

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ



Phạm Quang Minh

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU  
KHIỂN CHO ROBOT CÔNG NGHIỆP GẮP THẢ VẬT  
( PHỤC VỤ ĐÀO TẠO )

KHOÁ LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY

Ngành: Công nghệ Kỹ thuật Cơ điện tử

HÀ NỘI - 2025

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ

Phạm Quang Minh

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU  
KHIỂN CHO ROBOT CÔNG NGHIỆP GẮP THẢ VẬT  
( PHỤC VỤ ĐÀO TẠO )

Ngành: Công nghệ kỹ thuật Cơ điện tử

Cán bộ hướng dẫn: TS. Hoàng Văn Mạnh

Cán bộ đồng hướng dẫn: TS. Trần Thanh Tùng

HÀ NỘI - 2025

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN CHO ROBOT CÔNG  
NGHIỆP GẮP THẢ VẬT  
( PHỤC VỤ ĐÀO TẠO )

Phạm Quang Minh

Khoa QH-2021-I/CQ-M-MT, ngành Công nghệ Kỹ thuật Cơ điện tử

Tóm tắt khoá luận tốt nghiệp:

Trong bối cảnh hiện nay, robot công nghiệp đang ngày càng trở thành một phần không thể thiếu trong các dây chuyền sản xuất tự động, đặc biệt là trong các lĩnh vực lắp ráp, gấp thả vật, đóng gói, và xử lý vật liệu. Cánh tay robot công nghiệp, với khả năng thực hiện các thao tác gấp và di chuyển vật thể chính xác và nhanh chóng, đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao năng suất và giảm thiểu sai sót trong sản xuất. Các công nghệ hiện đại như PLC (Programmable Logic Controller), CC-Link, và các hệ thống truyền thông mạng tiên tiến đang được ứng dụng để điều khiển robot một cách linh hoạt và hiệu quả.

Chủ đề "Nghiên cứu xây dựng chương trình điều khiển cho robot công nghiệp gấp thả vật" không chỉ hướng đến việc ứng dụng cánh tay robot trong môi trường sản xuất mà còn đặc biệt phục vụ cho công tác đào tạo trong ngành tự động hóa. Việc phát triển các chương trình điều khiển robot bằng ngôn ngữ lập trình INFORM giúp sinh viên, kỹ sư, và các nhà nghiên cứu có thể mô phỏng và thực hành các thao tác cơ bản như gấp, thả, và di chuyển vật. Đồng thời, các hệ thống truyền thông như CC-Link giúp kết nối robot với các thiết bị điều khiển khác như PLC, đảm bảo sự đồng bộ và chính xác trong quá trình vận hành.

Đề tài này không chỉ có ý nghĩa trong việc tối ưu hóa quy trình sản xuất tự động mà còn là nền tảng quan trọng cho việc đào tạo nguồn nhân lực trong lĩnh vực robot công nghiệp. Khi các công nghệ và hệ thống điều khiển ngày càng trở nên phức tạp, việc phát triển các chương trình đào tạo thực tế, giúp người học hiểu và làm quen với công nghệ tiên tiến là vô cùng cần thiết. Khoa luận cũng góp phần tạo ra môi trường đào tạo chất lượng cao, giúp nâng cao kỹ năng và năng lực ứng dụng công nghệ robot trong ngành tự động hóa.

Từ khoá: Robot công nghiệp, CC-Link, PLC, INFORM.

## LỜI CẢM ƠN

Để có được một khoá luận tốt nghiệp chỉnh chu và đạt được kết quả tốt đẹp, em đã nhận được sự giúp đỡ, hỗ trợ của các thầy cô, tổ gia đình, và bạn bè. Với tình cảm sâu sắc, chân thành của mình, cho phép em được bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến tất cả các cá nhân và cơ quan đã tạo điều kiện giúp đỡ trong quá trình học tập và nghiên cứu đề tài khoá luận tốt nghiệp.

Trước hết em xin gửi tới các thầy cô khoa Cơ học Kỹ thuật và Tự động hóa, Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội lời chào trân trọng, lời chúc sức khỏe và lời cảm ơn sâu sắc nhất.

Trong quá trình học tập và nghiên cứu khoá luận với sự quan tâm, dạy dỗ, chỉ bảo tận tình chu đáo của thầy cô, đến nay em đã có thể hoàn thành khoá luận của mình. Đặc biệt em xin gửi lời cảm ơn chân thành nhất tới thầy giáo – TS. Hoàng Văn Mạnh đã quan tâm giúp đỡ, trực tiếp hướng dẫn em hoàn thành tốt khoá luận này trong thời gian qua.

Em xin bày tỏ lòng biết ơn đến lãnh đạo Trường Đại học Công nghệ, các Khoa Phòng ban chức năng đã trực tiếp và gián tiếp giúp đỡ em trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu đề tài. Ngoài ra, em cũng xin chân thành cảm ơn gia đình và bạn bè - những người luôn ở bên cạnh em, đã luôn tạo điều kiện, quan tâm, giúp đỡ, động viên em trong suốt quá trình học tập và hoàn thành đề án tốt nghiệp.

Với điều kiện thời gian cũng như kinh nghiệm còn hạn chế của một sinh viên, luận văn này không thể tránh được những thiếu sót. Em rất mong nhận được sự chỉ bảo, đóng góp ý kiến của các thầy cô để tôi có điều kiện bổ sung, nâng cao ý thức của mình, phục vụ tốt hơn công tác thực tế sau này.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hà Nội, ngày ... tháng ... năm 2025

Sinh viên thực hiện

## LỜI CAM ĐOAN

Em xin cam đoan rằng khoá luận tốt nghiệp này là công trình nghiên cứu của riêng em, được thực hiện dựa trên sự hướng dẫn khoa học của thầy giáo – TS. Hoàng Văn Mạnh. Các số liệu, tài liệu, và kết quả nghiên cứu được trình bày trong khoá luận là trung thực và chưa từng được công bố trong bất kỳ công trình nghiên cứu nào khác.

Em cũng xin cam kết rằng mọi sự trích dẫn trong khoá luận đều tuân thủ các quy định pháp luật và quy định của nhà trường về đạo đức học thuật. Nếu có bất kỳ sai sót hoặc dấu hiệu vi phạm nào được phát hiện, em xin hoàn toàn chịu trách nhiệm trước pháp luật và trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Em xin chân thành cảm ơn!

*Hà Nội, ngày ... tháng ... năm 2025*

Sinh viên thực hiện

## MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU .....	1
NGUYÊN TẮC AN TOÀN .....	3
CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU CHUNG.....	4
1.1. Robot Yaskawa MOTOMAN-GP7.....	4
1.2. PLC Mitsubishi 13UDVCPU.....	9
1.3. HMI Proface GP-4501TAA.....	10
1.4. Module truyền thông Mitsubishi QJ61BT11N CC-Link .....	12
CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT. ....	15
2.1. Ngôn ngữ lập trình INFORM.....	15
2.2. Các câu lệnh trong INFORM.....	20
2.3. Mạch CC-Links của Controller YRC1000 Micro .....	30
CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN VÀ THỰC NGHIỆM VẬN HÀNH HỆ THỐNG.....	34
3.1. Cấu hình CCS-PCIE Board và I/O Module đối với Robot.....	34
3.2. General Purpose Input/ Output.....	38
3.3. Specific Input/ Output.....	40
3.4. Cấu hình CC-Link trên phần mềm GX Works2. ....	41
3.5. Xây dựng chương trình PLC. ....	46
3.6. Thiết kế giao diện HMI trên phần mềm GP-Pro EX.....	50
3.7. Vận hành hệ thống.....	51
KẾT LUẬN .....	58
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	59

## DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1. Góc lắp đặt Θ.....	5
Hình 1.2. Teach Pendant .....	6
Hình 1.3. Tủ điện và Aptomat .....	7
Hình 1.4. YRC1000micro.....	7
Hình 1.6. HMI Proface GP-4501TAA .....	11
Hình 1.7. Module QJ6BT11 .....	12
Hình 2.1. Ví dụ câu lệnh INFORM .....	15
Hình 2.2. SECURITY Mode .....	16
Hình 2.3. Các MODE .....	16
Hình 2.4. Tạo Job hoặc chọn Job có sẵn .....	17
Hình 2.5. Tạo Job mới .....	17
Hình 2.6. Thao tác câu lệnh.....	18
Hình 2.7. Chính sửa câu lệnh. ....	18
Hình 2.8. Cấu trúc câu lệnh DOUT.....	20
Hình 2.9. Cấu trúc câu lệnh DIN.....	21
Hình 2.10. Cấu trúc câu lệnh WAIT.....	22
Hình 2.11. Lưu đồ thuật toán lệnh IF THEN. ....	23
Hình 2.12. Cấu trúc câu lệnh JUMP.....	24
Hình 2.13. Lưu đồ thuật toán bài toán FOR. ....	25
Hình 2.14. Cấu trúc câu lệnh MOVJ.....	26
Hình 2.15. Mô phỏng di chuyển MOVJ .....	26
Hình 2.16. Cấu trúc câu lệnh MOVJ.....	27
Hình 2.17. Mô phỏng di chuyển MOVL .....	27
Hình 2.18. Cấu trúc câu lệnh MOVC .....	28
Hình 2.19. Mô phỏng di chuyển MOVC .....	28
Hình 2.20. Cấu trúc câu lệnh SPEED.....	29
Hình 2.21. Tổng quan về mạng CC-Link .....	30
Hình 2.22. Tổng quan về kết nối CC-Link .....	31
Hình 2.23. Giao tiếp CC-Link .....	31

Hình 3.1. Màn hình Main Menu hiện lên .....	34
Hình 3.2. Màn hình SETUP hiện lên.....	34
Hình 3.3. Màn hình OPTION BOARD .....	35
Hình 3.4. Cấu hình CCS-PCIE .....	35
Hình 3.5. Lưu thiết lập board CCS-PCIE.....	37
Hình 3.6. Màn hình I/O Module .....	37
Hình 3.7. Màn hình External IO Setup.....	38
Hình 3.9. Cấu hình General Purpose Input.....	39
Hình 3.10. Cấu hình General Purpose Output.....	39
Hình 3.11. Thao tác ON/OFF Output.....	40
Hình 3.12. Specific Input.....	41
Hình 3.13. Specific Output .....	41
Hình 3.14. New Project .....	42
Hình 3.15. PLC Name .....	42
Hình 3.16. PLC File.....	43
Hình 3.17. Program .....	43
Hình 3.18. I/O Assignment.....	44
Hình 3.19. Built-in Ethernet Port Setting .....	44
Hình 3.20. Network Parameter – CC-link .....	45
Hình 3.21. CC-Link Station Information .....	45
Hình 3.21. Xây dựng chương trình PLC. ....	46
Hình 3.22. Địa chỉ IN/OUT của PLC. ....	46
Hình 3.23. Nạp chương trình vào PLC.....	47
Hình 3.24. Verify chương trình PLC.....	48
Hình 3.25. Kết quả Verify chương trình. ....	48
Hình 3.27. Cấu hình HMI.....	50
Hình 3.28. Màn hình đăng nhập .....	50
Hình 3.29. Màn hình vận hành. ....	51
Hình 3.31. Cài đặt tốc độ động cơ.....	51
Hình 3.33. Bật nguồn tổng. ....	51

Hình 3.34. Đăng nhập hệ thống.....	52
Hình 3.35. Màn hình chính.....	52
Hình 3.36. Bật nguồn thiết bị .....	53
Hình 3.37. Cài đặt tốc độ băng chuyền .....	53
Hình 3.38. Hệ thống ở trạng thái ban đầu. ....	54
Hình 3.39. Robot ở vị trí chờ gấp.....	54
Hình 3.41. Gấp vật qua vị trí nhả. ....	55
Hình 3.43. Robot quay lại gấp vật 2.....	55
Hình 3.44. Robot gấp vật 2.....	56
Hình 3.46. Robot gấp vật 3.....	56
Hình 3.48. Robot về Home.....	57
Hình 3.49. Video thực nghiệm. ....	57

## DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. Thông số kỹ thuật của robot.....	5
Bảng 1.2. Phạm vi hoạt động trực S .....	5
Bảng 1.3. Thông số kỹ thuật Teach Pendant .....	6
Bảng 1.4. Thông số kỹ thuật YRC1000micro. ....	8
Bảng 1.5. Thông số kỹ thuật Q13UDVCPU .....	9
Bảng 1.6. Thông số kỹ thuật HMI FPXGP-4501TAA .....	11
Bảng 1.7. Giải thích thông số Module QJ6BT11 .....	13
Bảng 2.1. Phân loại và chức năng các câu lệnh INFORM.....	15
Bảng 2.2. Các biến trong Inform .....	19
Bảng 2.3. Tốc độ di chuyển của Robot .....	29
Bảng 2.4. I/O CC-Link.....	32

## LỜI MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài.

Trong bối cảnh cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đang diễn ra mạnh mẽ, việc ứng dụng robot, đặc biệt là cánh tay robot, vào sản xuất và đời sống đã trở thành xu hướng tất yếu để nâng cao năng suất, chất lượng và giảm thiểu chi phí lao động.

Theo báo cáo của Liên đoàn Robot Quốc tế (IFR), đến cuối năm 2023, có hơn 4,28 triệu robot công nghiệp đang hoạt động trên toàn cầu, tăng 10% so với năm trước đó. Riêng trong năm 2023, đã có 541.302 robot công nghiệp được lắp đặt mới, đánh dấu năm thứ ba liên tiếp số lượng lắp đặt vượt nửa triệu đơn vị.

Thị trường cánh tay robot toàn cầu cũng đang trên đà tăng trưởng mạnh mẽ. Năm 2023, giá trị thị trường đạt 28,04 tỷ USD và dự kiến sẽ đạt 81,83 tỷ USD vào năm 2032, với tốc độ tăng trưởng kép hàng năm (CAGR) là 12,64% trong giai đoạn 2024–2032.

Tại Việt Nam, nhu cầu về tự động hóa trong sản xuất ngày càng tăng cao, đặc biệt trong các ngành công nghiệp điện tử, ô tô và dệt may. Năm 2023, thị trường robot công nghiệp tại Việt Nam được định giá khoảng 286 triệu USD và dự kiến sẽ tăng trưởng với CAGR 2,4% trong giai đoạn 2023–2028.

Đặc biệt, trong ngành công nghiệp điện và điện tử, các tập đoàn lớn như Samsung, LG, Panasonic và Intel đã đầu tư mạnh vào hệ thống robot tiên tiến tại các nhà máy ở Việt Nam. Tuy nhiên, thị trường robot trong nước vẫn chủ yếu phụ thuộc vào các thương hiệu nước ngoài, với phần lớn robot được nhập khẩu từ Trung Quốc, Hàn Quốc và Nhật Bản. Trong đó Yaskawa Electric Corporation là một trong những nhà sản xuất robot công nghiệp hàng đầu thế giới, với thương hiệu robot Motoman nổi tiếng. Tính đến năm 2023, Yaskawa đã lắp đặt hơn 600.000 robot Motoman trên toàn cầu, phục vụ trong nhiều lĩnh vực như hàn, lắp ráp, xử lý vật liệu và đóng gói.

Trước xu thế toàn cầu hóa và cạnh tranh ngày càng khốc liệt, việc nghiên cứu và ứng dụng cánh tay robot không chỉ giúp nâng cao hiệu quả sản xuất mà còn góp phần hiện đại hóa nền công nghiệp, giảm sự phụ thuộc vào lao động thủ công và tăng khả năng cạnh tranh của doanh nghiệp Việt Nam trên thị trường quốc tế.

### 2. Mục tiêu nghiên cứu.

1. Tìm hiểu và xây dựng chương trình điều khiển cánh tay robot Yaskawa MOTOMAN- GP7.
  - Tìm hiểu về cấu tạo, thông số kỹ thuật và khả năng hoạt động của robot Yaskawa MOTOMAN-GP7.
  - Tìm hiểu về tập lệnh điều khiển, xây dựng chương trình điều khiển quỹ đạo chuyển động của cánh tay robot.
  - Mô phỏng chương trình trên phần mềm MOTOSIM EG-VRC.
  - Thực nghiệm trên cánh tay robot.
2. Tìm hiểu và nghiên cứu về giao thức CC-Link đối với PLC Mitsubishi 13UDVCPU cùng cánh tay robot Yaskawa MOTOMAN-GP7.
  - Tìm hiểu về cấu tạo, thông số kỹ thuật của PLC Mitsubishi 13UDVCPU.

- Thiết lập giao thức kết nối CC-Link trên Teaching Pendant cho robot và trên phần mềm GX Work2 cho PLC..
  - 3. Viết chương trình điều khiển cánh tay robot kết hợp PLC.
    - Xây dựng và phân tích chương trình trên phần mềm GX Work2.
    - Xây dựng giao diện HMI điều khiển hệ thống.
    - Thực nghiệm kiểm tra và vận hành hệ thống.
  - 4. Đề xuất các giải pháp tối ưu hoá và các hướng phát triển mới.
    - Đưa ra các giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả và độ tin cậy trong việc lập trình và điều khiển cánh tay robot.
    - Khuyến nghị về các ứng dụng tiềm năng và hướng phát triển trong tương lai cho công nghệ điều khiển tay máy.
  - 3. Tóm tắt nội dung khoá luận tốt nghiệp.
- Chương 1. Giới thiệu chung.
- Chương 2. Cơ sở lý thuyết.
- Chương 3. Xây dựng chương trình điều khiển và thực nghiệm vận hành hệ thống.

## NGUYÊN TẮC AN TOÀN

### 1. Những trường hợp rủi ro tai nạn lao động với Robot.

- Trong quá trình hoạt động của tay máy, khi thay đổi chương trình chạy hoặc thử nghiệm các vị trí mới, có khả năng xảy ra va đập và các sự cố về vị trí của Robot, các lỗi này gây ra tác động vật lý đến các linh kiện, hệ thống và cả những người vận hành nếu đang ở trong vùng hoạt động.
- Trong quá trình sửa chữa, bảo trì, nếu tay máy không được kiểm tra kỹ càng thì cũng có xác suất tự khởi động và tác động đến các vật thể và thiết bị bên ngoài.
- Vấn đề về nguồn điện cũng là một trong những yếu tố được đặt lên hàng đầu. Dây cáp bị hỏng hoặc các bộ phận, thiết bị của hệ thống chưa được cách điện đầy đủ tiềm ẩn nguy cơ cháy nổ và điện giật.
- Nguy cơ cháy nổ khi Robot hoạt động trong môi trường có bụi mịn hoặc khí dễ cháy khi sử dụng các đầu hàn hoặc cưa máy.
- Người chưa được đào tạo vận hành Robot sai cách có khả năng gây hỏng hóc hoặc va đập thiết bị.

### 2. Một số nguyên tắc an toàn khi làm việc với Robot.

- Chỉ làm việc với Robot khi có đầy đủ các trang bị bảo hộ ( Mũ, găng tay, giày, ... )
- Luôn mang theo Teach Pendant và đặt Robot ở chế độ Teach khi đứng trong khu vực làm việc.
- Chú ý sự xoay chuyển của công cụ như đầu cắt, đầu hàn, ... Đảm bảo chúng đã ngừng hoạt động khi bạn đến gần.
- Chú ý nhiệt độ trên bề mặt và động cơ của Robot, Robot thường khá nóng sau khi hoạt động một thời gian dài.
- Chú ý đầu kẹp của Robot, tránh việc rơi vật đang gấp vào các thiết bị khác và cho người vận hành.
- Chú ý các hệ thống thuỷ lực, khí nén và điện tử. Ngay cả khi đã tắt nguồn, phần năng lượng còn dư vẫn có thể gây nguy hiểm.

## CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU CHUNG.

### 1.1. Robot Yaskawa MOTOMAN-GP7.

Robot MOTOMAN GP7 là một robot công nghiệp 6 trục có tốc độ cực nhanh và độ chính xác cao, với khả năng tải trọng lên đến 7 kg. Với tầm với 927 mm và độ lắp lại ± 0,01 mm, nó đặc biệt phù hợp cho các nhiệm vụ lắp ráp, xử lý vật liệu thông thường, vận hành máy CNC hoặc đóng gói sản phẩm. Thiết kế công nghiệp hiện đại, mượt mà và gọn gàng giúp robot có ngoại hình hấp dẫn và tối ưu hóa không gian lắp đặt [7].

Việc đi dây có thể thực hiện từ bên hông của bệ đỡ hoặc từ bên dưới thông qua tấm đáy, giúp tiết kiệm không gian và dễ dàng tích hợp vào môi trường xung quanh, bất kể vị trí lắp đặt. Hệ thống đường dây cấp nguồn được thiết kế sẵn bên trong cánh tay robot cho phép tích hợp tối ưu các thiết bị gấp hoặc cảm biến, thường không cần thêm bộ truyền thông bên ngoài.

Robot MOTOMAN GP7 mở ra nhiều khả năng nhờ tích hợp với bộ điều khiển MOTOMAN YRC1000 hoặc YRC1000micro. Khi kết hợp với tay lập trình truyền thống (teach pendant), robot trở thành một đối tác cơ khí tin cậy. Ngoài ra, với thiết kế giao diện SmartPendant hiện đại, robot mang lại trải nghiệm thân thiện và là một cửa ngõ tuyệt vời để tiếp cận lĩnh vực robot công nghiệp.

Theo tiêu chuẩn, GP7 được thiết kế với cấp bảo vệ cao IP67. Ngoài ra còn có các phiên bản đặc biệt như: sử dụng mõ bôi trơn đạt chuẩn thực phẩm (cho ngành công nghiệp thực phẩm), lớp phủ chống ăn mòn đặc biệt (dùng trong môi trường khắc nghiệt), hoặc phiên bản phòng sạch (CR5) – tất cả đều có thể được lựa chọn thêm.

Ưu điểm chính:

- Tốc độ cao và công suất mạnh mẽ.
- Thiết kế nhỏ gọn, linh hoạt.
- Tầm làm việc lớn, lên đến 927mm.
- Hạn chế vùng nhiễu nhở thiết kế tối ưu.
- Dễ dàng lắp đặt và bảo trì.

Thiết bị lựa chọn:

- Có thể gắn thêm card giao tiếp EtherNet/ IP.
- Có thể gắn thêm card giao tiếp CC-Link.
- Có thể gắn thêm card giao tiếp DeviceNet.
- Có thể gắn thêm Camera nhận dạng sản phẩm.

Bảng 1.1. Thông số kỹ thuật của robot.

Robot Yaskawa MOTOMAN-GP7						
Trục	Phạm vi chuyển động tối đa. [°]	Tốc độ tối đa. [°/s]	Momen xoắn cho phép. [N.m]	Momen quán tính cho phép. [kg.m²]	Các thông số khác.	
S	$\pm 170$	375	–	–	Số trục	6
					Tải trọng tối đa.	7 kg
					Độ lắp lại.	$\pm 0.01$ mm
L	+145 / –65	315	–	–	Tầm làm việc tối đa.	927 mm
U	+190 / –70	410	–	–	Nhiệt độ hoạt động.	0 - 45 °C
R	$\pm 190$	550	17	0.5	Độ ẩm hoạt động.	20 – 80%
B	$\pm 135$	550	17	0.5	Trọng lượng robot.	37 kg
T	$\pm 360$	1000	10	0.2	Nguồn điện	1 kVA

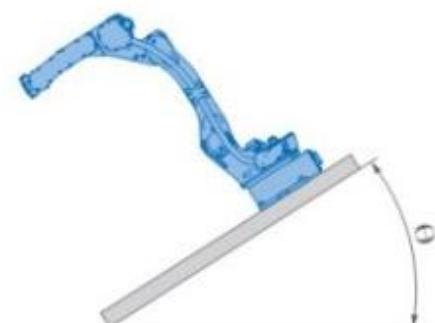
Trong đó:

- Trục S: Trục quay thân.
- Trục L: Cánh tay dưới.
- Trục U: Cánh tay trên.
- Trục R: Lăn cổ tay.
- Trục B: Độ nghiêng.
- Trục T: Xoắn cổ tay.

\* Khi lắp đặt robot, góc lắp đặt sẽ ảnh hưởng đến phạm vi hoạt động của trục S.

Bảng 1.2. Phạm vi hoạt động trục S

Góc lắp đặt $\Theta$	Phạm vi hoạt động của trục S
$0 \leq \Theta \leq 30$	$\pm 170$ độ hoặc ít hơn (không giới hạn).
$30 < \Theta \leq 35$	$\pm 60$ độ hoặc ít hơn.
$35 < \Theta \leq 45$	$\pm 45$ độ hoặc ít hơn.
$45 < \Theta$	$\pm 30$ độ hoặc ít hơn.



Hình 1.1. Góc lắp đặt  $\Theta$ .

Các bộ phận chính của hệ thống điều khiển robot Yaskawa MOTOMAN-GP7.

- **Thân máy (Body/Arm):** Là phần chính của robot, bao gồm các trục và bộ phận cơ khí để thực hiện các chuyển động.
- **Bảng điều khiển từ xa (Pendant):** Là thiết bị điều khiển cầm tay, cho phép người vận hành lập trình và điều khiển robot. Thiết bị này thường có màn hình hiển thị và các nút bấm để thực hiện các chức năng khác nhau [8].

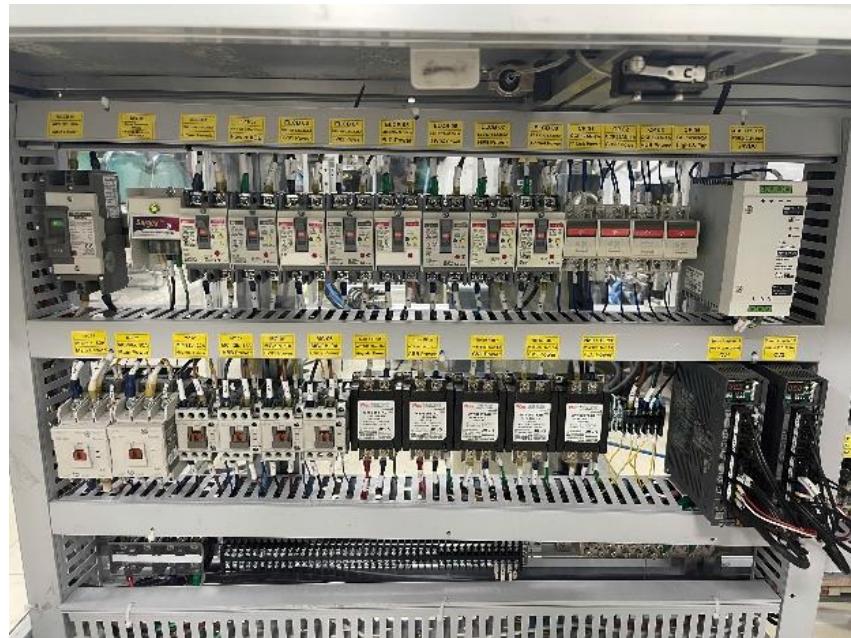


Hình 1.2. Teach Pendant

Bảng 1.3. Thông số kỹ thuật Teach Pendant

Mục	Thông số kỹ thuật.
Kích thước	152 (W) x 49,5 (D) x 300 (H) mm
Khối lượng xấp xỉ	0,730 kg
Thiết bị điều khiển	Các phím chọn, phím người dùng, phím điều hướng/chức năng, công tắc chọn chế độ với các phím (chế độ: dạy, phát, từ xa), nút dừng khẩn cấp, công tắc bật, thiết bị giao diện thẻ nhớ (thẻ nhớ là tùy chọn), cổng USB (USB 2.0, 1 cổng)
Màn hình	Màn hình LCD màu TFT 5,7 inch, bảng điều khiển cảm ứng VGA 640x480 pixel (ký tự chữ cái, ký tự Trung Quốc, ký tự Nhật Bản, chữ cái)
Cấp độ bảo vệ IEC	IP54
Chiều dài cáp	Tiêu chuẩn: 8 m, tối đa: 36 m (với cáp mở rộng tùy chọn)

- Tủ điện (Electrical Cabinet): Chứa các thiết bị điện và hệ thống điều khiển của robot. Tủ điện giúp bảo vệ các thành phần điện khỏi môi trường bên ngoài và cung cấp điểm kết nối cho các tín hiệu điều khiển và nguồn điện.



Hình 1.3. Tủ điện và Aptomat

- Bộ điều khiển chính YRC1000micro (Controller): Là bộ não của hệ thống robot, chịu trách nhiệm xử lý các lệnh điều khiển và quản lý các chuyển động của robot. Bộ điều khiển này thường được kết nối với tủ điện và bảng điều khiển từ xa [8].



Hình 1.4. YRC1000micro

Bảng 1.4. Thông số kỹ thuật YRC1000micro.

Mục	Thông số kỹ thuật.
Cấu hình	Cấu trúc mở IP20
Kích thước	425 (W) x 280 (D) x 125 (H) mm
Khối lượng	~10,5 kg
Hệ thống làm mát	Làm mát trực tiếp
Nhiệt độ môi trường	Khi hoạt động: 0°C đến +40°C Khi lưu trữ: -10°C đến +60°C
Độ ẩm tương đối	90% tối đa (không ngưng tụ)
Độ cao	2000 m (với điều kiện giảm nhiệt độ)
Nguồn cấp	Một pha 200/230 VAC (+10% đến -15%), 50/60 Hz ( $\pm 2\%$ ). Ba pha 200/230 VAC (+10% đến -15%), 50/60 Hz ( $\pm 2\%$ ).
Tiếp đất	Điện trở tiếp đất: 100 Ω trở xuống đối với lớp 200-V, 10 Ω trở xuống đối với lớp 400-V
I/O kỹ thuật số	Tín hiệu chuyên dụng: 19 đầu vào và 6 đầu ra Tín hiệu chung: 40 đầu vào và 40 đầu ra (32 đầu ra transistor, 8 đầu ra relay)
Hệ thống định vị	Truyền thông nối tiếp (encoder tuyệt đối)
Dung lượng lập trình	JOB: 200,000 bước, 10,000 lệnh CIO ladder: 200,000 bước tối đa.
Khe mở rộng	PCI express: 2 khe

LAN	2 (10BASE-T/100BASE-TX)
Giao diện	RS-232C: 1 cổng
Bộ điều khiển ô đĩa	SERVO PACK cho động cơ AC

## 1.2. PLC Mitsubishi 13UDVCPU.

Bộ điều khiển lập trình Q13UDVCPU thuộc dòng MELSEC-Q Series của Mitsubishi Electric, là một CPU đa năng (Universal CPU) được thiết kế cho các hệ thống tự động hóa công nghiệp yêu cầu hiệu suất cao, tốc độ xử lý nhanh và khả năng mở rộng linh hoạt [9].

Tính năng nổi bật:

- Hiệu suất xử lý cao: Với tốc độ xử lý lệnh LD chỉ 1,9 ns, Q03UDVCPU đáp ứng tốt các ứng dụng yêu cầu thời gian phản hồi nhanh và độ chính xác cao.
- Khả năng mở rộng linh hoạt: Hỗ trợ nhiều mô-đun mở rộng, bao gồm các mô-đun I/O số, I/O tương tự, truyền thông và điều khiển chuyển động, phù hợp với nhiều loại ứng dụng công nghiệp.
- Giao tiếp mạng tích hợp: Cổng Ethernet và USB tích hợp cho phép kết nối dễ dàng với các thiết bị ngoại vi, hệ thống SCADA và phần mềm lập trình.
- Lưu trữ dữ liệu tiện lợi: Khe cắm thẻ SD hỗ trợ lưu trữ chương trình và dữ liệu, thuận tiện cho việc sao lưu và phục hồi hệ thống.
- Tuân thủ tiêu chuẩn quốc tế: Đạt các chứng nhận CE, UL/cUL, UKCA, phù hợp với các yêu cầu an toàn và chất lượng toàn cầu.



Hình 1.5. Q13UDVCPU

Bảng 1.5. Thông số kỹ thuật Q13UDVCPU

Mục	Thông số kỹ thuật
Loại CPU	Universal CPU
Bộ nhớ chương trình	30K steps (tương đương 120 KB)
Tốc độ xử lý lệnh	1,9 ns cho lệnh LD, 3,9 ns cho lệnh MOV
Tổng I/O cơ bản tối đa	4096
Tổng đầu I/O mở rộng với CC-Link	8192
Cổng kết nối	1 cổng Ethernet (10/100 Mbps), 1 cổng USB, khe cắm thẻ SD
Bộ nhớ RAM/ROM tiêu chuẩn	RAM 192 KB ROM 8KB
Kích thước	98 mm (cao) × 27,4 mm (rộng) × 115 mm (sâu)
Trọng lượng	0,2 kg
Dòng tiêu thụ	0,58 A (chỉ CPU), 0,6 A (khi sử dụng cassette SRAM mở rộng)
Điều kiện hoạt động.	Nhiệt độ hoạt động: 0 đến 55 °C Độ ẩm hoạt động: 5% đến 95% RH (không ngưng tụ)
Hỗ trợ đa dạng:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hỗ trợ đa dạng các loại module như : I/O, Analog, điều khiển chuyển động, truyền thông (Modbus, Profibus, CanOpen,...)</li> <li>- Hỗ trợ chức năng ngắn tốc độ cao</li> </ul>
Hỗ trợ Auto Tuning PID, kết nối CC-Link Field Network	

### 1.3. HMI Proface GP-4501TAA.

Màn hình HMI Proface GP-4501TAA thuộc dòng GP4000 Series của hãng Proface (Schneider Electric), là thiết bị giao diện người – máy (HMI) được thiết kế để cung

cấp giải pháp điều khiển và giám sát hiệu quả trong các hệ thống tự động hóa công nghiệp [10].



Hình 1.6. HMI Proface GP-4501TAA

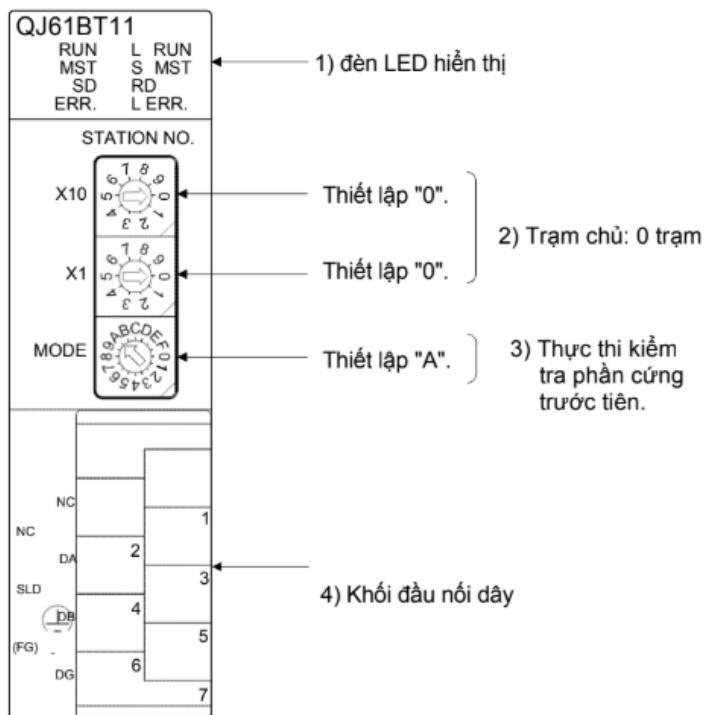
Bảng 1.6. Thông số kỹ thuật HMI FPXGP-4501TAA

Mục	Thông số kỹ thuật
Loại hiển thị	Màn hình màu TFT LCD
Kích thước hiển thị	10.4 inch
Độ phân giải	640 x 480 pixel (VGA)
Màu hiển thị	65.536 màu (không nhấp nháy), 16.384 màu (nhấp nháy)
Vùng hiển thị hiệu dụng	211.2 x 158.4 mm
Loại màn hình cảm ứng	Cảm ứng điện trở (analog) Tuổi thọ cảm ứng: ≥ 1000000 lần nhấn.
Bộ nhớ và lưu trữ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bộ nhớ ứng dụng: FLASH EPROM 32 MB (bao gồm vùng chương trình logic)</li> <li>- Vùng chương trình logic: FLASH EPROM 132 KB (tương đương 15.000 bước)</li> <li>- Bộ nhớ sao lưu: SRAM 320 KB (pin lithium có thể thay thế)</li> </ul>

Cổng giao tiếp	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cổng Ethernet (LAN): 10BASE-T/100BASE-TX</li> <li>Cổng USB: 1 cổng USB 2.0 Type-A, 1 cổng USB 2.0 mini-B</li> <li>Cổng Serial: 2 cổng (COM1: RS-232C, COM2: RS-422/485)</li> <li>Khe cắm thẻ SD: 1 khe cắm</li> </ul>
Điều kiện môi trường	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nhiệt độ hoạt động: 0 đến 55°C</li> <li>Nhiệt độ lưu trữ: -20 đến 60°C</li> <li>Độ ẩm hoạt động: 10% đến 90% RH (không ngưng tụ)</li> </ul>
Kích thước và trọng lượng	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kích thước tổng thể: 272.5 x 214.5 x 57 mm</li> <li>Kích thước cắt lắp đặt: 259 x 201 mm</li> <li>Trọng lượng: Khoảng 2 kg</li> </ul>

#### 1.4. Module truyền thông Mitsubishi QJ61BT11N CC-Link

QJ61BT11N là một module mạng CC-Link dùng trong hệ thống PLC Mitsubishi dòng MELSEC-Q, hỗ trợ giao tiếp tốc độ cao giữa PLC và các thiết bị trường như I/O, cảm biến, HMI, biến tần... qua mạng CC-Link. Module này có thể hoạt động ở chế độ Master (chủ) hoặc Local station, linh hoạt cho nhiều ứng dụng điều khiển trong công nghiệp [2].



