

ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐIỆN - ĐIỆN TỬ



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

**ĐIỀU KHIỂN ROBOT UR3 KẾT HỢP XỬ LÝ HÌNH ẢNH
TRONG HỆ THỐNG LẮP RÁP BÓNG ĐÈN**

NGUYỄN MẠNH LINH

linh.nm181578@sis.hust.edu.vn

Ngành Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa

Giảng viên hướng dẫn: TS. Nguyễn Trí Cường

Chữ ký của GVHD

Khoa: Tự động hóa

Trường: Điện - Điện tử

Hà Nội, 08/2023

LỜI CẢM ƠN

Quãng đường năm năm sinh viên là cả một chặng đường vô cùng dài và nhiều gian khổ khó khăn. Nhưng nhờ sự cố gắng của Nhà trường cùng sự nỗ lực, tận tâm của từng thầy cô, chúng em đã hoàn thành chương trình học tập một cách trọn vẹn. Chúng em xin chân thành cảm ơn nhà trường và thầy cô trưởng Đại học Bách khoa Hà Nội đã tạo điều kiện tốt nhất để chúng em tiến bước trên con đường thành công. Những giá trị và kiến thức quý báu mà chúng em nhận được sẽ luôn là nguồn động lực vững chắc trong chặng đường mai sau.

Đặc biệt, chúng em xin gửi lời cảm ơn sâu sắc nhất tới Thầy TS. Nguyễn Trí Cường. Trong suốt quá trình thực hiện đồ án, Thầy đã gợi mở cho chúng em nhiều ý tưởng mới, giúp chúng em tiếp cận được với những công nghệ mới nhất hiện nay. Thầy đã cho chúng em một môi trường vô cùng thoải mái để chúng em có thể tự do sáng tạo, thỏa mãn đam mê nghiên cứu khoa học.

Bên cạnh đó, nhóm cũng xin gửi lời cảm ơn đến các anh chị trong công ty SmartCobot và cá nhân bạn Trần Minh Hoàng – lớp Tự Động Hóa 01 - K63 đã đồng hành cùng nhóm suốt quá trình thực hiện đồ án. Trân trọng!

Hà Nội, ngày 04 tháng 08 năm 2023

Sinh viên thực hiện

Nguyễn Mạnh Linh

TÓM TẮT ĐỒ ÁN

Trong thế giới công nghệ ngày càng phát triển, các hệ thống công nghiệp trên thế giới ngày càng tỏ ra thông minh hơn đã tạo ra một thách thức không hề nhỏ. Việc ứng dụng các tiến bộ khoa học trên thế giới giúp cải tiến các quy trình công nghệ cũ đã trở thành một nhiệm vụ cấp bách đối với thế hệ sinh viên chúng em. Trong đó, hệ thống Robot kết hợp thị giác máy là một trong số những tiến bộ mới quan trọng được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực. Việc có thể kết hợp sức mạnh của robot và thị giác máy có thể tạo ra bước đột phá, mang lại lợi ích to lớn cho xã hội và công nghiệp.

Vì vậy, chúng em thực hiện đề tài này: Điều khiển Robot UR3 kết hợp xử lý hình ảnh trong hệ thống lắp ráp bóng đèn. Đây là hệ thống được tích hợp xử lý ảnh giúp kiểm tra nhận dạng sản phẩm và phát hiện vết lỗi. Với bộ đào tạo Robot công tác UR3 kết hợp camera công nghiệp Baumer cùng phần mềm xử lý ảnh bản quyền Aurora Vision Professional, nhóm đã thực hiện lập trình điều khiển, tích hợp các thiết bị với nhau tạo nên một hệ thống có thể tự lắp ráp và phân loại bóng đèn.

Các công cụ chính đã sử dụng trong đề tài gồm: phần mềm Aurora Vision Professional 5.2 bản quyền để xử lý hình ảnh và tạo giao diện giám sát, phần mềm Tia Portal V16 dùng để lập trình cho PLC Siemens. Với Robot sẽ là phần mềm được viết riêng tích hợp vào tay dạy lập trình cho Robot.

MỤC LỤC

DANH MỤC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT	i
DANH MỤC HÌNH VẼ	iv
DANH MỤC BẢNG BIỂU	v
CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU CHUNG	1
1.1 Tổng quan dây chuyền sản xuất công nghiệp tự động	1
1.1.1 Lịch sử phát triển của nền công nghiệp thế giới	1
1.1.2 Công nghệ xử lý ảnh trong sản xuất	2
1.1.3 Ứng dụng Robot trong các dây chuyền sản xuất	3
1.1.4 Ứng dụng PLC trong các dây chuyền sản xuất	6
1.2 Yêu cầu công nghệ	7
1.2.1 Giới thiệu bộ đào tạo Robot cộng tác UR3	7
1.2.2 Mô tả công nghệ	8
1.2.3 Sơ đồ tổng quan hệ thống	11
1.2.4 Lưu đồ hoạt động chung của hệ thống	12
1.2.5 Danh sách các tín hiệu I/O trong hệ thống	14
CHƯƠNG 2. TÍCH HỢP HỆ THỐNG	15
2.1 Giới thiệu PLC S7-1200	15
2.2 Giới thiệu Universal Robot UR3	17
2.2.1 Thông số kỹ thuật robot	17
2.2.2 Giao diện lập trình	21
2.2.3 Chương trình Demo	24
2.3 Giới thiệu Module xử lý ảnh công nghiệp	25
2.3.1 Giới thiệu Camera Baumer	25
2.3.2 Giới thiệu phần mềm Aurora Vision Professional	26
2.3.3 Chương trình Demo	27
2.4 Ghép nối từng thành phần trong hệ thống	29
2.4.1 Truyền thông giữa Module thị giác máy và PC	30
2.4.2 Truyền thông giữa Module PLC, Robot và PC	31

2.5 Sơ đồ đấu nối I/O	36
CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN	40
3.1 Luồng trao đổi dữ liệu giữa các thiết bị	40
3.2 Chương trình trên phần mềm Aurora Vision	41
3.2.1 Khởi chức năng xử lý truyền thông và dữ liệu	41
3.2.2 Khởi chức năng xử lý ảnh	42
3.2.3 Tạo giao diện điều khiển giám sát	44
3.3 Chương trình trên PLC	47
3.4 Chương trình Robot	51
3.4.1 Giới thiệu tập lệnh sử dụng trong chương trình Robot	51
3.4.2 Thiết lập ban đầu cho Robot khởi chạy	52
3.4.3 Chương trình Robot	55
CHƯƠNG 4. THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ	57
4.1 Kịch bản thử nghiệm	57
4.2 Đánh giá kết quả	57
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN	59
TÀI LIỆU THAM KHẢO	60
PHỤ LỤC	61

DANH MỤC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

OCR	Optical Character Recognition
QR Code	Quick response code
HMI	Human Machine Interface

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Các cuộc cách mạng công nghiệp	2
Hình 1.2. Ứng dụng của xử lý ảnh trong sản xuất	3
Hình 1.3. Một số ứng dụng chính của Robot	5
Hình 1.4. Một số ứng dụng chính của PLC	6
Hình 1.5. Mô hình Robot cộng tác UR3	7
Hình 1.6. Robot gấp đui vào vị trí lắp ráp	9
Hình 1.7. Camera kiểm tra sản phẩm lỗi	9
Hình 1.8. Nắp đạt sẽ được thả vào cụm lắp ráp	10
Hình 1.9. Xi lanh dập nắp vào đế đèn	10
Hình 1.10. Sản phẩm đạt được gấp đưa vào băng tải kho	11
Hình 1.11. Sơ đồ tổng quan hệ thống	11
Hình 1.12. Lưu đồ hoạt động của Camera	12
Hình 1.13. Lưu đồ hoạt động của PLC	13
Hình 1.14. Lưu đồ hoạt động của Robot	13
Hình 2.1. PLC S7 - 1200 được sử dụng trong hệ thống	15
Hình 2.2. Ứng dụng lập trình Tia Portal	16
Hình 2.3. Hình dáng và thông số Robot Ur3	17
Hình 2.4. Bộ điều khiển Robot	19
Hình 2.5. Tay dạy lập trình	20
Hình 2.6. Tay kẹp xi lanh gấp vật	20
Hình 2.7. Giao diện mở đầu	21
Hình 2.8. Giao diện khởi động Robot	21
Hình 2.9. Giao diện lập trình và bộ câu lệnh	22
Hình 2.10. Giao diện cấu hình cho Robot	22
Hình 2.11. Giao diện điều khiển các trục của Robot	23
Hình 2.12. Giao diện vào ra I/O	23
Hình 2.13. Chương trình Robot di chuyển vật	24
Hình 2.14. Các điểm mà Robot phải đi qua	24
Hình 2.15. Chương trình Robot	25
Hình 2.16. Camera công nghiệp Baumer	25
Hình 2.17. Giao diện phần mềm Aurora Vision Professional	27

Hình 2.18. Cấu hình kết nối với Camera	28
Hình 2.19. Điều khiển chế độ thu ảnh của Camera	28
Hình 2.20. Thêm các bộ lọc cần thiết cho chương trình và chạy thử	29
Hình 2.21. Sơ đồ truyền thông hệ thống	30
Hình 2.22. Chân kết nối trên USB 3.0	30
Hình 2.23. Hình ảnh trực tiếp từ camera truyền lên máy tính	31
Hình 2.24. Giao thức Modbus TCP/IP	32
Hình 2.25. Hub chia mạng kết nối chung	32
Hình 2.26. Cấu hình IP cho PLC	33
Hình 2.27. Thư viện truyền thông MB_SERVER	33
Hình 2.28. Tạo Data Block cho khối	34
Hình 2.29. Chỉnh sửa các thông số cho khối	34
Hình 2.30. Tạo thêm Data Block để truyền các biến	35
Hình 2.31. Đưa các biến tạo được vào chương trình	35
Hình 2.32. Các chức năng truyền thông của phần mềm	36
Hình 2.33. Sơ đồ đấu nối I/O của hệ thống	37
Hình 2.34. Sơ đồ vận hành Manual của hệ thống	38
Hình 2.35. Sơ đồ truyền thông của hệ thống	39
Hình 3.1. Luồng dữ liệu trao đổi giữa các thiết bị	40
Hình 3.2. Khối chức năng tạo cổng kết nối cho PC	41
Hình 3.3. Khối chức năng điều khiển truyền nhận dữ liệu từ PC	42
Hình 3.4. Chương trình xử lý ảnh chính	43
Hình 3.5. Chức năng thiết lập HMI của phần mềm	44
Hình 3.6. Tạo các hộp chức năng và tiêu đề chú giải	45
Hình 3.7. Gắn các chức năng cho GroupBox từ chương trình	45
Hình 3.8. Bổ sung chạy dừng cho giao diện	46
Hình 3.9. Bố trí giao diện hoàn chỉnh	46
Hình 3.10. Hình ảnh hệ thống khi hoạt động	47
Hình 3.11. Lưu đồ hoạt động của PLC	47
Hình 3.12. Chương trình nút nhấn cho hệ thống	48
Hình 3.13. Chương trình chạy băng tải nắp	49
Hình 3.14. Chuyển tiếp tín hiệu có nắp lên Robot	49
Hình 3.15. Chương trình điều khiển băng tải kho	49
Hình 3.16. Chuyển tiếp tín hiệu báo đầy kho cho Robot	50

Hình 3.17. Chương trình đếm số sản phẩm	50
Hình 3.18. Lệnh Waypoint có thể là một biến chạy điểm (Assignment)	51
Hình 3.19. Chức năng tịnh tiến điểm theo gốc Robot của Assignment	52
Hình 3.20. Cấu hình làm việc cho Tool Robot	53
Hình 3.21. Khai báo các I/O cho Robot	53
Hình 3.22. Cấu hình an toàn cho Robot	54
Hình 3.23. Lưu chương trình khởi động cho Robot	54
Hình 3.24. Lưu đồ thuật toán Robot	55
Hình 4.1. Hình ảnh hệ thống vận hành thực tế	57

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. Đặc điểm các thế hệ Robot	4
Bảng 1.2. Bảng tín hiệu từ Robot của mô hình	14
Bảng 1.3. Bảng tín hiệu từ PLC của mô hình	14
Bảng 3.1. Khai báo các biến cho chương trình PLC	48

CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU CHUNG

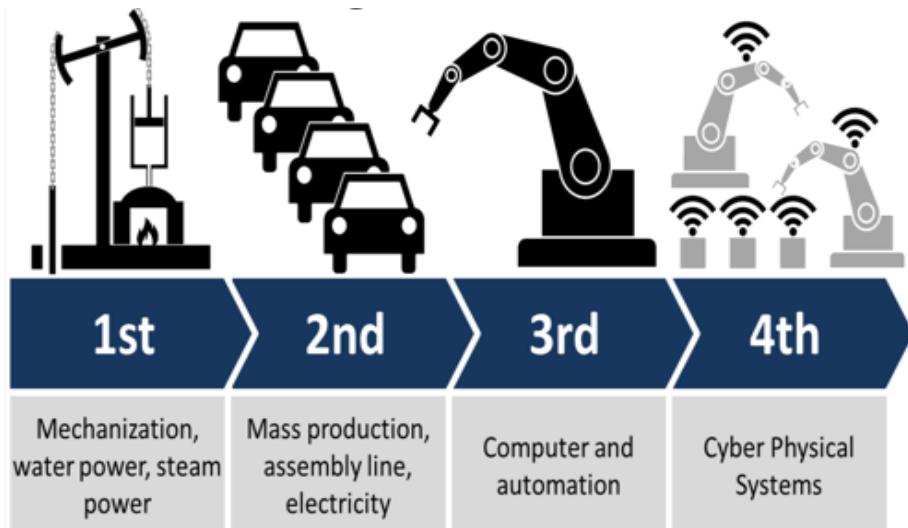
1.1 Tổng quan dây chuyền sản xuất công nghiệp tự động

Phần đầu tiên sẽ giới thiệu về ứng dụng của các thiết bị chính được sử dụng trong dây chuyền sản xuất công nghiệp như PLC, Robot, Camera công nghiệp. Sau đó sẽ giới thiệu mô hình đào tạo Robot cộng tác kết hợp camera xử lý hình ảnh. Đây là mô hình mô phỏng hệ thống sản xuất tự động thường được sử dụng trên thế giới.

1.1.1 Lịch sử phát triển của nền công nghiệp thế giới

Trong lịch sử sản xuất đã xảy ra 4 cuộc cách mạng công nghiệp lớn diễn ra theo các thời kì:

- Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ nhất là thời kì của cơ khí hóa máy móc chạy bằng thủy lực và hơi nước với dấu mốc là việc James Watt được cấp bằng sáng chế cho phát minh máy hơi nước năm 1784. Nó đã châm ngòi cho sự bùng nổ công nghiệp vào thế kỉ 19 sau đó.
- Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ hai diễn ra từ những năm 1870 đến khi chiến tranh thế giới thứ nhất nổ ra. Đây là thời kì mà việc sử dụng năng lượng điện và các dây chuyền sản xuất hàng loạt phát triển mạnh.
- Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ ba diễn ra từ những năm 1970. Đây là thời kì của máy tính và tự động hóa. Với sự phát triển của chất bán dẫn, cuộc cách mạng máy tính diễn ra mạnh mẽ (Máy tính cá nhân 1970 và Internet 1990). Các thành tựu của việc điện tử và công nghệ thông tin được ứng dụng vào trong công nghệ tự động hóa sản xuất.
- Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư ra đời từ một nhóm nhà khoa học người Đức phát triển một chiến lược kỹ thuật cao cho Chính phủ Đức năm 2011 và được đưa vào báo cáo năm 2013. Cách mạng công nghiệp 4.0 kết nối các hệ thống nhúng và cơ sở sản xuất thông minh để tạo ra sự hội tụ kỹ thuật số giữa Công nghiệp, Kinh doanh, chức năng và quy trình bên trong. Những yếu tố cốt lõi của Kỹ thuật số trong Cách mạng Công nghiệp 4.0 sẽ là: Trí tuệ nhân tạo (AI), Vạn vật kết nối - Internet of Things (IoT) và dữ liệu lớn (Big Data).



Hình 1.1. Các cuộc cách mạng công nghiệp

Từ cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ nhất cho đến công nghiệp 4.0, lịch sử các cuộc cách mạng công nghiệp đã tạo ra những tiến bộ to lớn và thay đổi sâu sắc trong cách chúng ta làm việc, sống và tương tác với công nghệ. Với mỗi cuộc cách mạng, chúng ta đã chứng kiến sự tăng trưởng và phát triển không ngừng trong công nghiệp, mở rộng ranh giới của khả năng con người và đem lại những lợi ích và thách thức đáng kể cho xã hội và kinh tế.

1.1.2 Công nghệ xử lý ảnh trong sản xuất

Cách mạng công nghiệp 4.0 đã mang đến một cuộc cách mạng trong ngành sản xuất và tự động hóa. Trong đó xử lý ảnh đóng một vai trò đặc biệt quan trọng trong quá trình này. Hệ thống xử lý ảnh được xây dựng xung quanh camera công nghiệp là một thành phần thiết yếu trong sản xuất tự động. Bắt đầu từ khâu kiểm tra nguyên liệu thô, giám sát sản xuất đến đảm bảo chất lượng sản phẩm cuối cùng. Từ đó để đạt được hiệu quả và tiêu chuẩn chất lượng cao.

Camera công nghiệp được sử dụng rộng rãi trong tự động hóa sản xuất. Các camera công nghiệp cho hệ thống điều khiển ngày càng có độ phân giải cao và có thể gửi dữ liệu nhanh chóng đến các hệ thống điều khiển với độ trễ thấp. Một số ứng dụng chính của camera công nghiệp trong xử lý hình ảnh và giao tiếp như:

- + Nhận diện, kiểm tra ngoại dạng sản phẩm: Các sản phẩm sau khi được lắp ráp hoặc gia công sẽ được camera nhận diện, kiểm tra ngoại dạng sản phẩm trước khi chuyển đến các công đoạn sản xuất tiếp theo. Nhờ đó, không để lọt các sản phẩm lỗi đến tay khách hàng.

- + Đo lường, kiểm tra kích thước sản phẩm không cần tiếp xúc: Camera có thể đo kiểm kích thước sản phẩm từ xa không tiếp xúc với độ chính xác cao, tốc độ đo lường nhanh. Camera có thể đo được các khoảng cách, góc, diện tích, độ khớp,... của sản phẩm.

+ Kiểm tra mã vạch sản phẩm: kiểm tra các mã vạch, đánh giá chất lượng in trên bề mặt bao bì của sản phẩm. Camera có thể quét được mã vạch ở nhiều góc độ, sản phẩm bị xoay, vị trí không cố định hoặc trong môi trường ánh sáng thay đổi liên tục. Tốc độ xử lý cao có thể đạt đến 90.000 sản phẩm/h.

+ Kiểm tra các kí tự quang học: camera hỗ trợ kiểm tra các kí tự quang học trên bao bì sản phẩm như ngày tháng, mã sản phẩm,... Dựa trên các mẫu phông chữ có sẵn hoặc lấy mẫu trực tiếp, việc xác minh chất lượng in, các mã quang học trở nên dễ dàng, đơn giản.



Hình 1.2. Ứng dụng của xử lý ảnh trong sản xuất

1.1.3 Ứng dụng Robot trong các dây chuyền sản xuất

Robot công nghiệp là một máy tự động, được đặt cố định hoặc di động được, liên kết giữa một tay máy và một hệ thống điều khiển theo chương trình, có thể lập trình lại để để hoàn thành các chức năng vận động và điều khiển trong quá trình sản xuất.

Robot công nghiệp đầu tiên được sản xuất và lắp ráp tại Mỹ vào năm 1961 có tên gọi là robot Unimate. Tiếp theo Mỹ, các nước khác bắt đầu sản xuất robot công nghiệp: Anh - 1967, Thụy Điển, Nhật - 1968, Đức - 1971, Pháp - 1972... Các thế hệ Robot về sau được cải tiến và có các đặc điểm trong 1.1. dưới đây:

Bảng 1.1. Đặc điểm các thế hệ Robot

Thế hệ	Định nghĩa	Đặc điểm
1	Dạng robot hoạt động lắp lại theo 1 chu trình không thay đổi (Playback robots)	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng cơ cấu cam với công tác giới hạn hành trình - Điều khiển vòng hở
2	Robot được trang bị cảm biến, cho phép cung cấp tín hiệu phản hồi trở lại hệ thống điều khiển: Trạng thái, vị trí... từ đó bộ điều khiển có thể lựa chọn thuật toán thích hợp	<ul style="list-style-type: none"> - Điều khiển vòng kín các chuyển động của tay máy - Lập trình được nhờ bàn phím, panel điều khiển - Có thể tự ra quyết định lựa chọn chương trình cài đặt trước
3	Đây là dạng phát triển cao nhất của robot tự cảm nhận, robot được trang bị các thuật toán xử lý các phản xạ logic thích nghi theo thông tin và tác động của môi trường từ đó robot biết phải làm gì để hoàn thành công việc. Chúng được trang bị hệ thống vision	<ul style="list-style-type: none"> - Điều khiển dựa trên cơ sở xử lý thông tin thu nhận được từ hệ thống thu nhận hình ảnh - Có khả năng nhận dạng mức độ thấp qua hình dạng và kích thước khác biệt
4	Sử dụng thuật toán và cơ chế điều khiển thích nghi được trang bị bước đầu, có khả năng lựa chọn đáp ứng tuân theo mô hình tính toán xác định trước nhằm tạo ra ứng xử phù hợp với điều kiện của môi trường thao tác	<ul style="list-style-type: none"> - Tự động lựa chọn chương trình hoạt động và lập trình lại cho các hoạt động dựa trên các tín hiệu thu thập được. - Bộ điều khiển có bộ nhớ tương đối lớn để giải các bài toán tối ưu với điều kiện không xác định trước
5	Là tập hợp các robot được trang bị trí tuệ nhân tạo	<ul style="list-style-type: none"> - Robot được trang bị các công nghệ nhận dạng tiếng nói, hình ảnh... - Robot có khả năng tự học hỏi

Các ứng dụng phổ biến của robot trong công nghiệp:

- Pick and place: Là ứng dụng đơn giản và phổ biến trong các bài toán sử dụng robot, sử dụng trong lắp ráp, phân loại sản phẩm. Ứng dụng được sử dụng phổ biến trong các ngành công nghiệp sản xuất điện, điện tử, thực phẩm.
- Assemble: Được sử dụng phổ biến trong các ngành công nghiệp sản xuất điện, điện tử, oto, xe máy... Ứng dụng Assemble thường sử dụng robot kết hợp vision để nâng cao độ chính xác và chất lượng của sản phẩm hoặc fix cố định sản phẩm lắp ráp.
- Painting: Ngành sơn là ngành độc hại do sử dụng nhiều hóa chất trong dung dịch sơn, vì vậy ở các nhà máy hiện đại và các nước phát triển việc thay thế con người bằng robot diễn ra mạnh mẽ. Ứng dụng được sử dụng phổ biến trong các ngành công nghiệp sản xuất oto, xe máy, nhựa, gỗ.... Thường được sử dụng cho các công đoạn sơn lót, sơn cơ sở, sơn lớp phủ cuối.
- Solder: Ứng dụng được sử dụng phổ biến trong các ngành công nghiệp sản xuất máy bay, oto, xe máy... Ứng dụng hàn được sử dụng trong các công đoạn hàn thô hàn, tinh trong quá trình sản xuất.



Hình 1.3. Một số ứng dụng chính của Robot

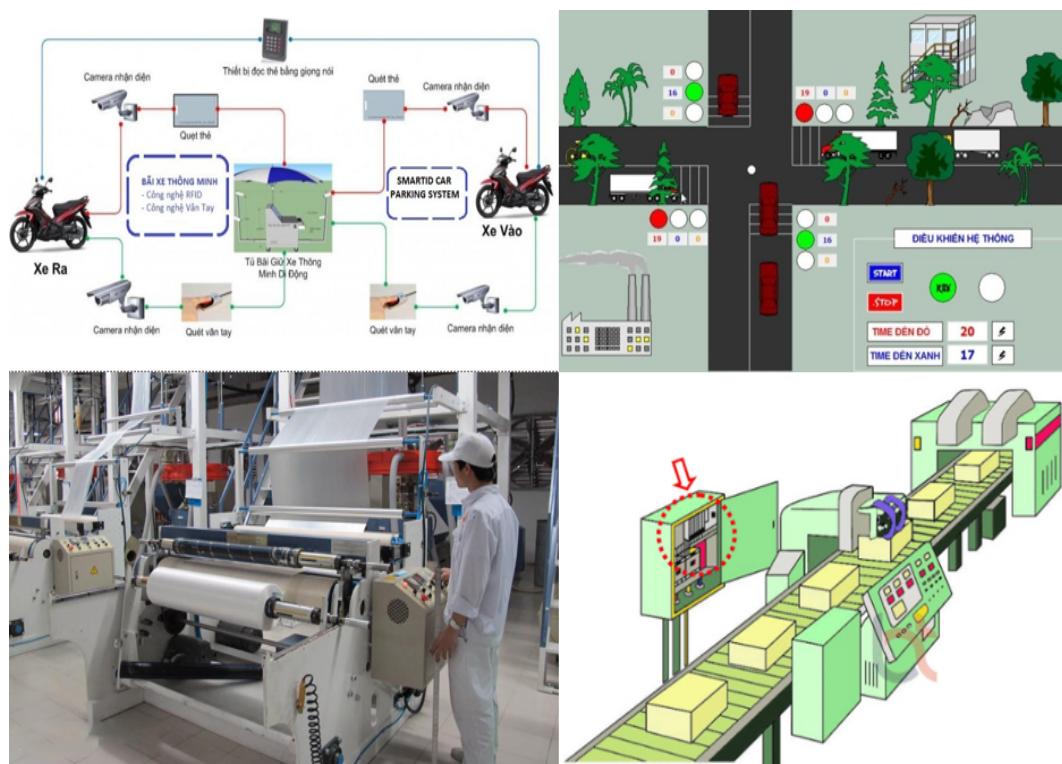
1.1.4 Ứng dụng PLC trong các dây chuyền sản xuất

PLC (Programmable Logic Controller) hay còn gọi là bộ điều khiển logic khả trinh, bộ điều khiển lập trình, là thiết bị cho phép thực hiện linh hoạt các thuật toán phức tạp, logic thông qua ngôn ngữ lập trình, điều khiển gửi tín hiệu đến các máy móc công nghiệp, hệ thống điện...

