

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG**

---



# **ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

**NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP**

**Sinh viên : Nguyễn Thành Mạnh**

**Giảng viên hướng dẫn: ThS. Đỗ Anh Dũng**

**HẢI PHÒNG – 2023**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG**

-----

**TÍNH TOÁN CUNG CẤP ĐIỆN VÀ PHÂN TÍCH HOẠT  
ĐỘNG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN CẦU TRỤC MODEL  
CLS20-H12MH**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY**

**Sinh viên : Nguyễn Thành Mạnh**  
**Giảng viên hướng dẫn: ThS. Đỗ Anh Dũng**

**HẢI PHÒNG – 2023**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG**

-----

**NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP**

**Sinh viên:** Nguyễn Thành Mạnh      **MSV:** 2113103003

**Lớp :** DC2501

**Ngành:** Điện Tự Động Công Nghiệp

**Tên đề tài:** Tính toán cung cấp điện và phân tích hoạt động hệ thống  
điều khiển cầu trục Model CLS20-H12-MH

## **NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI**

**1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán.**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp**

.....

.....

## CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

**Họ và tên** : Đỗ Anh Dũng

**Học hàm, học vị** : Thạc sĩ

**Cơ quan công tác** : Trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng

**Nội dung hướng dẫn**: Tính toán cung cấp điện và phân tích hoạt động hệ thống điều khiển cầu trục Model CLS20-H12-MH

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày 20 tháng 08 năm 2023

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày 10 tháng 11 năm 2023

Đã nhận nhiệm vụ Đ.T.T.N

Đã giao nhiệm vụ Đ.T.T.N

**Sinh Viên**

**Cán bộ hướng dẫn Đ.T.T.N**

*Nguyễn Thành Mạnh*

*Ths.Đỗ Anh Dũng*

*Hải Phòng, ngày.....tháng ..... năm 2023*

**TRƯỞNG KHOA**

**TS. Đoàn Hữu Chức**

**CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM**  
**Độc lập - Tự do - Hạnh phúc**

-----

**PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN TỐT NGHIỆP**

**Họ và tên giảng viên** : **Đỗ Anh Dũng**

**Đơn vị công tác** : Trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng

**Họ và tên sinh viên** : **Nguyễn Thành Mạnh**

**Chuyên ngành** : Điện tự động công nghiệp

**Nội dung hướng dẫn:** Toàn bộ đề tài

**1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp**

.....

.....

.....

.....

**2. Đánh giá chất lượng của đồ án/khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T.T.N, trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...)**

.....

.....

.....

**3. Ý kiến của giảng viên hướng dẫn tốt nghiệp**

Được bảo vệ  Không được bảo vệ  Điểm hướng dẫn

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2023

**Giảng viên hướng dẫn**

**Ths. Đỗ anh Dũng**

**CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM**  
**Độc lập - Tự do - Hạnh phúc**  
-----

**PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN CHĂM PHẢN BIỆN**

Họ và tên giảng viên:.....

Đơn vị công tác:.....

Họ và tên sinh viên: ..... Chuyên ngành:.....

Đề tài tốt nghiệp: .....

.....

**1. Phần nhận xét của giảng viên chăm phản biện**

.....  
.....  
.....  
.....

**2. Những mặt còn hạn chế**

.....  
.....  
.....  
.....

**3. Ý kiến của giảng viên chăm phản biện**

Được bảo vệ  Không được bảo vệ  Điểm hướng dẫn

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2023

**Giảng viên chăm phản biện**

**MỤC LỤC**

<b>LỜI NÓI ĐẦU</b> .....	3
<b>CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG CẦU TRỤC</b> .....	4
1.1 Tổng quan về hệ thống cầu trục.....	4
1.1.1 Giới thiệu hệ thống cầu trục.....	4
1.1.2 Phân loại cầu trục.....	5
1.1.3 Điều kiện an toàn của máy trục .....	15
<b>CHƯƠNG 2: TÍNH TOÁN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ</b> .....	17
2.1. Tính toán công suất động cơ nâng hạ .....	17
2.2. Tính toán công suất động cơ cho truyền động xe con. ....	25
2.3. Tính toán công suất động cơ cho truyền động xe to. ....	27
<b>CHƯƠNG 3 LỰA CHỌN THIẾT BỊ ĐIỆN , SƠ ĐỒ MẠCH VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA CẦU TRỤC</b> .....	30
3.1 Chọn biến tần .....	30
3.1.1 Khái niệm về biến tần .....	30
3.1.2 Hướng dẫn chọn biến tần cho động cơ theo tải thực tế .....	30
3.1.3 Chọn theo khả năng tải chính .....	31
3.1.4 Chọn theo thông số kỹ thuật , phương thức điều khiển nhà đầu tư yêu cầu .....	31
3.1.5 Tóm lại khi chọn biến tần ta cần lưu ý tới những điểm sau .....	32
3.2 Lựa chọn thiết bị .....	35
3.3 Nguyên lý và sơ đồ mạch của hệ thống cầu trục .....	43
3.3.1 Mạch nguồn đầu vào và điều khiển xe lớn .....	43
3.3.2 Mạch điều khiển nguồn cho hệ thống cầu trục : .....	44
3.3.3 Nguyên lý hoạt động cho tủ điều khiển .....	44
3.3.4 Nguyên lý xe lớn cầu trục .....	46
3.3.5 Mạch điều khiển xe con và móc nâng hạ.....	46
<b>PHẦN KẾT LUẬN</b> .....	53
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....	54



## **DANH MỤC HÌNH**

<u>Hình 1.1 Cầu trục trong công nghiệp</u> .....	4
<u>Hình 1.2 Cầu trục một dầm</u> .....	6
<u>Hình 1.3 Cầu trục 1 dầm dẫn động bằng tay</u> .....	7
<u>Hình 1.4 Cầu trục hai dầm</u> .....	7
<u>Hình 1.5 Cầu trục tựa</u> .....	9
<u>Hình 1.6 Cầu trục treo</u> .....	10
<u>Hình 1.7 Cầu trục dẫn động chung</u> .....	11
<u>Hình 1.8 Cầu trục dẫn động riêng</u> .....	11
<u>Hình 1.9 Cầu trục dẫn động bằng tay</u> .....	16

## LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay, cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ, khoa học kỹ thuật ngày càng được ứng dụng rộng rãi, trực tiếp hoặc gián tiếp nâng cao mức sống của con người, giải phóng dần sức lao động chân tay của người lao động, tăng năng suất lao động và chất lượng của sản phẩm. Việc tìm hiểu hệ thống và nắm được nguyên lý vận hành của các thiết bị tự động hoá trong các máy, dây chuyền sản xuất là yêu cầu quan trọng không thể thiếu của một kỹ sư.

Trong thời gian đi làm tại nhà máy luyện thép cao cấp Việt Nhật, em đã đi sâu vào việc nghiên cứu, tìm hiểu, trực tiếp sửa chữa bảo trì hệ thống cầu trục dầm đôi tại công ty. Từ tiền đề đó, thầy giáo hướng dẫn, Th.S Đỗ Anh Dũng đã tin tưởng giao cho em đề tài tốt nghiệp, đó là: **Tính toán cung cấp điện và phân tích hoạt động hệ thống điều khiển cầu trục Model CLS20-H12-MH**

Trong thời gian làm đồ án, tuy khối lượng kiến thức và công việc rất nhiều nhưng với sự nỗ lực của bản thân, cùng với sự hướng dẫn tận tình của thầy giáo hướng dẫn, sự giúp đỡ nhiệt tình của bạn bè, em đã hoàn thành được cơ bản các yêu cầu đặt ra của đồ án.

Do thời gian làm đồ án và kiến thức của bản thân còn có hạn nên trong đồ án không tránh khỏi những thiếu sót, vì vậy em rất mong nhận được sự góp ý, chỉ bảo của các thầy, cô giáo để có thể hoàn thành đồ án này với kết quả tốt hơn nữa.

Một lần nữa em xin chân thành cảm ơn thầy giáo hướng dẫn: **Th.S Đỗ Anh Dũng**, cùng các thầy cô giáo trong bộ môn và các bạn bè đã giúp đỡ em hoàn thành đồ án này.

*Hải phòng tháng Năm 2023*

*Sinh viên*

***Nguyễn Thành Mạnh***

## **CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG CẦU TRỤC**

### **1.1 Tổng quan về hệ thống cầu trục**

#### **1.1.1 Giới thiệu hệ thống cầu trục**



*Hình 1.1 Cầu trục trong công nghiệp*

Cầu trục - máy nâng chuyển là các loại máy công tác dùng để thay đổi vị trí của đối tượng công tác nhờ thiết bị mang vật trực tiếp, sự ra đời và phát triển của nó gắn liền với yêu cầu về kinh tế kỹ thuật của ngành công nghiệp nhằm giảm tối đa sức người trong lao động.

Đặc điểm làm việc của các cơ cấu máy nâng là ngắn hạn, lặp đi lặp lại và có thời gian dừng. Chuyển động chính của máy là nâng hạ vật theo phương thẳng đứng, ngoài ra còn một số các chuyển động khác để dịch chuyển vật trong mặt phẳng ngang như chuyển động quay quanh trục máy, di chuyển máy, chuyển động lắc quanh trục ngang. Bằng sự phối hợp giữa các chuyển động, máy có thể dịch chuyển vật đến bất cứ vị trí nào trong không gian làm việc của nó.

Để đáp ứng yêu cầu và đòi hỏi của các ngành công nghiệp khác nhau, kỹ thuật nâng vận chuyên cũng xuất hiện nhiều loại máy nâng vận chuyên mới, luôn cải tiến và hợp lý hóa phương pháp phục vụ, nâng cao hơn độ tin cậy làm việc, tự động hóa các khâu điều khiển, tiện nghi và thỏa mãn yêu cầu của người sử dụng. Tùy theo kết cấu và công dụng, máy nâng chuyên được chia thành các loại: kích, bàn tời, palăng, cầu trục, cổng trục, thang nâng.v.v..

Cầu trục là loại máy trục kiểu cầu. Loại này di chuyển trên đường ray đặt trên cao dọc theo nhà xưởng, xe con mang hàng di chuyển trên kết cấu thép kiểu cầu, cầu trục có thể nâng hạ và vận chuyển hàng theo yêu cầu tại bất kỳ điểm nào trong không gian của nhà xưởng. Cầu trục được sử dụng trong tất cả các lĩnh vực của nền kinh tế quốc dân với các thiết bị mang vật rất đa dạng như móc treo, thiết bị cạp, nam châm điện... Đặc biệt cầu trục được sử dụng phổ biến trong ngành công nghiệp chế tạo máy và luyện kim với các thiết bị mang vật chuyên dùng.

### ***1.1.2 Phân loại cầu trục***

#### **a, Theo công dụng**

- Theo công dụng có các loại cầu trục công dụng chung và cầu trục chuyên dụng.

- Cầu trục có công dụng chung có kết cấu tương tự như các loại cầu trục khác, điểm khác biệt cơ bản của các loại cầu trục này là thiết bị mang vật đa dạng, có thể nâng được nhiều loại hàng hóa khác nhau. Thiết bị mang vật chủ yếu của cầu trục này là móc treo để xếp dỡ, lắp ráp và sửa chữa máy móc, loại cầu này có tải trọng nâng không lớn và khi cần có thể dung với gầu ngoạm nam châm điện hoặc thiết bị xếp dỡ một loại hàng hóa nhất định.

- Cầu trục chuyên dùng là loại cầu trục mà thiết bị mang vật của nó chuyên để nâng một loại hàng hóa nhất định. Cầu trục chuyên dùng được sử dụng chủ yếu trong công nghiệp luyện kim với các thiết bị mang vật chuyên dùng và có chế độ làm việc rất nặng.