Hình 1.7. Module QJ6BT11

Bảng 1.7. Giải thích thông số Module QJ6BT11

Mục	Tên	Ứng dụng
1. LED	RUN	Hiển thị trạng thái hoạt động
	L RUN	Hiển thị trạng thái liên kết dữ liệu
	MST	Hiển thị trạng thái làm việc của module là trạm chính
	SMST	Hiển thị trạng thái làm việc của module là trạm chính dự phòng
	SD	Hiển thị trạng thái module đang gửi dữ liệu
	RD	Hiển thị trạng thái module đang nhận dữ liệu
	ERR	Hiển thị trạng thái lỗi trạm chính/ cục bộ
2. STATION	Công tắc thiết lập số trạm	Thiết lập số trạm của module chính/ cục bộ ( Mặc định là 0 )
		Thiết lập số trạm không trùng với các trạm khác Khoảng thiết lập: - Trạm chính: 0 - Trạm cục bộ: 1 – 64 - Trạm dự phòng: 1- 64  Nếu một con số nằm ngoài khoảng 0 – 64 được thiết lập, ERR LED sẽ bật
		1. Chế độ trực tuyến - Tốc độ truyền nhận: 156kbps – 0 - Tốc độ truyền nhận: 625kbps - 1 - Tốc độ truyền nhận: 2.5Mbps - 2 - Tốc độ truyền nhận: 5Mbps – 3 - Tốc độ truyền nhận: 10Mbps - 4

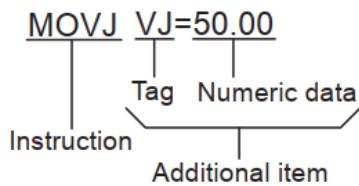
		<p>2. Chế độ kiểm tra</p> <p>Khi công tắc thiết lập số trạm được đặt là 0 Kiểm tra đường dây 1</p> <p>Khi công tắc thiết lập số trạm được đặt từ 1 đến 64</p> <p>Kiểm tra đường dây 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tốc độ truyền nhận: 156kbps – 5</li> <li>- Tốc độ truyền nhận: 625kbps - 6</li> <li>- Tốc độ truyền nhận: 2.5Mbps - 7</li> <li>- Tốc độ truyền nhận: 5Mbps – 8</li> <li>- Tốc độ truyền nhận: 10Mbps - 9</li> </ul>
3. MODE	Công tắc thiết lập tốc độ/ chế độ truyền nhận dữ liệu	<p>3. Chế độ kiểm tra phần cứng</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tốc độ truyền nhận: 156kbps – A</li> <li>- Tốc độ truyền nhận: 625kbps - B</li> <li>- Tốc độ truyền nhận: 2.5Mbps - C</li> <li>- Tốc độ truyền nhận: 5Mbps – D</li> <li>- Tốc độ truyền nhận: 10Mbps - E</li> </ul>
		<p>4. Thiết lập hạn chế - F</p>

## CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT.

### 2.1. Ngôn ngữ lập trình INFORM.

INFORM là ngôn ngữ lập trình riêng do Yaskawa Electric Corporation phát triển, được sử dụng để lập trình cho các dòng robot công nghiệp Motoman (Yaskawa Motoman robots). Đây là ngôn ngữ chuyên dụng cho robot, được thiết kế nhằm đơn giản hóa quá trình lập trình và vận hành, đồng thời đảm bảo tính linh hoạt cao trong lập trình thao tác tự động [3].

INFORM bao gồm “ Instruction “ ( Tên câu lệnh ) và “ Addition item “ ( Nội dung câu lệnh ).



Hình 2.1. Ví dụ câu lệnh INFORM.

- Instruction: Được sử dụng để thực hiện các hoạt động và xử lý các lệnh liên quan đến logic. Ngoài ra Instruction còn có thể là lệnh di chuyển đến điểm được teaching trước đó.
- Addition item: Tốc độ, thời gian, v... v... được đặt theo loại chỉ dẫn. Dữ liệu số và ký tự được thêm vào thẻ trong đó chỉ định điều kiện thực thi cần thiết.

INFORM được chia thành nhiều kiểu câu lệnh khác nhau, dựa theo mục đích sử dụng và tính năng của câu lệnh đó. Phân loại theo bảng sau:

Bảng 2.1. Phân loại và chức năng các câu lệnh INFORM.

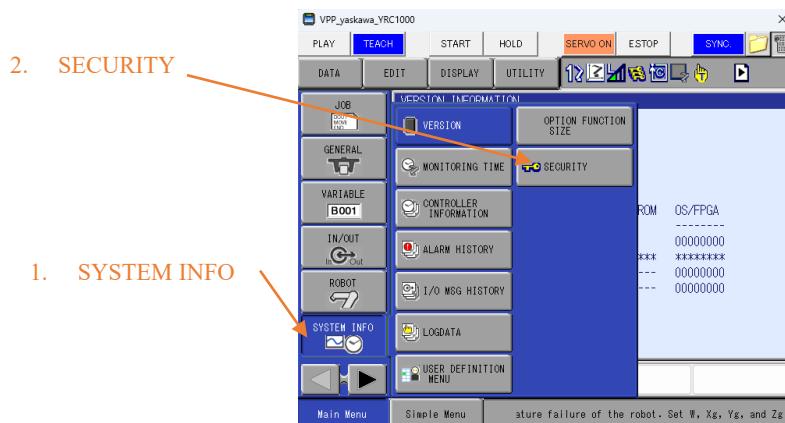
Phân loại	Nội dung	Ví dụ
I/O Instruction	Điều khiển I/O	DOUT, DIN, WAIT
Control Instruction	Điều khiển quá trình vận hành	JUMP, TIMER
Operating Instruction	Dùng cho các biến và vận hành	ADD, SET
Move Instruction	Dùng cho các lệnh di chuyển liên quan đến tốc độ và điểm được dạy	MOVJ, MOVL, REFP

Shift Instruction	Dùng cho các lệnh di chuyển offset	SFTON, SFTOF
Điều kiện	Dùng cho các điều kiện, vòng lặp	IF, UNTIL

### 2.1.1. Thay đổi chế độ người dùng.

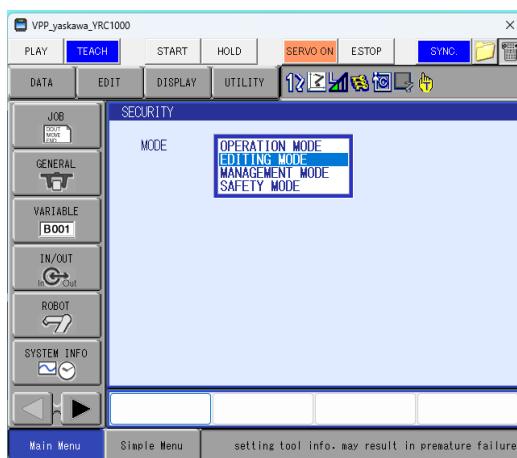
Để sửa đổi hoặc viết chương trình mới, người dùng cần chuyển cấp độ người dùng về chế độ EDIT hoặc cao hơn. Bằng cách:

Bước 1: Khi bộ Teaching Pendant đã bật, chọn SYSTEM INFO, tiếp theo chọn SECURITY trong các lựa chọn hiện lên.



Hình 2.2. SECURITY Mode

Bước 2: Sau khi chọn SECURITY, một bảng lựa chọn hiện lên, chọn các chế độ phù hợp với nhu cầu của người sử dụng. Trong đó gồm:



Hình 2.3. Các MODE

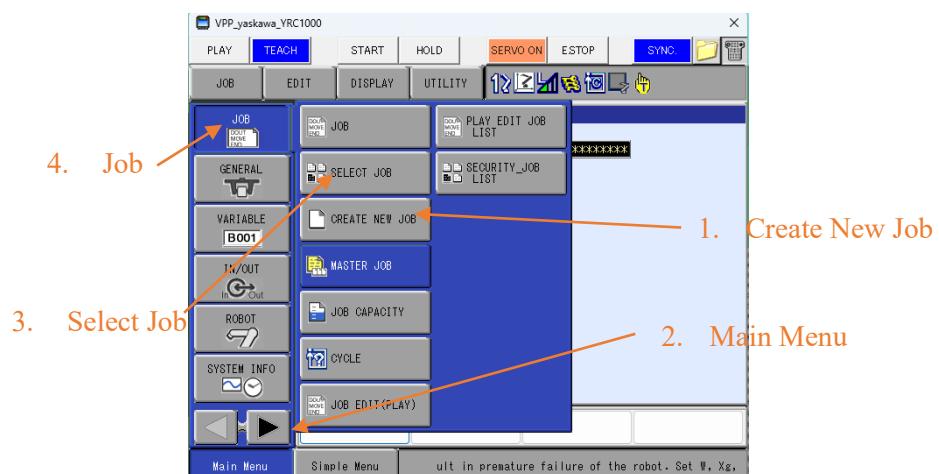
- Operation Mode: Người dùng có thể truy cập vào các mục Job, Select Job, Master Job, Job Capacity.
- Editing Mode: Cho phép người dùng sửa chữa chương trình, I/O.  
Mật khẩu mặc định: 0000000000000000 ( 16 số 0 )

- Management Mode: Giống chức năng của Editing Mode, ngoài ra có thể truy cập các chức năng của Parameter.  
Mật khẩu mặc định: 9999999999999999 ( 16 số 9 )
- Safety Mode: Giống chức năng của Management Mode, ngoài ra còn có thể truy cập và sửa đổi các chức năng liên quan đến Safety.  
Mật khẩu mặc định: 5555555555555555 ( 16 số 5 )

### 2.1.2. Tạo một Job mới hoặc chỉnh sửa Job đã có sẵn.

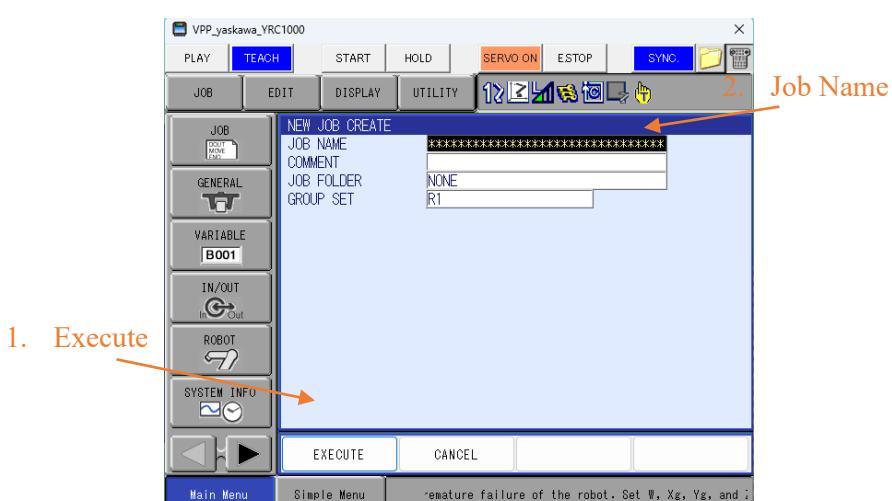
Sau khi chọn chế độ người dùng trên Teaching Pendant, bây giờ chúng ta có thể chọn và sửa đổi, thêm mới Job cho cánh tay robot.

Bước 1: Trong phần Main Menu, chọn Job. Khi các lựa chọn hiện ra, chọn Select Job để mở các Job đã có sẵn hoặc Create New Job để viết một chương trình mới.



Hình 2.4. Tạo Job hoặc chọn Job có sẵn

- Khi chọn Create New Job, đặt tên cho Job và Execute để hoàn thành việc tạo Job mới.



Hình 2.5. Tạo Job mới

Bước 2: Sau khi đã vào màn hình làm việc của Job, nhấn phím “INFORM LIST” để hiển thị các lệnh. Để sửa, thêm hoặc xoá câu lệnh, ta cần di chuyển con trỏ đếm số cạnh câu lệnh đó. Sau đó ấn phím “DELETE”, “INSERT” hoặc “MODIFY”, bấm “ENTER” để hoàn thành công việc đó.

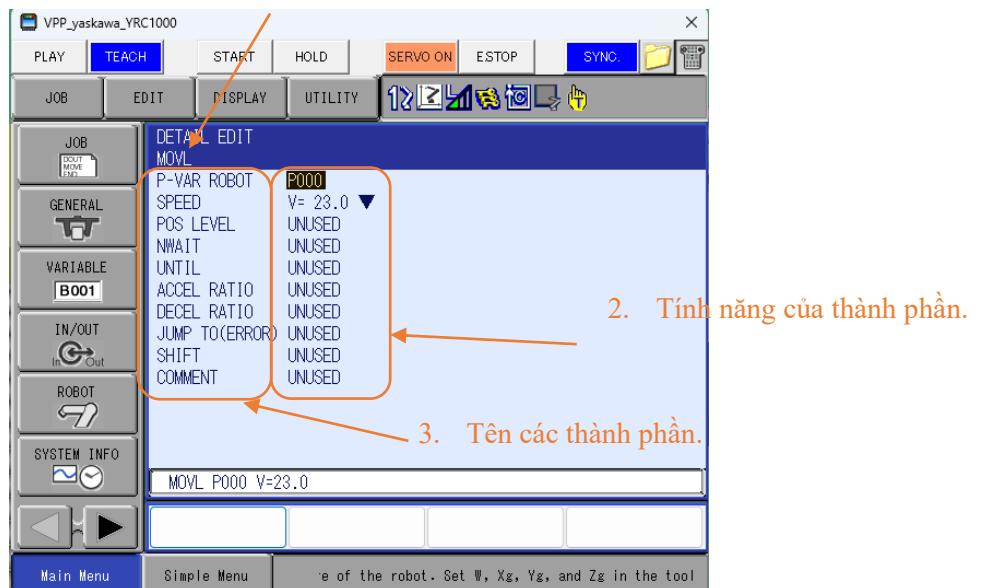
## 2. Các lệnh



Hình 2.6. Thao tác câu lệnh.

- Tất cả các câu lệnh Inform đều có cửa sổ Edit chi tiết với cả 3 thao tác: Modify, Insert, Delete.

## 1. Câu lệnh. VD: MOVL



Hình 2.7. Chính sửa câu lệnh.

- Trong tính năng của các thành phần câu lệnh. “UNUSED” là không được sử dụng, “Use” là đang được sử dụng, nhấn “SELECT” trên Pendant để thay đổi chế độ của từng tính năng.

### 2.1.3. Các biến trong ngôn ngữ INFORM.

Tương tự như các ngôn ngữ lập trình khác, lập trình Inform cũng chứa các bit, byte, kiểu số nguyên, số thực, ...

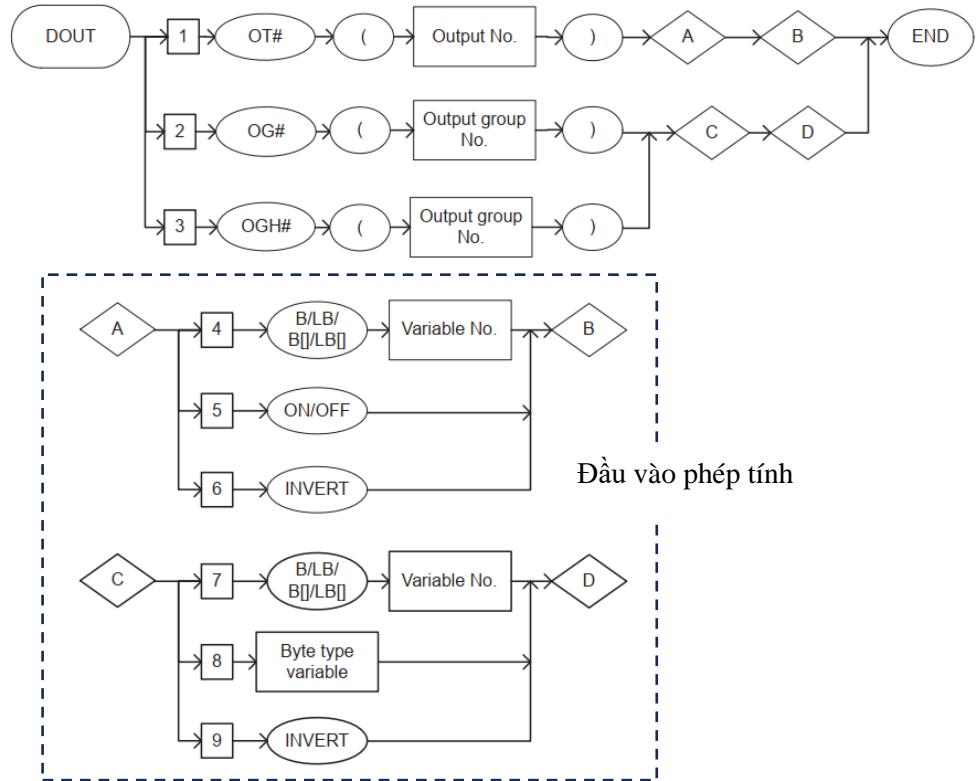
Bảng 2.2. Các biến trong Inform

Đối tượng		Toán tử	Điều kiện
IN#()	Tín hiệu đầu vào GP ( 1 – 2048 )	=	B, LB, ON, OFF
OT#()	Tín hiệu đầu ra GP ( 1 – 2048 )	=	B, LB, ON, OFF
FL	Biến cờ ( Flag )	=	B, LB, ON, OFF
TF	Biến cờ Timer	=	B, LB, ON, OFF
IG#()	Biến đầu vào nhóm ( 1 – 256 )	=, <>	B, LB, Constant
OG#()	Biến đầu ra nhóm ( 1 – 256 )	=, <>	B, LB, Constant
IGU#()	Đầu vào nhóm người dùng ( 1 – 512 )	=, <>, >, ≥, <, ≤	D, LD, Constant
OGU#()	Đầu ra nhóm người dùng ( 1 – 512 )	=, <>, >, ≥, <, ≤	D, LD, Constant
B/LB	Biến kiểu byte	=, <>, >, ≥, <, ≤	Constant, String, B, LB, I, LI, D, LD, R, LR
I/LI	Biến kiểu integer	=, <>, >, ≥, <, ≤	Constant, B, LB, I, LI, D, LD, R, LR
D/LD	Biến double-precision	=, <>, >, ≥, <, ≤	Constant, B, LB, I, LI, D, LD, R, LR
R/LR	Biến số thực	=, <>, >, ≥, <, ≤	Constant, B, LB, I, LI, D, LD, R, LR
S/LS	Biến kiểu chuỗi	=, <>, >, ≥, <, ≤	String, S, LS
TM	Biến Timer	=, <>, >, ≥, <, ≤	Constant, B, LB, I, LI, D, LD, R, LR
ON	Hằng số	Không sử dụng	Forcibly satisfied
OFF	Hằng số	Không sử dụng	Forcibly not satisfied

## 2.2. Các câu lệnh trong INFORM.

### 2.2.1. Lệnh DOUT.

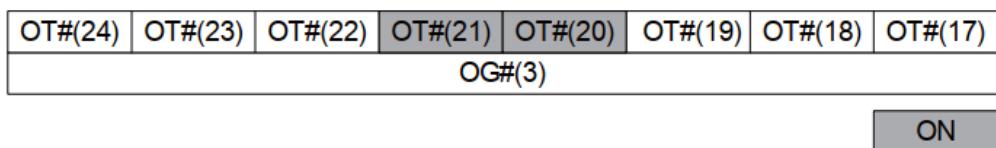
- ❖ Chức năng: Thay đổi trạng thái General Purpose Output thành ON hoặc OFF.



Hình 2.8. Cấu trúc câu lệnh DOUT.