Ngày nay, PLC được sản xuất bởi rất nhiều hãng khác nhau trên thế giới như: Festo, Mitsubishi, Omron, Allen Bradley, LG, ... PLC là thiết bị điều khiển lập trình cho phép người sử dụng có thể lập trình một loạt các sự kiện, thao tác nhờ hệ thống điều khiển logic thông qua một ngôn ngữ lập trình. Hiện nay lập trình PLC đã được ứng dụng trong nền công nghiệp với rất nhiều lĩnh vực như:

+ Công nghệ sản xuất: sản xuất giấy, sản xuất thuỷ tinh, sản xuất xi măng, sản xuất xe ô tô, sản xuất vi mạch, may công nghiệp, lắp ráp tivi, chế tạo linh kiện bán dẫn, đóng gói sản phẩm

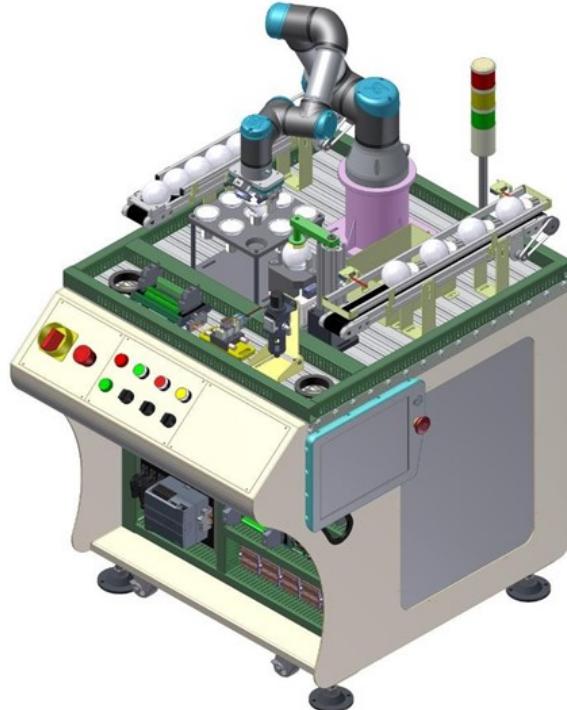
- + Xử lý hóa học, Chế biến thực phẩm
 - + Hệ thống nâng vận chuyển
 - + Điều khiển hệ thống đèn giao thông
 - + Quản lý tự động bãi đậu xe
 - + Hệ thống báo động...



Hình 1.4. Một số ứng dụng chính của PLC

1.2 Yêu cầu công nghệ

1.2.1 Giới thiệu bộ đào tạo Robot cộng tác UR3



Hình 1.5. Mô hình Robot cộng tác UR3

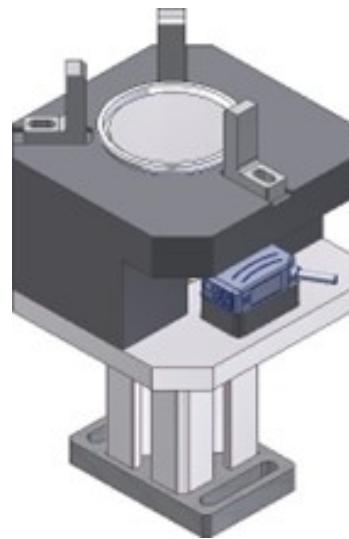
- Cụm khung bàn
 - Kích thước: 700x900x780mm (DxRxH)
 - Khung bàn được hàn từ các tấm CT3 sơn tĩnh điện
 - Mặt bàn được ghép từ các thanh nhôm định hình dày 2mm có rãnh chữ T để dễ dàng gá lắp các cụm lên mặt bàn, anode bề mặt, đảm bảo độ bền và thẩm mỹ.
 - Hệ khung bàn gá lên 4 cum chân tăng và 4 bánh xe.
- Cụm Robot Universal UR3
 - Robot Univesal UR3
 - Cụm griper xilanh tay gấp
 - Bộ điều khiển Robot và các Module vào ra
 - Tay dạy lập trình
- Module PLC S7-1200
- Module xử lý ảnh công nghiệp:
 - Camera Baumer mã hiệu VCXU-53C
 - Phần mềm xử lý ảnh công nghiệp bản quyền Aurora Vision Studio 5.2 Professional

- Các thiết bị phụ trợ khác:
 - Cụm Module mô phỏng vào ra số: Chuyển đổi các chân connector sang chân DB để tương thích với đầu cắm của các bộ điều khiển (trong đồ án này là kết nối với PLC)
 - Cụm thiết bị cấp khí nén gồm 2 van khí 5/2 điện áp 24VDC
 - Panel thiết bị điện có vai trò cấp điện cho hệ thống, bao gồm các thiết bị:
 - + Module aptomat: 220VAC/50Hz, 16A
 - + Module contactor: 200-240VAC, 9A
 - + Module role trung gian: 24VDC
 - + Module nguồn một chiều: 220VAC/50Hz, 100W
 - + Ổ cắm nguồn 1 pha 3 chấu
 - + Cầu đầu điều khiển
 - + Máng nhựa đi dây
 - Cụm đèn tháp: 24VDC, 3 màu Đỏ, vàng, xanh.
 - Cụm cắp đế: gồm 9 đế định vị phôi
 - Cụm dập nắp đế ấn nắp cố định vào đế, sử dụng xilanh SMC boresize 32 có thể vừa xoay vừa dập.
 - Cụm băng tải chứa nắp: Nguồn cấp 12-24VDC Gồm động cơ và cảm biến quang tại vị trí chờ nắp.
 - Cụm băng tải chứa sản phẩm: Nguồn cấp 12-24VDC Gồm động cơ và 2 cảm biến quang phát hiện vật đầu và cuối băng tải.

1.2.2 Mô tả công nghệ

Robot sẽ tiến hành lắp ráp sản phẩm dựa trên 2 chi tiết: đế và nắp của bóng đèn LED. Các chi tiết này được robot gấp từ các cụm cắp phôi tương ứng và lắp ráp tại cụm lắp ráp. Camera sẽ được sử dụng để kiểm tra xem nắp của thiết bị có đủ điều kiện để đưa vào khu lắp ráp hay không, nếu không tiến hành loại bỏ. Sau khi lắp ráp xong sản phẩm hoàn thiện thì robot gấp sản phẩm bỏ vào băng tải. Chu trình tiến hành theo các bước chính sau:

- Bước 1: Đầu tiên robot tiến hành gấp chi tiết đế ở cụm cắp đế và gấp thả tại vị trí lắp ráp.



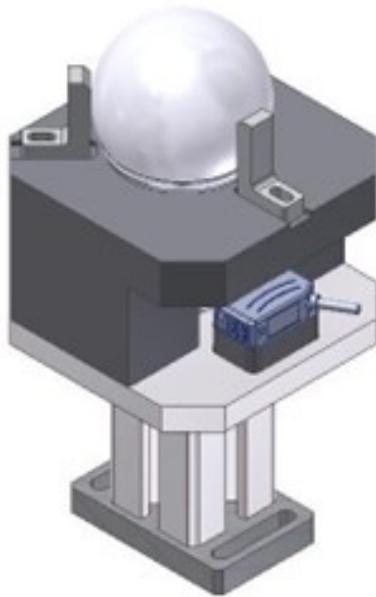
Hình 1.6. Robot gấp đui vào vị trí lắp ráp

- Bước 2: Camera kiểm tra xem nắp có bị dính dị vật hay không thông qua phần mềm xử lý ảnh Aurora Vision Professional.



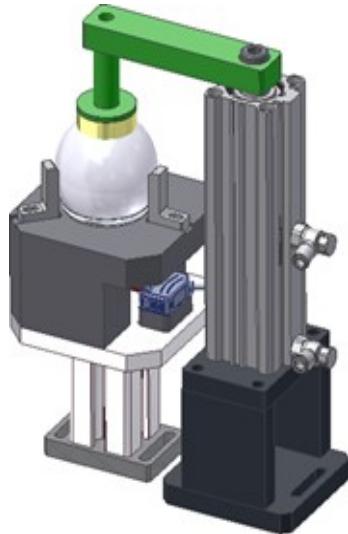
Hình 1.7. Camera kiểm tra sản phẩm lỗi

- Bước 3: Nếu nắp sạch sẽ, robot tiếp tục gấp chi tiết nắp thả vào cụm lắp ráp



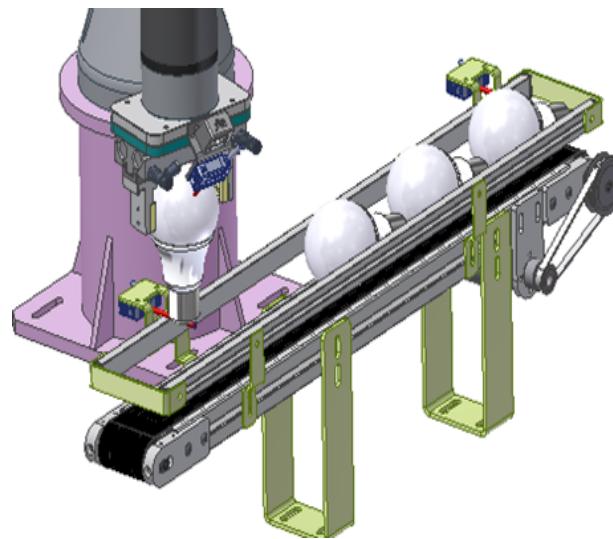
Hình 1.8. Nắp đat sẽ được thả vào cụm lắp ráp

- Bước 4: Xi lanh dập tiến hành nhấn nắp dính chặt vào đế



Hình 1.9. Xi lanh dập nắp vào đế đèn

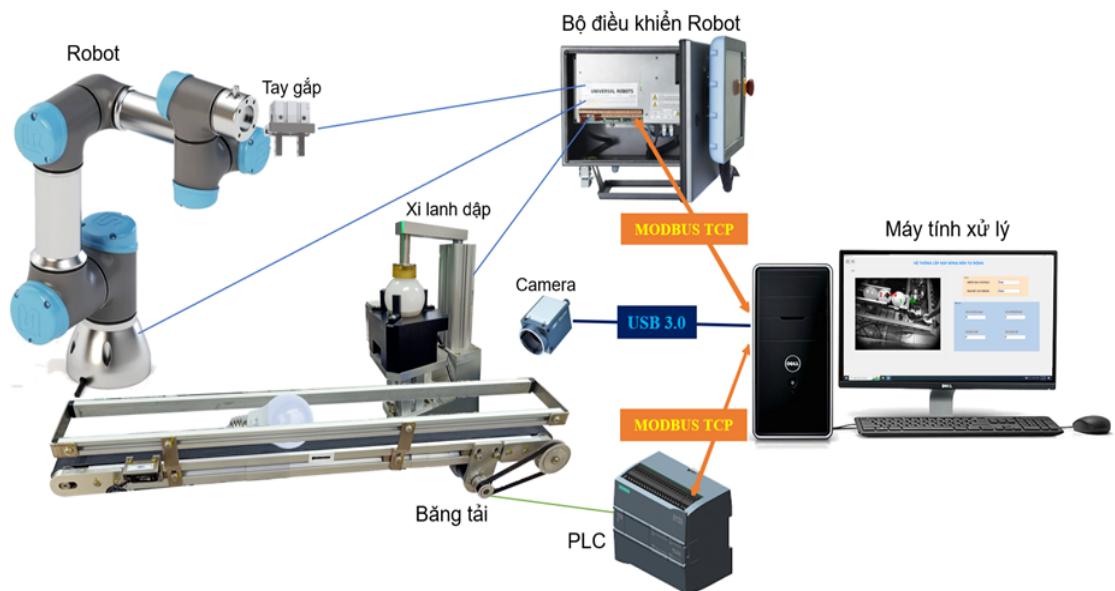
- Bước 5: Robot tiến hành gấp sản phẩm bỏ vào băng tải và lắp lại chu trình trên



Hình 1.10. Sản phẩm đạt được gấp đưa vào băng tải kho

1.2.3 Sơ đồ tổng quan hệ thống

Ta có sơ đồ tổng quan của hệ thống như hình sau:



Hình 1.11. Sơ đồ tổng quan hệ thống

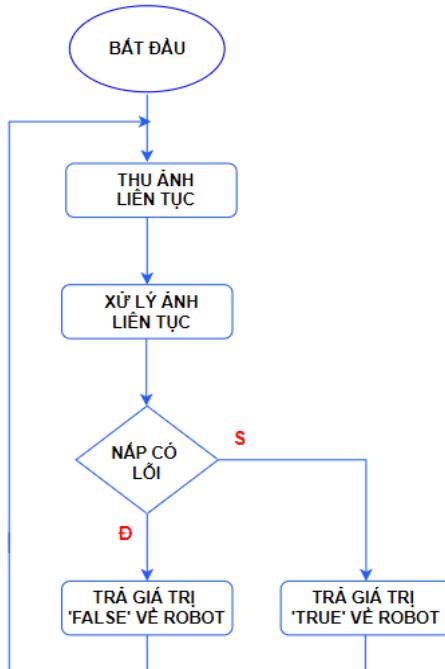
Với sơ đồ trên ta có thể thấy hệ thống được chia làm ba cấp rõ ràng gồm:

- Cấp giám sát: Máy tính (PC) là cấp cao nhất của hệ thống, là nơi tiếp nhận dữ liệu từ cấp điều khiển bao gồm bộ điều khiển Robot và PLC gửi về. Trên máy tính cũng tích hợp luôn giao diện giám sát (HMI).
- Cấp điều khiển: Bao gồm bộ điều khiển Robot và PLC. Bộ điều khiển sẽ nhận tín hiệu từ các cảm biến và máy tính sau đó xử lý và đưa lệnh điều khiển xuống các thiết bị cấp chấp hành. Ngoài ra bộ điều khiển có thể gửi dữ liệu để hiển thị lưu trữ lên cấp giám sát.
- Cấp chấp hành: Bao gồm các cảm biến, xi lanh dập, robot, tay gấp, băng tải. Robot, xi lanh dập và tay gấp sẽ được nối với bộ điều khiển Robot và nhận lệnh điều khiển từ đó. Riêng băng tải sẽ được nối với PLC và do chính PLC điều khiển.

1.2.4 Lưu đồ hoạt động chung của hệ thống

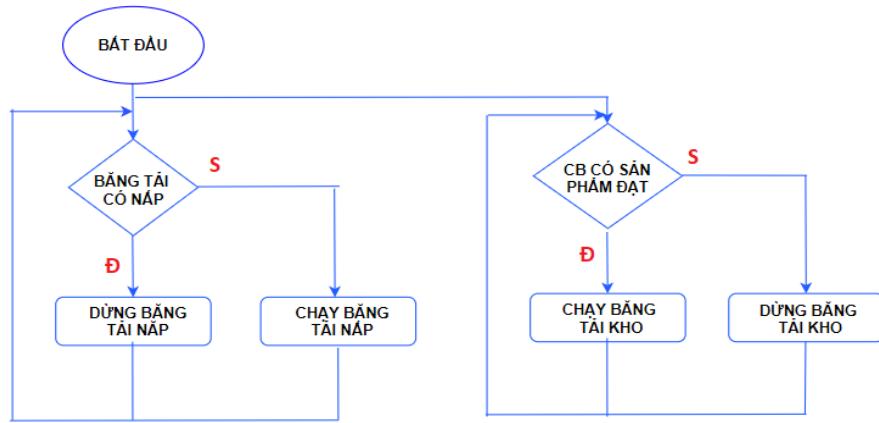
Với chu trình hoạt động của hệ thống như trên, ta có lưu đồ hoạt động chung như sau:

- * Lưu đồ hoạt động của Camera



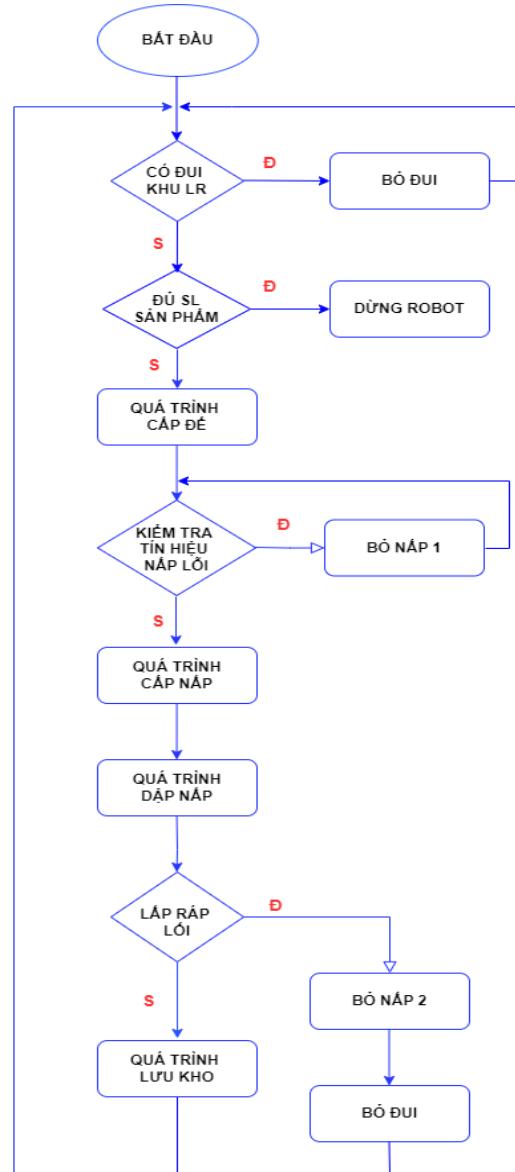
Hình 1.12. Lưu đồ hoạt động của Camera

- * Lưu đồ hoạt động của PLC



Hình 1.13. Lưu đồ hoạt động của PLC

* Lưu đồ hoạt động của Robot



Hình 1.14. Lưu đồ hoạt động của Robot

1.2.5 Danh sách các tín hiệu I/O trong hệ thống

Danh sách các tín hiệu I/O trong hệ thống nằm trong bảng 1.2. và 1.3. dưới đây:

Bảng 1.2. Bảng tín hiệu từ Robot của mô hình

TÍN HIỆU INPUT			TÍN HIỆU OUTPUT		
STT	Tên tín hiệu	Địa chỉ Robot	STT	Tên tín hiệu	Địa chỉ Robot
1	Start	DI0	1	Xi lanh dập	DO0
2	Stop	DI1	2	Xi lanh tool	DO1
3	Reset	DI2			
4	CB xi lanh lắp ráp	DI3			
5	CB xi lanh nắp	DI4			
6	CB khu lắp đui	DI5			
7	CB tool	DI6			
8	CB xi lanh tool nhà	DI7			
9	CB xi lanh dập	CI0			
10	CB xi lanh nhà	CI1			
11	Có nắp	CI2			
12	Đầy kho	CI3			

Bảng 1.3. Bảng tín hiệu từ PLC của mô hình

TÍN HIỆU INPUT			TÍN HIỆU OUTPUT		
STT	Tên tín hiệu	Địa chỉ PLC	STT	Tên tín hiệu	Địa chỉ PLC
1	CB có nắp	I0.0	1	ĐK băng tải kho	Q0.0
2	CB đầy kho	I0.1	2	ĐK băng tải cấp phôi	Q0.1
3	CB có vật tại kho	I0.2	3	Đèn tháp đò	Q0.2
4	START	I0.3	4	Đèn tháp vàng	Q0.3
5	STOP	I0.4	5	Đèn tháp xanh	Q0.4
6	RESET	I0.5	6	Báo có nắp cho Robot	Q0.5
7	AUTO/MAN	I0.6	7	Báo đầy băng tải lưu kho	Q0.6

CHƯƠNG 2. TÍCH HỢP HỆ THỐNG

Chương 2 sẽ giới thiệu chi tiết các thông số chi tiết của các thiết bị chính trong hệ thống, các phần mềm lập trình điều khiển được sử dụng. Ngoài ra, phần này cũng trình bày cách ghép nối chi tiết phần cứng và cấu hình truyền thông để các thiết bị có thể liên lạc được với nhau.

2.1 Giới thiệu PLC S7-1200

* Phần cứng PLC

PLC S7-1200 là một hệ thống điều khiển logic chương trình (PLC) tiên tiến được phát triển bởi hãng Siemens. Với thiết kế nhỏ gọn, nhưng mạnh mẽ và linh hoạt, PLC S7-1200 là một giải pháp lý tưởng cho các ứng dụng điều khiển tự động trong các ngành công nghiệp nhỏ và trung bình.



Hình 2.1. PLC S7 - 1200 được sử dụng trong hệ thống

Thông số kĩ thuật của PLC trong hệ thống như sau:

- Tiêu chuẩn: TCVN 5699-1:2010 và IEC 60335-1:2010
- Loại CPU: 1214C DC/DC/DC
- Nguồn cấp: 20.4 - 28.8 VDC
- Số đầu vào/ra số: 14DI/10DO
- Kiểu đầu vào/ra số: Transistor.
- Số đầu vào tương tự : 2AI, dải điện áp 0-10V
- Bộ nhớ: 100 kbyte
- Công giao tiếp: Profinet

- Mạch điện tử:

+ Chân I/O của thiết bị được đưa ra connector trung gian dạng Push-in thuận tiện cho đấu nối.

+ Có khe cắm chờ sẵn cho mở rộng cho tính năng truyền thông không dây.

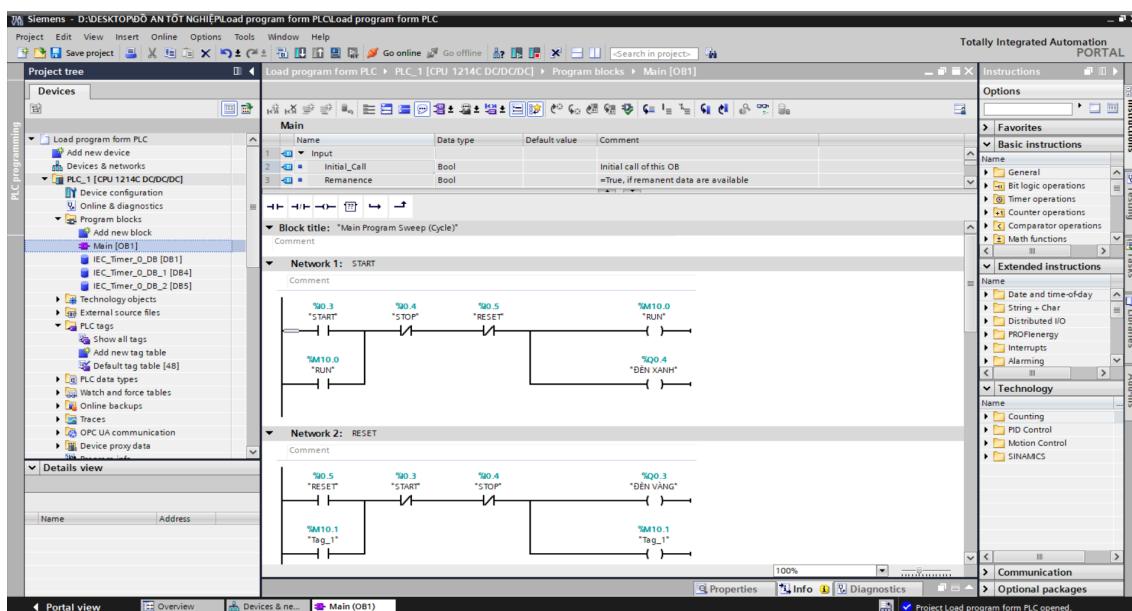
- Khối để thiết bị:

+ Chất liệu: Nhôm hợp kim đã được xử lý chống xước

+ Kiểu gá lắp: Cơ cấu tháo lắp nhanh (quick fix)

* Phần mềm lập trình PLC

TIA Portal viết tắt của Totally Integrated Automation Portal là một phần mềm tổng hợp của nhiều phần mềm điều hành quản lý tự động hóa, vận hành điện của hệ thống, được phát triển vào năm 1996 bởi các kỹ sư của Siemens. Nó cho phép người dùng phát triển và viết các phần mềm quản lý riêng lẻ một cách nhanh chóng, trên 1 nền tảng thống nhất. Giải pháp giảm thiểu thời gian tích hợp các ứng dụng riêng biệt để thống nhất tạo hệ thống.