#### **b.Theo kết cấu dầm cầu**

- Theo kết cấu dầm có loại cầu trục một dầm và cầu trục hai dầm.
- Cầu trục một dầm là loại máy trục kiểu cầu thường có một dầm chạy chữ I hay tổ hợp với các dầm thép tăng cường cứng cho dầm cầu. Xe con cho palang di chuyển trên cánh dưới dầm chữ I, hoặc mang cơ cấu nâng di chuyển phía trên dầm chữ I, toàn bộ cầu trục có thể di chuyển dọc theo nhà xưởng trên đường ray chuyên dụng ở trên cao. Tất cả các cầu trục một dầm đều dùng palang đã được chế tạo sẵn theo tiêu chuẩn để làm cơ cấu nâng hạ hàng. Nếu nó được trang bị palang kéo tay thì gọi là cầu trục một dầm dẫn động bằng tay, nếu được trang bị palang điện thì gọi là cầu trục một dầm dẫn động bằng điện.



*Hình 1.2 Cầu trục một dầm*

- Cầu trục một dầm dẫn động bằng tay có kết cấu đơn giản và rẻ tiền nhất, chúng được sử dụng trong công nghiệp sửa chữa, lắp đặt thiết bị với khối lượng công việc ít, sức nâng của cầu trục loại này thường khoảng từ 0,5-5 tấn, tốc độ làm việc chậm.



*Hình 1.3 Cầu trục 1 dầm dẫn động bằng tay*

- Cầu trục một dầm dẫn động bằng điện được trang bị palang điện nên sức nâng có thể lên 10 tấn , khẩu độ đến 30 m, gồm có bộ phận cấp điện lưới 3 pha.



*Hình 1.4 Cầu trục hai dầm*

- Cầu trục hai dầm:

Kết cấu tổng thể của cầu trục hai dầm gồm có: dầm hoặc dàn chủ, hai dầm

chủ liên kết với hai dầm đầu, trên dầm đầu lắp các bánh xe di chuyển cầu trục 6, bộ máy dẫn động, bộ máy di chuyển hoay động sẽ làm cho các bánh xe quay và cầu trục chuyển động theo đường ray chuyên dùng đặt trên cao dọc theo nhà xưởng, hướng chuyển động của cầu trục ,chiều quay của động cơ điện.

- Xe con mang hàng di chuyển dọc trên đường ray lắp trên hai dầm chủ, trên xe con đặt các bộ phận máy của tời chính 10, tời phụ 9 và máy di chuyển xe con 2, các dây cáp điện 8 có thể co dẫn phụ hợp với trí của xe con và cáp điện cho cầu trục nhờ hệ thanh dẫn điện 12 đặt dọc theo tường nhà xưởng, các quét điện ba pha tùy sát trên các thanh này, lồng thép 13 làm công tác kiểm tra theo dưới dầm cầu trục. Các bộ phận của cầu trục thực hiện ba chức năng: nâng hạ hàng di chuyển xe con và di chuyển cầu trục. Sức nâng của cầu trục hai dầm trong khoảng từ 5 – 30 tấn, khi có yêu cầu riêng có thể lên đến 500 tấn. Ở cầu trục có sức nâng trên 10 tấn, thường được trang bị hai tời nâng cùng với hai móc cầu chính và phụ, tời phụ thường có sức nâng bằng một phần tư (0,25) sức nâng của tời chính, nhưng tốc độ nâng thì lớn hơn.

- Dầm chính của cầu trục hai dầm được chế tạo dạng hộp hoặc giàn không gian. Dầm giàn không gian tuy nhẹ hơn dầm hộp nhưng khó chế tạo và dùng cho cầu làm dưới dạng hộp và được liên kết với các dầm chính bằng mối hàn hoặc bu lông.

c, Theo cách tựa của dầm chính

- Theo cách tựa của dầm chính thì có loại cầu trục tựa và cầu trục treo.



Hình 1.5 Cầu trục tựa

- Cầu trục cầu là loại cầu trục có hai đầu của dầm chính tựa lên dầm cuối, chúng được liên kết với nhau bởi đỉnh tán hoặc hàn, loại cầu trục này có kết cấu đơn giản nhưng vẫn đảm bảo được độ tin cậy cao nên cũng được dùng phổ biến. Trên hình 1.5 là hình chung của cầu trục tựa loại 1 dầm phân kết cấu gồm dầm cầu 1 có hai đầu tựa lên các dầm cuối 5 với các bánh xe di chuyển dọc theo nhà xưởng. Loại cầu trục này thường dùng phương án dẫn động chung, phía trên dầm chữ I là khung thép 4 để đảm bảo độ cứng vững theo phương ngang của dầm cầu. Palăng điện 3 có thể chạy dọc theo cánh thép phía dưới của dầm I nhờ cơ cấu di chuyển palăng. Cabin điều khiển được treo vào kết cấu chịu lực của cầu trục.





*Hình 1.6 Cầu trục treo*

- Cầu trục treo là loại cầu trục mà toàn bộ phần kết cấu có thể chạy dọc theo nhà xưởng nhờ hai ray treo hoặc nhiều ray treo. Do liên kết treo của các ray phức tạp nên loại cầu trục này chỉ được dùng trong các trường hợp đặc biệt cần thiết so với cầu trục tựa cầu trục treo có ưu điểm là có thể làm dầm cầu dài hơn, do đó có thể phục vụ cả phần rìa mép của nhà xưởng thậm chí có thể chuyển hàng giữa hai nhà xưởng song song đồng thời kết cấu của cầu trục treo nhẹ hơn cầu trục tựa. Tuy nhiên cầu trục treo có chiều cao nâng thấp hơn cầu trục tựa .

d. Theo cách bố trí cơ cấu cơ cấu di chuyển cầu trục

- Cầu trục dẫn động chung
- Cầu trục dẫn động riêng
- Cơ cấu di chuyển của cầu trục có thể thực hiện theo 2 phương án dẫn động chung và dẫn động riêng. Trong phương án dẫn động chung, động cơ động được đặt ở giữa dầm cầu và truyền chuyển động đến các bánh xe chủ động ở hai

bên ray nhờ các trục truyền. Các trục truyền có thể là trục quay nhanh quay chậm, quay trung bình.



Hình 1.7 Cầu trục dẫn động chung



Hình 1.8 Cầu trục dẫn động riêng

- Cơ cấu di chuyển dẫn động riêng (Hình 1.8) gồm hai cơ cấu như nhau dẫn động cho các bánh xe chủ động ở mỗi bên ray đặc biệt. Công suất của mỗi động cơ thường lấy bằng 60% tổng công suất của yêu cầu. Phương án này tuy có sự xô lệch dầm cầu khi di chuyển do lực cản ở hai bên ray không đều song do nhỏ gọn, dễ lắp đặt sử dụng và bảo dưỡng mà ngày càng được sử dụng phổ biến hơn, đặc biệt là những cầu trục có khẩu độ trên 15 m.

e. Theo nguồn dẫn động

- Cầu trục dẫn động bằng tay và cầu trục dẫn động bằng máy

- Cầu trục dẫn động bằng tay: Được dùng chủ yếu trong lắp ráp sửa chữa nhỏ và các công việc nâng chuyên không cần tốc độ cao. Cơ cấu nâng của loại cầu trục này thường là palăng kéo tay. Cơ cấu di chuyển palang xích và cầu trục cũng được dẫn động bằng cách kéo xích từ dưới lên. Tuy là thiết bị thô sơ song giá thành rẻ và dễ sử dụng nên cầu trục dẫn động bằng tay vẫn được sử dụng hiệu quả trong các phân xưởng nhỏ.

- Cầu trục dẫn động bằng động cơ: Thường được sử dụng trong các phân xưởng sửa chữa lắp ráp lớn và công việc yêu cầu khối lượng và tốc độ làm việc cao. Cơ cấu nâng của loại cầu trục này là palăng điện. Cơ cấu di chuyển palang điện, xe con và cầu cũng được dẫn động bằng động cơ điện. Loại cầu trục này được sử dụng phổ biến nhất do có nhiều ưu điểm nổi bật là khả năng tự động hóa, thuận tiện cho người sử dụng và có thể sử dụng trong việc vận chuyển các loại hàng có khối lượng lớn.



*Hình 1.9 Cầu trục dẫn động bằng tay*

f. Theo vị trí điều khiển

- Theo vị trí điều khiển có các loại điều khiển từ cabin gắn trên dầm cầu và cầu trục điều khiển từ dưới nền nhờ nút bấm. Điều khiển từ dưới nền bằng hộp nút bấm thường dùng cho các loại cầu trục 1 dầm có tải trọng nâng nhỏ.

g. Cầu trục chân đế

- Cầu trục chân đế là kiểu cột quay được sử dụng để phục vụ công việc xếp dỡ hàng hóa chủ yếu ngoài các cảng bến, bãi. Vận chuyển hàng từ tàu biển sang các phương tiện khác như tàu sông, tàu hỏa, hoặc lên bến bãi...



- Hình 1.10 cầu trục chân đế

- Về mặt cấu tạo: Cầu trục chân đế gồm các bộ phận chính sau đây:
  - Kết cấu thép: gồm kết cấu thép hệ cần của cầu trục chân đế và cột quay, kết cấu thép của hệ chân đỡ.
  - Các cơ cấu:
    - + Cơ cấu nâng: Có thể nâng hạ hàng theo phương thẳng đứng.
    - + Cơ cấu thay đổi tầm với: Có thể lấy hàng ở vị trí hoặc gần theo yêu cầu và dịch chuyển hàng theo phương ngang.
    - + Cơ cấu di chuyển: giúp điều cần trục di chuyển đúng hướng yêu cầu làm việc
    - + Cơ cấu quay: có thể đưa hàng tới vị trí cùng tầm với với các phương khác nhau.
      - Hệ thống điều khiển: Bao gồm các hệ thống điều khiển tác dụng lên các cơ cấu.
- Nguyên lý hoạt động của cầu trục chân đế:
  - Có thể di chuyển trên ray nhờ cơ cấu di chuyển cần trục ở phía dưới chân đế. Thanh răng – bánh răng được dẫn động từ động cơ bên

trong cabin. Toàn bộ hệ cần được gắn trên cột quay được đỡ bằng kết cấu thép hệ chân đế và các ổ đỡ. Cột quay sẽ làm cho cơ cấu ở trên cũng quay theo.

- Sử dụng hệ palăng đảm bảo di chuyển theo phương ngang.

### **1.1.3 Điều kiện an toàn của máy trục**

Trong thực tế tần suất xảy ra tay nạn trong sử dụng máy nâng là lớn hơn rất nhiều so với các loại máy khác. Do vậy vấn đề an toàn trong sử dụng máy nâng là vấn đề quan trọng được đặt lên hàng đầu.

Với cầu trục lăn do có nhiều bộ phận máy lắp với nhau và được đặt trên cao do vậy cần phải thường xuyên kiểm tra để kịp thời phát hiện những hư hỏng như lỏng các mối ghép, rạn nứt tại các mối hàn do thời gian sử dụng lâu.....

Đối với các chi tiết máy chuyển động như bánh xe, trục quay phải có vỏ bọc an toàn nhằm ngăn những mảnh vỡ văng ra nếu có sự cố khi chi tiết máy hoạt động

Toàn bộ hệ thống điện trong máy phải được nối đất. Với các động cơ đều có phanh hãm tuy nhiên phải kiểm tra phanh thường xuyên không để xảy ra hiện tượng kẹt phanh gây nguy hiểm khi sử dụng.

Tất cả những người điều khiển máy làm việc hay phục vụ máy trong phạm vi làm việc của máy đều phải học tập các quy định về an toàn lao động có làm bài kiểm tra và phải đạt kết quả.

Trong khi máy làm việc công nhân không được đứng trên vật nâng hoặc bộ phận mang để di chuyển cùng với vật cùng như không được dùng dưới vật nâng đang di chuyển.

Đối với máy không hoạt động thường xuyên (nhiều ngày không sử dụng) khi đưa vào sử dụng phải kiểm tra toàn bộ kết cấu máy. Để kiểm tra tiến hành thử máy với hai bước là thử tĩnh và thử động.

Bước thử tĩnh: treo vật nâng có trọng lượng bằng 1,25 lần trọng lượng nâng danh nghĩa của cầu trục thiết kế và để trong thời gian từ 10 đến 20 phút.