- ❖ Ví dụ minh họa

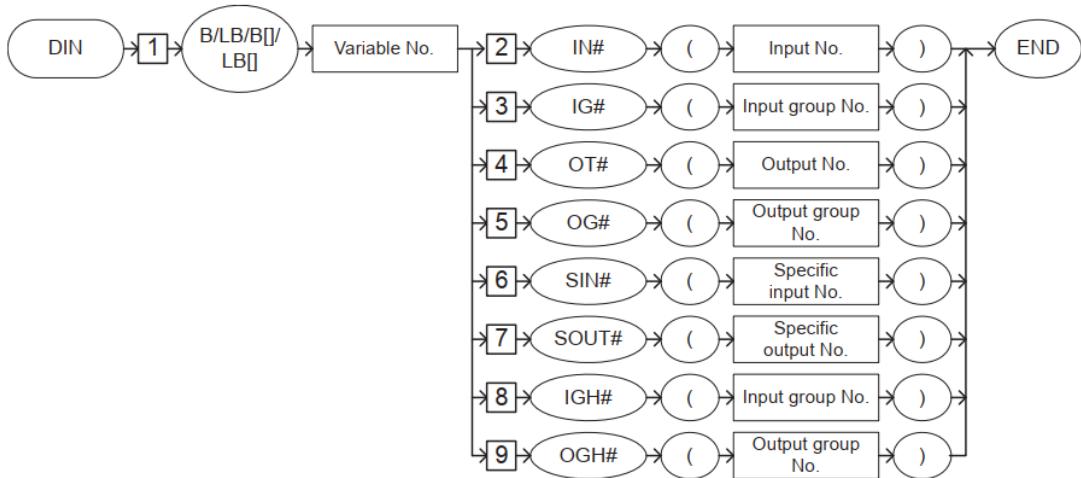
1. DOUT OT#(1) ON // Bật GP Output số 1 ( Kiểu trạng thái ON/OFF )
2. SET B000 24 // ( Kiểu trạng thái “B/LB” )  
DOUT OG#(3) B000  
B000 = 24 = 00011000



- Một OG#() bao gồm 8 OT#(), khi SET B000 = 24 ( Hệ thập phân ) = 00011000 ( Hệ nhị phân ) → OT#(21) và OT#(22) = ON.
- 3. DOUT OG#(3) 24 // OG#(3) = 24 ( Kiểu trạng thái “ INVERT “ ).
- Bật OT#(21) và OT#(22)

### 2.2.2. Lệnh DIN.

- ❖ Chức năng: Đọc tín hiệu từ tín hiệu nội bộ robot hoặc tín hiệu bên ngoài robot.



Hình 2.9. Cấu trúc câu lệnh DIN.

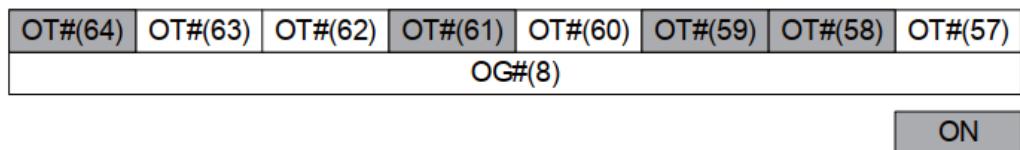
- ❖ Ví dụ minh họa

1. DIN B016 IN#(12)

- Giá trị của IN#(12) sẽ được đọc và ghi vào B016.
- Khi IN#(12) = 1 → B016 = 1; Khi IN#(12) = 0 → B016 = 0.

2. DIN B002 OG#(8)

- Giá trị của B002 sẽ được đọc từ OG#(8) bao gồm các OT#(57) đến OT#(64).
- Giá sử khi OT#(8) = 10010110



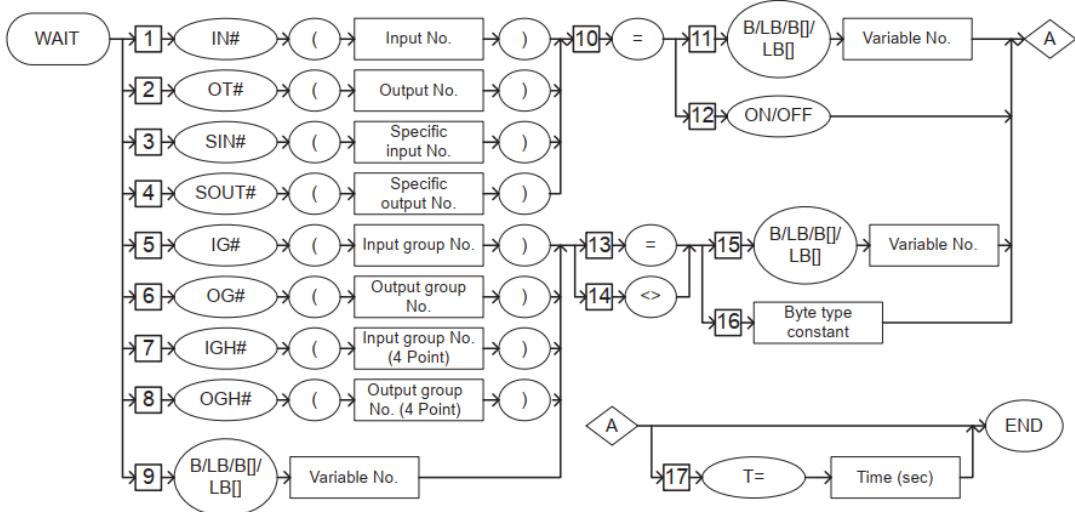
$$10010110 \text{ (Hệ nhị phân)} = 150 \text{ (Hệ thập phân)} \rightarrow B002 = 150$$

- ❖ Tương tự như OUT, IN cũng được xếp thành các IG ( group gồm 8 bit ) và IGH ( group half gồm 4 bit )

IN#(8)	IN#(7)	IN#(6)	IN#(5)	IN#(4)	IN#(3)	IN#(2)	IN#(1)
IGH#(2)				IGH#(1)			
IGH#(1)							

### 2.2.3. Lệnh WAIT.

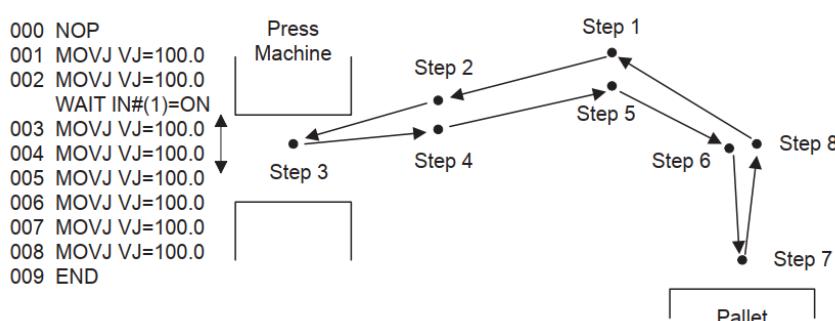
- ❖ Chức năng: Chờ tại step WAIT cho đến khi điều kiện được thoả mãn để chuyển sang step tiếp theo.



Hình 2.10. Cấu trúc câu lệnh WAIT.

#### ❖ Ví dụ minh họa

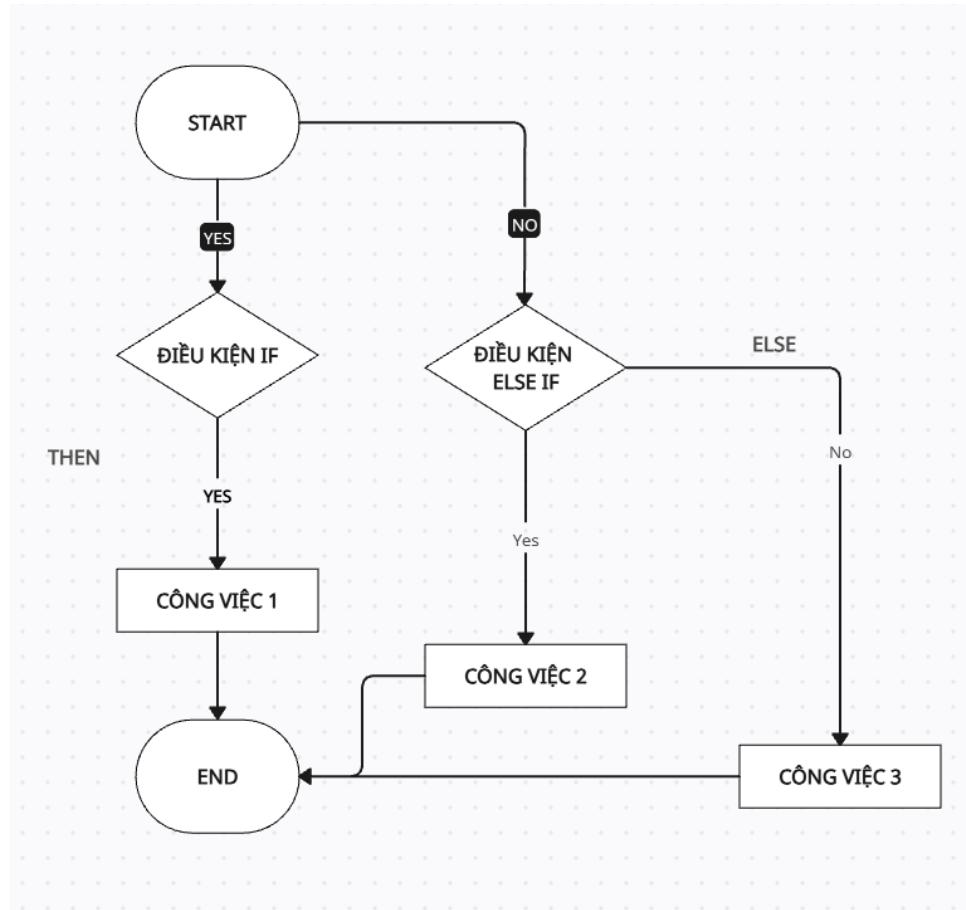
1. WAIT IN#(12) = ON // Chờ IN#(12) bật thì chuyển đến bước tiếp theo.
2. SET B000 5  
SET B002 16  
WAIT IG#(B000)=B002 T=3.000 // Chờ IG#(5) = 16 hoặc delay > 3s.
3. WAIT IGH#(2)=5 // IGH#(2) gồm IN#(8,7,6,5); 5 ( Hệ thập phân ) = 0101 ( Hệ nhị phân ) → Chờ IN#(7) và IN#(5) ON thì chuyển qua bước sau.
4. Ví dụ về một chương trình robot



- Máy dập được gán tín hiệu đầu vào IN#(1). Sau khi đến bước 2, robot phải chờ IN#(1) mở, khi đó robot mới được phép thực hiện bước 3.

### 2.2.4. Các điều kiện Logic ( IF THEN, ELSE IF, ELSE, END IF )

- ❖ IF ... THEN: Có thể xác định điều kiện logic đúng hoặc sai, thực hiện các câu lệnh THEN, có thể kết hợp với ELSE, ELSE IF.



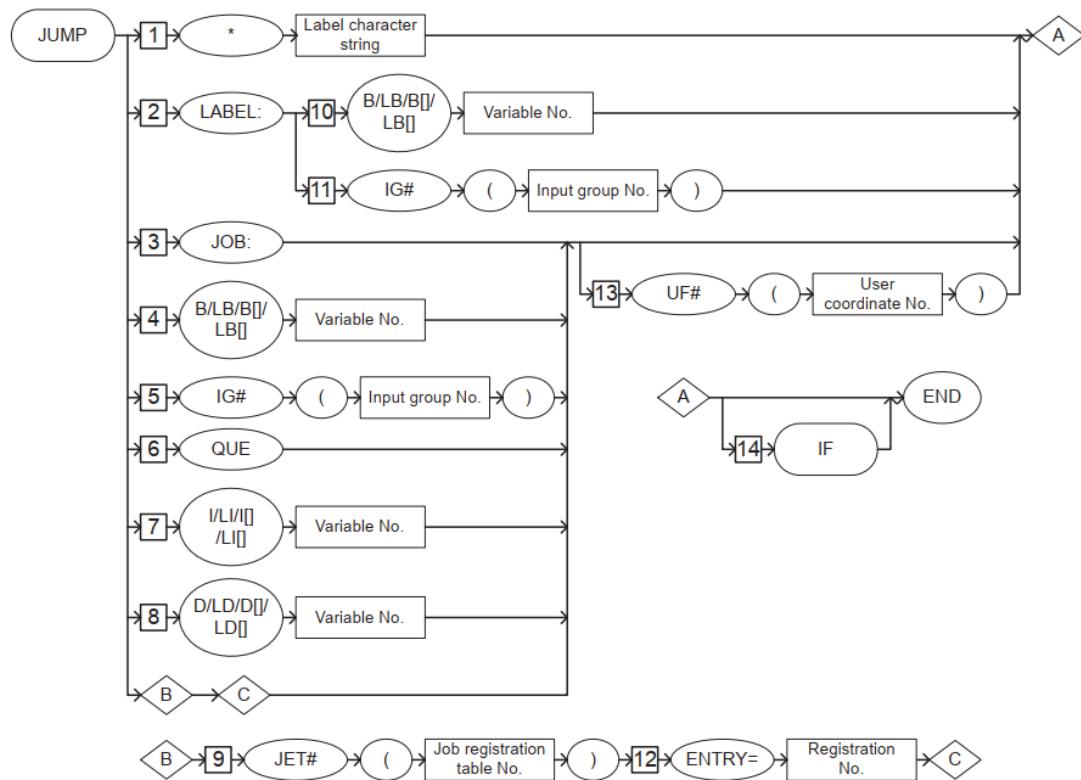
Hình 2.11. Lưu đồ thuật toán lệnh IF THEN.

- ❖ Ví dụ minh họa

1. IF ( B0011 = 9 ) THEN  
SET I0000 I0005 \* 60 // Nếu B0011 = 9 thì I0000 = I0005 \* 60.  
END IF
2. IF ( B0010 = 1 AND B0012 = 1 ) THEN  
DOUT#(5) OFF  
DOUT#(4) ON  
ELSE IF ( B0010 = 1 AND B001 = 2 ) THEN  
DOUT#(15) ON  
DOUT#(14) OFF  
END IF  
- Dựa vào các tín hiệu đầu vào để bật các tín hiệu đầu ra OT#() của robot.

### 2.2.5. Lệnh JUMP.

- ❖ Chức năng: Nhảy đến một Label hoặc một Job khi thoả mãn điều kiện.
- Câu lệnh JUMP nếu bắt đầu bằng “ \* ” hoặc “ LABEL “ thì sẽ nhảy về Label trong chương trình chứa câu lệnh đó.
- Câu lệnh JUMP không chứa “ \* ” hoặc “ LABEL “ thì sẽ nhảy về chương trình có tên trùng với giá trị của biến đó.



Hình 2.12. Cấu trúc câu lệnh JUMP.

#### ❖ Ví dụ minh họa.

1. JUMP \*1 // Nhảy tới \*1 .

\*1

MOVJ P0000 VJ=5.0

2. SET B0000 1

\*1

MOVJ P0000 VJ=5.0

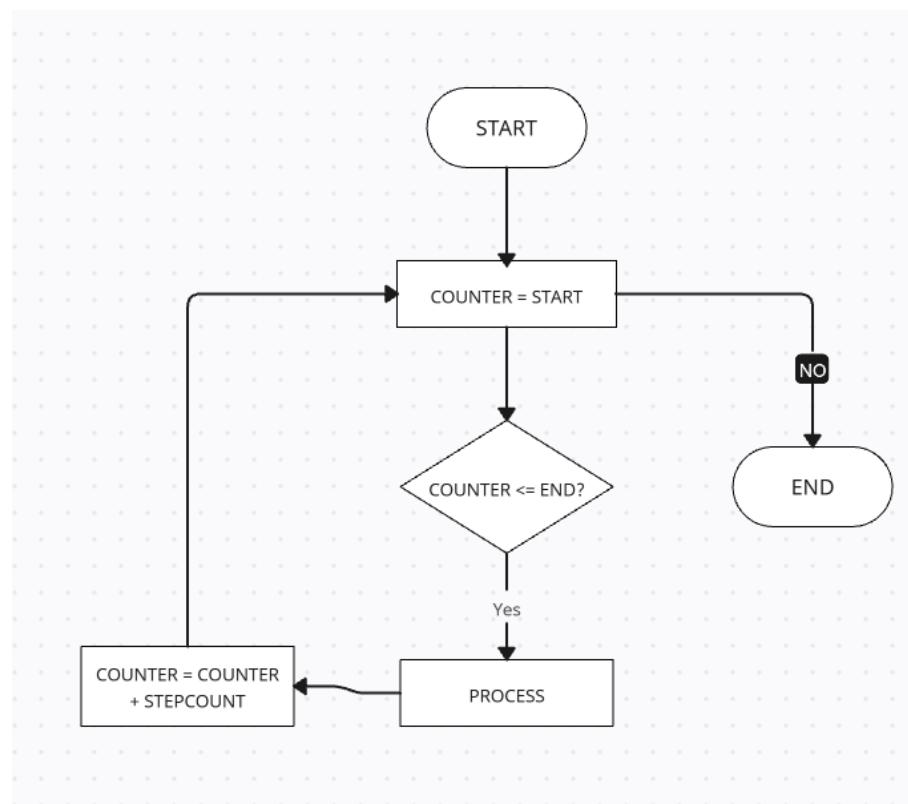
JUMP LABEL: B0000 // Nếu B0000 =1 thì nhảy tới \*1.

3. SET B0000 1

JUMP B0000 IF IN#(1) = ON // Nhảy về chương trình 1 nếu IN#(1) = ON.

### 2.2.6. Lệnh FOR ... NEXT

- ❖ Chức năng: Dùng để tạo vòng lặp với một điều kiện cho trước, sau khi thoả mãn điều kiện thì thoát ra khỏi vòng lặp đó.
- Câu lệnh này thường được ứng dụng cho các chương trình tạo điểm phụ của robot.
- ❖ Ví dụ minh họa
- Cho bài toán: Thực hiện vòng lặp với biến I0010 8 lần, nếu I0010 lớn hơn 8 thì thoát khỏi vòng lặp.



Hình 2.13. Lưu đồ thuật toán bài toán FOR.