Hình 2.2. Ứng dụng lập trình Tia Portal

TIA Portal - Tích hợp tự động toàn diện là phần mềm cơ sở cho tất cả các phần mềm khác phát triển: Lập trình, tích hợp cấu hình thiết bị trong dải sản phẩm. Đặc điểm TIA Portal cho phép các phần mềm chia sẻ cùng 1 cơ sở dữ liệu, tạo nên tính thống nhất, toàn vẹn cho hệ thống ứng dụng quản lý, vận hành.

TIA Portal tạo môi trường dễ dàng để lập trình thực hiện các thao tác:

- Thiết kế giao diện kéo nhả thông tin dễ dàng, với ngôn ngữ hỗ trợ đa dạng.
- Quản lý phân quyền User, Code, Project tổng quát.

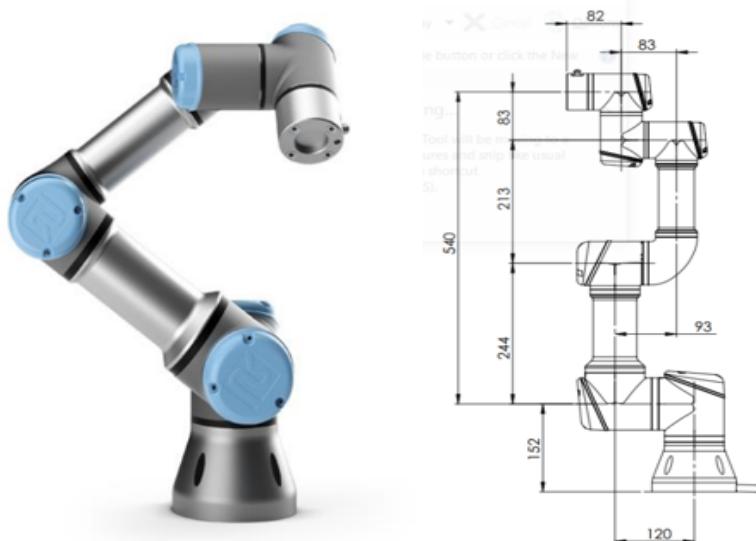
- Thực hiện go online và Diagnostic cho tất cả các thiết bị trong project để xác định bệnh, lỗi hệ thống.
- Tích hợp mô phỏng hệ thống.
- Dễ dàng thiết lập cấu hình và liên kết giữa các thiết bị Siemens.

2.2 Giới thiệu Universal Robot UR3

Robot UR3 là một trong các mô hình robot hợp tác nhỏ gọn và linh hoạt, do Universal Robots phát triển. UR3 được thiết kế để làm việc cùng với con người trong các môi trường làm việc gần gũi, như các dây chuyền sản xuất, cửa hàng và phòng thí nghiệm.

2.2.1 Thông số kỹ thuật robot

2.2.1.1 Cánh tay Robot

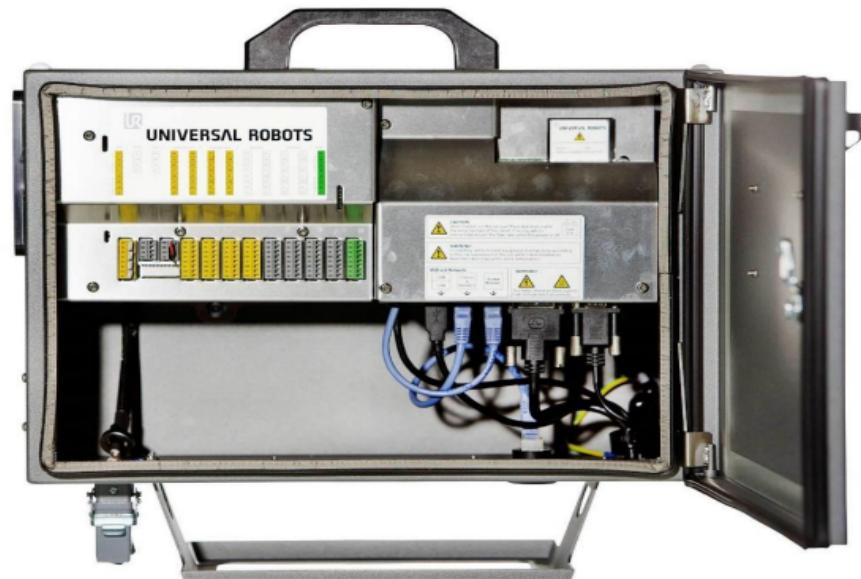


Hình 2.3. Hình dáng và thông số Robot Ur3

- Hiệu suất:
 - Sai số lắp lại: +/- 0.1mm
 - Nhiệt độ làm việc: 0 - 50 °C
 - Công suất: 90 - 250 W
 - Khả năng vận hành: Tích hợp 15 chức năng an toàn tiên tiến trên robot có thể điều chỉnh được
- Thông số kỹ thuật:
 - Tải trọng tối đa: 3kg

- Tầm với: 500mm
- Số trục: 6 trục
- Lập trình: Lập trình trên màn hình cảm ứng 12 inch được kết nối với bộ điều khiển
- Chuyển động:
 - Phạm vi làm việc: Khớp số 1,2,3,4,5 có góc quay 360°, khớp số 6 có góc quay vô hạn
 - Tốc độ tối đa:
 - + Khớp 1,2,3: 360°/s
 - + Khớp 4,5,6: 360°/s
 - Tích hợp sẵn cảm biến lực
- Thông số vật lý:
 - Diện tích chân đế: Ø168mm
 - Vật liệu: Nhôm hợp kim và nhựa PP
 - Loại bulong bắt chân đế: M8
 - Chiều dài dây cáp nối: 6m
 - Trọng lượng robot và dây cáp nối: 11kg
- Các tính năng mở rộng:
 - Phân loại IP: IP64
 - Phân loại chuẩn ISO: 6
 - Tiếng ồn: <70dB
 - Cổng I/O:
 - + Ngõ vào số: 2
 - + Ngõ ra số: 2
 - + Ngõ vào analog: 2
 - Nguồn cấp I/O: 12/24V, 600mA

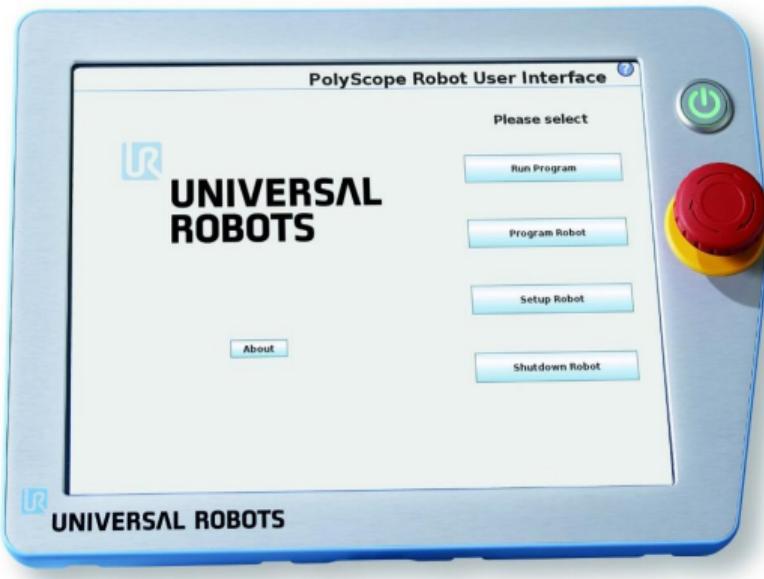
2.2.1.2 Bô điều khiển robot



Hình 2.4. Bô điều khiển Robot

- Các tính năng:
 - Phân loại IP: IP20
 - Phân loại chuẩn ISO: 6
 - Tiếng ồn; <65dB
 - Cổng I/O:
 - + Ngõ vào số: 16
 - + Ngõ ra số: 16
 - + Ngõ vào analog: 2
 - + Ngõ ra analong: 2
 - Cổng giao tiếp: TCP/IP 100MB, Modbus TCP
 - Nguồn cấp: 100/240VAC, 50-60Hz
 - Nhiệt độ làm việc: 0 - 50 °C
- Kích thước: 475mm x 423mm x268mm (DxRxH)
- Trọng lượng: 15kg
- Vật liệu: Thép không rỉ

2.2.1.3 Tay dãy lập trình



Hình 2.5. Tay dãy lập trình

- Phân loại IP: IP20
- Trọng lượng: 1,5kg
- Vật liệu: Nhôm hợp kim và nhựa PP
- Chiều dài dây cáp nối: 4,5m

2.2.1.4 Griper gấp vật



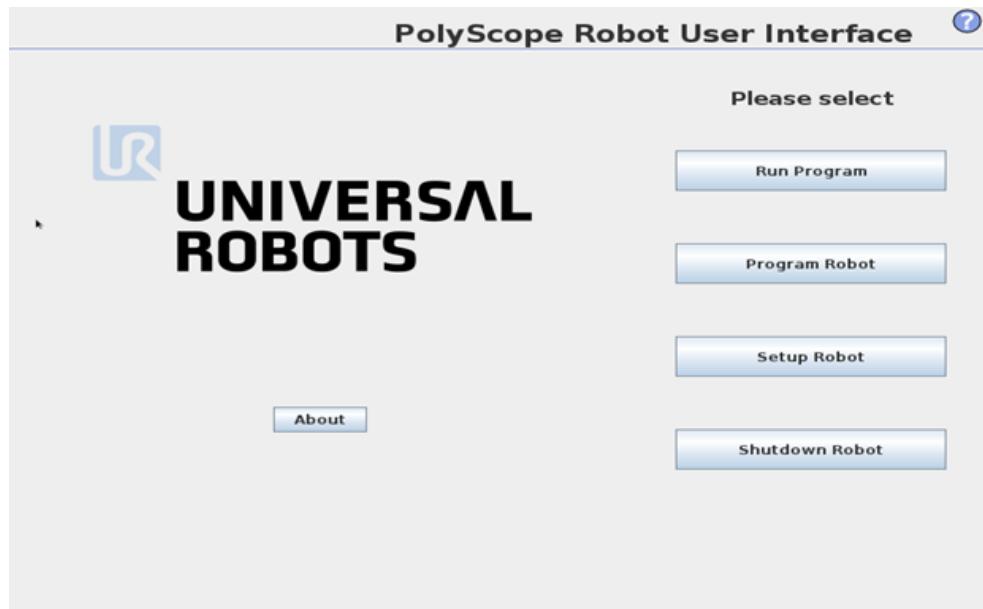
Hình 2.6. Tay kẹp xi lanh gấp vật

- Sử dụng xilanh tay kẹp dòng MHF2 hãng SMC
- Tích hợp cảm biến phát hiện vị trí của xilanh
- 02 van tiết lưu

- Các bích kết nối gá lắp được gia công chính xác từ nhôm khối, anod hóa bề mặt đảm bảo thẩm mỹ
- Tool kẹp được thiết kế linh động, hành trình kẹp lớn đảm bảo kẹp nhiều loại chi tiết

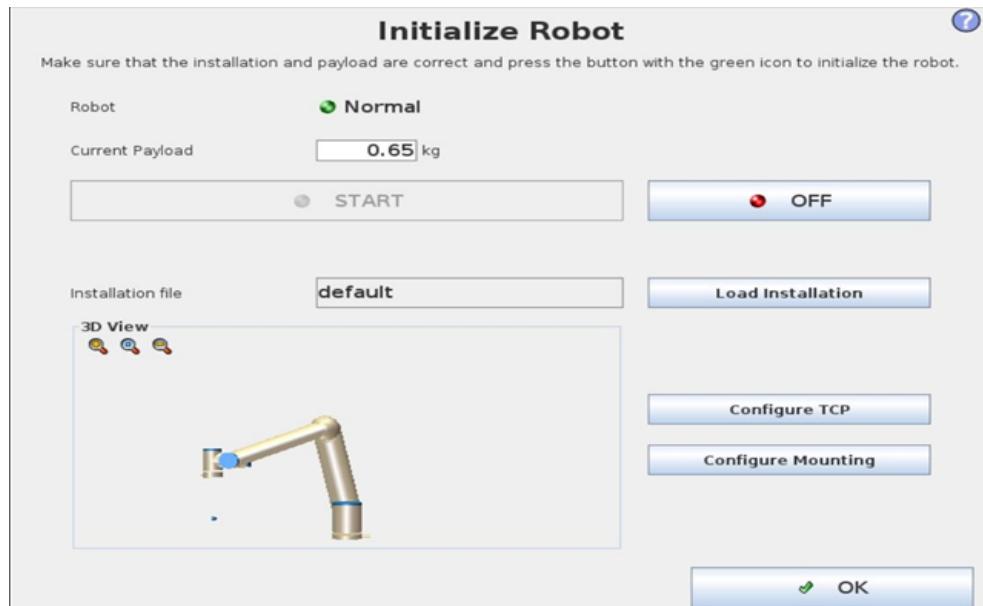
2.2.2 Giao diện lập trình

Giao diện mở đầu



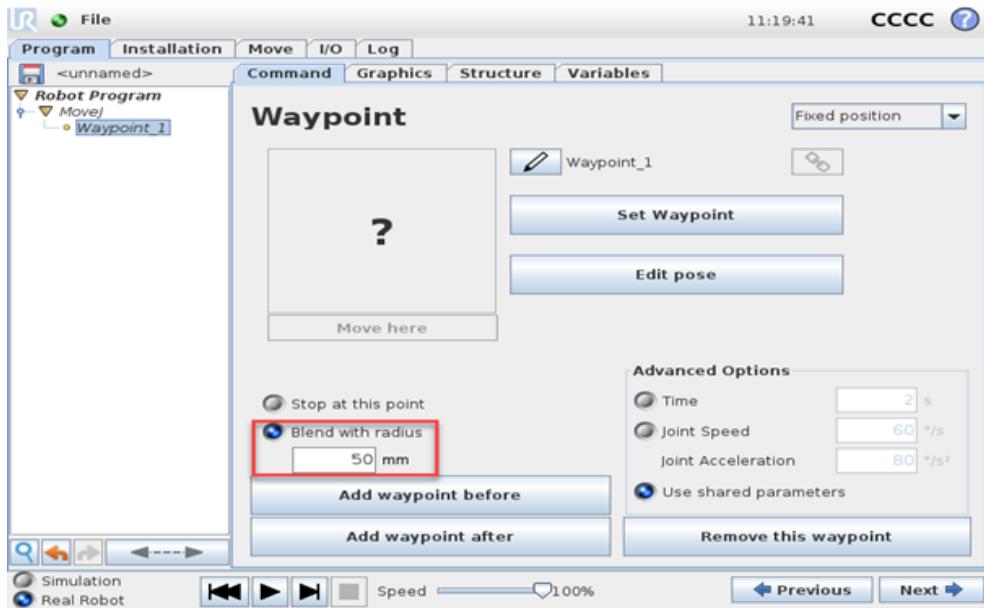
Hình 2.7. Giao diện mở đầu

Giao diện khởi động Robot



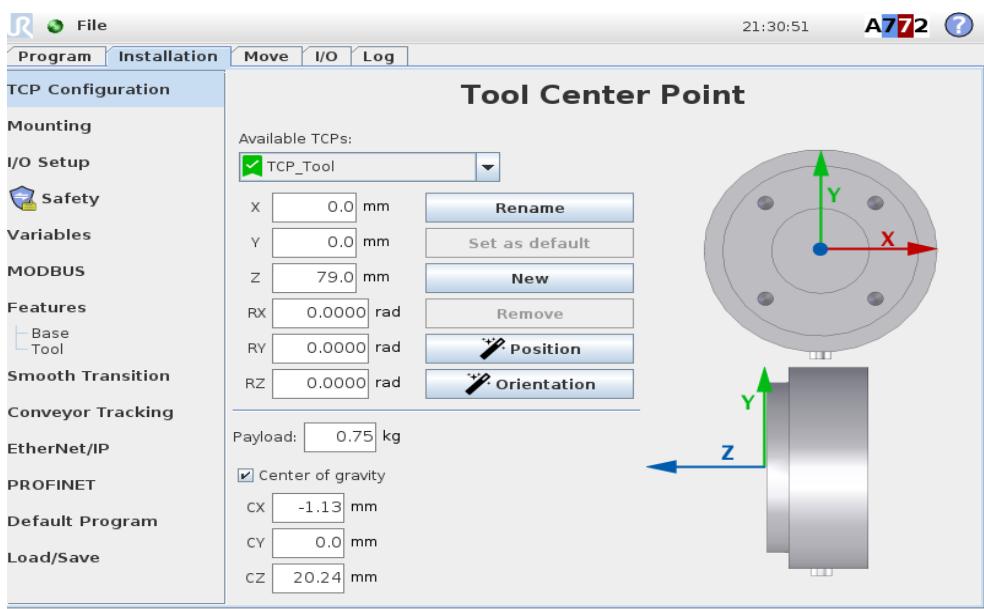
Hình 2.8. Giao diện khởi động Robot

Giao diện lập trình và bộ câu lệnh



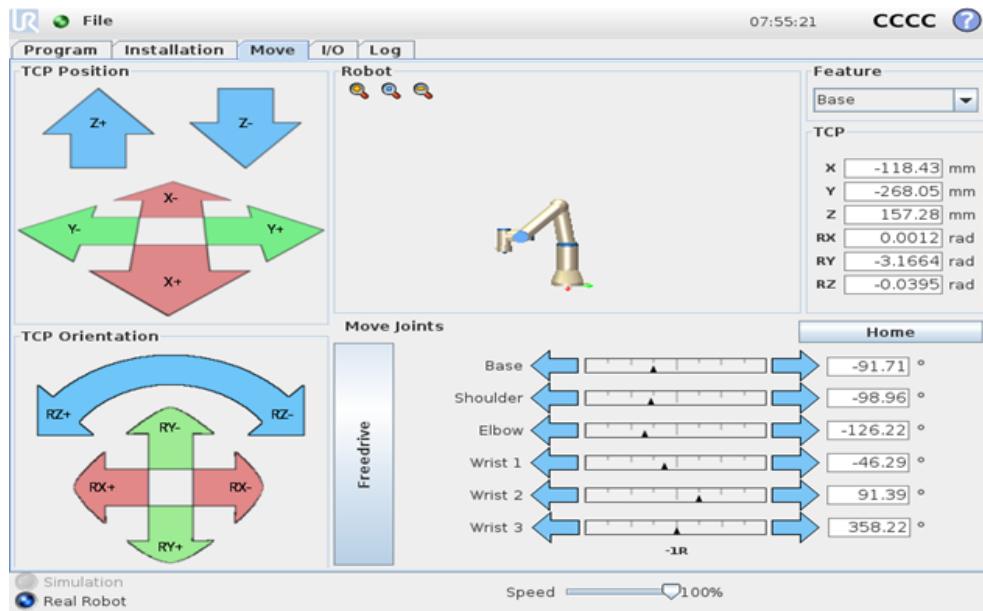
Hình 2.9. Giao diện lập trình và bộ câu lệnh

Giao diện cấu hình cho Robot



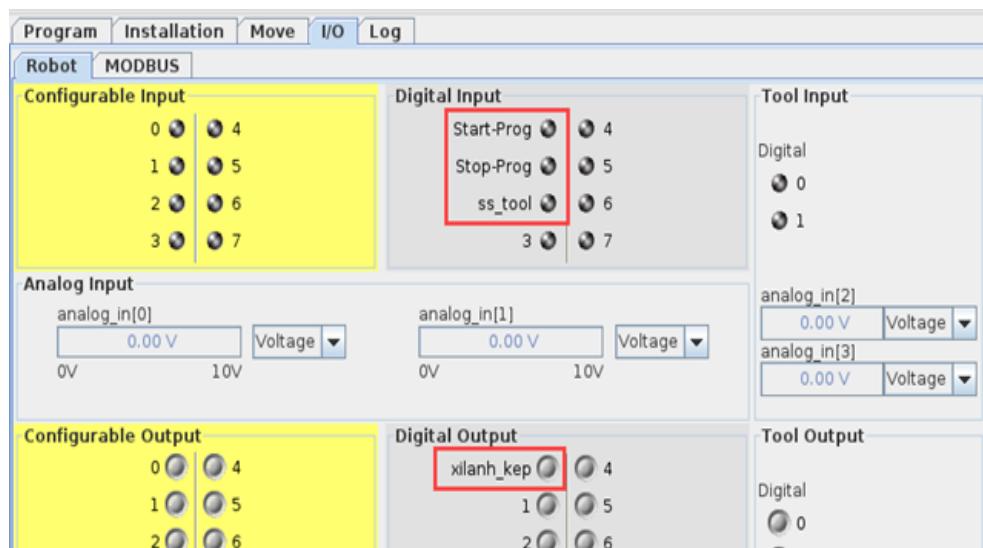
Hình 2.10. Giao diện cấu hình cho Robot

Giao diện điều khiển các trục của Robot



Hình 2.11. Giao diện điều khiển các trục của Robot

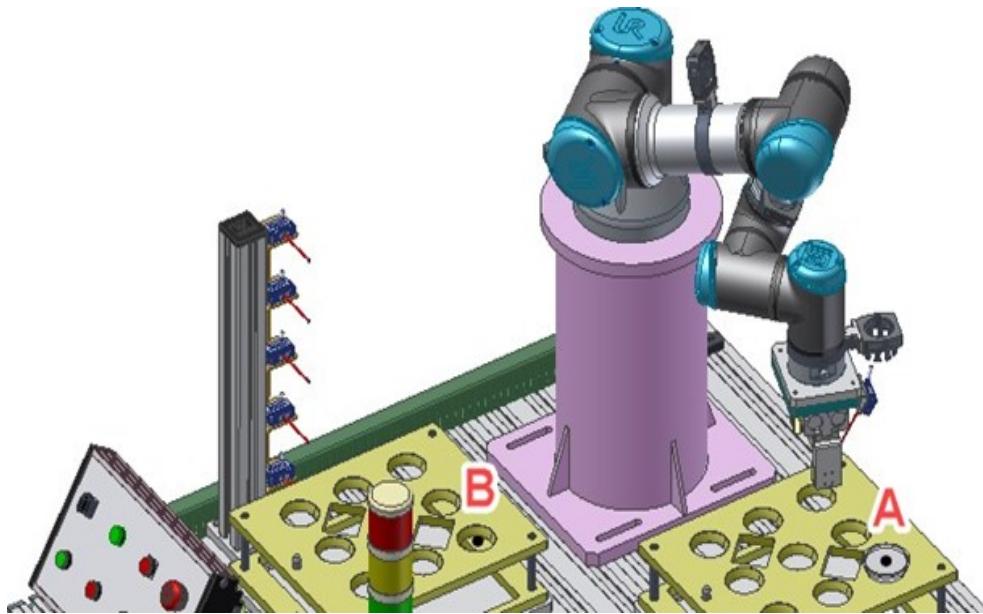
Giao diện vào ra I/O



Hình 2.12. Giao diện vào ra I/O

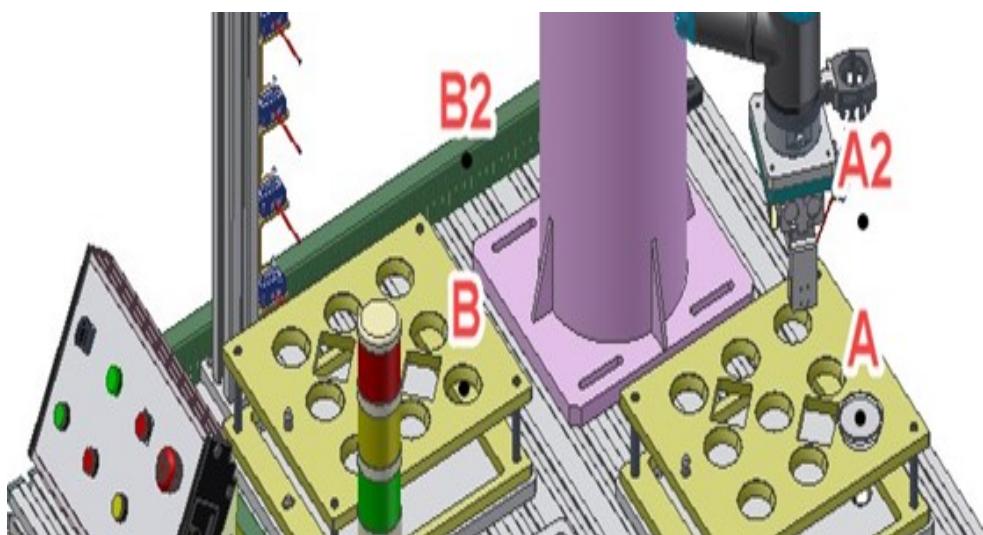
2.2.3 Chương trình Demo

Ta có thể thiết lập một chương trình thử nghiệm cho Robot đi từ vị trí A đến vị trí B rồi quay về và lặp lại như hình dưới đây.



