

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
CAPSTONE PROJECT

NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

ĐỀ TÀI:

**ỨNG DỤNG CÁNH TAY ROBOT VÀ XỬ LÝ ẢNH ĐỂ
NHẬN DẠNG VÀ PHÂN LOẠI SẢN PHẨM**

Người hướng dẫn: **TS. GIÁP QUANG HUY**

Sinh viên thực hiện:

1. ĐẶNG ĐÌNH ĐỨC – MSSV: 105200402 – LỚP: 20TDHCLC2

2. CAO TỪ LÂM KHÁNH – MSSV: 105200411 – LỚP: 20TDHCLC2

Đà Nẵng, 6/2025

TÓM TẮT

Tên đề tài: Ứng dụng cánh tay Robot và xử lý ảnh để nhận dạng và phân loại sản phẩm.

Sinh viên thực hiện: ...Đặng Đình Đức

Số thẻ SV: ...105200402..... Lớp: ...20TDHCLC2.....

Sinh viên thực hiện: ...Cao Từ Lâm Khánh.....

Số thẻ SV: ...105200411..... Lớp: ...20TDHCLC2.....

Phần mở đầu:

Giới thiệu đề tài và mục tiêu đề ra.

Chương 1: Giới thiệu tổng quan về Đề tài

Lý do chọn đề tài: Ứng dụng cánh tay robot và xử lý ảnh để nhận dạng và phân loại sản phẩm, đồng thời giới thiệu sơ lược về đối tượng và phương pháp nghiên cứu.

Chương 2: Cơ sở lý thuyết

Khái quát về hệ thống phân loại sản phẩm, liệt kê các thiết bị phần cứng và phần mềm được sử dụng trong đề tài.

Chương 3: Phương pháp xử lý ảnh để nhận dạng sản phẩm

Sơ lược về lý thuyết xử lý ảnh, đề xuất phương án và thử nghiệm nhận dạng ảnh các sản phẩm.

Chương 4: Thiết kế và thi công mô hình

Trình bày về các biến địa chỉ vào/ ra, các bản vẽ, lập trình phần mềm TIA Portal và sản phẩm mô hình thực tế.

Chương 5: Nhận xét và đánh giá kết quả

Kiểm nghiệm mô hình thật và nhận xét trên các kết quả đạt được.

Chương 6: Tổng kết và hướng phát triển tiếp theo của đề tài

Tóm tắt lại các mục tiêu đã đạt được và đề xuất các hướng phát triển, tối ưu hơn cho sản phẩm.

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

TT	Họ tên sinh viên	Số thẻ SV	Lớp	Ngành
01	Đặng Đình Đức	105200402	20TDHCLC2	Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa
02	Cao Từ Lâm Khánh	105200411	20TDHCLC2	Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa

1. Tên đề tài đồ án:

..... Ứng dụng cánh tay robot và xử lý ảnh để nhận dạng và phân loại sản phẩm

Đề tài thuộc diện: ☐ Có ký kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện

2. Các số liệu và dữ liệu ban đầu:

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

3. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

a. Phần chung:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
01	Đặng Đình Đức	Tìm hiểu tổng quan và các phương pháp nghiên cứu về đề tài. Tìm hiểu giải pháp xử lý ảnh thông qua Camera.
02	Cao Từ Lâm Khánh	
03	Đặng Đình Đức	Lắp đặt, thi công và chạy test mô hình thực tế. Làm báo cáo thuyết minh.
04	Cao Từ Lâm Khánh	

b. Phần riêng:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
01	Đặng Đình Đức	Lập trình các thiết bị phần cứng.
02	Đặng Đình Đức	Thiết kế giao diện giám sát và xuất dữ liệu.
03	Đặng Đình Đức	Làm slide trình bày báo cáo.
04	Cao Từ Lâm Khánh	Lập trình điều khiển 3 cánh tay DoF.
05	Cao Từ Lâm Khánh	Vẽ sơ đồ công nghệ, liệt kê các thiết bị phần cứng.

4. Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ):

a. Phần chung:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
01	Đặng Đình Đức	Lưu đồ thuật toán, sơ đồ bố trí các thiết bị trong tủ điện
02	Cao Từ Lâm Khánh	

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
03	Cao Từ Lâm Khánh	Vẽ cánh tay Robot 3 DoF trên phần mềm SolidWork
04	Đặng Đình Đức	Sơ đồ khối của hệ thống.

b. Phần riêng:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
01	Đặng Đình Đức	Sơ đồ nguồn cấp, sơ đồ đấu nối động cơ DC, sơ đồ ngõ vào ra PLC.
02	Cao Từ Lâm Khánh	Sơ đồ đấu nối Driver TB6600 và Relay trung gian, sơ đồ đấu nối động cơ bước và cảm biến.

5. <i>Họ tên người hướng dẫn:</i>	<i>Phân/ Nội dung:</i>
TS. Giáp Quang Huy	Gợi ý lập trình điều khiển 3 cánh tay DoF
TS. Giáp Quang Huy	Góp ý tổng quát về báo cáo thuyết minh
TS. Giáp Quang Huy	Gợi ý viết chương trình nhận dạng ảnh.

6. *Ngày giao nhiệm vụ đồ án:* 1/3/2025

7. *Ngày hoàn thành đồ án:* 31/5/2025

Đà Nẵng, ngày 16 tháng 6 năm 2025

Trưởng Bộ môn Tự động hóa

Người hướng dẫn

TS. Giáp Quang Huy

PHIẾU KIỂM SOÁT TIẾN ĐỘ LÀM ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

(Phiếu dành cho người hướng dẫn/sinh viên)

Họ tên sinh viên: Đặng Đình Đức Số thẻ SV: 105200402

Họ tên sinh viên: Cao Từ Lâm Khánh Số thẻ SV: 105200411

Tên đề tài ĐATN: Ứng dụng cánh tay Robot và xử lý ảnh để nhận dạng và phân loại sản phẩm.

Họ tên người HD: TS. Giáp Quang Huy Đơn vị: Khoa Điện

Tuần	Ngày	Khối lượng		GVHD ký tên
		đã thực hiện (%)	tiếp tục thực hiện (%)	
1	1/3/2025	Đề xuất đề tài “Ứng dụng cánh tay Robot và xử lý ảnh để nhận dạng và phân loại sản phẩm”.	Lên danh sách các thiết bị phần cứng cần thiết, thảo luận phương án xử lý ảnh.	
2	8/3/2025	Thiết kế vẽ cánh tay Robot 3 bậc tự do trên ứng dụng SolidWork.	Tìm mua các nguyên vật liệu (Camera, tủ điện, PLC,...).	
3	15/3/2025	Tìm mua các thiết bị phần cứng (Terminal, máng điện, dây điện,...).	Tìm hiểu giải pháp xử lý ảnh phù hợp cho các hình dạng sản phẩm cơ bản.	
4	24/3/2025	Duyệt lần 1: Đánh giá khối lượng hoàn thành <u>25</u> %: Được tiếp tục làm ĐATN ☐ Không tiếp tục thực hiện ĐATN ☐		
5	31/3/2025	Nhận mô hình cánh tay Robot và tiến hành lắp đặt hoàn chỉnh cánh tay.	Lắp đặt các nguyên vật liệu sau khi mua về, mua thêm các thiết bị khác (nút bấm, cảm biến, công tắc hành trình).	
6	8/4/2025	Lắp đặt mô hình phần cứng và lập trình điều khiển riêng lẻ các thiết bị (băng tải, cảm biến, nút bấm).	Lập trình điều khiển PLC cho cánh tay Robot và nhận dạng sản phẩm	
7	15/4/2025	Hoàn thành lập trình điều khiển vị trí cho cánh tay Robot.	Lập trình nhận dạng sản phẩm và vẽ các bản vẽ đấu dây.	
8	24/4/2025	Duyệt lần 2: Đánh giá khối lượng hoàn thành <u>60</u> %: Được tiếp tục làm ĐATN ☐ Không tiếp tục thực hiện ĐATN ☐		
9	2/5/2025	Vẽ các bản vẽ đấu dây thiết bị và thiết kế tủ điện trên phần mềm AutoCad.	Viết báo cáo tổng thể, thiết kế giao diện người dùng trên ứng dụng Pycharm.	
10	10/5/2025	Chạy thử nghiệm mô hình với toàn bộ phần cứng, phần mềm.	Viết báo cáo tổng thể, tối ưu chương trình phần mềm.	
11	18/5/2025	Viết báo cáo tổng thể, tối ưu chương trình phần mềm.	Làm Slide trình chiếu và báo cáo tổng thể với Người hướng dẫn.	

LỜI NÓI ĐẦU VÀ CẢM ƠN

Nhóm em xin gửi lời cảm ơn chân thành, trân trọng nhất đến quý Thầy, Cô trường Đại học Bách khoa Đại học Đà Nẵng nói chung, cũng như Thầy, Cô trong Khoa Điện nói riêng, đã tận tình giảng dạy các kiến thức và giúp đỡ để em có thể hoàn thành được Khóa luận Tốt nghiệp. Sau thời gian học tập, chúng em đã tiếp nhận được nhiều kiến thức bổ ích từ quý Thầy, Cô. Những kiến thức này sẽ là hành trang quý báu để ứng dụng vào cuộc sống và công việc sau này của chúng em.

Đặc biệt nhóm em xin chân thành cảm ơn Thầy TS. Giáp Quang Huy. Thầy là người đã tận tình hướng dẫn, giúp đỡ và tạo điều kiện thuận lợi cho nhóm trong suốt quá trình thực hiện Khóa luận Tốt nghiệp này. Để có được thành quả như ngày hôm nay là nhờ vào sự hướng dẫn và những ý kiến đóng góp vô cùng quý báu của Thầy.

Mặc dù đã rất cố gắng thực hiện Khóa luận Tốt nghiệp một cách tốt nhất. Song do hạn chế về kiến thức chuyên môn cũng như kinh nghiệm thực tế, tài chính,... nên không tránh khỏi những thiếu sót. Vì vậy em rất mong được sự góp ý của Thầy, Cô để Khóa luận Tốt nghiệp của em có thể được hoàn chỉnh hơn.

Nhóm em xin chân thành cảm ơn.

LỜI CAM ĐOAN LIÊM CHÍNH HỌC THUẬT

Chúng em xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của nhóm và được sự hướng dẫn của Thầy TS. Giáp Quang Huy. Các nội dung nghiên cứu, kết quả trong đề tài này là trung thực và chưa công bố. Những số liệu trong các bảng biểu phục vụ cho việc phân tích, nhận xét, đánh giá được chính các tác giả thu thập từ nhiều nguồn có ghi rõ trong phần tài liệu tham khảo.

Ngoài ra, trong Khóa luận Tốt nghiệp còn sử dụng một số nhận xét, đánh giá cũng như số liệu của các Tác giả khác, cơ quan tổ chức khác đều có trích dẫn và chú thích nguồn gốc.

Nếu phát hiện có bất kỳ sự gian lận nào, chúng em xin hoàn toàn chịu trách nhiệm về nội dung trong Khóa luận Tốt nghiệp. Trường Đại học Bách khoa Đại học Đà Nẵng không liên quan đến những vi phạm tác quyền, bản quyền do em gây ra trong quá trình thực hiện (nếu có).

TP. Đà Nẵng, tháng 6 năm 2025

Sinh viên thực hiện

Đặng Đình Đức

Cao Từ Lâm Khánh

MỤC LỤC

TÓM TẮT.....	i
NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP.....	ii
PHIẾU KIỂM SOÁT TIẾN ĐỘ LÀM ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP	iv
LỜI NÓI ĐẦU VÀ CẢM ƠN.....	vi
LỜI CAM ĐOAN LIÊM CHÍNH HỌC THUẬT	vii
MỤC LỤC	viii
DANH SÁCH CÁC HÌNH VẼ.....	xi
DANH SÁCH CÁC BẢNG	xiii
DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT.....	xiv
MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI	2
1.1 Lý do chọn đề tài	2
1.2 Mục đích.....	2
1.3 Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	3
1.4 Phương pháp nghiên cứu.....	3
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT	4
2.1 Giới thiệu tổng quan về đề tài	4
2.1.1 Khái quát về hệ thống phân loại sản phẩm	4
2.1.2 Giới thiệu về cánh tay robot phân loại sản phẩm.....	6
2.2 Giới thiệu về PLC S7-1200	6
2.2.1 Ưu và nhược điểm của PLC S7-1200	7
2.2.2 Cấu tạo của PLC S7-1200.....	8
2.2.3 Các dòng chính của PLC S7-1200	8
2.2.4 Các tính năng nổi bật của PLC S7-1200 1214C DCDCDC.....	9
2.2.5 Tổng quan về phần mềm TIA Portal.....	10
2.3 Relay trung gian	11
2.4 Cảm biến hồng ngoại E3F- DS304 NPN	12
2.5 Bộ nguồn.....	13

2.5.1 Nguồn Tổ Ong 12V 10A:.....	13
2.5.2 Nguồn Tổ Ong 24V 2.2A:	14
2.6 Aptomat (CB).....	14
2.7 Cầu chì.....	15
2.8 Nút bấm.....	16
2.8.1 Nút nhấn LA38:	16
2.8.2 Nút nhấn E-Stop:.....	17
2.9 Công tắc hành trình	18
2.10 Phần mềm lập trình Pycharm	18
2.11 Động cơ bước và Driver TB6600.....	20
2.11.1 Động cơ bước.....	20
2.11.2 Driver TB6600	22
2.12 Động cơ DC kéo băng tải.....	24
2.13 Van hút chân không ZK-08 STNC và máy bơm hút chân không	25
2.14 Cam Logitech C270	26
CHƯƠNG 3: PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ ẢNH ĐỂ NHẬN DẠNG SẢN PHẨM.....	28
3.1 Các khái niệm cơ bản trong xử lý ảnh.....	28
3.2 Phương pháp xử lý ảnh.....	29
3.2.1 Phương pháp xử lý ảnh đề xuất.....	29
3.2.2 Tổng quan về các thư viện được sử dụng trong đề tài	29
3.2.3 Quy trình xử lý ảnh	30
3.2.4 Thử nghiệm trên ảnh file mềm và trên ảnh quét được từ thực tế.....	32
3.2.5 Truyền thông tới PLC	33
CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ CÁC BẢN VẼ VÀ THI CÔNG MÔ HÌNH.....	36
4.1 Yêu cầu công nghệ.....	36
4.2 Khai báo biến địa chỉ.....	36
4.3 Lưu đồ thuật toán.....	36
4.4 Sơ đồ nối dây.....	40
4.4.1 <i>Cấp nguồn cho 2 nguồn tổ ong.....</i>	<i>40</i>

4.4.2 Sơ đồ đấu nối động cơ DC.....	40
4.4.3 Sơ đồ đấu nối giữa Driver TB6600 tới PLC	41
4.4.4 Sơ đồ Input – Output PLC S7-1200.....	41
4.4.5 Sơ đồ đấu nối Relay trung gian cho động cơ DC	41
4.4.6 Sơ đồ đấu nối Driver động cơ bước và cảm biến.....	42
4.5 Thiết kế tủ điện.....	42
4.6 Lập trình điều khiển cánh tay về vị trí gốc	44
4.7 Sơ đồ khối thiết bị phần cứng.....	49
4.8 Thi công mô hình thực tế.....	50
CHƯƠNG 5: KẾT QUẢ, NHẬN XÉT VÀ ĐÁNH GIÁ.....	51
5.1 Kết quả đạt được	51
5.2 Nhận xét kết quả đạt được.....	52
CHƯƠNG 6: TỔNG KẾT VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN	54
6.1 Tổng kết.....	54
6.2 Hướng phát triển tiếp theo của đề tài.....	54
TÀI LIỆU THAM KHẢO	55

DANH SÁCH CÁC HÌNH VẼ

Hình 2.1 Quy trình tổng quát ứng dụng cánh tay robot phân loại sản phẩm.	4
Hình 2.2 CPU S7-1200 dòng 1214C DC/DC/DC.....	7
Hình 2.3 Cấu tạo của bộ điều khiển PLC S7-1200	8
Hình 2.4 Giao diện phần mềm TIA PORTAL	11
Hình 2.5 Sơ đồ chân của relay 14 chân.....	11
Hình 2.6 Relay trung gian	12
Hình 2.7 Cảm biến vật hồng ngoại E3F-DS30C4 NPN	13
Hình 2.8 Nguồn tổ ong 220V/12V 10A	13
Hình 2.9 Nguồn tổ ong 220V/24V 2.2A	14
Hình 2.10 Aptomat CHINT	15
Hình 2.11 Hộp cầu chì RT18-32X kèm cầu chì 6A.....	16
Hình 2.12 Nút nhấn LA38.....	17
Hình 2.13 Nút nhấn E-Stop.....	17
Hình 2.14 Công tắc hành trình.	18
Hình 2.15 Giao diện lập trình trên phần mềm Pycharm	19
Hình 2.16 Động cơ bước.....	21
Hình 2.17 Cấu tạo bên trong động cơ bước	22
Hình 2.18 Driver điều khiển động cơ bước TB6600	23
Hình 2.19 Động cơ DC kéo băng tải.....	25
Hình 2.20 Băng tải	25
Hình 2.21 Van hút chân không ZK-08 STNC.....	26
Hình 2.22 Máy bơm hút chân không	26
Hình 2.23 Camera Logitech C270	27
Hình 3.1 Ảnh màu HSV	29
Hình 3.2 Ảnh sản phẩm mẫu tam giác dạng file	32
Hình 3.3 Ảnh sản phẩm dạng file được nhận dạng.....	32
Hình 3.4 Ảnh sản phẩm thực tế Camera thu được	33
Hình 3.5 Ảnh sản phẩm trên băng tải sau khi xử lý	33