- Chương trình minh họa

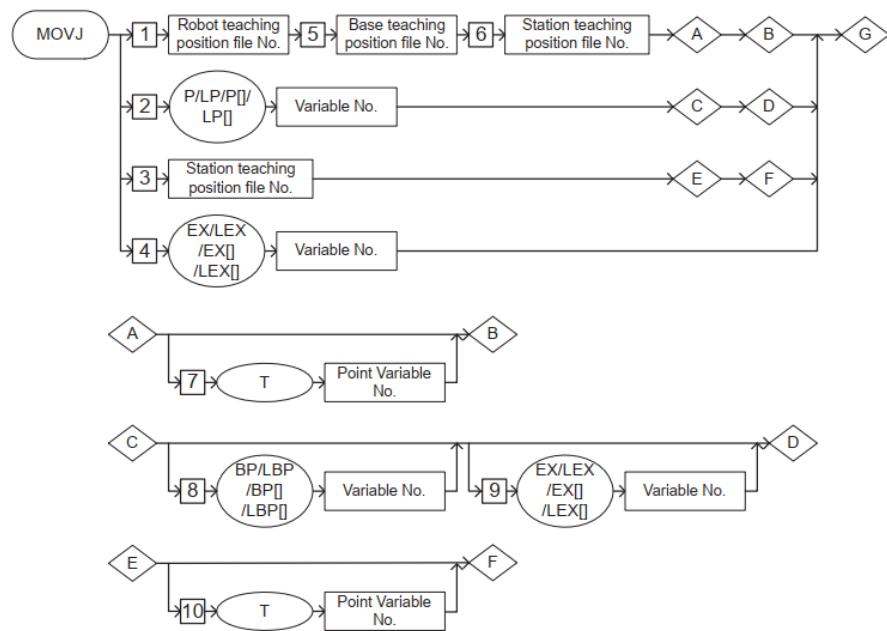
```

FOR I0010 = 0 TO 8      // Bắt đầu vòng lặp.
  TIMER T=1.0           // Bắt đầu chương trình.
  MOVJ P0000 VJ=5.0
  MOVL P0001 V=5.0
  TOOLON
  MOVL P0001 V=5.0
  MOVJ P0000 VJ=5.0
  TOOLOFF
NEXT I0010              // I0010 tăng lên 1, chương trình lặp lại.
  
```

- Nếu I0010 lớn hơn 8 thì kết thúc vòng lặp.

### 2.2.7. Lệnh MOVJ.

- ❖ Chức năng: Đây là lệnh di chuyển của robot, đối với lệnh này robot sẽ di chuyển nội suy 6 trục. Các trục sẽ đến điểm trong không gian cùng một thời điểm. MOVJ thường được dùng để di chuyển các khoảng cách lớn, không gian rộng mà không yêu cầu độ chính xác cao.



Hình 2.14. Cấu trúc câu lệnh MOVJ.

- ❖ Ví dụ minh họa

1. MOVJ P000 VJ=50.00

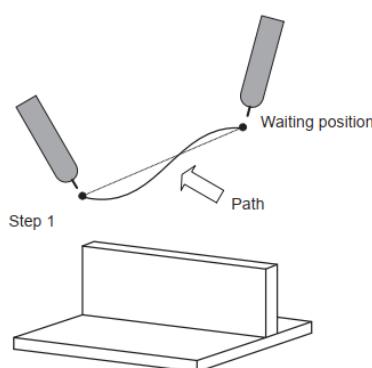
// Robot di chuyển nội suy với tốc độ 50% của tốc độ nội suy max.

2. SET B020 20

SET I0000 50

MOVJ P[B020] VJ=I0000

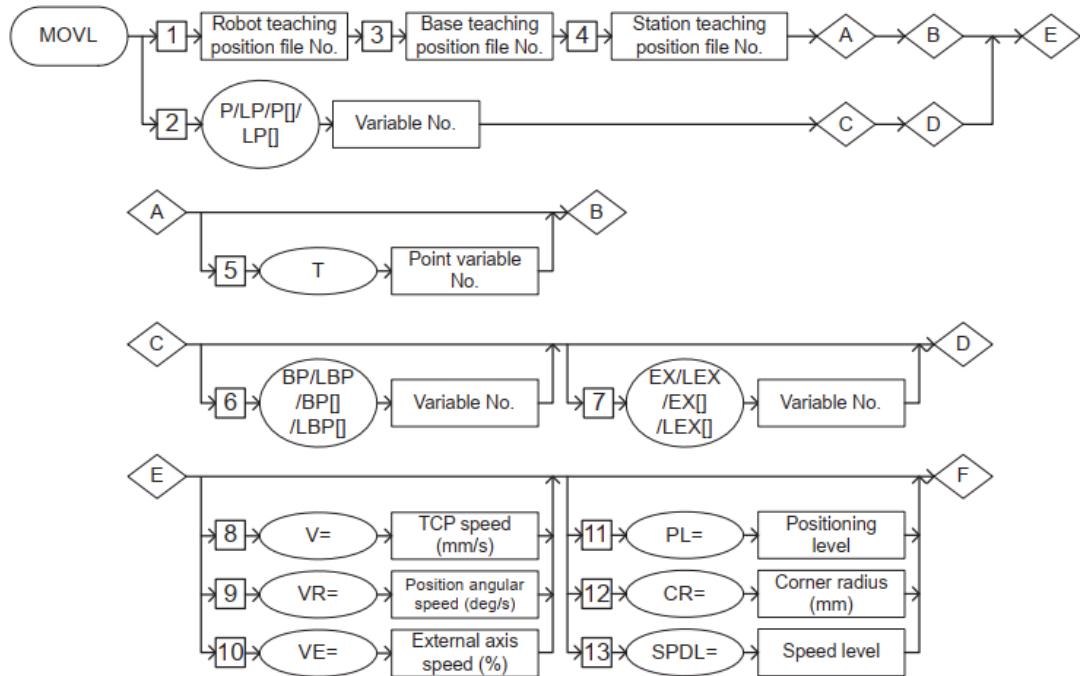
// Robot di chuyển đến vị trí P20 với tốc độ nội suy bằng 50% tốc độ nội suy max.



Hình 2.15. Mô phỏng di chuyển MOVJ

### 2.2.8. Lệnh MOVL.

- ❖ Chức năng: Đây là lệnh di chuyển của Robot, đối với lệnh này Robot sẽ di chuyển nội suy 6 trục theo một đường thẳng bắt đầu từ điểm di chuyển đến điểm kết thúc.
- Lệnh MOVL thường dùng trong không gian nhỏ, yêu cầu độ chính xác cao.



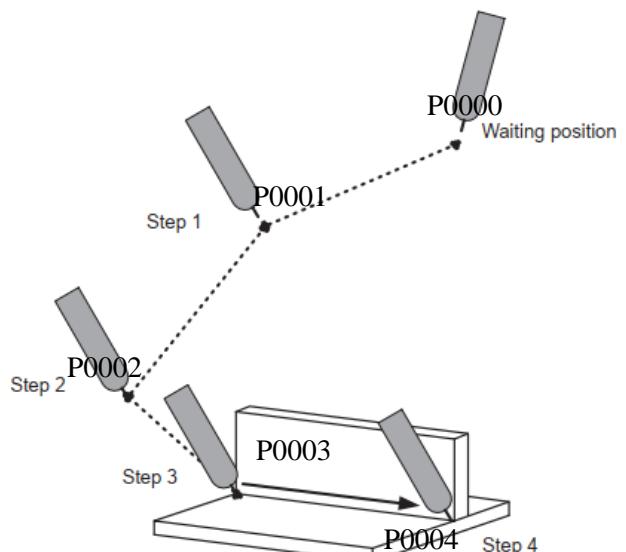
Hình 2.16. Cấu trúc câu lệnh MOVL.

#### ❖ Ví dụ minh họa

##### 1. NOP

```
MOVJ VJ=50.00 // Step1
MOVJ VJ=25.00 // Step 2
MOVJ VJ=12.50 //Step 3
MOVL V=138 // Step 4
```

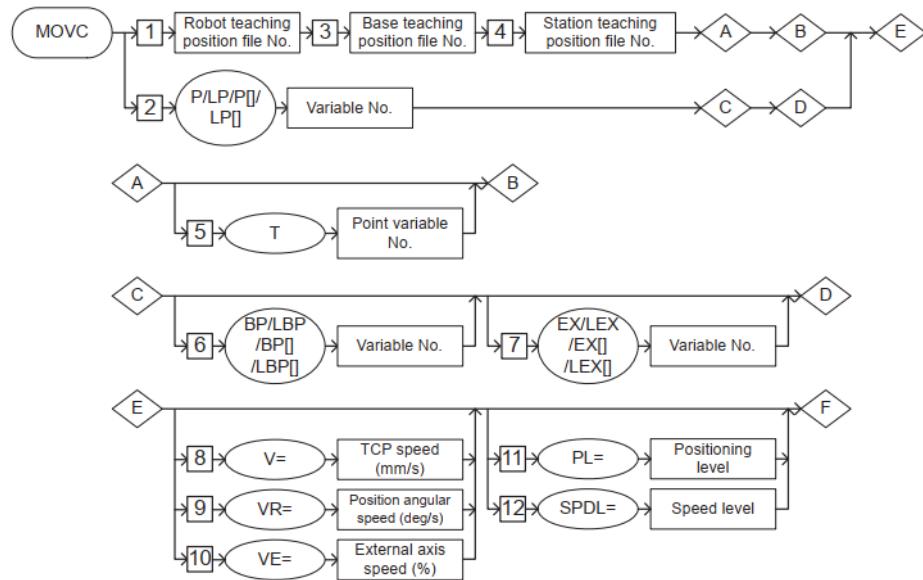
- Trong không gian giữa các điểm P0001 – P0003 là vùng không gian rộng, yêu cầu di chuyển nhanh bằng MOVL.
- Di chuyển từ P0003 – P0004 yêu cầu di chuyển chính xác theo đường thẳng trong không gian hẹp nên sử dụng MOVL với V = 138 cm/min.



Hình 2.17. Mô phỏng di chuyển MOVL

### 2.2.9. Lệnh MOVC.

- ❖ Chức năng: Đây là lệnh di chuyển của robot, đối với lệnh này, robot sẽ di chuyển nội suy 6 trục theo quỹ đạo cung tròn.



Hình 2.18. Cấu trúc câu lệnh MOVC

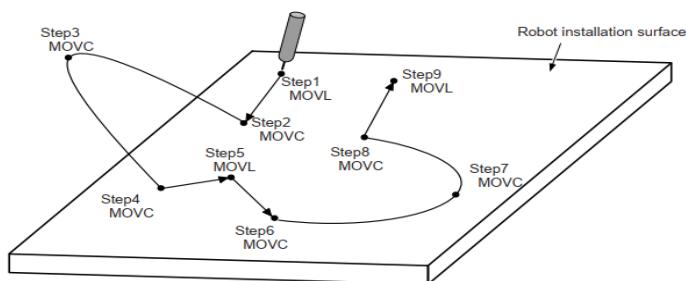
- ❖ Ví dụ minh họa

#### 1. NOP

```

MOVL V=138
MOVC V=138 COORD=1      //2
MOVC V=138 COORD=1 //3
MOVL V=138 COORD=1 //4
MOVL V=138
MOVC V=138 COORD=0 //6
MOVC V=138 COORD=0 //7
MOVC V=138 COORD=0 //8
MOVL V=138
  
```

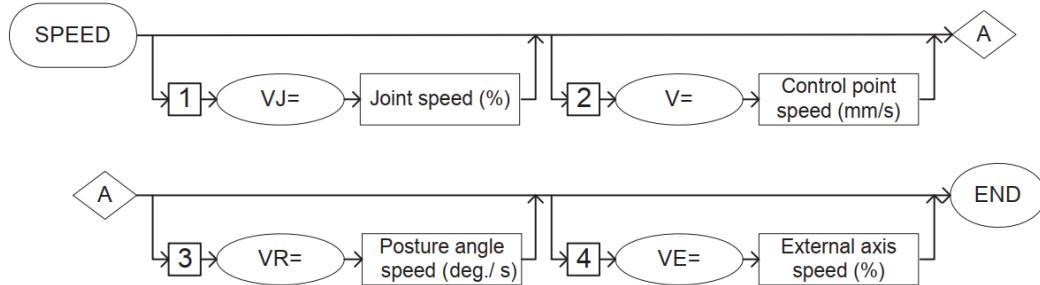
- Từ bước 2 – bước 4, robot di chuyển theo cung tròn.
- Từ bước 6 – bước 7, thực hiện di chuyển dựa trên bề mặt lắp đặt robot.



Hình 2.19. Mô phỏng di chuyển MOVC

### 2.2.10. SPEED

- ❖ Chức năng: Thiết lập tốc độ phát lại. Tay máy (manipulator) sẽ hoạt động theo tốc độ được chỉ định trong lệnh SPEED nếu lệnh di chuyển không chỉ định tốc độ riêng.



Hình 2.20. Cấu trúc câu lệnh SPEED

- ❖ Ý nghĩa các nhãn:

Bảng 2.3. Tốc độ di chuyển của Robot

STT	Loại	Giải thích	Chú thích
1	VJ = Tốc độ khớp.	Chỉ định tốc độ quay của các khớp tay robot, tính bằng % so với tốc độ tối đa của từng khớp.	Tốc độ: 0,01% - 100% Biến: B/B[]/LB/LB[] I/I[]/LI/LI[] D/D[]/LD/LD[] (Đơn vị 0.01%)
2	V = Tốc độ tuyến tính	Di chuyển đầu cuối của robot theo đường thẳng,	Biến: B/B[]/LB/LB[] I/I[]/LI/LI[] D/D[]/LD/LD[] (Đơn vị 0.1 mm/s)
3	VR = Tốc độ góc	Xác định tốc độ di chuyển theo cung tròn	Biến: B/B[]/LB/LB[] I/I[]/LI/LI[] D/D[]/LD/LD[] (Đơn vị 0.1 deg/s)
4	VE = Tốc độ điều khiển ngoài	Chủ yếu trong các hệ thống theo dõi đường, theo cảm biến hoặc điều khiển đồng bộ với thiết bị khác  Robot nhận tốc độ từ thiết bị ngoại vi hoặc cảm biến	Tốc độ: 0,01% - 100% Biến: B/B[]/LB/LB[] I/I[]/LI/LI[] D/D[]/LD/LD[]

		chứ không có định tốc độ nội bộ	(Đơn vị 0.01%)
--	--	------------------------------------	----------------

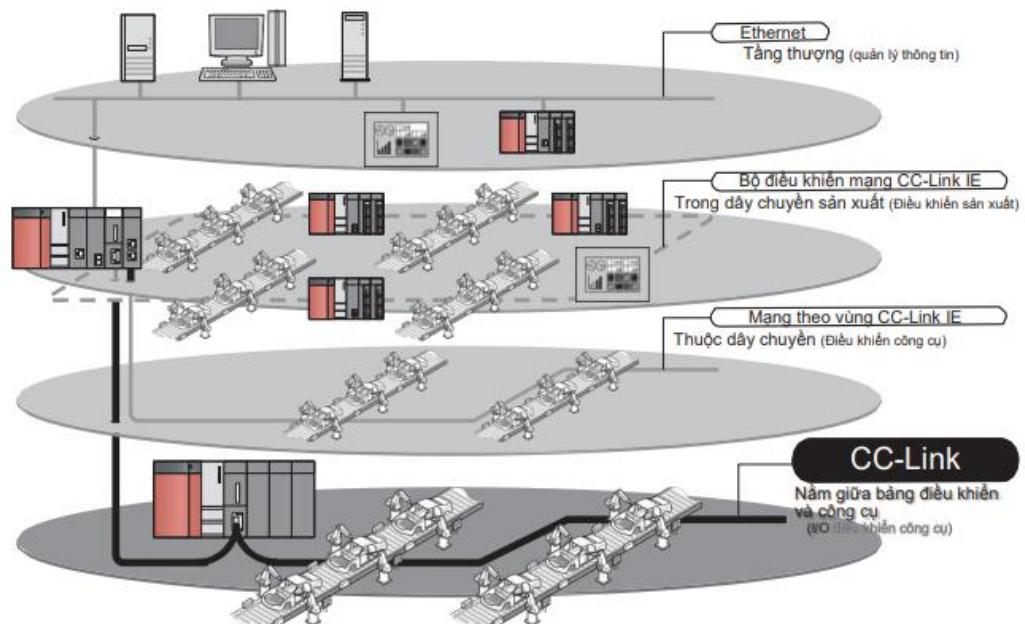
❖ Ví dụ minh họa.

- SPEED VJ=50.00 V=276 // Đặt tốc độ VJ = 50% và V = 276 cm/min  
MOVJ P0000  
MOVL P0001

## 2.3. Mạch CC-Links của Controller YRC1000 Micro

### 2.3.1. Tổng quan về CC-Link

CC-Link là một hệ thống bao gồm những mô đun riêng, ví dụ như mô đun I/O và mô đun chức năng thông minh, được kết nối thông qua cáp chuyên biệt, cho phép mô đun CPU kiểm soát các mô đun khác [1].



Hình 2.21. Tổng quan về mạng CC-Link

#### Ý nghĩa của mạng CC-Link

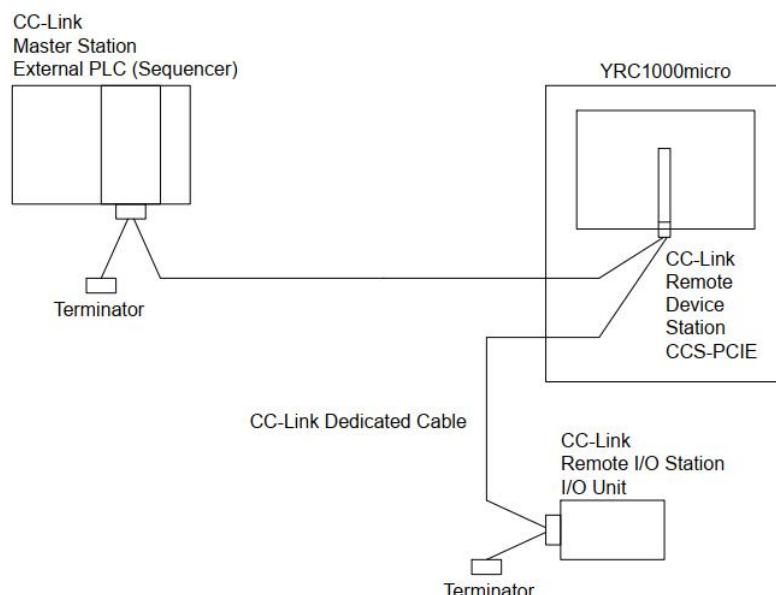
- Giao tiếp tốc độ cao thông tin bật/ tắt tín hiệu của I/O và các giá trị có thể được trao đổi một cách nhanh chóng ở tốc độ cao. Tính năng này cho phép cấu hình của nhiều hệ thống khác nhau.
- Hệ thống nối dây giản lược do mô đun có thể nằm trong các thiết bị lớn, như các băng chuyền hay máy móc, một hệ thống nối dây giản lược có thể được thực hiện.
- Đảm bảo tính kết nối liên tục của hệ thống. Vì chúng ta mắc nối tiếp nhau nên khi một thiết bị trên trạm bị lỗi thì cũng không ảnh hưởng đến các trạm còn lại. Trong trường hợp dây dẫn bị đứt thì tất cả các liên kết đều sẽ bị ngắt.

- Chức năng tự động phục hồi. Khi một đơn vị bị loại bỏ khỏi liên kết do vấn đề sụt nguồn phục hồi lại được trạng thái bình thường, nó sẽ tham gia trở lại vào liên kết dữ liệu một cách tự động.