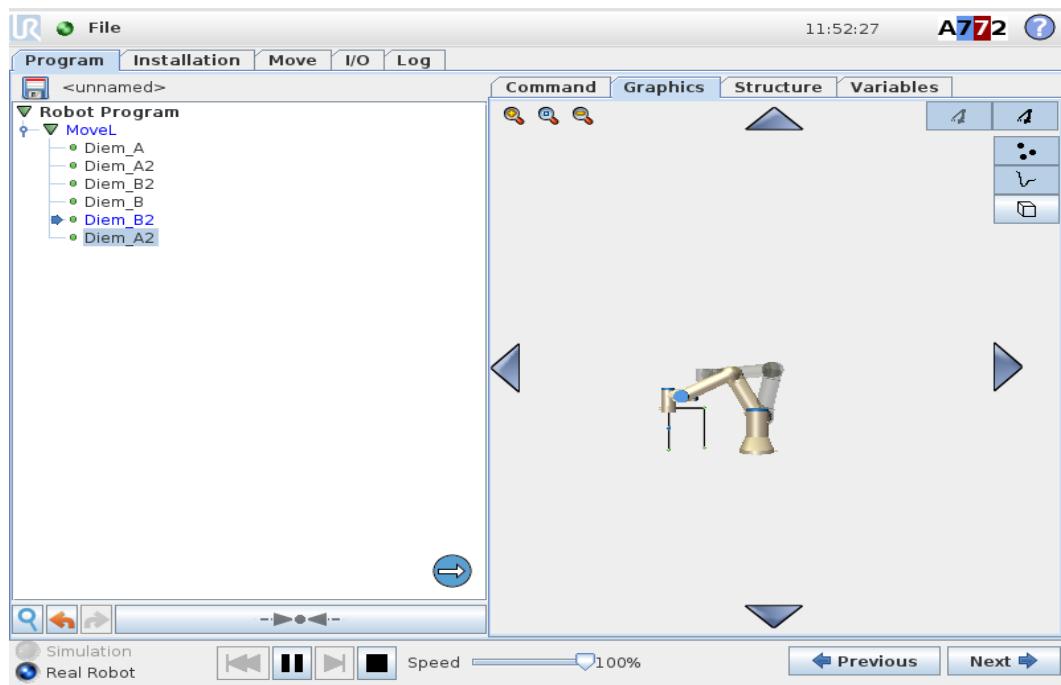
Hình 2.13. Chương trình Robot di chuyển vật

Để thực hiện yêu cầu này, ta cần đưa Robot qua các điểm trung gian A2 và B2 để tránh va chạm như hình vẽ.



Hình 2.14. Các điểm mà Robot phải đi qua

Ta sử dụng lệnh MoveL để di chuyển theo đường thẳng qua các điểm như chương trình trong hình vẽ dưới đây:



Hình 2.15. Chương trình Robot

Chương trình sẽ đưa vật từ điểm A đến điểm A2 và B2 rồi đến điểm B. Sau đó lại đi ngược lại về vị trí điểm A ban đầu và lặp lại chu trình.

2.3 Giới thiệu Module xử lý ảnh công nghiệp

2.3.1 Giới thiệu Camera Baumer

Camera Baumer là một dòng sản phẩm camera công nghiệp cao cấp của hãng Baumer, một công ty công nghệ có trụ sở tại Thụy Sĩ. Baumer là một trong những nhà sản xuất hàng đầu trong lĩnh vực công nghiệp và tự động hóa, chuyên cung cấp các giải pháp và sản phẩm cao cấp cho nhiều ngành công nghiệp trên toàn thế giới.



Hình 2.16. Camera công nghiệp Baumer

Các thông số chính của camera:

- Mã hiệu: VCXU-53C
- Cảm biến: onsemi PYTHON5000 đa sắc màu.

- Độ phân giải: 2592×2048 px
- Tốc độ khung hình: 73 khung hình/giây
- Chuẩn kết nối: USB 3.0, tốc độ 5000 Mbps
- Các tính năng nổi bật: Phơi sáng tự động, cân bằng trắng, xử lý màu và tăng màu (RGB, BGR, Mono), Trigger, Hẹn giờ,...

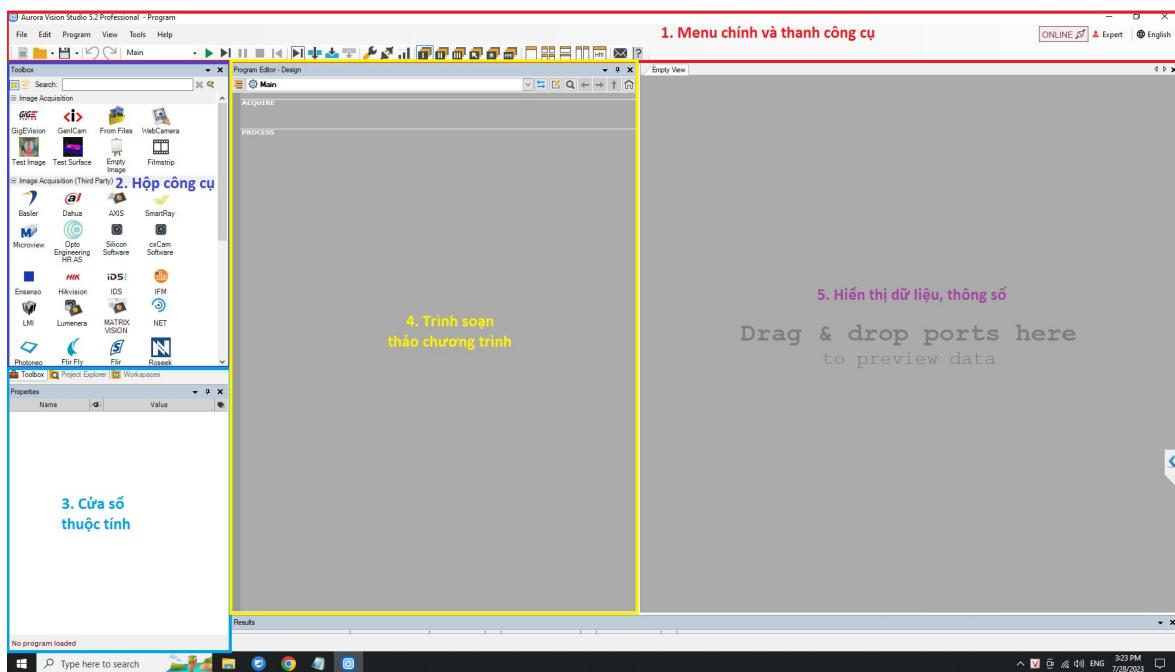
2.3.2 Giới thiệu phần mềm Aurora Vision Professional

Aurora Vision Professional là phần mềm được phát triển bởi tập đoàn Zebra Technologies, có trụ sở tại Gliwice, Ba Lan. Zebra Technologies là nhà cung cấp các sản phẩm phần cứng, phần mềm, dịch vụ và giải pháp tự động hóa công nghiệp, thị giác máy tính và phần mềm AI. Tập đoàn này cũng đã mua lại các công ty Fetch Robotics, Adaptive Vision, antuit.ai và Matrox Imaging nhằm mở rộng danh mục sản phẩm của mình.

Aurora Vision Studio Professional là phần mềm lập trình trực quan dựa trên luồng dữ liệu được thiết kế cho các kỹ sư thị giác máy. Cùng với thư viện toàn diện gồm các bộ lọc (công cụ) phân tích hình ảnh được tối ưu hóa cao, nó cho phép người dùng tạo cả thuật toán điển hình và thuật toán tùy chỉnh cao cho các hệ thống thị giác công nghiệp. Hơn nữa, đây là một giải pháp hoàn chỉnh vì nó cũng cho phép tạo giao diện người dùng đồ họa (HMI) tùy chỉnh. Phần mềm ưu việt vì những công cụ vô cùng mạnh mẽ và lại rất dễ sử dụng.

Phạm vi ứng dụng của phần mềm vô cùng đa dạng phù hợp với nhiều yêu cầu của các hệ thống kiểm tra công nghiệp. Các tính năng nổi bật chính có thể kể đến như:

- Đọc mã vạch, mã QR Code
- OCR nhận dạng ký tự, chữ viết, chữ số
- Machine Learning có khả năng học dựa trên các dữ liệu mẫu
- Phân tích biên dạng, đo khoảng cách, góc,...



Hình 2.17. Giao diện phần mềm Aurora Vision Professional

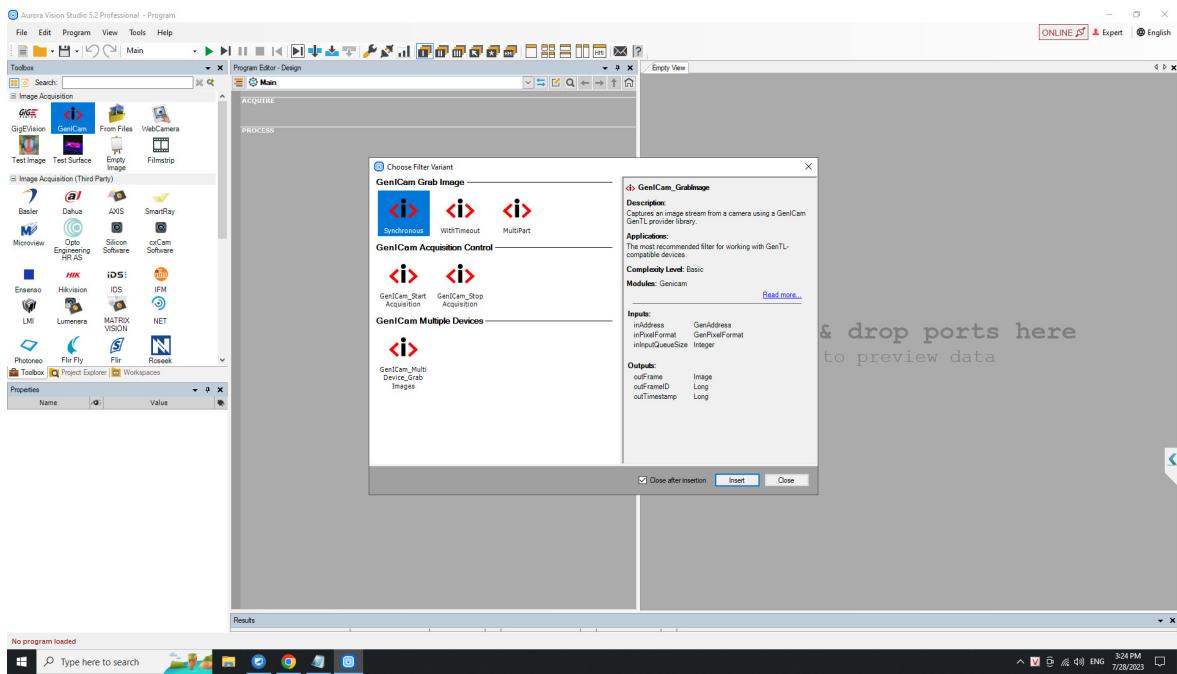
Giao diện của phần mềm được chia làm 5 phần chức năng chính bao gồm:

- Khối 1: Menu chính và thanh công cụ: chứa các lệnh điều khiển chính phục vụ cho việc thao tác với chương trình
- Khối 2: Hộp công cụ: Chứa danh mục các bộ lọc được sử dụng cho nhiều ứng dụng khác nhau được lưu trữ theo các nhóm giúp thuận tiện cho việc sử dụng.
- Khối 3: Cửa sổ thuộc tính: Giúp thiết lập các thông số của bộ lọc được sử dụng cho chương trình. Ngoài ra nó cũng có thể điều khiển HMI.
- Khối 4: Trình soạn thảo chương trình: Là nơi đặt các bộ lọc cần thiết cho chương trình và kết nối chúng với nhau.
- Khối 5: Hiển thị dữ liệu, thông số: Nơi sẽ hiển thị các thông số được tính toán của bộ lọc. Khi kết nối đầu ra của một bộ lọc nào đó vào khu vực này ta sẽ có các đặc tính được hiển thị trên đó. Ta cũng có thể hiển thị nhiều kết quả trên nhiều cửa sổ khác nhau.

2.3.3 Chương trình Demo

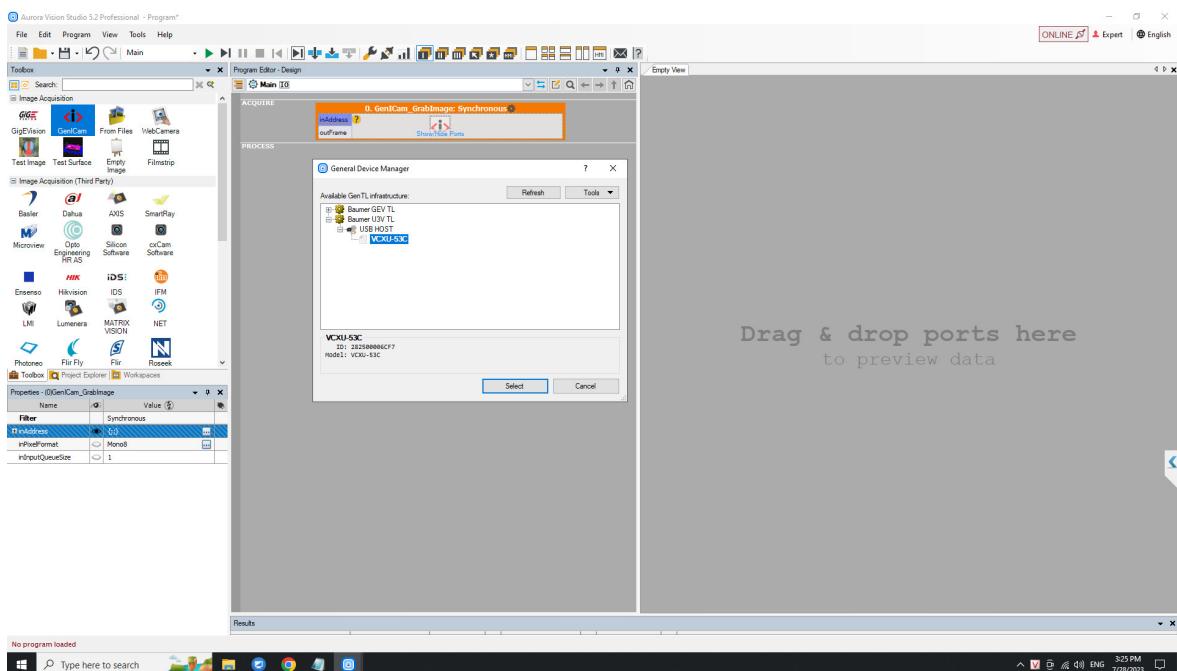
Với chương trình Demo, chúng ta có thể thử nghiệm tính năng quét mã QR Code của phần mềm xử lý ảnh. Các bước thực hiện sẽ diễn ra như sau:

- Đầu tiên chúng ta lựa chọn tính năng GenICam để phù hợp với chuẩn camera sử dụng. Chọn Synchronous để thu ảnh liên tục từ camera.



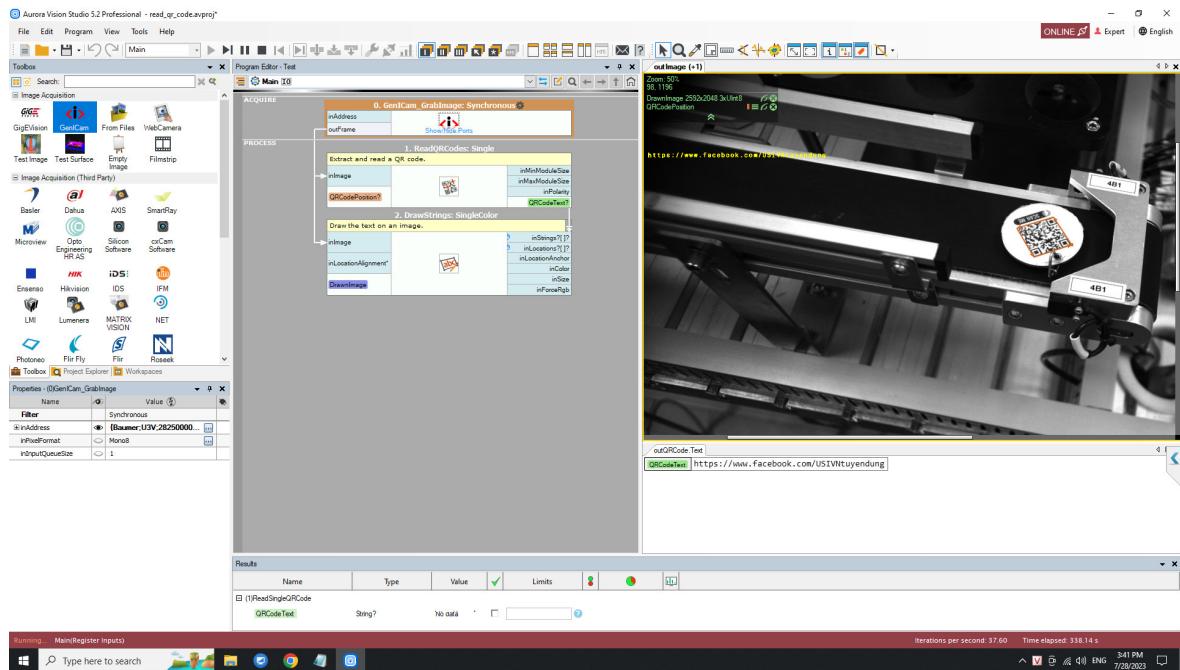
Hình 2.18. Cấu hình kết nối với Camera

- Sau đó ta sẽ chọn mục inAddress trong cửa sổ thuộc tính để có thể kết nối camera với đầu vào của bộ lọc. Thiết bị sử dụng có mã hiệu VCXU-53C. Ta cũng giữ nguyên tùy chọn của inPixelFormat trong cửa sổ thuộc tính là Mono8 để xử lý và truyền hình ảnh nhị phân.



Hình 2.19. Điều khiển chế độ thu ảnh của Camera

- Tiếp đó ta thực hiện thêm và kết nối các bộ lọc của chương trình đọc mã QR, sau đó bấm chạy chương trình. Và kết quả thu được sẽ hiển thị như hình dưới.



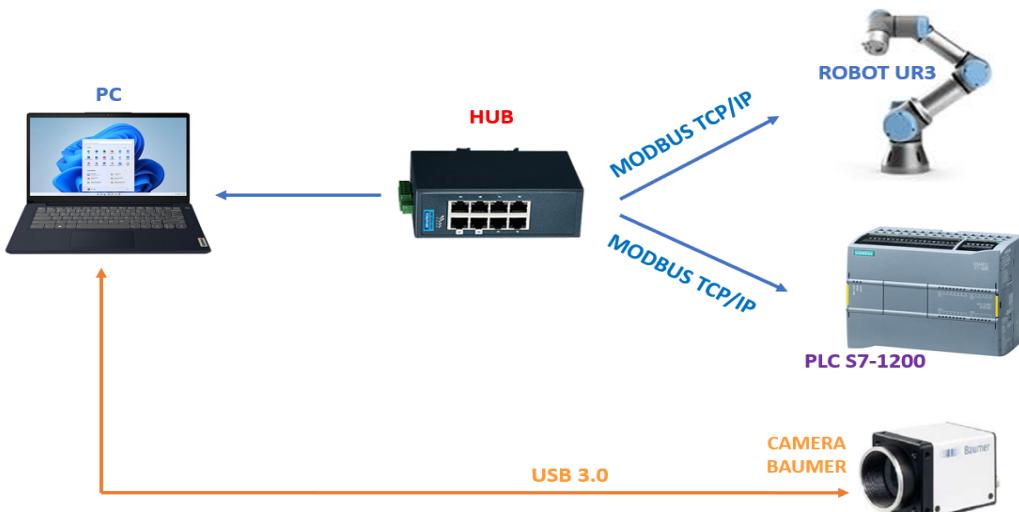
Hình 2.20. Thêm các bộ lọc cần thiết cho chương trình và chạy thử

Khối thứ nhất ReadQRCode giúp chúng ta có thể đọc một mã QR và hiển thị dữ liệu trực tiếp lên màn hình. Khối thứ hai là DrawString giúp chúng ta chuyển đoạn dữ liệu hiển thị trên màn hình đó dưới dạng văn bản text giúp dễ dàng cho việc quan sát hoặc ghi vào cơ sở dữ liệu về sau này.

Như vậy chỉ với một vài thao tác đơn giản, ta đã có thể tạo ra được một chương trình đọc mã QR. Với các ứng dụng phức tạp hơn sẽ yêu cầu nhiều khối bộ lọc kết nối với nhau hơn. Việc sử dụng các khối bộ lọc có sẵn giúp giảm thời gian thao tác và viết chương trình so với lập trình truyền thống.

2.4 Ghép nối từng thành phần trong hệ thống

Ta có sơ đồ ghép nối chi tiết hệ thống như hình dưới:



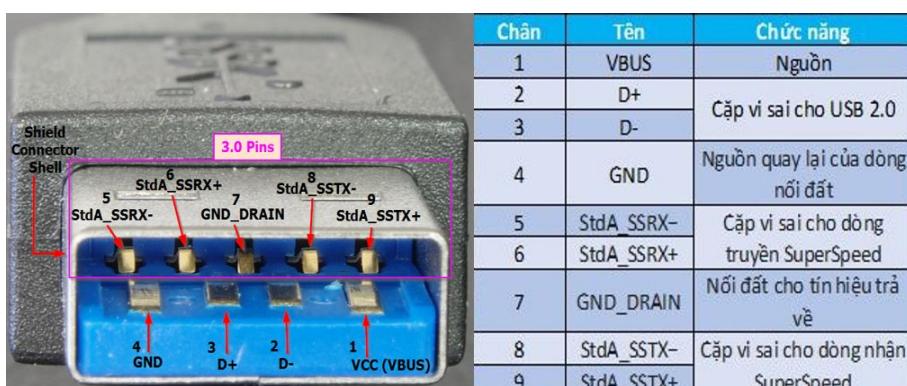
Hình 2.21. Sơ đồ truyền thông hệ thống

- Kết nối từ PC đến Camera qua cổng USB 3.0, sử dụng giao thức truyền thông GeniCam.
- Kết nối từ PC đến PLC và Robot sử dụng kết nối Ethernet, được nối chung vào HUB chia mạng. Giao thức truyền thông chung là Modbus TCP/IP.

2.4.1 Truyền thông giữa Module thị giác máy và PC

* Tổng quan giao thức USB 3.0

Giao thức USB 3.0 (Universal Serial Bus 3.0), còn được gọi là USB SuperSpeed, là một giao thức kết nối và truyền dữ liệu hiệu suất cao được sử dụng trong camera công nghiệp. Nó là một phiên bản tiếp theo của giao thức USB 2.0 và được thiết kế để cung cấp tốc độ truyền dữ liệu nhanh hơn, khả năng truyền tải dữ liệu lớn và hiệu suất tốt hơn trong các ứng dụng công nghiệp đòi hỏi khả năng xử lý và đáp ứng thời gian thực.



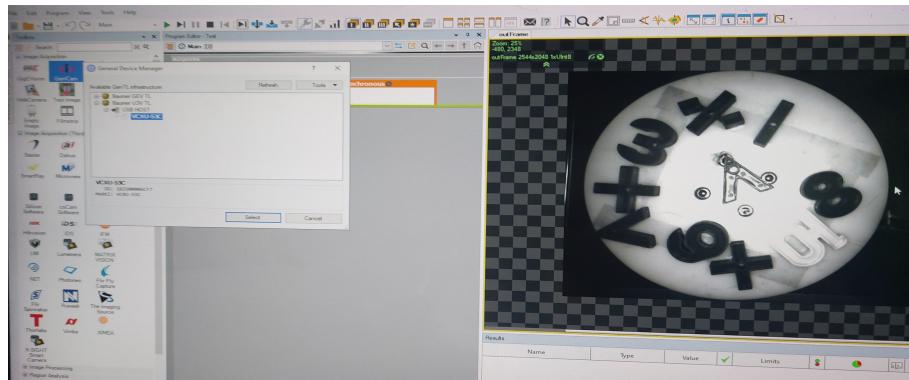
Hình 2.22. Chân kết nối trên USB 3.0

Cổng USB 3.0 có 9 chân kết nối, trong đó có 4 chân dành cho dữ liệu (2 chân gửi và 2 chân nhận), 2 chân dành cho nguồn cấp và các chân khác dùng cho đồng bộ

hóa dữ liệu. Với tốc độ truyền dữ liệu lên đến 5 Gbps (gigabits trên giây), nhanh gấp nhiều lần so với USB 2.0 với tốc độ chỉ khoảng 480 Mbps (megabits trên giây). Điều này cho phép camera công nghiệp truyền tải dữ liệu ảnh và video thời gian thực với chất lượng cao và sắc nét, đảm bảo việc xử lý ảnh có độ chính xác tốt nhất.

* Trao đổi dữ liệu giữa camera và PC

Giao thức truyền thông giữa camera và PC có thể truyền hình ảnh trực tiếp với độ phân giải và khung hình cao từ Camera đến máy tính.



Hình 2.23. Hình ảnh trực tiếp từ camera truyền lên máy tính

Ngoài ra giao thức này cũng có thể gửi các tín hiệu điều khiển như thời gian phơi sáng, tốc độ màn trập,...đến Camera thông qua phần mềm xử lý ảnh. Điều này giúp cho việc điều chỉnh các thông số camera trở nên dễ dàng.