Hình 3.6 Cài đặt địa chỉ IP giao tiếp với phần mềm Pycharm.....	34
Hình 3.7 Thiết lập kiểu dữ liệu nhận từ phần mềm Pycharm	34
Hình 3.8 Dữ liệu được lưu vào excel phục vụ mục đích quản lý, giám sát	34
Hình 3.9 Giao diện giám sát được thiết kế	35
Hình 4.1 Lưu đồ thuật toán điều khiển	37
Hình 4.2 Lưu đồ thuật toán xử lý ảnh	38
Hình 4.3 Lưu đồ thuật toán nhận dạng vật.....	39
Hình 4.4 Nguồn cấp chính.....	40
Hình 4.5 Sơ đồ đấu nối động cơ DC.....	40
Hình 4.6 Sơ đồ đấu nối từ Driver TB6600 tới PLC.....	41
Hình 4.7 Biến địa chỉ ngõ vào, ra của PLC	41
Hình 4.8 Sơ đồ đấu nối Relay trung gian.....	42
Hình 4.9 Sơ đồ đấu nối động cơ bước và cảm biến qua cầu đấu nối.....	42
Hình 4.10 Thiết kế tủ điện trên phần mềm AutoCad.....	43
Hình 4.11 Tủ điện thực tế.....	44
Hình 4.12 Chọn CPU S7-1200 dòng 1214C DC/DC/DC	45
Hình 4.13 Cho phép chế độ điều khiển động cơ hoạt động	45
Hình 4.14 Chọn chế độ điều khiển động cơ PTO	46
Hình 4.15 Tạo một Object Technology	46
Hình 4.16 Chọn đơn vị đo	47
Hình 4.17 Cấu hình điều khiển động cơ	47
Hình 4.18 Cài đặt số xung trên vòng quay của động cơ	48
Hình 4.19 Thiết lập chế độ về vị trí gốc	48
Hình 4.20 Sơ đồ khối của hệ thống	49
Hình 4.21 Mô hình thực tế.....	50
Hình 5.1 Camera nhận diện được hình vuông	51
Hình 5.2 Camera nhận diện được hình tròn.....	51
Hình 5.3 Camera nhận diện được hình tam giác.....	52

DANH SÁCH CÁC BẢNG

Bảng 2.1 So sánh vài loại nhận dạng vật hiện có.....	5
Bảng 2.2 So sánh các module PLC	9
Bảng 2.3 Cài đặt thông số dòng điện cho động cơ bước bằng switch.....	23
Bảng 2.4 Cài đặt vi bước cho động cơ bước bằng switch.....	23
Bảng 3.1 Quy trình xử lý ảnh và gửi dữ liệu.....	29
Bảng 4.1 Bảng IO cho PLC	36
Bảng 5.1 Bảng kết quả xác suất đọc ảnh sản phẩm.....	52

DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

Viết tắt	Tiếng anh (nếu có)	Tiếng việt
AC	Alternating Current	Dòng điện xoay chiều
DC	Direct Current	Dòng điện một chiều
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor	Transistor có cực điều khiển cách ly
PWM	Pulse Width Modulation	Điều chế độ rộng xung
THD	Total Harmonic Distortion	Độ méo dạng sóng hài
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Hội kỹ sư điện và điện tử
UI	User Interface	Giao diện người dùng
COIL		Cuộn dây điện từ

Ghi chú:

- Ký hiệu: mỗi mục ký hiệu gồm ký hiệu và phần tên gọi, diễn giải ký hiệu.
- Cụm từ viết tắt là các chữ cái và các ký hiệu thay chữ được viết liền nhau, để thay cho một cụm từ có nghĩa, thường được lặp nhiều lần trong đồ án.

MỞ ĐẦU

Đề tài “Ứng dụng cánh tay robot và xử lý ảnh để nhận dạng và phân loại sản phẩm” là mô hình phân loại sản phẩm theo hình dạng (tròn, vuông, tam giác). Sử dụng PLC S7-1200 hiện đã và đang được ứng dụng trong các nhà máy lớn với chức năng điều khiển quy trình hoạt động của một hệ thống trong nhà máy. Dựa trên ngôn ngữ Python, thư viện chính OpenCV và được thực hiện bởi PLC. Xử lý ảnh phân biệt các hình dạng khác nhau của sản phẩm sau đó phân loại từng sản phẩm. Hệ thống sau khi hoàn thành có thể phân loại hình dạng của sản phẩm trên băng tải, sau đó cánh tay robot 3 bậc tự do sẽ đặt vật vào những vị trí đã được thiết lập sẵn trên PLC.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI

1.1 Lý do chọn đề tài

Ngày nay, xã hội đã và đang phát triển với một tốc độ chóng mặt, quá trình Công nghiệp hóa, Hiện đại hóa cũng được nâng cao để phát triển Đất Nước và cải thiện cuộc sống của người dân. Vì vậy khoa học kỹ thuật ngày càng được ứng dụng rộng rãi, phổ biến và mang lại kết quả tối ưu trong hầu hết các lĩnh vực kinh tế, kỹ thuật sản xuất cũng như trong đời sống xã hội.

Việt Nam vốn là một đất nước đi lên từ nông nghiệp, từ xưa đến nay vẫn lấy nông nghiệp làm trọng tâm phát triển kinh tế của đất nước. Xét điều kiện cụ thể ở nước ta trong công cuộc công nghiệp hóa, hiện đại hóa sử dụng ngày càng nhiều thiết bị hiện đại để điều khiển tự động các quá trình sản xuất, gia công và chế biến sản phẩm,... Điều này dẫn đến việc hình thành các hệ thống sản xuất linh hoạt, liên tục, cho phép tự động hóa ở mức độ cao trên cơ sở sử dụng các máy móc CNC, robot công nghiệp,... Trong đó có một khâu quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm là hệ thống nhận dạng và phân loại sản phẩm. Hệ thống nhận dạng và phân loại sản phẩm có mục đích chia sản phẩm ra các nhóm có cùng thuộc tính với nhau để thực hiện đóng gói hoặc loại bỏ sản phẩm hỏng. Hiện nay để phân loại sản phẩm, người ta thường sử dụng các loại cảm biến với các chức năng khác nhau để phân loại sản phẩm mong muốn như phân loại theo màu sắc, hình dạng, mã QR, bar code,... Những cảm biến này có ưu điểm chung là quá trình lắp đặt và vận hành tương đối đơn giản nhưng lại dễ gây nhiễu. Với tốc độ phát triển khoa học - kỹ thuật của nước ta như hiện nay, các ngành công nghiệp ngày càng đòi hỏi trình độ cao và không ngừng đổi mới để bắt kịp xu hướng của thế giới, dần dần đưa tự động hóa vào thay thế nhân công.

Nhận thấy được vấn đề trên nên nhóm em đã chọn đề tài “Ứng dụng cánh tay robot và xử lý ảnh để nhận dạng và phân loại sản phẩm” với mục tiêu tạo ra một sản phẩm hiệu quả có khả năng ứng dụng vào thực tế để góp phần bắt kịp sự phát triển của công nghiệp.

1.2 Mục đích

Nhận diện được hình dạng cụ thể của sản phẩm và phân loại tự động thông qua phần mềm xử lý ảnh.

Thiết kế và thi công mô hình nhận dạng và phân loại sản phẩm dùng cánh tay robot 3 DoF dựa vào PLC kết hợp với xử lý ảnh.

Tìm hiểu cách phối hợp vận hành trơn tru động cơ điện 1 chiều, động cơ bước, cảm biến và động cơ hút chân không.

1.3 Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Tổng quan xử lý ảnh, phương pháp nhận dạng và phân loại theo hình dạng.

Tổng quan khối PLC Siemens S7-1200.

Tổng quan về động cơ điện một chiều, động cơ bước, cảm biến hồng ngoại,... và các linh kiện, thiết bị điện khác.

Truyền thông giữa PLC Siemens S7-1200 và ứng dụng Pycharm.

Nghiên cứu và ứng dụng các phần mềm chuyên ngành như Autocad, Tia Portal,... vào việc thiết kế và chế tạo mô hình.

1.4 Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu lý thuyết:

Nghiên cứu nguyên lý hoạt động cơ bản của hệ thống phân loại sản phẩm theo hình dạng.

Tìm hiểu cách thức hoạt động của các thiết bị phần cứng trong hệ thống.

Tìm hiểu ngôn ngữ lập trình Python và cách thức lấy dữ liệu từ camera đưa vào máy tính xử lý.

Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm:

Thiết kế và thi công mô hình phần cứng.

Viết chương trình điều khiển và giám sát hệ thống.

Chạy mô hình thực tế để đánh giá.

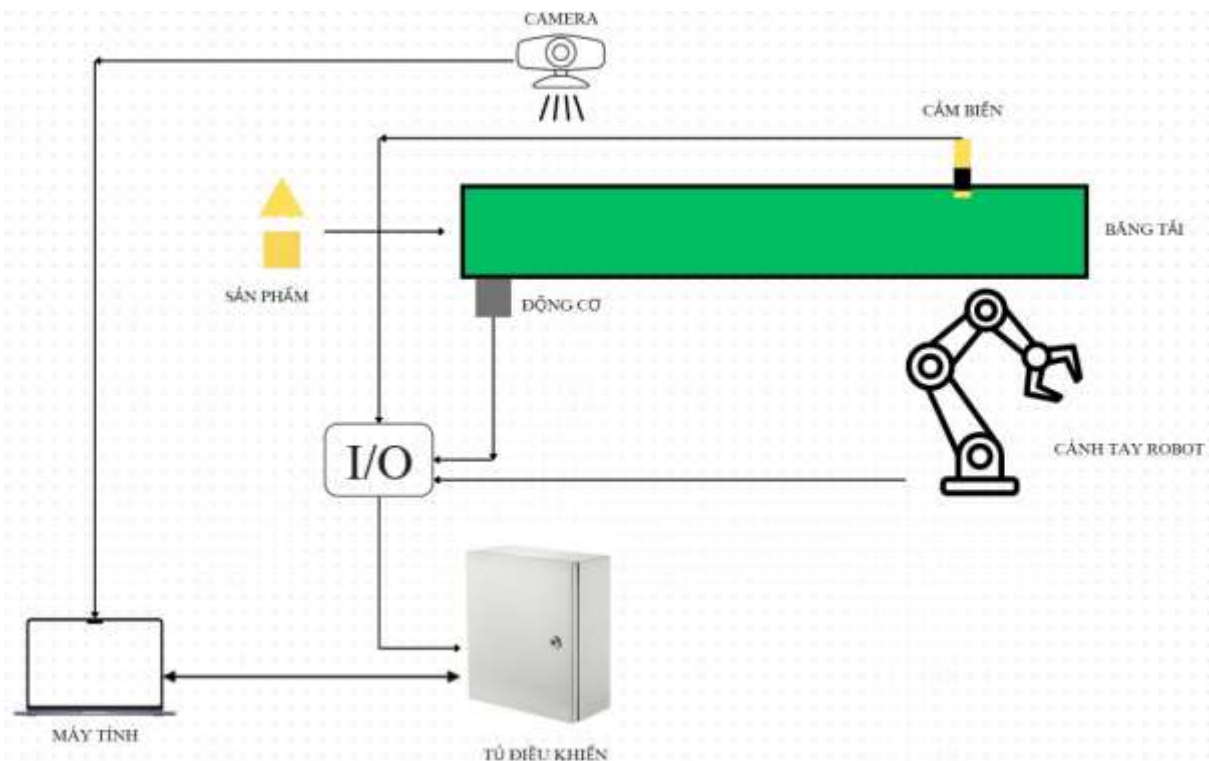
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1 Giới thiệu tổng quan về đề tài

2.1.1 Khái quát về hệ thống phân loại sản phẩm

Phân loại sản phẩm là một khâu quan trọng trong quá trình sản xuất với mục đích xác định loại sản phẩm, kiểm định chất lượng sản phẩm trước khi bước vào khâu đóng gói đưa ra thị trường nhằm loại bỏ những sản phẩm lỗi, không đạt yêu cầu về hình dáng, kích thước, màu sắc,... Tùy thuộc vào độ phức tạp yêu cầu của từng loại sản phẩm mà có thể đưa ra những phương pháp phân loại sản phẩm khác nhau. Hiện nay có một số phương pháp phân loại sản phẩm được ứng dụng rất nhiều như:

- Phân loại sản phẩm theo kích thước.
- Phân loại sản phẩm theo vật liệu.
- Phân loại sản phẩm theo hình dáng.
- Phân loại sản phẩm màu sắc.
- Phân loại sản phẩm khối lượng.
- Phân loại sản phẩm theo mã code 1 chiều hoặc 2 chiều.



Hình 2.1 Quy trình tổng quát ứng dụng cánh tay robot phân loại sản phẩm.

Một hệ thống phân loại sản phẩm bao gồm các cảm biến, camera thu nhận các tín hiệu từ sản phẩm cần phân loại sau đó truyền về bộ xử lý để nhận dạng sản phẩm thông qua các đặc điểm về hình dáng, màu sắc, khối lượng,... sau đó bộ xử lý truyền tín hiệu

đến cơ cấu chấp hành là cánh tay robot, hệ thống băng tải và các cơ cấu chấp hành khác để thực hiện việc phân loại sản phẩm.

Bảng 2.1 So sánh vài loại nhận dạng vật hiện có

Tiêu chí	Hình dạng (Shape)	Bar Code	QR Code	RFID
Nguyên lý hoạt động	Nhận diện đặc điểm hình học qua camera và thuật toán xử lý ảnh	Quét dải mã vạch tuyến tính bằng máy đọc	Quét mã 2D chứa thông tin dữ liệu bằng camera	Sử dụng sóng radio để đọc thẻ chứa dữ liệu
Yêu cầu phần cứng	Camera, ánh sáng, phần mềm xử lý ảnh	Máy quét mã vạch (barcode scanner)	Camera hoặc máy quét QR	Đầu đọc RFID, thẻ RFID
Tốc độ phân loại	Nhanh, phụ thuộc vào thuật toán và môi trường	Rất nhanh	Nhanh	Rất nhanh, không cần tầm nhìn trực tiếp
Khả năng nhận diện từ xa	Có, tùy độ phân giải và kích thước vật	Giới hạn, cần khoảng cách gần mã code	Giới hạn, cần hiển thị rõ mã QR	Rất tốt, có thể lên đến vài mét
Khả năng nhận diện nhiều vật cùng lúc	Có (nếu thiết kế tốt hệ thống thị giác)	Hạn chế	Hạn chế	Có (có thể đọc nhiều thẻ cùng lúc)
Độ phụ thuộc vào nhãn dán	Không cần nhãn, nhận diện trực tiếp từ vật	Cần gắn mã barcode	Cần gắn mã QR	Cần gắn thẻ RFID

Khả năng tùy biến	Rất cao – có thể phân loại theo nhiều đặc tính phức tạp	Thấp – mỗi mã cho một loại	Trung bình – chứa được nhiều thông tin hơn barcode	Rất cao – có thể lưu dữ liệu động
Chi Phí	Thấp, chỉ cần camera và phần mềm	Cao	Cao	Đắt vì máy ảnh cần xử lý vô tuyến
Ứng dụng tiêu biểu	Phân loại sản phẩm theo hình dáng, máy đóng gói, robot picking	Siêu thị, kho hàng, logistics	Bán hàng điện tử, vé số, kiểm soát truy cập nhanh	Quản lý kho, chuỗi cung ứng, kiểm soát ra vào tự động

2.1.2 Giới thiệu về cánh tay robot phân loại sản phẩm

Cánh tay robot 3 bậc tự do là một hệ thống cơ điện có khả năng thực hiện các chuyển động cơ bản trong không gian ba chiều. Thiết kế cánh tay robot thường được sử dụng trong các dự án giáo dục, nghiên cứu và ứng dụng công nghiệp nhỏ, giúp sinh viên và kỹ sư hiểu rõ hơn về các nguyên lý cơ bản của robot học và điều khiển, qua đó nhóm đã dùng cánh tay robot 3 bậc tự do kèm theo động cơ khí nén, phân loại sản phẩm kết hợp xử lý ảnh. Sản phẩm được phân loại dựa trên hình dạng. Hệ thống gồm có camera thu tín hiệu truyền về máy tính để xử lý ảnh với OpenCV, sau khi máy tính xử lý, nhận dạng xong sản phẩm truyền tín hiệu xuống PLC S7-1200 điều khiển cánh tay robot kèm với động cơ hút thực hiện hút thả vật.

2.2 Giới thiệu về PLC S7-1200

Bộ điều khiển khả lập trình (Programmable Logic Controller) S7-1200 mang lại tính linh hoạt và điều khiển nhiều thiết bị đa dạng hỗ trợ các yêu cầu về điều khiển tự động. Sự kết hợp giữa thiết kế thu gọn, cấu hình linh hoạt và tập lệnh đã khiến cho PLC S7-1200 trở thành một giải pháp hoàn hảo dành cho việc điều khiển nhiều ứng dụng đa dạng khác nhau.

Khi người dùng tải chương trình, CPU sẽ chứa mạch logic được yêu cầu để giám sát và điều khiển các thiết bị nằm trong ứng dụng. CPU giám sát các ngõ vào và làm thay đổi ngõ ra theo logic của chương trình người dùng, có thể bao gồm các hoạt động

như logic Boolean, bộ đếm, bộ định thời, các phép toán, so sánh và việc truyền thông với các thiết bị thông minh khác.



Hình 2.2 CPU S7-1200 dòng 1214C DC/DC/DC

2.2.1 Ưu và nhược điểm của PLC S7-1200

Ưu điểm:

- Chức năng lập trình code PLC và ngôn ngữ lập trình dễ hiểu, dễ học.
- Thiết bị CPU 1214C của PLC Siemens S7-1200 có khả năng mở rộng kết nối với các thiết bị khác bằng cách dùng các chuẩn kết nối.
- Mở rộng truyền thông trực tiếp bằng tín hiệu digital (kỹ thuật số) hoặc tín hiệu tương tự (analog) trên CPU thông qua bảng tín hiệu.
- Mở rộng truyền thông bằng các loại tín hiệu đầu vào/ra kỹ thuật số thông qua các module tín hiệu.
- Có khả năng mở rộng bộ nhớ bằng thẻ nhớ Simatic.