Theo dõi biến dạng của toàn bộ các cơ cấu máy. Nếu không có sự cố gì xảy ra thì tiếp tục tiến hành thử động.

Bước thử động: Treo vật nâng có trọng lượng bằng 1,1 trọng lượng nâng danh nghĩa sau đó tiến hành mở máy nâng, di chuyển, hạ vật, mở máy đột ngột, phanh đột ngột. Nếu không có sự cố xảy ra thì đưa máy vào hoạt động.

Trong công tác an toàn sử dụng cầu trục người quản lý có thể cho lắp thêm các thiết bị an toàn nhằm hạn chế tối đa tai nạn xảy ra cho công nhân khi làm việc.

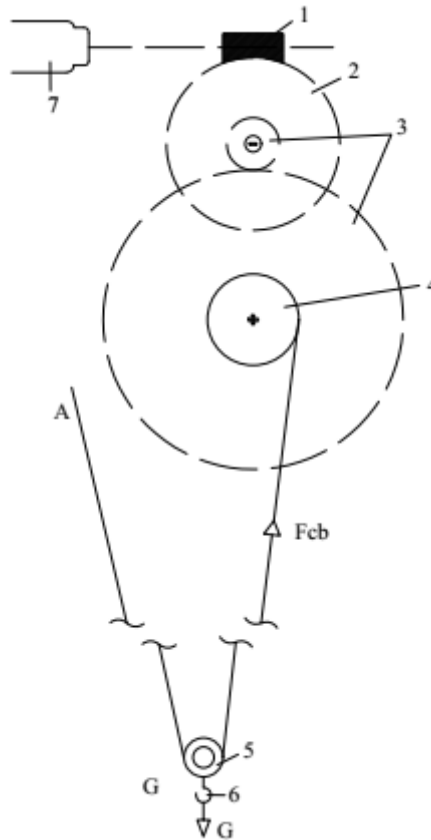
Một số thiết bị an toàn có thể sử dụng đó là: Sử dụng các công tắc đặt trên những vị trí cuối hành trình của xe lăn hay cơ cấu di chuyển công trục. Các công tắc này được nối với các thiết bị đèn hoặc âm thanh báo hiệu nhằm báo cho người sử dụng biết để dừng máy. Đồng thời cũng có thể nối trực tiếp với hệ thống điều khiển để tự động ngắt thiết bị khi có sự cố xảy ra.

Như vậy để hạn chế tối đa tai nạn xảy ra đòi hỏi người công nhân sử dụng máy phải có ý thức chấp hành nghiêm túc những yêu cầu đã nêu trên.

## CHƯƠNG 2: TÍNH TOÁN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ

### 2.1. Tính toán công suất động cơ nâng hạ

Phụ tải tĩnh của cơ cấu nâng hạ chủ yếu do tải trọng quyết định. Để xác định phụ tải tĩnh phải dựa vào sơ đồ động học của cơ cấu nâng hạ cho hệ thống cầu trục 10 tấn.



Hình 2.1: Sơ đồ động học của cơ cấu nâng – hạ.

#### a. Lựa chọn các thông số

+ Các thông số đã cho:

Model	CLS20-H12-MH
Trọng lượng của tải trọng:	100000N
Trọng lượng bộ phận mang tải:	2100N
Chiều cao nâng tải:	$h = 6\text{m}$
Tốc độ nâng tải:	$V_n = 14,5\text{m/ph}$
Chế độ làm việc:	Chế độ trung bình

+ Lựa chọn các thông số:



Do hệ thống làm việc ở chế độ trung bình nên chọn các thông số cần thiết cho tính toán như sau:

Hiệu suất cơ cấu:  $p = 0,8$

Tỉ số truyền:  $i = 10$

Dường kính culi:  $R_t = 0,7m$

Gia tốc cực đại khi nâng:  $0,5(m/s^2)$  Bội số của hệ thống rang rọc(u): 2

### **b. Phụ tải tĩnh khi nâng tải**

Momen trục động cơ khi có tải.

$$M = \frac{(G + G_0).R_t}{\mu.i.\eta_c} (N.m) \quad (3.1)$$

Trong đó:

- G: là trọng lượng của tải trọng.
- G<sub>0</sub>: là trọng lượng của bộ lấy tải
- R<sub>t</sub>: là bán kính tang nâng
  - u: là bội số của hệ thống ròng rọc
  - η<sub>c</sub>: là hiệu suất của cơ cấu
  - i: là tỉ số truyền

$$i = \frac{2\pi A}{\mu.V_n} = \pi.r^2.R_t.n \quad (3.2)$$

Trong đó:

v<sub>n</sub> - là tốc độ nâng tải

n- là tốc độ quay của động cơ

Trong các công thức trên, hiệu suất η<sub>c</sub> lấy bằng định mức khi tải bằng định mức.

+ Ứng với các tải trọng khác định mức, η<sub>c</sub> xác định theo hệ số mang tải:

$$K = \frac{P_c}{P_{cđm}} = \frac{G_0 + G}{G_0 + G_{đm}} \quad (3.3)$$

+ Công suất động cơ cần thiết để nâng vật:

$$P_n = \frac{(G_0 + G_{dm})v_n}{1000.\eta_c} \quad (3.4)$$

+ Khi nâng không tải:

$$M_{no} = \frac{G_0.R_t}{\mu.i.\eta_c} \quad (3.5)$$

+ Công suất động cơ phát ra khi nâng không tải:

$$P_{no} = \frac{G_0.v_n}{1000.\eta_c} \quad (3.6)$$

### c. Phụ tải tĩnh khi hạ tải.

Có hai chế độ hạ tải:

- Hạ động lực
- Hạ hãm

Hạ động lực thực hiện khi tải trọng nhỏ. Khi đó momen do tải trọng gây ra không đủ để thắng ma sát trong cơ cấu. Máy điện làm việc ở chế độ động cơ.

Hạ hãm thực hiện khi hạ tải trọng lớn. Khi đó, momen do tải trọng gây ra rất lớn. Máy điện phải làm việc ở chế độ hãm để giữ cho tải trọng hạ với tốc độ ổn định ( hạ không có gia tốc ).

Gọi momen trên trục động cơ do tải trọng gây ra không có tổn thất là  $M_t$  thì:

$$M_t = \frac{(G_0 + G).R_t}{u.i} (Nm) \quad (3.7)$$

Nên khi hạ tải trọng, năng lượng được truyền từ phía tải trọng sang cơ cấu truyền động:

$$M_h = M_t + \Delta M = M_t.\eta_h \quad (3.8)$$

Trong đó:

$M_h$  : momen trên trục động cơ khi hạ tải.

$\Delta M$  : tổn thất momen trong cơ cấu truyền động.

$\eta_h$ : hiệu suất cơ cấu khi hạ tải.

Nếu  $M_t > \Delta M$  : hạ hãm

$M_t < \Delta M$  : hạ động lực

Coi tổn thất trong cơ cấu nâng hạ khi nâng tải và hạ tải là như nhau thì:

$$\Delta M = \frac{M_t}{\eta_c} - M_t = M_t \cdot \left( \frac{1}{\eta_c} - 1 \right) \quad (3.9)$$

Do đó:

$$M_h = M_t - M_t \left( \frac{1}{\eta_c} - 1 \right) = M_t \left( 1 - \frac{2}{\eta_c} \right) = \frac{(G_0 + G) \cdot R_t}{\mu \cdot i} \quad (3.10)$$

So sánh (2.1.9) và (2.1.10) ta có:

$$\eta_h = 2 - \frac{1}{\eta_c}$$

Đối với những tải trọng tương đối lớn ( $\eta_c > 0,5$ ), ta có  $\eta_h > 0$ ,  $M_h > 0$ . Điều này có nghĩa là momen động cơ ngược chiều với momen phụ tải. Động cơ làm việc ở chế độ hạ hãm. Khi tải trọng tương đối nhỏ ( $\eta_c < 0,5$ ) thì  $\eta_h < 0$ ,  $M_h < 0$ , momen động cơ cùng chiều với momen phụ tải. Động cơ làm việc ở chế độ hạ động lực.

Momen hạ không tải:

$$M_{ho} = \frac{G_0 \cdot R_t}{\mu \cdot i} \left( 2 - \frac{1}{\eta_c} \right) \quad (3.10)$$

Do đó công suất động cơ khi hạ có tải và không tải:

$$P_h = \frac{(G_0 + G) \cdot v_h}{1000} \left( 2 - \frac{1}{\eta_c} \right) \quad (3.11)$$

$$P_{ho} = \frac{G_0 \cdot v_h}{1000} \left( 2 - \frac{1}{\eta_c} \right) \quad (3.12)$$

d. Chọn sơ bộ công suất động cơ.

- Xây dựng biểu đồ phụ tải tĩnh.

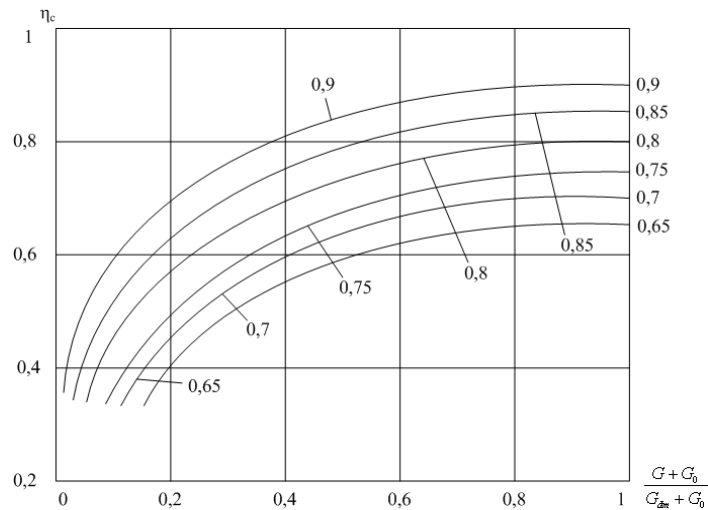
Khi nâng tải:  $v_n = 14,5 \text{ m/ph} = 0,242 \text{ m/s}$

$$M_n = \frac{(G+G_0).R_t}{\mu.i.\eta_c} = \frac{(100000+2100).0,7}{2.10.0,85} = 4204.1\text{NM}$$

$$P_n = \frac{(Q+Q_0).V_n}{1000.\eta_c} = \frac{(100000+2100).0.242}{1000.0,85} = 29.1 \text{ KW}$$

Hệ số mang tải:

$$K = \frac{Q_0}{Q_0 + G_{dm}} = \frac{2100}{2100+100000} = 0,0206(\text{KW})$$



Hình 2.2: Quan hệ phụ thuộc  $\eta_c$  theo tải trọng.

Dựa vào đường đặc tính quan hệ giữa hệ số mang tải và hiệu suất (hình 3.2), ta có:

$$\eta_c = 0,31$$

Khi nâng không tải:

$$M_{n0} = \frac{Q_0.V_n}{1000.\eta_c} = \frac{2100.0,242}{1000.0,31} = 1.6\text{KW}$$

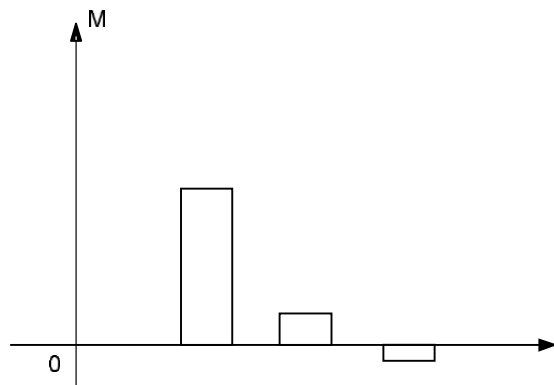
Thời gian nâng khi không tải :

$$t_n = \frac{h}{v_n} = \frac{6}{0,242} = 24,79(\text{s})$$

Vậy thời gian làm việc:

$$T_{lv} = 2. 24,79 = 49,58(\text{s})$$

+ Đồ thị phụ tải



Hình 2.3 Đồ thị phụ tải.