2.4.2 Truyền thông giữa Module PLC, Robot và PC

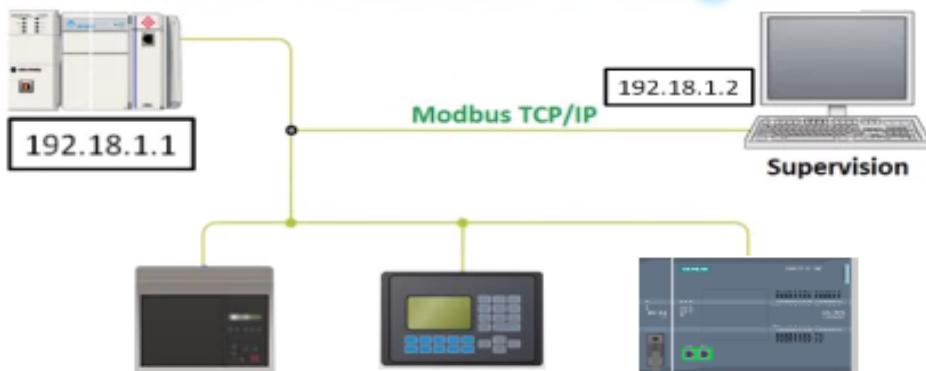
* Tổng quan giao thức Modbus TCP/IP

Modbus là một giao thức truyền thông phổ biến được sử dụng trong các ứng dụng công nghiệp để trao đổi dữ liệu giữa các thiết bị điều khiển và các thiết bị thông minh như cảm biến, bộ điều khiển PLC (Programmable Logic Controller), máy tính và các thiết bị khác. Giao thức này được tạo ra bởi công ty Modicon (nay thuộc về Schneider Electric) vào những năm 1970 và đã trở thành một tiêu chuẩn công nghiệp, được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới.

Có hai loại chính của giao thức Modbus là Modbus RTU và Modbus TCP/IP. Trong đó Modbus TCP/IP là một phần mở rộng của giao thức Modbus truyền thống, nhưng sử dụng giao thức TCP/IP để truyền dữ liệu qua mạng Ethernet.

Trong Modbus TCP/IP, các thiết bị có thể đóng vai trò là Modbus Server hoặc Modbus Client. Modbus Server, còn được gọi là thiết bị Slave, là các thiết bị cung cấp dữ liệu, chẳng hạn như PLC, máy tính hoặc bất kỳ thiết bị hỗ trợ Modbus TCP/IP nào khác. Modbus Client, còn được gọi là thiết bị Master, là các thiết bị yêu cầu dữ liệu từ Modbus Server.

Modbus TCP/IP



Hình 2.24. Giao thức Modbus TCP/IP

Quá trình truyền thông trong Modbus TCP/IP bắt đầu khi Modbus Client gửi yêu cầu đọc hoặc ghi dữ liệu đến Modbus Server thông qua gói tin TCP/IP. Modbus Server sau đó xử lý yêu cầu và phản hồi lại Modbus Client thông qua gói tin TCP/IP, cung cấp dữ liệu đã được yêu cầu.

Với cơ chế giao tiếp này, Modbus TCP/IP cho phép các thiết bị trong mạng trao đổi dữ liệu một cách đáng tin cậy và hiệu quả, tạo nên môi trường giao tiếp linh hoạt và mạnh mẽ cho các ứng dụng tự động hóa và điều khiển trong các hệ thống công nghiệp và tự động hóa.

* Kết nối phần cứng

Đầu tiên chúng ta cần cắm cáp kết nối từ PC, PLC và bộ điều khiển Robot vào Hub chia mạng chung.



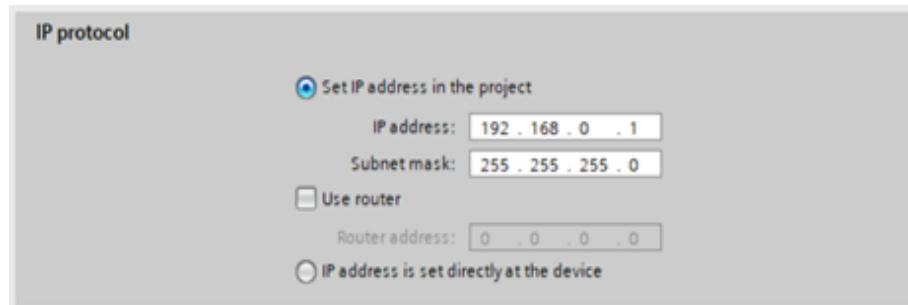
Hình 2.25. Hub chia mạng kết nối chung

Như vậy ta đã tạo được kết nối vật lý nội bộ giữa các thiết bị. Sau đó ta tiến hành cấu hình truyền thông giữa các thiết bị để chúng có thể nhận ra nhau.

- * Truyền thông dữ liệu từ PLC lên PC

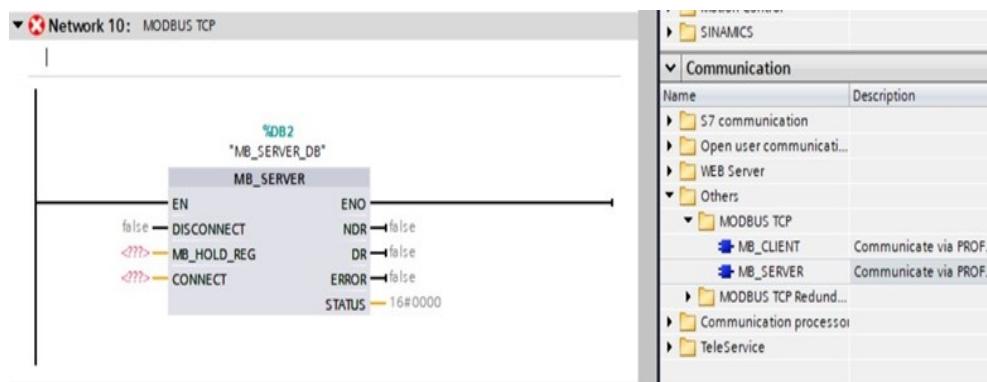
Tiếp đó ta cần cấu hình Modbus Server trên Tia Portal để truyền nhận dữ liệu giữa PLC và PC [1].

Bước 1: Ta cấu hình địa chỉ IP cho PLC sao cho nó cùng một lớp mạng với PC.



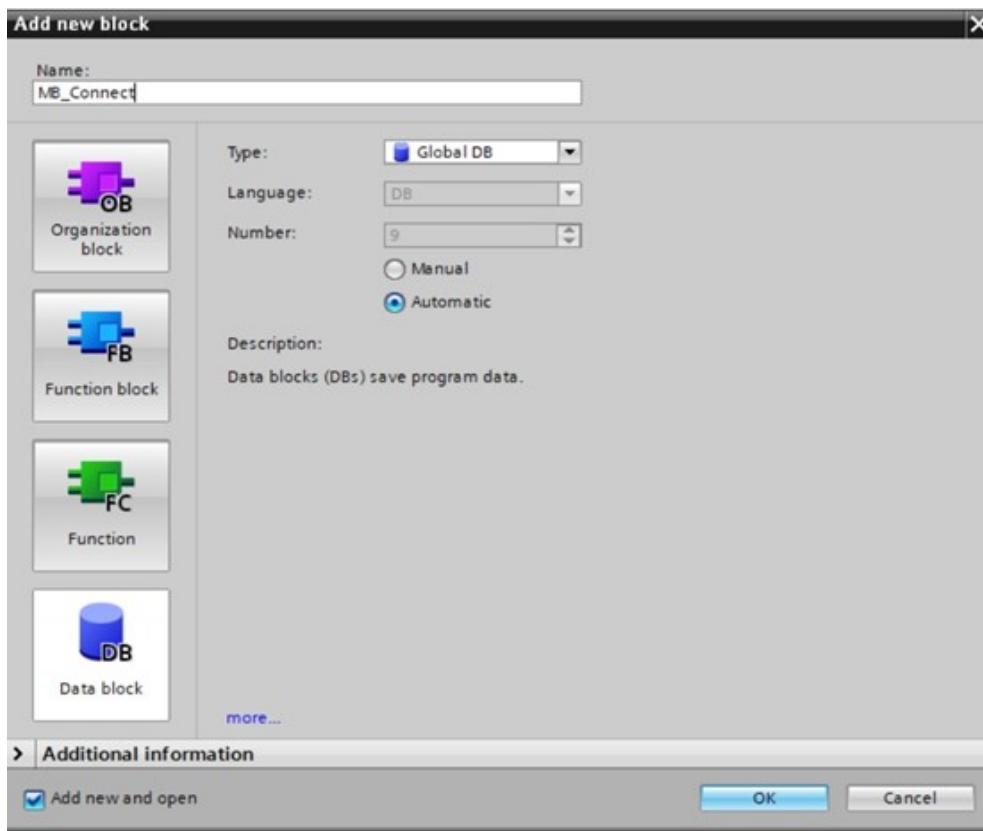
Hình 2.26. Cấu hình IP cho PLC

Bước 2: Lấy thư viện truyền thông MB_SERVER.



Hình 2.27. Thư viện truyền thông MB_SERVER

Bước 3: Tạo một Data Block và đặt tên là MB_Connect có chức năng kết nối



Hình 2.28. Tạo Data Block cho khối

Bước 4: Tạo biến MB_SERVER và định dạng kiểu dữ liệu là TCON_IP_v4. Sau đó nhập giá trị cần thiết vào Start Value.

MB_Connect									
	Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Accessible f...	Write...	Visible in ...	Setpoint
1	Static								
2	MB_SERVER	TCON_IP_v4	0.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	InterfaceId	HW_ANY	0.0	64		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	ID	CONN_DUC	2.0	1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	ConnectionType	Byte	4.0	11		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	ActiveEstablished	Bool	5.0	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	RemoteAddress	IP_V4	6.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	ADDR	Array[1..4] of Byte	6.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	ADDR[1]	Byte	6.0	16#0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	ADDR[2]	Byte	7.0	16#0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	ADDR[3]	Byte	8.0	16#0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	ADDR[4]	Byte	9.0	16#0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	RemotePort	UInt	10.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	LocalPort	UInt	12.0	502		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Hình 2.29. Chỉnh sửa các thông số cho khối

Với thông số interfaceid ta đặt là 64 theo mặc định. ID là địa chỉ kết nối đến Client ta cho giá trị bằng 1. Kiểu kết nối sẽ là 11 ứng với kiểu TCP. Với LocalPort là địa chỉ port của Client, ta đặt mặc định là 502 để khớp với Server.

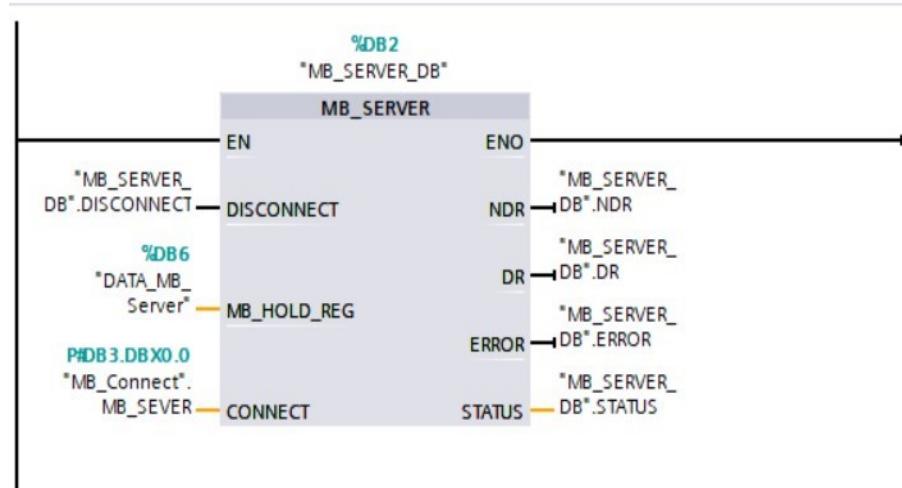
Bước 5: Tạo thêm 1 DB đặt tên là DATA_MB_SERVER nhằm chứa các dữ liệu truyền nhận. Sau đó tạo biến DATA với kiểu dữ liệu Struct cho phép truyền nhận nhiều biến một lúc.

Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Accessible f...	Write...	Visible in...	Setpoint
1 Static								
2 DATA	Struct	0.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3 SL ĐẶT	Int	0.0	10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4 SL THỰC TẾ	Int	2.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5 BẢO ĐÚ SP	Int	4.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Hình 2.30. Tạo thêm Data Block để truyền các biến

PC truyền biến số lượng sản phẩm đặt xuống PLC. PLC cũng gửi lên PC các biến đếm số lượng sản phẩm thực tế đã hoàn thành và tín hiệu báo đủ khi đã đạt lượng đặt ban đầu.

Bước 6: Nhập các thành phần vừa tạo vào khối MB_SERVER



Hình 2.31. Đưa các biến tạo được vào chương trình

Ta nhập hai thành phần vừa tạo ra là DATA vào cổng MB_HOLD_REG và MB_Connect vào cổng CONNECT. Các cổng khác là dữ liệu sinh ra khi sử dụng ta khai báo mặc định.

* Truyền thông dữ liệu từ Robot lên PC

Bộ điều khiển robot hoạt động như một máy chủ Modbus TCP (cổng 502), PC có thể thiết lập kết nối, gửi và nhận các dữ liệu đến Robot[2]. Một số tập lệnh chính được sử dụng để trao đổi dữ liệu trong chương trình Robot bao gồm:

- Read_port_bit(<address>) có chức năng giúp Robot đọc được bit ghi trên địa chỉ coil. Robot có thể biết được sản phẩm có lỗi, hay chương trình đã chạy đủ số sản phẩm yêu cầu hay chưa nhờ việc đọc bit từ PC gửi xuống các coil của Robot
- Write_port_register(<address>, <value>) có chức năng ghi dữ liệu vào địa chỉ thanh ghi của Robot. Nhờ đó mà PC có thể dễ dàng kiểm tra số lượng sản phẩm lỗi từ Robot gửi lên thanh ghi.

* Truyền thông dữ liệu từ PC đến Robot và PLC

Máy tính PC là cấp giám sát cao nhất kết nối với các bộ điều khiển. Vì vậy mà phần mềm Aurora Vision Professional hỗ trợ tính năng truyền thông đến các thiết bị cùng một mạng[3]. Dưới đây là các khái niệm về truyền thông dữ liệu của phần mềm:

Object Type	Read	Write
Coil	ModbusTCP_ReadCoils	ModbusTCP_WriteCoil ModbusTCP_ForceMultipleCoils
Discrete Input	ModbusTCP_ReadDiscreteInputs	Read-Only
Input Register	ModbusTCP_ReadInputRegisters_AsByteBuffer ModbusTCP_ReadInputIntegerRegisters ModbusTCP_ReadInputRealRegisters	Read-Only
Holding Register	ModbusTCP_ReadMultipleRegisters_AsByteBuffer ModbusTCP_ReadMultipleIntegerRegisters ModbusTCP_ReadMultipleRealRegisters	ModbusTCP_WriteSingleRegister ModbusTCP_WriteMultipleRegisters_AsByteBuffer ModbusTCP_WriteMultipleIntegerRegisters ModbusTCP_WriteMultipleRealRegisters

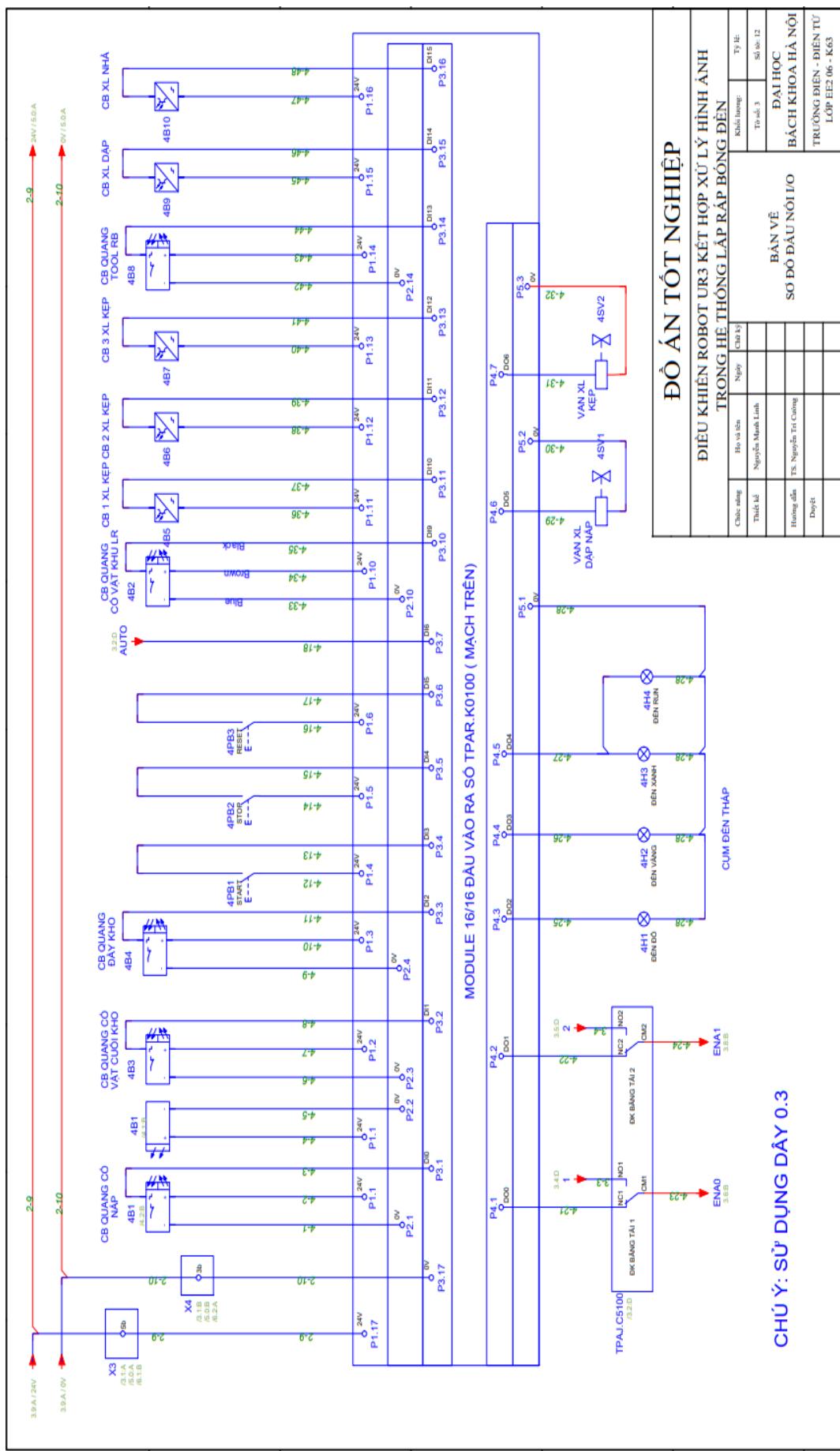
Hình 2.32. Các chức năng truyền thông của phần mềm

Dưới đây là giới thiệu về một số chức năng chính được sử dụng trong đồ án:

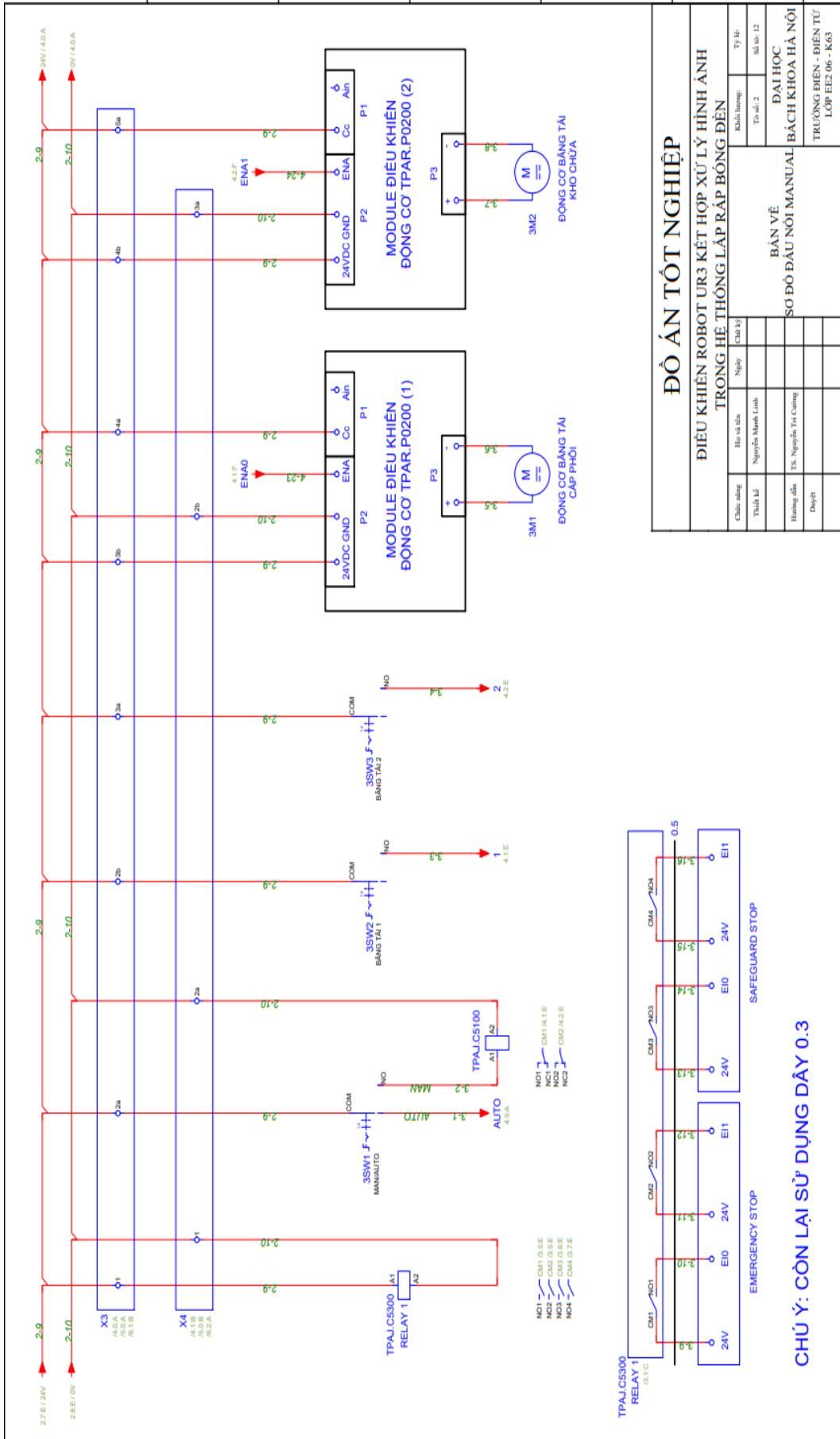
- ModbusTCP_ReadCoils để đọc trạng thái của các coil trong truyền thông Modbus
- ModbusTCP_WriteCoils để ghi trạng thái của các coil trong truyền thông Modbus
- ModbusTCP_ReadInputIntegerRegister để đọc trạng thái của một thanh ghi trong chương trình truyền thông Modbus
- ModbusTCP_WriteMultipleIntegerRegister để ghi dữ liệu lên nhiều thanh ghi cùng lúc của thanh ghi trong chương trình truyền thông Modbus

