

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT  
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**



**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP  
NGÀNH CNKT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA**

# **ROBOT PHÂN LOẠI SẢN PHẨM KẾT HỢP PLC VÀ AC SERVO**

**GVHD: Lê Hoàng Lâm  
SVTH1: Trần Hà Đức Cảnh  
MSSV: 15151009  
SVTH2: Lê Đức Anh  
MSSV: 15151002**



**Tp. Hồ Chí Minh, tháng 7/2019**

**LỜI CAM ĐOAN**

Chúng tôi cam đoan đây là công trình nghiên cứu của chúng tôi.

Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

*Tp. Hồ Chí Minh, ngày ... tháng ... năm 2019*

(Ký tên và ghi rõ họ tên)



**LỊCH TRÌNH THỰC HIỆN ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

Họ tên sinh viên 1: Trần Hà Đức Cảnh

Lớp: 15151CL1

MSSV: 15151009

Họ tên sinh viên 2: Lê Đức Anh

Lớp: 15151CL1

MSSV: 15151002

Tên đề tài: **ROBOT phân loại sản phẩm kết hợp PLC và AC servo**

<i>Tuần/ngày</i>	<i>Nội dung</i>	<i>Xác nhận GVHD</i>
(22/02-03/03/2019)	Nhận đồ án, tìm hiểu nguyên lí hoạt động cách điều khiển servo	
(04/03-20/03/2019)	Tìm hiểu các dạng chuyển động và cách điều khiển vị trí servo	
(21/03-26/03/2019)	Tìm hiểu động học robot liên hệ với mô hình thực tế	
(27/03 - 15/04/2019)	Tìm hiểu giao tiếp giữa các thiết bị phần cứng và module điều khiển	
(16/04 -20/04/2019)	Tìm hiểu nguyên lí hoạt động và phần mềm tích hợp của camera Insight COGNEX 5110	
(21/04- 20/05/2019)	Tính toán thiết kế và thi công phần cứng	
(21/05 -06/06/2019)	Lập trình hệ thống bằng phần mềm	
(07/06 -20/06/2019)	Chạy thử nghiệm, sửa lỗi, điều chỉnh sai số	
(21/06 - 30/07/2018)	Viết báo cáo.	
(31/07 –06/07/2019)	Hoàn thành nhiệm vụ đồ án.	

GV HƯỚNG DẪN (Ký và ghi rõ họ và tên)



## **PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN**

Họ và tên Sinh viên: ..... MSSV: .....

..... MSSV: .....

Ngành: .....

Tên đề tài: .....

Họ và tên Giáo viên hướng dẫn .....

.....

### **NHẬN XÉT**

1. Về nội dung đề tài & khối lượng :

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

2. Ưu điểm :

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

3. Khuyết điểm :

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

4. Đề nghị cho bảo vệ hay không ?

.....

5. Đánh giá loại: .....

6. Điểm: ..... ( Bằng chữ : ..... )

Tp. Hồ Chí Minh, ngày      tháng      năm 20

Giáo viên hướng dẫn

( Ký & ghi rõ họ tên )

**LỜI CẢM ƠN**



Lời đầu tiên chúng em chân thành cảm ơn quý thầy cô Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật Tp.HCM nói chung , các thầy cô trong khoa Đào Tạo Chất Lượng Cao và bộ môn Tự Động Hóa nói riêng trong suốt 4 năm học vừa qua đã tận tình truyền đạt những kiến thức quý báu không chỉ về chuyên môn mà còn những kinh nghiệm và kỹ năng cần thiết để chúng em có thể tự tin bước tiếp trong tương lai sau này.

Đặc biệt chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy Lê Hoàng Lâm, người đã tận tình giúp đỡ, động viên và theo sát chúng em trong suốt quá trình thực hiện đề tài này.

Chúng em cũng xin gửi lời cảm ơn đến các thầy cô phản biện và các thầy cô trong hội đồng bảo vệ luận văn đã dành thời gian để nhận xét và giúp đỡ chúng em trong quá trình bảo vệ luận văn .

Sau cùng xin gửi lời cảm ơn đến gia đình, bạn bè và các bạn trong lớp 15151CL1, những người bạn thân thiện đã cùng giúp đỡ lẫn nhau nhóm trong quá trình làm luận văn.

Cuối lời, chúng em xin đến gửi đến các thầy cô, các bạn sinh viên, các cán bộ nhân viên Trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật Tp.HCM lời chúc sức khỏe, kính chúc Nhà trường đạt được nhiều thành tựu to lớn, ngày càng phát triển.

Một lần nữa, xin chân thành cảm ơn!

TP HCM, ngày 10 tháng 06 năm 2019

Nhóm sinh viên

**Trần Hà Đức Cảnh**

**Lê Đức Anh**

**LỜI NÓI ĐẦU**

Những thành tựu về khoa học kỹ thuật trong những năm đầu thế kỉ XXI đã tạo bàn đạp nền tảng để công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Trên thế giới việc áp dụng máy móc đặc biệt là robot vào sản xuất để hỗ trợ thậm chí thay thế con người đã không còn xa lạ. Chính vì thế, công nghệ robot đóng một vai trò rất quan trọng, giúp nâng dần tính hiện đại hóa của công nghiệp, đẩy nền công nghiệp thô sơ lên một nền công nghiệp hiện đại mà đỉnh cao là sự tự động hóa hoàn toàn. Robot là hình ảnh thu nhỏ của hệ thống các thiết bị hiện đại, công nghệ cao hiện nay, rất linh hoạt và thông minh. Do đó, phát triển ngành công nghiệp robot sẽ kéo theo sự phát triển của một loạt các ngành công nghiệp công nghệ cao khác như công nghệ thông tin, công nghiệp điện tử, tự động hóa. Nhờ việc ứng dụng công nghệ robot trong công nghiệp mà sức lao động của con người giảm đi rất nhiều, nhờ đó mà năng suất lao động tăng lên. Con người ít phải quan tâm đến các vấn đề phụ như nhấc nút, canh thời gian hoạt động, ...Hiện nay ở Việt Nam một số tập đoàn và công ty lớn đã tiếp cận và thành công trong việc sử dụng robot công nghiệp trong sản xuất nhưng đa số doanh nghiệp nước ta vẫn còn thiếu tiềm lực để vận hành và sử dụng. Vì vậy với những ý tưởng, kiến thức, kinh nghiệm thực tế cùng với sự giúp đỡ, hướng dẫn tận tình của quý thầy cô, kỳ đồ án tốt nghiệp này nhóm em quyết định chọn đề tài “**ROBOT phân loại sản phẩm kết hợp PLC và AC servo**”.

**NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

*Xác nhận của GVHD*  
*( kí/ đóng dấu)*

*Ths. Lê Hoàng Lâm*



**MỤC LỤC**

<b>LỜI CAM ĐOAN .....</b>	<b>i</b>
<b>NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP .....</b>	<b>ii</b>
<b>LỊCH TRÌNH THỰC HIỆN ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP .....</b>	<b>iii</b>
<b>LỜI CẢM ƠN .....</b>	<b>v</b>
<b>LỜI NÓI ĐẦU .....</b>	<b>vi</b>
<b>NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN .....</b>	<b>vii</b>
<b>MỤC LỤC .....</b>	<b>viii</b>
<b>DANH MỤC HÌNH ẢNH.....</b>	<b>xii</b>
<b>DANH MỤC BẢNG .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT.....</b>	<b>xv</b>
<b>CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Đặt vấn đề .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Mục tiêu đề tài .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Phương pháp nghiên cứu.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Giới hạn đề tài .....</b>	<b>2</b>
<b>1.5 Đối tượng nghiên cứu.....</b>	<b>3</b>
<b>1.6 Nội dung thực hiện .....</b>	<b>3</b>
<b>CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Giới thiệu chung về Robot.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1. Tổng quan về Robot công nghiệp .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1.1 Định nghĩa.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1.2 Cấu tạo chung.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1.3 Phân loại Robot công nghiệp.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2 Giới thiệu SCARA Robot .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.3 Lý thuyết động học.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Giới thiệu chung về PLC [2].....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.1 Tổng quan về PLC .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.1.1 Định nghĩa.....</b>	<b>11</b>

2.2.1.2 Cấu tạo .....	11
2.2.2 Đặc điểm và vai trò của PLC .....	14
2.2.2.1 Đặc điểm.....	14
2.2.2.2 Vai trò.....	14
2.3 PLC dòng Q của hãng Mitsubishi [3].....	15
2.3.1 Dạng module .....	15
2.3.2 Khả năng đa dạng .....	15
2.3.3 Những tính năng chính .....	15
2.3.4 Dây sản phẩm .....	15
2.4 Tổng quát về Servo.....	20
2.4.1 Giới thiệu chung về AC Servo.....	20
2.4.1.1 Giới thiệu về AC Servo .....	20
2.4.1.2 Chức năng .....	21
2.4.1.3 Cấu tạo bộ AC Servo.....	22
2.3.2 Encoder .....	23
2.3.2.1 Giới thiệu.....	23
2.3.3 Driver Servo.....	25
2.3.4 Kết nối Servo và Driver [4] .....	26
2.4 Điều khiển vị trí [1] .....	26
2.4.1 Lí thuyết điều khiển vị trí.....	26
2.4.2 Thiết lập bộ thông số điều khiển vị trí QD75 .....	29
2.5 Tổng quan về giao diện SSCNET(Servo System Controller Network)..	35
2.5.1 Ưu điểm của SSCNET [9].....	36
2.5.2 SSCNET III [10] .....	37
<b>CHƯƠNG 3: YÊU CẦU ĐIỀU KHIỂN VÀ PHƯƠNG PHÁP .....</b>	<b>40</b>
<b>THỰC HIỆN.....</b>	<b>40</b>
3.1 Mô tả qui trình làm việc của hệ thống.....	40
3.2 Tính toán động học SCARA Robot .....	41
3.3 Quy trình vận hành hệ thống .....	43
3.3.1 Chế độ Manual .....	43

3.3.2 Chế độ Auto .....	44
3.4 Cài đặt thông số hệ thống [1] .....	44
3.6 Chương trình điều khiển .....	54
3.6.1 Chọn chế độ .....	54
3.6.2 Chế độ Manual .....	55
3.6.3 Chế độ Auto .....	56
3.6.4 Các hàm Function Blocks .....	57
3.6.5 Chương trình con P4.....	58
3.7 Các thiết bị sử dụng trong mô hình.....	59
3.7.1 PLC Mitsubishi Q06HCPU [6] .....	59
3.7.2 Bộ khuếch đại servo MR-J3-B [4].....	62
3.7.3 Module tín hiệu đầu ra QY42P [5] .....	65
3.7.4 Module tín hiệu ngõ vào QX42 [5].....	66
3.7.5 Module điều khiển vị trí QD75MH .....	67
3.7.6 Camera Insight Cognex 5110 [8] .....	69
3.7.7 Relay trung gian .....	70
3.7.8 Circuit Breaker.....	71
3.7.9 Bộ phát xung tay.....	72
3.7.10 Bộ nguồn DC 24V .....	73
3.7.11 Module Ethernet QJ71-E71 [6].....	74
<b>CHƯƠNG 4: THI CÔNG HỆ THỐNG .....</b>	<b>75</b>
4.1.1 Thiết kế tổng quát SCARA Robot bằng phần mềm Solidwork.....	75
4.1.2 Chi tiết trục 1.....	75
4.1.3 Chi tiết trục 2.....	77
4.1.4 Chi tiết trục 3.....	77
4.1.5 Chi tiết trục 4 và tay gấp .....	78
4.1.6 Băng tải.....	79
4.1.7 Camera .....	80
4.1.8 Chân đế và một số chi tiết khác .....	81
4.1.9 Kết quả lắp ráp hoàn thiện.....	82

<b>4.2 Phần điện.....</b>	<b>83</b>
<b>4.2.1 Yêu cầu vận hành .....</b>	<b>83</b>
<b>4.2.2 Mạch động lực .....</b>	<b>83</b>
<b>4.2.3 Mạch kết nối Servo.....</b>	<b>84</b>
<b>4.3 Thi công phần điện.....</b>	<b>86</b>
<b>CHƯƠNG 5: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ TÀI.....</b>	<b>87</b>
<b>5.1 Kết quả đạt được .....</b>	<b>87</b>
<b>5.2 Kết luận .....</b>	<b>87</b>
<b>5.3 Hướng phát triển đề tài .....</b>	<b>88</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>89</b>
<b>PHỤ LỤC .....</b>	<b>90</b>

**DANH MỤC HÌNH ẢNH**

Hình 2. 1 Sơ đồ hệ thống chung của Robot công nghiệp.....	4
Hình 2. 2 SCARA ROBOT .....	7
Hình 2. 3 Mô tả tay máy 2 bậc .....	8
Hình 2. 4 Cấu trúc cơ bản của PLC.....	13
Hình 2. 5 Servo MR-J3 .....	21
Hình 2. 6 Cấu tạo động cơ Servo .....	22
Hình 2. 7 Đĩa encoder .....	23
Hình 2. 8 Đĩa encoder tuyệt đối .....	23
Hình 2. 9 Đĩa encoder tương đối.....	24
Hình 2. 10 Driver servo.....	25
Hình 2. 11 Sơ đồ kết nối servo và driver .....	26
Hình 2. 12 Chế độ chạy giá trị tăng .....	27
Hình 2. 13 Điều khiển 2 trục sử dụng vị trí tuyệt đối .....	28
Hình 2. 14 Điều khiển 2 trục sử dụng mức tăng giá trị.....	28
Hình 2. 15 Điều khiển chạy cung sử dụng điểm phụ .....	29
Hình 2. 16 Điều khiển chạy cung dùng tâm xác định.....	29
Hình 2. 17 Sơ đồ truyền nhận và lưu trữ vị trí tuyệt đối .....	34
Hình 2. 18 Hướng của chuyển động OPR.....	35
hình 2. 19 Sơ đồ phân cấp mạng .....	36
hình 2. 20 SSCNET sử dụng ít dây hơn phát xung thông thường .....	37
hình 2. 21 Khả năng tự thay thế dữ liệu lỗi của SSCNET .....	37
hình 2. 22 So sánh tốc độ truyền của SSCNET và SSCNET III.....	38
hình 2. 23 Ưu điểm về chiều dài của cáp SSCNET III .....	38
Hình 2. 24 Bảng so sánh giữa SSCNET III và các thế hệ trước .....	39
Hình 3. 1 Bản vẽ hệ tọa độ trục SCARA Robot.....	41
Hình 3. 2 Cấu hình bộ điều khiển trung tâm .....	45
Hình 3. 3 Các bước cài đặt thông số module Ethernet.....	46
Hình 3. 4 Thiết lập truyền thông cho PLC .....	46
Hình 3. 5 Lưu đồ khởi chọn chế độ.....	54
Hình 3. 6 Lưu đồ chế độ Manual .....	55
Hình 3. 7 Lưu đồ chế độ Auto.....	56
Hình 3. 8 Lưu đồ giải thuật chương trình.....	58
Hình 3. 9 Module PLC Q06H .....	59
Hình 3. 10 Bộ driver servo MR-J3B .....	62
Hình 3. 11 Sơ đồ chân từng kênh của Driver MR-J3B .....	64
Hình 3. 12 Module ngõ ra QY42P .....	65

Hình 3. 13 Module ngõ vào QX42.....	66
Hình 3. 14 Module điều khiển vị trí QD75MH1, QD75MH4 .....	67
Hình 3. 15 Sơ đồ chân jack cắm QD75MH .....	69
Hình 3. 16 Sơ đồ kết nối camera COGNEX 5110 .....	70
Hình 3. 17 Relay.....	70
Hình 3. 18 CB bảo vệ.....	71
Hình 3. 19 Bộ phát xung tay .....	72
Hình 3. 20 Sơ đồ chân bộ phát xung .....	73
Hình 3. 21 Bộ nguồn 24V DC.....	73
Hình 4. 1 Bản vẽ 3D SCARA Robot.....	75
Hình 4. 2 Các tầng kết nối của trục 1 .....	76
Hình 4. 3 Trục 1 khi hoàn thành lắp ráp .....	76
Hình 4. 4 Cấu tạo trục 2 .....	77
Hình 4. 5 Cấu tạo trục 3 .....	78
Hình 4. 6 Bản vẽ thiết kế 3D ổ đưng động cơ điều khiển tay gấp .....	79
Hình 4. 7 Sản phẩm thi công ổ đưng động cơ tay gấp .....	79
Hình 4. 8 Bảng tải .....	80
Hình 4. 9 Lắp đặt Camera .....	80
Hình 4. 10 Bản vẽ cơ khí chân đế hệ thống .....	81
Hình 4. 11 Bản vẽ đế robot và giá đỡ máng trượt.....	81
Hình 4. 12 Kết quả lắp ráp cơ khí .....	82
Hình 4. 13 Sơ đồ nguyên lí mạch động lực.....	83
Hình 4. 14 Sơ đồ kết nối Servo .....	84
Hình 4. 15 Sơ đồ nối dây HMI và van khí nén .....	85
Hình 4. 16 Sơ đồ nối dây bộ phát xung và ngoại vi của module QD75 .....	85
Hình 4. 17 Jack cắm encoder của driver MR-J3B .....	86
Hình 4. 18 Lắp đặt thiết bị vô tử điện .....	86

**DANH MỤC BẢNG**

Bảng 2. 1 Dãy PLC dòng Q của hãng Mitsubishi .....	15
Bảng 2. 2 Các module điều khiển vị trí của hãng Mitsubishi .....	18
Bảng 2. 3 Tên các module cấp nguồn .....	18
Bảng 2. 4 Các module ngõ vào .....	19
Bảng 2. 5 Các module ngõ ra .....	19
Bảng 2. 6 Thiết lập thông số cơ bản module QD75MH .....	31
Bảng 3. 1 Thành phần module Q06H.....	60
Bảng 3. 2 Thành phần bộ driver servo MR-J3B .....	63
Bảng 3. 3 Thành phần ngõ ra QY42P .....	65
Bảng 3. 4 Thành phần module ngõ vào QX42.....	66
Bảng 3. 5 Thành phần module QD75MH .....	68
Bảng 3. 6 Thông số CB sử dụng .....	72

**DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT**

**SCARA** : Selective Compliance Assembly Robot Arm

**D-H** : Denavit-Hartenberg

**PLC** : Programmable Logic Controller

**HMI** : Human Machine Interface

**CPU** : Central Processing Unit

**RAM** : Random Access Memory

**ROM** : Read Only Memory

**SSCNET**: Servo System Cotroller Network

**CIP** : Chanel Isolated Pulse

**Abs** : Absolute

**Inc** : Increment

**SP** : Support Point

**CP**: Center Point

**OPR** : Home Position Return



**TÓM TẮT LUẬN VĂN**

Ngày nay với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học công nghệ, đặc biệt trong lĩnh vực tự động hóa. Robot đã và đang dần thay thế con người trong rất nhiều lĩnh vực quan trọng đặc biệt là các hoạt động sản xuất công nghiệp. Robot công nghiệp không những giúp cải thiện hiệu quả lao động mà còn giảm thiểu tối đa chi phí vận hành

Dựa vào những phân tích thực tế, đặc điểm kỹ thuật, khả năng ứng dụng và xem xét đến yếu tố kinh tế. Đề tài gồm các vấn đề sau:

**❖ Phần mô hình**

- Giải pháp Robot công nghiệp.
- Thiết kế và thi công cơ khí cánh tay Robot .

**❖ Phần điều khiển**

- Động cơ servo MR-J3B và driver kết nối.
- Bộ điều khiển lập trình PLC Mitsubishi Q06H.
- Sử dụng màn hình HMI GOT 1000 để giám sát
- Sử dụng camera công nghiệp Insight Cognex 5110.
- Xây dựng thuật toán điều khiển cánh tay.

## **CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI**

### **1.1 Đặt vấn đề**

Trong 60 năm vừa qua động cơ servo đã cách mạng hóa ngành công nghiệp điều khiển chuyển động. Ngày nay, với sự ứng dụng của khoa học công nghệ, thế giới đã có những chuyển biến rõ rệt và ngày càng tiên tiến hiện đại hơn. Sự phát triển của công nghệ, đặc biệt là ngành công nghiệp servo đã phát triển không ngừng và hầu như góp mặt trong mọi hệ thống điều khiển tự động trên thế giới. Khoa học kỹ thuật phát triển không ngừng kéo theo yêu cầu về độ chính xác, khả năng đáp ứng của các máy móc ngày càng phải nhanh và mạnh hơn, để đáp ứng được yêu cầu khắt khe đó các hệ thống tự động hóa ngày nay hầu như đều sử dụng servo trong những quá trình tự động cụ thể như cánh tay robot, máy CNC, cần trục và các cơ cấu vít me, bàn xoay, linear, ... Tự động hóa đã thực sự phát triển và ứng dụng mạnh mẽ trong công nghiệp, cũng là sự lựa chọn tối ưu trong mọi lĩnh vực nhằm tạo ra sản phẩm chất lượng cao, tiết kiệm chi phí sản xuất tạo khả năng cạnh tranh mạnh mẽ trên thị trường.

Trong các ngành công nghiệp mới việc điều khiển động cơ servo rất phổ biến. Nhằm đáp ứng độ chính xác cao để phục vụ quá trình sản xuất đạt hiệu quả tốt hơn, đảm bảo quá trình sản xuất không bị gián đoạn, tăng tuổi thọ thiết bị. Động cơ servo với tốc độ quay nhanh, mô men sản sinh lớn, độ chính xác cao, kết hợp với bộ điều khiển và phản hồi (Encoder) điều khiển tích hợp, thực sự là một thiết bị mang lại hiệu quả cực kỳ cao trong máy móc chính xác.

Thực tế cho thấy rằng, trong một hệ thống sản xuất, đối với những công việc đòi hỏi độ chính xác vị trí, liên tục, tích hợp nhiều chức năng ... thì những hoạt động thủ công của con người gần như không thể thực hiện được. Nhưng với công nghệ tiên tiến hiện nay, điều đó có thể thực hiện một cách dễ dàng. Xuất phát từ nhu cầu muốn tìm hiểu về thiết bị, cách thức điều khiển thiết bị cũng như muốn xây dựng mô hình mô tả hoạt động, nhóm quyết định lựa chọn đề tài "**ROBOT phân loại sản phẩm dùng PLC và AC servo**"

### **1.2 Mục tiêu đề tài**

- Giao tiếp được các thiết bị của mô hình: Q06HCPU, QD75MH1, QD75MH4, QY40P2, QX40, QD75P2, QJ71E71-100 Driver Servo MR-J3B-10A, Driver Servo MR-J4 AC Servo motor Mitsubishi J3B, Camera COGNEX Insight 5110, HMI GOT2000, HMI GOT 1000.

- Giao tiếp được các Driver Servo với tín hiệu Input/ Output của PLC Q06HCPU Mitsubishi.
- Giao tiếp camera công nghiệp với PLC Q06HCPU Mitsubishi.
- Điều khiển chính xác vị trí và vận hành đúng tốc độ yêu cầu.
- Xây dựng được phần cơ khí điều khiển và giám sát cho 5 Servo .
- Điều khiển và giám sát được mô hình thông qua màn hình HMI trên máy tính và HMI thực tế.

### **1.3 Phương pháp nghiên cứu**

- Để thực hiện đề tài nhóm đã tham khảo, xem các mô hình trên internet và dựa trên những yêu cầu thực tế, mục tiêu ban đầu, quan trọng hơn hết là sự góp ý nhiệt tình từ giáo viên hướng dẫn nhóm đã tự đưa ra cho mình hướng đi cũng như cách thức thực hiện đề tài.

- Tiến trình thực hiện đề tài như sau:

- Tham khảo thực tế và hướng dẫn của giáo viên để đưa ra nhiều ý tưởng, đề ra mục tiêu, hướng đi cho từng phần của hệ thống (phần cơ khí và phần điện).
- Nghiên cứu về servo và điều khiển chuyển động
- Tìm hiểu về các chi tiết cơ khí
- Thiết kế và vẽ sơ đồ cho toàn bộ hệ thống từ điện đến cơ khí.
- Lắp ráp hệ thống hoàn chỉnh: phần cơ trước, phần điện sau.
- Lập trình hệ thống điều khiển và giám sát.
- Tinh chỉnh hệ thống để đạt được mong muốn.
- Chạy thử và thu kết quả.
- Hoàn chỉnh toàn bộ hệ thống. Kết luận và rút ra thiếu sót cũng như hướng phát triển tương lai

### **1.4 Giới hạn đề tài**

Đề tài chỉ dừng lại ở việc thử nghiệm trên mô hình với các yêu cầu điều khiển như sau:

- Giao tiếp thu nhận tín hiệu giữa Camera và PLC thông qua module Ethernet
- Điều khiển SCARA Robot phân loại sản phẩm theo mã barcode chẵn (lẻ) camera thu được
- Điều khiển SCARA Robot gắp vật đang chuyển động trên băng tải

### **1.5 Đối tượng nghiên cứu**

- Các đối tượng cơ khí:
  - ✓ Khung xương SCARA Robot.
  - ✓ Cơ cấu băng tải.
  - ✓ Khung nhôm chứa tủ điện, tủ điện
  - ✓ Các chi tiết cơ khí khác như hộp đựng tay gấp, khối đế, giá đỡ vật , giá đỡ camera, máng trượt và các lỗ định vị trí...
- Các đối tượng điện điều khiển:
  - ✓ Bộ điều khiển PLC dòng Q-series của Mitsubishi.
  - ✓ Module thông minh QD75MH1, QD75MH4.
  - ✓ Module ngõ vào/ra QX40 và QY40P.
  - ✓ HMI GOT 1000 và phần mềm SOFTGOT 2000 trên máy tính.
  - ✓ Động cơ servo MR-J3B(100W,200W,300W)
  - ✓ Camera Cognex Insight 5110.

### **1.6 Nội dung thực hiện**

Đề tài "**ROBOT phân loại sản phẩm dùng PLC và AC servo**" bao gồm những chương sau:

**Chương 1: Tổng quan:** Trình bày tổng quan cuốn báo cáo

**Chương 2: Cơ sở lí thuyết:** Trình bày khái quát về khái niệm Robot, PLC, AC servo,module vị trí ... , tổng quan về các phương pháp điều khiển vị trí

**Chương 3: Yêu cầu điều khiển và phương pháp thực hiện :** Tính toán giải thuật và lựa chọn thiết bị phù hợp

**Chương 4 : Thi công hệ thống :** Thi công phần cơ khí và phần điện

**Chương 5 : Kết luận và hướng phát triển:** Kết quả đạt được và hướng phát triển cho đề tài

**CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT**

**2.1 Giới thiệu chung về Robot**

**2.1.1. Tổng quan về Robot công nghiệp**

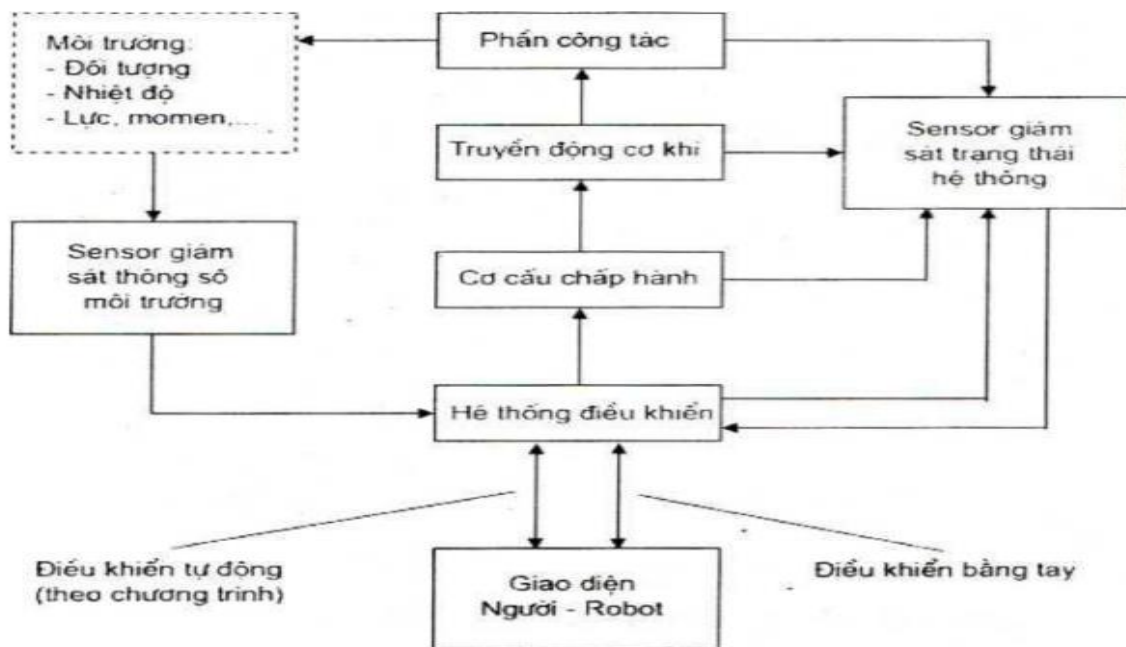
**2.1.1.1 Định nghĩa**

Robot công nghiệp là Robot được sử dụng trong sản xuất công nghiệp. Với đặc điểm có thể lập trình lại được, robot công nghiệp là thiết bị tự động hóa và ngày càng trở thành bộ phận không thể thiếu được của các hệ thống sản xuất linh hoạt

Chức năng vận động bao gồm các hoạt động “cơ bắp” như vận chuyển, định hướng, xếp đặt, gá kẹp, lắp ráp,... đối tượng. Chức năng điều khiển ám chỉ vai trò của robot như một phương tiện điều hành sản xuất, cung cấp dụng cụ và vật liệu

**2.1.1.2 Cấu tạo chung**

Hầu hết Robot công nghiệp hiện nay được cấu thành từ các hệ thống sau :



*Hình 2. 1 Sơ đồ hệ thống chung của Robot công nghiệp*

- Tay máy (Manipulator): là cơ cấu cơ khí gồm các khâu, khớp. Chúng hình thành cánh tay để tạo các chuyển động cơ bản, cổ tay tạo nên sự khéo léo, linh hoạt và bàn tay (EndEffector) để trực tiếp hoàn thành các thao tác trên đối tượng
- Cơ cấu chấp hành tạo chuyển động cho các khâu của tay máy. Nguồn động lực của các cơ cấu chấp hành là động cơ các loại: điện, thủy lực, khí nén hoặc kết hợp giữa chúng.
- Hệ thống cảm biến gồm các sensor và thiết bị chuyển đổi tín hiệu cần thiết khác. Các robot cần hệ thống sensor trong để nhận biết trạng thái của bản thân các cơ cấu của robot và các sensor ngoài để nhận biết trạng thái của môi trường.
- Hệ thống điều khiển (Controller) hiện nay thường là máy tính để giám sát và điều khiển hoạt động của robot.