**e. Chọn động cơ điện.**

Công suất tĩnh khi nâng vật bằng trọng tải được xác định:

Theo công thức:

$$P = \frac{Q \cdot v_n}{60 \cdot 1000 \cdot \eta} \text{ (KW)} \quad (3.12)$$

Với :  $\eta$  hiệu suất của cơ cấu bao gồm :

$$\eta = \eta_p \cdot \eta_t \cdot \eta_0 = 0,85.$$

$$\eta_p = 0,96 \text{ hiệu suất pa lăng.}$$

$$\eta_t = 0,95 \text{ hiệu suất tang.}$$

$\eta_0 = 0,94$  hiệu suất của bộ truyền có kể cả khớp nối, với giả thiết bộ truyền được chế tạo thành hộp giảm tốc hai cấp bánh răng trụ.

$$\text{Vậy : } P_0 = \frac{Q \cdot V_n}{1000 \cdot \eta_c} = \frac{100000 \cdot 0,242}{1000 \cdot 0,85} = 28,5 \text{ KW}$$

Từ các số liệu trên ta chọn được động cơ IE2-180L-4, Motor điện 3 pha 30 kw 1400 vòng của thương hiệu Minh Motor.



## ĐỘNG CƠ ĐIỆN 3 PHA

Hình 2.4: Động cơ pa lăng

Thông số kỹ thuật động cơ như sau:

Thông số kỹ thuật động cơ	
Công suất	30kw
Số pha	3 pha
Điện áp	380/440V
Tần số	50Hz
Số cực	2 pole
Số vòng	1400 vòng/ phút

### f. Tính và chọn phanh.

Phanh dùng để hãm hoặc điều chỉnh tốc độ cơ cấu, triệt tiêu được động năng của các khối lượng chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay. Tất cả các cơ cấu máy trục đều phải dùng thiết bị phanh hãm, nhất là các cơ cấu làm việc vận tốc cao. Mà trong đó sự an toàn trong quá trình nâng hạ đều phụ thuộc vào hệ thống phanh, do đó cơ cấu nâng của cầu trục phải trang bị thiết bị phanh hãm

để đảm bảo độ an toàn. Quá trình phanh được thực hiện bằng cách đưa vào cơ cấu lực cản phụ dưới dạng ma sát nảy sinh ra momen phanh.

Phanh được dùng có thể có nhiều loại: phanh đai, phanh một má, phanh hai má, phanh áp trực, phanh ly tâm vv.... có thể phanh thường đóng hoặc thường mở, ở đây ta chọn phanh hai má loại phanh thường đóng và được bố trí trên trục động cơ. vì những lý do sau :

Loại phanh này có kích thước nhỏ gọn hơn các loại phanh khác.

Lực phanh tác dụng đối xứng lên trục đặt phanh.

Đảm bảo đóng mở nhịp nhàng giữa các má phanh với bánh phanh nên độ an toàn sẽ cao hơn cho cơ cấu nâng khi làm việc với tải trọng lớn.

Phanh thường đóng làm việc an toàn hơn phanh thường mở, khi có sự cố xảy ra thì phanh vẫn đóng vật nâng ở tư thế treo, không bị rơi đột ngột.

Đặt phanh trên trục động cơ thì mômen phanh nhỏ hơn ở các vị trí khác, do đó kích thước, trọng lượng của phanh sẽ nhỏ hơn và tính an toàn cũng cao hơn. để chọn phanh làm việc có hiệu quả và an toàn ta dựa vào giá trị momen phanh yêu cầu  $M_{ph}$ . momen phanh của cơ cấu nâng được xác định từ điều kiện giữ vật nâng treo ở trạng thái tĩnh với hệ số an toàn n.

$$M_{ph} = n \cdot M_t \leq [M_{ph}]$$

Trong đó : n hệ số an toàn của phanh, phụ thuộc vào chế độ làm việc đối với chế độ làm việc nhẹ : n = 1,5 ; trung bình n = 1,75; nặng n = 2 ; rất nặng n = 2,5.

Phanh được đặt trên trục động cơ nên:

Momen phanh được tính :

$$M_{ph} = \frac{n \cdot Q_0 \cdot D_0 \cdot \eta}{2 \cdot a \cdot i_0} = \frac{1,75 \cdot 1021000,4165 \cdot 0,87}{2 \cdot 2 \cdot 32,5} = 498 \text{ Nm}$$

Trong đó  $\eta$  hiệu suất cơ cấu nâng

n = 1,75 hệ số an toàn

$D_0$ : đường kính tang tính đến tâm cáp.

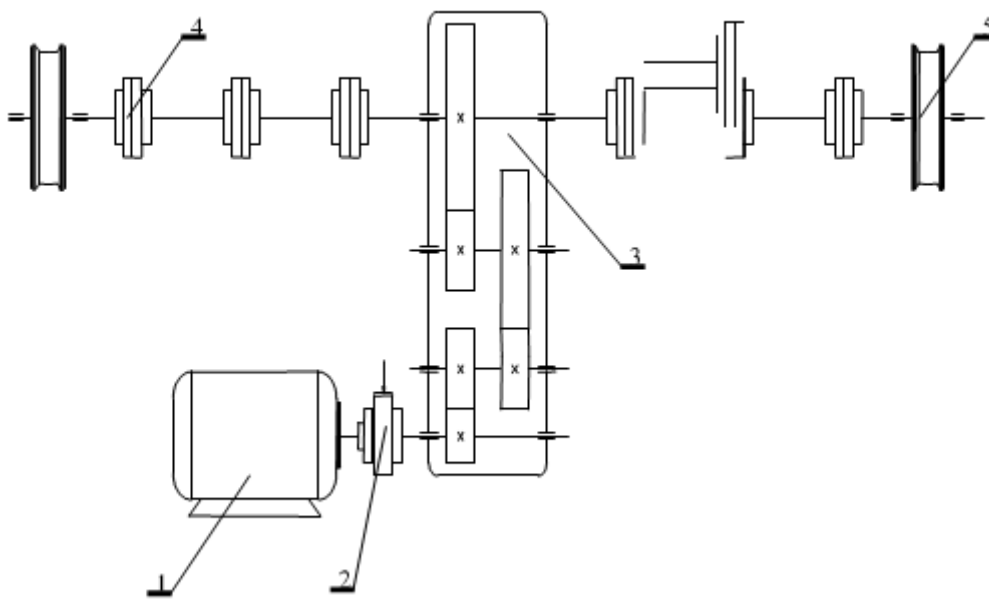
$Q_0$ : trọng tải và trọng lượng bộ phận.

Dựa vào điều kiện (2.2.16) ta chọn loại phanh, tuy nhiên không nên chọn loại phanh có momen phanh danh nghĩa lớn hơn momen phanh yêu cầu nhiều quá vì như vậy sẽ tải trọng động lên cơ cấu khi phanh.

Qua Việc phân tích tính toán ở trên, ta chọn loại phanh má điện xoay chiều, ký hiệu TKT-300 đảm bảo mômen phanh danh nghĩa vừa đúng  $M_{ph}=500Nm$

**2.2. Tính toán công suất động cơ cho truyền động xe con.**

**a. Sơ đồ dẫn động cơ cấu.**



Hình 2.5: Sơ đồ dẫn động xe con

Các số liệu ban đầu:

Trọng tải:  $Q=100000N$ .

Trọng lượng xe con kể cả bộ phận mang vật:  $G_0=40000N$ .

Vận tốc di chuyển xe:  $v_x=15m/ph$ ;  $5m/ph$ .

**b. Động cơ điện.**

Lực cản tính chuyển động của xe con gồm có lực cản  $W$  do ma sát và lực cản do độ dốc đường ray.

Lực cản do ma sát tính theo công thức:

$$W_t = (Q + Q_0) \frac{2\mu + fd}{D_{bx}} = 140000 \cdot \frac{2 \cdot 0,3 + 0,02 \cdot 70}{250} = 1120N$$



Trong đó:

$\mu=0,3$ ;  $f=0,02$  hệ số ma sát lăn và trượt.

$d=70$  đường kính ngỗng trục.

Lực cản do độ dốc đường ray đặt trên cầu :  $W_2=\alpha(Q+G_0)$

Trong đó:

$\alpha = 0,002$  độ dốc đường ray.

$$W_2 = 0,002(100000+40000) = 280N.$$

Lực cản gió bỏ qua do cầu trục làm việc trong nhà thì vận tốc gió không đáng kể:

Tổng lực cản tĩnh:

$$W_t = k_t \cdot W_1 + W_2 + W_3 = 2,05 \cdot 1120 + 280 + 0 = 2580 \text{ N.}$$

$k_t = 2,05$  : hệ số tính đến ma sát thành bánh.

Công suất tính yêu cầu đối với động cơ theo công thức:

$$P_c = \frac{W_t \cdot V_x}{1000 \cdot \eta_c} = \frac{2580 \cdot 0,3}{1000 \cdot 0,85} = 0,9 \text{ KW}$$

Tương ứng với chế độ làm việc của cơ cấu là trung bình CĐ25% sơ bộ chọn động cơ điện.

Ký hiệu MT11-6

Công suất danh định :  $P_{dc} = 2,2 \text{ Kw.}$

Số vòng quay danh nghĩa :  $n_{dc} = 885 \text{ v/ph}$

Hệ số quá tải:

$$\frac{M_{\max}}{M_{\min}} = 2,3$$

Mômen vô lăng :  $(G_i D_i^2) = 2,7 \text{ N/mm}^2.$

Khối lượng vô lăng:  $m_{dc} = 90 \text{ kg.}$



Hình 2.6: Động cơ điện xe con

Thông số kỹ thuật động cơ	
Công suất	2,2kw
Số pha	3 pha
Điện áp	380/440V
Tần số	50Hz
Số cực	4 pole
Số vòng	1000 vòng/ phút

### 2.3. Tính toán công suất động cơ cho truyền động xe to.

#### a. Sơ đồ dẫn động cơ cầu xe to.

Các số liệu ban đầu:

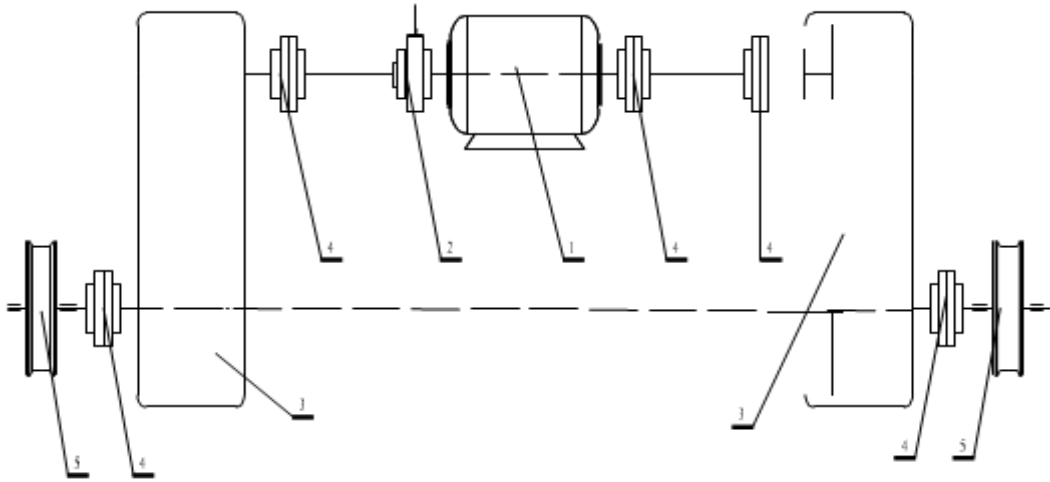
Trọng tải:  $Q=100000\text{N}$ .

Trọng lượng xe con kể cả bộ phận mang vật nâng:  $G_0=40000\text{N}$ .

Trọng lượng cầu kể cả cơ cấu di truyền cầu:  $G_c=123000\text{N}$ .

Vận tốc di chuyển xe:  $V_c=70\text{m/ph}$ .