2.5 Sơ đồ đấu nối I/O

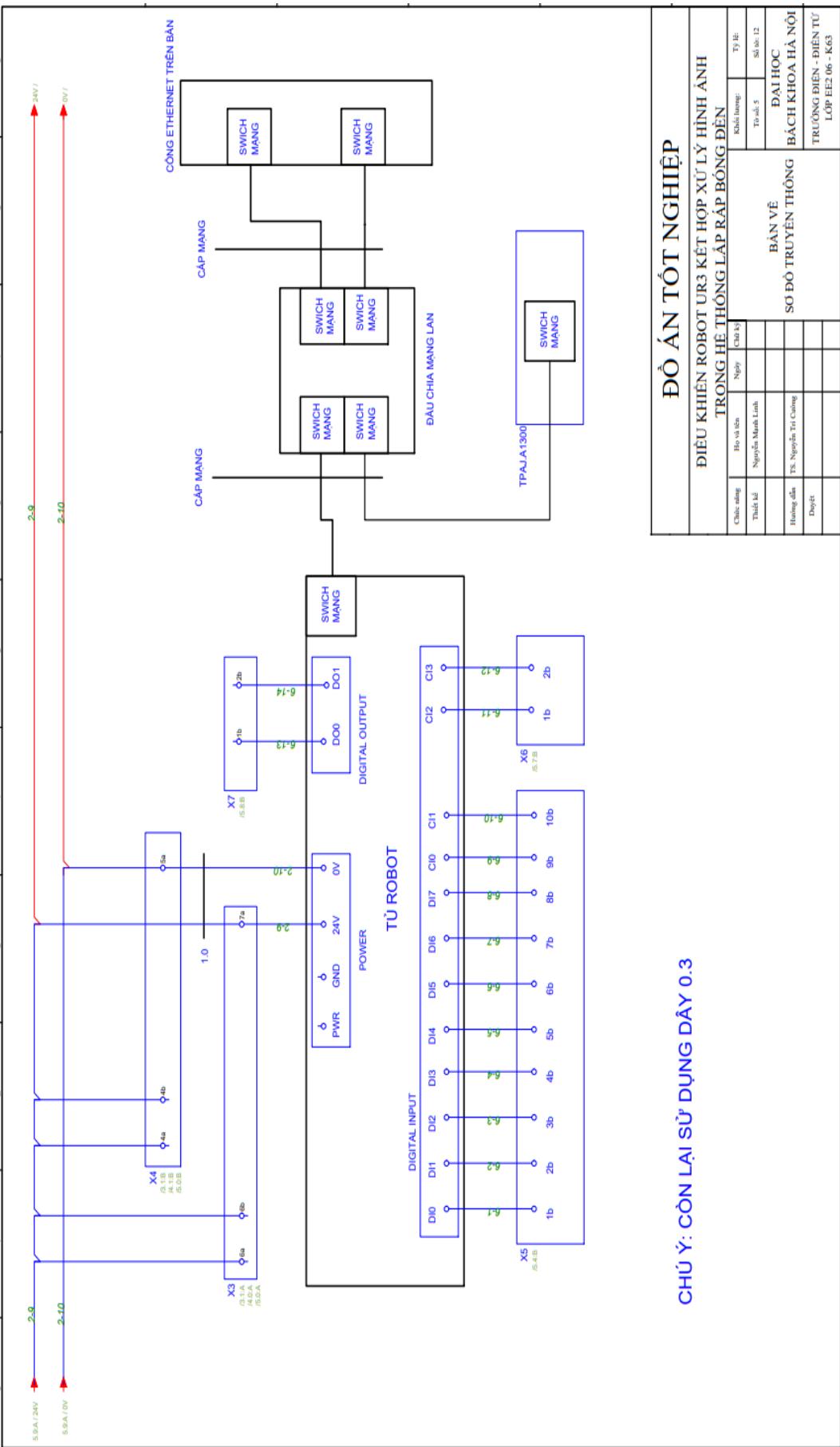
Ta có các sơ đồ đấu nối I/O và đấu nối truyền thông của các thiết bị trong hệ thống dưới đây:



Hình 2.33. Sơ đồ đấu nối I/O của hệ thống



Hình 2.34. Sơ đồ vận hành Manual của hệ thống



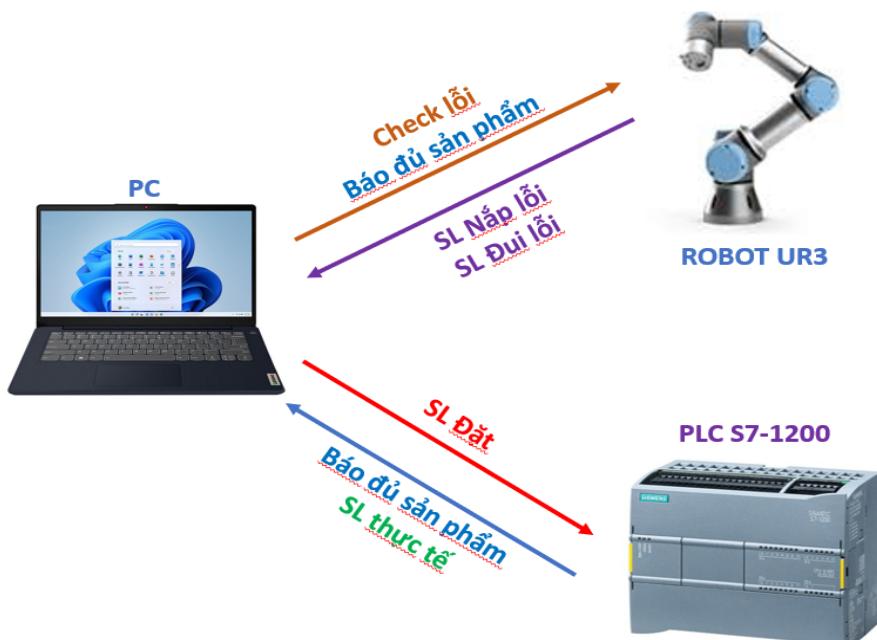
Hình 2.35. Sơ đồ truyền thông của hệ thống

CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN

Chương 3 sẽ xây dựng chương trình điều khiển trên phần mềm cho từng thiết bị trong hệ thống vận hành ổn định. Ngoài ra phần này cũng nêu ra cách điều khiển truyền nhận dữ liệu giữa các thiết bị với nhau tạo nên một hệ thống hoàn toàn tự động và thông minh.

3.1 Luồng trao đổi dữ liệu giữa các thiết bị

Hệ thống sẽ có các biến tín hiệu cần phải truyền nhận qua lại giữa các thiết bị với nhau. Hình dưới đây là sơ đồ luồng dữ liệu trao đổi giữa các thiết bị:



Hình 3.1. Luồng dữ liệu trao đổi giữa các thiết bị

Các biến số lượng nắp lỗi và số lượng đui lỗi được chương trình robot đếm trong quá trình vận hành. Chúng được gửi lên màn hình giám sát trên PC.

Với biến số lượng thực tế là số sản phẩm đặt thực tế đã được sản xuất, sẽ được PLC đếm thông qua cảm biến tại băng tải kho và gửi lên màn hình giám sát trên PC.

Với biến Check lỗi, khi chương trình xử lý ảnh cho ra kết quả là ảnh lỗi hoặc không lỗi, biến check lỗi đó sẽ được truyền xuống cho Robot.

Với biến số lượng đặt là biến được tạo ra bởi chương trình xử lý ảnh. Ta có thể tùy chọn một số lượng sản phẩm đặt trước theo nhu cầu rồi gửi nó xuống PLC.

PLC sẽ so sánh biến số lượng sản phẩm thực tế và số lượng sản phẩm đặt. Khi đã đạt thì PLC sẽ gửi tín hiệu báo đủ sản phẩm lên PC để PC tiếp tục truyền tín hiệu

này đến Robot giúp dừng Robot.

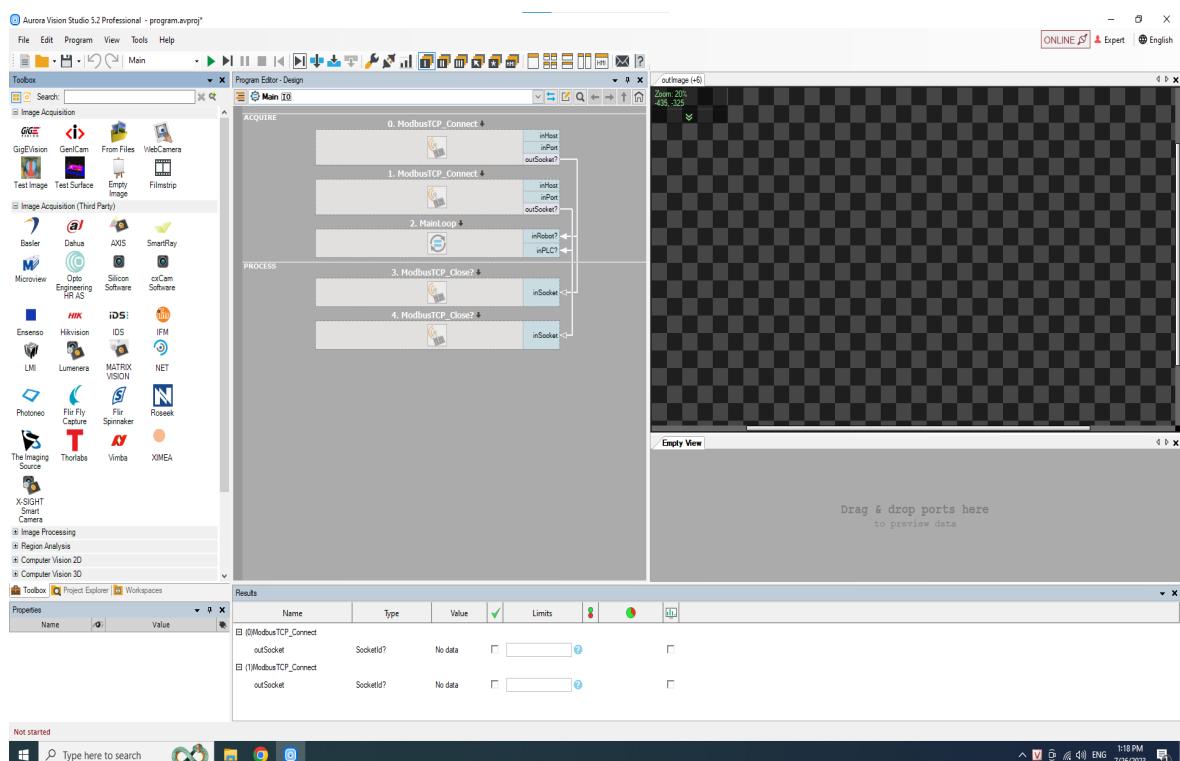
Như vậy Robot trong hệ thống sẽ nhận hai tín hiệu và cũng gửi hai tín hiệu đến PC. Với PLC sẽ gửi hai tín hiệu đến PC và nhận một tín hiệu từ PC truyền xuống. Như vậy PC sẽ nhận bốn tín hiệu và gửi ba tín hiệu đến Robot và PLC. Có thể nói PC là trung tâm xử lý và trao đổi dữ liệu trong hệ thống này.

3.2 Chương trình trên phần mềm Aurora Vision

Với chương trình trên phần mềm Aurora Vision Professional, có ba công việc chính cần phải làm đó là xây dựng truyền thông kết nối với Robot và PLC, xử lý hình ảnh và thiết kế giao diện giám sát. Các chương trình ở vòng ngoài đóng vai trò truyền thông kết nối, trao đổi dữ liệu. Các chương trình ở vòng trong có chức năng xử lý ảnh và hiển thị dữ liệu.

3.2.1 Khối chức năng xử lý truyền thông và dữ liệu

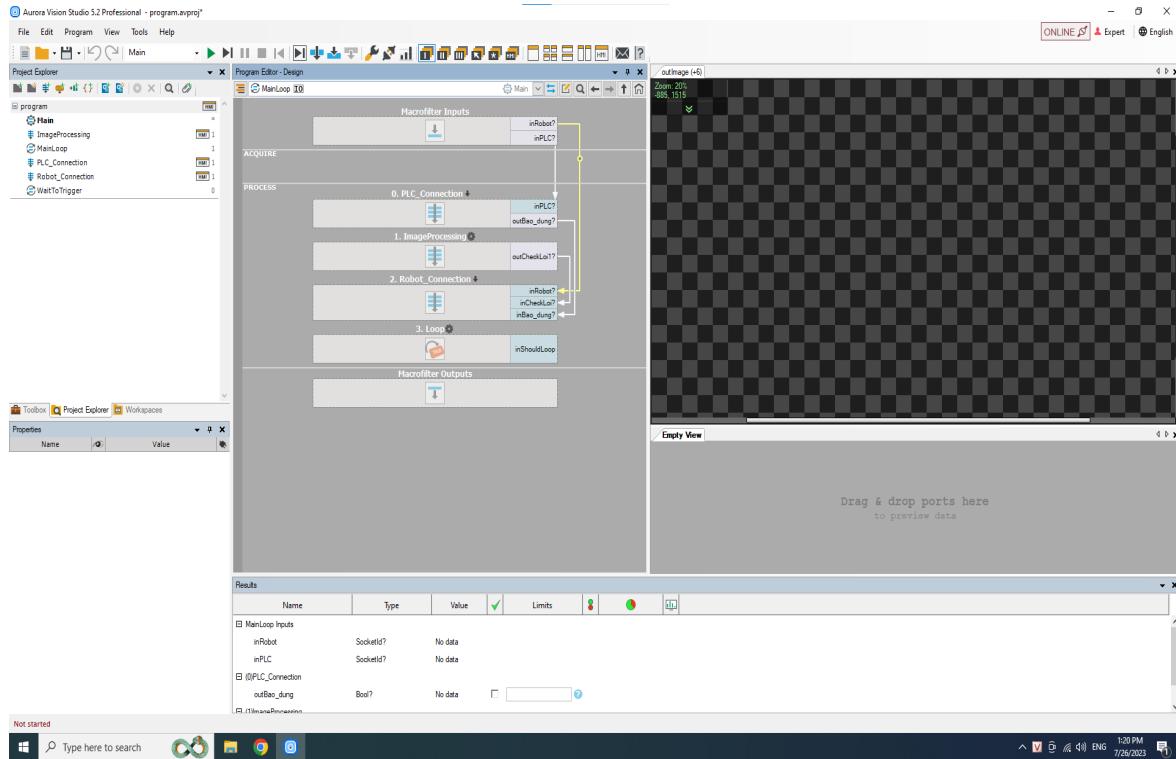
Với việc xây dựng truyền thông kết nối sẽ bắt đầu với việc tạo cổng kết nối để điều khiển truyền thông giữa PC với Robot và PLC ở vòng ngoài.



Hình 3.2. Khối chức năng tạo cổng kết nối cho PC

Như trong hình vẽ các khối 0 và 1 cấu hình cổng kết nối. Ta sẽ cấu hình địa chỉ IP tương ứng cho Robot trong phần inHost là 192.168.0.100 (đây là địa chỉ mặc định do Robot tự thiết lập) và của PLC là 192.168.0.1 (như ta đã thiết lập trong mục 2.4.2). Cổng kết nối trong giao thức này cho cả hai đều là inPort 502. Các khối 3 và 4 có vai trò điều khiển đóng kết nối.

Đi vào bên trong khối 2 MainLoop chứa các chức năng truyền nhận dữ liệu và xử lý ảnh.

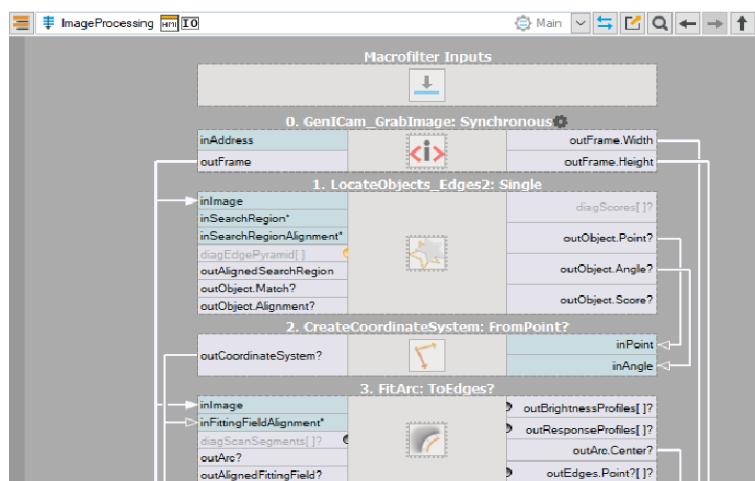


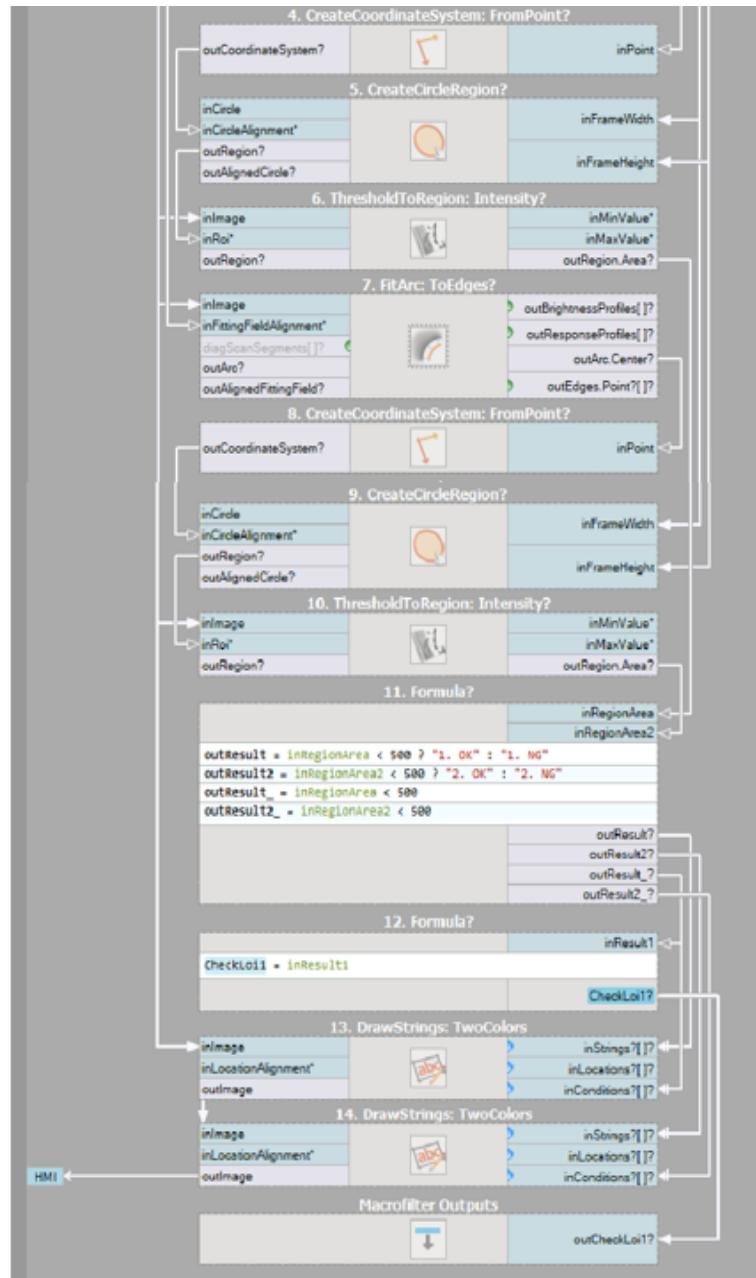
Hình 3.3. Khối chức năng điều khiển truyền nhận dữ liệu từ PC

Khối 0 và 2 trong hình có chức năng truyền nhận dữ liệu đến Robot và PLC. Các dữ liệu được nhận bao gồm các biến đọc từ thanh ghi PLC và Robot lên. Các biến mà PC truyền xuống Robot thể hiện trạng thái của nắp là đạt/không đạt, và truyền xuống PLC thể hiện số lượng sản phẩm yêu cầu phải sản xuất.

3.2.2 Khối chức năng xử lý ảnh

Bên trong khối 1 là phần xử lý hình ảnh chính của chương trình. Để có thể xác định xem nắp có đạt hay không đạt ta cần sử dụng các bộ lọc có trong phần mềm hằng và kết nối chúng với nhau như hình dưới[4]:





Hình 3.4. Chương trình xử lý ảnh chính

Chương trình xử lý ảnh sẽ gồm các bước chính như sau:

- Đầu tiên ta cần phát hiện vị trí của nắp trong hình ảnh thu trực tiếp từ Camera. Bộ lọc phát hiện đường viền của phần mềm sẽ giúp chúng ta thực hiện điều này.
- Sau đó ta cần đặt một hệ trục tọa độ để có thể dễ dàng chỉnh đối tượng.
- Vì đối tượng có hình tròn nên ta tiếp tục sử dụng bộ lọc giúp tạo một vòng cung quanh nắp.
- Cuối cùng ta tạo một vùng chứa pixel hình ảnh với các giá trị trong phạm vi đã giới hạn ở trên. Màu đen ứng với Pixel giá trị 1, màu trắng ứng với Pixel giá trị

0. Tổng các pixel trong vùng làm việc phải thỏa mãn một ngưỡng nào đó để đảm bảo vật đạt yêu cầu.

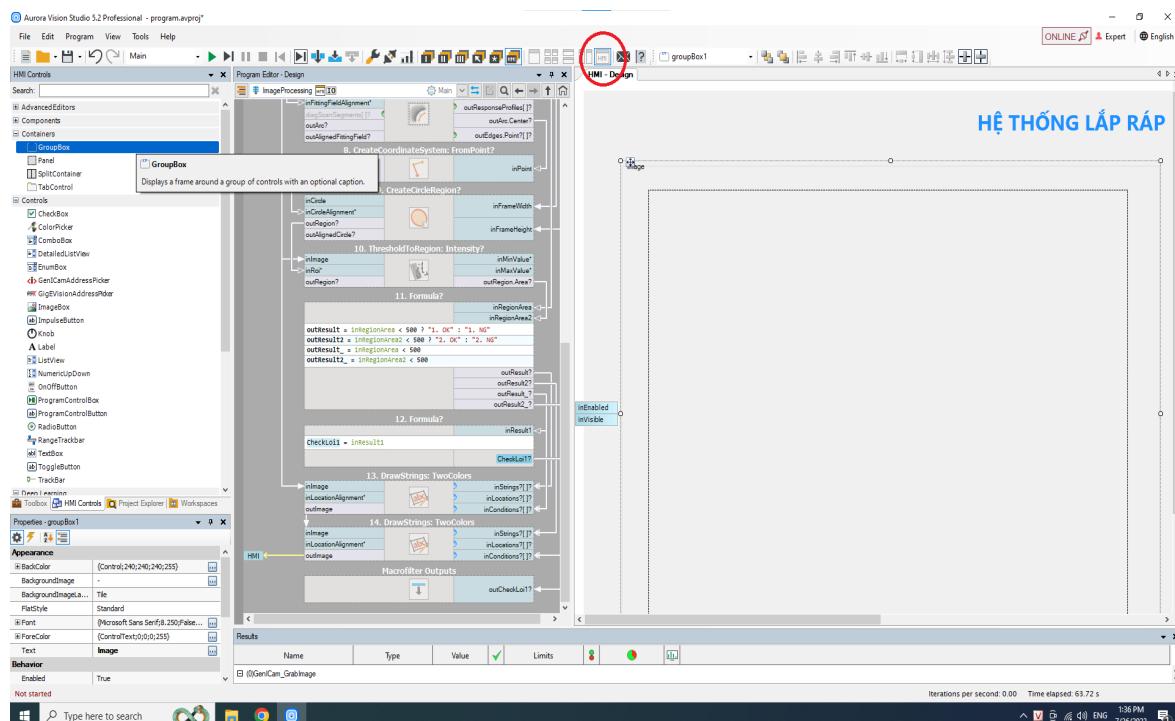
- Ta so sánh với một ngưỡng nào đó ứng với nắp trắng sạch. Nếu vượt qua ngưỡng đó ứng với sản phẩm đã có vết bẩn hoặc dị vật dính vào.
- Cuối cùng ta trả giá trị dưới dạng tốt hoặc không tốt và hiển thị trực tiếp trên màn hình giám sát và truyền đi cho Robot nhận ở vòng chương trình truyền thông.

Chi tiết chương trình và giải thích cụ thể nằm trong phần phụ lục báo cáo.