Nhược điểm:

- Giá thành cao (tùy theo mục đích sử dụng).
- Đòi hỏi người sử dụng phải có trình độ chuyên môn.
- Không thể làm việc được ở nhiệt độ cao.

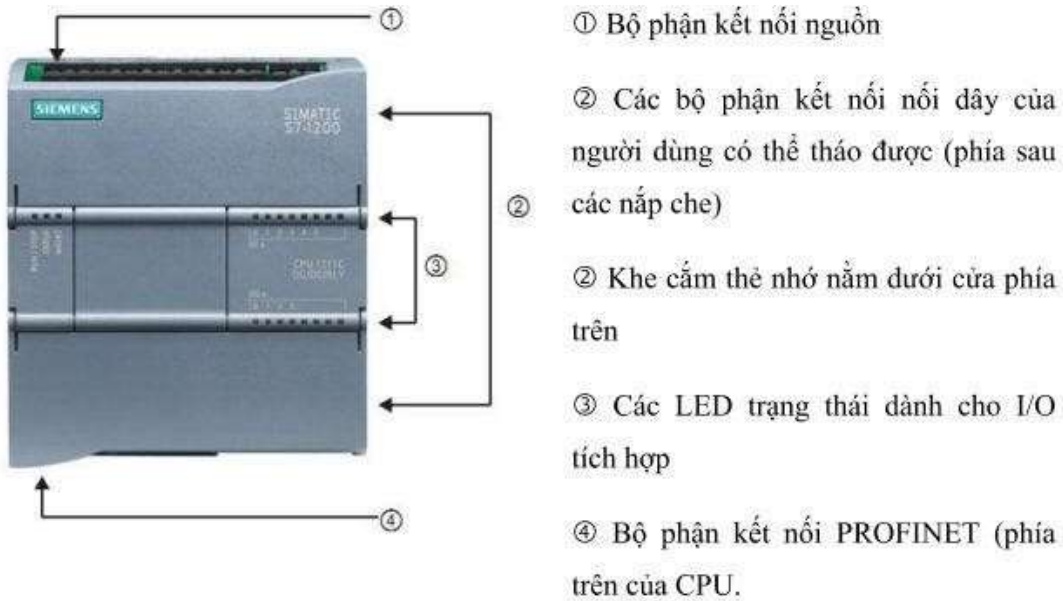
Sự khác nhau giữa PLC và các loại điều khiển khác.

PLC được thiết kế tiêu chuẩn để giao tiếp với các cảm biến, bộ truyền động và module giao tiếp cấp công nghiệp.

So sánh giữa PLC với mạch điều khiển relay-contactor, PLC tiêu thụ ít năng lượng hơn so với hệ thống relay-contactor. PLC sử dụng logic lưu trữ và logic điều khiển

được lưu trữ trong bộ nhớ. Còn hệ thống relay-contactor thực hiện bằng dây dẫn phân cứng. Bên cạnh đó, mạch điều khiển relay-contactor sử dụng chế độ hoạt động “song song”. Còn PLC được vận hành theo chế độ quét “nối tiếp”. Các phần trong chương trình được thực hiện theo trình tự của chuỗi quét.

2.2.2 Cấu tạo của PLC S7-1200



Hình 2.3 Cấu tạo của bộ điều khiển PLC S7-1200

2.2.3 Các dòng chính của PLC S7-1200

S7 1200 có 5 dòng là CPU 1211C, CPU 1212C và CPU 1214C, CPU 1215C, CPU 1217C.

- PLC S7 1200 CPU 1211C có bộ nhớ làm việc 50KB work memory.
- PLC S7 1200 CPU 1212C có bộ nhớ làm việc 75KB work memory.
- PLC S7 1200 CPU 1214C có bộ nhớ làm việc 100KB work memory.
- PLC S7 1200 CPU 1215C có bộ nhớ làm việc 125KB work memory.
- PLC S7 1200 CPU 1217C có bộ nhớ làm việc 150KB work memory.

Có thể chọn các Model phù hợp tùy vào mục đích và ứng dụng điều khiển của hệ thống.

PLC S7-1200 có thể mở rộng các module tín hiệu và các module mở rộng gắn bên phải của khối PLC chính để thêm các chức năng đọc nhiều tín hiệu tương tự và số khác của CPU. Còn có thể cài đặt thêm các module truyền thông vào phía bên trái khối PLC chính để hỗ trợ giao thức truyền thông khác.

Bảng 2.2 So sánh các module PLC

Chức năng	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Kích thước vật lý (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
- Bộ nhớ làm việc	25Kb		100Kb
- Bộ nhớ nạp	1Mb		4Mb
- Bộ nhớ giữ lại	2kB		2kB
I/O kết hợp cục bộ:	6 ngõ vào	8 ngõ vào	14 ngõ vào
- Kiểu số	4 ngõ ra	6 ngõ ra	10 ngõ ra
- Kiểu tương tự	2 ngõ ra	2 ngõ ra	2 ngõ vào
Bộ nhớ bit (M)	4096 byte		8192 byte
Độ mở rộng các module	Không	2	8
Bảng tín hiệu	1		
module truyền thông	3 module (mở rộng về bên trái)		
Các bộ đếm tốc độ cao	3	4	6
Đơn pha	3 tại 100 kHz	3 tại 100 kHz	3 tại 100 kHz
		1 tại 30 kHz	3 tại 30 kHz
		3 tại 80 kHz	3 tại 80 kHz
Vuông pha	3 tại 80 kHz	1 tại 20 kHz	3 tại 20 kHz
Các ngõ xung ra	2 (Có thể cấu hình thêm)		
Thẻ nhớ	Thẻ nhớ SIMATIC (tùy chọn)		
Thời gian lưu giữ đồng hồ thời gian thực	Thông thường 10 ngày / ít nhất 6 ngày tại 40 độ C		
PROFINET	1 cổng truyền thông Ethernet		
Tốc độ thực thi tính toán	18 μ s /lệnh		

2.2.4 Các tính năng nổi bật của PLC S7-1200 1214C DCDCDC

Cổng truyền thông Profinet (Ethernet) được tích hợp sẵn:

- Kết nối với máy tính, màn hình HMI hoặc truyền thông PLC-PLC.
- Dùng kết nối với các thiết bị khác có hỗ trợ chuẩn Ethernet mở.
- Tốc độ truyền 10/100 Mbits/s.

Các tính năng về đo lường, điều khiển vị trí, điều khiển quá trình:

- 6 bộ đếm tốc độ cao (high speed counter) dùng cho các ứng dụng đếm số lượng và đo lường về xung, trong đó có 3 bộ đếm 100kHz và 3 bộ đếm 30kHz.
- Ngõ ra điều rộng xung PWM, điều khiển tốc độ động cơ, vị trí valve, điều khiển nhiệt độ,...

Thiết kế linh hoạt:

- 2 ngõ vào analog 0-10V được tích hợp trên CPU.
- Card nhớ SIMATIC, dùng khi cần mở rộng bộ nhớ cho CPU, copy chương trình ứng dụng hay khi cập nhật firmware.

2.2.5 Tổng quan về phần mềm TIA Portal

TIA Portal – Phần mềm cơ sở được tích hợp tất cả các phần mềm lập trình cho các hệ thống tự động hóa và truyền thông điện. Phần mềm lập trình này giúp người sử dụng phát triển các hệ thống tự động hóa một cách nhanh chóng, do đó giảm nhiều thời gian trong việc tích hợp, xây dựng tất cả các bộ điều khiển PLC, màn hình HMI, các bộ truyền thông của Siemens đều được lập trình, cấu hình trên TIA Portal. Việc này giúp giảm thời gian, công sức trong việc thiết lập truyền thông giữa các thiết bị.

Người sử dụng có thể sử dụng tính năng “kéo và thả” một biến trong chương trình điều khiển PLC. Phần mềm Simatic Step 7 V16 tích hợp trên TIA Portal, để lập trình cho S7-1200.

Simatic Step 7 V16 được chia thành các mô-đun khác nhau, tùy theo nhu cầu của người sử dụng. Simatic Step 7 V16 cũng hỗ trợ tính năng chuyển đổi chương trình PLC, HMI đang sử dụng sang chương trình mới trên TIA Portal. Phần mềm mới Simatic WinCC V16, cũng được tích hợp trên TIA Portal, dùng để làm cấu hình cho các màn hình TP và MP hiện tại, màn hình mới Comfort, cũng như để giám sát điều khiển hệ thống trên máy tính (SCADA), từ màn hình máy tính hay màn hình cảm ứng, ta hoàn toàn có tác động vào hệ thống mà không cần đi đến hiện trường.

Với các tính năng và khả năng tích hợp toàn diện, TIA Portal là một công cụ quan trọng cho các kỹ sư tự động hóa và các chuyên gia trong ngành công nghiệp tự động hóa, giúp tối ưu hóa quy trình phát triển và quản lý các hệ thống tự động hóa công nghiệp.

Nguyên lý hoạt động: Khi kết nối nguồn điện 12V, 24V hay 220V, các tiếp điểm thường đóng của Relay sẽ chuyển thành các tiếp điểm thường mở. Và ngược lại, các tiếp điểm đang mở sẽ chuyển về trạng thái thường đóng.

Ứng dụng của relay trung gian:

- Cách ly mạch điện khỏi mạch tải hoặc mạch được cấp điện AC khỏi mạch được cấp điện DC.
- Chuyển mạch nhiều dòng điện hoặc điện áp sang các tải khác nhau sử dụng một tín hiệu điều khiển.



Hình 2.6 Relay trung gian

2.4 Cảm biến hồng ngoại E3F- DS304 NPN

Cảm biến hồng ngoại E3F-DS30C4 NPN 6-36V dùng ánh sáng là tia hồng ngoại để xác định khoảng cách tới vật cản cho phản hồi nhanh và rất ít nhiễu do sử dụng mắt nhận và phát tia hồng ngoại theo tần số riêng biệt.

Cảm biến hồng ngoại E3F-DS30C4 có thể chỉnh khoảng cách báo mong muốn thông qua biến trở. Cảm biến có dải điện áp rộng, rất thích hợp với PLC.

Thông số kỹ thuật:

- Nguồn điện cung cấp: 6 – 36VDC.
- Khoảng cách phát hiện: 5 – 30cm.
- Có thể điều chỉnh khoảng cách qua biến trở.
- Dòng tiêu thụ: 20-35mA.
- Dòng kích ngõ ra: 300mA.
- Ngõ ra dạng NPN.
- Kích thước: 18 x 70mm.

Sơ đồ chân:

- Chân nâu: VCC, nguồn dương 6-36VDC.

- Chân xanh dương: GND, nguồn âm 0VDC.
- Chân đen: Chân tín hiệu ngõ ra cực thu hở NPN, cần phải có trở kéo để tạo thành mức cao.



Hình 2.7 Cảm biến vật hồng ngoại E3F-DS30C4 NPN

2.5 Bộ nguồn

2.5.1 Nguồn Tổ Ong 12V 10A:

Nguồn Tổ Ong 12V 10A hay còn gọi là bộ nguồn một chiều được thiết kế để chuyển đổi điện áp từ nguồn xoay chiều 220VAC thành nguồn một chiều 12VDC để cung cấp cho các thiết bị hoạt động. Kích thước nhỏ gọn và thiết kế hộp dễ dàng lắp đặt trong các tủ điện hoặc không gian hạn chế. Nguồn tổ ong được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị điện và dân dụng. Trong công nghiệp chúng thường được sử dụng để cấp nguồn cho một số thiết bị của tủ điện,...



Hình 2.8 Nguồn tổ ong 220V/12V 10A

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp đầu vào: 100VAC ~ 250VAC.
- Tần số hoạt động: 50 ~ 60HZ.
- Công suất: 120W.
- Điện áp đầu ra: 12V.

- Dòng điện đầu ra: Tối đa 10A.
- Nhiệt độ hoạt động: 0 °C ~ 40 °C.
- Kích thước sản phẩm: 190 x 99 x 42.5 mm.
- Cổng vào: N (dây nguội) – L (dây nóng) – Cổng tiếp đất chống dòng rò.
- Cổng ra: 12V (+) và 12V (-).

2.5.2 Nguồn Tổ Ong 24V 2.2A:



Hình 2.9 Nguồn tổ ong 220V/24V 2.2A

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp đầu vào: 120 ~ 373VDC, 85 ~ 264VAC.
- Tần số hoạt động: 50 ~ 60HZ.
- Công suất: 50W.
- Điện áp đầu ra: 24V.
- Dòng điện đầu ra: 2.2A.
- Nhiệt độ hoạt động: -30 °C ~ 70 °C.
- Kích thước sản phẩm: 99x82x30 mm.
- Cổng vào: N (dây nguội) – L (dây nóng) – Cổng tiếp đất chống dòng rò.

2.6 Aptomat (CB)

Aptomat (CB) hay còn gọi là cầu dao điện, có vai trò quan trọng trong hệ thống điện, nhiệm vụ chính của Aptomat là bảo vệ mạch điện, ngăn các trường hợp quá tải, ngắn mạch, sụt áp, truyền công suất ngược, chống giật, chống rò.

Cấu tạo:

Aptomat có cấu tạo gồm các bộ phận chính như: Tiếp điểm, hồ quang dập, bộ phận truyền động, móc bảo vệ,...

Khi đóng mạch, tiếp điểm hồ quang đóng trước, tiếp theo là tiếp điểm phụ, sau cùng là tiếp điểm chính. Khi cắt mạch thì ngược lại, tiếp điểm chính mở trước, đến tiếp điểm phụ, cuối cùng là tiếp điểm hồ quang. Như vậy hồ quang chỉ cháy trên tiếp điểm hồ quang, do đó bảo vệ được tiếp điểm phụ và chính để dẫn điện. Dùng thêm tiếp điểm phụ để tránh hồ quang cháy lan vào làm hư hại tiếp điểm chính.



Hình 2.10 Aptomat CHINT

Thông số kỹ thuật:

- Phân loại: MCB.
- Điện áp định mức: 240/415V.
- Dòng điện định mức: 16A.
- Số pha: 2 pha.
- Dòng cắt ngắn mạch: 6KA.
- Tiêu chuẩn: IEC 60898-1.

2.7 Cầu chì

Cầu chì là một thiết bị không thể thiếu trong mỗi mạch điện nó có nhiệm vụ bảo vệ các thiết bị điện khi gặp sự cố như quá tải, ngắn mạch, Sử dụng cầu chì để bảo vệ đường dây điện, động cơ điện, thiết bị điện hay mạch điều khiển,...

Hộp cầu chì RT18-32X 1P có đèn báo sự cố, đèn này sẽ sáng khi cầu chì nằm trong hộp và bị đứt báo tình trạng sự cố bằng hiển thị trực quan.

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp định mức: 500V.
- Dòng định mức: 6A.

- Dòng ngắn mạch: 100KA.
- Kích thước: $\Phi 10 \times 38 \text{mm}$.



Hình 2.11 Hộp cầu chì RT18-32X kèm cầu chì 6A

2.8 Nút bấm

2.8.1 Nút nhấn LA38:

Nút nhấn LA38 được sử dụng nhiều trong công nghiệp, giá thành rẻ. Nút nhấn LA38 có 2 loại là có đèn báo và không có đèn báo, chỉ khác nhau là ở loại có đèn báo thì nút nhấn có 4 chân, trong đó 2 chân của nút nhấn và 2 chân của đèn.

Nút nhấn đơn giản trong thiết kế và dễ sử dụng, phù hợp cho nhiều ứng dụng, Thường có chi phí thấp so với các loại công tắc khác, được thiết kế để chịu tải cao và sử dụng nhiều.

Với thông số kỹ thuật phù hợp và thiết kế bền bỉ, nó có thể đáp ứng nhiều yêu cầu trong các ứng dụng điện tử và công nghiệp.

Thông số kỹ thuật:

- Chất liệu: Nhựa chống cháy ở nhiệt độ cao.
- Đường kính lỗ lắp đặt: 22mm.
- Đường kính nút nhấn: 23mm.
- Tiếp điểm: 1 NO (thường mở) chân 11-12, 1 NC (thường đóng) chân 23-24.
- Dòng định mức: 10A.
- Điện áp định mức: 380VAC 50hz, 220VDC.

- Điện áp: 250VAC.



Hình 2.12 Nút nhấn LA38

2.8.2 Nút nhấn E-Stop:

Nút nhấn E-stop là nút nhấn dừng khẩn cấp, thường dùng trong các ứng dụng như dừng khẩn cấp nguồn, dây chuyền hay một hệ thống khi xảy ra các sự cố ngoài ý muốn, dừng tín hiệu hoặc báo tín hiệu về bộ xử lý trong trường hợp khẩn cấp. Với thiết kế nút to, chắc chắn, dễ dàng khi sử dụng, khi bị tác động thì luôn duy trì trạng thái, chỉ chuyển trạng thái khi được xoay lại ban đầu.

Thông số kỹ thuật:

- Chất liệu: Nhựa chống cháy ở nhiệt độ cao.
- Đường kính lỗ lắp đặt: 22mm.
- Đường kính nút nhấn: 40mm.
- Tiếp điểm: 1 NO (thường mở) chân 11-12, 1 NC (thường đóng) chân 23-24.
- Dòng định mức: 10A.
- Điện áp định mức: 380VAC 50hz, 220VDC.
- Điện áp tối đa: 660VAC.



Hình 2.13 Nút nhấn E-Stop

2.9 Công tắc hành trình

Công tắc hành trình (Limit Switch) là loại công tắc dùng để kiểm soát và xác nhận vị trí của một bộ phận cơ khí trong các hệ thống tự động hóa và điều khiển. Đây là thiết bị giúp bảo vệ máy móc và đảm bảo hoạt động an toàn.