### **2.1.1.3 Phân loại Robot công nghiệp**

Với sự đa dạng của Robot trong rất nhiều lĩnh vực, có rất nhiều cách thức và tiêu chí để phân loại robot. Ở đề tài này nêu ra 2 cách phân loại cơ bản:

- ❖ Phân loại theo kết cấu tay gấp (*hay theo hình học*): robot được phân thành các loại để các, trụ, cầu, SCARA, kiểu tay người và một số loại đặc biệt khác
  - Tay máy kiểu tọa độ để các còn gọi là kiểu chữ nhật, dùng 3 khớp trượt, cho phép phân công tác thực hiện một cách độc lập các chuyển động thẳng, song song với 3 trục tọa độ. Vùng làm việc của tay máy có dạng hình hộp chữ nhật. Do sự đơn giản về kết cấu, tay máy kiểu này có độ cứng vững cao, độ chính xác được đảm bảo đồng đều trong toàn bộ vùng làm việc, nhưng ít khéo léo. Vì vậy, tay máy kiểu để các được dùng để vận chuyển và lắp ráp
  - Tay máy kiểu tọa độ trụ khác với tay máy kiểu để các ở khớp đầu tiên: dùng khớp quay thay cho khớp trượt. Vùng làm việc của nó có dạng hình trụ rỗng. 10 Khớp trượt nằm ngang cho phép tay máy "thò" được vào khoang rỗng nằm ngang. Độ cứng vững cơ học của tay máy trụ tốt, thích hợp với tải nặng, nhưng độ chính xác định vị góc trong mặt phẳng nằm ngang giảm khi tầm với tăng
  - Tay máy kiểu tọa độ cầu khác kiểu trụ do khớp thứ hai (khớp trượt) được thay bằng khớp quay. Nếu quỹ đạo chuyển động của phần công tác được

mô tả trong toạ độ cầu thì mỗi bậc tự do tương ứng với một khả năng chuyển động và vùng làm việc của nó là khối cầu rỗng. Độ cứng vững của loại tay máy này thấp hơn 2 loại trên và độ chính xác định vị phụ thuộc vào tầm với

- SCARA được đề xuất lần đầu vào năm 1979 tại Trường đại học Yamanashi (Nhật bản) dùng cho công việc lắp ráp. Đó là một kiểu tay máy có cấu tạo đặc biệt, gồm 2 khớp quay và 1 khớp trượt, nhưng cả 3 khớp đều có trục song song với nhau. Kết cấu này làm tay máy cứng vững hơn theo phương thẳng đứng nhưng kém cứng vững (Compliance) theo phương được chọn (Selective), là phương ngang. Loại này chuyên dùng cho công việc lắp ráp (Assembly) với tải trọng nhỏ, theo phương thẳng đứng. Từ SCARA là viết tắt của "Selective Compliance Assembly Robot Arm" để mô tả các đặc điểm trên. Vùng làm việc của SCARA là một phần của hình trụ rỗng
- Tay máy kiểu tay người (Anthropomorphic) có cả 3 khớp đều là các khớp quay, trong đó trục thứ nhất vuông góc với 2 trục kia. Do sự tương tự với tay người, khớp thứ hai được gọi là khớp vai (Shoulder joint), khớp thứ ba là khớp khuỷu (Elbow joint), nối cẳng tay với khuỷu tay. Với kết cấu này, không có sự tương ứng giữa khả năng chuyển động của các khâu và số bậc tự do. Tay máy làm việc rất khéo léo, nhưng độ chính xác định vị phụ thuộc vị trí của phần công tác trong vùng làm việc. Vùng làm việc của tay máy kiểu này gần giống một phần khối cầu

❖ Phân loại theo điều khiển

*Có 2 kiểu điều khiển robot: điều khiển hở và điều khiển kín.*

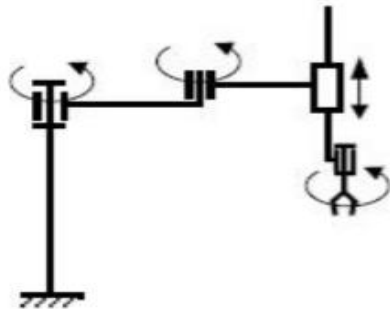
- Điều khiển hở, dùng truyền động bước (động cơ điện hoặc động cơ thủy lực, khí nén,...) mà quãng đường hoặc góc dịch chuyển tỷ lệ với số xung điều khiển. Kiểu điều khiển này đơn giản, nhưng đạt độ chính xác thấp.
  - Điều khiển kín (hay điều khiển servo), sử dụng tín hiệu phản hồi vị trí để tăng độ chính xác điều khiển. Có 2 kiểu điều khiển servo: điều khiển điểm - điểm và điều khiển theo đường (contour).
- Với kiểu điều khiển điểm - điểm, phần công tác dịch chuyển từ điểm này đến điểm kia theo đường thẳng với tốc độ cao (không làm việc). Nó chỉ làm việc tại các điểm dừng. Kiểu điều khiển này được dùng trên các robot hàn điểm, vận chuyển, tán đinh, bắn đinh,...

- Điều khiển contour đảm bảo cho phần công tác dịch chuyển theo quỹ đạo bất kỳ, với tốc độ có thể điều khiển được. Có thể gặp kiểu điều khiển này trên các robot hàn hồ quang, phun sơn.

Trong công nghiệp hiện nay SCARA Robot là lựa chọn phù hợp nhờ sự đơn giản trong thiết kế, dễ dàng điều khiển và sửa chữa. Có thể thay đổi chiều cao robot và tay gắp để thuận lợi cho việc thay đổi mục đích sử dụng.

### 2.1.2 Giới thiệu SCARA Robot

SCARA Robot (Selective Compliance Assembly Robot Arm) ra đời vào năm 1979, đây là một kiểu tay máy có cấu tạo đặc biệt, được sử dụng nhiều trong các công việc lắp ráp hoặc sắp xếp tải trong theo phương thẳng đứng. SCARA Robot bao gồm các phần chính là hai khớp quay và một khớp trượt có các trục song song với nhau. Trên mỗi khớp nối sẽ gắn động cơ để cung cấp moment điều khiển cánh tay. Kết cấu này cho phép tay máy vững chắc hơn theo phương thẳng đứng nhưng sẽ kém chắc chắn hơn theo phương ngang đòi hỏi tính toán moment kết nối và điều khiển chính xác để giảm độ giao động.



**Hình 2. 2 SCARA ROBOT**

### 2.1.3 Lý thuyết động học

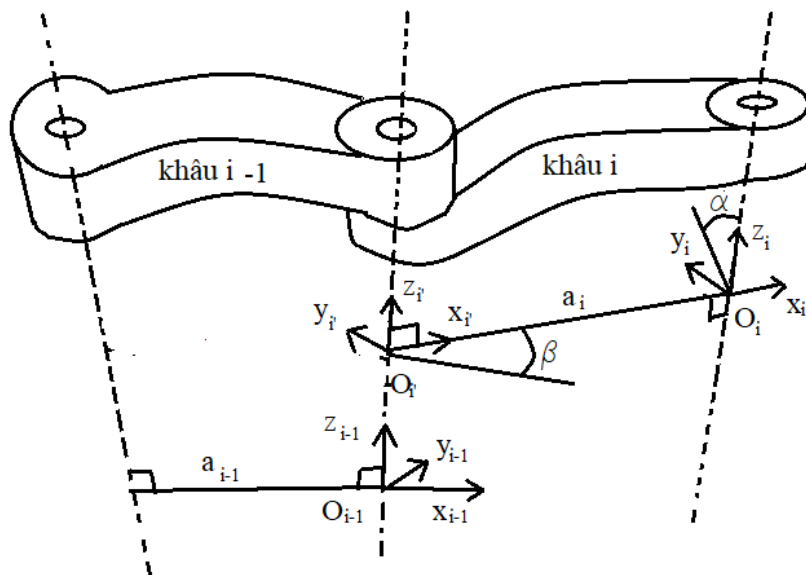
Bài toán động học robot bao gồm các bài toán về vị trí, gia tốc và vận tốc. Để giải quyết bài toán này cần xác định tọa độ gắn với các khớp quay và khớp tịnh tiến của Robot bao gồm bài toán *động học thuận* và *động học nghịch*. Bài toán thuận nhằm xác định các quy luật chuyển động của điểm công tác cuối cụ thể là vị trí dựa vào các góc quay của của các khớp trước đó từ đó xác định được quy luật chuyển động của phần công tác. Ngược lại thì động học nghịch sẽ cho biết vị trí của điểm công tác để xác định



góc xoay của mỗi khâu . Có thể giải động học robot bằng cách dùng trực tiếp hình học giải tích nhưng chỉ áp dụng được với những cơ cấu đơn giản. Để giải những bài toán tổng quát hơn ta cần một thuật giải chung. Một trong những thuật giải như vậy xuất phát từ quy tắc Denavit-Hartenberg, được Denavit và Hartenberg xây dựng vào năm 1955. Đó là quy tắc thiết lập hệ thống toạ độ trên các cặp khâu – khớp trên tay máy. Dựa trên hệ toạ độ này có thể mô tả các cặp bằng hệ thống các tham số, biến khớp và áp dụng một dạng phương trình tổng quát cho bài toán động học tay máy.

**Quy tắc Denavit-Hartenberg ( D-H)**

Giả sử trong chuỗi động học của tay máy có n khâu, khâu thứ i nối khớp thứ i với khớp thứ i+1



**Hình 2. 3 Mô tả tay máy 2 bậc**

Quy ước chọn gốc toạ độ cho robot:

- Góc của khâu thứ n nằm trên đường tâm của trục khớp thứ (n+1) và giao điểm của đường pháp tuyến chung  $a_n$

- Nếu 2 trục cắt nhau thì gốc tại điểm cắt đó, nếu 2 trục song song thì  $O_n$  nằm ở vị trí nào để thuận tiện cho quá trình tính toán
- Chọn trục  $z_n$  nằm dọc theo trục khớp thứ (n+1)
- Trục  $x_n$  nằm trùng pháp tuyến chung hướng từ trục khớp n đến khớp n+ 1
- Nếu 2 trục khớp cắt nhau thì  $\vec{x}_n = \vec{z}_n * \vec{z}_{n+1}$
- Góc quay cùng chiều kim đồng hồ là chiều dương ngược lại là chiều âm

Theo quy tắc Denavit-Hartenberg thì hệ tọa độ được gắn lên các khâu, khớp như sau:

- Đặt trục tọa độ  $Z_i$  dọc theo trục của khớp sau cùng (i+1)
- Đặt gốc tọa độ  $O_i$ , tại giao điểm giữa  $Z_i$  và pháp tuyến chung nhỏ nhất của  $Z_i$  và  $Z_{i-1}$ . Giao điểm của pháp tuyến chung này với trục  $Z_{i-1}$  là gốc  $O_{i'}$  của hệ  $O_{i'}x_{i'}y_{i'}z_{i'}$ . Tương tự với hệ  $O_{i-1}x_{i-1}y_{i-1}z_{i-1}$

Sau khi thiết lập, vị trí của hệ  $O_i x_i y_i z_i$  so với hệ  $O_{i-1} x_{i-1} y_{i-1} z_{i-1}$  hoàn toàn có thể xác định nhờ các thông số sau:

- $a_i = O_i O_{i'}$  : khoảng cách giữa hai khớp liên tiếp theo phương  $x_i$
- $d_i = O_{i-1} O_{i'}$  : khoảng cách giữa hai khớp liên tiếp theo phương  $z_{i'}$
- $\alpha_i$  : góc quay quanh trục  $x_i$ , giữa  $z_{i'}$  và  $z_i$
- $\theta_i$  : góc quay quanh trục  $z_{i'}$ , giữa  $x_{i-1}$  và  $x_{i'}$

Các thông số trên được gọi là bộ thông số Denavit-Hartenberg ( D-H). Bộ thông số này sẽ giúp xác định vị trí và hướng của một khâu so với khâu trước nó và so với hệ tọa độ gốc. nếu khớp nối hai khâu là khớp xoay thì  $\theta_i$  là biến khớp ( 3 thông số còn lại là hằng số ) , nếu khớp nối là tịnh tiến thì  $d_i$  là biến khớp ( $\theta_i = 0, a_i = 0, \alpha_i = \text{const}$ ). Cần lưu ý các phép biến đổi sau:

- Quay quanh trục  $Oz$  một góc theta
- Tịnh tiến dọc trục  $Z$  một đoạn d
- Quay quanh trục  $Ox$  một góc alpha
- Tịnh tiến theo trục  $Ox$  một đoạn a

$$Rot(z,\theta) = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad H_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad H_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad Rot(x,\theta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_i = R(z, \theta_i). T_p(0, 0, d_i). T_p(a_i, 0, 0). R(x, \alpha_i)$$

$$A_i = \begin{bmatrix} \cos\theta_i & -\cos\alpha_i \sin\theta_i & \sin\alpha_i \sin\theta_i & a_i \cos\theta_i \\ \sin\theta_i & \cos\alpha_i \cos\theta_i & -\sin\alpha_i \cos\theta_i & a_i \sin\theta_i \\ 0 & \sin\alpha_i & \cos\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Ma trận  $A_i$  được gọi là ma trận thuần nhất, có dạng  $A_i = \begin{bmatrix} R_i & p_i \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$  với  $R_i$  ma trận quay 3x3 và  $p_i$  là vecto tịnh tiến 3x1. Vậy  $A_i$  là ma trận mô tả hướng và vị trí của hệ tọa độ gắn trên khâu thứ i so với khâu i-1

Nếu một robot có n khâu thì :  $T_n = A_1 * A_2 * A_3 * \dots * A_n$ .  $T_n$  được gọi là ma trận vecto cuối, mô tả hướng và vị trí của hệ tọa độ gắn lên khâu chấp hành cuối so với hệ tọa độ gốc. Ma trận  $T_n$  sẽ có dạng :

$$T_n = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & o_y & a_y & p_y \\ n_z & o_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{aligned} &+ \vec{a} : \text{Vector có hướng mà theo đó bàn tay sẽ tiếp cận đến đối tượng.} \\ &+ \vec{o} : \text{Vector có hướng theo đó các ngón tay cầm nắm hay thả đối tượng.} \\ &+ \vec{n} : \text{Vector pháp tuyến của } \vec{o} \text{ và } \vec{a} : \vec{n} = \vec{o} \times \vec{a} \end{aligned}$$

## **2.2 Giới thiệu chung về PLC [2]**

### **2.2.1 Tổng quan về PLC**

#### **2.2.1.1 Định nghĩa**

PLC (Programmable Logic Controller) là thiết bị điều khiển logic khả trình thuộc loại điều khiển bán dẫn tự động theo chương trình người dùng. PLC sử dụng bộ nhớ khả trình để lưu trữ chương trình và thực hiện yêu cầu điều khiển. PLC có thể coi là một máy tính được thiết kế hoạt động tin cậy trong môi trường công nghiệp.

Người sử dụng có thể lập trình để thực hiện các trình tự các yêu cầu từ đơn giản đến phức tạp. Các yêu cầu này được đưa tín hiệu đầu vào PLC (có hai loại đầu vào là digital hoặc analog) tùy thuộc và nhu cầu thuật toán cũng như nhu cầu của người sử dụng. PLC hoạt động theo phương thức quét các trạng thái trên đầu vào và đầu ra. Khi có tín hiệu ở đầu vào thì đầu ra sẽ thay đổi tùy theo người lập trình. Ngôn ngữ lập trình của PLC có thể là Ladder hay State Logic. Hiện nay có nhiều hãng sản xuất ra PLC như Siemens, Schneider, Mitsubishi, Delta, LS, Allen-Bradley, Omron, Honeywell.....

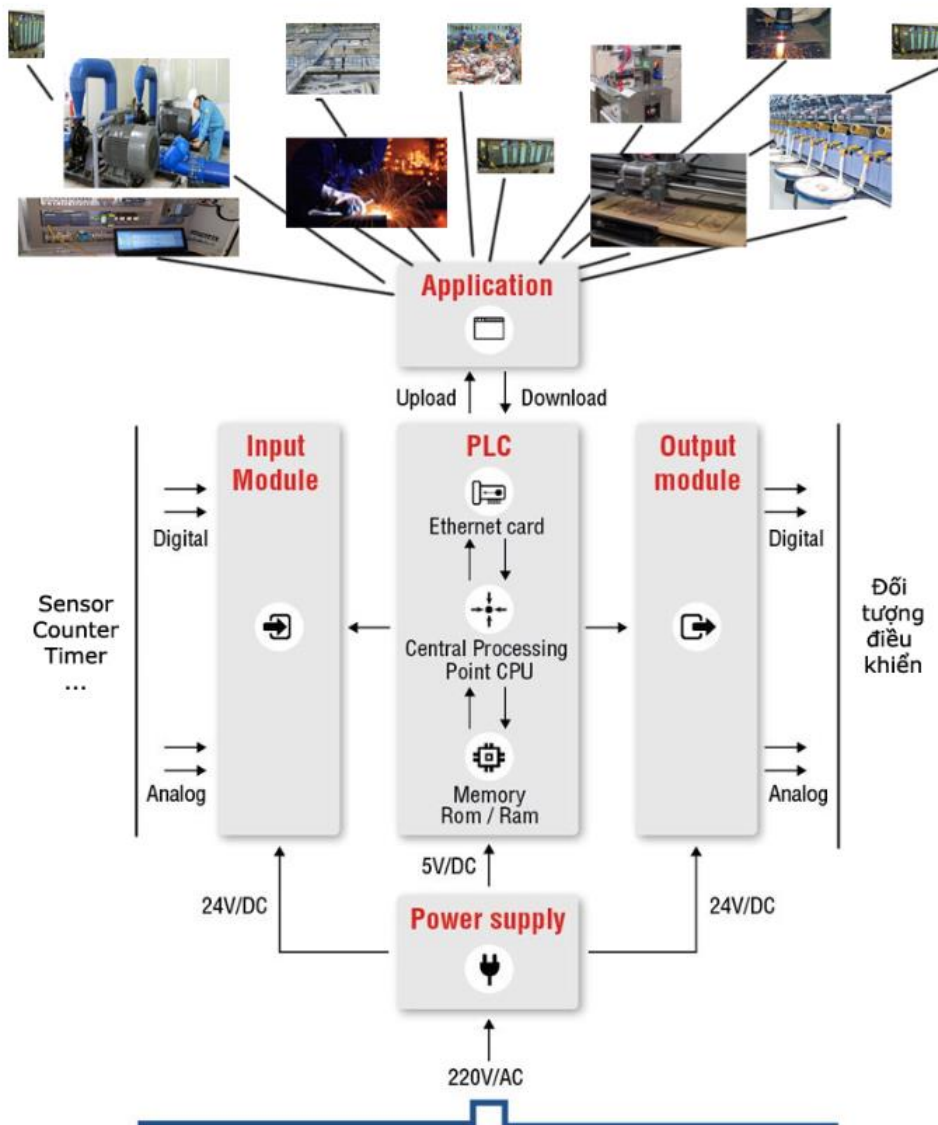
#### **2.2.1.2 Cấu tạo**

➤ *Bộ nhớ chương trình ( RAM và ROM)*

- Có nhiều các bộ nhớ khác nhau dùng để chứa chương trình hệ thống là một phần mềm điều khiển các hoạt động của hệ thống, sơ đồ LAD, trị số của Timer, Counter được chứa trong vùng nhớ ứng dụng, tùy theo yêu cầu của người dùng có thể chọn các bộ nhớ khác nhau:
  - Bộ nhớ ROM: là loại bộ nhớ không thay đổi được, bộ nhớ này chỉ nạp được một lần nên ít được sử dụng phổ biến như các loại bộ nhớ khác.
  - Bộ nhớ RAM: là loại bộ nhớ có thể thay đổi được và dùng để chứa các chương trình ứng dụng cũng như dữ liệu, dữ liệu chứa trong Ram sẽ bị mất khi mất điện. Tuy nhiên, điều này có thể khắc phục bằng cách dùng Pin.
  - Bộ nhớ EPROM: Giống như ROM, nguồn nuôi cho EPROM không cần dùng Pin, tuy nhiên nội dung chứa trong nó có thể xóa bằng cách chiếu tia cực tím vào một cửa sổ nhỏ trên EPROM và sau đó nạp lại nội dung bằng máy nạp.
  - Bộ nhớ EEPROM: kết hợp hai ưu điểm của RAM và EPROM, loại này có thể xóa và nạp bằng tín hiệu điện. Tuy nhiên số lần nạp cũng có giới hạn.

- *Bộ xử lý (CPU: Central Processing Unit)*
  - CPU được xem là bộ não của PLC có chứa bộ vi xử lý, hệ điều hành, bộ nhớ, các bộ thời gian, bộ đếm, cổng truyền thông ... và có thể còn có một vài cổng vào ra số. Các cổng vào ra số có trên CPU được gọi là cổng vào/ra onboard.
  - CPU sẽ lần lượt quét các trạng thái của đầu vào và các thiết bị phụ trợ, thực hiện logic những điều khiển được đặt ra bởi chương trình ứng dụng, thực hiện các phép tính toán và điều khiển các đầu ra tương ứng của PLC. Một số thế hệ PLC có CPU chuyên dụng cho phép thực hiện các phép tính số học và các phép tính logic, bộ nhớ lớn, tốc độ xử lý mạnh mẽ và có thể kết nối với máy tính, mạng nội bộ....
- *Khối vào (Module Input): Các ngõ vào của khối này sẽ được kết nối với các bộ chuyển đổi tín hiệu và biến đổi các tín hiệu này thành tín hiệu phù hợp với tín hiệu xử lý của CPU. Dựa vào loại tín hiệu vào sẽ có các khối ngõ vào tương ứng. Gồm có hai loại khối vào cơ bản là khối vào số DI (Digital Input) và khối vào tương tự AI (Analog Input)*
  - Các ngõ vào của khối vào DI được kết nối với các bộ chuyển đổi tạo ra tín hiệu nhị phân như nút nhấn, công tắc, cảm biến tạo tín hiệu nhị phân... Do tín hiệu tại ngõ vào có thể có mức logic tương ứng với các điện áp khác nhau, do đó khi sử dụng cần phải chú ý đến điện áp cần thiết cung cấp cho khối vào phải phù hợp với điện áp tương ứng mà bộ chuyển đổi tín hiệu nhị phân tạo ra.
  - Khối vào AI có nhiệm vụ biến đổi tín hiệu tương tự (hay còn gọi là tín hiệu analog) thành tín hiệu số. Các ngõ vào của khối này được kết nối với các bộ chuyển đổi tạo ra tín hiệu analog như cảm biến nhiệt độ (Thermocouple), cảm biến lưu lượng, ngõ ra analog của biến tần... Khi kết nối cần chú ý đến sự tương thích giữa tín hiệu ngõ ra cảm biến với tín hiệu vào mà module AI có thể đọc được. Mỗi module AI sẽ có khả năng đọc tín hiệu tương tự khác nhau: đọc dòng điện, điện áp, tổng trở, ... Một thông số quan trọng khác của các module AI là độ phân giải, thông số này cho biết độ chính xác khi thực hiện chuyển đổi ADC.
- *Khối ra (Module Output): Khối này có nhiệm vụ khuếch đại các tín hiệu sau xử lý của CPU (được gửi đến vùng đệm ra) cung cấp cho đối tượng điều khiển. Tùy thuộc vào đối tượng điều khiển nhận tín hiệu dạng nào mà sẽ có các khối ra tương ứng. Có 2 loại ngõ ra là ngõ ra số DO (Digital Output) và ngõ ra tương tự AO (Analog Output).*

- Ngõ ra DO kết nối với các cơ cấu chấp hành điều khiển theo quy tắc On/Off như: đèn báo, chuông, van điện, động cơ không điều khiển tốc độ, ...
- Ngõ ra AO kết nối với các cơ cấu chấp hành cần tín hiệu điều khiển liên tục: biến tần, van tuyến tính, ...



**Hình 2. 4 Cấu trúc cơ bản của PLC**

## **2.2.2 Đặc điểm và vai trò của PLC**

### **2.2.2.1 Đặc điểm**

#### **➤ Ưu điểm**

- Khả năng điều khiển chương trình linh hoạt. Khi cần thay đổi yêu cầu, đối tượng điều khiển chỉ cần thay đổi chương trình thông qua việc lập trình, khi không có các yêu cầu thay đổi các đầu vào ra thì không cần phải nâng cấp phần cứng. Chức năng lập trình dễ dàng, ngôn ngữ lập trình dễ hiểu, dễ học, thực hiện được các thuật toán phức tạp với độ chính xác cao.
- Mạch điện gọn nhẹ giảm đến 80% số lượng dây nối so với sử dụng mạch tiếp điểm, dễ dàng trong việc bảo quản và sửa chữa, mạch điều khiển lúc này đã được thay thế hoàn toàn bằng chương trình PLC.
- Số lượng Timer, Counter, Relay trung gian, ... rất lớn. PLC còn hỗ trợ nhiều khối hàm có chức năng chuyên dụng: phát xung tốc độ cao, bộ đếm tốc độ cao, bộ điều khiển PID, ...
- Cấu trúc dạng Module giúp PLC có tính năng mềm dẻo cho phép dễ dàng thay thế. Người dùng dễ dàng lựa chọn những module nào cần thiết với yêu cầu điều khiển hiện tại giúp tiết kiệm chi phí. Cấu trúc dạng module của PLC giúp việc mở rộng quy mô điều khiển đơn giản, tiết kiệm, không cần phải trang bị CPU mới.
- Khả năng truyền thông, nối mạng với máy tính hay với PLC khác. Khả năng này đáp ứng yêu cầu điều khiển, giám sát từ xa, xây dựng hệ thống SCADA.
- Hoạt động với độ tin cậy cao, tuổi thọ cao, khả năng chống nhiễu tốt, hoàn toàn làm việc tin cậy trong môi trường công nghiệp.

#### **➤ Nhược điểm**

- Phạm vi ứng dụng hiện nay còn hạn chế do giá thành cao nên không phù hợp cho các yêu cầu điều khiển đơn giản. Với những yêu cầu này thì bộ điều khiển tiếp điểm sẽ hiệu quả kinh tế hơn.
- Yêu cầu người lắp đặt ban đầu, lập trình phải có hiểu biết chuyên môn về PLC.

### **2.2.2.2 Vai trò**

Hiện nay PLC là một phần không thể thiếu của các nhà máy, các dây chuyền sản xuất công nghiệp nhờ các ưu điểm vượt trội nêu trên PLC đã thay thế hầu hết các hệ

thống điều khiển tiếp điểm truyền thống giúp hệ thống hoạt động tin cậy và hiệu quả hơn, tiết kiệm nhân công và tránh những thao tác sai của người vận hành.

### **2.3 PLC dòng Q của hãng Mitsubishi [3]**

#### **2.3.1 Dạng module**

Phát triển lên từ dòng sản phẩm trước đó -họ AnSH, họ Q PLC Mitsubishi cho phép người dùng phối hợp và lựa chọn sự kết hợp tốt nhất giữa CPU, công cụ truyền tin, module điều khiển chuyên biệt và I/O trên cùng một nền tảng. Điều này cho phép người dùng cấu hình hệ thống theo những gì mình cần, khi nào mình cần, nơi mình cần triển khai.

#### **2.3.2 Khả năng đa dạng**

- Có thể phối hợp PLC CPU (cơ bản & nâng cao), Motion CPU, Process Controllers và ngay cả PC vào trong một hệ thống duy nhất lên đến 4 CPU khác nhau. Điều này tạo cho người sử dụng sự chọn lựa hướng điều khiển, ngôn ngữ lập trình – tất cả cùng chung trên một nền tảng duy nhất.
- Linh động và phân cấp là đặc tính thiết kế chủ chốt làm cho dòng Q thực sự là một nền tảng tự động hóa duy nhất. Người dùng có thể sử dụng trong điều khiển đơn giản các loại máy móc riêng lẻ hoặc quản lý toàn bộ thiết bị tất cả cùng trên một nền tảng phần cứng.

#### **2.3.3 Những tính năng chính**

- Tốc độ xử lý lên đến 34ns/LD.
- Bộ A/D-D/A có độ chính xác cao, ứng dụng điều khiển nhiệt độ, điều khiển vị trí.
- Ngõ vào CIP (Chanel Isolated Pulse), tích hợp bộ đếm xung tốc độ cao.
- Điều khiển tiến trình, lập trình online.
- Hỗ trợ hoàn toàn trong các ứng dụng phần mềm MELSOFT.
- Đầy đủ các ứng dụng mạng như: CC-link, MELSECNET-H, ...
- Khả năng mở rộng đến 4096 I/O (max 8192 I/O).
- Bước lập trình đến 252K steps.