3.2.3 Tạo giao diện điều khiển giám sát

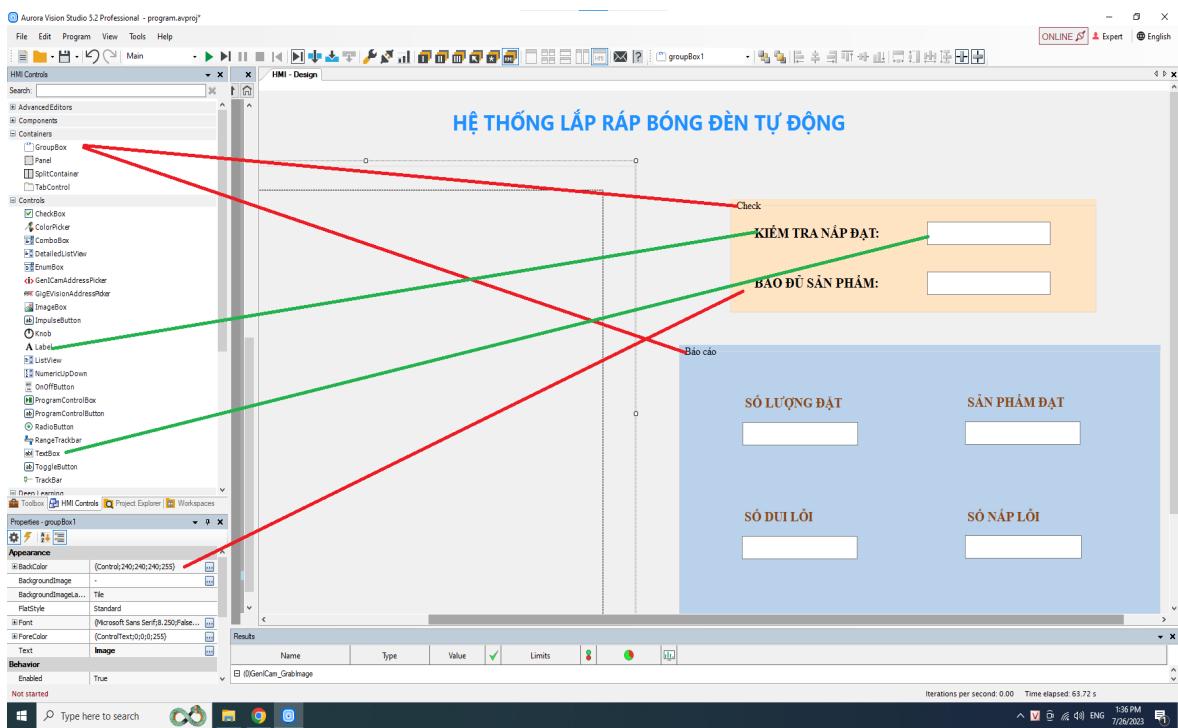
Với phần mềm Aurora Vision Professional, chức năng tạo giao diện giám sát được tích hợp sẵn bên trong. Để sử dụng chức năng này ta cần làm theo các bước sau:

- Chọn vào HMI trên thanh công cụ để bước vào trình thiết kế giao diện



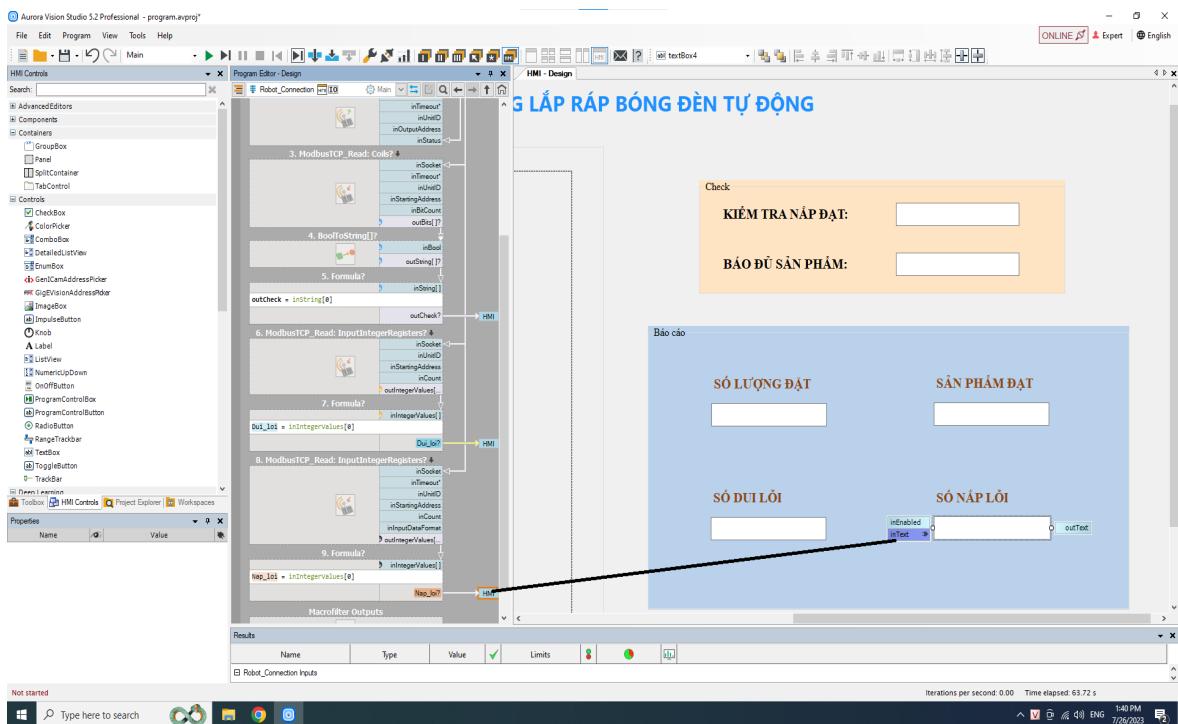
Hình 3.5. Chức năng thiết lập HMI của phần mềm

- Sau đó có thể bắt đầu tiến hành tạo các khung viền và tiêu đề cho màn hình. Ta có thể chọn và các GroupBox để hiển thị giá trị giám sát, Label để hiển thị tiêu đề chú giải.



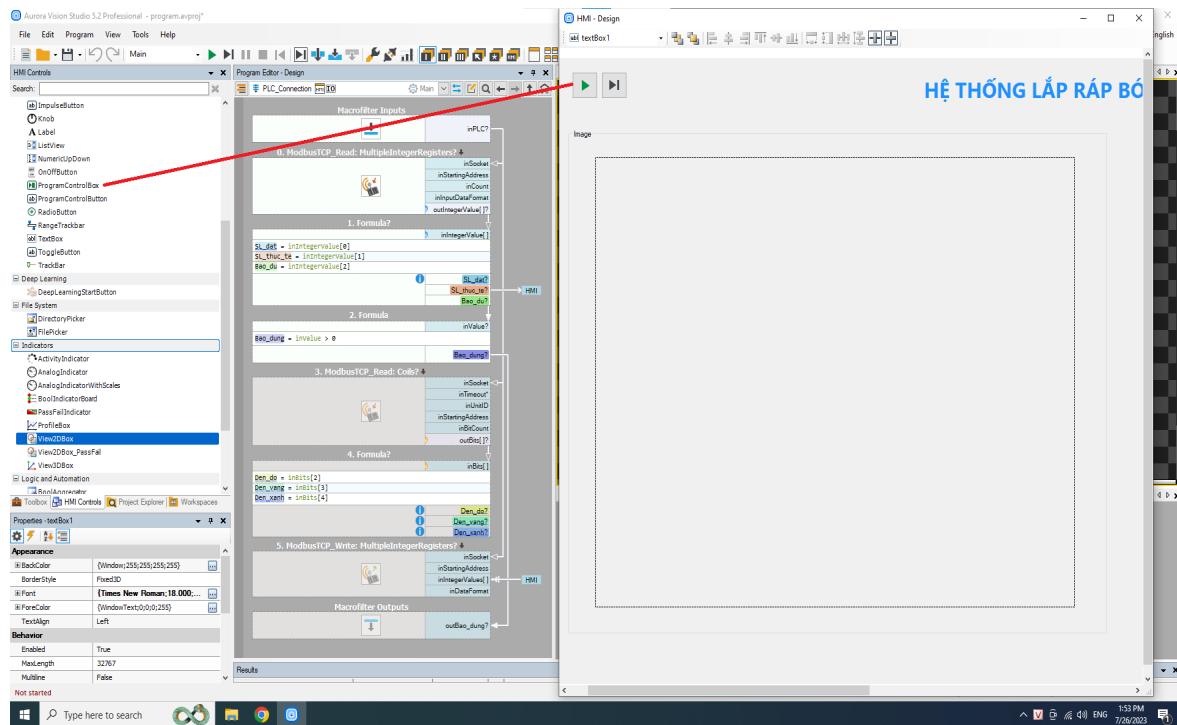
Hình 3.6. Tạo các hộp chức năng và tiêu đề chú giải

- Tiến hành gắn tag cho các Groupbox với các đầu ra cần theo dõi trong chương trình chính. Ta có thể hiển thị được giá trị là chữ, số hay thậm chí là hình ảnh trên HMI từ việc gắn tag này.



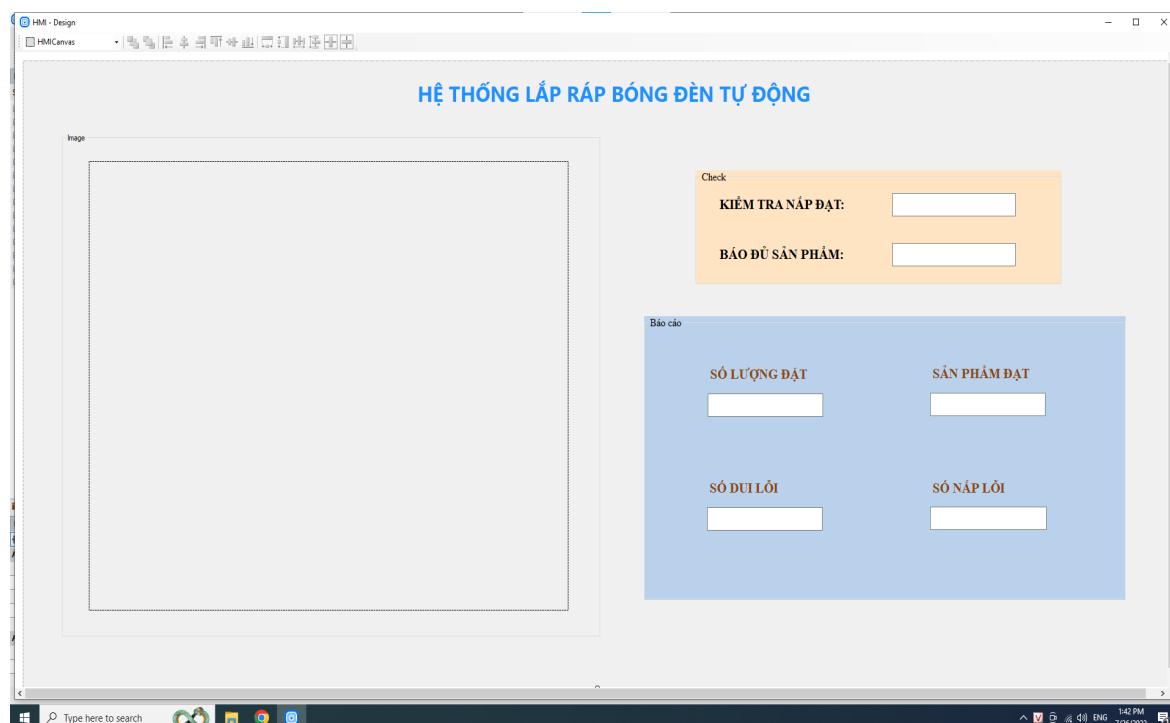
Hình 3.7. Gắn các chức năng cho GroupBox từ chương trình

- Ta bổ sung thêm chức năng chạy dừng cho HMI thông qua hộp thoại ProgramControlBox.



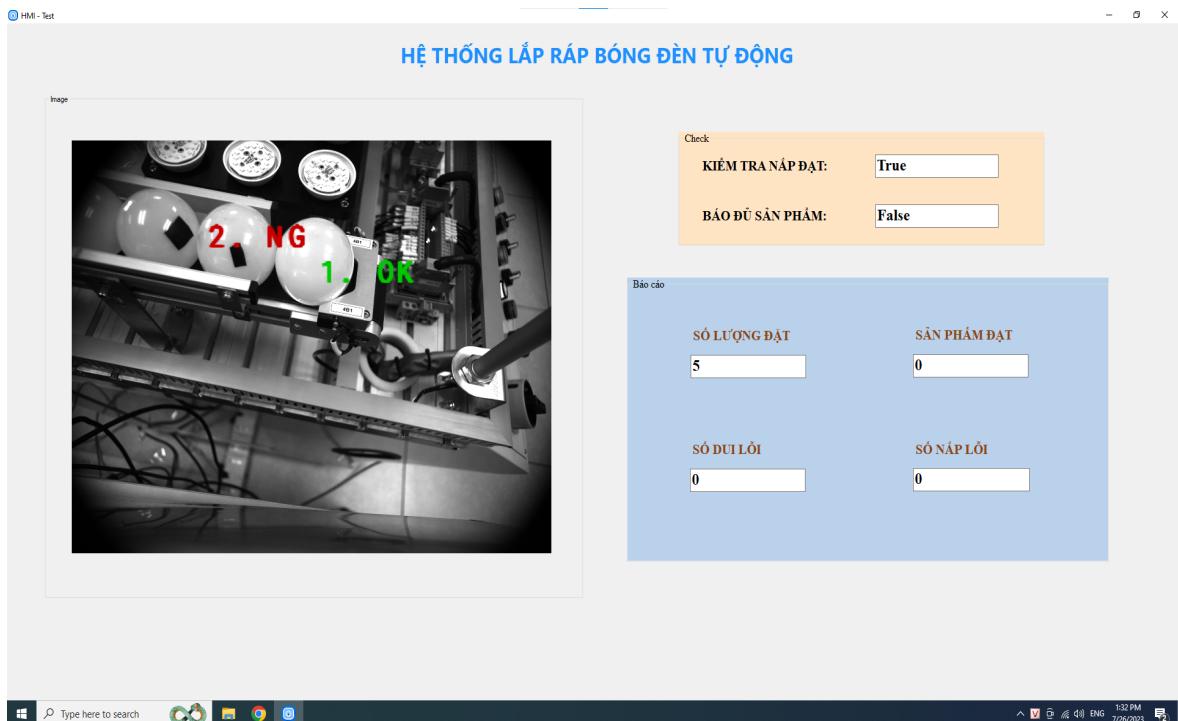
Hình 3.8. Bổ sung chạy dừng cho giao diện

- Tiếp tục bố trí các khối chức năng tương tự cần thiết cho đến khi được giao diện hoàn chỉnh như hình dưới.



Hình 3.9. Bố trí giao diện hoàn chỉnh

- Ta bắt đầu cho chạy thử chương trình, giao diện sẽ thu được như hình dưới

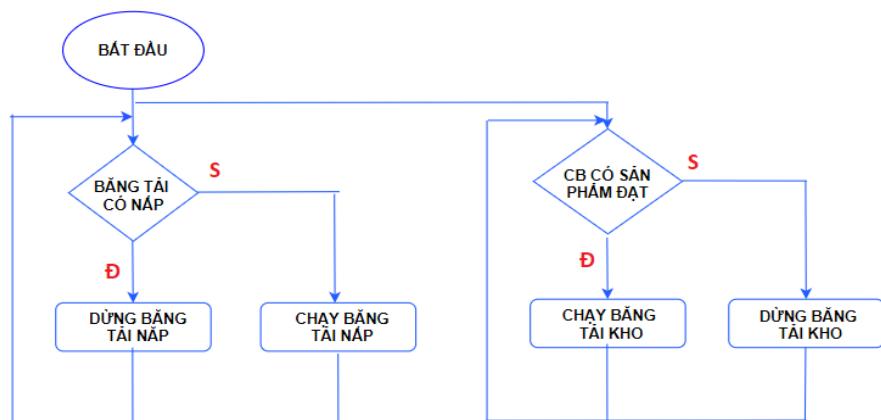


Hình 3.10. Hình ảnh hệ thống khi hoạt động

Giao diện hiển thị trên màn hình bao gồm số lượng các sản phẩm đạt hoặc lỗi, trạng thái xử lý ảnh, số lượng sản phẩm đặt và trạng thái báo đủ. Trong đó số lượng sản phẩm đặt có thể thao tác cài đặt trên màn hình.

3.3 Chương trình trên PLC

Ta có lưu đồ chương trình PLC:



Hình 3.11. Lưu đồ hoạt động của PLC

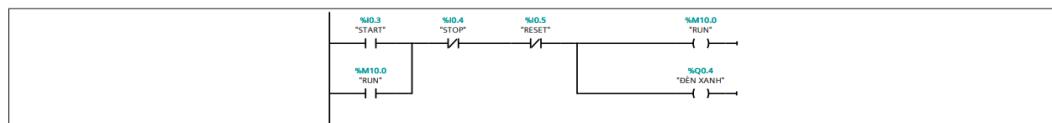
Đầu tiên ta khai báo các I/O và biến trung gian cần thiết cho chương trình trong mục PLC Tags.

Bảng 3.1. Khai báo các biến cho chương trình PLC

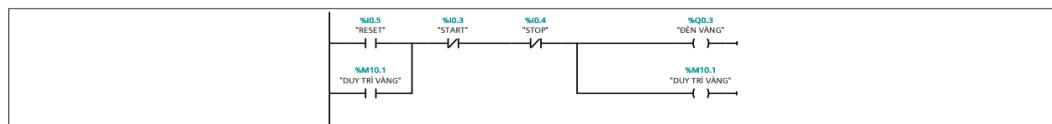
Icon	Name	Data type	Address
Auto/Man	AUTO/MAN	Bool	%I0.6
Báo có nắp cho RB	BÁO CÓ NẮP CHO RB	Bool	%Q0.5
Báo đầy BT lưu kho	BÁO ĐẦY BT LUU KHO	Bool	%Q0.6
Báo_đú	BÁO_ĐÚ	Bool	%M10.3
CB có nắp	CB CÓ NẮP	Bool	%I0.0
CB có vật tại kho	CB CÓ VẬT TẠI KHO	Bool	%I0.2
CB đầy kho	CB ĐẦY KHO	Bool	%I0.1
Đèn đỏ	ĐÈN ĐỎ	Bool	%Q0.2
Đèn vàng	ĐÈN VÀNG	Bool	%Q0.3
Đèn xanh	ĐÈN XANH	Bool	%Q0.4
ĐK băng tải cấp phôi	ĐK BĂNG TẢI CẤP PHÔI	Bool	%Q0.1
ĐK băng tải kho	ĐK BĂNG TẢI KHO	Bool	%Q0.0
Duy trì đỏ	DUY TRÌ ĐỎ	Bool	%M10.2
Duy trì vàng	DUY TRÌ VÀNG	Bool	%M10.1
RESET	RESET	Bool	%I0.5
RUN	RUN	Bool	%M10.0
START	START	Bool	%I0.3
STOP	STOP	Bool	%I0.4

Sau đó ta bắt đầu đi vào viết chương trình chính. Với chương trình điều khiển nút nhấn sẽ điều khiển ba chức năng chính của hệ thống là: START - ứng với đèn màu xanh, STOP - ứng với đèn màu đỏ và RESET - ứng với đèn màu vàng.

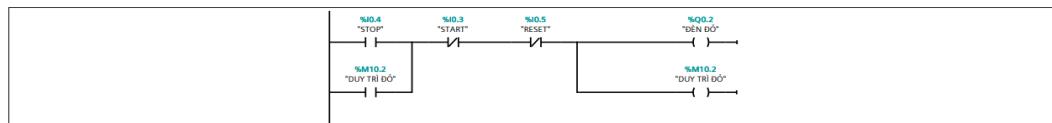
Network 1: START



Network 2: RESET



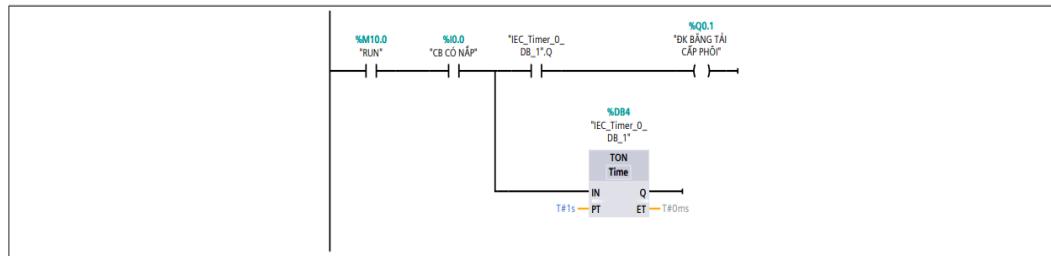
Network 3: STOP



Hình 3.12. Chương trình nút nhấn cho hệ thống

Chương trình cấp nắp sẽ kiểm tra nắp trên băng tải. Nếu sau 1 giây cảm biến báo chưa có nắp thì chạy băng tải liên tục cho đến khi cảm biến báo có nắp.

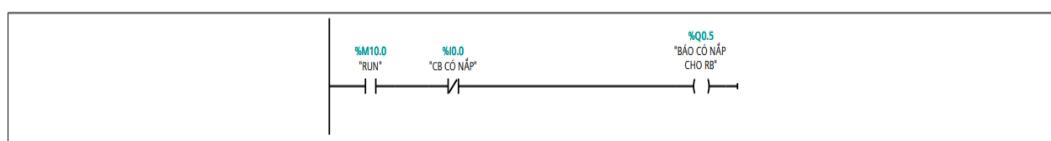
Network 4: DK BT CẤP NẮP



Hình 3.13. Chương trình chạy băng tải nắp

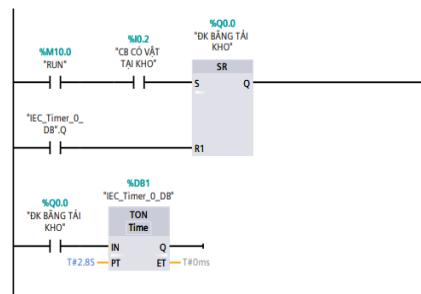
Đồng thời khi không có nắp, chương trình cũng tiến hành dừng Robot

Network 7: BÁO CÓ NẮP CHO RB



Hình 3.14. Chuyển tiếp tín hiệu có nắp lên Robot

Chương trình lưu kho cho các sản phẩm đạt có chức năng chạy băng tải trong khoảng thời gian 2,8 giây nếu Robot đưa vật vào kho.

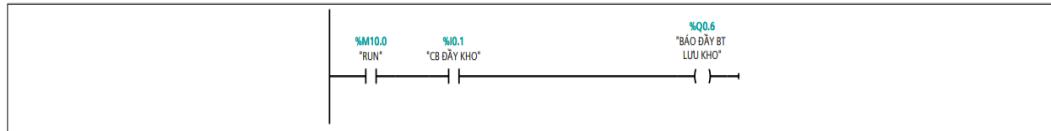


Hình 3.15. Chương trình điều khiển băng tải kho

Chương trình sử dụng mạch chốt với đầu vào Set là có vật tại kho và Reset nếu đã đếm hết 2,8 giây. Đầu ra Q nối với băng tải kho.

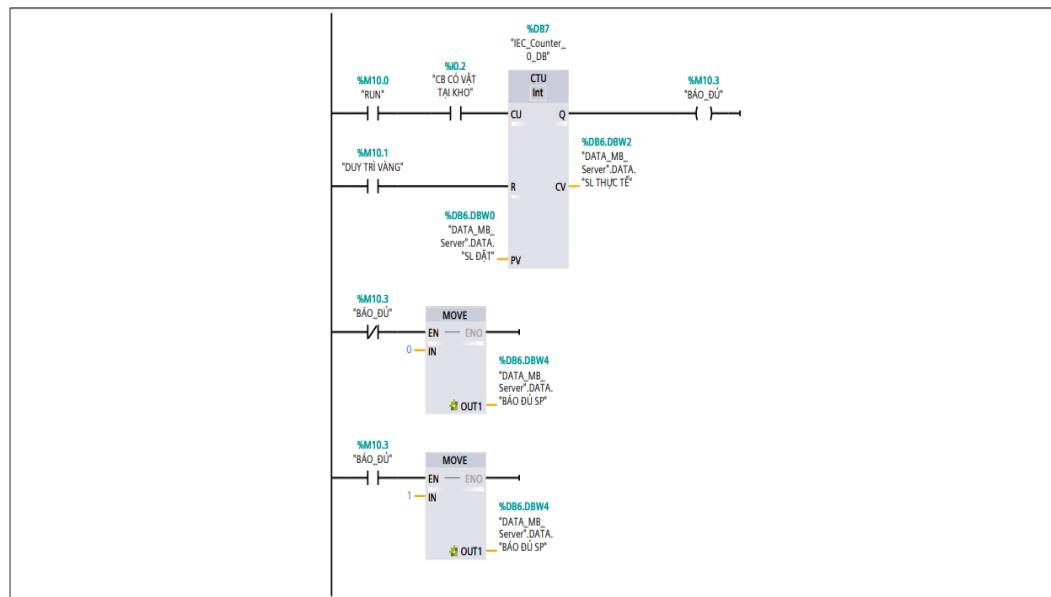
Trong quá trình lưu kho khi sản phẩm trên băng tải kho đâm chạm tới cảm biến cuối băng tải thì PLC sẽ báo cho Robot tạm dừng không tiếp tục đưa thêm vật vào nữa.