Công tắc hành trình KW11 5A 250V là thiết bị chuyển đổi tín hiệu cơ thành tín hiệu điện, tín hiệu của công tắc hành trình phục vụ cho quá trình điều khiển và giám sát. Công tắc KW11 được sử dụng trong các ứng dụng tự động hóa nhằm hạn chế hành trình cơ cấu chuyển động như máy CNC, nâng hạ,...



Hình 2.14 Công tắc hành trình.

Thông số kỹ thuật:

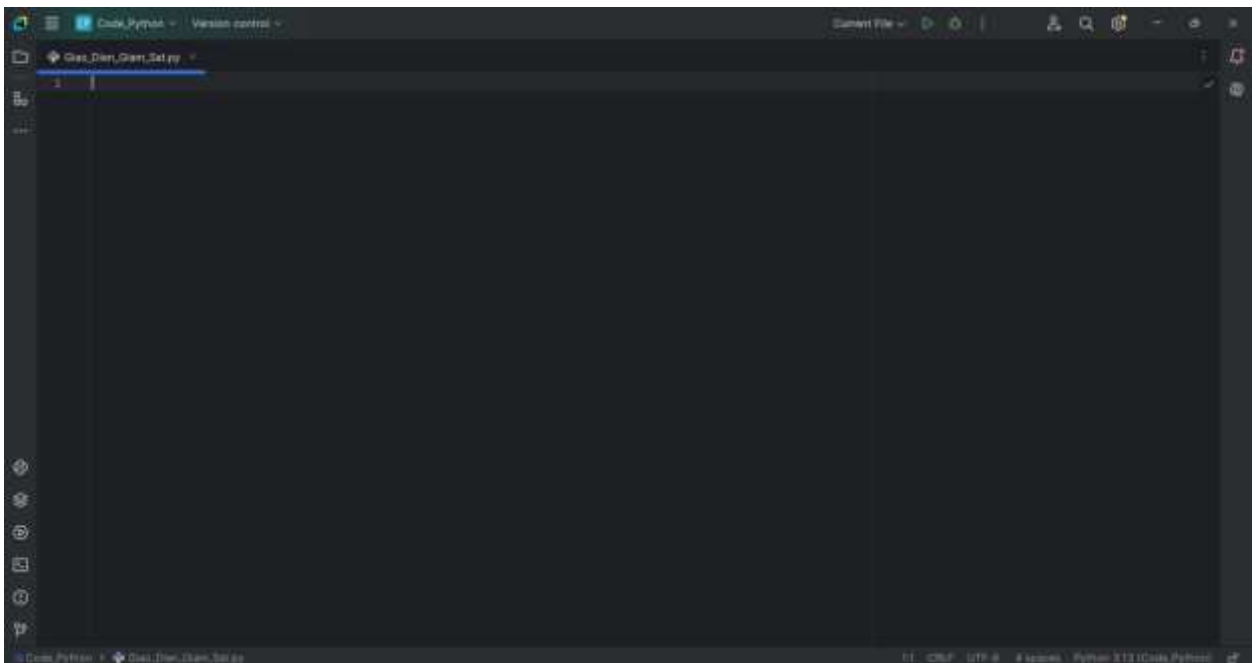
- Điện áp lớn nhất: 250VAC.
- Tiếp điểm: 1NO, 1NC.
- Dòng điện tối đa: 5A.
- Nhiệt độ làm việc: 15-85 độ C
- Kích thước: 20x9x6mm.
- Sơ đồ: 3 chân.

2.10 Phần mềm lập trình Pycharm

Pycharm là một nền tảng phát triển tích hợp tối đa nền tảng (IDE) được thiết kế dành riêng cho các lập trình viên Python. Phần mềm này được JetBrains phát triển nhằm mục đích cung cấp tất cả các công cụ cần thiết để tăng năng suất của các lập trình viên Python. Pycharm được trang bị sẵn các yếu tố mở rộng bao gồm biên dịch mã, điều hướng project nhanh, tô sáng cú pháp, công cụ cơ sở dữ liệu và trình soạn thảo văn bản có lập trình để thúc đẩy phát triển Web.

Tương tự như Python, Pycharm là một trong những IDE được tin tưởng và sử dụng rộng rãi nhất trong các ngôn ngữ lập trình. Ngày nay, những doanh nghiệp có sức ảnh hưởng như Twitter, Symantec và Pinterest cũng đang dùng công cụ Pycharm để làm IDE Python. Một trong những ưu thế vượt trội của việc sử dụng Pycharm là nó cung cấp API cho các nhà phát triển và cho phép họ viết các thuật toán của riêng mình để mở rộng các tính năng. Phần mềm này tương thích với Windows, Linux và macOS, hỗ trợ các lập trình viên Python tiết kiệm được rất nhiều thời gian trong lúc viết nhiều ứng dụng một cách hiệu quả.

PyCharm rất thích hợp cho việc phát triển ứng dụng web sử dụng Django, Flask hoặc Pyramid. Hỗ trợ các dự án phân tích dữ liệu và Machine Learning với tích hợp các thư viện khoa học dữ liệu. Cung cấp môi trường phát triển toàn diện cho các dự án Python, từ việc viết mã đến gỡ lỗi và biên dịch.



Hình 2.15 Giao diện lập trình trên phần mềm Pycharm

Một số đặc điểm chính của phần mềm Pycharm:

- Editor thông minh: Cung cấp một trình soạn thảo mã thông minh với hỗ trợ code completion, highlight cú pháp, kiểm tra lỗi cú pháp và định dạng mã.
- Hỗ trợ đa nền tảng: PyCharm có thể chạy trên nhiều hệ điều hành, bao gồm Windows, macOS và Linux.
- Quản lý dự án: Hỗ trợ quản lý dự án Python phức tạp, với khả năng tạo, mở, và quản lý các project dễ dàng.

- Hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình: Ngoài Python, Pycharm cũng hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình khác như JavaScript, HTML, CSS, và các ngôn ngữ khác thông qua các plugin.

- Debug: Có công cụ mạnh mẽ để debug code Python, cho phép bạn kiểm tra giá trị biến, thực hiện điều khiển chương trình và theo dõi các biểu diễn của code.

- Hỗ trợ nhiều framework: PyCharm hỗ trợ nhiều framework phổ biến như Django, Flask và các công nghệ web khác của Python.

- Tính tùy chỉnh cao: Cho phép người dùng tùy chỉnh giao diện và các cài đặt theo ý muốn, từ cài đặt font chữ đến cài đặt phím tắt.

2.11 Động cơ bước và Driver TB6600

2.11.1 Động cơ bước

Động cơ bước (step motor) là một loại động cơ mà có thể quy định được tần số góc quay của nó. Step Motor là loại động cơ chấp hành đặc biệt, thường được sử dụng cho các hệ truyền động rời rạc. Nếu góc bước của nó càng nhỏ thì số bước trên mỗi vòng quay của động cơ càng lớn và độ chính xác của vị trí ta thu được càng lớn.

Các góc bước của động cơ có thể đạt cực đại là 90 độ. Tuy nhiên, các góc bước của động cơ thường được sử dụng phổ biến nhất là góc 1,8 độ, góc 2,5 độ, góc 7,5 độ và góc 15 độ.

Nguyên lý hoạt động:

Động cơ bước không quay theo cơ chế thông thường, bởi vì động cơ bước quay theo từng bước một nên có độ chính xác rất cao về mặt điều khiển. Động cơ bước làm việc nhờ các bộ chuyển mạch điện tử đưa các tín hiệu điều khiển vào stato theo thứ tự và một tần số nhất định. Tổng số góc quay của rotor tương ứng với số lần chuyển mạch, cũng như chiều quay và tốc độ quay của rotor phụ thuộc vào thứ tự chuyển đổi và tần số chuyển đổi.

Khác với động cơ đồng bộ thông thường, rotor của động cơ bước được khởi động bằng phương pháp tần số do không có cuộn dây khởi động. Động cơ bước làm việc nhờ bộ chuyển mạch điện tử đưa các tín hiệu vào stator theo một thứ tự và một tần số nhất định.

Cách điều khiển động cơ bước:

Động cơ bước được điều khiển dưới dạng các xung điện rời rạc kế tiếp nhau tạo thành các chuyển động góc quay hoặc các chuyển động của rotor. Động cơ bước không

quay theo cơ chế thông thường, chúng quay theo từng bước bên có chế độ chính xác rất cao về mặt điều khiển. Chúng làm việc nhờ các bộ chuyển mạch điện tử đưa các tín hiệu điều khiển vào stator theo thứ tự và tần số nhất định.



Hình 2.16 Động cơ bước

Thông số kỹ thuật:

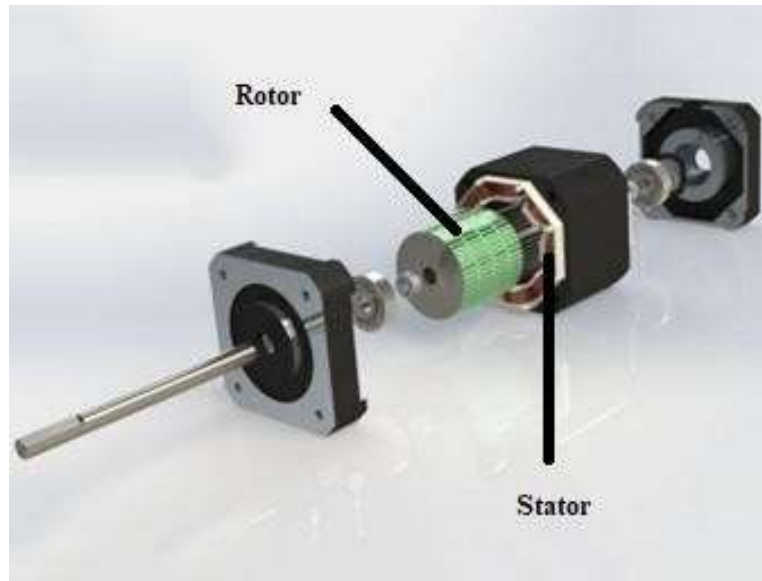
- 1 bước: 1.8 độ.
- Số lượng dây: 6 dây.
- Cân nặng: 0.5kg.
- Mô-men xoắn: 8.5kg.
- Dòng điện mỗi pha: 1A.
- Điện áp mỗi pha: 2.3V.
- Đường kính trục: 4mm.
- Chiều dài trục: 21mm.
- Đường kính động cơ: 46mm.

Cấu tạo:

Cấu tạo của động cơ bước gồm rotor và stator:

- Rotor chính là một dãy các lá nam châm vĩnh cửu, chúng được sắp xếp chồng lên nhau. Trên các lá nam châm này lại được chia thành các cặp cực sắp xếp đối xứng với nhau.

- Stator cấu tạo bằng sắt từ, chúng được chia thành các rãnh nhỏ để đặt cuộn dây.



Hình 2.17 Cấu tạo bên trong động cơ bước

Ưu điểm:

- Bền, giá thành thấp, dễ dàng thay thế.
- Cung cấp momen xoắn lớn ở dải vận tốc trung bình và thấp.
- Có thể điều chỉnh chính xác góc quay.

Nhược điểm:

- Hay bị trượt bước (nguồn điện cấp vào không đủ hoặc lực từ yếu).
- Động cơ bước thường tiêu tốn nhiều năng lượng hơn so với các loại động cơ khác vì nó luôn hoạt động ở chế độ hút từ và không phải lúc nào cũng được tối ưu hóa cho việc tiết kiệm năng lượng.

2.11.2 Driver TB6600

Mạch điều khiển động cơ bước TB6600 sử dụng IC TB6600HQ/HG dùng cho các loại động cơ bước 42/57/86 2 pha hoặc 4 dây có dòng tải là 4A/42VDC. Ứng dụng của mạch điều khiển động cơ bước TB6600 trong làm máy CNC, máy khắc laser và các ứng dụng tự động hóa khác.

Thông số kỹ thuật:

- Nguồn đầu vào là 6V – 36VDC.
- Dòng cấp tối đa là 4A.
- Cân nặng: 200g.
- Kích thước: 96 x 71 x 37mm.

Cài đặt và ghép nối:

- VCC: Nối với nguồn điện từ 9 – 40VDC.
- GND: Nối với 0VDC.
- A+ và A-: Nối với cặp dây của động cơ bước.
- B+ và B-: Nối với cặp dây của động cơ bước.
- PUL+: Tín hiệu cấp xung điều khiển tốc độ (+5V).
- PUL-: Tín hiệu cấp xung điều khiển tốc độ (-).
- DIR+: Tín hiệu cấp xung đảo chiều (+5V).
- DIR-: Tín hiệu cấp xung đảo chiều (-).
- ENA+ và ENA-: Khi cấp tín hiệu cho cặp này động cơ sẽ không có momen giữ và quay nữa.



Hình 2.18 Driver điều khiển động cơ bước TB6600

Bảng 2.3 Cài đặt thông số dòng điện cho động cơ bước bằng switch

Dòng điện (A)	S4	S5	S6
0.5	ON	ON	ON
1.0	ON	OFF	ON
1.5	ON	ON	OFF
2.0	ON	OFF	OFF
2.5	OFF	ON	ON
2.8	OFF	OFF	ON
3.0	OFF	ON	OFF
3.5	OFF	OFF	OFF

Bảng 2.4 Cài đặt vi bước cho động cơ bước bằng switch

Phân đoạn	Xung/vòng	S1	S2	S3
NC	NC	ON	ON	ON
1	200	ON	ON	OFF
2/A	400	ON	OFF	ON
2/B	400	OFF	ON	ON
4	800	ON	OFF	OFF
8	1600	OFF	ON	OFF
16	3200	OFF	OFF	ON
32	6400	OFF	OFF	OFF

2.12 Động cơ DC kéo băng tải

Trong mô hình, vì sử dụng truyền động băng tải dây đai và không yêu cầu tải trọng lớn nên không cần động cơ có công suất lớn. Với yêu cầu khá đơn giản của băng tải như là:

- Băng tải chạy liên tục, có thể dừng khi cần.
- Không đòi hỏi độ chính xác, tải trọng băng tải nhẹ.
- Dễ điều khiển, giá thành rẻ.

Vì vậy chỉ cần sử dụng động cơ 1 chiều có công suất nhỏ, điện áp vào là 12-30VDC.

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp làm việc: 12-30VDC.
- Điện áp định mức: 24VDC.
- Dòng điện không tải: 0.12A.
- Lực kéo moment: 0.6kg.cm.
- Công suất: 1W.
- Trục 6mm khuyết D.



Hình 2.19 Động cơ DC kéo băng tải

Băng tải mini 24VDC là một thiết bị tự động chuyên dụng được sử dụng để vận chuyển các vật phẩm và tải nhẹ trong các ứng dụng công nghiệp, sản xuất và tự động hóa. Nó là một dạng băng tải nhỏ gọn, thường dùng trong không gian hạn chế hoặc trong các hệ thống cần sự linh hoạt.

Thông số kỹ thuật:

- Chiều rộng băng tải: 8cm.
- Chiều dài băng tải: 50cm.
- Khung nhôm định hình chắc chắn.



Hình 2.20 Băng tải

2.13 Van hút chân không ZK-08 STNC và máy bơm hút chân không

ZK-08 : Van khí nén tạo hút chân không – ren 13mm – 1/4'.

Nguyên lý hoạt động: Khi chưa có tác động hơi vào ngõ P thì sẽ không có hiện tượng. Khi hơi được cấp vào ngõ P thì R sẽ có lực hút và A sẽ xả khí ra.



Hình 2.21 Van hút chân không ZK-08 STNC

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp định mức: 12 - 24VDC.
- Dòng định mức: 1500mA – 900mA.
- Áp suất tối đa: > 525 mmHg (+ 70 KPa) Kín: <10 mmHg / phút.
- Hút tối đa: (-50KPa).
- Lưu lượng: > 13-15 L / phút, tiếng ồn: <60 dB.
- Đường kính: $\Phi 7.0\text{mm}$.
- Kích thước: $\Phi 60 * 120\text{ mm}$.



Hình 2.22 Máy bơm hút chân không

2.14 Cam Logitech C270

- Độ phân giải hình ảnh: 3.0 MegaPixel
- Độ phân giải video: 1280 x 720 Pixel
- Chuẩn giao tiếp: USB 2.0
- Tốc độ khung hình: 30 FPS
- Model: C270



Hình 2.23 Camera Logitech C270

CHƯƠNG 3: PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ ẢNH ĐỂ NHẬN DẠNG SẢN PHẨM

3.1 Các khái niệm cơ bản trong xử lý ảnh

Độ phân giải của ảnh:

Độ phân giải của ảnh là mức độ chi tiết mà ảnh có thể thể hiện. Độ phân giải càng cao thì ảnh càng có nhiều chi tiết.

Điểm ảnh:

Trong ảnh kỹ thuật số một điểm ảnh là phần tử nhỏ nhất của ảnh. Mỗi một điểm ảnh là một mẫu của ảnh. Càng nhiều điểm ảnh, ảnh kỹ thuật số càng biểu diễn chính xác hơn về nội dung của ảnh gốc. Đặc trưng của một điểm ảnh gồm thành phần: Tọa độ (x,y) và cường độ sáng (Intensity).