#### **2.3.4 Dây sản phẩm**

➤ *Các module CPU:*

***Bảng 2. 1 Dây PLC dòng Q của hãng Mitsubishi***

**Q CPU cơ bản**



Kiểu CPU	Bộ nhớ CT	Số điểm vào/ra
Q00JCPU	8k steps	256 points
Q00CPU	8k steps	1024 points
Q01CPU	14k steps	1024 points

**Q CPU khác:**

Kiểu CPU	Bộ nhớ CT	Số điểm vào/ra
<b>QCPU tính năng mạnh</b>		
Q02CPU	28k steps	4096 points
Q02HCPU	28k steps	4096 points
Q06HCPU	60k steps	4096 points
Q12HCPU	124k steps	4096 points
Q25HCPU	252k steps	4096 points
<b>CPU dùng cho xử lý quá trình</b>		
Q12PHCPU	124k steps	4096 points
Q25PHCPU	252k steps	4096 points
<b>CPU điều khiển chuyển động</b>		
		Số trục
Q172HCPU(-T)		8

Q173HCPU(-T)	32
Q172CPUN(-T)	8
Q173CPUN(-T)	32

**Q Motion CPU**

Mã hàng	Thông số kỹ thuật
Q172HCPU	SSCNET III compatible For 8-axis control
Q173HCPU	SSCNET III compatible For 32-axis control
Q172HCPU-T	SSCNET III compatible For 8-axis control Teaching module compatible
Q173HCPU-T	SSCNET III compatible For 32-axis control Teaching module compatible
Q172CPUN	For 8-axis control
Q173CPUN	For 32-axis control
Q172CPUN-T	For 8-axis control Teaching module compatible
Q173CPUN-T	For 32-axis control Teaching module compatible

**Q Redundant CPU**

Mã hàng	Bộ nhớ CT	Main CPU, số I/O	Số điểm vào/ra
Q12PRHCPU	124k steps	4096	8192
Q25PHCPU	252k steps	4096	8192

➤ Các khối mở rộng

***Bảng 2. 2 Các module điều khiển vị trí của hãng Mitsubishi***

Positioning module (Note 5)	
QD75P1	1-axis, open collector output
QD75P2	2-axis, open collector output
QD75P4	4-axis, open collector output
QD75D1	1-axis, differential output
QD75D2	2-axis, differential output .
QD75D4	4-axis, differential output
QD75M1	1-axis, SSCNET compatible
QD75M2	2-axis, SSCNET compatible
QD75M4	4-axis, SSCNET compatible
QD70P4	4-axis, pulse output (servo motor, stepping motor compatible)
QD70P8	8-axis, pulse output (servo motor, stepping motor compatible)
Ethernet module	
QJ71E71	For 10BASE-5/10BASE-T
QJ71E71-B2	For 10BASE-2
QJ71E71-100	For 10BASE

➤ Các module nguồn cung cấp:

***Bảng 2. 3 Tên các module cấp nguồn***

Power supply module	
Q61P-A1	100-120VAC input/5VDC 6A output

Q61P-A2	200-240VAC input/5VDC 6A output
Q62P	100-240VAC input/5VDC 3A, 24VDC/0.6A output
Q63P	24VDC input/5VDC 6A output
Q64P	100-120/200-240VAC input/5VDC 8.5A output

➤ *Các module ngõ vào:*

**Bảng 2. 4 Các module ngõ vào**

Số ngõ vào	100 đến 120V AC	100 đến 220V AC	24V DC	5/12V DC	24V DC
8		QX28	QX48Y57 *1		
16	QX10		QX40 QX40-S1	QX70	QX80
32			QX40 QX40-S1 QH42P *1	QX71	QX81
64			QX42 QX42-S1	QX72	QX82 QX82-S1

*\*1: thông số kỹ thuật ngõ vào cho các module tích hợp I/O.*

➤ *Các module ngõ ra:*

**Bảng 2. 5 Các module ngõ ra**

<b>Số ngõ ra</b>	<b>Relay 24VDC  240VAC</b>	<b>Triac 100 đến 240VAC</b>	<b>Transistor 12 đến 24VDC (Sink)</b>	<b>Transistor 12 đến 24VDC (Sink /source)</b>	<b>Transistor 5 đến 12VDC (Sink)</b>	<b>Transistor 12 đến 24VDC (Source)</b>
7			<b>QX48Y57 *2</b>			
8	<b>QY18A</b>	<b>QY22</b>		<b>QY68A</b>		
16	<b>QY10</b>		<b>QY40P QY50</b>		<b>QY70</b>	<b>QY80</b>
32			<b>QY41P QY42P *2</b>		<b>QY71</b>	<b>QY81</b>
64			<b>QY42P</b>			

*\*2: Thông số kỹ thuật ngõ ra cho các module tích hợp I/O.*

## **2.4 Tổng quát về Servo**

### **2.4.1 Giới thiệu chung về AC Servo**

#### **2.4.1.1 Giới thiệu về AC Servo**

Động cơ servo hay servo nói chung là một thiết bị thực hiện công việc có thành phần chính là động cơ sử dụng hồi tiếp tín hiệu từ encoder về driver điều khiển để điều chỉnh tốc độ, moment, vị trí của động cơ hay các kết cấu cơ khí đi kèm đạt được như mong muốn. Khi có vật cản hoặc những tác động làm hãm trục động cơ, hệ thống hồi tiếp sẽ giúp động cơ tự điều chỉnh cho lực moment, tốc độ, hay quán tính cho phù hợp với tải đang mang. Ngoài ra động cơ servo luôn có xu hướng giữ vị trí hiện tại khi không có tín hiệu điều khiển, chính vì thế khi có một ngoại vi tác động trong khả năng quá tải

cho phép làm thay đổi vị trí của động cơ hay kết cấu cơ khí liên kết với trục động cơ thì servo sẽ tự trở về vị trí trước khi bị sai lệch



**Hình 2. 5 Servo MR-J3**

Có 3 loại động cơ servo được sử dụng hiện nay đó là động cơ servo AC dựa trên nền tảng động cơ AC lồng sóc; Động cơ servo DC dựa trên nền tảng động cơ DC; và động cơ servo AC không chổi than dựa trên nền tảng động cơ không đồng bộ

#### **2.4.1.2 Chức năng**

AC Servo đặc biệt cần thiết trong sản xuất do chúng có thể điều khiển chính xác các thiết bị ở tốc độ cao. AC servo có khả năng thực hiện ba loại điều khiển: điều khiển vị trí, điều khiển tốc độ, điều khiển moment.

- *Điều khiển vị trí:* điều khiển số lượng vòng quay nhất định của động cơ servo sau đó sử dụng cơ cấu cơ khí chuyển từ dạng quay sang di chuyển ngang dọc như là sử dụng vítme. AC Servo có khả năng điều khiển vị trí chính xác đến từng micromet
- *Điều khiển tốc độ:* điều khiển tốc độ bao gồm vận tốc và chiều quay. Khi động cơ servo tăng tốc hoặc giảm tốc, bộ mã hóa xung vòng quay sẽ gửi vận tốc và chiều quay thực tế tới bộ điều khiển động cơ servo hoặc gửi trực tiếp tới bộ điều khiển chuyển động. Mạch vòng tốc độ sẽ so sánh tốc độ đặt với tốc độ hiện tại; dựa vào sai số tốc độ và các thông số căn chỉnh của mạch vòng, bộ

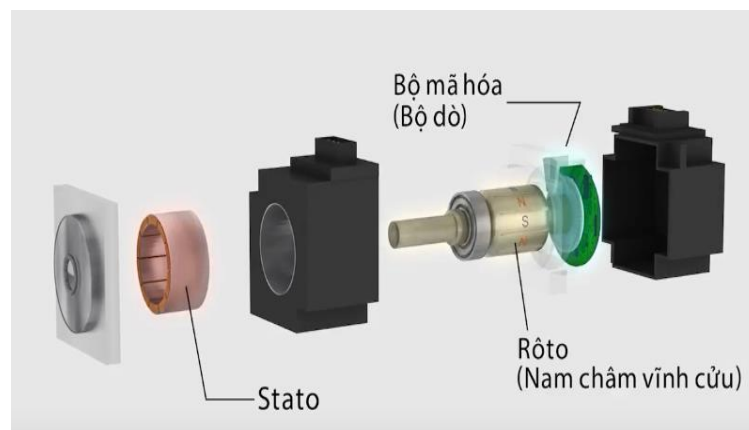
điều khiển động cơ sẽ tự động điều chỉnh vận tốc động cơ theo thời gian thực để đạt được các yêu cầu của ứng dụng. Theo cách này, động cơ servo sẽ thực hiện đúng theo các thông số đã cài đặt ngay cả khi điều kiện vận hành thay đổi

- *Điều khiển moment:* Mô men của động cơ Servo là lực tạo ra từ chuyển động quay của rotor động cơ. Mô men tạo ra tỷ lệ thuận với dòng điện hiệu dụng chạy trong cuộn dây stator của động cơ. Dòng hiệu dụng càng cao, mô men sinh ra càng lớn. Bộ điều khiển động cơ servo đo trị số dòng hiệu dụng chạy trong cuộn dây stator và dùng phản hồi giá trị này để tự động điều chỉnh dòng điện trong động cơ theo thời gian thực nhằm đáp ứng được yêu cầu mô men của ứng dụng.

### **2.3.1.3 Cấu tạo bộ AC Servo**

AC Servo chủ yếu được cấu hình với hai thiết bị chính: bộ khuếch đại Servo (Driver Servo) và động cơ Servo (thiết bị dò và dẫn động). Tuy nhiên, AC Servo không thể hoạt chỉ với bộ khuếch đại Servo và động cơ Servo. Hệ thống cần một bộ điều khiển để phát đi các lệnh điều khiển. Bộ điều khiển gửi các lệnh tới bộ khuếch đại Servo, sau khi nhận được lệnh, bộ khuếch đại Servo sẽ truyền lệnh này tới động cơ Servo. Sau đó động cơ Servo sẽ phát ra lực dẫn động theo lệnh đó. Động cơ Servo cũng được trang bị bộ mã hóa có chức năng như máy dò để dò vị trí hiện tại và chuyển thông tin này tới bộ khuếch đại Servo. Bộ khuếch đại Servo sẽ so sánh giá trị của lệnh với giá trị hiện tại như bộ mã hóa đã đọc được và sau đó đưa ra một lệnh sửa đổi để giảm tối thiểu mức chênh lệch. Quá trình này gọi là điều khiển hồi tiếp.

### **2.3.1.4 Cấu tạo động cơ Servo**

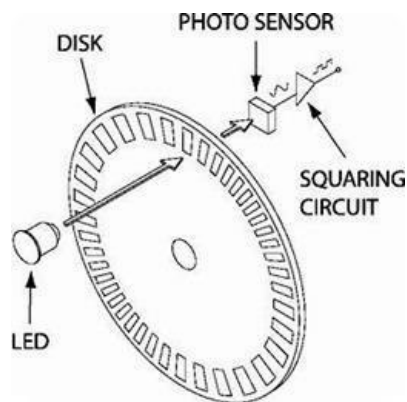


**Hình 2. 6 Cấu tạo động cơ Servo**

Động cơ Servo xoay chủ yếu được cấu tạo với một Stator, Rotor và bộ mã hóa (Encoder). Stator là bộ động cơ, dây quấn được quấn quanh lõi để cung cấp lực cần thiết để xoay rotor. Rotor là trục quay với các nam châm vĩnh cửu. Bộ mã hóa được cấu tạo để dò vị trí tuyệt đối có thể đọc được vị trí hiện tại của động cơ.

**2.3.2 Encoder**

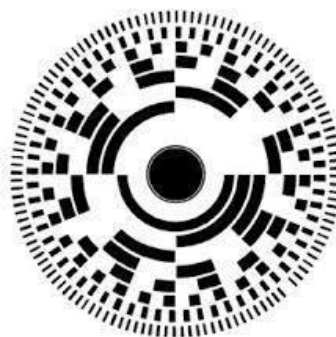
**2.3.2.1 Giới thiệu**



**Hình 2. 7 Đĩa encoder**

Encoder được hiểu là một cảm biến vị trí đưa ra thông tin về góc quay, tốc độ của một trục xoay nào đó kết nối với nó. Nguyên lý cơ bản của Encoder gồm một đĩa xoay quay quanh trục, trên đĩa có các lỗ hoặc rãnh để tín hiệu quang chiếu qua đĩa sẽ thu về được góc quay của đĩa. Khi trục quay khiến đĩa quay, tín hiệu quang chiếu qua đĩa sẽ nhận tắt liên tục tạo ra các xung, ghi nhận lại số xung và tốc độ xung ta có thể thu về được góc quay và tốc độ quay của trục gắn encoder.

**2.3.2.2 Phân loại Encoder**



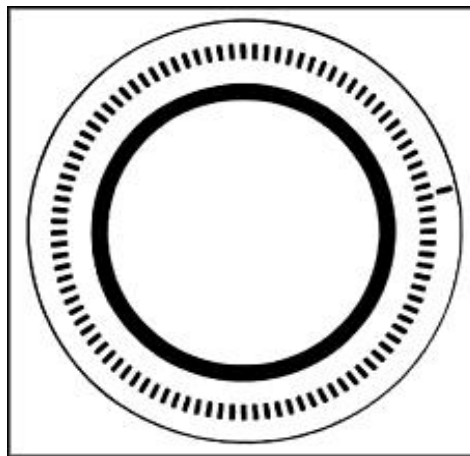
**Hình 2. 8 Đĩa encoder tuyệt đối**



Encoder thường được phân làm 2 loại: encoder tuyệt đối (Absolute encoder) và encoder tương đối (Incremental encoder).

- Encoder tuyệt đối: là dòng encoder có khả năng phản hồi chính xác vị trí của trục động cơ so với điểm quy định sẵn ban đầu. Đĩa encoder tuyệt đối thường có nhiều rãnh có kích thước khác nhau và sắp xếp không đều để tín hiệu quang phát ra xuyên qua rãnh đưa về được tín hiệu vị trí tại đó nhờ phân tích kích thước, số lượng rãnh rồi biên dịch qua hệ nhị phân mà từ đó qui đổi ngược lại được vị trí của trục quay. Encoder này lưu vị trí rãnh cùng số vòng quay trước đó vào một pin siêu tụ để xác định chính xác được vị trí trước khi ngừng cấp xung. Encoder tuyệt đối cũng có thể sử dụng như một encoder tương đối

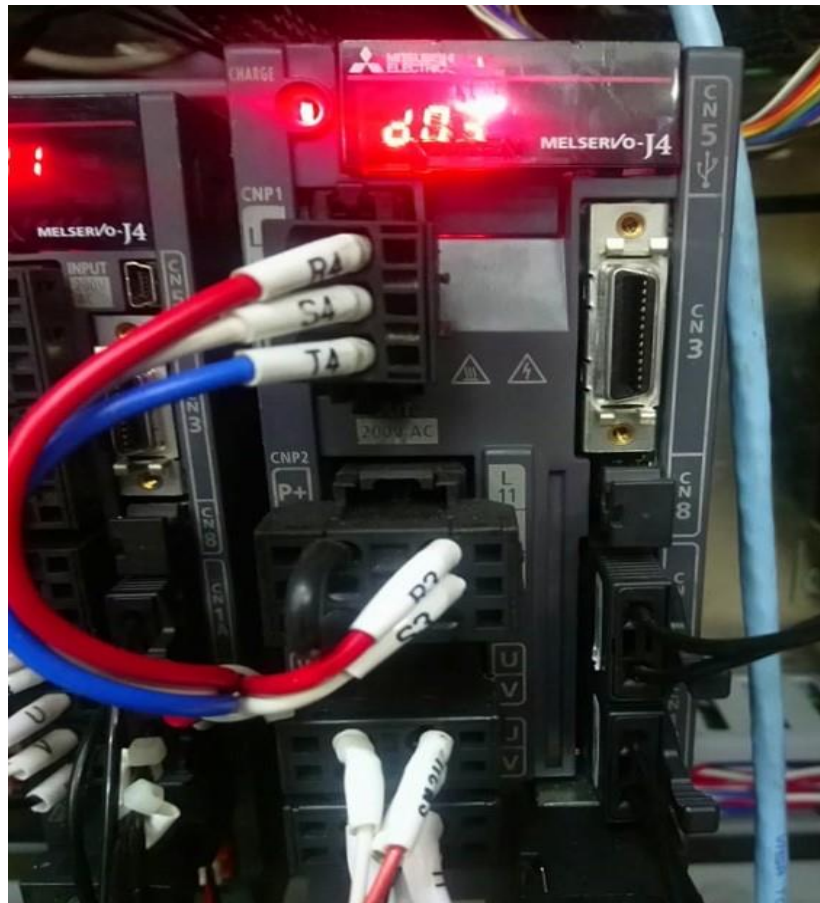
- Encoder tương đối: là dòng encoder mà đĩa quay của nó có nhiều rãnh với kích thước bằng nhau và cách đều nhau, nhờ vậy khi tín hiệu quang cứ đi qua mỗi rãnh thì lại có một xung tín hiệu ra cho biết trục quay đã quay được một góc bao nhiêu độ.



**Hình 2. 9 Đĩa encoder tương đối**

Sự khác biệt giữa 2 loại encoder: encoder tuyệt đối sẽ có ưu điểm vượt trội hơn encoder tương đối với khả năng nhớ được vị trí chính xác trên một vòng quay của đĩa encoder hay trực kết nối bằng pin. Khi nguồn bị mất do sự cố, khi có điện trở lại encoder tuyệt đối vẫn nhớ được vị trí của mình, hệ thống có thể hoàn thành công việc tiếp tục mà không cần quay trở về vị trí ban đầu. Tuy nhiên đi kèm với ưu điểm vượt trội của encoder tuyệt đối đó là giá thành khá cao, điều khiển phức tạp hơn và các thiết bị hỗ trợ phải hiện đại, giá thành cao hơn.

### 2.3.3 Driver Servo



*Hình 2. 10 Driver servo*

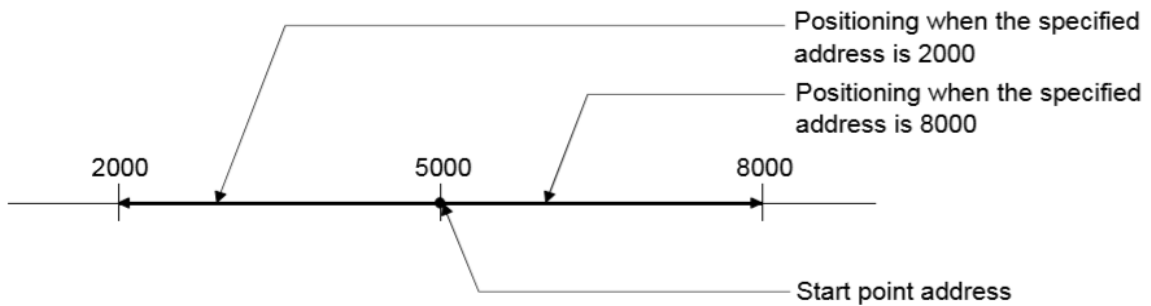
Driver Servo là một bộ khuếch đại điện tử đặc biệt được sử dụng để theo dõi tín hiệu phản hồi từ cơ chế Servo và liên tục điều chỉnh độ lệch từ các hành vi dự kiến. Drive Servo nhận được tín hiệu lệnh từ một hệ thống điều khiển, khuếch đại tín hiệu và truyền dòng điện cho một động cơ Servo để tạo ra chuyển động tỉ lệ thuận với tín hiệu lệnh. Thông thường, tín hiệu lệnh đại diện cho một vận tốc mong muốn, nhưng cũng có thể biểu diễn một momen hoặc vị trí mong muốn. Một cảm biến gắn vào động cơ Servo báo cáo tình trạng thực tế của động cơ quay trở lại bộ khuếch đại. Động cơ Servo sau đó so sánh trạng thái động cơ thực tế với trạng thái động cơ được chỉ định. Sau đó, thay đổi tần số, điện áp hoặc độ rộng xung tới động cơ để sửa lỗi cho bất kỳ độ lệch nào từ trạng thái lệnh.

Trong một hệ thống điều khiển được cấu hình đúng cách, động cơ Servo quay với vận tốc rất gần với tín hiệu vận tốc mà động cơ Servo nhận được từ hệ thống điều khiển.



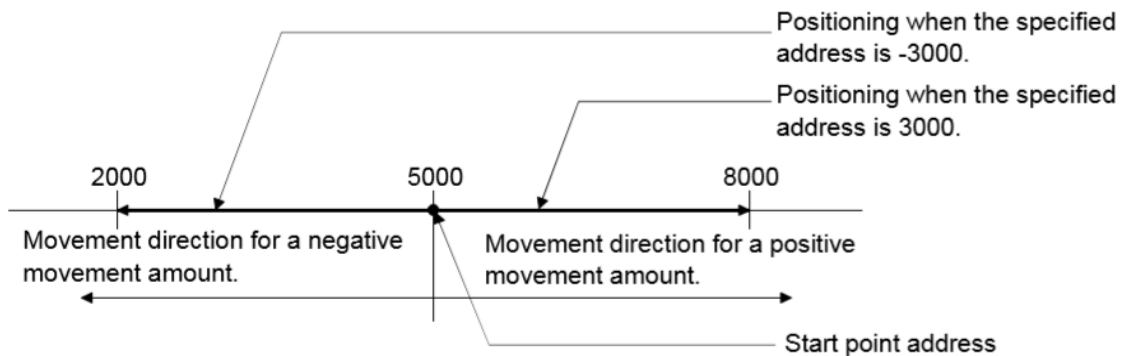
1. Điều khiển tuyến tính một trục: thực hiện di chuyển từ vị trí ban đầu ( vị trí dừng hiện tại của động cơ) đến vị trí xác định. Có 2 cách điều khiển tuyến tính:

- Điều khiển sử dụng vị trí tuyệt đối (Abs): sử dụng tọa độ điểm bắt đầu và điểm kết thúc một chu kỳ chuyển động để xác định hướng chuyển động của trục trên hệ tọa độ, ví dụ:



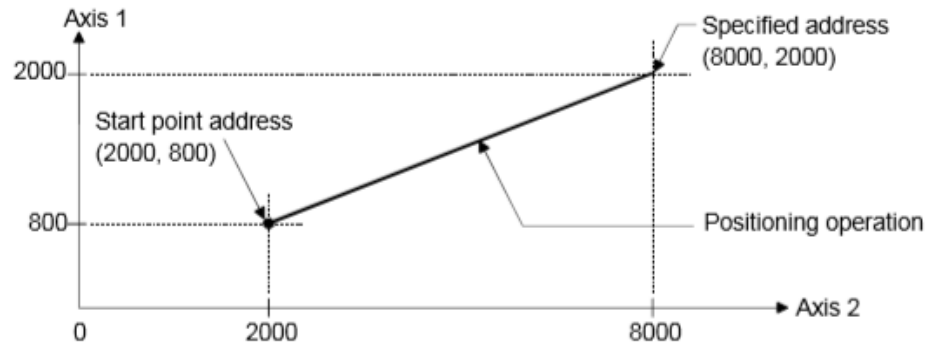
*Hình 2.12: Chế độ chạy vị trí tuyệt đối*

- Điều khiển sử dụng mức tăng giá trị (Inc) : di chuyển dựa theo mức tăng giá trị so với giá trị của vị trí ban đầu. Hướng chuyển động được quy định theo dấu của khoảng giá trị tăng thêm, ví dụ:

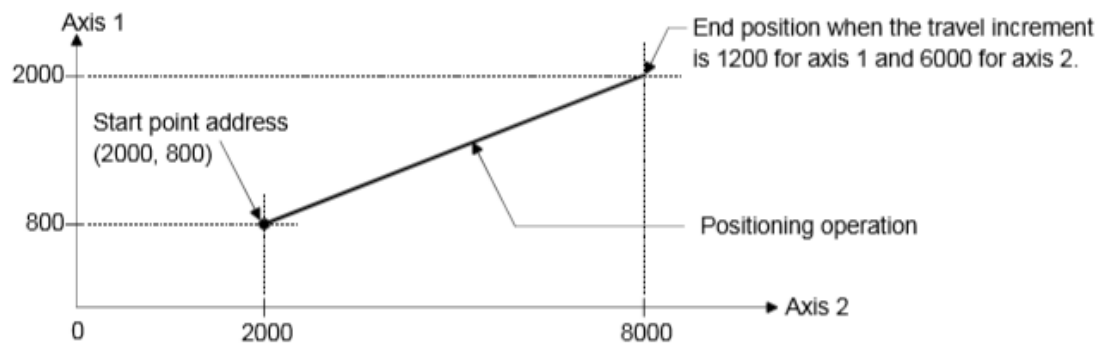


*Hình 2. 12 Chế độ chạy giá trị tăng*

Điều khiển tuyến tính trên 2 hay nhiều trục được thực hiện bằng cách sử dụng điều khiển tuyến tính độc lập trên từng trục một cách đồng thời



Hình 2. 13 Điều khiển 2 trục sử dụng vị trí tuyệt đối

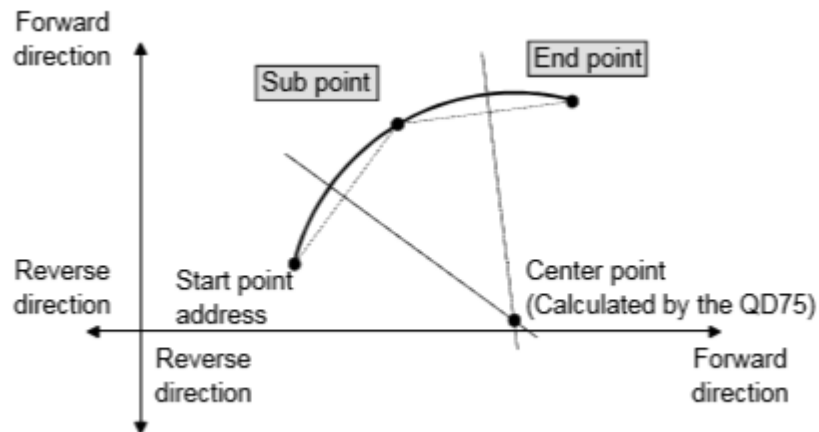


Hình 2. 14 Điều khiển 2 trục sử dụng mức tăng giá trị

➤ **Điều khiển nội suy cung tròn 2 trục**

Có 2 cách điều khiển nội suy cung tròn: Nội suy cung sử dụng điểm phụ (SP) và nội suy cung sử dụng tâm (CP):

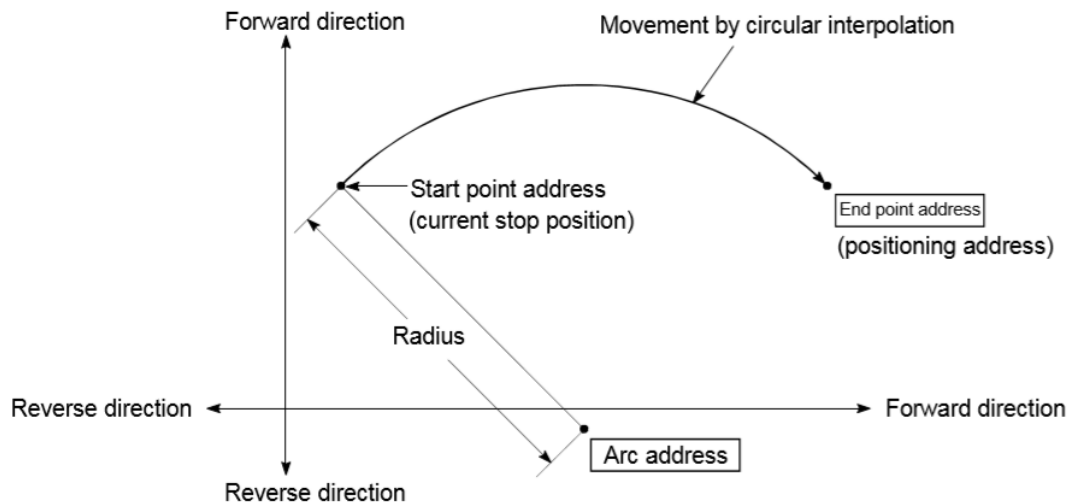
1. Nội suy cung sử dụng điểm trung gian: Thực hiện dịch chuyển nhiều quá giai đoạn, đoạn đầu tiên là từ điểm bắt đầu đến lần lượt các điểm phụ (SP) đầu tiên và lần lượt đến các điểm phụ tiếp theo trên cung tròn với càng nhiều điểm phụ cung tròn càng chính xác. Mỗi giai đoạn dịch chuyển có thể dùng một trong 2 cách điều khiển của điều khiển tuyến tính. Kết quả là một cung có tâm là điểm giao nhau của các đường trung trực của đường thẳng giữa địa chỉ điểm bắt đầu (vị trí dừng hiện tại) và địa chỉ điểm phụ (địa chỉ cung) và đường thẳng giữa địa chỉ điểm phụ (địa chỉ cung) và địa chỉ điểm cuối (địa chỉ cuối) đối với sử dụng vị trí tuyệt đối



Hình 2. 15 Điều khiển chạy cung sử dụng điểm phụ

2. Nội suy cung sử dụng tâm xác định : Sử dụng tâm cung tròn xác định bán kính là giá trị khoảng cách từ điểm bắt đầu đến cung tròn . Phương pháp này đòi hỏi tính toán chính xác giá trị điểm cuối phải thuộc cung tròn trên.

.....



Hình 2. 16 Điều khiển chạy cung dùng tâm xác định

### 2.4.2 Thiết lập bộ thông số điều khiển vị trí QD75

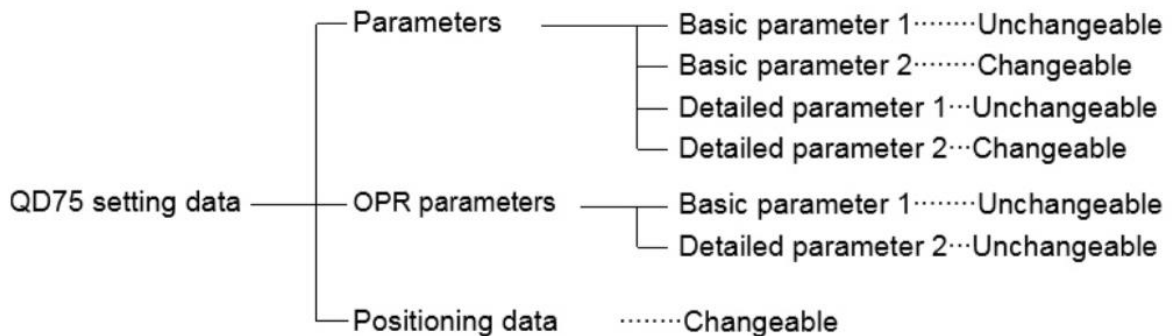
Module QD75 có 3 chức năng chính:

- Điều khiển OPR : là chức năng thiết lập điểm bắt đầu để thực hiện điều khiển định vị và thực hiện định vị về điểm bắt đầu đó. Điều này được sử dụng để trả lại vị trí làm việc ban đầu khi điểm làm việc hiện tại trong lúc nguồn đang bật khác

với vị trí làm việc quy định hệ thống sẽ nhớ vị trí nhờ chế độ vị trí tuyệt đối để trả về vị trí ban đầu.

- Điều khiển định vị : Điều khiển này được thực hiện bằng cách sử dụng "dữ liệu định vị" được lưu trữ trong QD75. Điều khiển định vị bao gồm điều khiển vị trí và điều khiển tốc độ, được thực thi bằng cách cài đặt các mục bắt buộc trong "dữ liệu định vị" này và bắt đầu chạy các dữ liệu định vị đó.
- Điều khiển thủ công bằng cách đưa tín hiệu vào QD75 từ nguồn bên ngoài, QD75 sẽ tạo ra một chuỗi xung ngẫu nhiên và thực hiện điều khiển. Sử dụng điều khiển thủ công này để di chuyển trục đến các vị trí ngẫu nhiên (hoạt động JOG) và để điều chỉnh chính xác vị trí thì cần sử dụng máy phát xung thủ công)

Như vậy việc cài đặt thông số cần thiết của QD75 có ba loại thông số chính bao gồm thông số cơ bản, thông số vị trí ban đầu và dữ liệu điều khiển vị trí. Trong đó thông số cơ bản và thông số vị trí ban đầu được qui định dựa theo phân cứng hệ thống. Tất cả những thông số này khi thay đổi ghi mới đều cần reset PLC.