### 2.3.2. Mạch CC-Link của Controller YRC1000 Micro

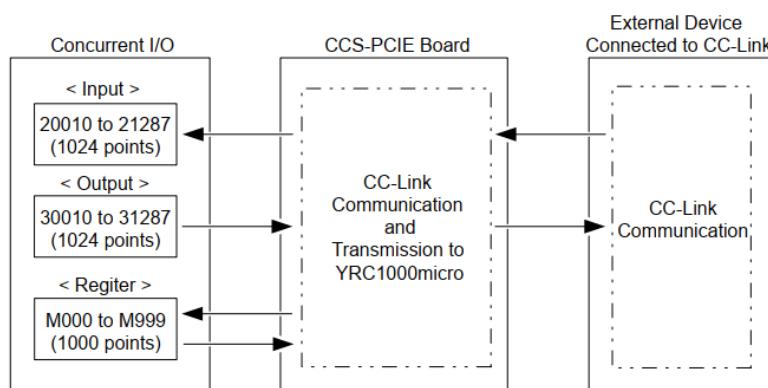
Mạch CC-Link của Controller YRC1000 Micro có tên là CCS-PCIE, đây là một board mạch mở rộng của Yaskawa. CCS-PCIE cung cấp phương thức truyền thông CC-Link cho phép kết nối tối đa 120 tín hiệu Input và 120 tín hiệu Output.

Khi tích hợp trong hệ thống, board CCS-PCIE cũng giống như các thiết bị chấp hành khác đóng vai trò là trạm Slave.



Hình 2.22. Tổng quan về kết nối CC-Link

Dữ liệu được truyền tự mạch CCS-PCIE vào bên trong YRC1000 Micro không chỉ là dữ liệu I/O từ thiết bị ngoài kết nối đến CC-Link mà còn là trạng thái của mạch CCS-PCIE.



Hình 2.23. Giao tiếp CC-Link

Do đó, bên trong YRC1000micro, có 8 điểm (1 byte) cho cả input và output được dành riêng cho trạng thái của bo mạch CCS-PCIE bên cạnh vùng dữ liệu số (digital data). Tuy nhiên, vùng output không thể sử dụng được.

- Dữ liệu truyền từ bo mạch CCS-PCIE sẽ được ánh xạ (phân bổ) vào các tín hiệu I/O ngoài của hệ thống Concurrent I/O và các thanh ghi M (M-registers).
- Khi chỉ có một bo CCS-PCIE được gắn thêm (chiếm 4 trạm CC-Link/lần) làm bo mạch I/O tùy chọn, phân bổ Concurrent I/O của mỗi bo mạch được thể hiện trong bảng sau.
- Thêm vào đó, bảng dưới đây trình bày phân bổ thanh ghi từ xa (remote register) của dữ liệu dạng word, khi cấu hình như sau:
  - Vùng thanh ghi từ xa đầu ra (RWw) được đặt bắt đầu từ M000
  - Vùng thanh ghi từ xa đầu vào (RWr) được đặt bắt đầu từ M016

Bảng 2.4. I/O CC-Link.

ASF30 (standard I/O)		Tín hiệu ngoài	Tín hiệu người dùng	Chú thích
I/O Input	20010 - 20017	Không	Dữ liệu Input	
	30010 - 30017	Không	Dữ liệu Output	
I/O Input	20020 - 20027	00020 - 00027 (IN0009 - IN0016)	Trạng thái board CCS- PCIE	
	20030 - 20037	00030 – 00037 (IN0017 - IN0024)	Input data(1)	
	20040 - 20047	00040 – 00047 (IN0025 - IN0032)	Input data(2)	
	...			
	20160 - 20167	00160 – 00167 (IN0121 - IN0128)	Input data(14)	
	CCS- PCIE	30020 - 30027	10020 – 10027 (OT0009 - OT0016)	Tín hiệu hệ thống
		30030 - 30037	10030 – 10037	Output data(1)

(CC-Link)	I/O Output		(OT0017 - OT0024)	
		30040 - 30047	10040 – 10047 (OT0025 - OT0032)	Output data(2)
		...		
	30160 - 30167	10160 – 10167 (OT0121 - OT0128)	Output data(14)	
	RWw	M000 – M015		Input word data (1 - 16 )
		RWr	M016 – M031	Input word data (1 - 16 )

Trạng thái của bo mạch (Board status) và các tín hiệu dành riêng cho hệ thống (System Reservation) không thể được phân bô như tín hiệu I/O. Ngoài ra, những dữ liệu này không thể truyền qua mạng CC-Link ( tức là không thể giao tiếp với PLC chính ).

## CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN VÀ THỰC NGHIỆM VẬN HÀNH HỆ THỐNG.

### 3.1. Cấu hình CCS-PCIE Board và I/O Module đối với Robot.

Thực hiện cài đặt theo các bước sau [5].

1. Bật nguồn điện trong khi đang giữ nút [ MAIN MENU ] trên Pendant.



Hình 3.1. Màn hình Main Menu hiện lên

2. Chọn SYSTEM → SECURITY → Chuyển về MANAGEMENT MODE.

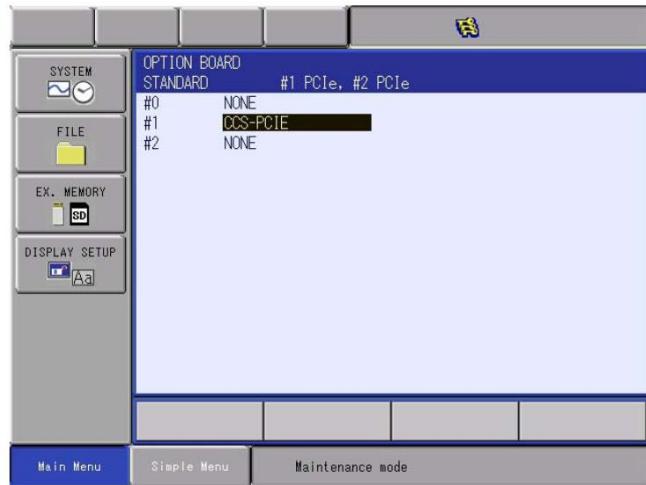
- Thiết lập bo mạch tùy chọn và mô-đun I/O trong chế độ quản lý. Trong chế độ vận hành và chế độ chỉnh sửa, các thiết lập chỉ mang tính tham khảo.

3. Tiếp theo, chọn SYSTEM → SETUP.



Hình 3.2. Màn hình SETUP hiện lên

4. Chọn OPTION BOARD.



Hình 3.3. Màn hình OPTION BOARD

5. Chọn CCS-PCIE và cài đặt theo nhu cầu sử dụng.



Hình 3.4. Cấu hình CCS-PCIE

Giải thích các mục cài đặt

- **CCS-PCIE**  
Chọn có sử dụng bo mạch CCS-PCIE hay không.
- **I/O SIZE**  
Hiển thị kích thước đầu vào/đầu ra để truyền và nhận dữ liệu.  
Giá trị hiển thị được tính toán tự động và không thể thay đổi trực tiếp tại đây.
- **MODE**  
Thiết lập chế độ hoạt động của CC-Link.  
Lựa chọn giữa các chế độ: REMOTE NET VER 1 và REMOTE NET VER 2.
- **OCCUPIED STATIONS**  
Thiết lập số lượng trạm chiếm dụng của CC-Link.  
Lựa chọn giữa: 1, 2, 3, hoặc 4 trạm chiếm dụng.

- EXTENDED CYCLIC

Thiết lập chu kỳ mở rộng của CC-Link.

- Nếu chọn REMOTE NET VER 1: cố định là 1 lần, không thể thay đổi.
- Nếu chọn REMOTE NET VER 2: chọn giữa 1 lần, 2 lần, 4 lần, hoặc 8 lần.

- STATION NUMBER

Thiết lập số trạm của CC-Link. Thiết lập thay đổi tùy theo số trạm chiếm dụng:

- 1 trạm chiếm dụng: từ 1 đến 64
- 2 trạm chiếm dụng: từ 1 đến 63
- 3 trạm chiếm dụng: từ 1 đến 62
- 4 trạm chiếm dụng: từ 1 đến 61

- COMMUNICATION SPEED

Thiết lập tốc độ truyền thông CC-Link.

Lựa chọn giữa các mức: 156k, 625k, 2.5M, 5M, 10M bps.

- REMOTE REGISTER

Thiết lập có phân bổ thanh ghi từ xa (remote register) của CC-Link cho thanh ghi M của YRC1000micro hay không.

- REMOTE REGISTER (RWw) ALLOC. : IN

Thiết lập địa chỉ bắt đầu của thanh ghi M trên YRC1000micro khi thanh ghi từ xa CC-Link (RWw) được phân bổ cho thanh ghi M.

Có thể sử dụng từ M000 đến M559.

Hãy thiết lập số đầu tiên của dải thanh ghi M.

(RWw) là dữ liệu được gửi từ trạm chủ (master station) đến trạm thiết bị từ xa (remote device station).

- REMOTE REGISTER (RWr) ALLOC. : OUT

Thiết lập địa chỉ bắt đầu của thanh ghi M trên YRC1000micro khi thanh ghi từ xa CC-Link (RWr) được phân bổ cho thanh ghi M.

Có thể sử dụng từ M000 đến M999.

Hãy thiết lập số đầu tiên của dải thanh ghi M.

(RWr) là dữ liệu được gửi từ trạm thiết bị từ xa (remote device station) đến trạm chủ (master station).

6. Nhấn ENTER để lưu cài đặt.



Hình 3.5. Lưu thiết lập board CCS-PCIE

- Sau khi lưu cấu hình cho CC-Link, màn hình sẽ chuyển sang màn hình I/O Module. Tại màn hình này sẽ hiển thị các Board đã được cấu hình.



Hình 3.6. Màn hình I/O Module

- ASF31 (NPN): Mạch GPIO thích hợp với mạch an toàn, mạch này chiếm 8 bit In và 8 bit Out.
- CCS-PCIE: Mạch CC-Link chiếm 24 bit In và 24 bit Out ( I/O size = 2 byte )
- DI/DO có thể được tìm thấy bằng cách sử dụng I/O size theo công thức sau:

$$\text{Điểm DI/DO} = (\text{I/O size}) \times 8 + 8$$

Trong đó, +8 là điểm I/O cho trạng thái.

- Nhấn ENTER → Modify để hoàn thành setup I/O Module. Sau đó, ta chuyển sang màn hình cấu hình External IO Allocation.



Hình 3.7. Màn hình External IO Setup

- Để cài đặt được, ta chuyển Allocation Mode → MANUAL.
- Tại đây, người dùng có thể cài đặt được địa chỉ bắt đầu truyền thông với PLC
  - External Input bắt đầu từ 20010 đến 21287 ( 1024 điểm )
  - External Output bắt đầu từ 30010 đến 31287 ( 1024 điểm )
- Ngoài các tín hiệu External, CCS-PCIE còn sử dụng 8 bit In/Out để báo cáo trạng thái hoạt động với CPU Robot mà người dùng không thể dùng.

EXTERNAL IO ALLOCATION(INPUT)					
ST#	CH	MAC ID	ADDR	BYTE	NAME
#20010	0	0	0	0	ASF31
#20020	16	0	254	0	1 CCS-PCIE
#20030	16	0	0	1	2 CCS-PCIE

EXTERNAL IO ALLOCATION(OUTPUT)					
ST#	CH	MAC ID	ADDR	BYTE	NAME
#30010	0	0	0	0	1 ASF31
#30020	16	0	254	0	1 CCS-PCIE
#30030	16	0	0	1	2 CCS-PCIE

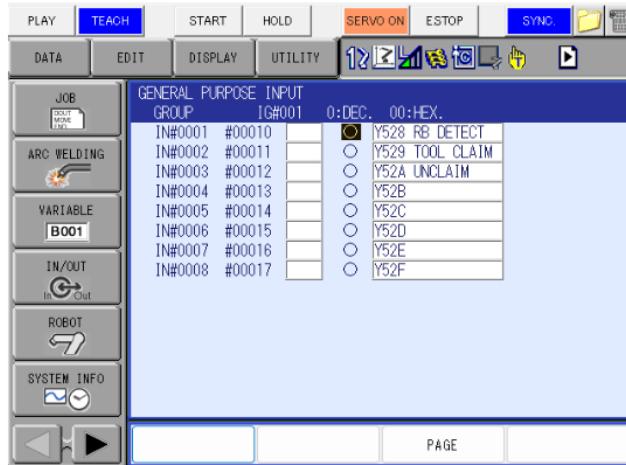
Hình 3.8. External Input/Output

### 3.2. General Purpose Input/ Output.

- Signals: Tín hiệu là một đại lượng vật lý chứa đựng thông tin hay dữ liệu có thể truyền đi xa và tách thông tin ra được.
- Signals robot Input/ Output: Là các tín hiệu mà robot nhận vào hoặc truyền đi trong quá trình phối hợp với các cơ cấu chấp hành riêng biệt thông qua các mạch truyền thông.  
VD: PLC, Conveyor, Sensor, ...
- Mục đích: Liên kết dữ liệu robot trong tổng thể thiết bị.

### 3.2.1. General Purpose Input.

- Trên Pendant, chọn Main Menu → IN/OUT → General Purpose Input.
- Đây thường là tín hiệu nội bộ của chương trình Robot, tín hiệu này không thể truyền thông trực tiếp với PLC mà thường được dùng làm đầu ra cho tín hiệu External Input ( Tín hiệu truyền thông trực tiếp với PLC ).
- Tương tự như PLC, tại chế độ Simulation, người dùng cũng có thể ON/OFF tín hiệu.



Hình 3.9. Cấu hình General Purpose Input

IN#000x sẽ được ánh xạ tới External Input #200xx, từ đó External Input mới giao tiếp được với PLC dựa vào các địa chỉ được nêu ở trên.

### 3.2.2. General Purpose Output.

- Trên Pendant, chọn Main Menu → IN/OUT → General Purpose Output.
- Đây thường là tín hiệu nội bộ của chương trình Robot, tín hiệu này không thể truyền thông trực tiếp với PLC mà thường được dùng làm đầu ra cho tín hiệu External Output ( Tín hiệu truyền thông trực tiếp với PLC ).
- Tương tự như PLC, tại chế độ Simulation, người dùng cũng có thể ON/OFF tín hiệu.

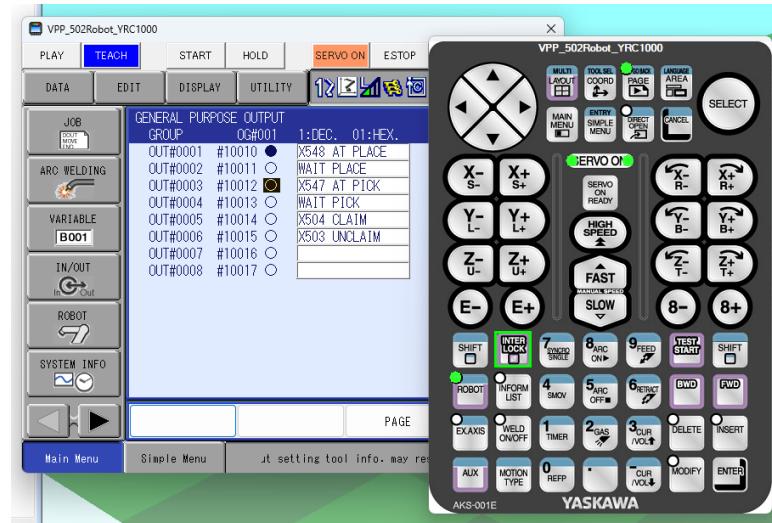


Hình 3.10. Cấu hình General Purpose Output

OUT#000x sẽ được ánh xạ tới External Output #300xx, từ đó External Input mới giao tiếp được với PLC dựa vào các địa chỉ được nêu ở trên.

### 3.2.3. Thao tác ON/OFF tín hiệu cưỡng chế.

- Trên Pendant, chọn Main Menu → IN/OUT → General Purpose Output. ( Không sử dụng được cho General Purpose Input ).
- Vặn chìa khoá Pendant về chế độ Teach.
- Trên màn hình General Purpose Output, sử dụng Pendant di chuyển con trỏ về phía chấm tròn.



Hình 3.11. Thao tác ON/OFF Output

- Sử dụng tổ hợp phím INTERLOCK + SELECT để thay đổi trạng thái tín hiệu. Tính năng này được dùng để test I/O interface hoặc chương trình robot.

## 3.3. Specific Input/ Output.

### 3.3.1. Specific Input.

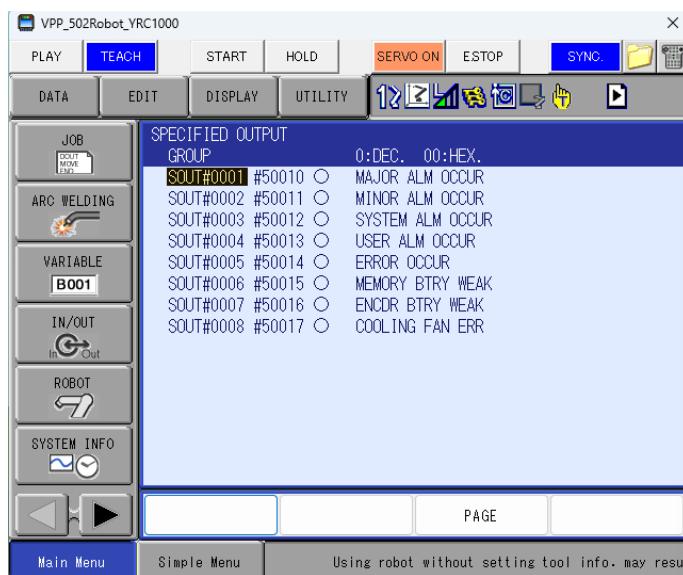
- Trên Pendant, chọn Main Menu → IN/OUT → Specific Input.
- Đây là các tín hiệu hệ thống Input đặc biệt của Robot, các tín hiệu này được sử dụng làm tín hiệu điều khiển Robot, được nhận từ PLC.
- Các tín hiệu này có thể là Servo ON, Reset Alarm, ...



Hình 3.12. Specific Input

### 3.3.2. Specific Output.

- Trên Pendant, chọn Main Menu → IN/OUT → Specific Output.
- Đây là các tín hiệu hệ thống Output đặc biệt của Robot, được dùng để theo dõi trạng thái của robot.
- Các tín hiệu này có thể là Alarm, Error Code, ...



Hình 3.13. Specific Output

### 3.4. Cấu hình CC-Link trên phần mềm GX Works2.

GX Works2 là phần mềm lập trình PLC của hãng Mitsubishi Electric, được thiết kế để hỗ trợ lập trình, giám sát và chẩn đoán các dòng PLC thuộc series MELSEC (như FX, L, Q series). Đây là phiên bản cải tiến từ phần mềm GX Developer trước đó, cung cấp giao diện hiện đại hơn và nhiều chức năng mạnh mẽ như:

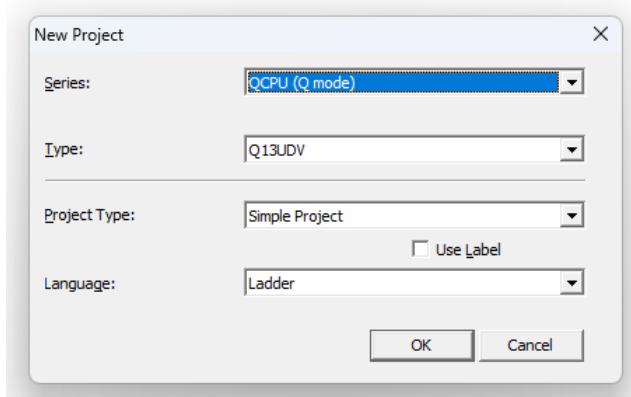
- Lập trình ladder (LD), instruction list (IL), và structured text (ST)

- Giả lập chương trình PLC (Simulation) không cần kết nối thiết bị thật
- Quản lý và cấu hình thiết bị dễ dàng với Project Tree
- Tích hợp công cụ chẩn đoán lỗi, theo dõi hoạt động PLC thời gian thực

Phần mềm này thường được sử dụng trong tự động hóa công nghiệp, giúp lập trình và điều khiển hệ thống máy móc một cách chính xác và linh hoạt.

