử	143
9.4.2. Nguyên lý hoạt động	144
9.5. Trang bị điện - điện tử cơ cấu thay đổi tầm với	147
9.5.1. Giới thiệu chung và chức năng các phần tử chính	147
9.5.2. Nguyên lý hoạt động	151
9.6. Trang bị điện - điện tử cơ cấu quay	153
9.6.1. Sơ đồ nguyên lý	153
9.6.2. Chức năng các phần tử	154
9.6.3. Nguyên lý hoạt động	158
9.6.4. Các bảo vệ của hệ thống quay mâm	159
9.7. Trang bị điện - điện tử cơ cấu di chuyển	159
9.7.1. Sơ đồ nguyên lý	159
9.7.2. Nguyên lý hoạt động	167

9.7.3. Các bảo vệ	168
9.8. Điều khiển nối mạng PLC trong cần trục TUKAN	168
9.8.1. Giới thiệu chung	168
9.8.2. Cấu trúc của mạng điều khiển cần trục TUKAN	169
9.8.3. Cấu trúc chung của các khối trong mạng Profibus của cần trục TUKAN	171
Chương 10. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ ĐIỀU KHIỂN CẦU TRỤC GIÀN RTG NÂNG	
CHUYỂN CONTAINER	
10.1. Khái quát chung về cầu trục RTG	175
10.1.1. Đặc điểm, cấu trúc và thông số kỹ thuật của cầu trục giàn RTG	175
10.1.2. Các thông số kỹ thuật của cầu trục giàn RTG	176
10.2. Vị trí các thiết bị điều khiển trên cầu trục RTG	178
10.3. Hệ thống cấp nguồn độc lập của cầu trục giàn bánh lốp RTG	181
10.3.1. Chức năng các phần tử của hệ thống điều khiển máy phát điện	181
10.3.2. Nguyên lý làm việc sơ đồ điện nguyên lý điều khiển máy phát đồng bộ	183
10.3.3. Các bảo vệ trong sơ đồ điện điều khiển máy phát điện cho cầu trục	183
10.4. Hệ thống điều khiển cấp nguồn cho các phụ tải của cầu trục giàn RTG	184
10.4.1. Chức năng các phần tử của hệ thống điều khiển cấp nguồn	184
10.4.2. Nguyên lý hoạt động của hệ thống điều khiển cấp nguồn cho các phụ tải	184
10.5. Truyền động điện và trang bị điện - điện tử điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng cầu trục giàn RTG	186
10.5.1. Chức năng các phần tử trong sơ đồ nguyên lý điều khiển động cơ của cơ cấu nâng hạ hàng	186
10.5.2. Nguyên lý làm việc của cơ cấu nâng - hạ	191
10.5.3. Các chế độ bảo vệ	192
10.6. Truyền động điện và trang bị điện - điện tử điều khiển cơ cấu di chuyển xe con cầu trục giàn RTG	192
10.6.1. Chức năng các phần tử cơ bản trong sơ đồ điện	192
10.6.2. Nguyên lý hoạt động của cơ cấu di chuyển xe con	195
10.6.3. Các bảo vệ	196
10.7. Truyền động điện và trang bị điện cho cơ cấu di chuyển xe cầu trục giàn RTG	196
10.7.1. Chức năng các phần tử cơ bản trong sơ đồ điện nguyên lý	196
10.7.2. Nguyên lý hoạt động di chuyển xe cầu	200
10.7.3. Các bảo vệ có trong hệ thống	200
10.8. Thiết bị PLC và tín hiệu I/O trong hệ thống điều khiển cầu trục giàn RTG	201
10.8.1. Thiết bị PLC	201
10.8.2. Danh sách các tín hiệu vào ra cơ bản	202
10.9. Bộ biến tần gián tiếp PWM sử dụng trong hệ thống truyền động điện cầu trục RTG	212
10.9.1. Thông số của bộ biến tần	212
10.9.2. Cấu trúc của bộ biến tần	212
10.9.3. Chức năng của các cực	214
10.9.4. Giao diện vận hành của biến tần	218

<i>Chương 11. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ ĐIỀU KHIỂN CẦU TRỤC QC NÂNG CHUYỂN CONTAINER</i>	
11.1 Khái niệm chung về cầu trục giàn QC	220
11.1.1. Khái quát về cầu trục giàn QC	220
11.1.2. Các thông số kỹ thuật cơ bản của họ cầu trục giàn QC	221
11.1.3. Cabin điều khiển trên cầu trục QC	222
11.2. Hệ thống điều khiển cấp nguồn cho cầu giàn QC	224
11.2.1. Chức năng các phần tử của hệ thống cấp nguồn QC	225
11.2.2. Nguyên lý làm việc của hệ thống cấp nguồn	227
11.2.3. Các bảo vệ chính của hệ thống cấp nguồn	228
11.3. Truyền động điện và trang bị điện - điện tử điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng cầu trục giàn QC	229
11.3.1. Chức năng các phần tử trong sơ đồ điện	229
11.3.2. Nguyên lý hoạt động của sơ đồ điện điều khiển cơ cấu nâng hạ hàng	230
11.4. Truyền động điện và trang bị điện - điện tử điều khiển cơ cấu di chuyển chân đế cầu trục giàn QC	232
11.4.1. Chức năng các phần tử trong sơ đồ điện nguyên lý	232
11.4.2. Nguyên lý hoạt động của sơ đồ điện điều khiển cơ cấu di chuyển chân đế cầu trục giàn QC	232
11.4.3. Các chế độ bảo vệ	234
11.5. Truyền động điện và trang bị điện - điện tử điều khiển cơ cấu xe con cầu trục giàn QC	234
11.5.1. Chức năng các phần tử trong sơ đồ điện nguyên lý	234
11.5.2. Nguyên lý hoạt động của sơ đồ điện	235
11.5.3. Các chế độ bảo vệ	235
11.6. Truyền động điện và trang bị điện - điện tử điều khiển cơ cấu nâng hạ giàn (côngson) cầu trục QC	235
11.6.1. Chức năng các phần tử của cơ cấu nâng hạ giàn cầu trục QC	235
11.6.2. Nguyên lý hoạt động	239
11.6.3. Các chế độ bảo vệ	239
11.7. Thiết bị PLC sử dụng trong hệ thống điều khiển cầu trục giàn QC	240
11.8. Danh sách các tín hiệu vào / ra cơ bản	242
TÀI LIỆU THAM KHẢO	250
MỤC LỤC	251

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ VÀ TỰ ĐỘNG HOÁ CẦU TRỤC VÀ CẦN TRỤC

PGS.TS. BÙI QUỐC KHÁNH – TS HOÀNG XUÂN BÌNH

Chịu trách nhiệm xuất bản:

PGS. TS. TÔ ĐĂNG HẢI

Biên tập :

NGUYỄN THỊ NGỌC KHUÊ

Sửa bài:

PHẠM VĂN

Vẽ bìa :

TRẦN THẮNG

**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 Trần Hưng Đạo – Hà Nội**

In 800 cuốn khổ 19x27cm Xưởng in NXB Văn hóa Dân tộc

Giấy phép xuất bản số 136 – 2006/CXB/ 227-06/KHKT cấp ngày 27/2/06

In xong và nộp lưu chiểu quý II/2006

206088



Giá: 46.000đ