➤ **Thông số cơ bản 1 và 2**

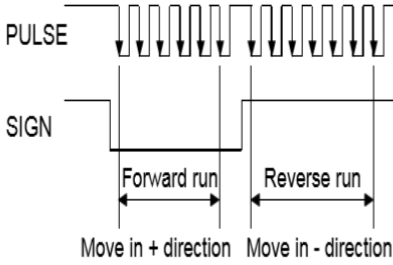
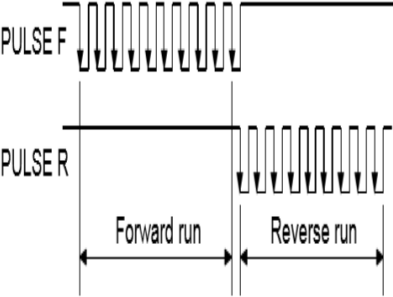
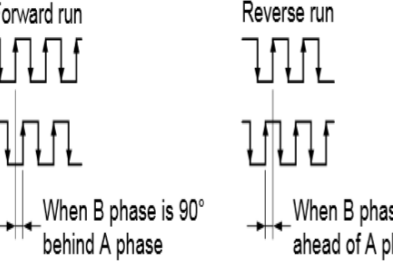
- Unit setting (cài đặt đơn vị chuẩn): là thiết lập đầu tiên trong chế độ điều khiển vị trí. Qui định đơn vị tính toán cho tất cả chu trình hoạt động. Các thông số khác cũng thay đổi tùy theo đơn vị chuẩn như hình
- Number of pulses per rotation (Số xung trên mỗi vòng quay): đây là thiết lập rất quan trọng và là bắt buộc để việc điều khiển đạt được đúng sự chính xác như mong muốn. Đây là số xung yêu cầu để động cơ servo hoàn thành một vòng quay mà số xung này phụ thuộc vào số xung cố định trên đĩa encoder của mỗi servo

- Movement amount per rotation (Khoảng di chuyển trên mỗi vòng quay): cài đặt khoảng di chuyển mà cơ cấu cơ khí liên kết với trục động cơ như vít me , bánh răng ... Đơn vị thiết lập có thể là mm đối với chuyển động tịnh tiến, độ với các hệ thống xoay hay trực tiếp tính bằng xung đối với những trường hợp đặc biệt.
- Speed limit value: tốc độ tối đa của đầu trục động cơ được cài đặt để kiểm soát tốc độ của mỗi trục không cho phép vượt quá giới hạn này

**Bảng 2. 6 Thiết lập thông số cơ bản module QD75MH**

Used unit Item		Setting range				Initial value	
		mm	inch	degree	pulse		
Basic parameters 1	Unit setting	0: mm	1: inch	2: degree	3: pulse	3	
	Movement amount per pulse (A)	No. of pulses per rotation (Ap)	1 to 65535 pulse				20000
		Movement amount per rotation (AL)	0.1 to 6553.5µm	0.00001 to 0.65535 inch	0.00001 to 0.65535 degree	1 to 65535pulse	20000
		Unit magnification (Am)	1-fold 10-fold 100-fold 1000-fold				1
	Pulse output mode	0: PLS/SIGN mode 1: CW/CCW mode 2: A phase/B phase (multiple of 4) 3: A phase/B phase (multiple of 1)				1	
	Rotation direction setting	0: Current value increment with forward run pulse output 1: Current value increment with reverse run pulse output				0	
	Bias speed at start	0.01 to 20000000.00 mm/min	0.001 to 2000000.000 inch/min	0.001 to 2000000.000 degree/min	1 to 1000000 pulse/s	0	
Basic parameters 2	Speed limit value	0.01 to 20000000.00 mm/min	0.001 to 2000000.000 inch/min	0.001 to 2000000.000 degree/min	1 to 1000000 pulse/s	200000	
	Acceleration time 0	1 to 8388608ms				1000	
	Deceleration time 0	1 to 8388608ms				1000	



Chế độ	Đặc điểm	Hình ảnh mô tả
<p>Pulse/sign ( xung/ tín hiệu)</p>	<p>Số vòng quay và tốc độ phụ thuộc vào tín hiệu xung. Tín hiệu quay thuận/ nghịch độc lập với xung lệnh điều khiển hướng quay.</p>	
<p>CW/CCW (clock wise/ counter clock wise)</p>	<p>Đối với động cơ servo, việc quay thuận, nghịch không phải cố định mà người ta thường quy ước theo chiều kim đồng hồ. Ta có thể điều khiển chiều quay của servo thông qua 2 ngõ nhận xung. Khi ngõ A nhận thì động cơ quay theo chiều kim đồng hồ, ngõ B nhận thì quay theo chiều ngược lại.</p>	
<p>Pulse/pulse</p>	<p>Hướng quay điều khiển bởi độ lệch pha giữa 2 ngõ phát xung. Quay thuận khi pha B trễ pha hơn pha A 90 độ. Quay nghịch khi pha B sớm pha hơn pha A 90 độ</p>	

Rotation direction setting (Thiết lập hướng quay): chiều quay thuận nghịch của động cơ servo thực tế là không có mặc định. Hướng ngay được chỉ định theo chiều kim đồng hồ hoặc ngược chiều kim đồng hồ. Chính vì thế ta phải thiết lập hướng quay cho bộ điều khiển servo bằng cách cài đặt động cơ quay theo chiều mà giá trị vị trí báo về là dương nghĩa là quay thuận và ngược lại là quay nghịch.

Cài đặt hành trình cho hệ thống: để tranh hỏng hóc cũng như những điều không mong muốn xảy ra khi điều khiển có sai sót, hệ thống cần được chỉ định hành trình di chuyển tối đa. Có 2 cách để cài đặt điều này, cách đầu tiên là cài đặt bằng phần mềm qua các thông số upper limit và lower limit trong parameter của driver servo, cách thứ 2 là dùng các công tắc hành trình hay cảm biến để giới hạn chuyển động cho động cơ

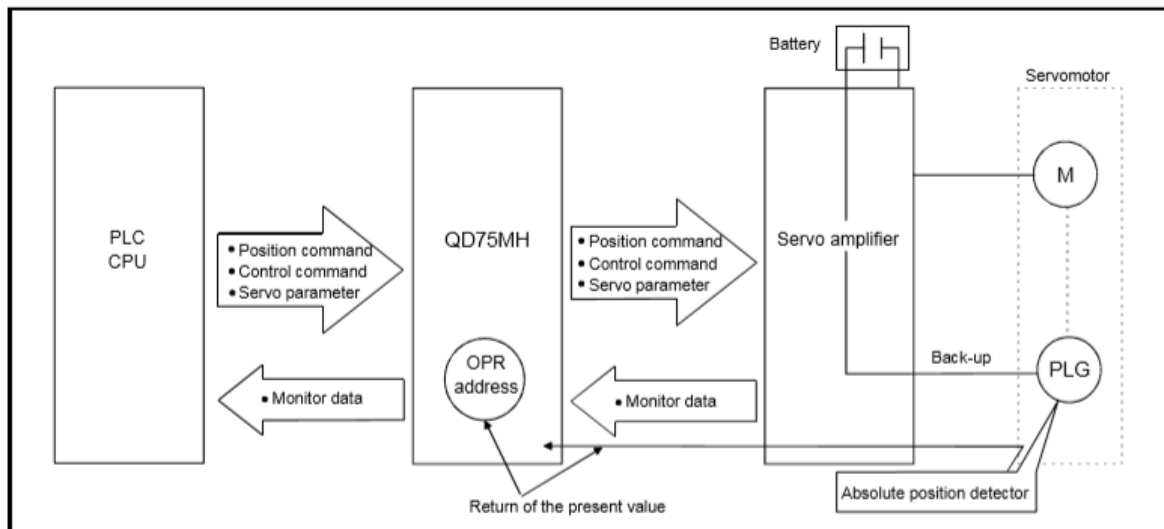
➤ **Thông số chi tiết 1 và 2**

Ngoài các thông số cài đặt mặc định, trong phần cần chú ý cài đặt các thông số của giao diện kết nối thiết bị ngoại vi bao gồm các chân kết nối bộ phát xung ( tốc độ JOG , thời gian tăng tốc , giảm tốc của JOG) và các tín hiệu giới hạn thuận ( FLS), giới hạn nghịch (RLF) để cài đặt giới hạn an toàn cho cơ cấu

**Chế độ OPR**

OPR có thể hiểu là “ Home position return” cụ thể chế độ này cho phép lưu trữ một tọa độ tuyệt đối cố định gọi là OP ( Home position) có thể được cài đặt trong cùng nhớ của module thông minh bằng bộ phát xung . Tọa độ gốc này dựa vào hệ thống phát hiện vị trí tuyệt đối của servo MR-J3 giúp luôn phát hiện vị trí tuyệt đối của động cơ và giữ cho nó hoạt động tốt, không phụ thuộc vào việc bật hay tắt nguồn bộ điều khiển lập trình đa năng. Do đó, một khi vị trí Home được xác định tại thời điểm lắp đặt máy, không cần quay lại vị trí nhà khi bật nguồn sau đó.

Nếu mất điện hoặc xảy ra lỗi, việc khôi phục rất dễ dàng. Ngoài ra, dữ liệu vị trí tuyệt đối, được hỗ trợ bởi pin siêu tụ điện trong bộ mã hóa (CN4), có thể được giữ lại trong khoảng thời gian được chỉ định.



**Hình 2. 17 Sơ đồ truyền nhận và lưu trữ vị trí tuyệt đối**

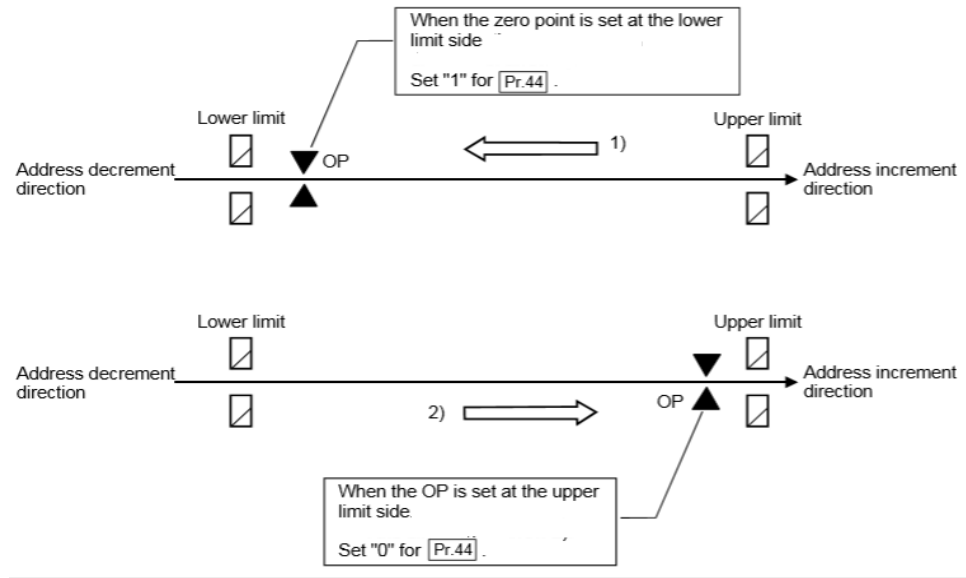
➤ Các thông số cơ bản :

1. OPR method gồm 4 chế độ

- Near-point dog method : sau khi đến điểm giảm tốc Dog thì hoàn thành về home và phát tín hiệu 0
- Count method 1: sau khi đến điểm giảm tốc Dog tiếp tục dịch chuyển thêm một đoạn chỉ định, hoàn thành về home và phát tín hiệu 0
- Count method 2: tương tự count method 1 nhưng ko phát tín hiệu
- Data set method: cho phép cài đặt thủ công OP bằng dữ liệu bộ nhớ

2. OPR direction

- 0: di chuyển theo hướng tăng của địa chỉ vị trí
- 1: di chuyển theo hướng giảm của địa chỉ vị trí

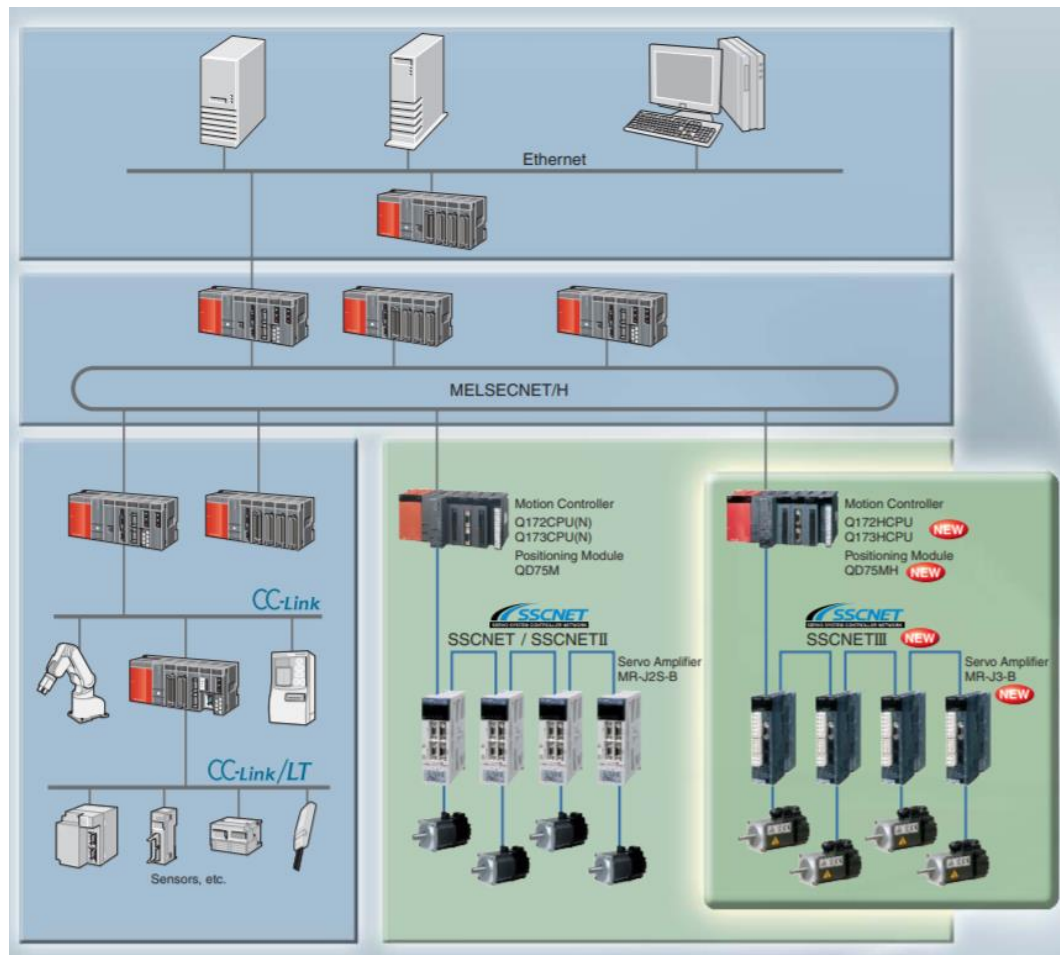


***Hình 2. 18 Hướng của chuyển động OPR***

3. Và một số thông số cơ bản khác như OP address ( hệ thống Abs) và OPR speed ( tốc độ khi bắt đầu vào chế độ OPR)

**2.5 Tổng quan về giao diện SSCNET(Servo System Controller Network)**

Khi công nghệ servo đã được cải tiến đáng kể. Để điều khiển các thiết bị hiệu suất cao và độ chính xác cao không thể sử dụng các lệnh xung thông thường hoặc các tín hiệu tương tự do có tần số xung giới hạn cho tốc độ cao hoặc kiểm soát độ chính xác cao sẽ dễ bị tổn thương do nhiễu đường dây, sụt điện áp do chiều dài cáp và độ lệch nhiệt độ. SSCNET được tạo ra để giải quyết các vấn đề này giúp các hoạt động mượt mà hơn với tốc độ và độ chính xác cao. Hệ thống kết nối giao tiếp nối tiếp trong SSCNET cho phép dễ dàng điều khiển đồng bộ mô tơ servo và hệ thống định vị tuyệt đối có cấu trúc và kết nối một chạm với đầu nối giúp đơn giản hóa việc nối dây. SSCNET bao gồm cáp kim loại SSCNET / SSCNETII và cáp quang SSCNETIII.



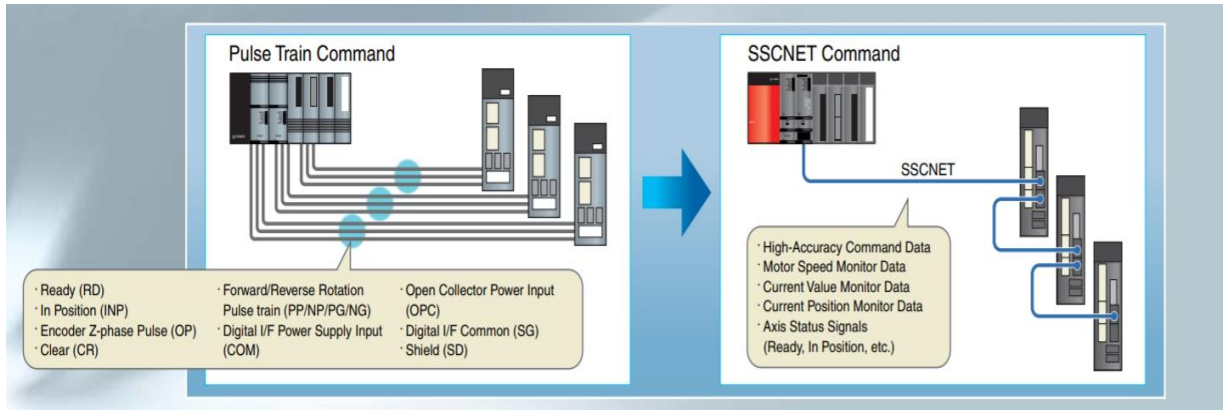
hình 2. 19 Sơ đồ phân cấp mạng

### 2.5.1 Ưu điểm của SSCNET [9]

- Đặc biệt phù hợp với các giao tiếp đồng bộ phù hợp với các thao tác khởi động đồng bộ nội suy hai trục trong các máy chế biến thực phẩm hoặc máy in
- SSCNET có thể trao đổi khối lượng dữ liệu lớn giữa bộ điều khiển và bộ khuếch đại servo trong thời gian thực. Thông số servo có thể được đặt từ máy tính cá nhân được kết nối với bộ điều khiển trong khi sử dụng bộ điều khiển chuyển động. Tốc độ động cơ, vị trí hiện tại và giá trị điện áp của từng trục có thể được theo dõi bằng chức năng dao động kỹ thuật số
- Cấu trúc vị trí tuyệt đối đơn giản bao gồm một module I / O để gửi và nhận dữ liệu ABS để cấu trúc một hệ thống tuyệt đối với một chuỗi xung lệnh và nối dây cũng được yêu cầu giữa module I / O và bộ khuếch đại servo. SSCNET không

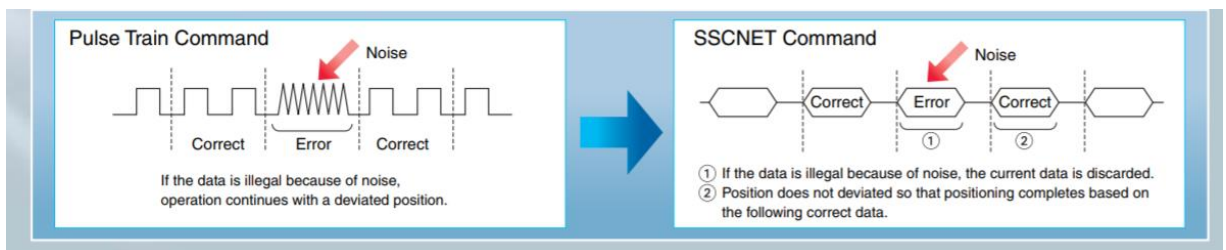
yêu cầu bất kỳ hệ thống dây điện nào, và cấu trúc một hệ thống tuyệt đối là rất dễ dàng. Nhờ có vị trí tuyệt đối hoạt động có thể được khởi động ngay sau khi bật nguồn ngay cả với nhiều trục.

- Giảm số lượng dây nối đáng kể so với cách phát xung thông thường nhờ chỉ cần một dây cáp quang chuyên dụng để kết nối giữa 2 thiết bị



**hình 2. 20 SSCNET sử dụng ít dây hơn phát xung thông thường**

- SSCNET cung cấp độ chính xác cao và độ tin cậy kết nối đối với các hoạt động truyền thông dữ liệu của nó. Khi có lỗi xảy ra trong quá trình giao tiếp, dữ liệu hiện tại bị loại bỏ và dữ liệu bình thường hiện tại được sử dụng để thay thế.

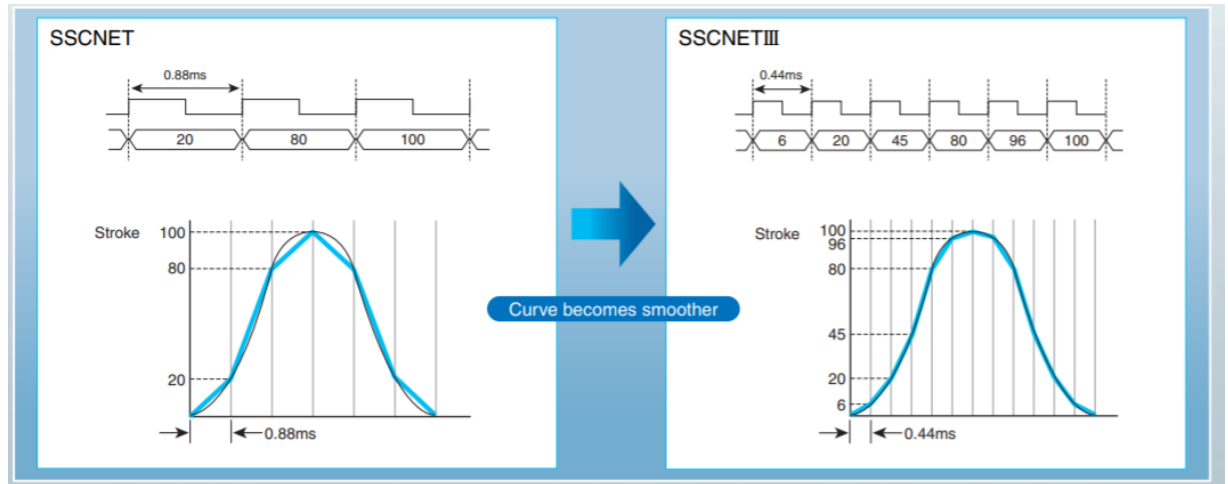


**hình 2. 21 Khả năng tự thay thế dữ liệu lỗi của SSCNET**

**2.5.2 SSCNET III [10]**

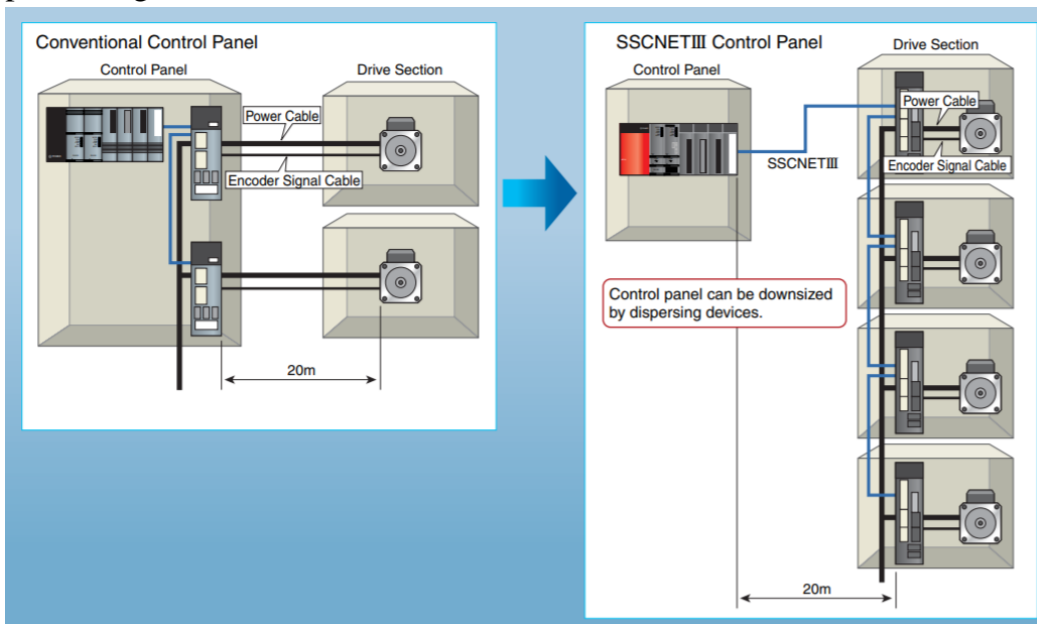
SSCNET III là mạng kết nối điều khiển một hệ thống servo mới nhất của hãng Mitsubishi cho phép các liên lạc song công tốc độ cao có mức độ chịu nhiễu vượt trội bằng cách sử dụng một hệ thống truyền thông cáp quang. Hệ thống này được xây dựng để đồng bộ các kết nối nối tiếp nhau của các sản phẩm thuộc Mitsubishi Electric Automation. Những tính năng nổi trội đặc biệt:

- Chu kỳ giao tiếp lệnh (chu trình truyền thông) đến bộ khuếch đại servo được cải thiện ( từ SSCNET : 0,88ms đến SSCNETIII: 0,44ms) bằng cách tăng tốc độ liên lạc từ 5,6Mbps đã lên đến 50Mbps. Sự cải thiện này cũng cho phép độ chính xác đồng bộ hóa và độ chính xác tốc độ / vị trí được tăng cường.[]



**hình 2. 22 So sánh tốc độ truyền của SSCNET và SSCNET III**

- Chiều dài cáp tín hiệu lên đến 50m giữa những thiết bị giúp giảm chiều dài dây cáp nguồn và dây encoder trong các hệ thống lớn có phần điều khiển cách xa phần động lực.



**Hình 2. 23 Ưu điểm về chiều dài của cáp SSCNET III**

- Khi kết nối với bộ servo MR-J3B, SSCNETIII thực hiện các hoạt động nhanh hơn và mượt mà hơn cho tốc độ cao hơn (6000r/p) và độ chính xác cao hơn (262144p/rev)
- Cải thiện khả năng chống nhiễu nhờ sử dụng các lõi sợi quang giúp giảm đáng kể nhiễu gây ra từ các sợi cáp cấp nguồn hoặc các thiết bị công suất bên ngoài

Item		SSCNETIII		SSCNETII	SSCNET
Communication Medium		Optical Fiber Cable		Metal Cable	Metal Cable
		Standard Cord for Inside Panel Standard Cable for Outside Panel	Long-Distance Cable (Note-1)		
Communication Speed		50Mbps		5.6Mbps	5.6Mbps
Communication Cycle (Note-2)	Send	0.44ms/0.88ms		0.88ms	0.88ms/1.77ms/3.55ms
	Receive	0.44ms/0.88ms		0.88ms	3.55ms
Maximum Control Axes per System		Communication Cycle 0.44ms : 8 axes/system Communication Cycle 0.88ms : 16 axes/system		6 axes/system	8 axes/system
Transmission Distance		Maximum 20m between Stations Maximum Overall Distance 320m (20m x 16 axes)	Maximum 50m between Stations Maximum Overall Distance 800m (50m x 16 axes)	Overall Distance 30m	Overall Distance 30m
Noise Resistance		○		○	○

**Hình 2. 24 Bảng so sánh giữa SSCNET III và các thế hệ trước**



## **CHƯƠNG 3: YÊU CẦU ĐIỀU KHIỂN VÀ PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN**

### **3.1 Mô tả qui trình làm việc của hệ thống**

Trong môi trường công nghiệp hiện đại, việc sử dụng kết hợp giữa xử lý ảnh và robot công nghiệp không còn quá xa lạ với chúng ta. Trong thời đại 4.0, công cụ xử lý ảnh ngày càng được cải tiến và có thể thực hiện được nhiều công việc như:

- ✓ Xác định màu sắc
- ✓ Xác định kích thước
- ✓ Xác định vị trí
- ✓ Kiểm tra sản phẩm lỗi
- ✓ Xác định độ nghiêng
- ✓ Xác định góc quay
- ✓ Đọc mã vạch sản phẩm ....v.v...

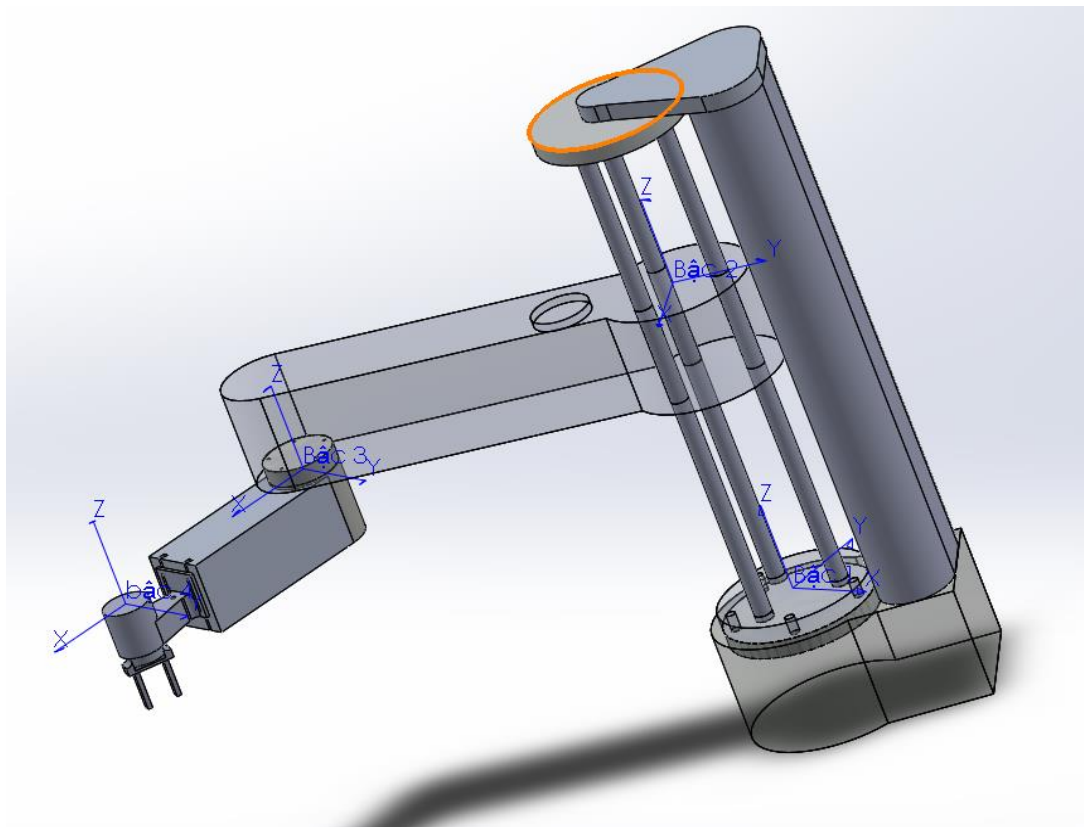
Hiện nay, các camera công nghiệp được tích hợp sẵn các phần mềm xử lý giúp chúng ta dễ dàng hơn trong việc kết hợp với PLC trong dây chuyền hệ thống. Chúng ta không cần sử dụng các ngôn ngữ lập trình phức tạp như Visual C, Python,... nữa, mà thay vào đó chúng ta chỉ kết nối camera và PLC bằng cổng Ethernet IP. Rồi sau đó thiết lập chức năng và truyền thông của camera bằng phần mềm In-Sight. Quá trình điều khiển trở nên đơn giản hơn nhưng mang lại hiệu quả cao hơn so với xử lý ảnh truyền thống (có thể lý lên tới 120 khung hình trên 1 giây).