Mức xám của ảnh:

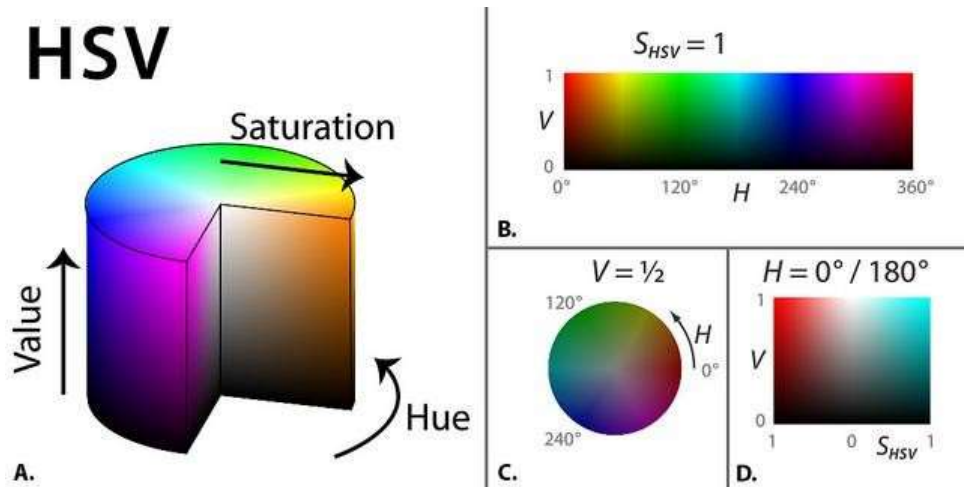
Mức xám của ảnh là một trong những giá trị số của điểm ảnh biểu diễn mức độ sáng tại điểm ảnh đấy. Thông thường trong xử lý ảnh hiện tại mức xám hay sử dụng nhất là mức xám 256 (có giá trị từ 0 đến 255).

Không gian màu:

Không gian màu là một mô hình toán học dùng để mô tả các màu sắc trong thực tế được biểu diễn dưới dạng số học. Trên thực tế có rất nhiều không gian màu khác nhau được mô hình để sử dụng vào những mục đích khác nhau. Một số không gian màu hay được ứng dụng nhiều như: RGB, HSV.

Không gian màu HSV: Là không gian màu được dùng nhiều trong việc chỉnh sửa ảnh, phân tích ảnh và một phần của lĩnh vực thị giác máy tính, bởi vì việc biểu diễn màu sắc bằng 3 màu sắc cơ bản đỏ, xanh lá và xanh dương mặc dù vẫn có thể tạo ra rất nhiều màu sắc khác nhau nhưng xét về yếu tố cảm nhận trực quan của con người thì rất khó để phối màu. Hệ không gian này dựa vào ba thông số sau để mô tả màu sắc: H = Hue: Màu sắc, S = Saturation: Độ đậm đặc, sự bão hòa, V = Value: giá trị cường độ sáng. Không gian màu này thường được biểu diễn dưới dạng hình trụ. Theo đó, đi vòng tròn từ 0-360 độ là trường biểu diễn màu sắc.

Các kênh màu thuộc hệ kênh màu HSV có đặc điểm khác với RGB vì có thêm vùng màu bão hòa nên mô tả màu sắc một cách tự nhiên hơn.



Hình 3.1 Ảnh màu HSV

3.2 Phương pháp xử lý ảnh

3.2.1 Phương pháp xử lý ảnh đề xuất

Bảng 3.1 Quy trình xử lý ảnh và gửi dữ liệu

Giai đoạn	Mục tiêu
1/ Nhập ảnh	Lấy ảnh từ camera hoặc tệp
2/ Tiền xử lý	Lọc hình ảnh
3/ Trích xuất đặc trưng	Tìm và nhận dạng hình ảnh
4/ Hành động	Hiển thị, đếm, điều khiển PLC
5/ Ghi log	Lưu dữ liệu vào Excel
6/ Giao diện	Hiển thị ảnh và trạng thái

3.2.2 Tổng quan về các thư viện được sử dụng trong đề tài

Thư viện sys: dùng để chạy app (sys.argv, sys.exit).

Thư viện os: dùng để mở file, kiểm tra tồn tại file, xử lý đường dẫn.

Thư viện numpy as np: xử lý ma trận ảnh (mask, array màu...).

Thư viện cv2 (OpenCV): xử lý ảnh (đọc camera, chuyển đổi màu, tìm contour, nhận dạng hình dạng, hiển thị ảnh lên GUI).

Thư viện PyQt5.QtWidgets: Xây dựng giao diện chính, các nút, hiển thị ảnh, thông báo thoát.

Thư viện PyQt5.QtGui: Hiển thị ảnh với QPixmap, QImage trong giao diện GUI.

Thư viện PyQt5.QtCore: Dùng QTimer để xử lý ảnh theo thời gian thực (mỗi 100ms).

Thư viện openpyxl: Đọc, ghi file Excel, tạo sheet, ghi số lượng các hình dạng đã đếm.

Thư viện threading.lock: Tránh xung đột khi ghi dữ liệu Excel từ nhiều luồng.

Thư viện snap7: Kết nối với PLC Siemens để gửi dữ liệu về loại hình dạng phát hiện.

Thư viện time: Ghi log thời gian trong Excel, cập nhật thời gian cho status.

3.2.3 Quy trình xử lý ảnh

Bước 1: Nhập ảnh (có 2 cách):

Cách 1: Dùng ảnh nhận diện được từ Camera:

Sử dụng code cv2.VideoCapture để lấy ảnh từ camera. Code sử dụng:

self.camera = cv2.VideoCapture(1) # (1) để lấy ảnh từ Camera C270; (0) để dùng

Camera của máy tính.

/Hàm cv2.VideoCapture(index_or_filename)

index_or_filename: số hiệu của camera.

Cách 2: Dùng ảnh tĩnh từ file có sẵn:

Sử dụng cv2.imread để lấy ảnh tĩnh từ file có sẵn. Code sử dụng:

frame = cv2.imread(self.loaded_image)

/Hàm cv2.imread(filename)

filename: Đường dẫn đến tệp ảnh cần đọc.

Bước 2: Lọc hình ảnh:

Bước 2.1: Sử dụng cv2.cvtColor để chuyển bức ảnh sang không gian màu HSV.

Lệnh code được sử dụng:

hsv_image = cv2.cvtColor(processed_frame, cv2.COLOR_BGR2HSV)

/Hàm cv2.cvtColor(src, code) được dùng để đọc ảnh từ tệp hình ảnh vào dưới dạng ma trận.

src: Ảnh gốc

code : Mã chuyển đổi không gian màu.

Bước 2.2: Sử dụng lower_threshold và higher_threshold để xác định khoảng màu cần lọc trong không gian màu HSV, tiếp theo sử dụng hàm cv2.inRange để tách vùng màu cần xử lý. Code sử dụng:

lower_threshold = np.array([0, 0, 200])

upper_threshold = np.array([255, 255, 255])

mask = cv2.inRange(hsv_image, lower_threshold, upper_threshold)

/Hàm cv2.inRange(src, lowerb, upperb)

src: Ảnh đầu vào

lowerb: Ngưỡng dưới giới hạn nhỏ nhất của dải màu cần lọc

upperb: Ngưỡng giới hạn lớn nhất của giải màu cần lọc.

Bước 3: Tìm và nhận dạng hình ảnh:

Bước 3.1: Sử dụng hàm cv2.Contours để xác định hình dạng. Code sử dụng:

```
contours, _ = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
```

/Hàm cv2.findContours(src, contour_retrieval, contours_approximation):

src: Ảnh đầu vào

contour_retrieval: Chế độ truy xuất đường viền

contours_approximation: Phương pháp lấy xấp xỉ. Chức năng của hàm này trong ứng dụng xử lý ảnh là tìm tất cả các đường viền có trong bức ảnh.

Bước 3.2: Sử dụng cv2.approxPolyDP để xác định hình dạng. Code sử dụng:

```
approx = cv2.approxPolyDP(contour, 0.04 * perimeter, True)
```

/Hàm cv2.approxPolyDP(cnt, epsilon, closed)

-cnt : Mảng các đường viền.

-epsilon: Khoảng cách tối đa từ đường bao tới đường bao xấp xỉ

-close: Nếu True thì đường cong gần đúng được đóng, nếu false nó sẽ không đóng lại.

Bước 3.3: Sử dụng cv2.drawContours để vẽ đường viền các hình đã nhận dạng được. Code sử dụng:

```
cv2.drawContours(processed_frame, [contour], -1, (0, 255, 0), 2)
```

/Hàm cv2.drawContours(image, contours, contourIdx, color[, thickness[, lineType[, hierarchy[, maxLevel[, offset]]]]]):

image: Hình ảnh nguồn

contour: Tất cả các đường viền

contourIdx: Tham số chỉ đường cần bao vẽ

color: Màu của các đường viền

thickness: Độ dày của các đường bao được vẽ. Nếu âm, phần bên trong của đường bao được tô màu đã chỉ định.

Bước 3.4: Sử dụng cv2.putText để hiển thị tên lên hình ảnh. Code sử dụng:

```
cv2.putText(processed_frame, shape, (cx - 50, cy - 10),
```

```
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7, (255, 255, 255), 2)
```

/Hàm cv2.putText(image, text, org, fontFace, fontScale, color, thickness):

image: Ảnh đầu vào cần vẽ chữ lên

text: Chuỗi văn bản cần hiển thị

org: Tọa độ điểm bắt đầu viết chữ

fontFace: Kiểu phông chữ

fontScale: Tỷ lệ chữ

color: Màu chữ

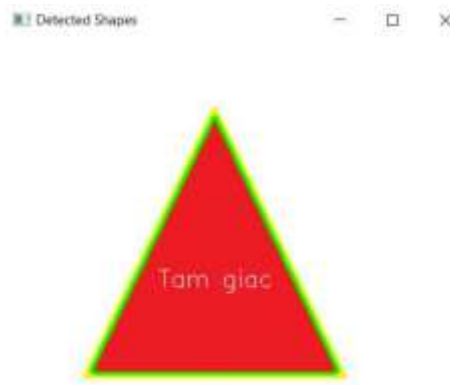
thickness: Độ dày nét chữ

3.2.4 Thử nghiệm trên ảnh file mềm và trên ảnh quét được từ thực tế



Hình 3.2 Ảnh sản phẩm mẫu tam giác dạng file

Ảnh sản phẩm hình tam giác trên file mềm đã chuẩn bị sẵn và đưa vào nhận dạng theo cách tải file ảnh



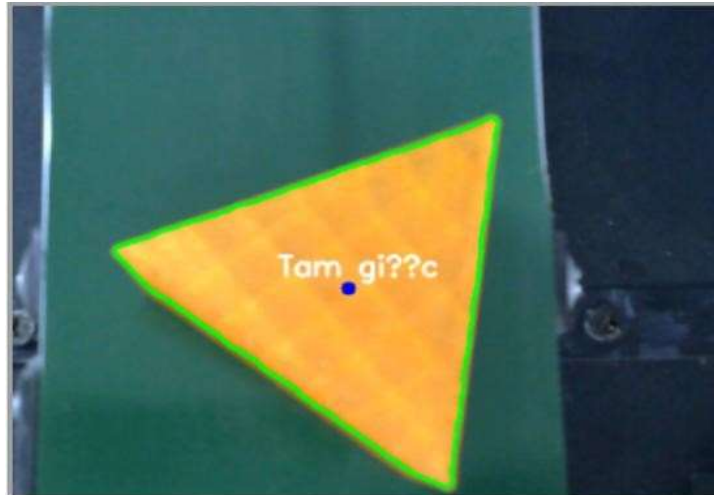
Hình 3.3 Ảnh sản phẩm dạng file được nhận dạng

Ảnh kết quả nhận dạng được sản phẩm hình tam giác sau khi đã qua các bước xử lý nhận dạng.



Hình 3.4 Ảnh sản phẩm thực tế Camera thu được

Hình ảnh thực tế sản phẩm hình tam giác trên băng tải được Camera thu nhận và truyền vào khâu xử lý ảnh.



Hình 3.5 Ảnh sản phẩm trên băng tải sau khi xử lý

Kết quả xử lý ảnh được trả ra tương ứng với ảnh sản phẩm thực tế nằm trên băng tải.

3.2.5 Truyền thông tới PLC

Bước 1: sử dụng hàm `snap7.client.Client()` để khởi tạo đối tượng PLC chuẩn bị cho việc kết nối và truyền dữ liệu. Code sử dụng:

```
self.plc = snap7.client.Client()
```

Bước 2: Sử dụng hàm `self.plc.connect` để kết nối với địa chỉ và gửi dữ liệu đến PLC. Code sử dụng:

```
self.plc.connect("192.168.15.1", 0, 1)
```

```
self.plc.db_write(15, 0, byte)
```

/Hàm `client.connect(ip, rack, slot)` để thiết lập kết nối TCP/IP đến PLC

ip: Địa chỉ IP của PLC

rank: Số rank nơi chứa CPU

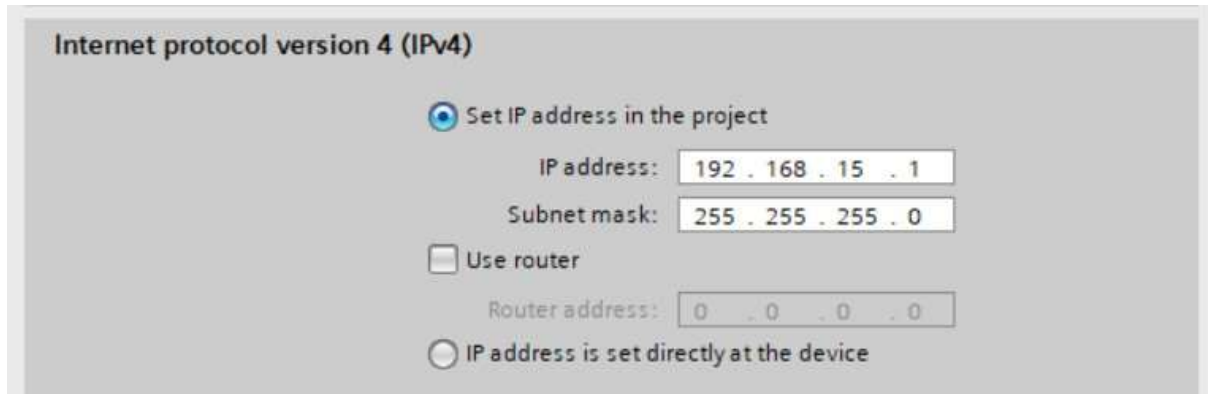
slot: Vị trí mà CPU nằm trong rank

/Hàm client.db_write(db_number, start, data)

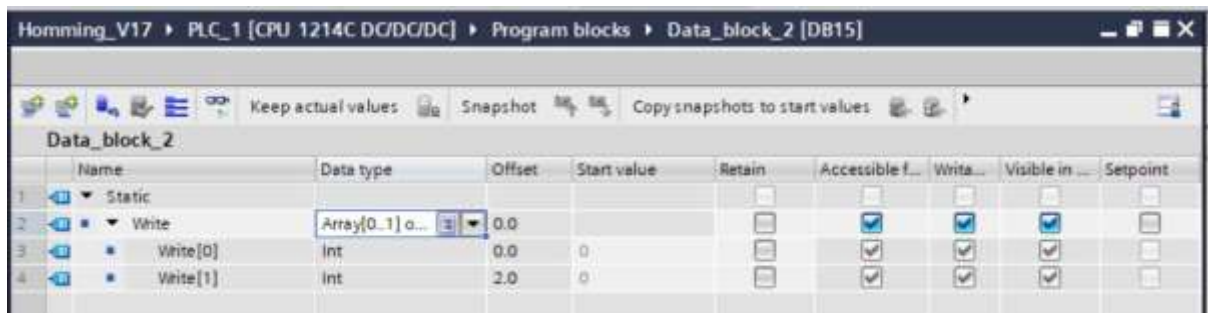
db_number: Số hiệu của Datablock

start: Địa chỉ byte bắt đầu ghi trong DB

data: dữ liệu dạng bytes cần ghi



Hình 3.6 Cài đặt địa chỉ IP giao tiếp với phần mềm Pycharm



Hình 3.7 Thiết lập kiểu dữ liệu nhận từ phần mềm Pycharm

Bước 3: Sử dụng hàm Workbook() để tạo file excel:



Hình 3.8 Dữ liệu được lưu vào excel phục vụ mục đích quản lý, giám sát

Dữ liệu trên excel sẽ hiển thị khi bấm vào ô “Xuất dữ liệu”.

Bước 4: Thiết kế giao diện:

Sử dụng thư viện PyQt5 để thực hiện các tác vụ. Thông qua QMainWindow, Qwidget, QVBoxLayout, QLabel, QPushButton.

Qmainwindow: Cửa sổ chính của ứng dụng.

Qwidget: Widget trung tâm chứa toàn bộ giao diện.

QVBoxLayout: Layout sắp xếp các widget theo chiều dọc.

Qlabel: Dùng để hiển thị hình ảnh (frame từ camera).

QPushButton: Nút để điều khiển (Start, Export, v.v).



Hình 3.9 Giao diện giám sát được thiết kế

Giao diện giám sát thể hiện khung hình thu nhận từ Camera (chưa xử lý ảnh), khung hình đã được xử lý phân loại hình dạng, thông tin Người hướng dẫn, sinh viên thực hiện.

CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ CÁC BẢN VẼ VÀ THI CÔNG MÔ HÌNH

4.1 Yêu cầu công nghệ

Khi nhấn nút ON cánh tay robot quay về vị trí gốc (home), sau đó băng tải hoạt động đưa sản phẩm đến Camera để camera thu nhận và xử lý hình ảnh, sau đó băng tải tiếp tục đưa vật đến chạm cảm biến tiệm cận sẽ dừng bắt tải. Khi cảm biến hồng ngoại có tín hiệu thì băng tải dừng. Máy tính sau khi xử lý và phân biệt được loại hình sản phẩm sẽ gửi tín hiệu đến PLC. Tại đây, PLC sẽ điều khiển cánh tay robot 3 bậc tự do di chuyển đến vị trí của sản phẩm để hút sản phẩm và di chuyển đến đúng vị trí được định sẵn và quay về vị trí gốc. Sau đó băng tải sẽ tiếp tục chạy đưa sản phẩm mới đi, quá trình này sẽ lặp đi lặp lại. Nhấn OFF cả hệ thống dừng hoạt động, nhấn Emergency Stop ngắt toàn bộ điện của hệ thống, để bảo vệ các thiết bị như PLC, các cơ cấu chấp hành và các thiết bị điện tử khác.