#### 3.4.1. Tạo Project mới.

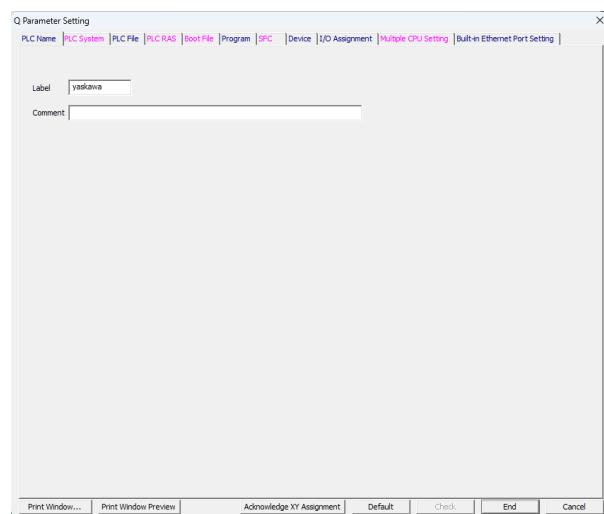
- Project → New → Chọn Q Series, PLC Type, ...



Hình 3.14. New Project

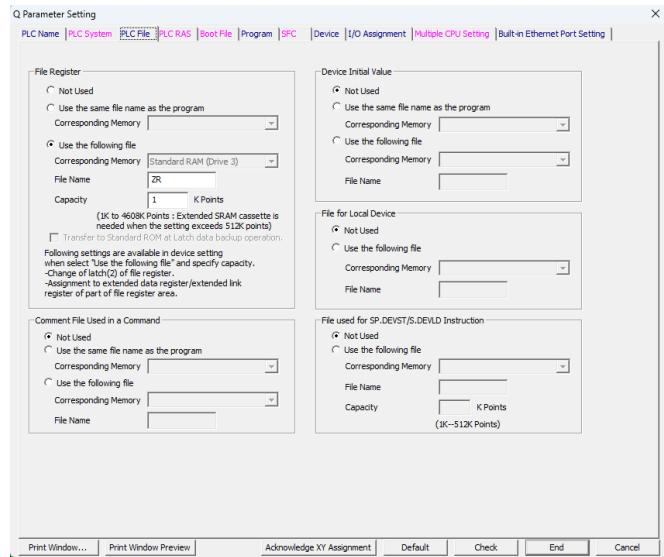
#### 3.4.2. Cấu hình CC-Link.

- ❖ Trong phần Parameter → PLC Parameter [2].
- Đặt tên PLC tùy ý ( Nếu cần ).



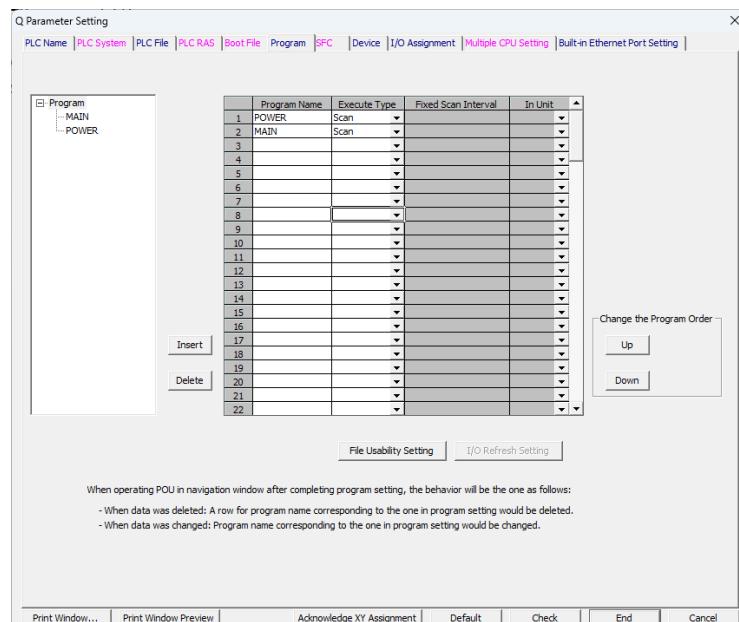
Hình 3.15. PLC Name

- Trong PLC File → File Register → Chọn Use the following file → File Name: ZR, Capacity = 1 ( K Point ).



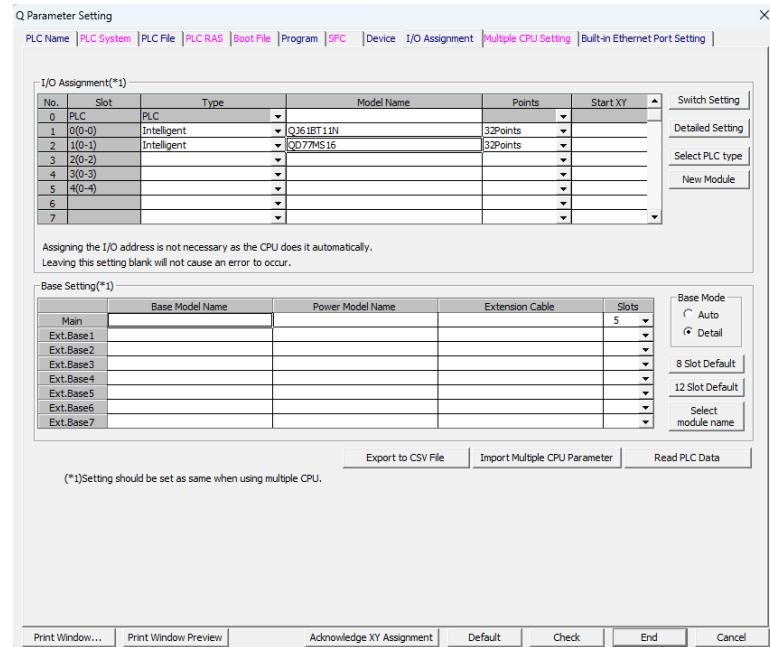
Hình 3.16. PLC File

- ZR là tên chuẩn trong Mitsubishi để đại diện cho File Register dạng mở rộng – dùng khi bạn muốn lưu trữ dữ liệu trong bộ nhớ mở rộng (ví dụ như RAM tiêu chuẩn Drive 3).
- Việc đặt tên này cho phép chương trình PLC truy cập dữ liệu thông qua các địa chỉ ZRxxx (ví dụ: ZR100, ZR200...). Trong chương trình này, chúng ta sử dụng các địa chỉ ZR10 và ZR12 để cài đặt tốc độ của Servo.
- Khi đã cấu hình File Register, Device sẽ tự động cập nhật cấu hình.
- Tiếp theo, đối với Program → Insert Program, Execute Type: Scan với mục đích quét lặp chương trình điều khiển liên tục, đảm bảo PLC vận hành logic theo thời gian thực.



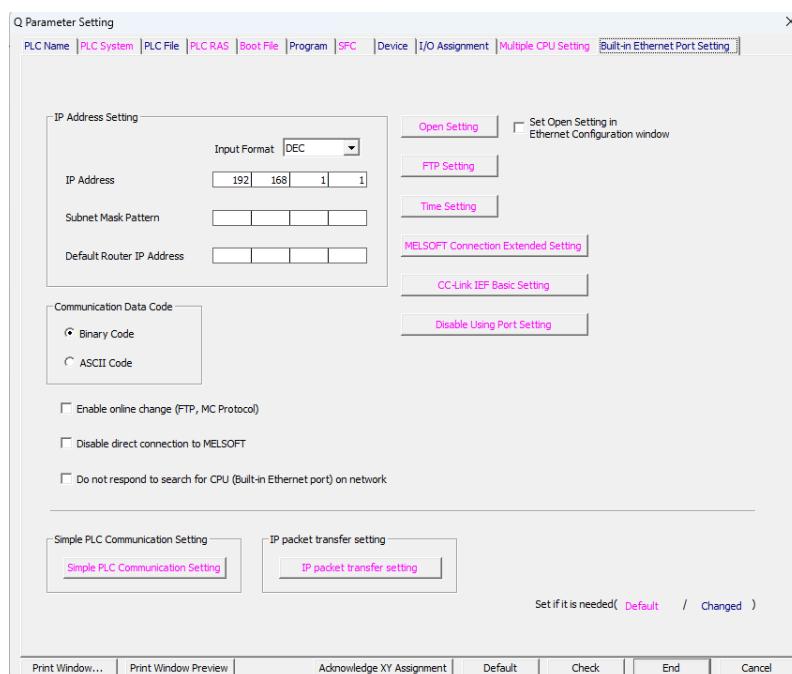
Hình 3.17. Program

- Trong I/O Assignment, kết nối máy tính và PLC thông qua cáp USB → Read PLC Data. Sau đó, các thiết bị kết nối sẽ tự động hiển thị, trong đó có Module QJ61BT11N và QD77MS16. Đặt các thiết bị là 32 Points.



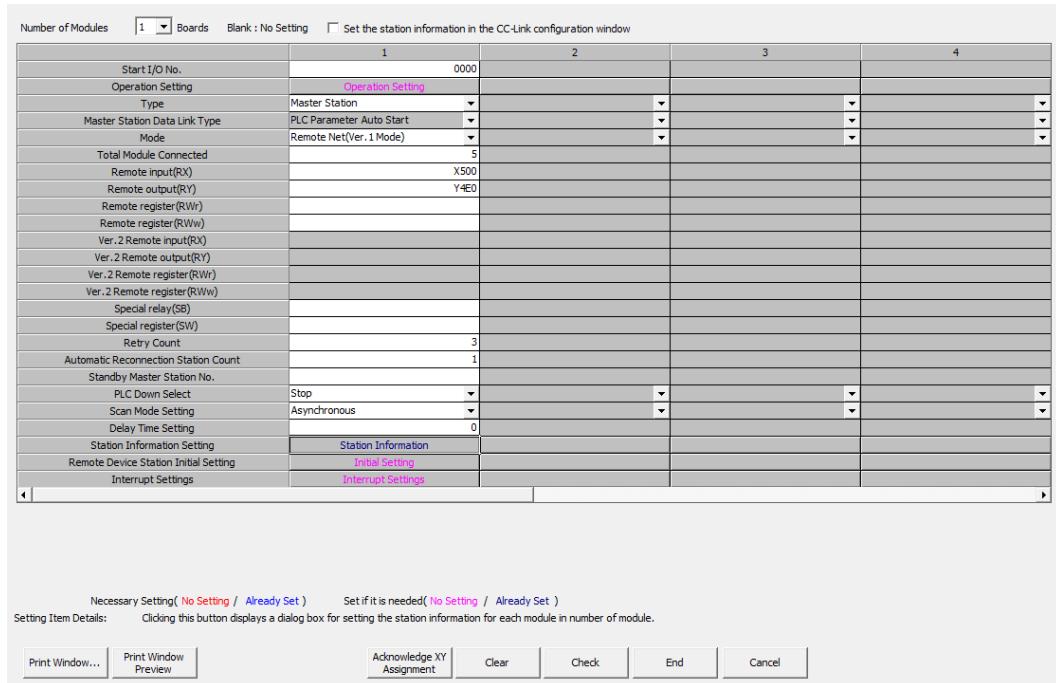
Hình 3.18. I/O Assignment

- Cuối cùng, cài đặt địa chỉ Ethernet để sử dụng kết nối thông qua Ethernet nếu không sử dụng cáp USB.



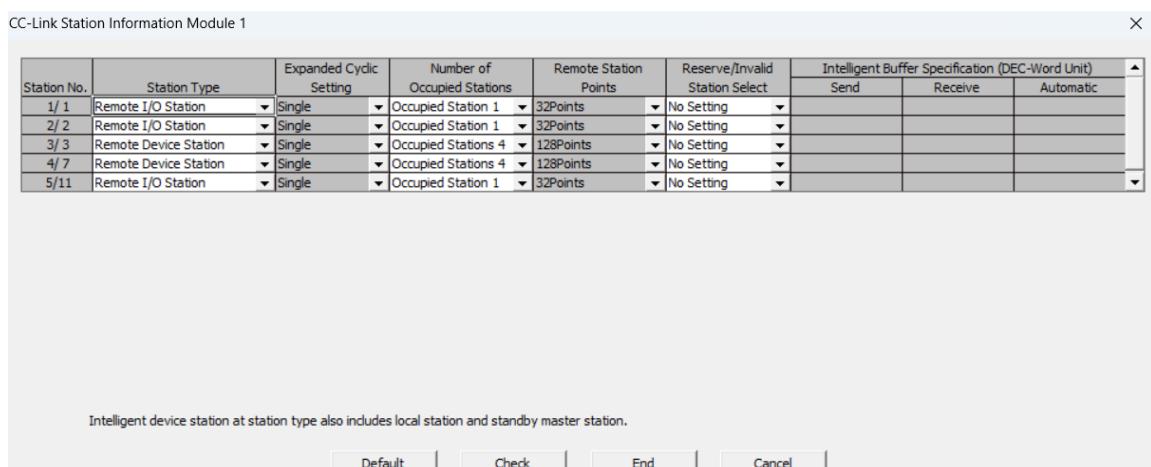
Hình 3.19. Built-in Ethernet Port Setting

- Nhấn CHECK ở cuối để kiểm tra và nhấn END để hoàn thiện cấu hình Parameter.
- ❖ Tiếp theo, trong phần Parameter → Network Parameter → CC-Link.
- Number of Modules = 1 Board, khi đó trạm 1 sẽ có thể chỉnh sửa, cài đặt như hình.



Hình 3.20. Network Parameter – CC-link

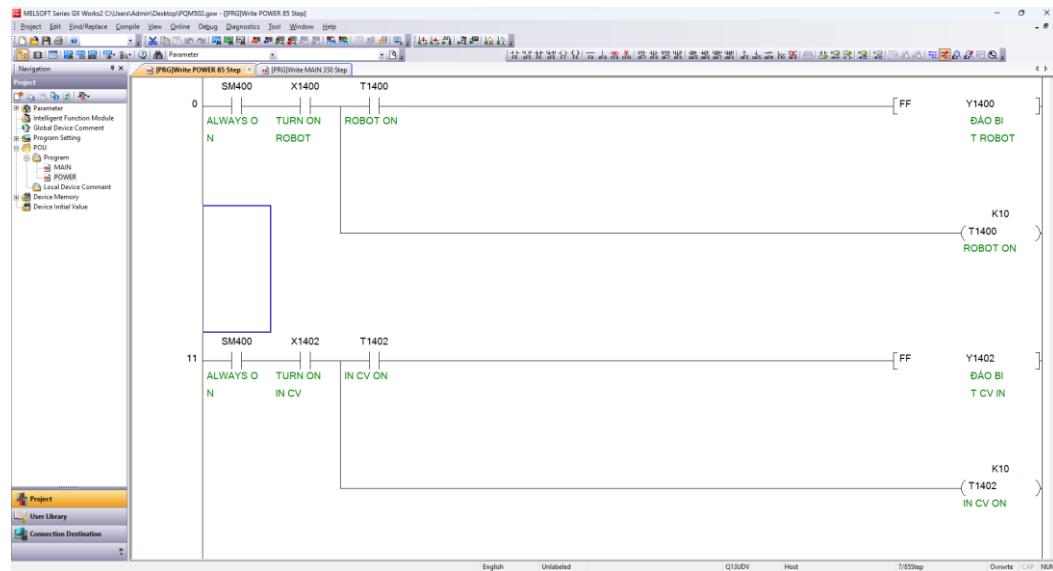
- Chọn Station Information, cấu hình Module 1 gồm 3 thiết bị Remote I/O Station và 2 thiết bị Remote Device Station ( Gồm Robot Yaskawa và Robot Hyundai ).



Hình 3.21. CC-Link Station Information

- Nhấn CHECK để kiểm tra lại hệ thống, nếu không có lỗi, nhấn END để hoàn thành cấu hình CC-Link cho phần mềm GX Works2.

### 3.5. Xây dựng chương trình PLC.



Hình 3.21. Xây dựng chương trình PLC.

INPUT	CHỨC NĂNG	OUTPUT	CHỨC NĂNG
X510	IN CV INPUT	Y51B	MAIN POWER
X511	IN CV OUTPUT	Y51D	ROBOT POWER
X512	OUT CV INPUT	Y51E	IN CV POWER
X513	OUT CV OUTPUT	Y51F	OUT CV POWER
X515	OUT CV DETECT	X54D	ROBOT GET SIGNAL
X518	IN CV DETECT	X54F	NO CARRIER
X50F	AUTO/MANUAL	Y50F	AUTO/MANUAL
X51C	POWER	Y50A	DOOR
X54C	TOOL CLAIM	Y502	TOOL CLAIM
X54D	TOOL UNCLAIM	Y503	TOOL UNCLAIM
X1014	OPEN DOOR	Y628	STOPPER 1 UP
X1021	START AUTO RUN	Y62A	STOPPER 1 DOWN
X1022	STOP AUTO RUN	Y629	STOPPER 2 UP
X1400	TURN ON ROBOT	Y62B	STOPPER 2 DOWN
X1402	TURN ON IN CV		
X1403	TURN ON OUT CV		

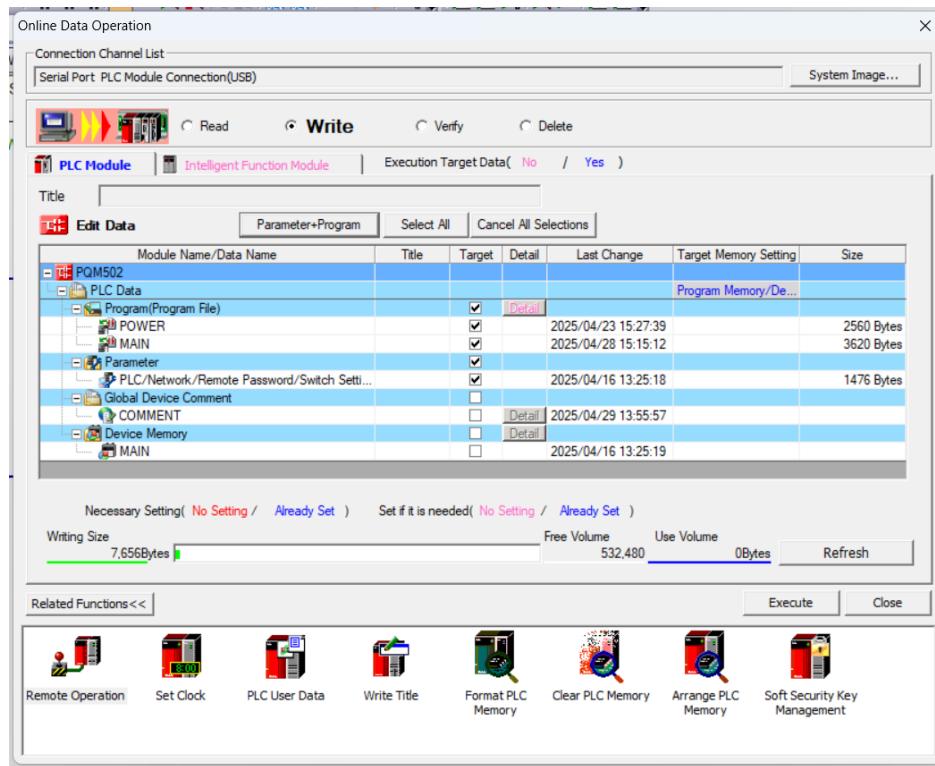
Hình 3.22. Địa chỉ IN/OUT của PLC.