Qua việc tìm hiểu, nhiều hệ thống thực tế, Chúng em quyết định xây dựng lên hệ thống robot phân loại sản phẩm dùng camera công nghiệp. Loại camera chúng em sử dụng là dòng sản phẩm In-sight 5110. Dòng camera này có chức năng là xác định giá trị Barcode. Nhưng ngoài ra, Camera này còn thể xác định vị trí, góc quay vật dựa theo vị trí, góc quay của Barcode. Trong hệ thống này, chúng em sử dụng 4 chức năng của camera, bao gồm:

- ✓ Vị trí vật theo phương X
- ✓ Vị trí vật theo phương Y
- ✓ Góc quay của vật
- ✓ Giá trị Barcode

Sau quá trình Camera xử lý hình ảnh xong, thì chúng ta phải có một cơ cấu gắp vật di chuyển từ vị trí này qua vị trí khác. Qua sự phân tích ưu nhược điểm của các loại robot công nghiệp ở chương trên, chúng em quyết định cơ cấu dòng SCARA ROBOT. Robot sử dụng 4 động cơ servo MR-J3B có dải công suất 100-400W được điều khiển thông qua bộ điều khiển thông minh 4 trục QD75MH4. Các động cơ truyền động tới các khớp di chuyển thông qua hệ thống Puly và dây curoa. Thông qua một số giải thuật điều khiển mà chúng em có thể điều khiển robot di chuyển theo ý muốn.

Và một điều quan trọng không thể thiếu là hệ thống vận chuyển. Ở đây chúng em dùng một động cơ Servo MR-J3B 200W thông qua bộ hộp số 1/5 để kéo băng tải di chuyển.



**Hình 3. 1 Bản vẽ hệ tọa độ trục SCARA Robot**

### **3.2 Tính toán động học SCARA Robot**

#### **Ký hiệu**

- **L1:** chiều dài cánh tay bậc 1

- **L2**: Chiều dài cánh tay bậc 3
- **$\alpha$** : Góc xoay trục 1
- **$\beta$** : Góc xoay trục 3
- **$\gamma$** : góc xoay trục 4

**a) Động học thuận**

$$Px = L1 * \cos \alpha + L2 * \cos(\alpha + \beta) \quad (3.1)$$

$$Py = L1 * \sin \alpha + L2 * \sin(\alpha + \beta) \quad (3.2)$$

$$Pz = k * \mu \quad (3.3)$$

**b) Động học nghịch**

Nếu  $Px=0$  thì ta có  **$\alpha_1 = 90^\circ$**

Nếu  $Px \neq 0$  thì ta có  **$\alpha_1 = \tan^{-1} \frac{Py}{Px}$**

Ta có:

$$L2^2 = L1^2 + (Px^2 + Py^2) - 2L1 * \sqrt{Px^2 + Py^2} * \cos \alpha_2 \quad (3.4)$$

$$\Leftrightarrow \cos \alpha_2 = \frac{L1^2 + (Px^2 + Py^2) - L2^2}{2L1 * \sqrt{Px^2 + Py^2}}$$

$$\Leftrightarrow \alpha_2 = \cos^{-1} \left( \frac{L1^2 + (Px^2 + Py^2) - L2^2}{2L1 * \sqrt{Px^2 + Py^2}} \right) \quad (3.5)$$

$$Px^2 + Py^2 = L1^2 + L2^2 + 2L1 * L2 * \cos \beta \quad (3.6)$$

$$\Leftrightarrow \cos \beta = \frac{Px^2 + Py^2 - L1^2 - L2^2}{2L1 * L2}$$

$$\Leftrightarrow \beta = \cos^{-1} \left( \frac{Px^2 + Py^2 - L1^2 - L2^2}{2L1 * L2} \right) \quad (3.7)$$

$\Leftrightarrow$  Nếu  $Px < 0$  thì ta có  **$\alpha_2 = \alpha_2 + 180$**

Xét trục 3 xoay theo chiều âm ta có

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 \quad (3.8)$$

$$\beta = -\beta \quad (3.9)$$

Nếu  $\alpha > 180$  thì  $\alpha = \alpha - 360$

$$\text{Đề trục 4 xoay theo chiều song song với bảng tải thì } \gamma = 90 - \alpha - \beta \quad (3.10)$$

Vì trục Z di chuyển độc lập nên sẽ không phụ thuộc vào 3 trục còn lại. Cho nên ta có phương trình như sau:

$$\mu = \frac{Pz}{k} \quad (3.11)$$

$\mu$  : góc quay của trục Z

$Pz$ : Tọa độ trục z mong muốn

$k$  : hằng số có giá trị là bước vít me (10mm/r)

### **3.3 Quy trình vận hành hệ thống**

Hệ thống chúng em bao gồm 2 chế độ chính:

- Manual
- Auto

#### **3.3.1 Chế độ Manual**

Ở chế độ này, chúng em thực hiện 4 chức năng chính, bao gồm:

- Chạy JOG Robot bằng tay phát xung
- Cài đặt điểm home cho Robot
- Chạy về home
- Chạy tới vị trí chờ

##### **a. Chạy JOG**

**Bước 1:** Đầu tiên chúng ta phải vặn chìa khóa trên HMI về vị trí ON để bật động cơ

**Bước 2:** Chúng nhấn nút Manual trên HMI để chọn chế độ Manual

**Bước 3:** Chúng ta chọn độ phân giải bằng nút vặn ở phía trên bên phải của bộ phát xung. Nút vặn có 3 nấc tương ứng là x1,x10,x100.

**Bước 4:** Chúng ta chọn trục di chuyển bằng nút vặn bên trái của bộ phát xung. Nút vặn này có 6 nấc: OFF,1,2,3,4,5. Nhưng vì Robot chỉ có 4 trục nên chúng ta chỉ sử dụng 5 chế độ: OFF, 1,2,3,4.

**Bước 5:** Để di chuyển robot, chúng ta quay nút phát xung ở chính giữa bộ phát xung.

##### **b. Cài đặt điểm Home**

**Bước 1:** Chạy JOG từng trục đến vị trí muốn cài đặt điểm Home

**Bước 2:** Nhấn nút cài đặt điểm HOME trên màn hình tương ứng là Set 1 (trục 1), Set 2 (trục 2), Set 3 (trục 3), Set 4 (trục 4).

### **c. Chạy về điểm Home**

**Bước 1:** Đầu tiên chúng ta phải vặn chìa khóa trên HMI về vị trí ON để bật động cơ

**Bước 2:** Chúng nhấn nút Manual trên HMI để chọn chế độ Manual

**Bước 3:** Nhấn nút Return Home

### **d. Chạy đến điểm chờ**

**Bước 1:** Đầu tiên chúng ta phải vặn chìa khóa trên HMI về vị trí ON để bật động cơ

**Bước 2:** Chúng nhấn nút Manual trên HMI để chọn chế độ Manual

**Bước 3:** Nhấn nút Return Waiting Pos

### **3.3.2 Chế độ Auto**

Khi chạy ở chế độ, hệ thống cần cự phối hợp nhuần nhuyễn giữa tất cả các khâu.

Các bước thực hiện cho người vận hành:

**Bước 1:** Cho phép camera online bằng phần mềm In-Sight Explorer

**Bước 2:** Vặn chìa khóa trên HMI về vị trí ON để bật động cơ

**Bước 3:** Nhấn nút Auto trên HMI để chọn chế độ Auto

**Bước 4:** Cài đặt vận tốc băng tải bằng màn hình HMI

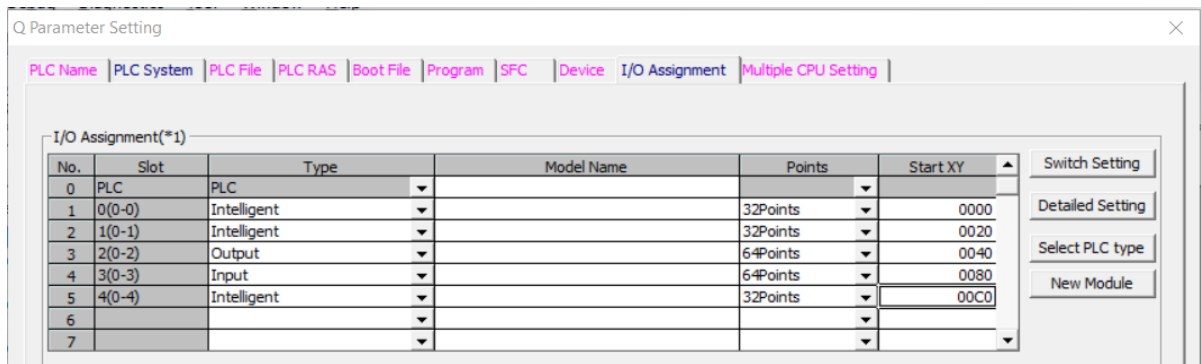
**Bước 5:** Nhấn nút Start trên HMI để chạy băng tải

**Bước 6:** Cấp vật lên vị trí trước camera

Sau khi người vận hành thực hiện đủ 6 bước như trên, thì robot sẽ tự động thực hiện các giải thuật tương ứng để phân loại và gấp vật ra khỏi băng tải.

## **3.4 Cài đặt thông số hệ thống [1]**

- ❖ Cài đặt cấu hình cho PLC bằng phần mềm Gx Work 2
  - ✓ Cấu hình module và gắn địa chỉ IO

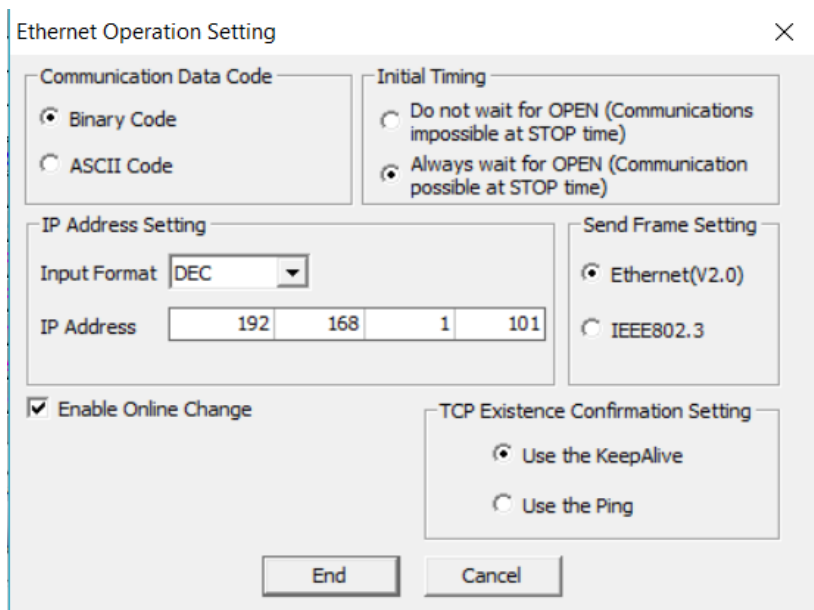


Hình 3. 2 Cấu hình bộ điều khiển trung tâm

Cần chú ý số lượng lưu trữ dữ liệu của mỗi module để cài đặt địa chỉ chính xác, thứ tự các module có thể thay đổi cho nhau

✓ Cấu hình module Ethernet QJ71-E71

	Module 1	Module 2
Network Type	Ethernet	None
Start I/O No.	00C0	
Network No.	1	
Total Stations		
Group No.	0	
Station No.	6	
Mode	Online	





- ❖ Cấu hình Servo bằng phần mềm Gx Work 2
  - ✓ Khai báo module QD75-MH4 và QD75-MH1

New Module ✕

**Module Selection**

Module Type: QD75 Type Positioning Module

Module Name: QD75MH4

---

**Mount Position**

Base No.: Main Base    Mounted Slot No.: 4    Acknowledge I/O Assignment

Specify start XY address: 00C0 (H)    1 Slot Occupy [32 points]

---

**Title setting**

Title:  

OK
Cancel

- ✓ Khai báo và cài đặt thông số Servo trong Servo\_Parameter

Servo amplifier series	Used to select the servo amplifier series, which is connected to the QD75MH.			
Servo series	1:MR-J3-B	1:MR-J3-B	1:MR-J3-B	1:MR-J3-B
<b>Basic setting parameters</b>	<b>Set basic setting in this parameter.</b>			
<b>Control Mode</b>	<b>Use to select the control mode.</b>			
Control construction selection	0	0	0	0
<b>Regenerative brake option</b>	<b>Used to select the regenerative brake option.</b>			
Regenerative brake option	00h:Not use option at 7kw or less amplifier	00h:Not use option at 7kw or less amplifier	00h:Not use option at 7kw or less amplifier	00h:Not use option at 7kw or less amplifier
<b>Absolute position detection system</b>	<b>Used to select the absolute position detection system.</b>			
Absolute position detection system selection	1:Valid	1:Valid	1:Valid	1:Valid
<b>Function selection A-1</b>	<b>Used to select the forced stop of the servo amplifier.</b>			
Forced stop input selection	1:Invalid(Not use forced stop input)	1:Invalid(Not use forced stop input)	1:Invalid(Not use forced stop input)	1:Invalid(Not use forced stop input)
<b>Auto tuning mode</b>	<b>Set the item presumed in auto tuning mode</b>			
Gain adjustment mode	1:Automatic Tuning Mode1	1:Automatic Tuning Mode1	3:Manual Mode	0:Interpolation Mode
Auto tuning response	12:37.0Hz	12:37.0Hz	12:37.0Hz	12:37.0Hz
In-position range	100 pulse	100 pulse	100 pulse	100 pulse
Rotation direction selection	1:CW direction in increasing positioning address	1:CW direction in increasing positioning address	1:CW direction in increasing positioning address	1:CW direction in increasing positioning address
Encoder output pulses	4000 pulse/rev	4000 pulse/rev	4000 pulse/rev	4000 pulse/rev
Encoder output pulses 2	0	0	0	0

- ✓ Cài đặt thông số định mức cho các trục trong Parameter

Item	Axis #1	Axis #2	Axis #3	Axis #4
<b>Basic parameters 1</b>	<b>Set according to the machine and applicable motor when system is started up.(This parameter become valid when the PLC READY signal [Y0] turns from OFF to ON)</b>			
Unit setting	0:mm	0:mm	0:mm	0:mm
No. of pulses per rotation	262144 pulse	262144 pulse	262144 pulse	262144 pulse
Movement amount per rotation	7179.5 um	10000.0 um	43200.0 um	201600.0 um
Unit magnification	1:x1 Times	1:x1 Times	1:x1 Times	1:x1 Times
<b>Basic parameters 2</b>	<b>Set according to the machine and applicable motor when system is started up.</b>			
Speed limit value	10000.00 mm/min	20000.00 mm/min	86400.00 mm/min	1000000.00 mm/min
Acceleration time 0	10 ms	10 ms	10 ms	1000 ms
Deceleration time 0	10 ms	10 ms	10 ms	1000 ms
<b>Detailed parameters 1</b>	<b>Set according to the system configuration when the system is started up.(This parameter become valid when the PLC READY signal [Y0] turns from OFF to ON)</b>			

- ✓ Cài đặt thông số chạy JOG cho các trục trong Parameter



Detailed parameters 2	Set according to the system configuration when the system is started up. (Set as required.)			
Acceleration time 1	200 ms	1000 ms	1000 ms	1000 ms
Acceleration time 2	200 ms	1000 ms	1000 ms	1000 ms
Acceleration time 3	1000 ms	1000 ms	1000 ms	1000 ms
Deceleration time 1	200 ms	1000 ms	1000 ms	1000 ms
Deceleration time 2	1000 ms	1000 ms	1000 ms	1000 ms
Deceleration time 3	1000 ms	1000 ms	1000 ms	1000 ms
JOG speed limit value	2000.00 mm/min	20000.00 mm/min	60000.00 mm/min	200.00 mm/min
JOG operation acceleration time selection	0:10	0:10	0:10	0:1000
JOG operation deceleration time selection	0:10	0:10	0:10	0:1000

✓ Cài đặt thông số cho chế độ về Home trong Parameter

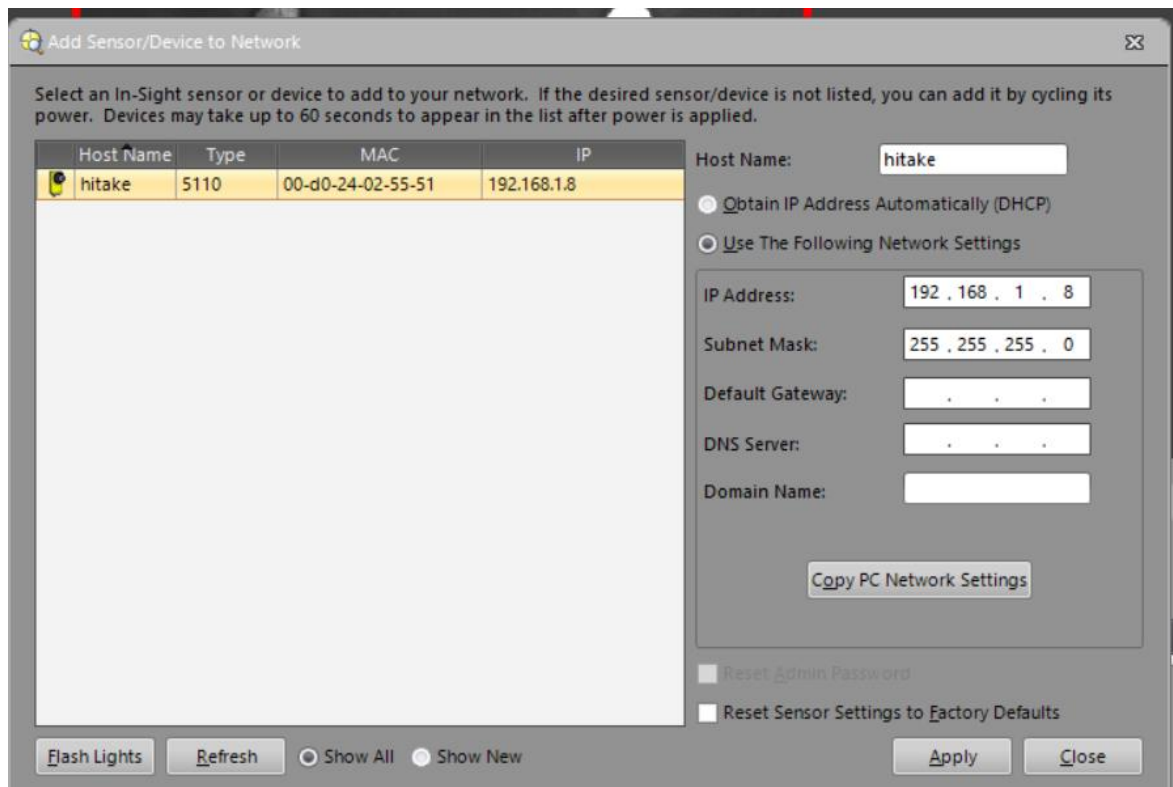
OPR basic parameters	Set the values required for carrying out OPR control.(This parameter become valid when the PLC READY signal [Y0] turns from OFF to ON)			
OPR method	6:Data Set Method	6:Data Set Method	6:Data Set Method	6:Data Set Method
OPR direction	1:Reverse Direction(Address Decrease Direction)	1:Reverse Direction(Address Decrease Direction)	1:Reverse Direction(Address Decrease Direction)	1:Reverse Direction(Address Decrease Direction)
OP address	0.0 um	0.0 um	0.0 um	0.0 um
OPR speed	600.00 mm/min	200.00 mm/min	20.00 mm/min	500.00 mm/min
Creep speed	0.01 mm/min	0.01 mm/min	0.01 mm/min	0.01 mm/min
OPR retry	0:Do not retry OPR with limit switch	0:Do not retry OPR with limit switch	0:Do not retry OPR with limit switch	0:Do not retry OPR with limit switch

✓ Nhập dữ liệu cho Positioning Data các trục

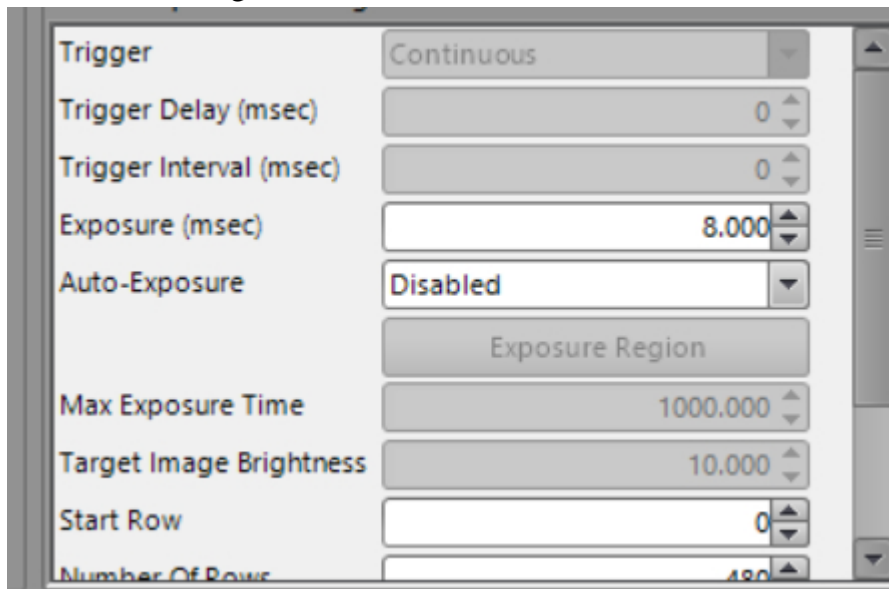


No.	Operation pattern	Control system	Axis to be interpolated	Acceleration time No.	Deceleration time No.
1	3:LOCATION	1Ah:ABS line 4	-	1:200	1:200
	<Positioning Comment>				
2	3:LOCATION	1Ah:ABS line 4	-	1:200	0:10
	<Positioning Comment>				
3	3:LOCATION	1Ah:ABS line 4	-	0:10	0:10
	<Positioning Comment>				
4	3:LOCATION	1Ah:ABS line 4	-	0:10	0:10
	<Positioning Comment>				
5	3:LOCATION	1Ah:ABS line 4	-	0:10	0:10
	<Positioning Comment>				

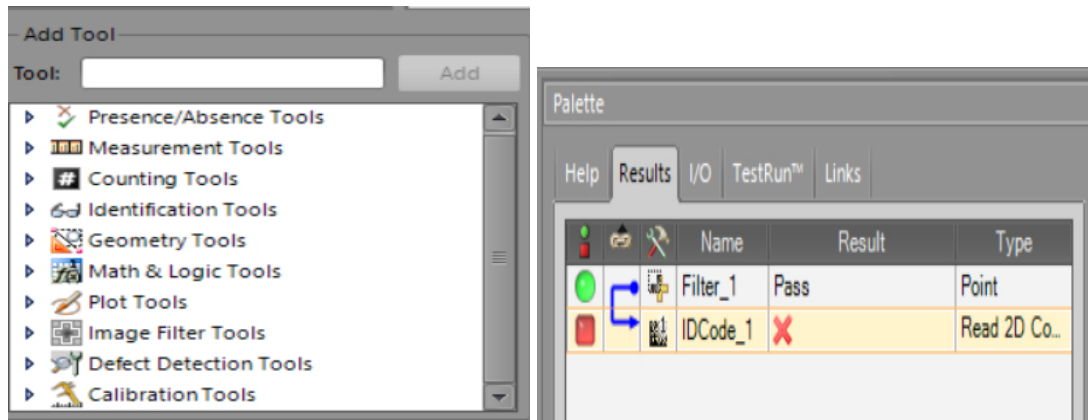
- ❖ Cấu hình Camera In-Sight 5110 bằng phần mềm In-Sight Explorer [7]
  - ✓ Cài đặt địa chỉ cho camera



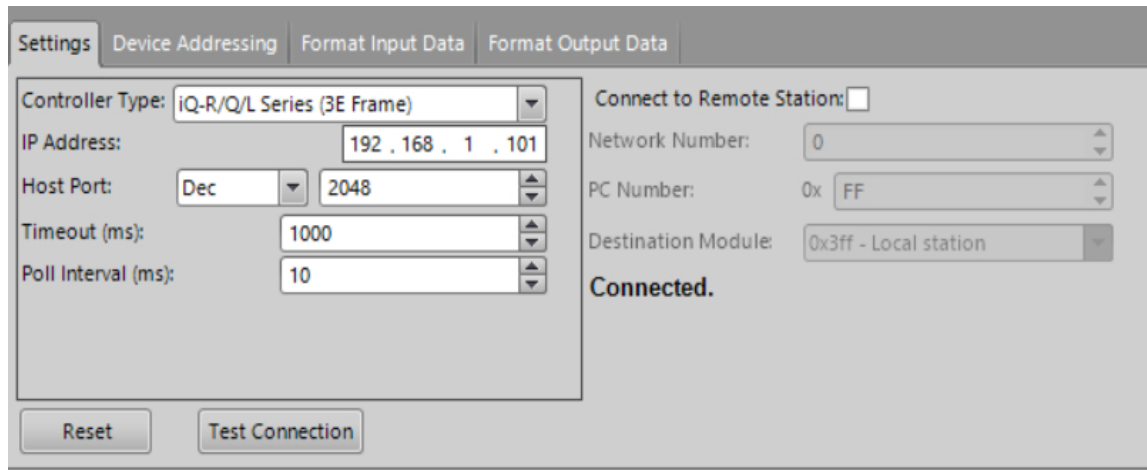
- ✓ Hiệu chỉnh thông số cho camera



- ✓ Thiết lập chức năng



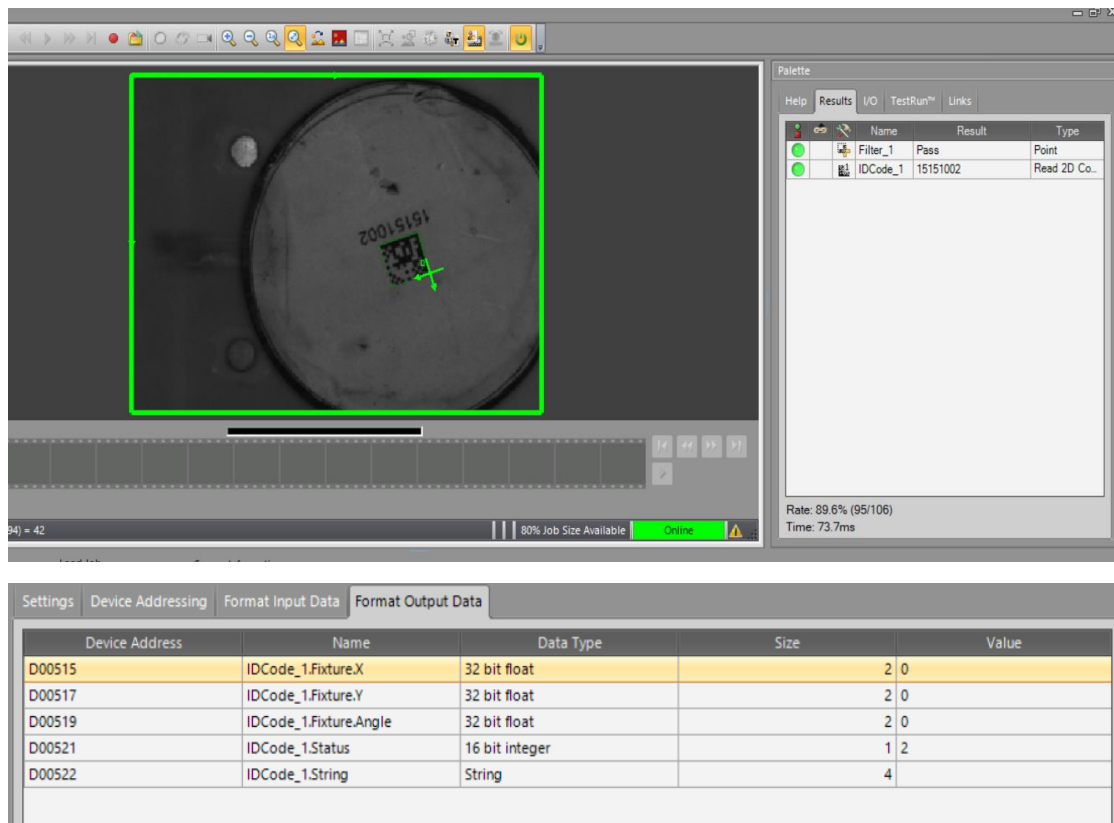
- ✓ Thiết lập truyền thông với PLC



- ✓ Thiết lập địa chỉ vùng nhớ trong PLC

Name	Selected Device	Offset	Number of Devices	Description
Control	D - Data Regist	500	2	Starting PLC address of the vision control block.
Status	D - Data Regist	502	2	Starting PLC address of the vision status block.
Input Block	D - Data Regist	505	5	Starting PLC address of the user data block.
Output Block	D - Data Regist	510	17	Starting PLC address of the inspection results block.
Command	D - Data Regist	535	100	Starting PLC address of the command string.
Command Result	D - Data Regist	635	100	Starting PLC address of the command result data.