Chế độ làm việc của cơ cấu trung bình.



Hình 2.7: Sơ đồ dẫn động xe to.

**b. Chọn động cơ cho xe to.**

- Xác định lực cản chuyển động.

$$W_t = k_t \cdot W_1 - W_2 + W_3$$

Trong đó:  $k_t=2,2$  là hệ cản do ma sát thành bánh vào ray.

- Lực cản do ma sát tính theo công thức :

$$W_1 = (G_0 - G) \frac{2\mu + f \cdot d}{\eta_{bx}} = (163000 + 100000) \cdot \frac{2 \cdot 0,8 + 0,02 \cdot 90}{710} = 1260N$$

Trong đó:  $\mu=0,8$  là hệ số ma sát lăn và  $f=0,015$  là hệ số ma sát trượt

- Lực cản do độ dốc đường ray xác định theo công thức:

$$W_2 = \alpha(G_0 + Q) = 0,001(163000 + 100000) = 263 N$$

Trong đó:  $\alpha=0,001$  là độ dốc đường ray

- Tổng lực cản tính chuyển động theo công thức:

$$W_t = k_t \cdot W_1 - W_2 + W_3 = 2,4 \cdot 1260 + 263 = 3290N$$

Công suất tính yêu cầu đối với động cơ theo công thức

$$\bullet P_L = \frac{W_t \cdot V_x}{1000 \cdot \eta_c} = \frac{3290 \cdot 1,2}{1000 \cdot 0,85} = 4.6KW$$

Tương ứng với chế độ làm việc của cơ cấu là trung bình CĐ25% sơ bộ chọn động cơ điện.

Ký hiệu MT12-6

Công suất danh định :  $N_{dc}=5.5 Kw$ .

Số vòng quay danh nghĩa :  $n_{dc}= 940v/ph$

Hệ số quá tải:

$$\frac{M_{max}}{M_{min}} = 2,39$$

Mômen vô lăng :  $(G_i D_i^2) = 4,1 \text{ N/mm}^2$ .

Khối lượng vô lăng:  $m_{dc} = 140 \text{ kg}$ .

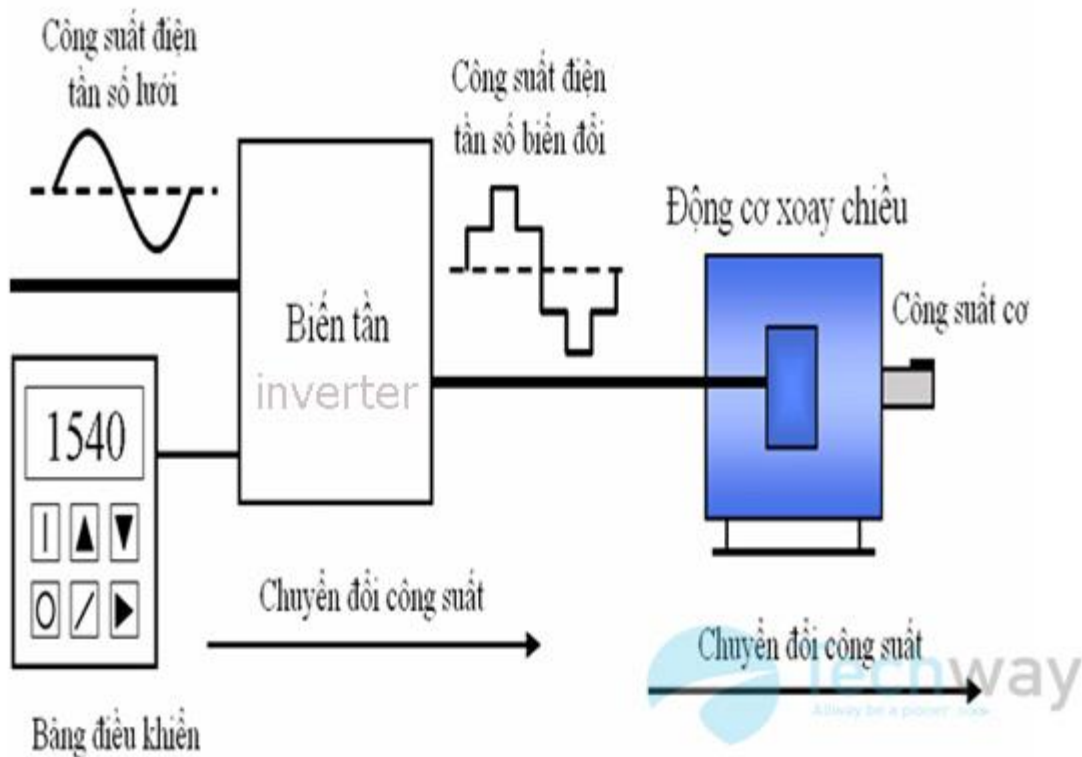
## CHƯƠNG 3 LỰA CHỌN THIẾT BỊ ĐIỆN, SƠ ĐỒ MẠCH VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA CẦU TRỤC

### 3.1 Chọn biến tần

#### 3.1.1 Khái niệm về biến tần

Biến tần – inverter hay còn được gọi là bộ biến đổi tần số Variable Frequency Drive, VFD là một thiết bị điều chỉnh tốc độ quay của động cơ điện xoay chiều thông qua việc thay đổi tần số nguồn điện cấp cho động cơ . Vì thế mà biến tần còn có một tên gọi khác là bộ điều chỉnh tốc độ động cơ Variable Speed Drive, VSD .

Ngoài ra, điện áp cấp cho động cơ của biến tần cũng thay đổi theo tần số nên biến tần đôi khi còn được gọi là bộ biến đổi điện áp tần số Variable Voltage Variable Frequency Drive, VVVFD .



**Ảnh minh họa cấu tạo biến tần**

#### 3.1.2 Hướng dẫn chọn biến tần cho động cơ theo tải thực tế

Việc **chọn lựa biến tần theo tải** là một việc rất quan trọng . Việc đầu tiên là bạn phải xác định được loại tải của máy móc là loại nào : Tải nhẹ hay tải nặng , tải trung bình và chế độ vận hành là ngắn hạn hay dài hạn .

- Tải được xác định nặng hay nhẹ chủ yếu dựa vào kinh nghiệm của người vận hành máy móc
  - Chế độ vận hành cũng quyết định rất lớn đến việc chọn lựa biến tần .
  - Chế độ ngắn hạn: biến tần điều khiển động cơ tăng tốc, giảm tốc, chạy / dừng hoặc đảo chiều quay liên tục đòi hỏi chế độ này cần chọn loại biến tần có khả năng chịu quá tải cao , để tản nhiệt lớn .
  - Chế độ dài hạn : Thường đặt tốc độ cố định rồi chạy luôn hoặc ít thay đổi trong quá trình vận hành Nếu bạn chọn đúng loại biến tần cần sử dụng thì hệ thống sẽ làm việc ổn định hơn, bền hơn và đặc biệt là tiết kiệm chi phí đầu tư.
  - Một bộ biến tần tải nặng có giá cao hơn 30% so với loại biến tần tải nhẹ và tải thường.
- \* Trong thực tế, để giảm tải trọng cho hệ thống và giảm công suất Motor cũng như biến tần người ta thường gắn thêm các bộ truyền động ( còn được gọi là hộp giảm tốc, hộp số ) với tỷ số truyền cao . Khi đó moment tại ngõ ra sẽ tỷ lệ nghịch với tốc độ .

### **3.1.3 Chọn theo khả năng tài chính**

Hiện tại trên thị trường có rất nhiều mẫu máy tùy theo cấu tạo , công nghệ điều khiển , hãng sản xuất mà có giá thành chênh lệch nhau tương đối .

Nếu bạn là doanh nghiệp có khả năng về tài chính thì việc lựa chọn các bộ biến tần có thiết kế về công nghệ điều khiển thông minh là lựa chọn tốt nhất .

Ngược lại trên thị trường hiện nay cũng có các sản phẩm biến tần chuyên dụng và biến tần mini dành cho các cá nhân hoặc doanh nghiệp nhỏ muốn sử dụng tích hợp biến tần với các thiết bị khác trong sản xuất .

### **3.1.4 Chọn theo thông số kỹ thuật , phương thức điều khiển nhà đầu tư yêu cầu**

Nếu hệ thống không yêu cầu gắt gao về độ chính xác , moment tải thì bạn nên chọn những loại máy biến tần rẻ tiền một chút , ít chức năng cao cấp và lấy công suất động cơ là mức thấp trung bình .

– Trong trường hợp công việc yêu cầu phải có một số tính năng cao cấp chẳng hạn tốc độ , moment tải không đổi thì bạn phải căn cứ vào tải đáp ứng để lựa chọn . Có những trường hợp phải chọn công suất của biến tần vượt 1,5 lần công suất động cơ và động cơ này cũng phải là loại đặc biệt ( Vector motor ) .

Đặc biệt vì yêu cầu sức căng và tính đồng bộ về tốc độ của động cơ trong những dây chuyền loại này nên một số động cơ luôn làm việc ở chế độ ngắn hạn , liên tục .

– Nếu kỹ thuật điều khiển yêu cầu cao cấp chẳng hạn từ PLC , HMI xuống máy biến tần thì phải nghĩ đến các option board điều khiển chúng và phải sử dụng truyền thông RS485 – Giao thức này có tốc độ truyền cực kỳ cao và khoảng cách lên đến 1km chiều dài .

Điều lưu ý nữa là khi lựa chọn nên thông nhất một hệ điều khiển , một chuẩn giao thức , nếu có quá nhiều chuẩn và giao thức sẽ phức tạp và gây ra nhiều lỗi không kiểm soát trong quá trình kết nối .

### 3.1.5 Tóm lại khi chọn biến tần ta cần lưu ý tới những điểm sau :

– Dựa vào khả năng tài chính . Nếu số tiền không thành vấn đề ta nên tần của các hãng có thương hiệu như : biến tần Mitsubishi, biến tần Schneider, biến tần ABB... để đảm bảo tốt nhất các yêu cầu về bảo hành , chế độ chăm sóc hỗ trợ khách hàng tốt.

– Chọn đúng theo thông số kỹ thuật mà khách hàng yêu cầu .

– Chọn đúng theo phương thức , kỹ thuật điều khiển để đáp ứng các yêu cầu hệ thống đặt ra.

– Đáp ứng được sự thuận tiện nhất cho người lập trình khi lập trình điều khiển .

– Về công suất biến tần nên chọn cao hơn công suất động cơ để phòng phòng trường hợp quá tải và phải luôn nghĩ đến các bộ lọc cho biến tần cũng như chế độ Regenerator để chọn điện trở xả cho phù hợp .