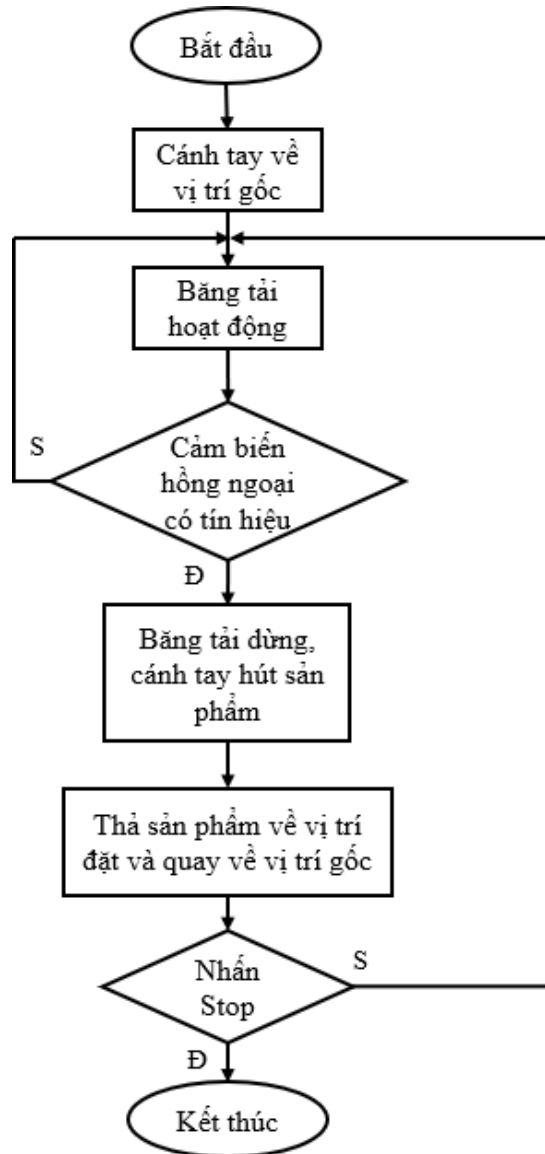
4.2 Khai báo biến địa chỉ

Bảng 4.1 Bảng IO cho PLC

Ngõ vào		Ngõ ra	
Công tắc hành trình	I0.0	PUL+	Q0.0
Công tắc hành trình	I0.1	DIR+	Q0.1
ON	I0.2	PUL+	Q0.2
OFF	I0.3	DIR+	Q0.3
Emergency Stop	I0.4	PUL+	Q0.4
Cảm biến	I0.6	DIR+	Q0.5
		Băng tải	Q0.6
		Máy bơm hút	Q0.7

4.3 Lưu đồ thuật toán

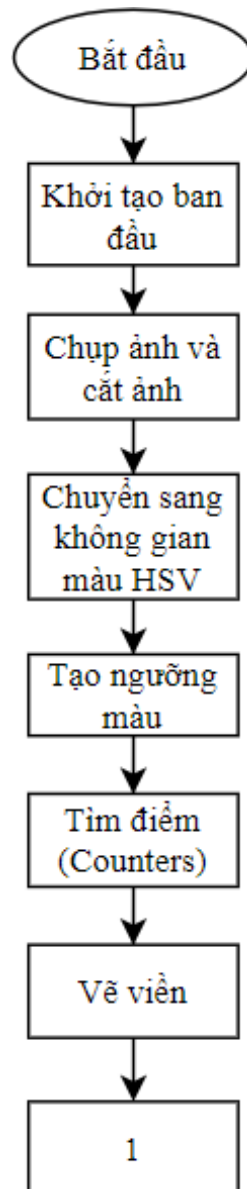
Lưu đồ PLC:



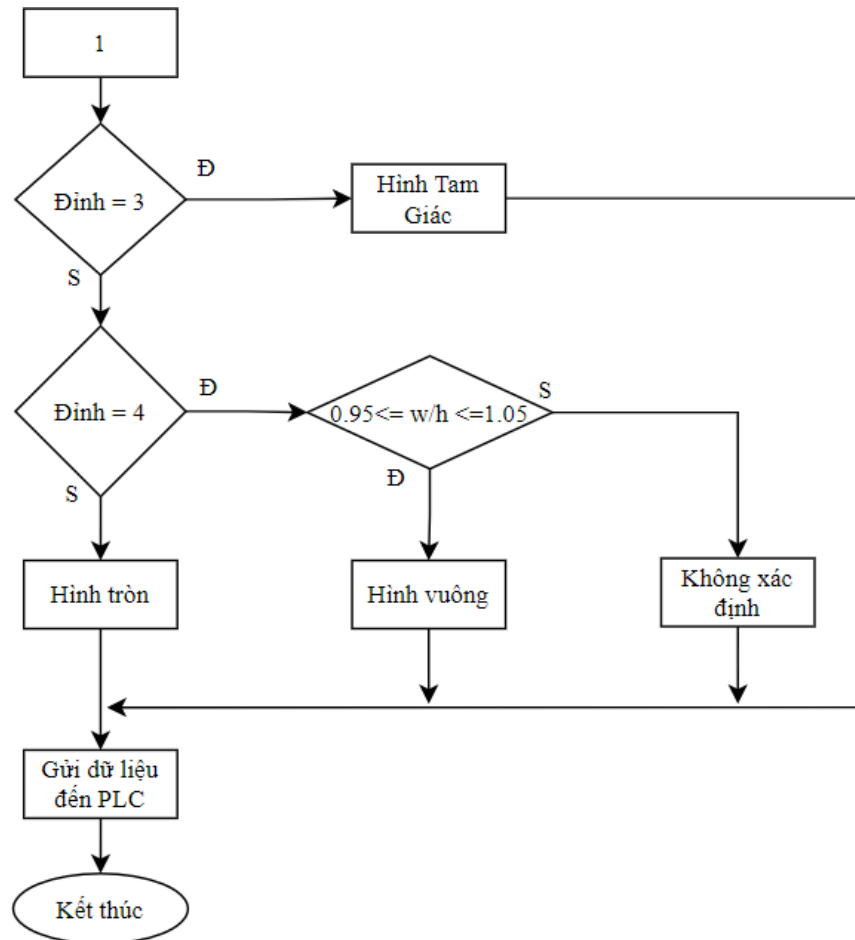
Hình 4.1 Lưu đồ thuật toán điều khiển

Mô tả lưu đồ thuật toán: Khi nhấn On, cánh tay robot 3 bậc di chuyển về vị trí gốc, sau đó băng tải mới hoạt động đưa sản phẩm qua camera để xử lý quét hình dạng và đưa đến vị trí của cảm biến hồng ngoại. Nếu cảm biến bằng 0 thì băng tải sẽ tiếp tục hoạt động, nếu cảm biến bằng 1 thì băng tải dừng hoạt động, cánh tay robot 3 bậc di chuyển đến hút, đưa sản phẩm đến vị trí của từng ô sản phẩm đã đặt trước và quay về vị trí gốc đợi sản phẩm tiếp theo đi đến vị trí của cảm biến. Kiểm tra nút Stop, nếu nút nhấn Stop bằng 0 thì băng tải vẫn hoạt động bình thường, nếu nút nhấn Stop bằng 1 thì kết thúc chương trình và mô hình dừng hoạt động.

Lưu đồ giải thuật xử lý ảnh:



Hình 4.2 Lưu đồ thuật toán xử lý ảnh

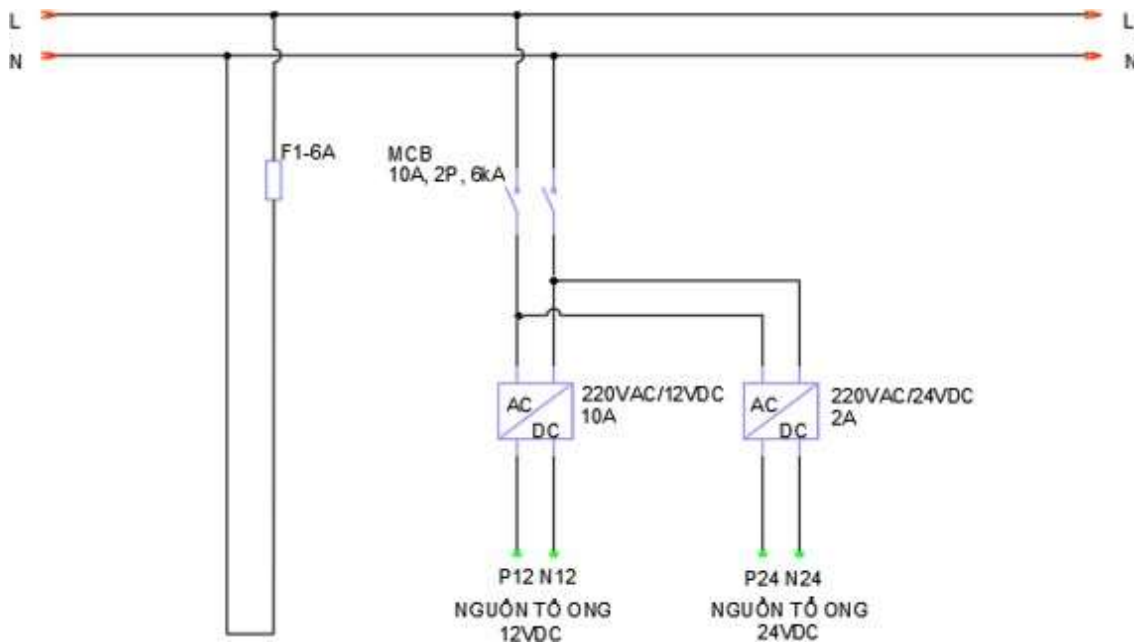


Hình 4.3 Lưu đồ thuật toán nhận dạng vật

Mô tả lưu đồ giải thuật: Sau khi bắt đầu là sẽ khởi tạo chương trình giao diện giám sát, sau đó sẽ đọc ảnh từ camera sau đó cắt khung ảnh để loại bớt những ảnh không cần thiết để xử lý. Tiếp đến là sẽ chuyển sang không gian màu HSV để dễ dàng xử lý ảnh. Sau khi xử lý ảnh trong không gian màu HSV thì sẽ tìm điểm ảnh, là việc lưu trữ điểm ảnh trên ảnh màu trắng và chuyển sang ảnh trắng đen để dễ xử lý ảnh, đồng thời vẽ viền lên ảnh để nhận diện được các đỉnh của ảnh sau đó nối các đỉnh lại để xác định hình dạng. Từ đó xác định số đỉnh, nếu số đỉnh là 3 thì sẽ xuất ra hình tam giác và gửi dữ liệu đến PLC, nếu số đỉnh là 4 thì sẽ kiểm tra điều kiện nếu tỉ lệ chiều dài và chiều rộng lớn hơn hoặc bằng 0.95 và bé hơn hoặc bằng 1.05 thì sẽ xuất ra hình vuông và gửi dữ liệu đến PLC, nếu không thỏa điều kiện trên thì sẽ xuất ra hình không xác định, và gửi dữ liệu đến PLC. Nếu số đỉnh lớn hơn 4 thì sẽ là hình tròn và gửi dữ liệu đến PLC và kết thúc.

4.4 Sơ đồ nối dây

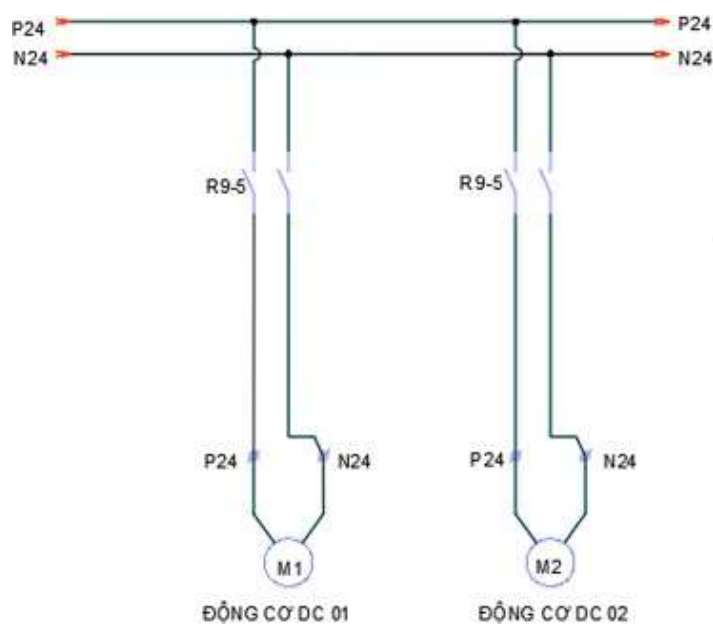
4.4.1 Cấp nguồn cho 2 nguồn tổ ong



Hình 4.4 Nguồn cấp chính

Sơ đồ nối dây cấp nguồn cho 2 nguồn tổ ong 24VDC và 12VDC để từ 2 nguồn tổ ong duy trì các thiết bị điện khác (PLC, driver TB6600, động cơ DC, cảm biến,...) hoạt động.

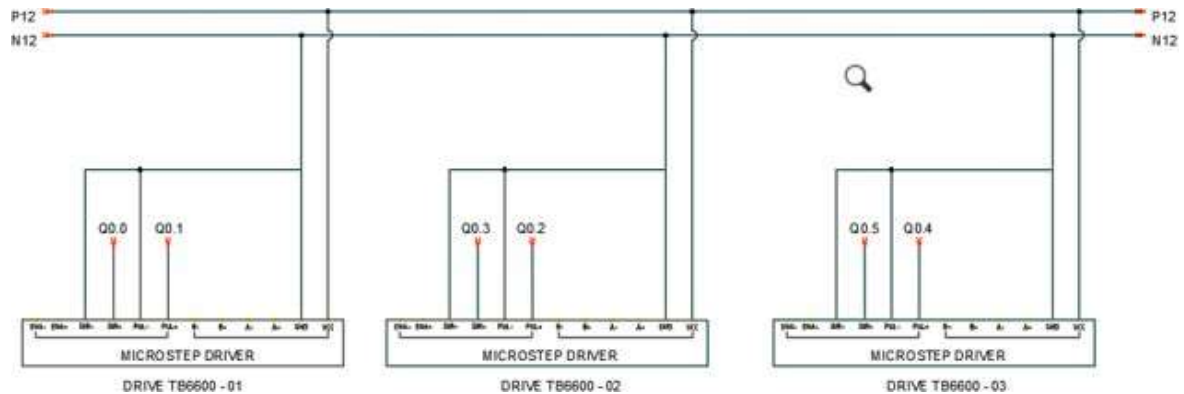
4.4.2 Sơ đồ đấu nối động cơ DC



Hình 4.5 Sơ đồ đấu nối động cơ DC

Sơ đồ đầu dây từ nguồn tổ ong 24VDC đến các động cơ DC kéo băng tải và động cơ hút.

4.4.3 Sơ đồ đầu nối giữa Driver TB6600 tới PLC



Hình 4.6 Sơ đồ đầu nối từ Driver TB6600 tới PLC

Sơ đồ cấp nguồn cho driver động cơ bước và kết nối các chân tín hiệu ngõ ra từ PLC S7-1200 đến điều khiển phát xung cho động cơ bước.

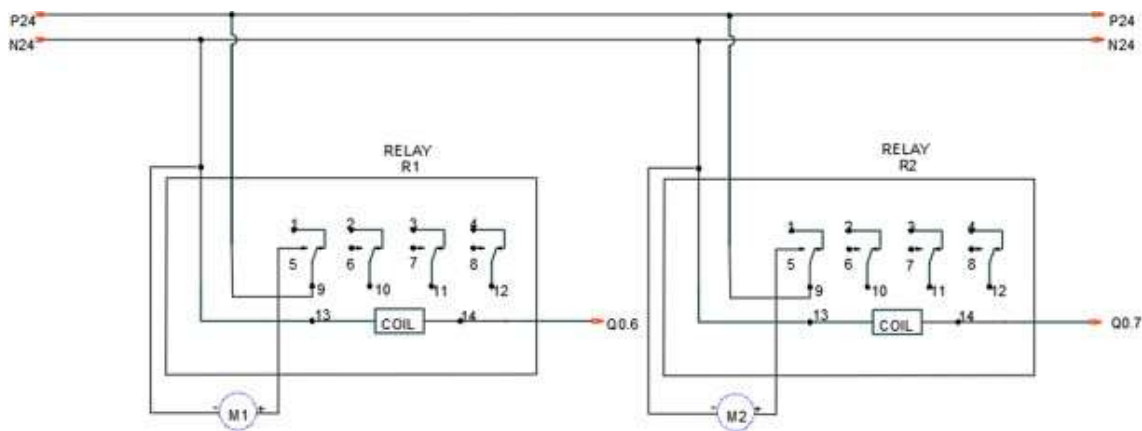
4.4.4 Sơ đồ Input – Output PLC S7-1200



Hình 4.7 Biến địa chỉ ngõ vào, ra của PLC

Các biến địa chỉ ngõ vào và ngõ ra của PLC từ đến các thiết bị phần cứng (terminal, động cơ bước, động cơ DC, cảm biến, driver TB6600,...).