- ✓ Hình ảnh và số liệu đọc được



*hình 3. 5 Thông số đọc về từ camera*

- ❖ Viết chương trình điều khiển
  - ✓ Viết chương trình chính
  - ✓ Viết chương trình con
  - ✓ Viết các hàm Function Block
- ❖ Thiết kế giao diện HMI
 

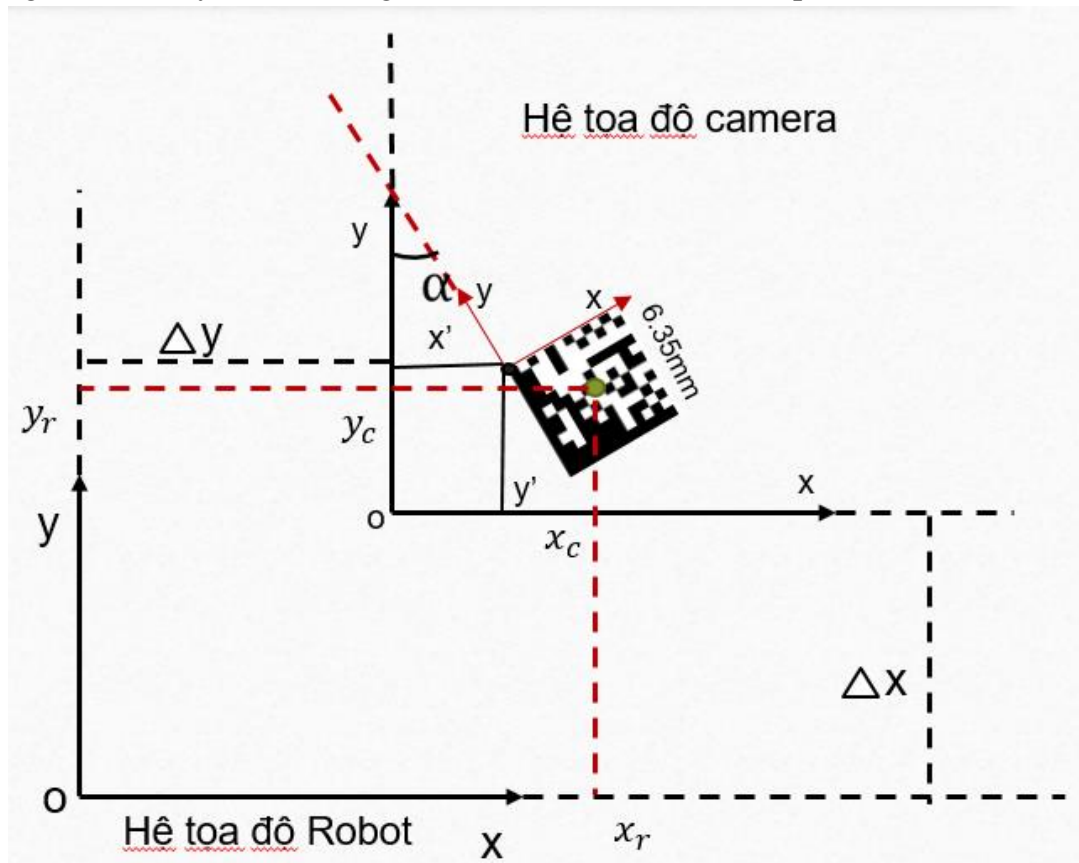
HMI gồm 3 màn hình :

  - Manual: cho phép hiệu chỉnh vị trí Home của hệ thống bằng bộ phát xung tay
  - Auto hiển thị tốc độ các trục của robot và tốc độ băng tải
  - Monitor hiển thị thông số barcode và vị trí của tay máy
- ❖ Tinh chỉnh lại thông số khi chạy thử

### **3.5 Giải thuật chương trình**

Để điều khiển đồng bộ tốc độ và gắp vật sẽ cần giải quyết bài toán vị trí và tốc độ

- ❖ **Vị trí :** Vị trí được trả về từ camera như hình 3.5 bao gồm tọa độ điểm góc và góc xoay của vật trong hệ tọa độ camera có kích thước khung hình 640x480 pixel(). Các thông số vị trí này cần đổi sang hệ tọa độ Robot để có thể lập trình:



Với :

$x_c, y_c$  : Tọa độ của tâm barcode trong hệ tọa độ camera

$x_r, y_r$ : Tọa độ của tâm barcode trong hệ tọa độ Robot

$x', y'$  : Tọa độ của điểm góc barcode được đọc về từ camera

$\alpha$  : góc xoay của barcode so vs tọa độ camera

$\Delta x, \Delta y$ : khoảng cách từ cánh tay đến camera

Có thể sử dụng hình học để tính được tọa độ của barcode trong hệ tọa độ camera có dạng :

$$x_c = \frac{6.35}{\sqrt{2}} * \cos(-45 + \alpha) \Rightarrow x_r = x_c + \Delta x \quad (3.12)$$

$$y_c = \frac{6.35}{\sqrt{2}} * \sin(-45 + \alpha) \Rightarrow y_r = y_c + \Delta y \quad (3.13)$$

Tọa độ  $x_r$  theo công thức (1) là giá trị không đổi trong quá trình chuyển động sẽ được gán vô giá trị  $Px$  của động học ngược được tính ở mục 3.2. Với chiều chuyển động được chọn là theo trục y của cánh tay tọa độ  $y_r$  sẽ được gán vào giá trị đọc được của encoder băng tải :

$$\begin{aligned} Px_{out} &= Px_{in} + 343 \\ Py_{out} &= \frac{(Py_{in} - CVR)}{1000} + 430 - \Delta x - Speed * 2.7 \end{aligned} \quad (3.14)$$

Với:

- ✚  $Px_{in}$ : Vị trí theo phương x từ dữ liệu nhóm 1
- ✚  $Py_{in}$ : Vị trí theo phương y từ dữ liệu nhóm 1
- ✚  $CVR$ : Vị trí Encoder băng tải tại thời điểm  $\Delta x = 0$
- ✚  $Speed$ : Vận tốc băng tải
- ✚  $Px_{out}$ : Vị trí tâm vật theo phương x được gán theo hệ tọa độ Robot
- ✚  $Py_{out}$ : Vị trí tâm vật theo phương y được gán theo hệ tọa độ Robot
- ✚ 2.7 là tổng thời gian chờ từ khi bắt đầu tính toán đến khi bắt kịp vật

Sau khi xác định được tọa độ của vật thì chúng ta phải tính toán góc quay của mỗi bậc động cơ sao cho có thể đáp ứng được vị trí đó. Nguyên lý tính toán động học đã được giải thích ở phần 3.2.

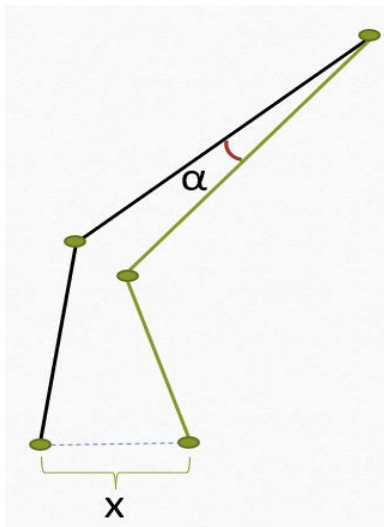
❖ **Vận tốc:** Sau khi tính toán xong động học nghịch, chúng ta phải tính toán vận tốc của bậc 1 sao cho tay gấp di chuyển được đều.

Trong đó:

$\alpha = |Angle_{new} - Angle_{old}|$  : là góc lệch giữa 2 vị trí liền kề nhau.

$x=1mm$ : là khoảng cách giữa 2 điểm liền kề nhau

Chúng em đã xây dựng phương trình tính toán như sau:



✓ Tính thời gian băng tải di chuyển được 1mm:

$$t = \frac{1}{speed} \text{ min} \quad (3.15)$$

✓ Tính vận tốc quay của bậc 1:

$$v = \frac{\alpha}{t} \text{ deg/min} \quad (3.16)$$

Sau khi tính toán xong, thì chúng ta tiến hành ghi dữ liệu góc quay và vận tốc vào từng Positon\_data từ 2-52

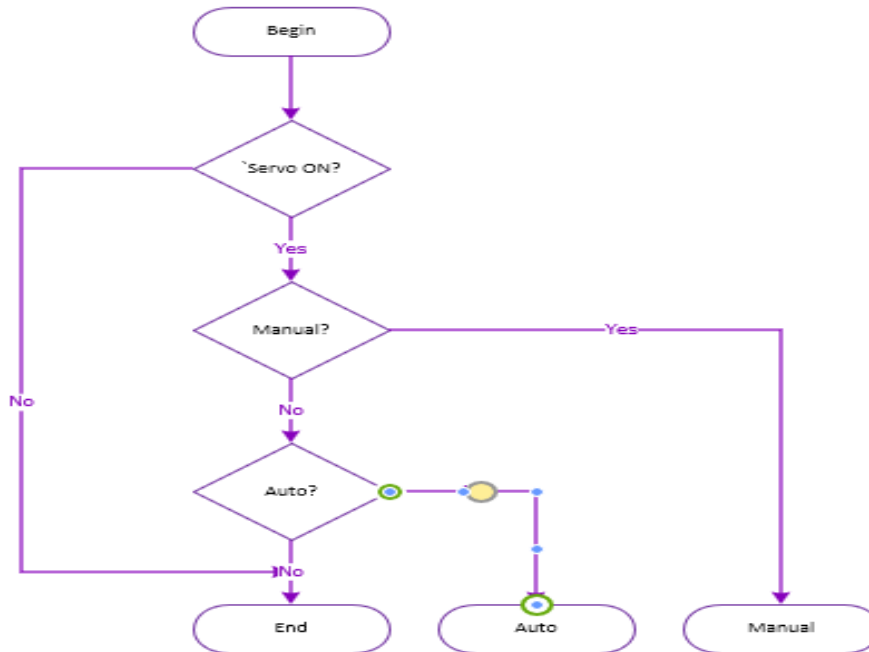
Sau mỗi lần quét thì position\_data tăng lên 1. Khi ghi đủ 50 data thì kích bit Q lên mức 1.

### 3.6 Chương trình điều khiển

#### 3.6.1 Chọn chế độ

Chúng em thiết kế hệ thống hoạt động dựa trên 2 chế độ chính : Auto và Manual.

Lưu đồ khối chọn chế độ như sau:

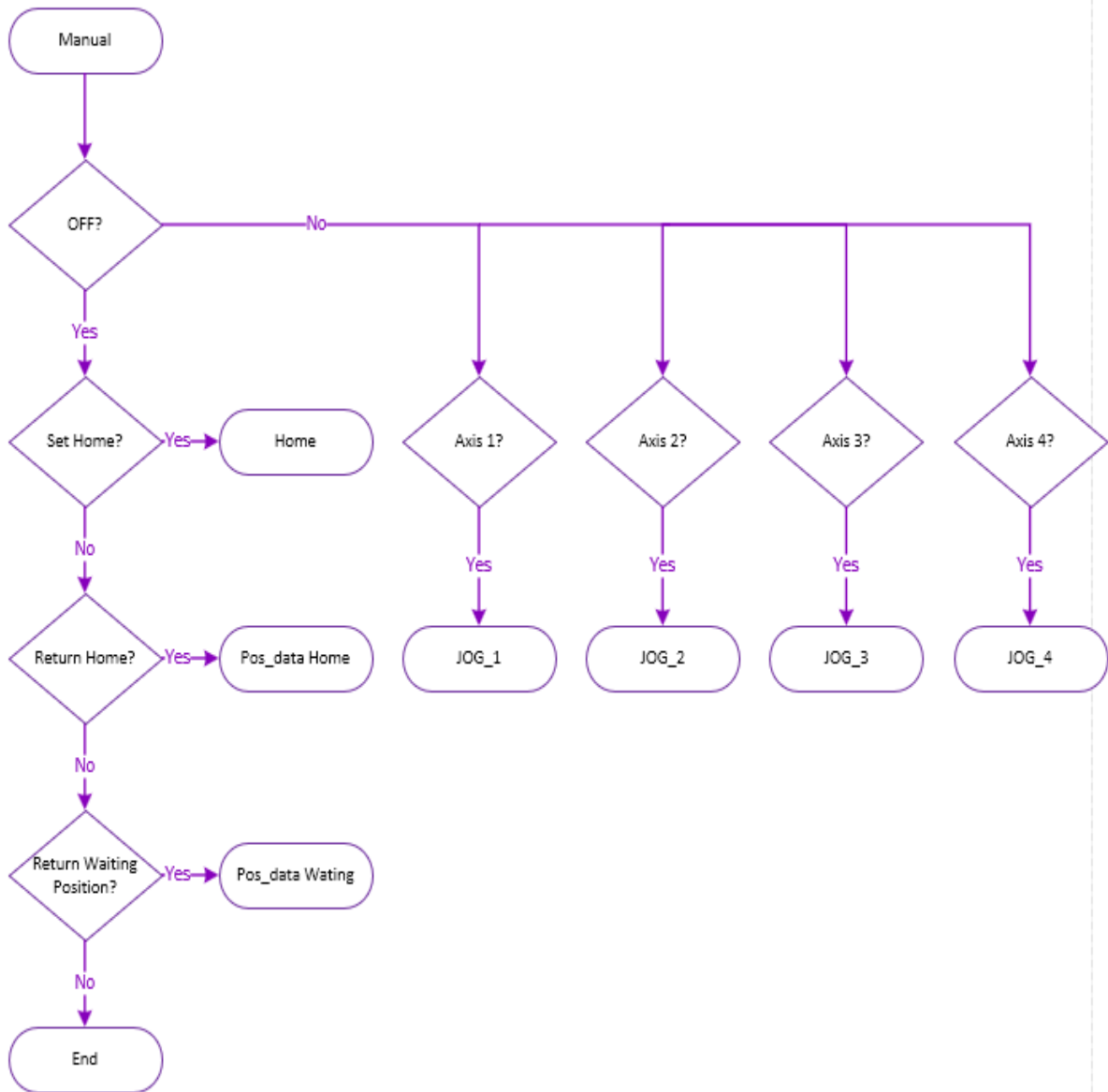


Hình 3. 6 Lưu đồ khối chọn chế độ

**3.6.2 Chế độ Manual**

Ở chế độ này, Hệ thống sẽ thực hiện theo 4 chức năng:

- ✓ Chạy JOG
- ✓ Cài đặt điểm Home
- ✓ Chạy về điểm Home
- ✓ Chạy về điểm chờ



**Hình 3. 7 Lưu đồ chế độ Manual**

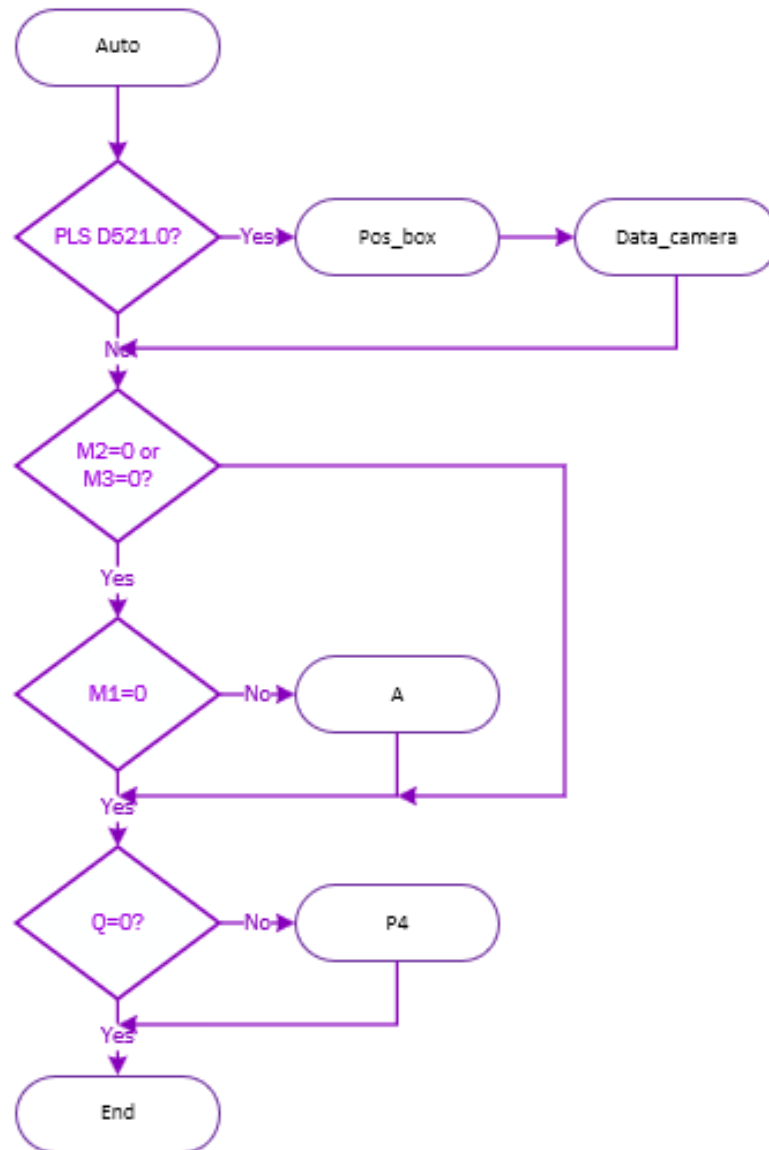


**3.6.3 Chế độ Auto**

Khi camera đọc được mã vạch, PLC sẽ tiến hành xử lý dữ liệu từ camera trả về.

Sau đó PLC sẽ thực hiện các bước tính toán động học nghịch và ghi dữ liệu vào Position data

Cuối cùng, PLC gọi các Position data để robot di chuyển theo như đã tính toán



*Hình 3. 8 Lưu đồ chế độ Auto*

### 3.6.4 Các hàm Function Blocks

#### a. Pos\_box

Chúng ta cần xác định đúng chính xác tâm của vật thì robot để có thể kẹp được vật. Vị trí camera trả về không phải là vị trí tâm vật mà là vị trí góc trên bên trái của mã barcode. Để xác định được tâm vật sử dụng hàm tính toán như sau:

$$Px_{out} = CVR + Px_{in} * 1054.6875 + \cos(\text{angle} - 45) * 44901.2806 \quad (um) \quad (3.17)$$

$$Py_{out} = Py_{in} * 0.10546875 + \sin(\text{angle} - 45) * 44901.2806 \quad (mm) \quad (3.18)$$

Trong đó:

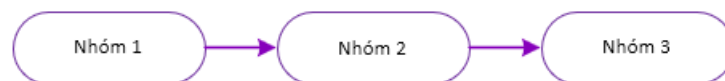
- ✚  $Px_{in}$ : Vị trí theo phương x từ camera trả về
- ✚  $Py_{in}$ : Vị trí theo phương y từ camera trả về
- ✚  $CVR$ : Vị trí Ecoder băng tải tại thời điểm camera đọc về
- ✚  $Angle$ : Góc quay của Barcode
- ✚  $Px_{out}$ : Vị trí tâm vật theo phương x
- ✚  $Py_{out}$ : Vị trí tâm vật theo phương y được gán theo vị trí băng tải

Ngoài ra, Ở hàm này có chức năng chuyển đổi giá trị bar code từ dạng string sang dạng số thập phân.

#### b. Data\_camera

Trong quá trình vận hành, có những trường hợp vật ở phía trước chưa được gấp ra nhưng vật ở phía sau đã cho đến. Nếu sử dụng cách đọc camera thông thường để xử lý liệu dẫn đến bị trùng lặp dữ liệu làm robot bị chạy sai.

Vậy nên cần tạo 3 nhóm vùng nhớ để lưu trữ dữ liệu của tối đa 3 vật. Các dữ liệu này được lấy hàm Pos\_box. Và thứ tự ưu tiên của ba nhóm dữ liệu như sau:

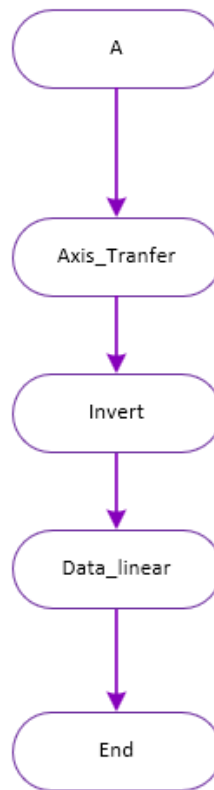


#### c. a

Để giải bài toán chạy đồng bộ với vật, thì có 2 bài toán cần giải quyết là : vị trí và tốc độ di chuyển.

Khi vật nằm trên băng tải thì vật sẽ di chuyển thẳng. Do cơ cấu giữa các trục nên robot khi chạy 1 data Abs thì quỹ đạo dịch chuyển là đường cong. Để robot có thể di chuyển được theo quỹ đạo thẳng thì một trong số nhưng cách giải quyết là thay vì cho robot chỉ chạy 1 data với một điểm cuối thì sử dụng 50 data liên tục với 49 điểm phụ. Như vậy mỗi data là 1 quỹ đạo rất nhỏ (1mm) nên coi như là 1 điểm. Cần sẽ xác định 50 điểm liên tiếp nhau sao cho robot có thể di chuyển được thẳng nhất có thể. Ở đây chúng em cho robot đồng bộ với vật trong khoảng 50mm.

Và cuối cùng, chúng ta có lưu đồ giải thuật như sau:



**Hình 3. 9 Lưu đồ giải thuật chương trình**

### **3.6.5 Chương trình con P4**

Khi Q lên mức 1 thì chương trình con P4 được gọi lên.

Khi vật chạy đến thời điểm robot bắt đầu bám theo thì chúng ta bắt đầu gọi Position data chạy (từ 2-53)

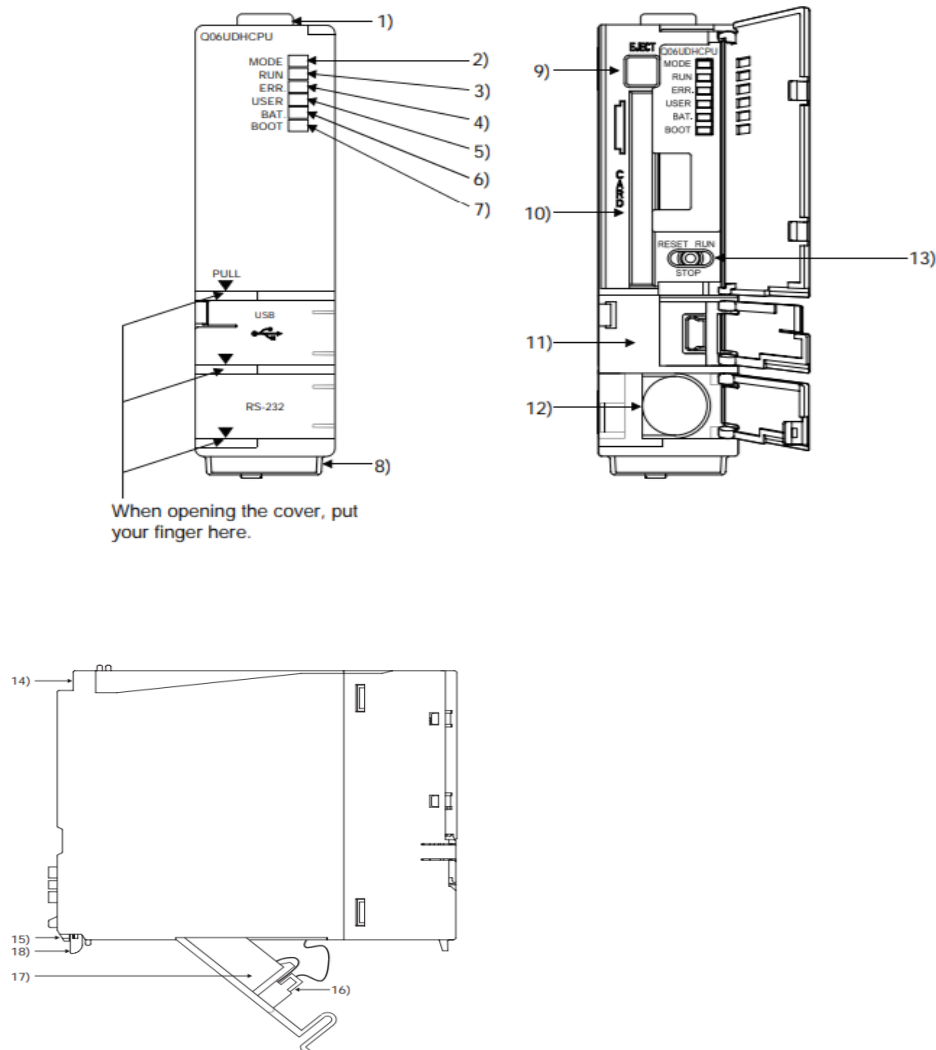
Khi trục 2 chạy xuống 130 mm thì cánh tay gấp khí nén kẹp lại và đồng thời xóa dữ liệu nhóm 1.

Khi trục 2 về đến độ cao 0mm thì cánh tay gấp mở ra thả vật xuống máng

Trong lúc chạy mà vẫn còn vật phía sau thì khi robot chạy đến Position data số 52 thì bắt đầu quay lại quy trình từ hàm A.

### 3.7 Các thiết bị sử dụng trong mô hình

#### 3.7.1 PLC Mitsubishi Q06HCPU [6]



**Hình 3. 10 Module PLC Q06H**

**Bảng 3. 1 thành phần module Q06H**

<b>STT</b>	<b>TÊN</b>	<b>CHỨC NĂNG</b>
1	Móc gắn module	Móc cố định module CPU với base chứa
2	MODE LED	<p>Cho biết các trạng thái hoạt động của CPU:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bật: Chế độ Q</li> <li>- Nhấp nháy: CPU đang ở một trong các hoạt động sau:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kiểm tra thiết bị với các điều kiện của quy trình cài đặt</li> <li>2. Chức năng cưỡng bức: cho phép bật và tắt cho I / O bên ngoài tương</li> <li>3. Chức năng thay đổi mô-đun CPU với thẻ nhớ đang được xử lý.</li> </ol> </li> </ul>
3	RUN LED	<p>Cho biết hoạt động của CPU :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bật: công tắc đang ở trạng thái “Run”.</li> <li>- Tắt: đang ở trạng thái “STOP” hoặc phát hiện lỗi dừng</li> <li>- Nhấp nháy: Thông số hoặc chương trình đang được nạp</li> </ul> <p>Để bật RUN led sau khi viết chương trình thực hiện theo các bước sau:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gạt công tắc theo thứ tự "RUN" → "STOP" → "RUN"</li> <li>2. Reset the CPU bằng công tắc RUN/STOP/RESET .</li> <li>3. Chạy chương trình trở lại</li> </ol> <p>Để bật RUN led sau khi cài đặt thông số chỉ cần reset CPU và chạy lại chương trình</p>

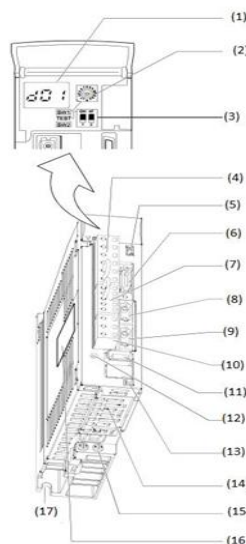
4	ERR. LED	Bật: Khi xảy ra lỗi tự chẩn đoán mà không phải dừng hoạt động ngoại trừ lỗi pin được phát hiện Tắt: Bình thường Flash: Khi phát hiện thấy lỗi dừng hoạt động Có thể dùng công tắc để reset đèn báo lỗi
5	USER LED	Bật: Khi công cụ báo cáo (F) bật Tắt: Bình thường
6	BAT. LED	Bật (màu vàng): Khi xảy ra lỗi pin do sụt điện áp pin của thẻ nhớ Flash (màu vàng): Khi xảy ra lỗi pin do sụt áp điện áp của module pin Bật (màu xanh lá cây): Bật trong năm giây khi khôi phục dữ liệu ở ROM được hoàn thành. Flash (màu xanh lá cây): Nhấp nháy khi sao lưu dữ liệu tiêu chuẩn vào ROM được hoàn thành. Tắt: Bình thường
7	BOOT LED	Bật: Khi hoạt động khởi động được bắt đầu Tắt: Khi thao tác khởi động không được thực hiện
11	USB connector	Kết nối cáp USB
12	RS232- connector	Kết nối cáp RS-232.
13	RUN/STOP/RESET switch	RUN: Thực hiện hoạt động chương trình tuần tự. STOP: Dừng hoạt động chương trình tuần tự.