### Chọn biến tần hãng Yakawa và những thông số cài đặt

HAM SỐ	CHỨC NĂNG	Ý NGHĨA CÀI ĐẶT	GIÁ TRỊ MẶC ĐỊNH
<b>A1-02</b>	Phương pháp điều khiển	<b>0:</b> V/F (Cho động cơ IM) <b>1:</b> V/F + Card PG <b>2:</b> OLV (Vector vòng hở) <b>3:</b> CLV (Vector vòng kín)	2
<b>A1-03</b>	Reset về mặc định	<b>1110:</b> Reset mặc định người dùng <b>2220:</b> Reset mặc định chế độ 2 dây <b>3330:</b> Reset mặc định chế độ 3 dây <b>5550:</b> Đặt lại oPE04	0
<b>b1-01</b>	Lựa chọn cài đặt tần số	<b>0:</b> Đặt tần số trên bàn phím <b>1:</b> Đặt tần số bằng tín hiệu analog ngoài	1

		2: Đặt tần số bằng truyền thông 3: Card tùy chọn 4: Đầu vào dạng xung	
<b>b1-02</b>	Lựa chọn lệnh chạy	0: Lệnh chạy trên bàn phím biến tần 1: Lệnh chạy công tắc ngoài 2: Lệnh chạy qua truyền thông 3: Option Card	1
<b>C1-01</b>	Thời gian tăng tốc	Cài đặt thời gian tăng tốc (s)	10
<b>C1-02</b>	Thời gian giảm tốc	Cài đặt thời gian giảm tốc (s)	10
<b>C6-01</b>	Lựa chọn chế độ tải	0: Chế độ tải nặng (HD) 1: Chế độ tải thường (ND)	1
<b>d1-01</b>	Tần số tốc độ 1	Dải cài đặt 0~150Hz	50
<b>d1-02</b>	Tần số tốc độ 2	Dải cài đặt 0~150Hz	0
<b>d1-03</b>	Tần số tốc độ 3	Dải cài đặt 0~150Hz	0
<b>d1-04</b>	Tần số tốc độ 4	Dải cài đặt 0~150Hz	0
<b>d1-05</b>	Tần số tốc độ 5	Dải cài đặt 0~150Hz	0
<b>d1-06</b>	Tần số tốc độ 6	Dải cài đặt 0~150Hz	0
<b>d1-07</b>	Tần số tốc độ 7	Dải cài đặt 0~150Hz	0
<b>d1-08</b>	Tần số tốc độ 8	Dải cài đặt 0~150Hz	0
<b>d1-09</b>	Tần số tốc độ 9	Dải cài đặt 0~150Hz	0
<b>d1-10</b>	Tần số tốc độ 10	Dải cài đặt 0~150Hz	0
<b>d1-11</b>	Tần số tốc độ 11	Dải cài đặt 0~150Hz	0
<b>d1-12</b>	Tần số tốc độ 12	Dải cài đặt 0~150Hz	0
<b>d1-13</b>	Tần số tốc độ 13	Dải cài đặt 0~150Hz	0
<b>d1-14</b>	Tần số tốc độ 14	Dải cài đặt 0~150Hz	0
<b>d1-15</b>	Tần số tốc độ 15	Dải cài đặt 0~150Hz	0
<b>d1-16</b>	Tần số tốc độ 16	Dải cài đặt 0~150Hz	0
<b>d1-17</b>	Tần số JOG	Dải cài đặt 0~150Hz	6
<b>d2-01</b>	Giới hạn tần số trên	Dải cài đặt 0.0 ~ 110.0%	100.0%
<b>d2-02</b>	Giới hạn tần số dưới	Dải cài đặt 0.0 ~ 110.0%	100.0%
<b>H1-01</b>	Chức năng đầu vào S1	1 đến 9F	40
<b>H1-02</b>	Chức năng đầu vào S2	1 đến 9F	41
<b>H1-03</b>	Chức năng đầu vào S3	0 đến 9F	24
<b>H1-04</b>	Chức năng đầu vào S4	0 đến 9F	14
<b>H1-05</b>	Chức năng đầu vào S5	0 đến 9F	3
<b>H1-06</b>	Chức năng đầu vào	0 đến 9F	4



	S6		
<b>H1-07</b>	Chức năng đầu vào S7	0 đến 9F	6
<b>H1-08</b>	Chức năng đầu vào S8	0 đến 9F	8
<b>H2-01</b>	Chức năng đầu ra M1, M2	0 đến 192	0
<b>H2-02</b>	Chức năng đầu ra M3, M4	0 đến 192	1
<b>H2-03</b>	Chức năng đầu ra M5, M6	0 đến 192	2



- Bảng cài đặt chức năng đầu vào:


Setting	Function	Page	Setting	Function	Page
0	3-Wire Sequence	95	20 to 2F	External Fault	100
1	LOCAL/REMOTE Selection	95	30	PID Integral Reset	101
2	External Reference 1/2 Selection	96	31	PID Integral Hold	101
3	Multi-Step Speed Reference 1	96	32	Multi-Step Speed Reference 4	101
4	Multi-Step Speed Reference 2		34	PID Soft Starter Cancel	101
5	Multi-Step Speed Reference 3		35	PID Input Level Selection	101
6	Jog reference Selection	96	40	Forward Run Command (2-Wire sequence)	101
7	Accel/Decel Time Selection 1	96	41	Reverse Run Command (2-Wire sequence)	
8	Baseblock Command (N.O.)	96	42	Run Command (2-Wire sequence 2)	102
9	Baseblock Command (N.C.)		43	FWD/REV Command (2-Wire sequence 2)	
A	Accel/Decel Ramp Hold	96	44	Offset Frequency 1	102
B	Drive Overheat Alarm (oH2)	97	45	Offset Frequency 2	
C	Analog Terminal Input Selection	97	46	Offset Frequency 3	
D	PG Encoder Disable	97	47	Node Setup	102
E	ASR integral reset	97	60	DC Injection Braking Command	102
F	Through Mode	97	61	External Speed Search Command 1	102
10	Up Command	97	62	External Speed Search Command 2	102
11	Down Command		63	Field Weakening	102
12	Forward Jog	98	65	KEB Ride-Thru 1 (N.C.)	102
13	Reverse Jog		66	KEB Ride-Thru 1 (N.O.)	
14	Fault Reset	98	67	Communications Test Mode	102
15	Fast Stop (N.O.)	98	6A	Drive Enabled	103
16	Motor 2 Selection	99	71	Speed/Torque Control Switch	103
17	Fast Stop (N.C.)	98	72	Zero Servo	103
18	Timer Function Input	99	75	Up 2 Command	103
19	PID Disable	100	76	Down 2 Command	
1A	Accel/Decel Time Selection 2	100	77	ASR Gain Switch	104
1B	Program Lockout	100	78	External Torque Reference Polarity Inversion	104
1E	Reference Sample Hold	100			


- Bảng cài đặt chức năng đầu ra:




C	Frequency Reference Loss	108	2F	Maintenance Period	112
E	Fault	108	30	During Torque Limit	112
F	Through Mode	108	31	During Speed Limit	112
10	Minor Fault	109	32	During Speed Limit in Torque Control	112
11	Fault Reset Command Active	109	33	Zero Servo Complete	112
12	Timer Output	109	37	During Frequency Output	112
13	Speed Agree 2	109	38	Drive Enabled	113
14	User-Set Speed Agree 2	109	39	Watt Hour Pulse Output	113
15	Frequency Detection 3	110	3C	LOCAL/REMOTE Status	113
16	Frequency Detection 4	110	3D	During Speed Search	113
17	Torque Detection 1 (N.C.)	108	3E	PID Feedback Low	113
18	Torque Detection 2 (N.O.)		3F	PID Feedback High	113
19	Torque Detection 2 (N.C.)	108	4A	During KEB Operation	113
1A	During Reverse	111	4C	During Fast Stop	113
1B	During Baseblock (N.C.)	111	4D	oH Pre-Alarm Time Limit	113
1C	Motor 2 Selection	111	60	Internal Cooling Fan Alarm	113
1D	During regeneration	111	90	DriveWorksEZ Digital Output 1	113
1E	Restart Enabled	111	91	DriveWorksEZ Digital Output 2	
1F	Motor Overload Alarm (oL1)	112	92	DriveWorksEZ Digital Output 3	
20	Drive Overheat Pre-Alarm (oH)	112	100 to 192	Functions 0 to 92 with Inverse Output	113



### 3.2 Lựa chọn thiết bị



Động cơ	Công suất (KW)	Idm	Tên biến tần	Công suất (KW)	Mã	Hình ảnh
Xe con	2.2		Yaskawa L100 0	2.2kw	CIMR-LT4A00 06FAC	
Xe lớn	5		Yaskawa L100 0	5.5	CIMR-LT4A00 15FAC	





Nâng hạ	22		Yaskawa L100 0	22	CIMR- LT4A00 45AAC	
---------	----	--	----------------------	----	--------------------------	--



STT	Tên thiết bị	Hình ảnh	Thông số kỹ thuật	Số lượng
1	Vỏ tủ điện		Kích thước tủ điện <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dài: 800</li> <li>• Rộng: 600</li> <li>• Sâu: 250</li> </ul>	2

<p>2</p>	<p>Aptomat tổng 3P</p>		<p>ABN103c 150A - Aptomat LS MCCB 3P 150A 22kA</p> <p><b>Nhà sản xuất:</b> LS Industrial Systems <b>Mã sản phẩm:</b> ABN103c 150A <b>Mô tả:</b> Aptomat LS MCCB 3 pha, dòng định mức 150A, dòng cắt ngắn mạch 22kA. ABN103c 150A dùng để kiểm soát, bảo vệ quá tải và ngắn mạch.</p>	<p>1</p>
<p>3</p>	<p>Aptomat xe con 3p</p>		<p><b>MCCB LS 3P 20A 22kA ( ABS53c )</b></p>	<p>1</p>
<p>4</p>	<p>Aptomat xe lớn 3p</p>		<p>ABN53c 30A - Aptomat LS MCCB 3P 30A 18kA</p> <p><b>Nhà sản xuất:</b> LS Industrial Systems <b>Mã sản phẩm:</b> ABN53c 30A <b>Mô tả:</b> Aptomat LS MCCB 3 pha,</p>	<p>1</p>

			<p>dòng định mức 15A, dòng cắt ngắn mạch 18kA.                  ABN53c 15A dùng để kiểm soát, bảo vệ quá tải và ngắn mạch.</p>	
5	Aptomat 1P khiên		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Số đôi cực: 1P + N</li> <li>• Dòng ngắn mạch: 4.5KA</li> <li>• Dòng định mức: Từ 3A – 63</li> <li>• Điện áp làm việc: 240 ~ 450VAC</li> <li>• Nhà sản xuất: Mitsubishi Electric</li> <li>• Xuất xứ: Nhật Bản</li> </ul>	2
6	Cầu chì		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Điện áp: 500V</li> <li>• Dòng max: 25A</li> <li>• Cầu chì 25A có kích thước nhỏ 10x38mm.</li> </ul>	3

7	Contacte r nguồn		<p>MC-150a - Contactor LS - Khởi động từ LS 3P 150A</p> <p><b>Nhà sản xuất:</b> LS Industrial Systems <b>Mã sản phẩm:</b> MC-150a <b>Mô tả:</b> Contactor LS - Khởi động từ LS 3 pha, dòng định mức 150A. MC-150a công suất 75kW, tiếp điểm phụ 2a2b.</p>	1
8	Đèn báo pha tử điện		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kích thước: phi 22</li> <li>• Điện áp: 220 VAC</li> <li>• Dòng tiêu thụ nhỏ hơn: 20mA</li> <li>• Tuổi thọ: Trên 100.000 giờ sáng liên tục</li> </ul>	1
9	Máng nhựa		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chiều cao và chiều rộng: 45x45</li> </ul>	12

				
10			<p>Công suất (W) 200W</p> <p>Quang thông (Lm) 150lm/w</p> <p>Kích thước (DxRxH) 400mmx220mm C hộp đèn 500mm</p>	4
11	Cáp dẹt điều khiển		<b>Dây cáp điện dẹt cầu trục shentai loại 12Cx1,5 mm<sup>2</sup></b>	
12	Cầu đấu điều khiển và động lực			25

13	Điện trở biến tần			
14	Bộ điều khiển từ xa		<p>Nguồn cấp 380V</p> <p>Black (đen) T1</p> <p>Brown ( nâu ) T2</p> <p>Orange ( cam) T3</p> <p>Red ( đỏ ) T4 “ START”</p> <p>Yellow ( vàng ) T5 “ UP ”</p> <p>Green (xanh lá) T6 “ DOWN”</p> <p>Bule (xanh dương)T7 “EAST”</p> <p>Purple ( tím ) T8 “ WEST ”</p> <p>Grey ( xám ) T9 “ SOUTH ”</p> <p>White ( trắng ) T10 “NORTH”</p>	1



15	Bảo vệ mất pha		SKU:PMR-440N7 Hãng sản xuất: Schneider	1
14	Role trung gian		SKU:LY2NAC220 /240 Hãng sản xuất: Omron	12