Network 6: BÁO ĐẦY BT CHO RB



Hình 3.16. Chuyển tiếp tín hiệu báo đầy kho cho Robot

Cuối cùng là chương trình đếm số sản phẩm tại kho. Nếu số sản phẩm này tăng lên mức bằng số lượng sản phẩm đạt thì sẽ tiến hành gửi tín hiệu báo đủ sản phẩm đến khối truyền thông MB_SERVER đã nêu ở mục 2.4.2



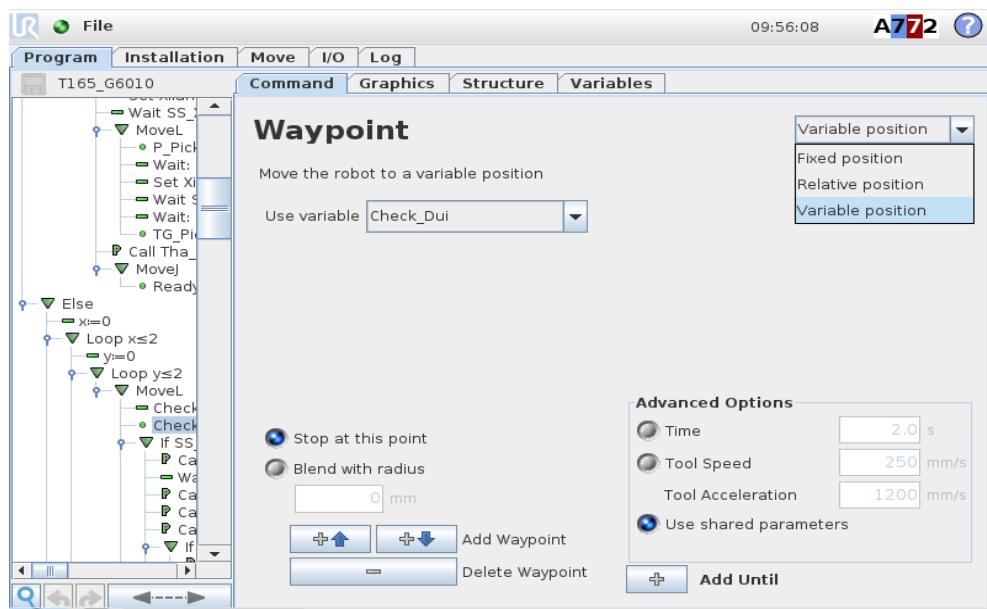
Hình 3.17. Chương trình đếm số sản phẩm

3.4 Chương trình Robot

3.4.1 Giới thiệu tập lệnh sử dụng trong chương trình Robot

* Tập lệnh cơ bản

- Lệnh Move: Move J di chuyển theo đường cong, Move L di chuyển theo đường thẳng
- Lệnh Waypoint: Dạy điểm cho Robot, tuy nhiên waypoint đôi khi cũng có thể là một biến chạy điểm với tùy chọn Variable Position

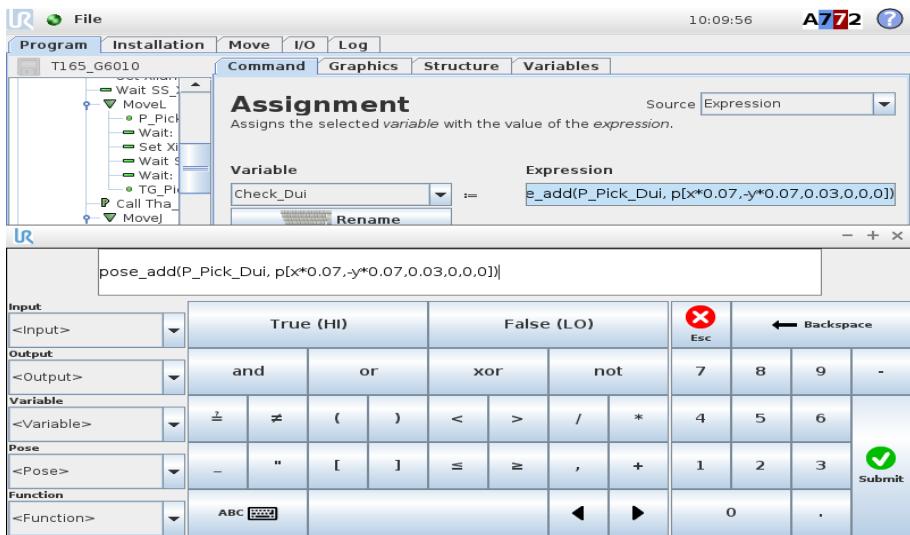


Hình 3.18. Lệnh Waypoint có thể là một biến chạy điểm (Assignment)

- Lệnh Set: Cài đặt đầu ra của Robot ở mức cao hoặc thấp
- Lệnh Wait: Chờ đợi một thời gian hay một điều kiện nào đó ở mức cao hay thấp

* Tập lệnh nâng cao

- Lệnh Loop: Vòng lặp hoặc lặp với điều kiện thỏa mãn
- Lệnh SubProg: Tạo chương trình con cho Robot
- Lệnh Assignment: Tạo một biến và có thể gán các giá trị là số, waypoint hoặc tịnh tiến waypoint. Assignment có rất nhiều tùy chọn chức năng trong mục Function.

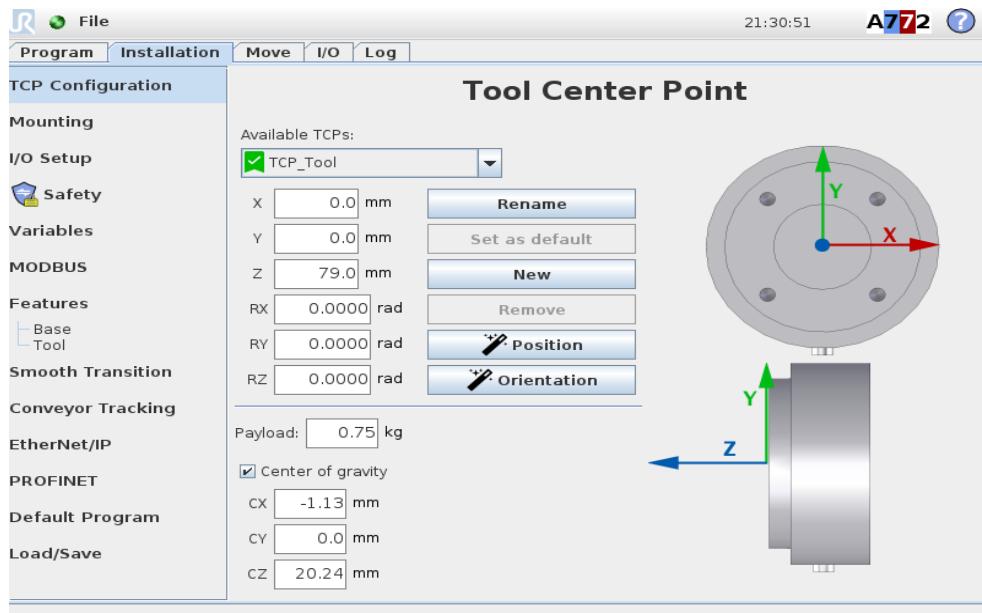


Hình 3.19. Chức năng tính toán điểm theo gốc Robot của Assignment

- Lệnh If else: Câu lệnh điều kiện. Nếu thỏa mãn điều kiện thì sẽ thực hiện một hành động nào đó.
- Lệnh Script Code: Ta có thể tùy ý viết các gói chương trình mở rộng, các lệnh ẩn nằm ngoài bảng chọn câu lệnh (theo hướng dẫn của nhà sản xuất). Trong đồ án này Script Code dùng để viết các câu lệnh về truyền thông đến PLC.
- Lệnh Thread: Tạo một luồng chương trình chạy song song với chương trình chính. Trong đồ án này lệnh Thread có tác dụng tạo ra luồng chương trình đọc tín hiệu báo đủ từ PLC, và có thể tác động dừng Robot ngay khi PLC gửi tín hiệu báo đã chạy đủ lượng đặt. Chương trình Thread chạy song song với chương trình chính giúp giảm độ phức tạp của chương trình chính.

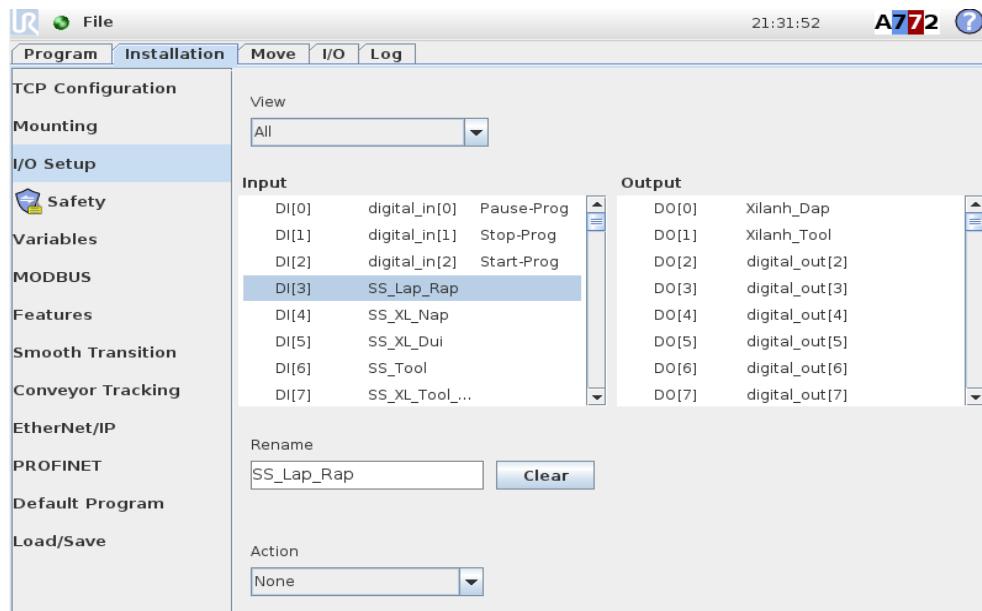
3.4.2 Thiết lập ban đầu cho Robot khởi chạy

Đầu tiên chúng ta vào mục Installation và có thể cấu hình các thông số. Với TCP Configuration, ta có thể tạo mới 1 Tool mới (Chỉ cần tạo khi điểm làm việc của Tool khác với mặc định). Ngoài ra còn có thể cấu hình tải trọng của Tool trong phần PayLoad và trọng tâm của Tool trong phần Center of Gravity (chỉ cần tạo nếu Tool không cân xứng).



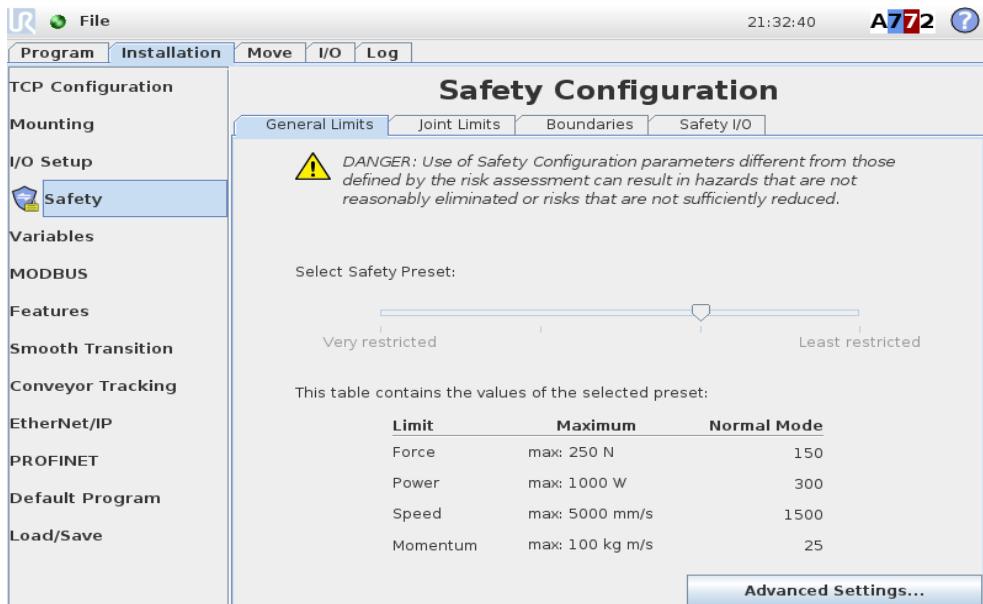
Hình 3.20. Cấu hình làm việc cho Tool Robot

Sau đó ta có thể cấu hình đầu vào và đầu ra theo như sơ đồ đầu nối



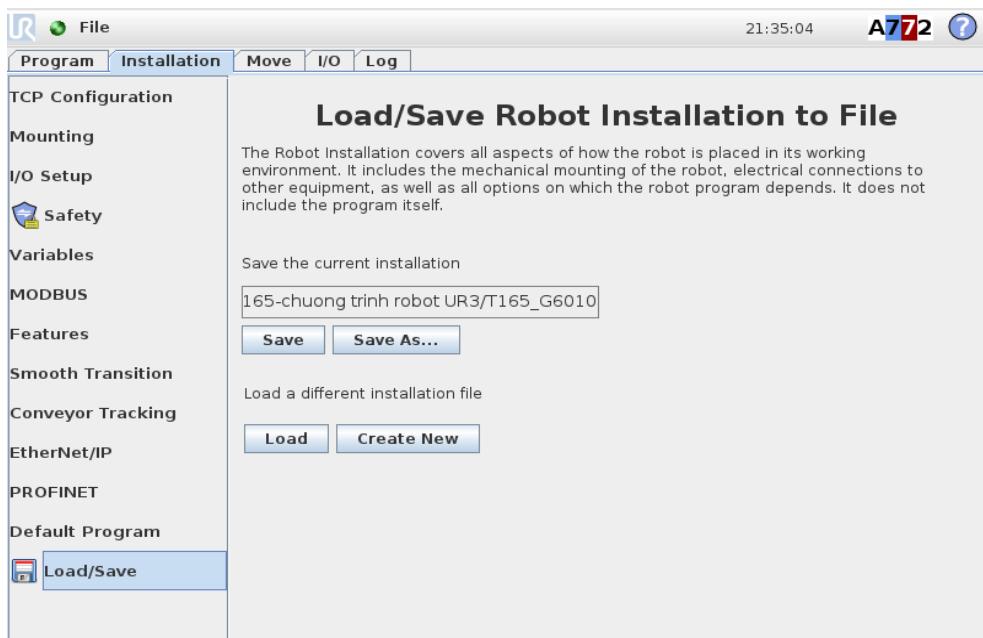
Hình 3.21. Khai báo các I/O cho Robot

Ta cũng có thể cấu hình an toàn cho Robot với việc giới hạn lực, công suất, tốc độ và momen để đảm bảo vận hành an toàn.



Hình 3.22. Cấu hình an toàn cho Robot

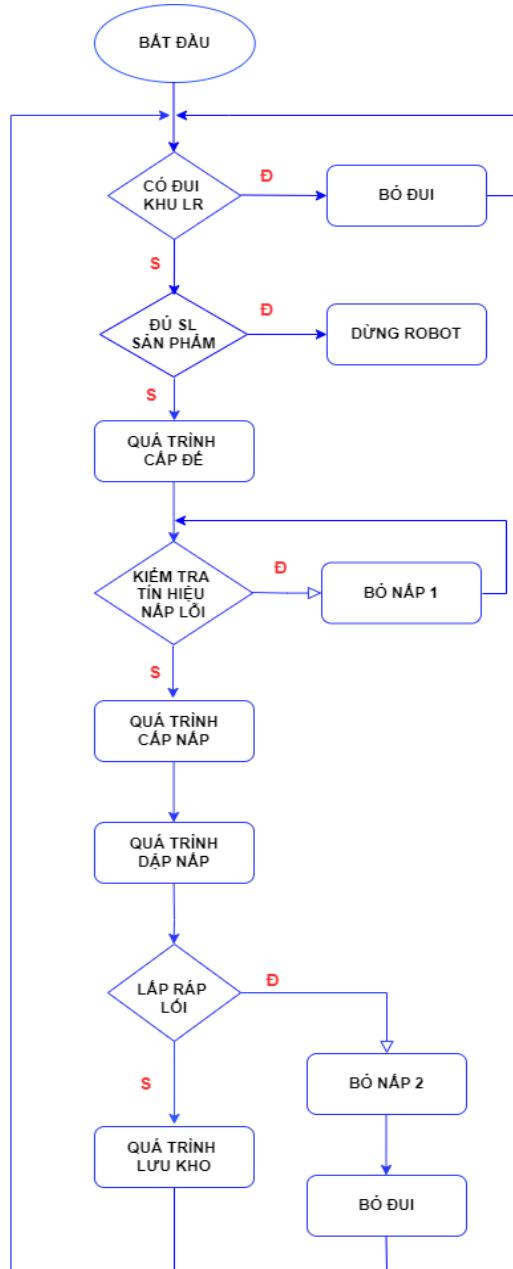
Cuối cùng ta có thể lưu phần thiết lập này thành một file khởi chạy Robot để có thể tiết kiệm thời gian cho những lần chỉnh sửa chương trình Robot về sau này.



Hình 3.23. Lưu chương trình khởi động cho Robot

3.4.3 Chương trình Robot

Ta có lưu đồ chương trình Robot như hình dưới đây.



Hình 3.24. Lưu đồ thuật toán Robot

Với lưu đồ thuật toán của Robot, các chức năng chính của chương trình con Robot như sau:

- Chương trình bỏ đui sẽ gấp bỏ phần đui lõi từ khu vực lắp ráp vào khu vực chứa sản phẩm lõi. Có hai trường hợp bỏ đui đó là khi mới chạy chương trình đã có sẵn đui ở khu lắp ráp thì ta phải loại bỏ đui đó để có thể cho đui mới vào. Với trường hợp bỏ đui thứ hai khi quá trình lắp ráp thất bại đui đèn không khớp được với nắp bóng đèn.

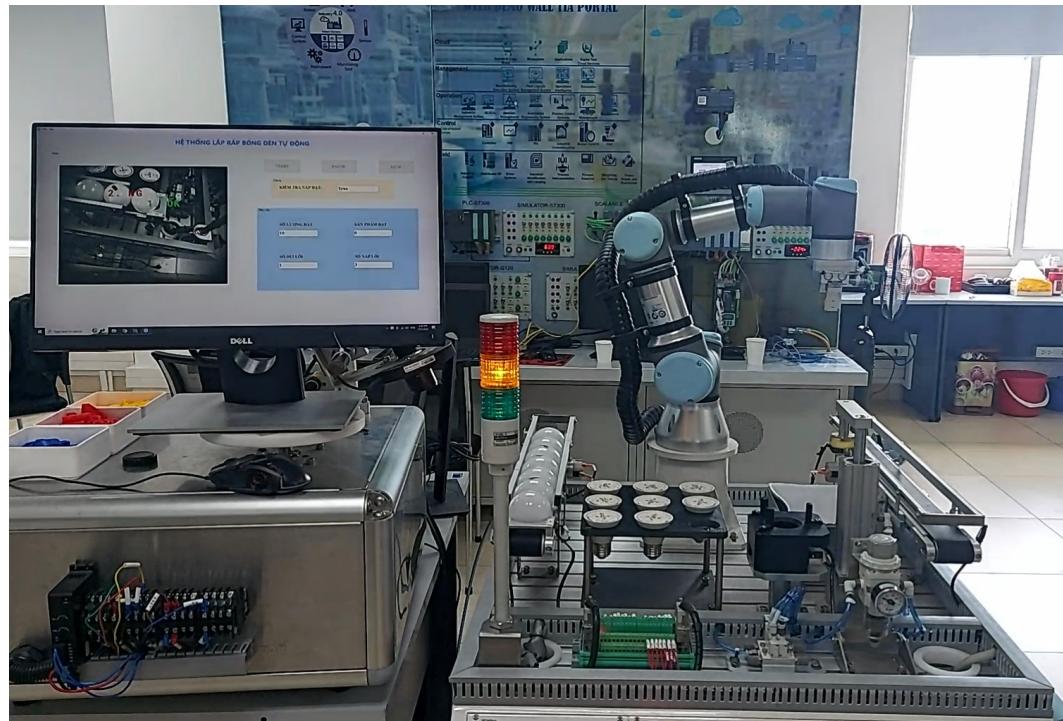
- Chương trình tự động dừng Robot khi đủ số lượng sản phẩm nhất định. Chương trình này sẽ chạy trên một luồng riêng thông qua câu lệnh Thread. Khi có tín hiệu báo đủ từ PC truyền xuống Robot, chương trình Thread sẽ đọc tín hiệu này thông qua câu lệnh read_port_bit (<address>). Nếu tín hiệu trả về là True (tức là đã đủ lượng đặt), luồng Thread sẽ ngay lập tức tác động làm dừng Robot. Việc tạo ra luồng Thread giúp cho việc bổ sung tính năng cho chương trình chính dễ dàng hơn mà không làm xáo trộn chương trình chính.
- Chương trình cấp đế sẽ đưa đui từ khu vực khay chứa vào khu vực lắp ráp. Robot sẽ thực hiện chương trình quét khay chứa để tìm ra nơi có sản phẩm và tiến hành gấp bô chúng vào khu lắp ráp.
- Chương trình kiểm tra tín hiệu nắp lỗi sẽ nhận một giá trị từ chương trình xử lý ảnh trả về coil của robot. Lệnh read_port_bit (<address>) từ chương trình robot đã nêu ở mục 2.4.2 sẽ đọc giá trị của coil. Giá trị True nếu có lỗi và False nếu không có lỗi.
- Chương trình bỏ nắp 1 sẽ đưa nắp lỗi do dính dị vật từ băng tải nắp về thùng rác.
- Chương trình cấp nắp sẽ đưa các sản phẩm nắp đặt do camera nhận dạng được vào khu lắp ráp.
- Chương trình dập nắp sẽ dùng Xi lanh dập để dập nắp vào đui đèn
- Chương trình bỏ nắp 2 sẽ đưa nắp lỗi do quá trình lắp ráp lỗi từ khu lắp ráp về thùng rác.
- Chương trình lưu kho, robot sẽ đưa các sản phẩm đạt thả về băng chuyền kho.

Chương trình Robot cũng đồng thời đếm số lượng sản phẩm lỗi nắp và lỗi đui rồi sử dụng lệnh write_port_register(<address>,<value>) để đưa chúng vào thanh ghi robot. Sau đó các giá trị này sẽ được PC đọc và hiển thị lên màn hình giám sát như đã trình bày ở mục 3.1.

Toàn bộ chương trình Robot hoàn thiện đã được trình bày và giải thích cụ thể trong phần phụ lục báo cáo.

CHƯƠNG 4. THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

4.1 Kịch bản thử nghiệm



Hình 4.1. Hình ảnh hệ thống vận hành thực tế

Ta thử nghiệm hệ thống chạy trong bốn kịch bản:

- Với kịch bản đầu tiên, nắp không có lỗi thì robot sẽ đưa nắp vào khu vực lắp ráp.
- Với kịch bản thứ hai, nắp có lỗi thì robot sẽ đưa nắp lỗi vào khu vực thùng rác và lắp lại cho đến khi tìm được nắp đạt.
- Với kịch bản thứ ba, khi nắp và đui đã vào khu vực lắp ráp, tiến hành dập nắp mà quá trình này thành công thì robot sẽ đưa sản phẩm vào khu vực băng tải kho.
- Với kịch bản thứ tư, khi nắp và đui đã vào khu vực lắp ráp, tiến hành dập nắp mà quá trình này thất bại, thì robot sẽ đưa cả nắp và đui vào khu vực thùng rác.

4.2 Đánh giá kết quả

Sau khi thử nghiệm với 100 chu trình chạy máy, chúng em đã có kết quả vận hành của hệ thống như sau:

* Thời gian cho các trường hợp:

- Cho toàn bộ quá trình lắp ráp thành công và không có nắp lỗi: 35 giây

- Thời gian cho toàn bộ quá trình ném nắp ráp không thành công: 50 giây
- Thời gian cho việc xử lý mỗi nắp lõi: 10 giây (gồm 0,5 giây cho quá trình xử lý ảnh + truyền thông và 9,5 giây để Robot đưa nắp lõi vào khu vực thùng rác rồi quay lại).

* Tỉ lệ chính xác:

- Đôi với nắp đạt là 90%, đôi với nắp lõi là 90%
- Tỉ lệ lắp ráp thành công: 80%

Như vậy ta có thể kết luận rằng hệ thống đã vận hành tốt và đáp ứng yêu cầu đặt ra.

Link video vận hành của hệ thống đã có video thực tế nằm trong đường link:
<https://youtu.be/EZ42eOZLuMQ>

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Kết luận

Như vậy chúng em đã hoàn thành đồ án của mình và đạt được một số kết quả như sau:

- Hiểu được cách vận hành và có thể lập trình, điều khiển riêng lẻ cho các thiết bị trong hệ thống Robot kết hợp thị giác máy
- Có thể truyền thông dữ liệu giữa các thiết bị, tích hợp hệ thống tạo thành một ứng dụng mới hoàn chỉnh.

Hướng phát triển

Bên cạnh những kết quả đạt được, vẫn còn một số nội dung chúng em mong muốn được nghiên cứu thêm trong tương lai bao gồm:

- Gia tăng năng suất, tối ưu lại các quy trình để cải thiện năng suất và giảm thời gian trễ.
- Triển khai với nhiều ứng dụng thực tế hơn với phần mềm xử lý ảnh.
- Hệ thống có khả năng xây dựng các phần mềm giải pháp riêng cho từng ứng dụng cụ thể dựa trên Package của hãng cung cấp.
- Có thể tích hợp với nhiều loại thiết bị và phần mềm khác.
- Có khả năng truyền thông kết nối với các trạm khác trong dây chuyền sản xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Truyền thông Modbus TCP/IP của S7-1200, "<https://tapit.vn/tim-hieu-ve-truyen-thong-modbus-tcp-ip-cua-plc-s7-1200/>"
- [2] Truy cập dữ liệu Robot thông qua máy chủ MODBUS Universal Robot, "<https://www.universal-robots.com/articles/ur/interface-communication/modbus-server/>"
- [3] Làm việc với các thiết bị Modbus TCP trên Aurora Vision Professional, "https://docs.adaptive-vision.com/current/studio/technical_issues/ModbusCommunication.html"
- [4] Danh sách 357 bộ lọc chương trình của phần mềm Aurora Vision Professional, "https://docs.adaptive-vision.com/current/studio/filter_groups/index.html"
- [5] Hoàng Minh Sơn (2006), *Giáo trình mạng truyền thông công nghiệp*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.

PHỤ LỤC

Đường link bộ bản vẽ riêng, chỉ đưa ra chương trình plc, robot, xử lý ảnh dạng pdf, video đã được upload lên OneDrive trong đường dẫn sau:

https://husteduvn-my.sharepoint.com/:f/g/personal/linh_nm181578_sis_hust_edu_vn/EkkQQZrBgKdFuOQxoQ8_vm0B-y1cBDOFoibLzNKZbKtTsw?e=UZMeEt