		<p>RESET: Thực hiện thiết lập lại phần cứng, thiết lập lại lỗi hoạt động và khởi tạo hoạt động.</p>
--	--	---

• **Thông số kỹ thuật:**


- Nguồn cấp: 1 hoặc 3 pha 200VAC
- Cổng truyền: RS232, USB: SRAM card, Flash card, ATA card
- Số lượng ngõ vào: 4096
- Số lượng ngõ ra: 8192
- Bộ nhớ: RAM, ROM, FLASH
- Dung lượng nhớ: Overall: < 32MByte
- Dung lượng chương trình: 60k step (112kByte)
- Chu kỳ chương trình : 34ns/log.instruction
- Timer: 2048
- Counter: 1024
- Khối lượng (kg): 0.2
- Kích cỡ (W x H x D) mm: 27.4 x 98 x 89.3

**3.7.2 Bộ khuếch đại servo MR-J3-B [4]**



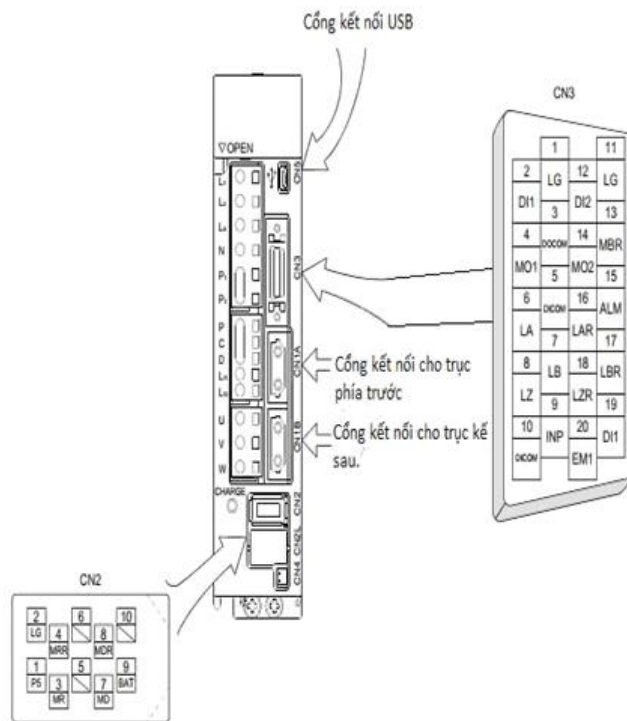
**Hình 3. 11 Bộ driver servo MR-J3B**

**Bảng 3. 2 Thành phần bộ driver servo MR-J3B**

Số	Tên và ứng dụng
(1)	Phần hiển thị ( gồm 3 kí tự ) dạng LED 7 đoạn hiển thị trạng thái các trục và mã lỗi
(2)	Khe xoay điều chỉnh thứ tự của bộ khuếch đại/ trục tương ứng
(3)	 SW2-1) chuyển sang chế độ test. Sử dụng trong phần chế độ test bằng phần mềm MR Configurator (SW2-2) Bỏ sung ( chắc rằng đã được “ gạt xuống” )
(4)	Nơi cấp nguồn chính. (CNP1) Kết nối nguồn điện nuôi.
(5)	Cổng giao tiếp tiếp USB. (CN5) Kết nối với máy tính. Ngõ kết nối tín hiệu I/O (CN3)
(6)	(6) Được dùng để kết nối tín hiệu số I/O và có thể quan sát ngõ ra tín hiệu tương tự.
(7)	(7) Cổng kiểm soát dòng (CNP2)  Kết nối đến kiểm soát nguồn nuôi.
(8)	Cổng kết nối cáp SSCNET III (CN1A) Sử dụng để kết nối hệ thống điều khiển servo hoặc bộ khuếch đại servo trước đó. Cổng kết nối cáp SSCNET III (CN1B)
(9)	Sử dụng để kết nối bộ khuếch đại phía sau. Nếu là trục cuối thì đặt 1 cái chụp.
(10)	Cổng nối nguồn động lực cho động cơ servo (CNP3) Kết nối với động cơ servo.
(11)	Cổng kết nối Encoder (CN2) Sử dụng để kết nối Encoder của động cơ servo. Đèn sạc

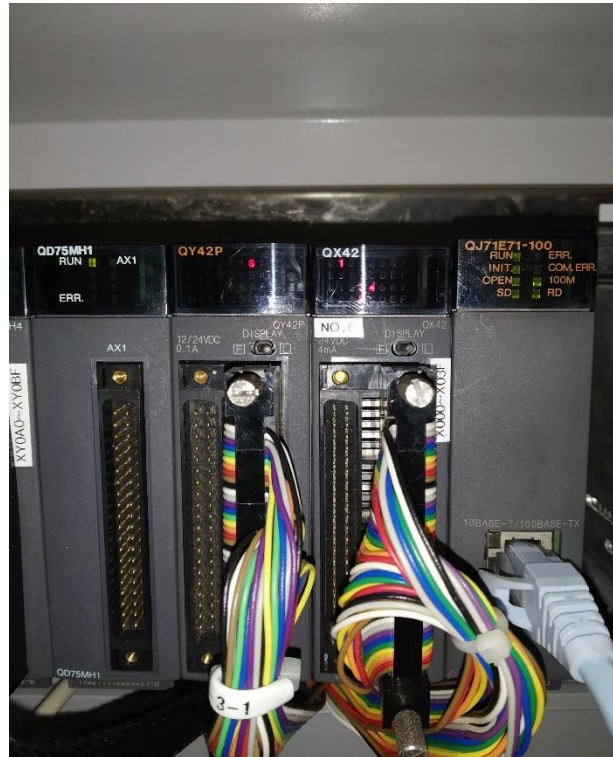


(12)	Nếu sáng nghĩa là mạch chính đang được sạc. Trong khi đèn đang sáng không kết nối lại những dây cáp
(13)	Cổng kết nối pin (CN4) Sử dụng để kết nối pin cho việc lưu giữ dữ liệu vị trí absolute.
(14)	Chốt giữ pin Giữ pin cho việc lưu giữ dữ liệu vị trí absolute.
(15)	Chốt nối đất.
(16)	Bảng thông tin.
(17)	Khe cố định.



**Hình 3. 12 Sơ đồ chân từng kênh của Driver MR-J3B**

**3.7.3 Module tín hiệu đầu ra QY42P [5]**



**Hình 3. 13 Module ngõ ra QY42P**

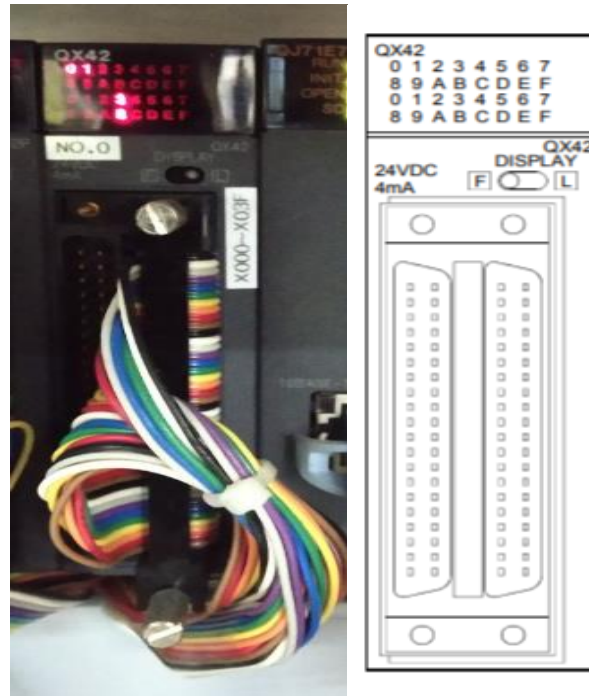
**Bảng 3. 3 Thành phần ngõ ra QY42P**

STT	TÊN	CHỨC NĂNG
1	Status led	Báo trạng thái hoạt động của ngõ ra: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sáng: Ngõ ra được điều khiển</li> <li>• Tắt: Ngõ ra không được điều khiển</li> </ul>
2	Terminal output	Cổng kết nối tải với ngõ ra của QY40P để điều khiển theo yêu cầu sử dụng.
3	Power	Cấp nguồn cho module

- **Thông số kỹ thuật:**
  - Đầu ra: transistor (sink type)

- Số đầu ra điều khiển: 64
- Nguồn cung cấp: 12/24VDC
- Dòng tải lớn nhất: 0.1A/Point, 1.6A/Common
- Thời gian đáp ứng: 1ms hoặc thấp hơn
- Cấp độ bảo vệ: IP2X
- Kích thước: 98(H)x27.4(W)x90(D)

**3.7.4 Module tín hiệu ngõ vào QX42 [5]**



**Hình 3. 14 Module ngõ vào QX42**

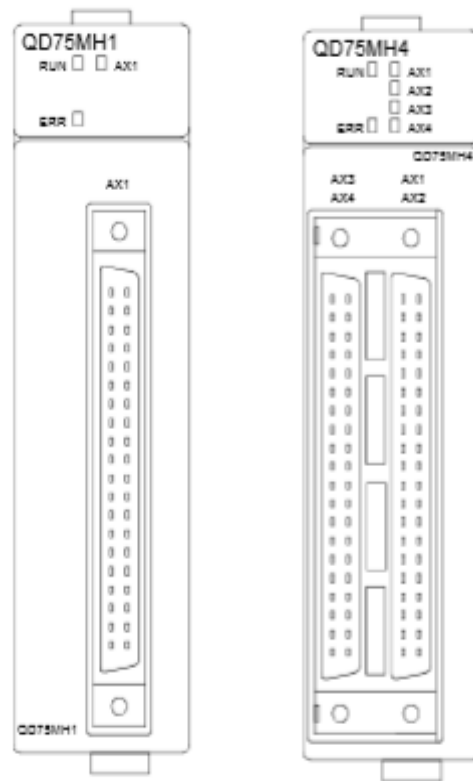
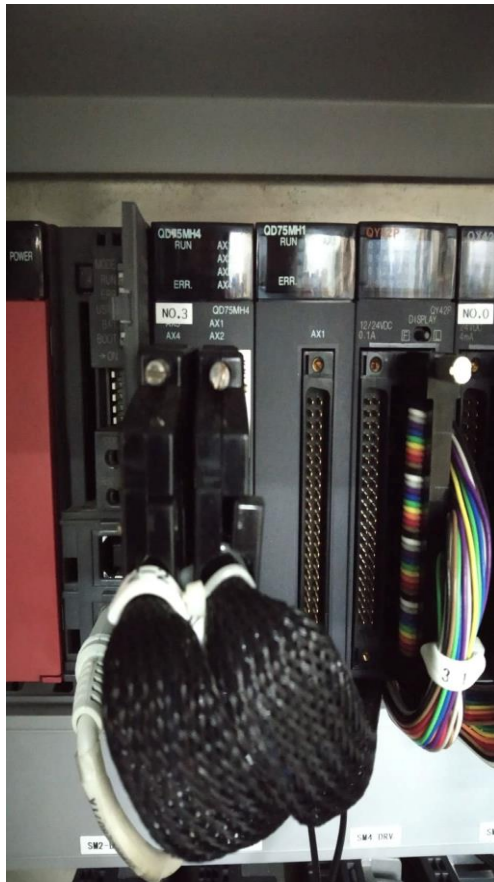
**Bảng 3. 4 Thành phần module ngõ vào QX42**

STT	TÊN	CHỨC NĂNG
1	Status led	Báo trạng thái hoạt động của ngõ vào: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sáng: Ngõ vào có tín hiệu</li> <li>• Tắt: Ngõ vào không có tín hiệu</li> </ul>
2	Terminal input	Cổng kết nối thiết bị đầu vào với ngõ vào của QX40 để điều khiển theo yêu cầu sử dụng.
3	Power	Cấp nguồn cho module

- **Thông số kĩ thuật**

- Đầu vào: DC input (sourcing)
- Số đầu ra điều khiển: 64
- Nguồn cung cấp: 24VDC (+20%/-15%)
- On Voltage/ On Current: 19V hoặc cao hơn/ 3mA hoặc cao hơn
- Off Voltage/Off Current: 11V hoặc thấp hơn/ 1,7mA hoặc thấp hơn
- Thời gian đáp ứng: 1ms/ 5ms/10ms/20ms/70ms hoặc hơn tùy vào cài đặt thông số

**3.7.5 Module điều khiển vị trí QD75MH**



**Hình 3. 15 Module điều khiển vị trí QD75MH1, QD75MH4**

**Bảng 3. 5 Thành phần module QD75MH**

STT	TÊN	CHỨC NĂNG
1	Run led	Hiển thị trạng thái hoạt động
2	Error led	Hiển thị trạng thái lỗi - Tắt: chương trình hoạt động bình thường - Sáng: chương trình hoặc thông số cài đặt xuất hiện lỗi
3	Axis display led	Hiển thị trạng thái hoạt động của từng trục: - Tắt: trục không điều khiển - Sáng: trục đang được điều khiển
4	External device connector	Kết nối với bộ điều khiển ngoại vi: Drive, hệ thống máy, bộ phát xung tay.
5	Serial number plate	Cung cấp số hiệu của Module

• **Thông số kĩ thuật**

- Số trục điều khiển: 1-4 trục
- Nội suy tuyến tính: 1-4 trục
- Nội suy tròn: 2 trục
- Số dữ liệu điều khiển: 600/ trục
- Xung đầu ra: 200kpps
- Đơn vị điều khiển: mm, inch, degree, pulse
- Số chân kết nối: 20 chân/ trục, 2 trục
- Khả năng điều khiển: điều khiển vị trí, điều khiển tốc độ, điều khiển tốc độ- vị trí, vị trí- tốc độ.
- Điện áp: 5VDC
- Dòng điện: 0.46A

Pin layout	Axis 4(AX4)		Axis 3(AX3)		Axis 2(AX2)		Axis 1(AX1)	
	Pin No.	Signal name	Pin No.	Signal name	Pin No.	Signal name	Pin No.	Signal name
<p>Front view of the module</p>	2B20	No connect	2A20	No connect	1B20	PULSER B-	1A20	PULSER B+
	2B19	No connect	2A19	No connect	1B19	PULSER A-	1A19	PULSER A+
	2B18	No connect	2A18	No connect	1B18	No connect	1A18	No connect
	2B17	No connect	2A17	No connect	1B17	No connect	1A17	No connect
	2B16	No connect	2A16	No connect	1B16	No connect	1A16	No connect
	2B15	No connect	2A15	No connect	1B15	P5	1A15	P5
	2B14	No connect	2A14	No connect	1B14	SG	1A14	SG
	2B13	No connect	2A13	No connect	1B13	No connect	1A13	No connect
	2B12	No connect	2A12	No connect	1B12	No connect	1A12	No connect
	2B11	No connect	2A11	No connect	1B11	No connect	1A11	No connect
	2B10	No connect	2A10	No connect	1B10	No connect	1A10	No connect
	2B9	No connect	2A9	No connect	1B9	No connect	1A9	No connect
	2B8	No connect	2A8	No connect	1B8	EMI.COM	1A8	EMI
	2B7	COM	2A7	COM	1B7	COM	1A7	COM
	2B6	COM	2A6	COM	1B6	COM	1A6	COM
	2B5	CHG	2A5	CHG	1B5	CHG	1A5	CHG
	2B4	STOP	2A4	STOP	1B4	STOP	1A4	STOP
	2B3	DOG	2A3	DOG	1B3	DOG	1A3	DOG
	2B2	RLS	2A2	RLS	1B2	RLS	1A2	RLS
	2B1	FLS	2A1	FLS	1B1	FLS	1A1	FLS

**Hình 3. 16 Sơ đồ chân jack cắm QD75MH**

**3.7.6 Camera Insight Cognex 5110 [8]**

Insight Cognex 5110 là loại camera công nghiệp của hãng Cognex là một dạng hệ thống thị giác công nghiệp kết hợp thư viện của các công cụ xử lí hình ảnh tiên tiến với việc thu nhập hình ảnh tốc độ cao.

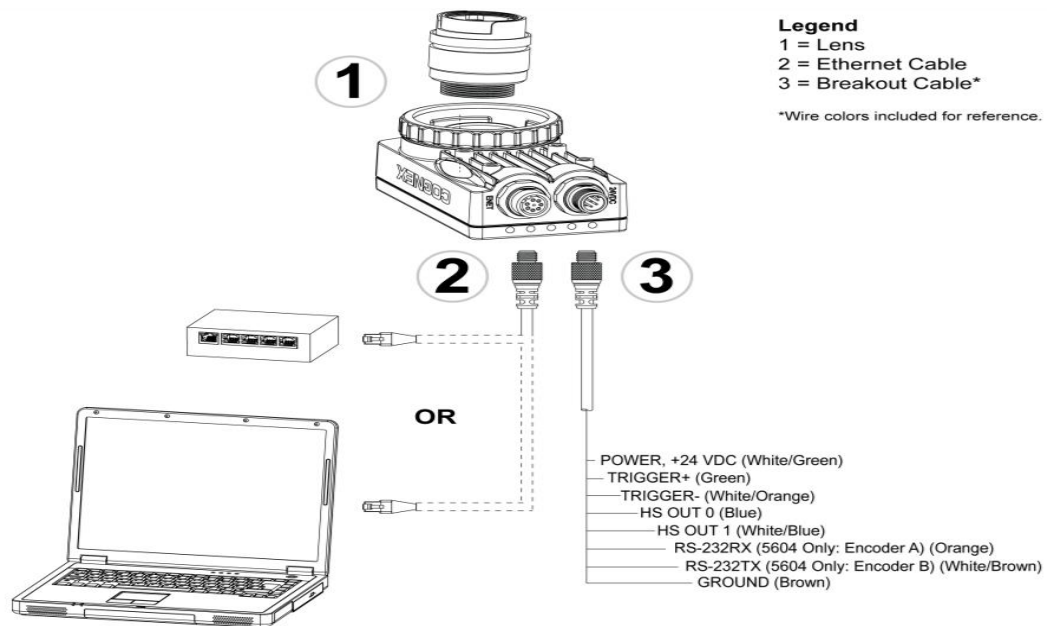


Thông số kĩ thuật

- Nhiệt độ hoạt động : 0-45°C
- Nhiệt độ bảo quản : - 30 – 80°C
- Độ ẩm môi trường : 95%
- Chỉ số bảo vệ : IP67
- Nguồn cấp: 24VDC

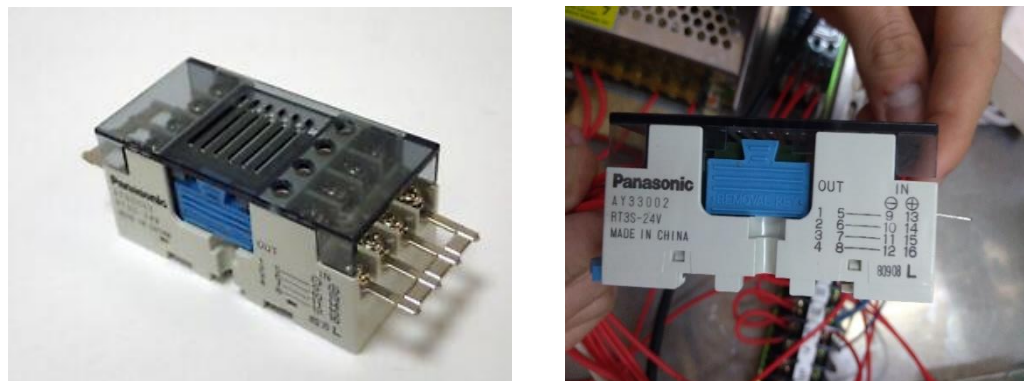
Để giao tiếp với PLC và máy tính camera được kết nối qua Ethernet tới một bộ Hub bằng dây ethernet và kết nối với PLC và nguồn qua dây Breakout:





Hình 3. 17 Sơ đồ kết nối camera COGNEX 5110

### 3.7.7 Relay trung gian



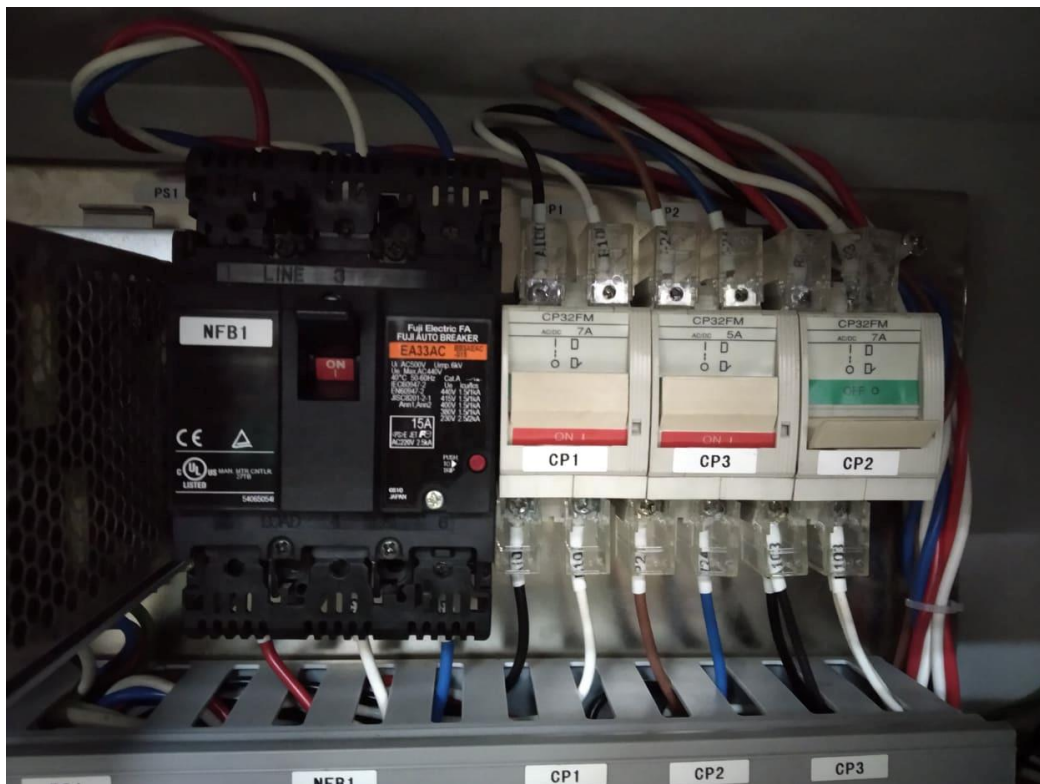
Hình 3. 18 Relay

- **Chức năng:**
  - Bảo vệ các thiết bị điện trong quá trình điều khiển.
  - Đóng ngắt các tiếp điểm thường đóng/ thường mở, cách li về điện.
- **Nguyên lí hoạt động:** Khi có dòng điện chạy qua Relay, dòng điện này sẽ chạy qua cuộn dây bên trong và tạo ra một từ trường hút. Từ trường hút

này tác động lên một đòn bẩy bên trong làm đóng hoặc mở các tiếp điểm điện và như thế sẽ làm thay đổi trạng thái Relay.

- **Thông số sản phẩm:**
  - Điện áp điều khiển: 24VDC
  - Điện áp chuyên mạch: 250VAC hoặc 30VDC- tối đa
  - Dòng điện cuộn hút: 7,5mA
  - Nhiệt độ làm việc: -20~55 độ C

### 3.7.8 Circuit Breaker



*Hình 3. 19 CB bảo vệ*

- **Chức năng:**
  - Bảo vệ thiết bị điện trong quá trình điều khiển khỏi các nguyên nhân: ngắn mạch, chập điện, ...
  - Hạn chế các sự cố ngoài ý muốn: cháy, nổ, chập điện
  - Khả năng đóng ngắt, cách li về điện tốt



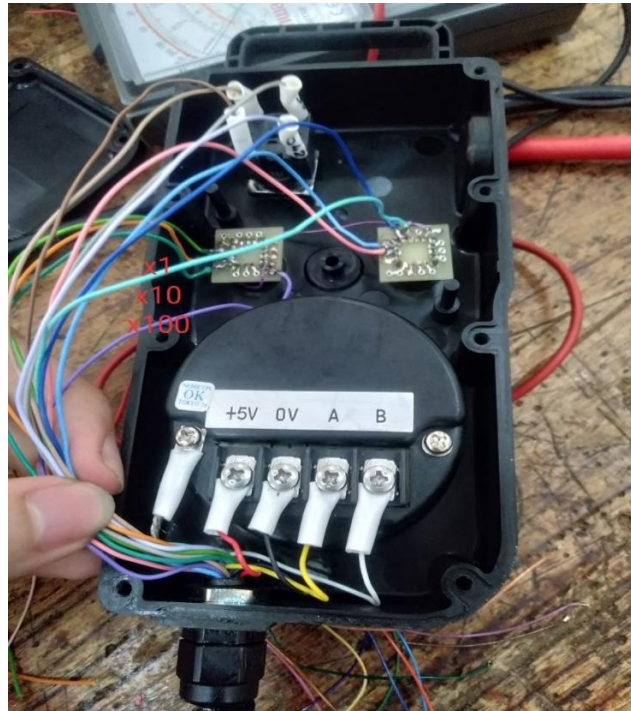
**Bảng 3. 6 Thông số CB sử dụng**

STT	TÊN	DÒNG CẮT	SỐ LƯỢNG	CHỨC NĂNG
1	CP30-BA	15A	1	Đóng ngắt mạch bằng tay. Khả năng cắt dòng ngắn mạch: 2.5kA Dòng cắt định mức: 15A
2	CP32FM	7A	2	Đóng ngắt mạch bằng tay. Khả năng cắt dòng ngắn mạch: 2.5kA Dòng cắt định mức: 7A
3	CP30-BA	5A	1	Đóng ngắt mạch bằng tay. Khả năng cắt dòng ngắn mạch: 2.5kA Dòng cắt định mức: 5A
4	MCCB	15A	1	Đóng ngắt mạch bằng tay. Khả năng cắt dòng ngắn mạch: 2.5kA Dòng cắt định mức: 15A

**3.7.9 Bộ phát xung tay**



**Hình 3. 20 Bộ phát xung tay**



*Hình 3. 21 Sơ đồ chân bộ phát xung*

### 3.7.10 Bộ nguồn DC 24V

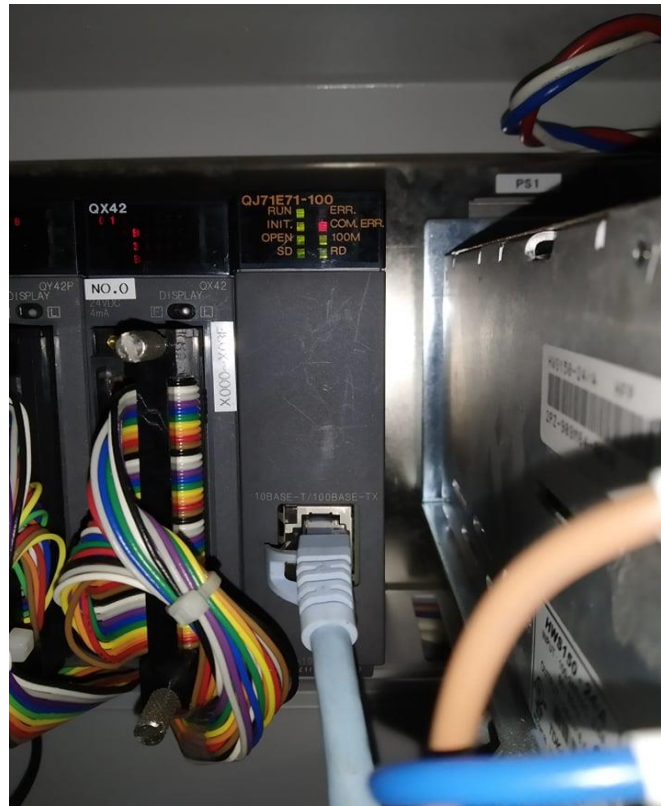


*Hình 3. 22 Bộ nguồn 24V DC*

- **Thông số:**
  - Điện áp đầu vào: 220VAC

- Điện áp đầu ra: 24VDC
- Dòng điện đầu ra: 5A
- Sai số điện áp ra: 1-3%
- Công suất thực tế: 88-90%
- **Chức năng**
  - Cấp nguồn bộ phát xung và camera

**3.7.11 Module Ethernet QJ71-E71 [6]**

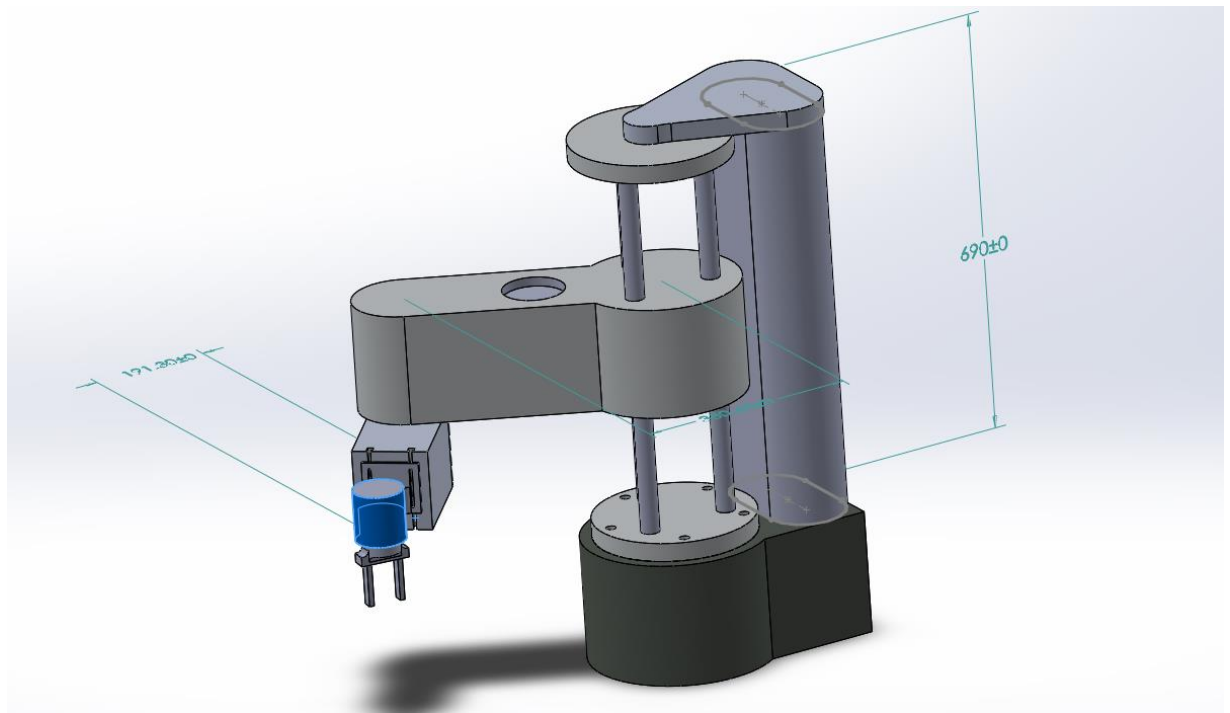


## CHƯƠNG 4: THI CÔNG HỆ THỐNG

### 4.1 Thiết kế và thi công phần cơ khí

#### 4.1.1 Thiết kế tổng quát SCARA Robot bằng phần mềm Solidwork

Mô hình có 4 trục bao gồm 1 trục di chuyển dọc thông qua vitme và 3 trục xoay, cơ cấu chấp hành là tay gấp khí nén



*Hình 4. 1 Bản vẽ 3D SCARA Robot*

#### 4.1.2 Chi tiết trục 1

Trục x gồm 3 lớp dẫn động nối với nhau bằng các khớp bánh răng và dây curoa các lớp được kết nối với nhau qua một buli đồng trục với bánh răng của lớp kia

Trục 1 là cơ cấu chịu tải lớn nhất nên sử dụng động cơ 400W



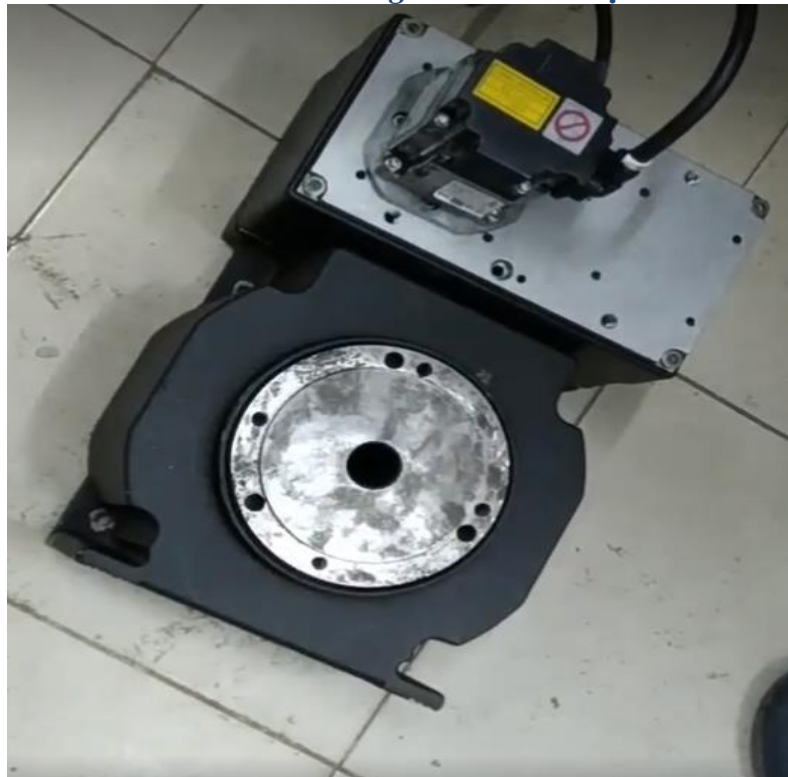


a) Tầng 1



b) Tầng 2

**Hình 4. 2 Các tầng kết nối của trục 1**



**Hình 4. 3 Trục 1 khi hoàn thành lắp ráp**

**4.1.3 Chi tiết trục 2**

Trục 2 có chức năng di chuyển dọc theo vitme được nối với trục 1 bằng một bàn xoay