**Điện 3 pha** là dòng điện cao thế được ứng dụng cho việc truyền tải các thiết bị sản xuất công nghiệp và để tính được tiết diện dây dẫn điện 3 pha ta cần sử dụng công thức sau:

$$P = \sqrt{3} U_d I_d \cos \mu \quad \text{Có } \cos \mu = 0.8 \quad U_d = 380V$$

$$I = S \cdot J$$

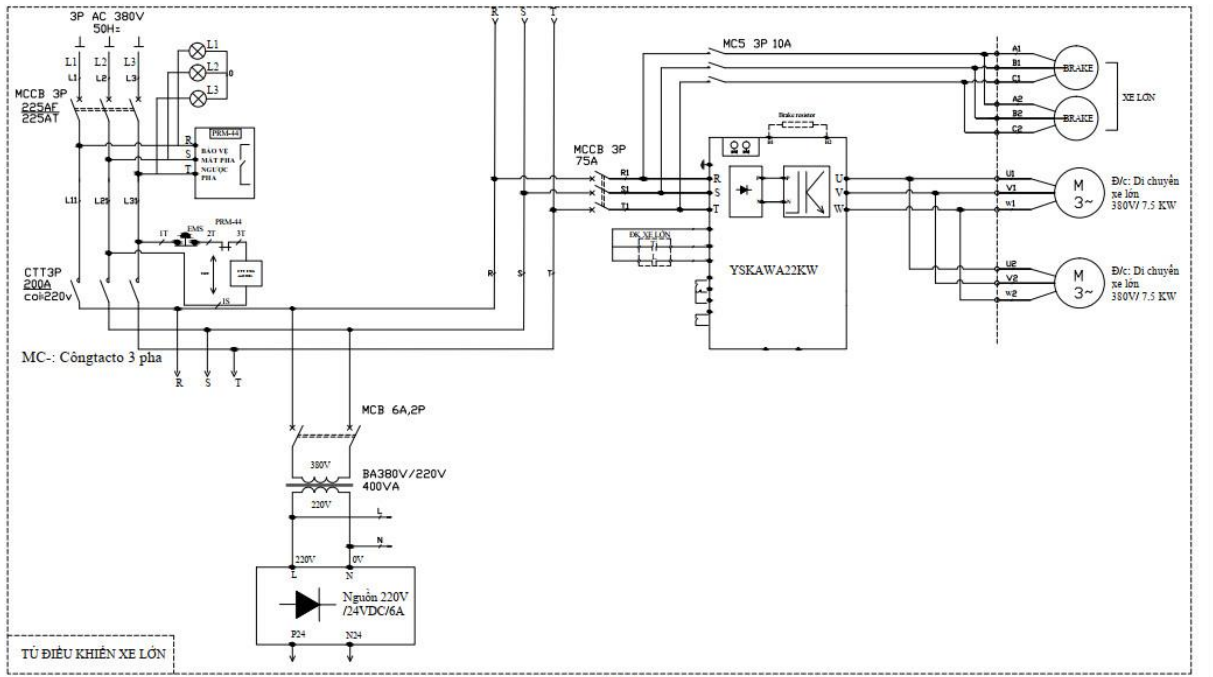
- I: là cường độ dòng điện. Đơn vị tính bằng A.
- S: là tiết diện của dây dẫn. Đơn vị tính mm<sup>2</sup>.
- J: là mật độ của dòng điện cho phép chạy qua. J=6 A/mm<sup>2</sup>

Stt	Tên	Số lượng	Công suất	Idm	Tiết diện mm <sup>2</sup>	Chọn cáp
-----	-----	----------	-----------	-----	---------------------------	----------

1	Móc nâng hạ	1	22 KW	41 A	10	Cáp dẹt điện 3 pha 4 lõi TVVB 4C x 10 mm <sup>2</sup>
2	Xe con	1	2.2 KW	5.6 A	1.5	Cáp dẹt điện 3 pha 4 lõi CXV-TVVB 4C x 1,5 mm <sup>2</sup>
3	Xe lớn	2	5.5 KW	24A	6	Cáp dẹt điện 3 pha 4 lõi TVVB 4C x 2,5 mm <sup>2</sup>
4	Bóng đèn	4	0.8 KW	4.5A	1.0	Dây điện Cadivi VCmd 2x0.75-0,6/1k

### **3.3 Nguyên lý và sơ đồ mạch của hệ thống cầu trục**

#### **3.3.1 Mạch nguồn đầu vào và điều khiển xe lớn**



### 3.1 Mạch điều khiển tủ điện nguồn và xe lớn

Trong bản vẽ tủ điều khiển xe lớn cầu trục chia làm hai phần chính :

#### 3.3.2 Mạch điều khiển nguồn cho hệ thống cầu trục :

##### Atomat tổng

Đèn báo pha

Rơ le bảo vệ mất pha

Công tắc tơ 3 pha

*Mạch điều khiển xe lớn*

Atomat xe lớn

Công tắc tơ 3 pha cho động cơ phanh

Động cơ phanh , động cơ xe di chuyển

Biến tần cho động cơ di chuyển

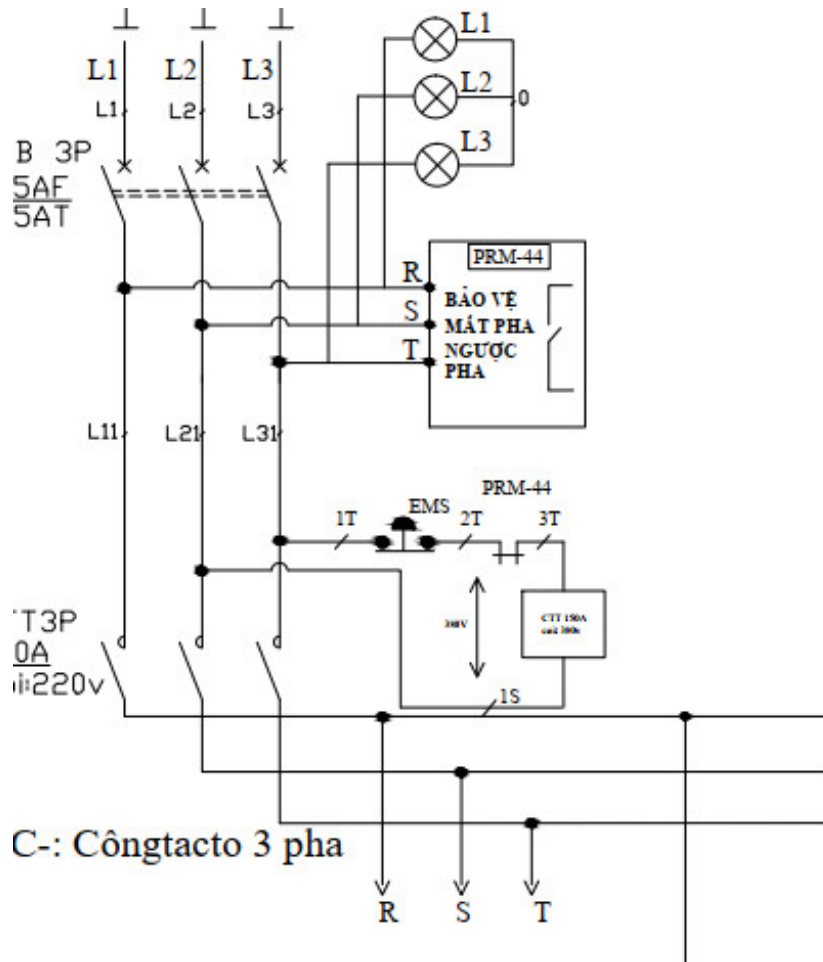
Role trung gian

#### 3.3.3 Nguyên lý hoạt động cho tủ điều khiển

Đối với cầu trục nâng hạ không cabin chọn hệ thống điều khiển từ xa

Với điều khiển từ xa

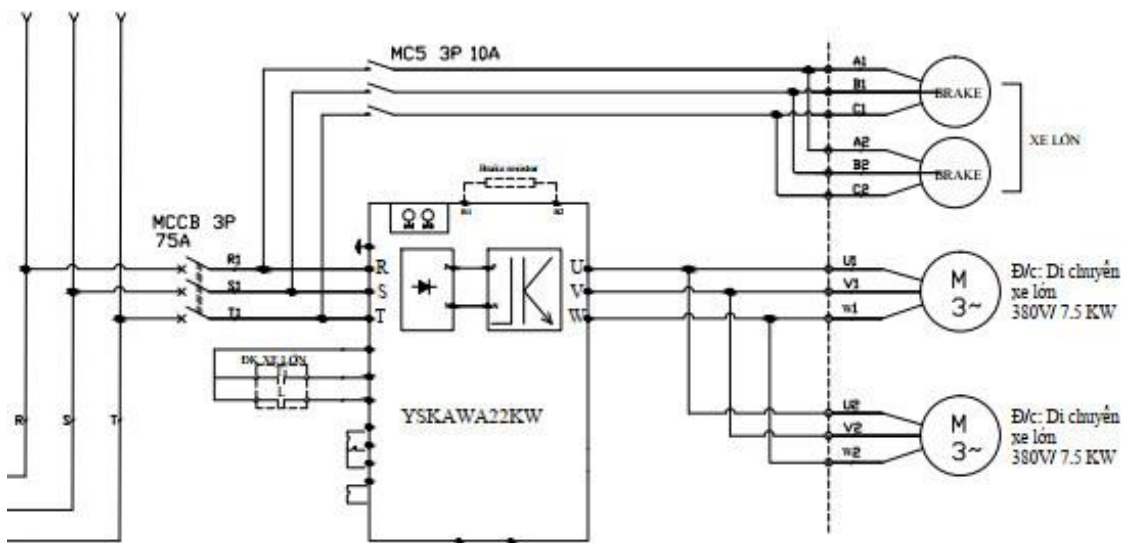
*Nguồn điều khiển toàn bộ cầu trục*



### 3.2 Mạch điện nguồn tổng của cầu trục

Khi ấn nút start (T4) của bộ điều khiển từ xa → cuộn hút CTT3P hút công tắc tơ tổng đóng lại cung cấp điện 3 pha cho toàn hệ thống cầu trục  
 Ấn stop khởi nguồn mất cắt điện toàn bộ cầu trục

**3.3.4 Nguyên lý xe lớn cầu trục**



**3.3 Mạch điện xe lớn cầu trục**

Chọn bộ đôi nút bấm cho điều khiển xe lớn chạy đảo chiều

Bule (xanh dương) T7 “EAST”

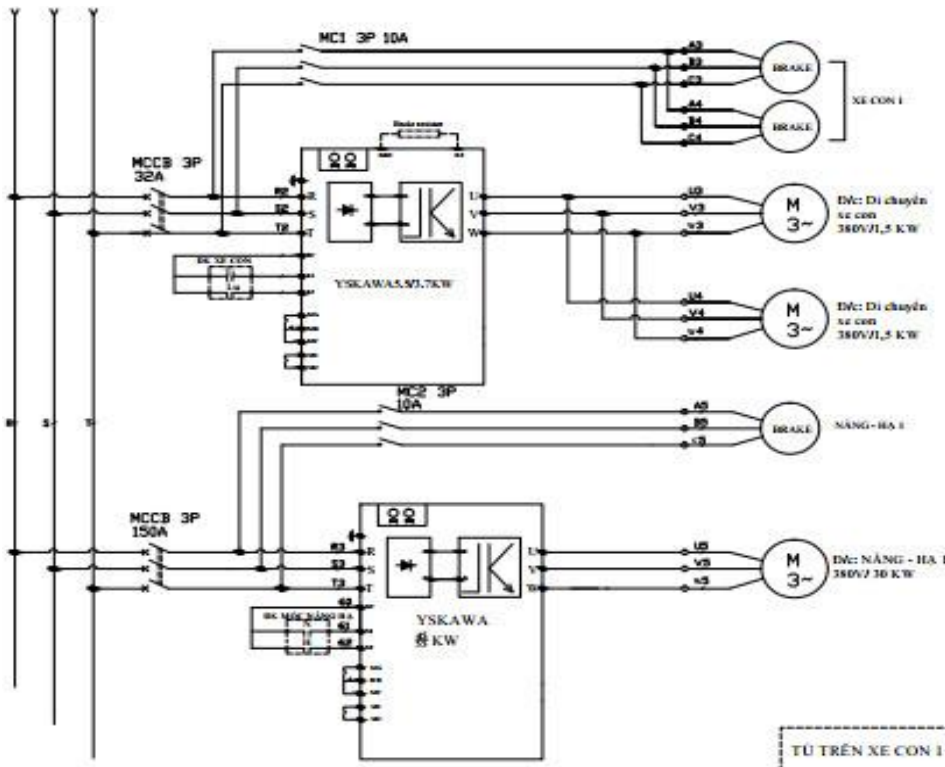
Purple ( tím ) T8 “ WEST ”