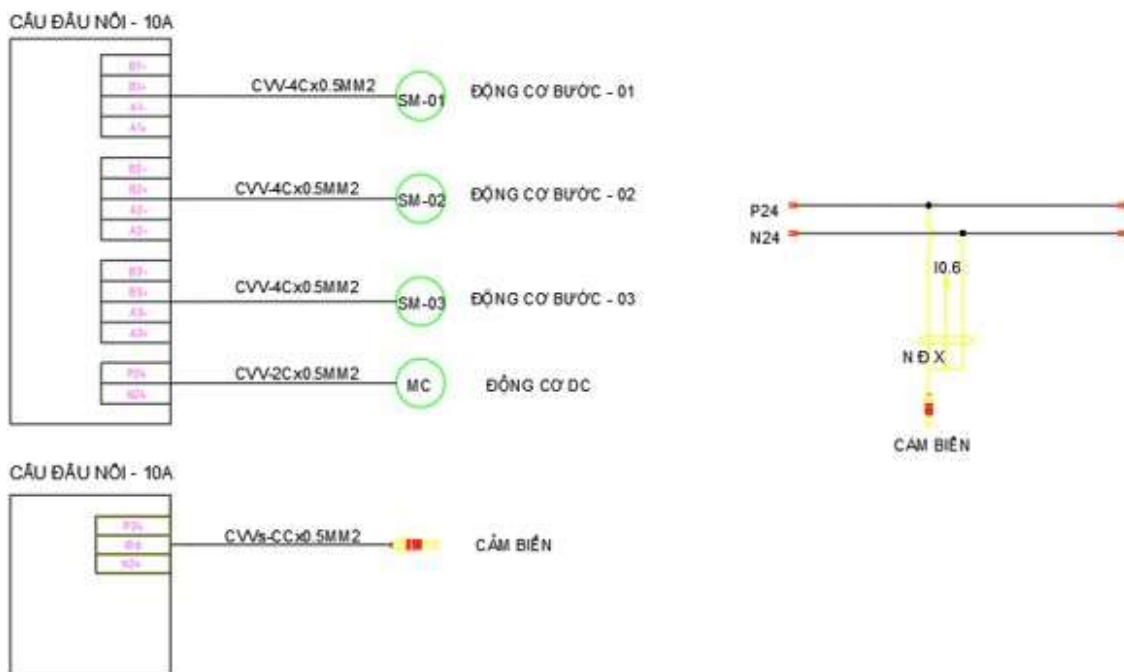
4.4.5 Sơ đồ đầu nối Relay trung gian cho động cơ DC



Hình 4.8 Sơ đồ đấu nối Relay trung gian

Sơ đồ đấu nối từ nguồn tổ ong 24VDC đến cấp nguồn cho Relay trung gian và tín hiệu ngõ ra từ PLC đến điều khiển động cơ 1 chiều kéo băng tải và động cơ hút chân không.

4.4.6 Sơ đồ đấu nối Driver động cơ bước và cảm biến



Hình 4.9 Sơ đồ đấu nối động cơ bước và cảm biến qua cầu đầu nối

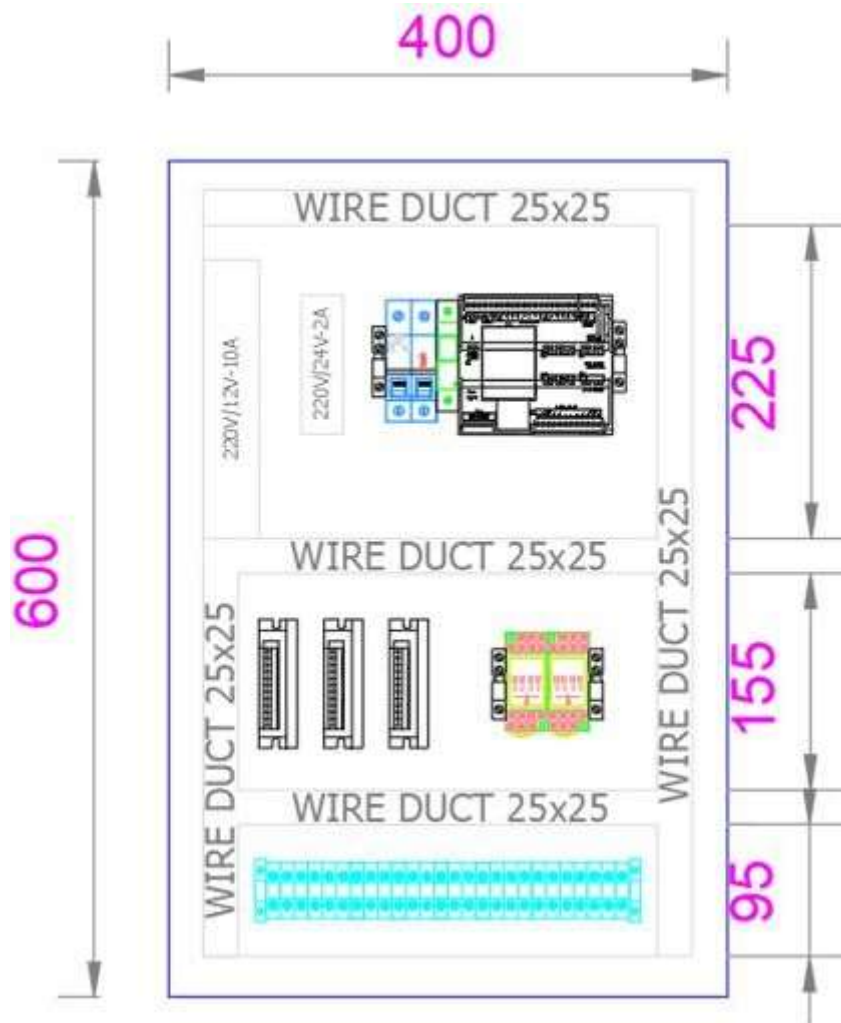
Sơ đồ kết nối từ driver TB6600 lên động cơ bước và sơ đồ kết nối nguồn, gửi tín hiệu từ cảm biến hồng ngoại về PLC.

4.5 Thiết kế tủ điện

Bên trong tủ điện gồm có:

- 1 CB 2 pha.

- 1 cầu chì.
- 1 PLC S7-1200 1214C DC/DC/DC.
- 1 nguồn tổ ong 12V 10A.
- 1 nguồn tổ ong 24V 2,2A.
- 3 diver TB6600.
- 2 relay trung gian.
- 27 Terminal.



Hình 4.10 Thiết kế tủ điện trên phần mềm AutoCad

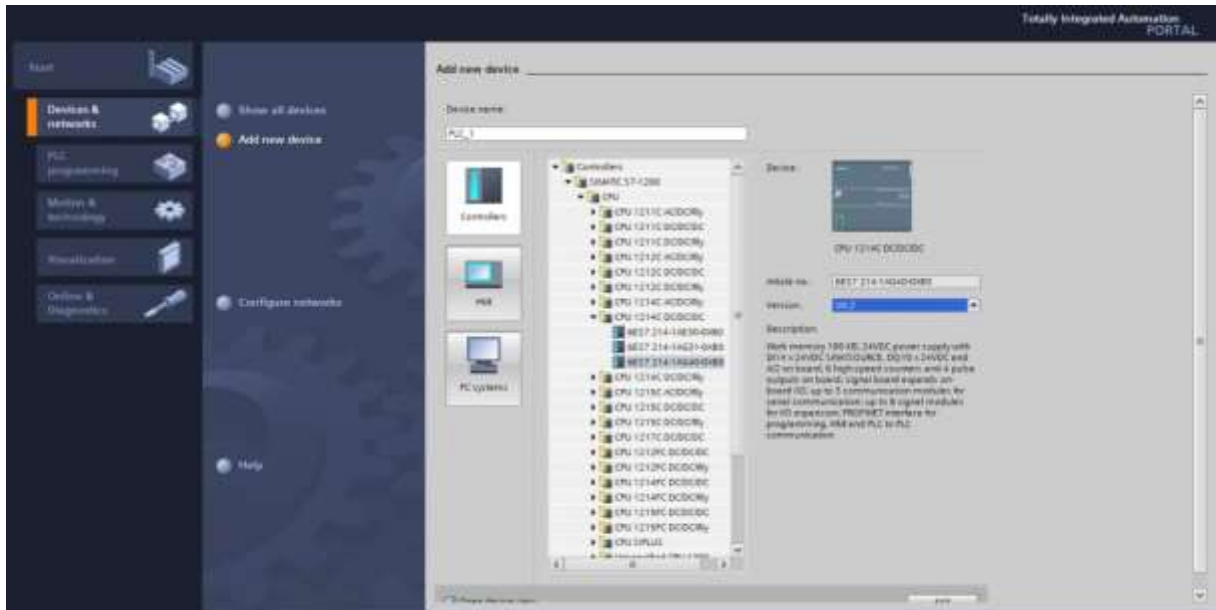


Hình 4.11 Tủ điện thực tế

Dây nguồn 220VAC đưa vào CB, nguồn ra 220VAC từ CB vào nguồn tổ ong 12V và 24V. Nguồn tổ ong 12V cấp nguồn cho 3 driver TB6600. Nguồn tổ ong 24V cấp nguồn cho các thiết bị như PLC S7-1200, relay và các thiết bị cơ cấu chấp hành bao gồm băng tải, nút nhấn, cảm biến.

4.6 Lập trình điều khiển cánh tay về vị trí gốc

Click vào biểu tượng TIA Portal V16 trên màn hình. Tạo file mới trong TIA Portal V16 bằng cách click vào Add new device, tại mục Configure a device chọn đúng CPU PLC S7-1200 đang sử dụng. Ở đây em sử dụng CPU 1214C DC/DC/DC và chọn đúng mã với PLC S7-1200 ngoài thực tế, cuối cùng chọn Version sao cho phù hợp sau đó nhấn Add.

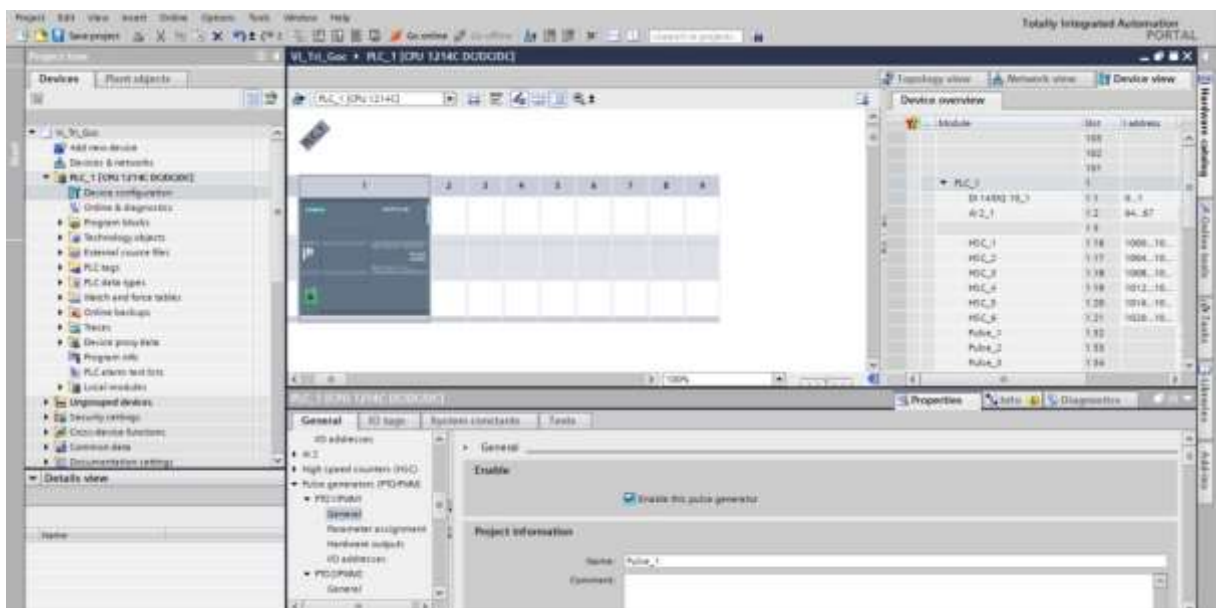


Hình 4.12 Chọn CPU S7-1200 dòng 1214C DC/DC/DC

Tại mục Device configuration ở phần General của PTO1/PWM1 tích chọn ô: Enable this pulse generator sau đó đặt tên cho project điều khiển động cơ.

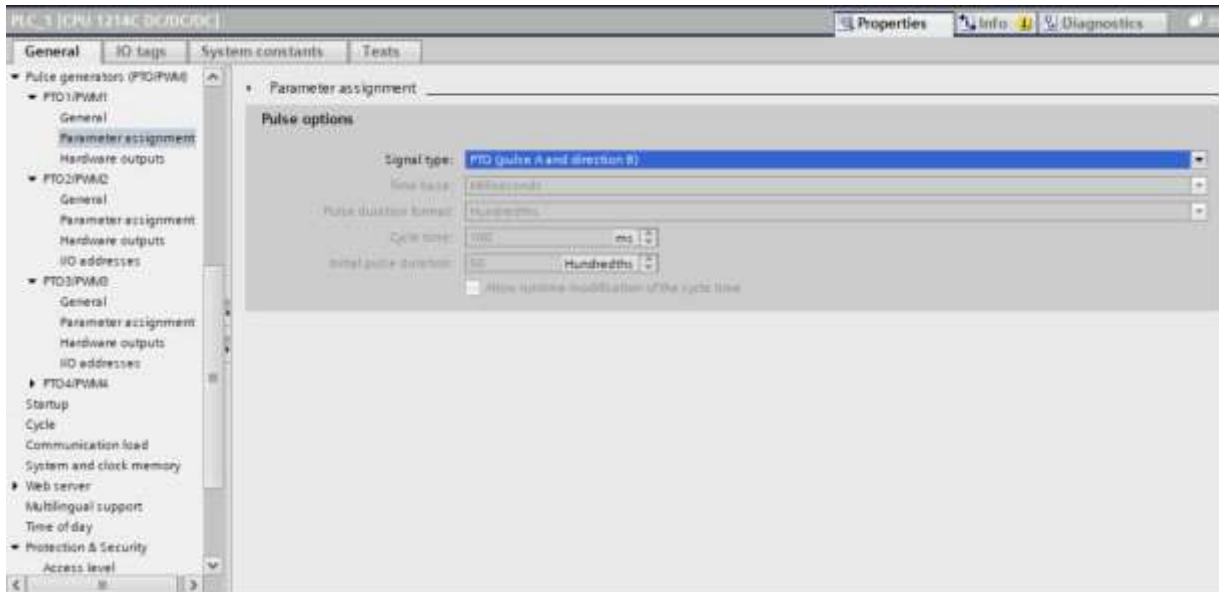
Tiếp tục tại mục Device configuration ở phần General của PTO2/PWM2 tích chọn ô: Enable this pulse generator sau đó đặt tên cho project điều khiển động cơ.

Tiếp tục tại mục Device configuration ở phần General của PTO3/PWM3 tích chọn ô: Enable this pulse generator sau đó đặt tên cho project điều khiển động cơ.



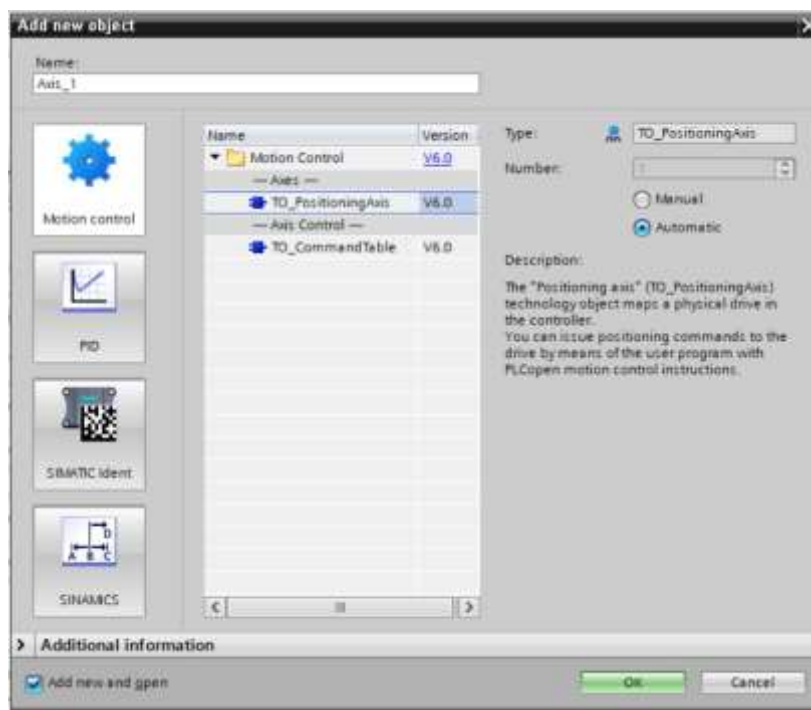
Hình 4.13 Cho phép chế độ điều khiển động cơ hoạt động

Tiếp theo Ở mục Signal type của mục Parameter assignment chọn PTO (pulse A and direction B).



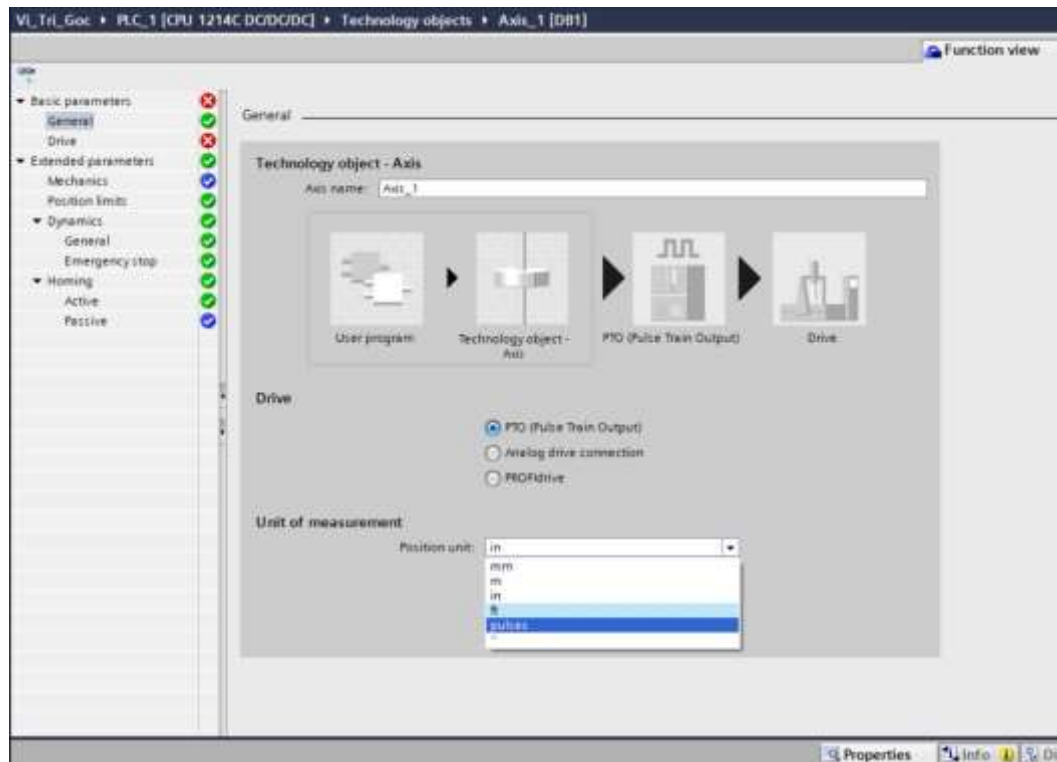
Hình 4.14 Chọn chế độ điều khiển động cơ PTO

Sau đó ở mục Technology objects chọn Add new object, chọn Motion control rồi chọn TO_PositioningAxis rồi chọn OK.