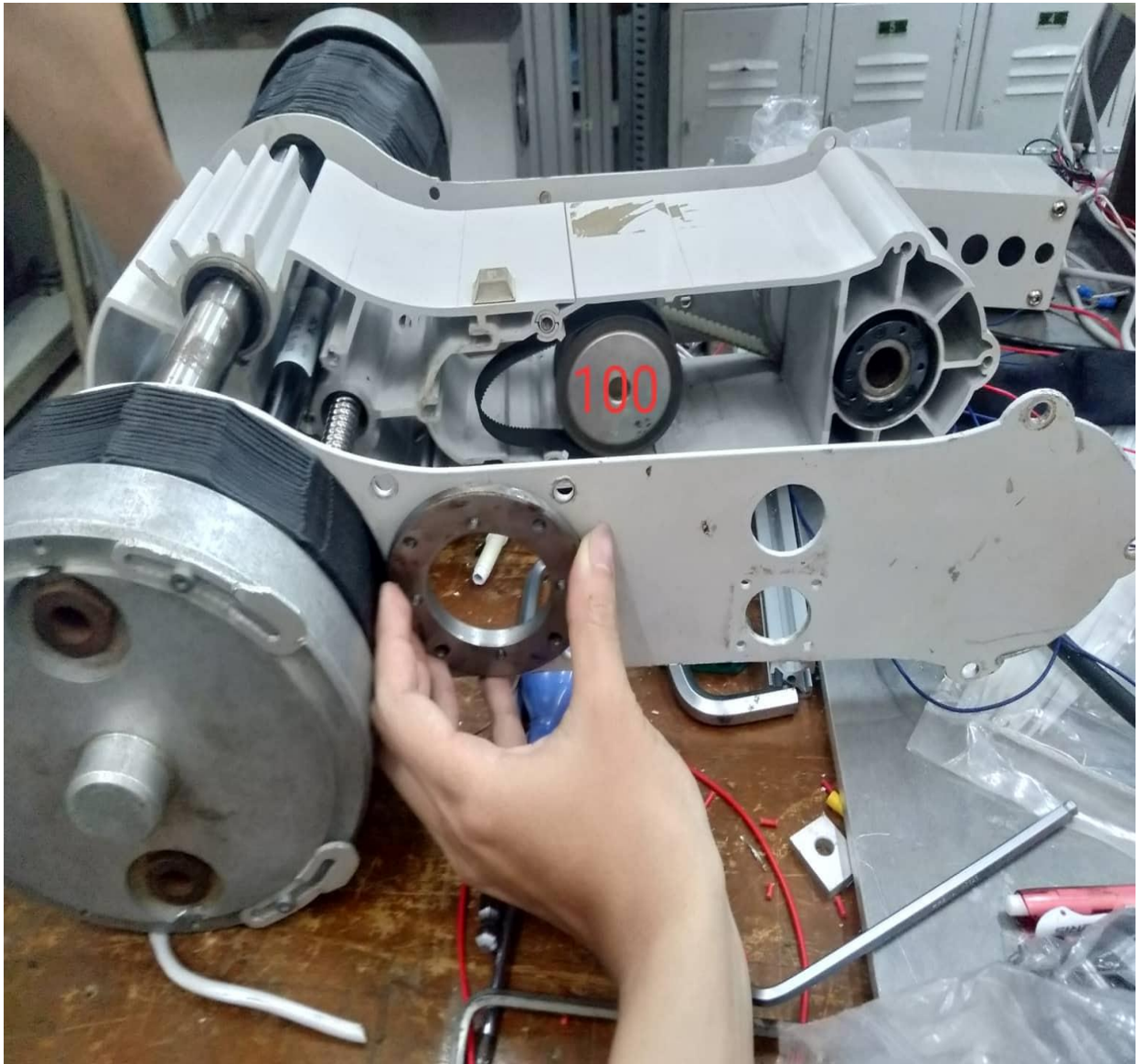


**Hình 4. 4 Cấu tạo trục 2**

Cấu tạo bao gồm một vitme phi 16, hai ống trợ lực khí để đỡ tải cho vitme được cố định 2 đầu bằng 2 mặt đế xoay. Một đầu gắn với trục động cơ thông qua một buli nối với trục vitme.

**4.1.4 Chi tiết trục 3**

Trục 3 được gắn trên trục đứng ( trục 2) bằng một con trượt cố định vào vitme, bên trong thân có khoang để chứa cơ cấu xoay gồm buli và dây curoa. Đồng thời cũng được nối với trục tiếp theo bằng một trục ổ bi đồng trục

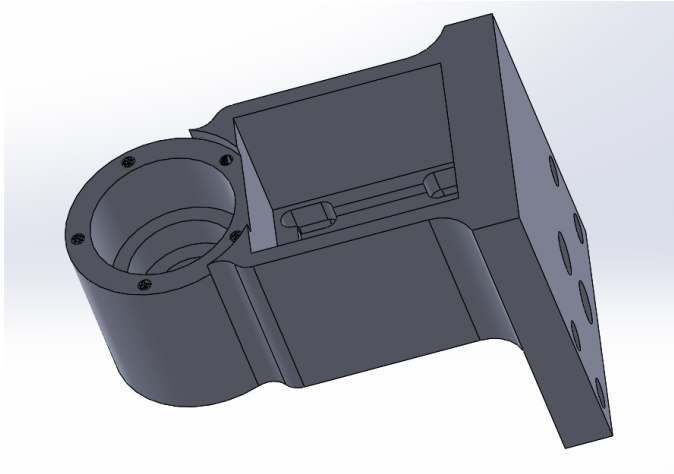


**Hình 4. 5 Cấu tạo trục 3**

#### **4.1.5 Chi tiết trục 4 và tay gấp**

Tay gấp có ổ đựng động cơ được vẽ và thiết kế thi công hoàn toàn bằng nhôm nguyên khối để giảm khối lượng tải cho tay máy khắc phục điểm yếu không vững chắc theo phương ngang của SCARA Robot.





**Hình 4. 6 Bản vẽ thiết kế 3D ổ đựng động cơ điều khiển tay gấp**

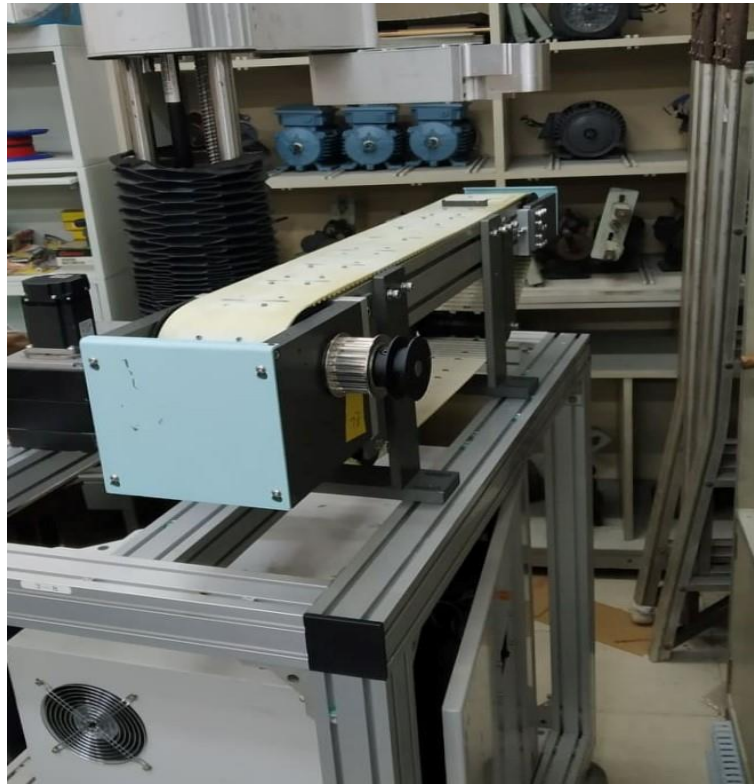


**Hình 4. 7 Sản phẩm thi công ổ đựng động cơ tay gấp**

#### **4.1.6 Bảng tải**

Bảng tải có chiều dài vận hành 1m chiều rộng 680 mm điều khiển bằng động cơ servo công suất 400W





**Hình 4. 8 Băng tải**

**4.1.7 Camera**

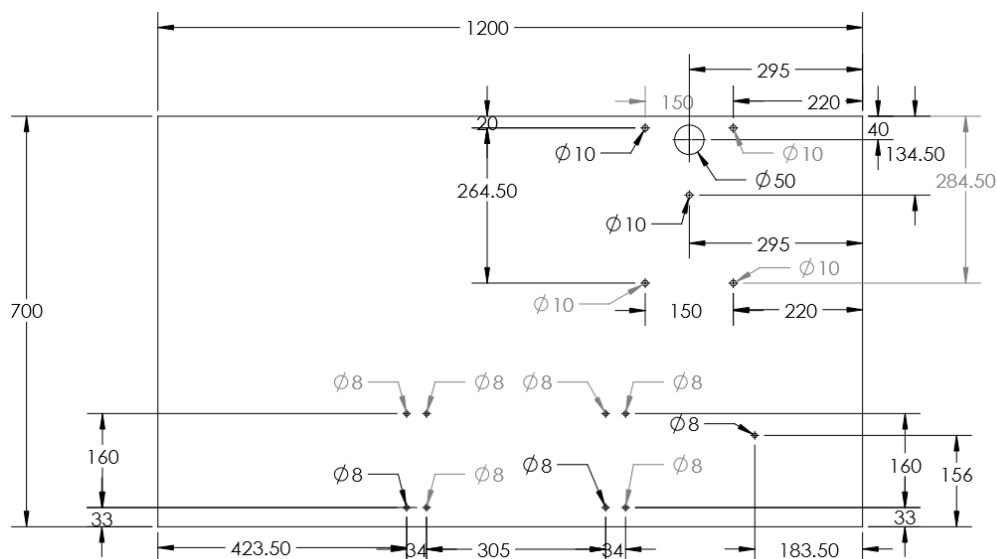


**Hình 4. 9 Lắp đặt Camera**

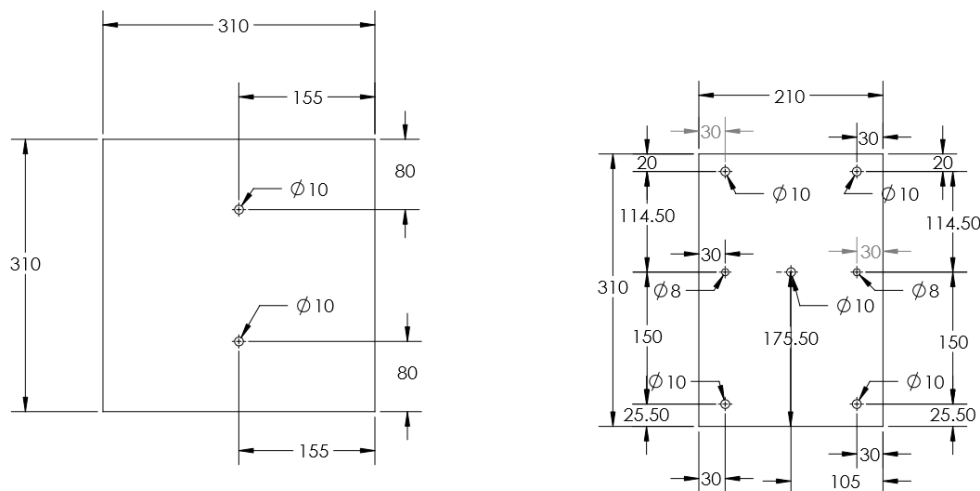
Camera đặt cách băng tải 1m theo chiều dọc, cách trục xoay của robot khoảng 70 cm để đảm bảo an toàn trong quá trình hoạt động

Khung hình của camera được điều chỉnh cho có chiều dài bằng đúng chiều rộng băng tải để đảm bảo nhận được tất cả vị trí khi có vật xuất hiện.

**4.1.8 Chân đế và một số chi tiết khác**



**Hình 4.10 Bản vẽ cơ khí chân đế hệ thống**



**Hình 4.11 Bản vẽ đế robot và giá đỡ máng trượt**

**4.1.9 Kết quả lắp ráp hoàn thiện**



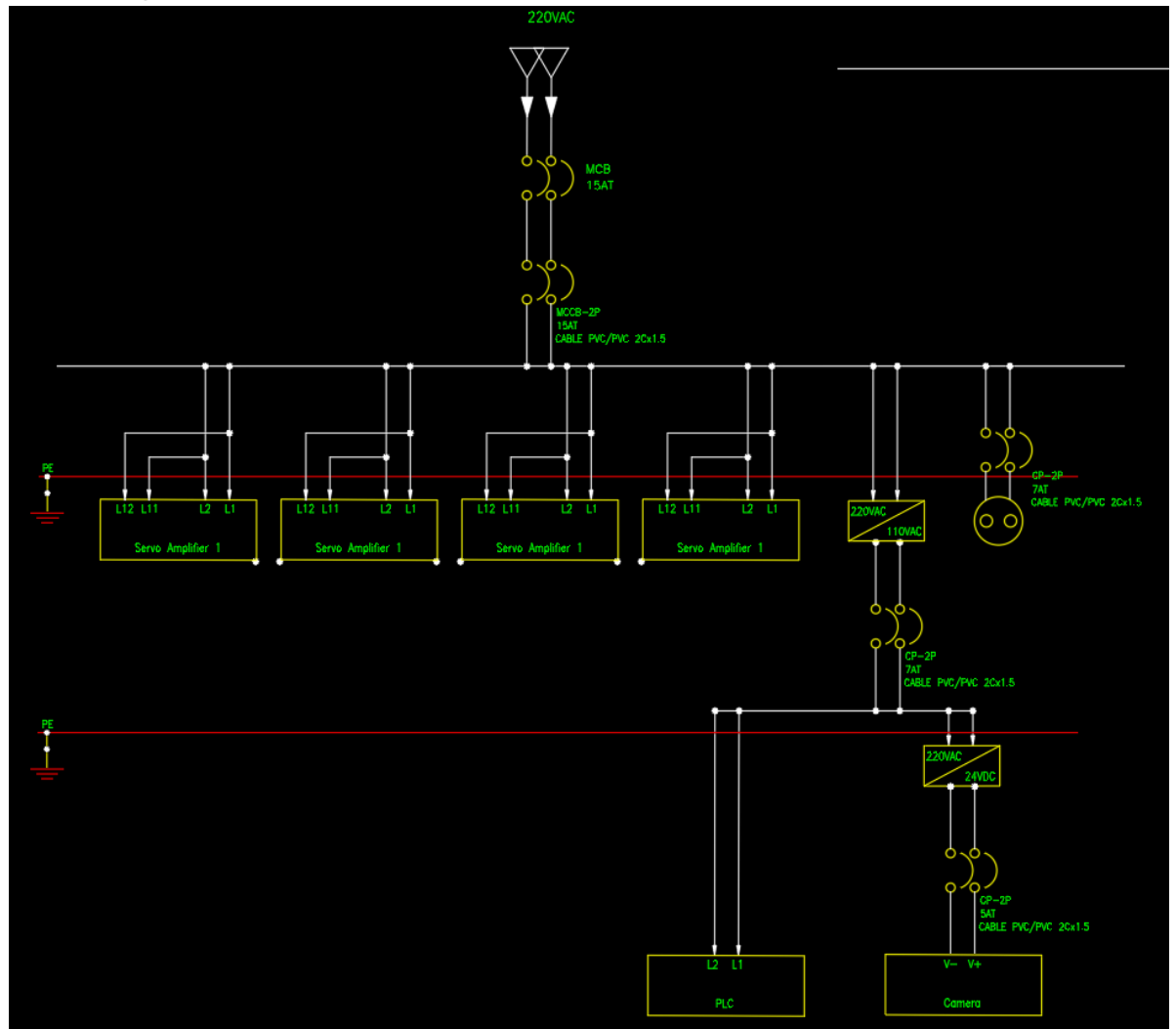
*Hình 4. 12 Kết quả lắp ráp cơ khí*

## 4.2 Phần điện

### 4.2.1 Yêu cầu vận hành

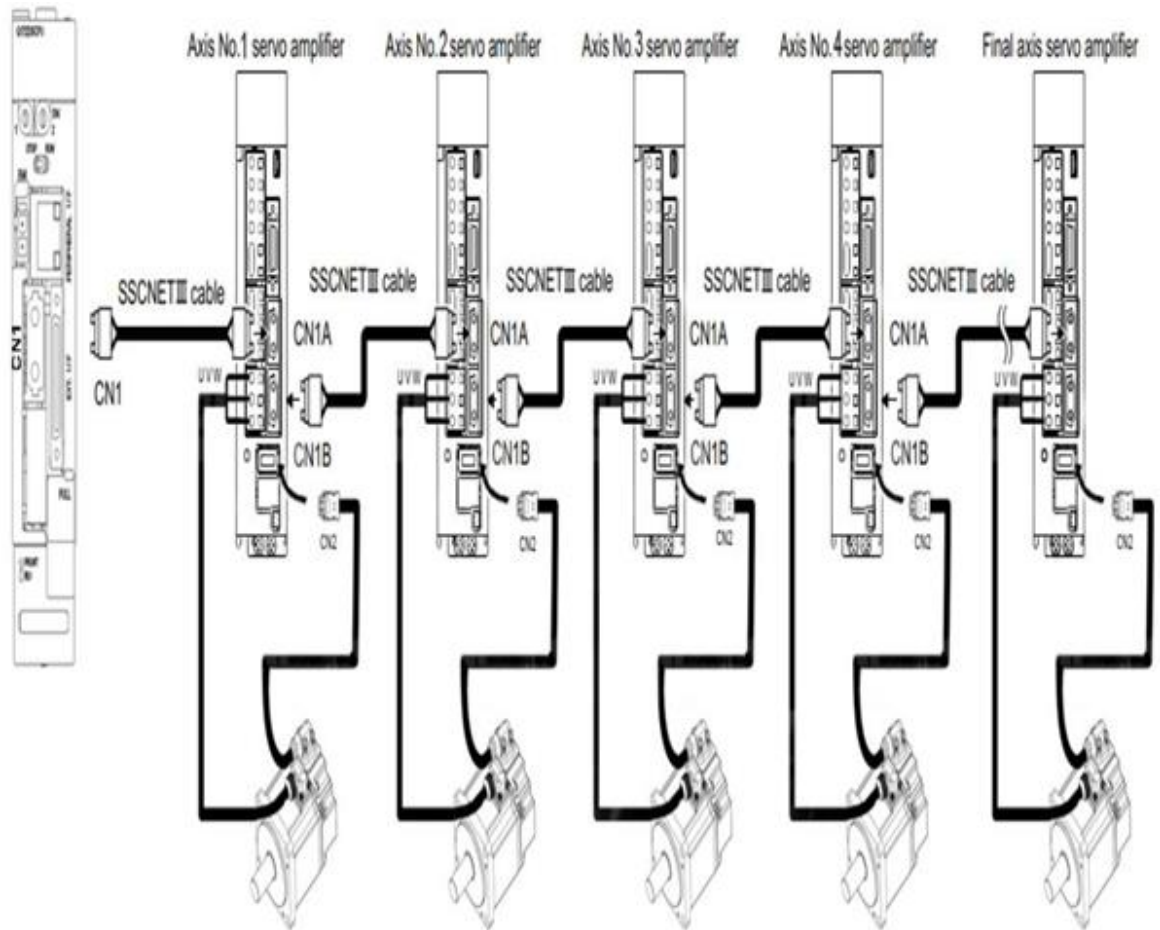
Phần điện của mô hình có các khối chính là: khối nguồn, khối điều khiển.

### 4.2.2 Mạch động lực



Hình 4.13 Sơ đồ nguyên lý mạch động lực

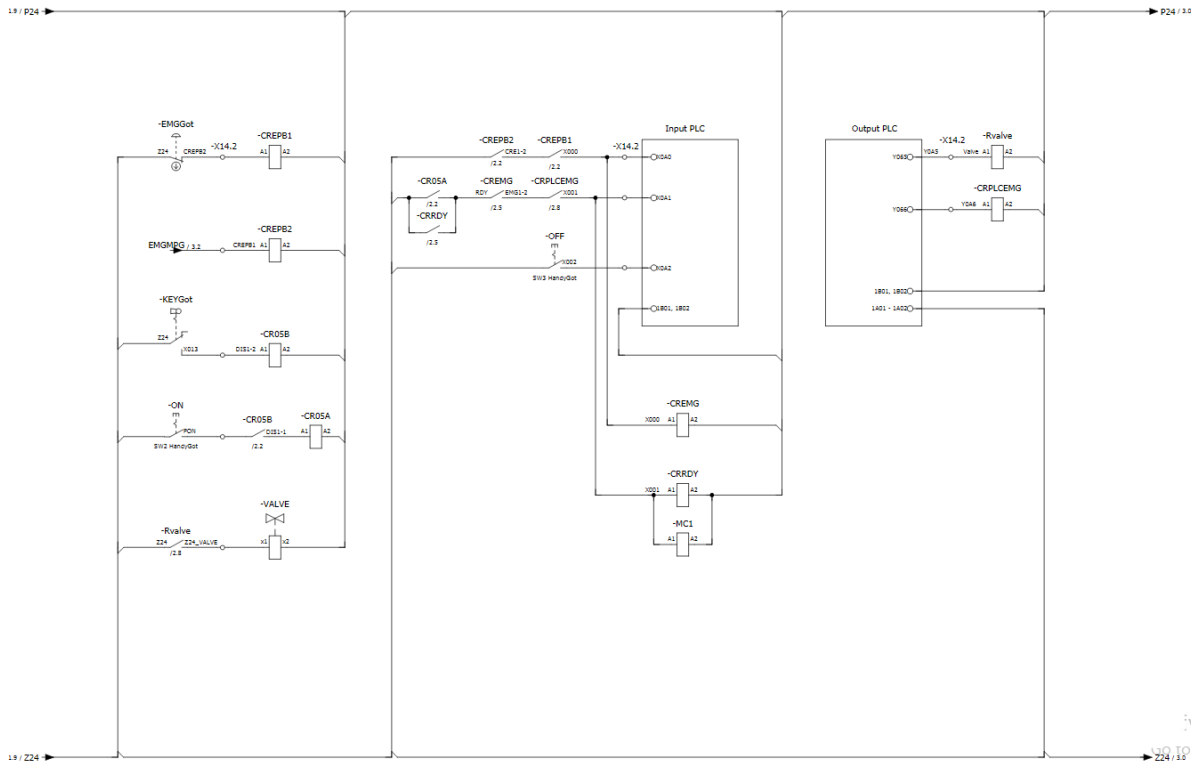
**4.2.3 Mạch kết nối Servo**



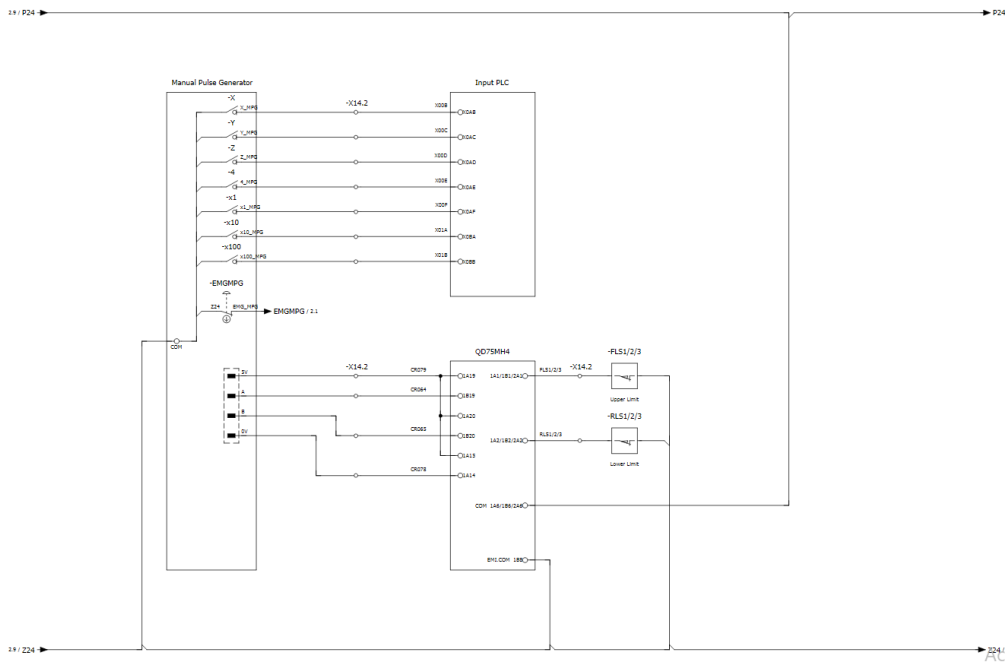
*Hình 4. 14 Sơ đồ kết nối Servo*

**4.2.4 Mạch điều khiển**

Sau khi đã phác thảo mô hình, tính toán thiết kế để đưa ra các linh kiện, trong phần này nhóm sẽ tiến hành thi công thành mô hình thực tế, bên cạnh đó còn thi công lắp ráp các linh kiện, tiến hành kết nối các thiết bị với nhau.



**Hình 4.15 Sơ đồ nối dây HMI và vãn khí nén**



**Hình 4.16 Sơ đồ nối dây bộ phát xung và ngoại vi của module QD75**



### **4.3 Thi công phần điện**

- **Bước 1:** Lắp thiết bị điều khiển vô bộ PLC trong tủ điện
- **Bước 2:** Hàn các jack cắm CN1A, CN1B cho Driver và jack module QD75MH
- **Bước 3:** Đấu dây mạch động lực và mạch điều khiển.
- **Bước 4:** Đi gọn dây vào máng điện, đậy nắp máng, gắn cố định relay và cảm biến.
- **Bước 5:** Kiểm tra các kết nối bằng VOM để đo các phần đã thông mạch chưa.
- **Bước 6:** Cấp điện cài đặt thông số, lập trình theo yêu cầu đặt ra. Hoàn thiện mô hình.



**Hình 4.17 Jack cắm encoder của driver MR-J3B**



**Hình 4.18 Lắp đặt thiết bị vô tủ điện**

## **CHƯƠNG 5: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ TÀI**

### **5.1 Kết quả đạt được**

- Điều khiển hệ thống với những yêu cầu sau:
  - ✓ Về Home các trục 1,2,3,4.
  - ✓ Chạy JOG hay chạy Data đến vị trí set 0(nếu cần).
  - ✓ Lưu vị trí set 0.
  - ✓ Đọc và hiển thị giá trị barcode từ camera lên HMI
  - ✓ Gắp vật vị trí bất kì trên băng tải mà camera đọc được trước đó
  - ✓ Xử lí gắp vật xuất hiện tiếp theo ngay khi có tín hiệu từ camera
  - ✓ Điều khiển, theo dõi và sửa chữa qua mạng wifi
  - ✓ Nếu trong quá trình chạy bị sự cố có thể nhấn nút EMG để tắt toàn bộ hệ thống.
- Hệ thống vận hành tương đối ổn định
- Trong quá trình thực hiện còn xuất hiện lỗi do cơ cấu cơ khí chưa thực sự đáp ứng. Camera còn bị ảnh hưởng bởi môi trường
- Hệ thống chạy tương đối chính xác. Vẫn còn một số sai số do độ rơ của vitme hay sai số của động cơ. Nhóm đã kiểm tra, và đạt được kết quả là với mỗi chuyển động thì sai số vitme trượt lên nằm trong khoảng <math><0.1\text{mm}</math>

### **5.2 Kết luận**

Sau thời gian nghiên cứu, thiết kế và lập trình điều khiển giám sát cho mô hình, nhóm chúng em đã thu về những kết quả nhất định. “**Robot phân loại sản phẩm kết hợp PLC và AC Servo**” có những ưu và nhược điểm như sau:

#### **❖ Ưu điểm**

- Điều khiển được nhiều động cơ servo (cụ thể là 5 động cơ servo)
- Điều khiển hoạt động hệ thống theo đúng quy trình với tọa độ tương đối chính xác.
- Mô hình linh hoạt có thể chạy nhiều chế độ khác nhau.
- Hệ thống chạy ở chế độ vị trí tuyệt đối với đối tượng là servo xung.
- Xác định được vị trí ngẫu nhiên của vật trên băng tải với tọa độ tương đối chính xác

#### **❖ Nhược điểm**

- Các chi tiết cơ khí còn có 1 ít sai lệch dẫn đến việc vận hành. Tuy nhiên sai số nhỏ có thể bỏ qua được.



- Cách bố trí thiết bị chưa thực sự hợp lí dẫn đến một số lỗi như tay máy che tầm nhìn camera khi vận hành . Tuy nhiên rất ít xảy ra
- Tốc độ khi vận hành chưa cao.

### **5.3 Hướng phát triển đề tài**

- Nâng cao kết cấu cơ khí để tăng độ chính xác của mô hình.
- Có thể áp dụng vào thực tiễn để làm tay máy phân loại sản phẩm công nghiệp
- Kết hợp xác định vị trí và sắp xếp thứ tự vật
- Kết hợp dây chuyền sản xuất nhiều cánh tay đồng bộ
- Điều khiển giám sát từ xa qua internet

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] QD75MH Positioning Module User's Manual
- [2] Unitronics/products/PLC
- [3] MELSEC-Q Series/Mitsubishielectric.com
- [4] MELSERVO MR-J3- B Series Manual
- [5] I/O Module Type Building Block User's Manual
- [6] Melsec Q/L Programing Manual (Comon Instruction)
- [7] Vision System Connection Guide (COGNEX SLMP Connection)
- [8] IN-SIGHT 5000 SERIES MANUAL
- [9] SSCNET-Platform-Datasheet
- [10] SSCNETIII-ServoSystemNetwork
- [11] <https://www.cognex.com/products/machine-vision/2d-machine-vision-systems/in-sight-5000-series>

**PHỤ LỤC**