Ta thấy được nút ấn của bộ điều khiển từ xa cho nguồn điều khiển là 220V AC , . Trong biến tần nguồn điều khiển sử dụng nguồn 24V DC vì thế khi thiết kế mạch cần có thêm role trung gian tránh gây sự cố khi sửa chữa hoặc khi sự cố về điện tránh gây hỏng thiết bị dùng nguồn DC

Khi bấm nút T7 của điều khiển từ xa cấp điện cho rơ le trung gian T1 đóng cấp tín hiệu nguồn DC của tiếp điểm SW của biến tần sang tiếp điểm S1 , đồng thời khi bấm T7 cấp nguồn cho cuộn hút MC5 hút cấp nguồn động cơ Brake (phanh) ,cơ cấu phanh mở ra biến tần chạy về phía phải

Khi bấm nút T8 của điều khiển từ xa cấp điện cho rơ le trung gian L đóng cấp tín hiệu nguồn DC của tiếp điểm SW của biến tần sang tiếp điểm S2 , đồng thời khi bấm T8 cấp nguồn cho cuộn hút MC5 hút cấp nguồn động cơ Brake (phanh) ,cơ cấu phanh mở ra biến tần chạy về phía trái

**3.3.5 Mạch điều khiển xe con và móc nâng hạ**



3.4 Mạch điều khiển tủ điện số 2

**Đối với điều khiển xe con**

Chọn

Grey ( xám ) T9 “ SOUTH ”

White ( trắng ) T10 “NORTH”

Khi bấm nút T9 của điều khiển từ xa cấp điện cho rơ le trung gian T1 đóng cấp tín hiệu nguồn DC của tiếp điểm SW của biến tần sang tiếp điểm S1 , đồng thời khi bấm T9 cấp nguồn cho cuộn hút MC5 hút cấp nguồn động cơ Brake (phanh) ,cơ cấu phanh mở ra biến tần chạy về phía trước

Khi bấm nút T10 của điều khiển từ xa cấp điện cho rơ le trung gian L đóng cấp tín hiệu nguồn DC của tiếp điểm SW của biến tần sang tiếp điểm S2 , đồng thời khi bấm T10 cấp nguồn cho cuộn hút MC5 hút cấp nguồn động cơ Brake (phanh) ,cơ cấu phanh mở ra biến tần chạy về phía sau

**Nguồn điều khiển móc nâng hạ**

Yellow ( vàng ) T5 “ UP ”

Green (xanh lá) T6 “ DOWN”

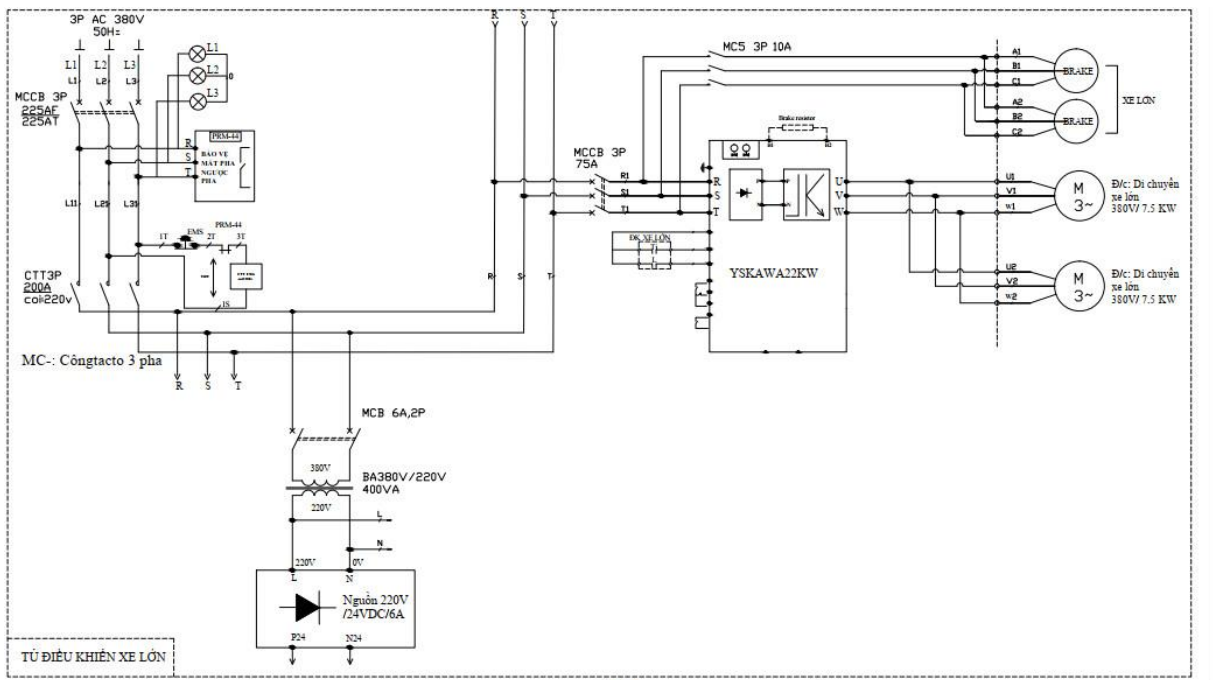
Khi bấm nút T5 của điều khiển từ xa cấp điện cho rơ le trung gian T1 đóng cấp tín hiệu nguồn DC của tiếp điểm SW của biến tần sang tiếp điểm S1 , đồng thời khi bấm T5 cấp nguồn cho cuộn hút MC5 hút cấp nguồn động cơ Brake (phanh) ,cơ cấu phanh mở ra biến tần chạy móc lên trên

Khi bấm nút T6 của điều khiển từ xa cấp điện cho rơ le trung gian L đóng cấp tín hiệu nguồn DC của tiếp điểm SW của biến tần sang tiếp điểm S2 , đồng thời khi bấm T6 cấp nguồn cho cuộn hút MC5 hút cấp nguồn động cơ Brake (phanh) ,cơ cấu phanh mở ra biến tần chạy móc xuống

**Lắp đặt tủ điện cho cầu trục**

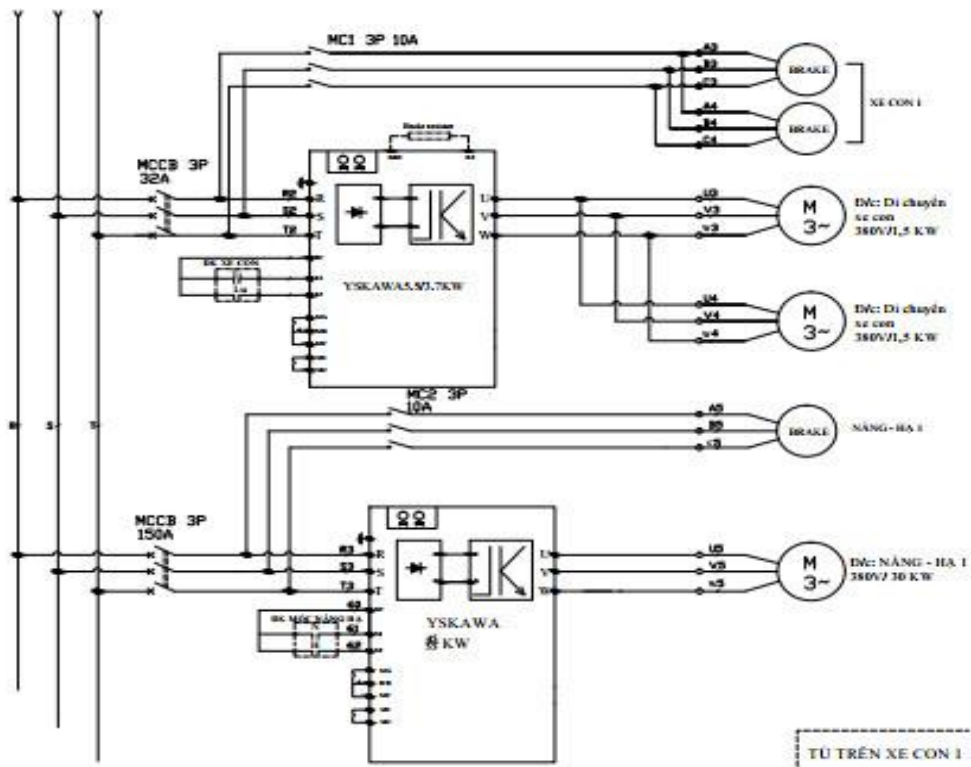
Với tủ điện được chia làm 2 tủ điện chính

Tủ điện 1 là hệ thống khởi nguồn tổng, các thiết bị bảo vệ hệ thống điện cho cầu trục và hệ thống điện xe lớn



**3.5 Sơ đồ mạch điện tủ 1 cầu trục**

Tủ điện 2 gồm hệ thống điện xe con và hệ thống điện nâng hạ



3.6 Sơ đồ hệ thống điện tủ 2 cầu trục

**Vị trí lắp tủ điện**

Tủ điện 1 lắp cố định trên trục dầm ngang cầu trục

Tủ điện 2 lắp cố định trên bề mặt cơ cấu của xe con





Để kết nối tủ điện 1 với tủ điện 2 cũng như với các động cơ của cầu trục khi mà xe con di chuyển liên tục thì cần hệ thống dẫn động cáp điện để di chuyển liên tục đồng thời với sự di chuyển của xe con khi cầu trục hoạt động

Hệ thống dẫn động gồm có

Con lăn vừa có chức năng di chuyển vừa để nâng đỡ cáp điện



Hình 3.7 Con lăn treo cáp điện

Ray dẫn động



Hình 3.8 Ray dẫn động cầu trục



Hình 3.9 Hệ thống treo cáp dẫn hướng

**PHẦN KẾT LUẬN**

**Sau khi thực hiện xong đề tài em thấy mình gặt hái được những kết quả sau :**

Có kiến thức nhất định về tính toán thiết kế trang bị điện cho máy công nghiệp

Trang bị thêm cho mình những kiến thức về nghiên cứu , thực hiện một đề tài khoa học

Lựa chọn động cơ điều khiển xe cầu trục , xe con , cơ cấu nâng hạ , cơ cấu hãm phanh , bảng bảo vệ

Lựa chọn được mạch trang bị điện cho cầu trục

**Ưu nhược điểm**

**Ưu điểm**

- Đã tính toán được động cơ , trang bị điện

cho cầu trục một cách tối ưu

- **Nhược điểm** - Do thời gian , kiến thức có hạn và tính thực tế còn ít nên việc thiết kế gặp không ít khó khăn vì vậy các phương án cho đề án chưa hoàn toàn tối ưu

Em xin chân thành cảm ơn thầy giáo **Th.S Đỗ Anh Dũng** đã hướng dẫn và giúp đỡ em hoàn thành đề án này. Đó chính là những kiến thức cơ bản giúp em hoàn thành nhiệm vụ tốt nghiệp và là nền tảng cho công việc của em sau này.

Em xin chân thành cảm ơn !

*Hải Phòng, ngày.....tháng ..... năm 2023*

**Sinh viên**

**Nguyễn Thành Mạnh**

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- |  |                 |
|--|-----------------|
| 1 Giáo trình trang bị điện                           | Nguyễn Văn Chất |
| 2 Trang bị điện , điện tử máy công nghiệp dùng chung | Vũ Quang Hồi    |
| 3 trang bị điện tự động hóa cầu trục cần trục        | Bùi Quốc Khánh  |