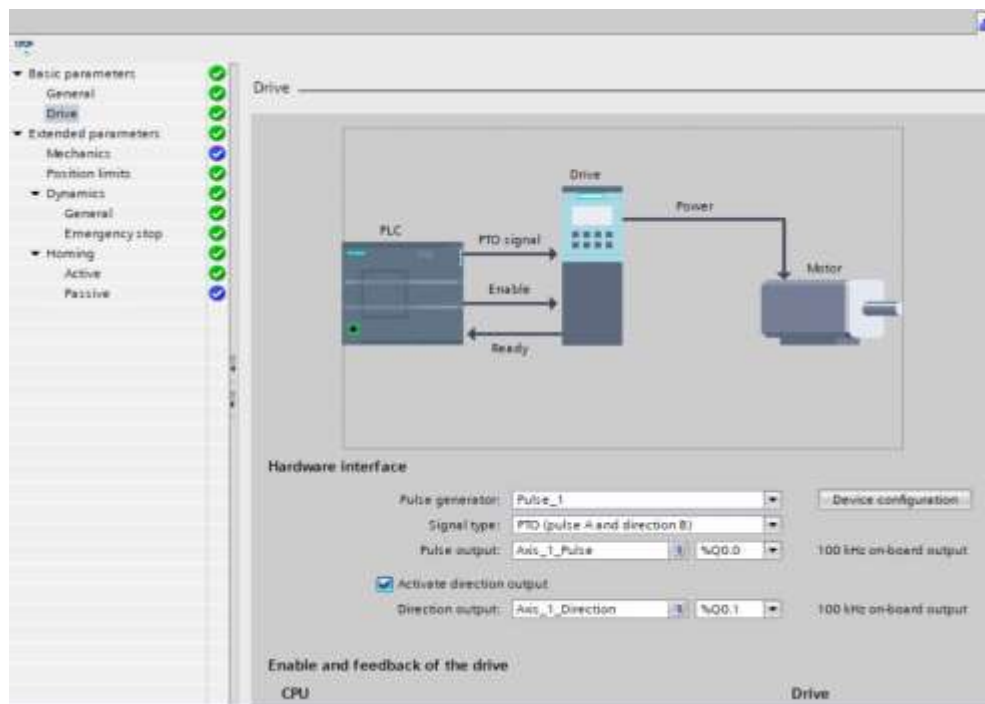
Hình 4.15 Tạo một Object Technology

Tại mục General của mục Basic parameters, chọn Position unit chọn pulses.



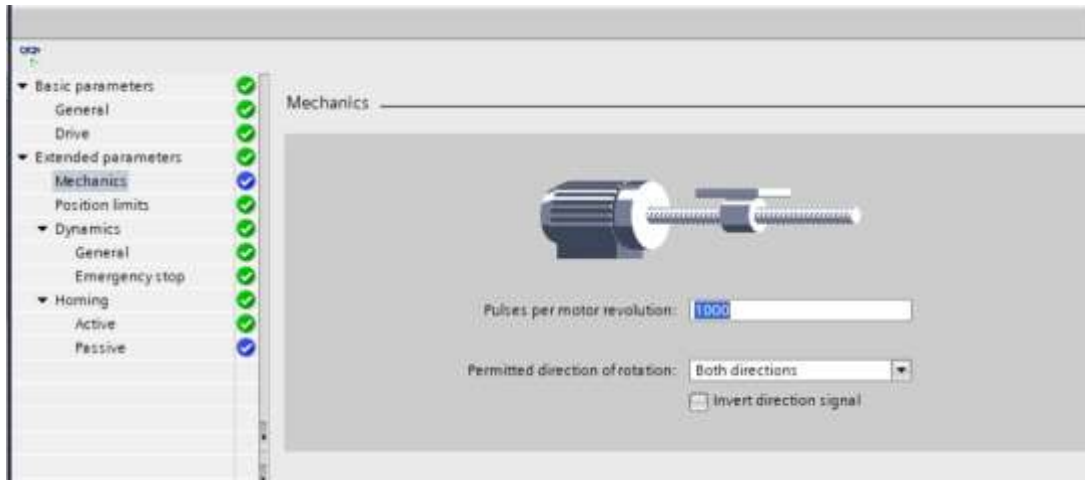
Hình 4.16 Chọn đơn vị đo

Tại mục Pulse generator ở mục Drive, chọn Pulse 1-2-3 cho các động cơ



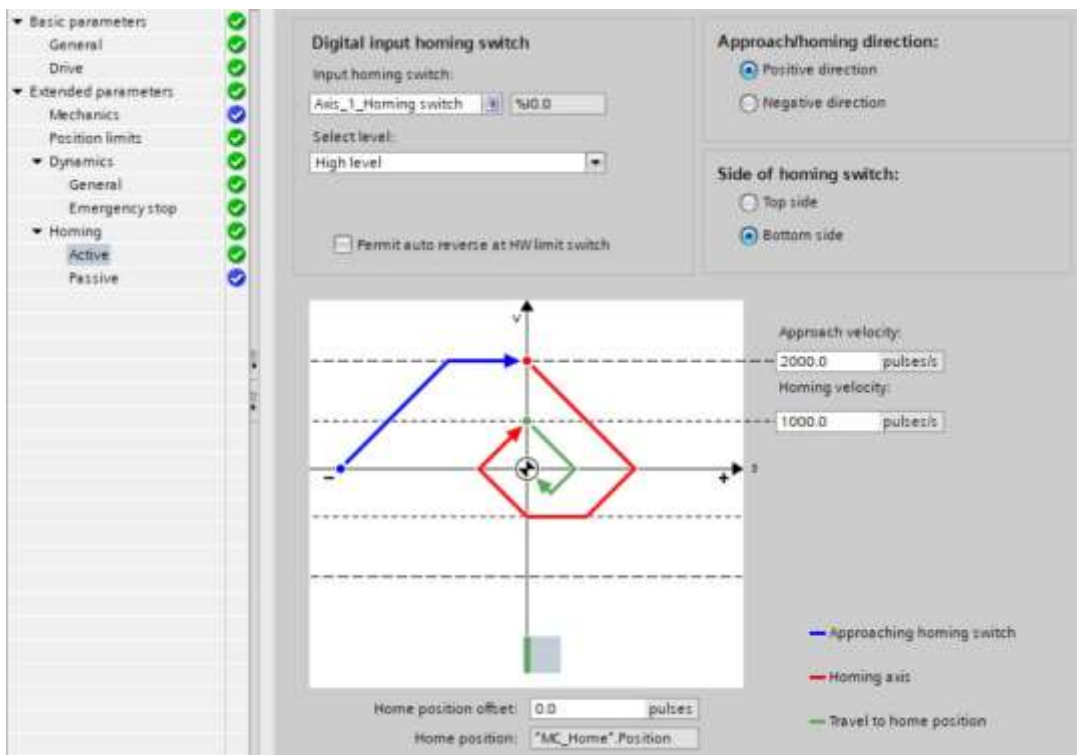
Hình 4.17 Cấu hình điều khiển động cơ

Cuối cùng ở phần Extended parameters tiến hành cài đặt các thông số như số xung trên vòng quay của động cơ bước, gia tốc, vận tốc và chế độ tìm vị trí gốc của động cơ bước.



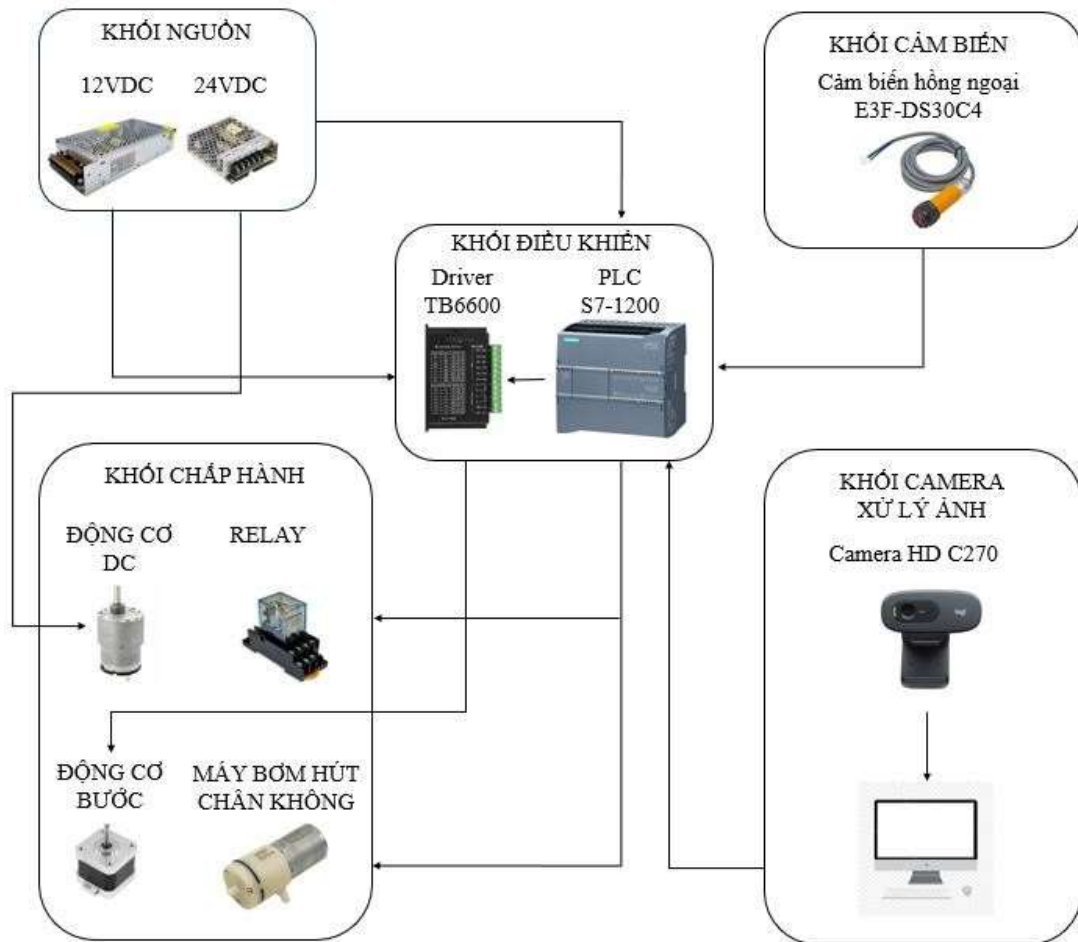
Hình 4.18 Cài đặt số xung trên vòng quay của động cơ

Tại mục Active ở chế độ Homing, thiết lập chế độ về vị trí gốc



Hình 4.19 Thiết lập chế độ về vị trí gốc

4.7 Sơ đồ khối thiết bị phần cứng



Hình 4.20 Sơ đồ khối của hệ thống

Sơ đồ khối có 5 khối chính:

- Khối nguồn: Có nhiệm vụ cung cấp nguồn cho toàn bộ hệ thống sử dụng điện.
- Khối điều khiển: PLC S7-1200 nhận tín hiệu từ máy tính truyền sang Driver điều khiển cánh tay robot.
- Khối Camera xử lý ảnh: Camera và máy tính phân loại sản phẩm thông qua hình dạng sau đó truyền tín hiệu xuống PLC.
- Khối cơ cấu chấp hành: Nhận tín hiệu điều khiển và thực hiện hút sản phẩm đưa đến đúng vị trí của nó.
- Khối cảm biến: Nhận tín hiệu từ khối chấp hành truyền về PLC.

4.8 Thi công mô hình thực tế



Hình 4.21 Mô hình thực tế

Sản phẩm mô hình thật đã được nhóm thiết kế hoàn thiện sau hơn 2 tháng làm đồ án, các thiết bị phần cứng được lắp đặt tỉ mỉ, cẩn thận phục vụ mục đích nhận dạng dựa trên hình dạng của sản phẩm.

CHƯƠNG 5: KẾT QUẢ, NHẬN XÉT VÀ ĐÁNH GIÁ

5.1 Kết quả đạt được



Hình 5.1 Camera nhận diện được hình vuông

Kết quả nhận dạng hình vuông, từ Camera thu nhận ảnh sản phẩm thực tế, cho thấy phần mềm lập trình phân loại hình ảnh đã xử lý đạt yêu cầu.



Hình 5.2 Camera nhận diện được hình tròn

Kết quả nhận dạng hình tròn, từ Camera thu nhận ảnh sản phẩm thực tế, cho thấy phần mềm lập trình phân loại hình ảnh đã xử lý đạt yêu cầu.



Hình 5.3 Camera nhận diện được hình tam giác

Kết quả nhận dạng hình vuông, từ Camera thu nhận ảnh sản phẩm thực tế, cho thấy phần mềm lập trình phân loại hình ảnh đã xử lý đạt yêu cầu.

5.2 Nhận xét kết quả đạt được

Kết quả đạt được là tương đối tốt và mô hình hoạt động khá ổn định, đáp ứng yêu cầu phân loại sản phẩm dựa trên đặc tính hình ảnh.

Giao tiếp được với máy tính và camera.

Giao tiếp được với PLC và Python.

Độ chính xác của chương trình đủ đạt để nhận diện phân biệt được sản phẩm và thử nghiệm trên mỗi hình số lượng 20 lần nhóm đã thu được kết quả nhận dạng sau:

Bảng 5.1 Bảng kết quả xác suất đọc ảnh sản phẩm

Kết quả Hình	Hình tròn	Hình tam giác	Hình vuông	Độ chính xác
Hình tròn	17	2	1	85%
Hình tam giác	1	18	1	90%
Hình vuông	0	2	18	90%

Có sự sai lệch giữa các hình có thể do: Cường độ ánh sáng kém, không ổn định có thể ảnh hưởng đến độ chính xác quá trình nhận diện sản phẩm, tốc độ đọc khung hình sản phẩm chưa nhanh,...

Sau khi tìm hiểu phương pháp nhận dạng và phân loại sản phẩm thì nhóm đã lập trình phân loại thành công được ba hình dạng cơ bản (tam giác, vuông, tròn) và cùng với đó là đếm sản phẩm theo từng hình dạng khác nhau và lưu dữ liệu về excel để dễ dàng giám sát và kiểm tra.

CHƯƠNG 6: TỔNG KẾT VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

6.1 Tổng kết

Xử lý ảnh có thể phân biệt được hình dạng cơ bản của sản phẩm.

Hiểu được cách thiết kế giao diện bằng ngôn ngữ Python và giao diện giám sát, kết nối được với PLC thực hiện điều khiển dễ dàng.

Cánh tay robot có kết cấu đơn giản, dễ chế tạo và hoạt động tương đối ổn định vẫn đáp ứng được yêu cầu của đề tài.

Thiết kế tủ điều khiển nhằm bảo vệ và ngăn cách các thiết bị điều khiển với các cơ cấu chấp hành.

Tuy nhiên vẫn còn hạn chế cần khắc phục:

Các linh kiện điện tử (Camera, động cơ bước, đầu hút chân không) có độ chính xác chưa cao.

Các cơ cấu in 3D chưa đảm bảo được về độ cứng, không chịu được trong nhiệt độ cao cũng như khả năng vận hành trong thời gian dài và liên tục.

Thời gian đáp ứng của cánh tay vẫn còn lâu.

Quy trình xử lý ảnh còn bị nhiễu do điều kiện ánh sáng và độ phân giải của Camera.

6.2 Hướng phát triển tiếp theo của đề tài

Tăng chất lượng Camera, phát triển thêm phần xử lý ảnh tăng độ chính xác cũng như tốc độ xử lý đồng thời tối ưu hóa chương trình điều khiển cánh tay robot nhằm nâng cao tốc độ hoạt động của hệ thống.

Tăng thêm độ linh hoạt của cánh tay cũng như độ cứng vững hướng đến việc cánh tay có thể hút sản phẩm khi băng tải hoạt động.

Phân biệt được thêm màu sắc và mã QR.

Phát triển thêm giao diện vận hành và giám sát từ xa qua Webserver để người điều khiển có thể kiểm soát quá trình vận hành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Hiền Minh, Phan Thanh Phong, Ứng dụng xử lý ảnh trong hệ thống phân loại sản phẩm, 2016.
- [2] Bùi Anh Dũng, Nguyễn Lê Bảo Hoàng, Ứng dụng xử lý ảnh để phân loại theo hình dạng, 2022.
- [3] Đỗ Năng Toàn, Phạm Việt Bình, Giáo trình môn học xử lý ảnh, Thái Nguyên, Hà Nội: NXB Đại học Quốc Gia Hà Nội, 2007.