Chu trình hoạt động chế độ AUTO:

- Nhấn nút START trên HMI, hệ thống bắt đầu vào chương trình chạy tự động.
- Nếu X511 OFF, X510 ON hoặc X518 ON, băng chuyền 1 sẽ chạy cho đến khi vật được đưa đến vị trí X510.
- X511 ON, STOPPER 1 nâng lên, ngăn không cho các vật khác vào vùng gấp, đồng thời Y52D ON, Robot nhận tín hiệu và di chuyển đèn gấp.
- Robot gấp vật 1, chuyển sang băng chuyền 2, STOPPER 1 hạ xuống, băng chuyền 1 đưa vật 2 đến vị trí X511, bật tín hiệu Y52D.
- Robot nhả vật 1, nhận tín hiệu Y52D, Robot quay lại băng chuyền 1 và gấp vật 2. Tương tự đối với vật 3.

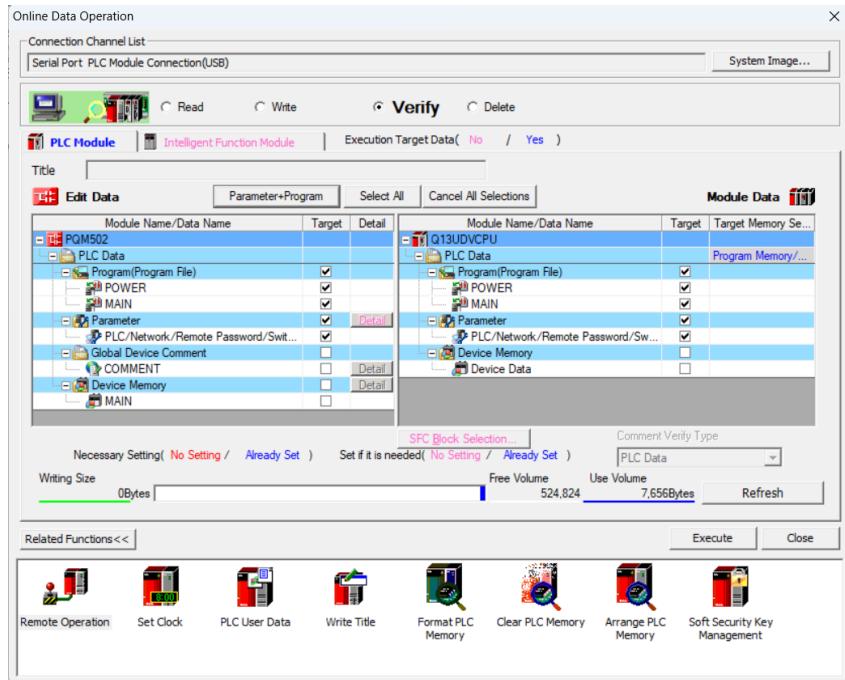
6. Khi X510 OFF, X511 OFF, X518 OFF, tín hiệu Y52F ON, Robot hoàn thành chương trình gấp và về HOME.

- Sau khi hoàn thiện chương trình, cắm cáp kết nối USB vào PLC.
- Trong phần Connection Destination → Connection 1 → Serial USB → OK
- Connection Test thành công, tiến hành nạp chương trình vào PLC.



Hình 3.23. Nạp chương trình vào PLC.

- Sau khi nạp xong, ngắt nguồn PLC tại tủ điện và bật lại để hoàn thành lưu chương trình vào bộ điều khiển.
- Chức năng Verify để kiểm tra chương trình được nạp có giống với chương trình của chúng ta lập trình trên phần mềm không. Để giám sát được các bước hoạt động thông qua phần mềm GX Works2 thì các file phải giống nhau, tránh việc không hiển thị chức năng của các đầu vào và đầu ra của PLC.



Hình 3.24. Verify chương trình PLC.

- Sau khi hoàn thành, một cửa sổ thông báo sẽ hiện lên và cho biết các file đã được nạp hay chưa.

Source Project Name	PQM502	Destination Project Name	in Q13UDV PLC																				
Source Data Name		Destination Data Name																					
Current Hierarchy	Verify Result List																						
<b>Verify Result List</b>																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Object Type</th> <th>Data(Verify Source)</th> <th>Data(Verify Destination)</th> <th>Verify Result</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>Program File</td><td>MAIN</td><td>MAIN</td><td>Match</td></tr> <tr> <td>2</td><td>Program File</td><td>POWER</td><td>POWER</td><td>Match</td></tr> <tr> <td>3</td><td>Parameter</td><td>PLC/Network</td><td>PLC/Network</td><td>Match</td></tr> </tbody> </table>				No.	Object Type	Data(Verify Source)	Data(Verify Destination)	Verify Result	1	Program File	MAIN	MAIN	Match	2	Program File	POWER	POWER	Match	3	Parameter	PLC/Network	PLC/Network	Match
No.	Object Type	Data(Verify Source)	Data(Verify Destination)	Verify Result																			
1	Program File	MAIN	MAIN	Match																			
2	Program File	POWER	POWER	Match																			
3	Parameter	PLC/Network	PLC/Network	Match																			

Hình 3.25. Kết quả Verify chương trình.

### ❖ Chương trình Robot.

1 NOP	11 MOVJ P004 VJ=5
2 *START	12 MOVL P005 V=50
3 JUMP *PICKPUT IF IN#(6) = ON	13 DOUT OT#(5) OFF //X54C
//Y52D	14 DOUT OT#(6) ON //X54D
4 JUMP *HOME IF IN#(8) = ON //Y52F	15 MOVL P004 V=50
5 *PICKPUT	16 JUMP *START
6 MOVJ P001 VJ=5	17 *HOME
7 MOVL P002 V=50	18 MOVJ P000 VJ =5
8 DOUT OT#(5) ON //X54C	19 JUMP *START
9 DOUT OT#(6) OFF //X54D	20 END
10 MOVL P002 V=50	

Giải thích chương trình.

- Sử dụng các \*LABEL để tạo một vòng lặp.
- Nếu IN#(6) ON thì nhảy tới \*PICKPUT, thực hiện xong chương trình trong \*PICKPUT thì nhảy về \*START để nhận tín hiệu mới.
- Nếu IN#(8) ON thì nhảy về \*HOME.
- Các điểm P000, P001, P002, P004, P005 là các điểm đã được teaching trước bằng bộ điều khiển Pendant.
- Các địa chỉ Y52D, Y52F, X54C, X54D là các địa chỉ của PLC được nối tới External IO của Robot và được ánh xạ vào các General Purpose IO.



Hình 3.26. Các điểm được dạy.

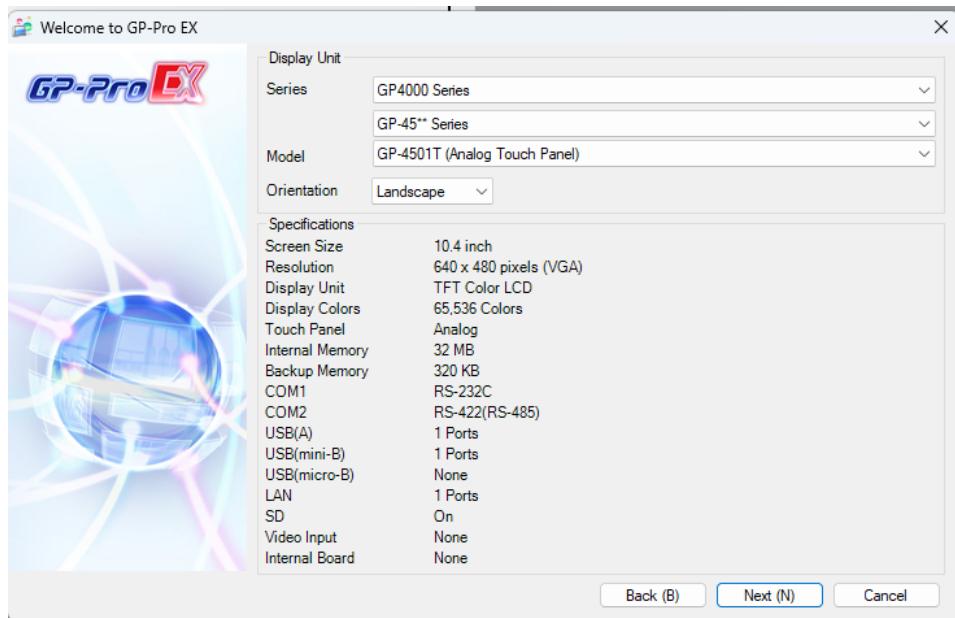
❖ Di chuyển giữa các điểm.

Để tránh việc Robot bị va đập với các thiết bị khác thì một quỹ đạo chuyên động của Robot được xây dựng như sau:

- Từ điểm \*HOME P000, Robot di chuyển nhanh đến P001, sau đó chuyển động theo đường thẳng đến P002, gấp vật và chuyển động theo đường thẳng quay lại P001.
- Robot di chuyển nhanh qua P004, di chuyển đường thẳng xuống P005 và quay lại P004, từ đó mới nhận tín hiệu mới, hoặc quay lại P001 thực hiện chu trình gấp mới hoặc về \*HOME.\

### 3.6. Thiết kế giao diện HMI trên phần mềm GP-Pro EX.

- Project ( F ) → New → Chọn dòng HMI như hình.

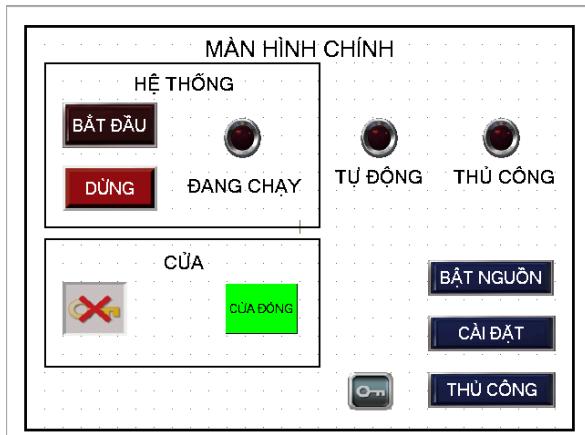


Hình 3.27. Cấu hình HMI.

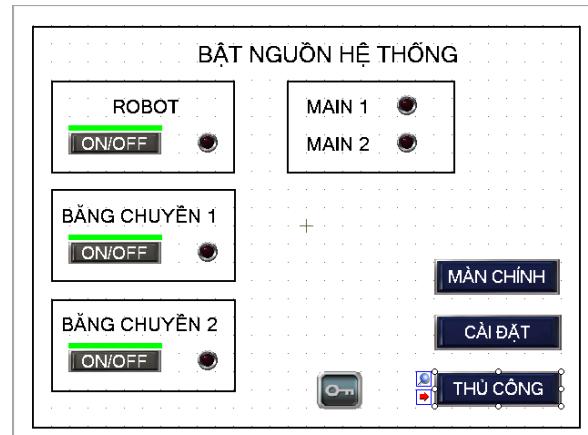
- Thiết kế giao diện.



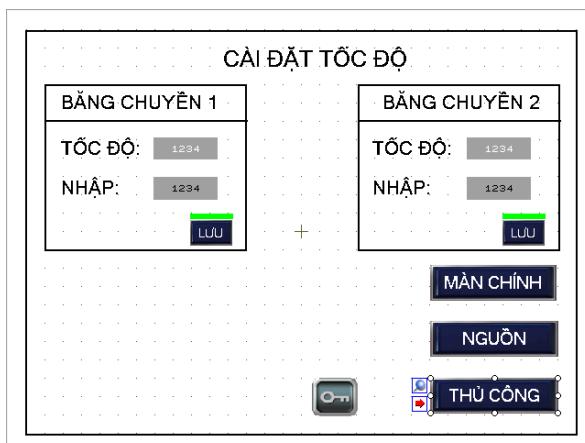
Hình 3.28. Màn hình đăng nhập.



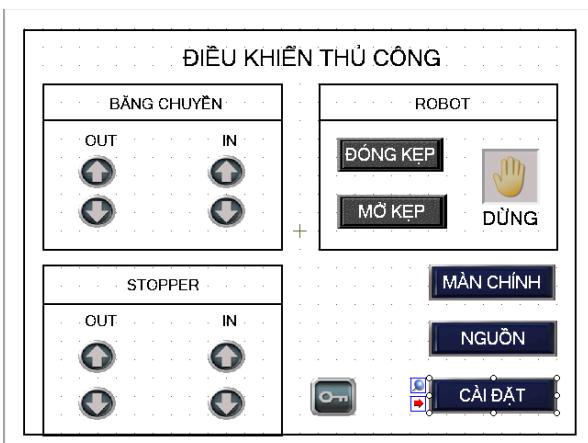
Hình 3.29. Màn hình vận hành.



Hình 3.30. Bật nguồn hệ thống.



Hình 3.31. Cài đặt tốc độ động cơ.



Hình 3.32. Chế độ điều khiển thủ công.

### 3.7. Vận hành hệ thống.

- Bật nguồn hệ thống tổng dưới tủ điện, khi đó thì ta mới bật nguồn các thiết bị riêng lẻ được.



Hình 3.33. Bật nguồn tổng.

- Nhấn nút Reset sau đó nút Power ON dưới màn hình HMI để bật nguồn hệ thống.
- Tại màn hình HMI, nhấn biểu tượng HOME trên màn hình để tiến hành đăng nhập. Sử dụng mật khẩu: “ 111 “.

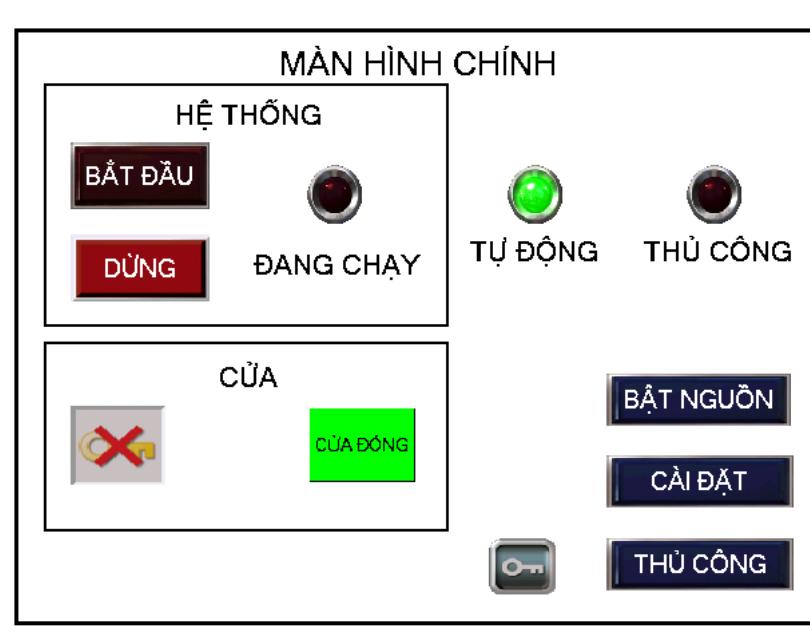
## CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN

### ROBOT YASKAWA



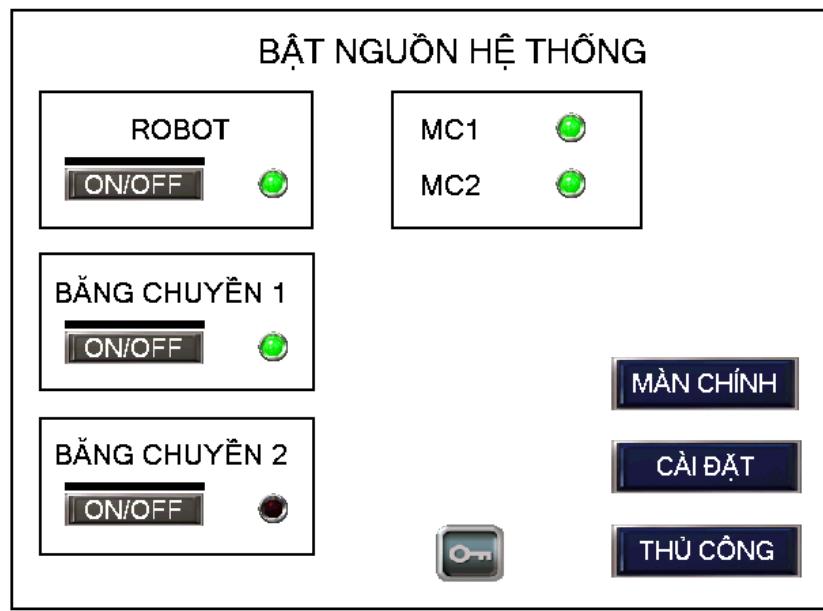
Hình 3.34. Đăng nhập hệ thống.

- Sau khi đã đăng nhập vào màn hình chính, tại đây, bấm nút “BẬT NGUỒN“ để chuyển sang cửa sổ bật nguồn cho các thiết bị.



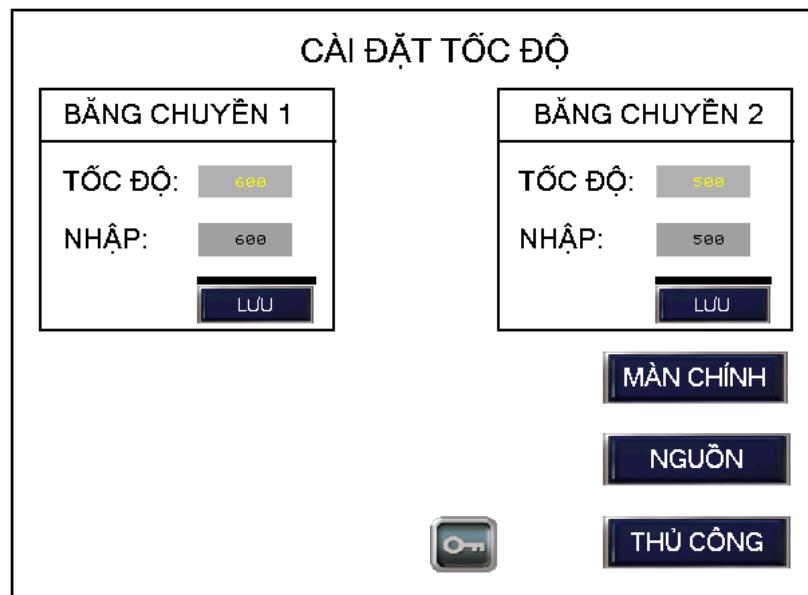
Hình 3.35. Màn hình chính.

- Tại cửa sổ “ BẬT NGUỒN “, các đèn bên cạnh biểu thị trạng thái của các nguồn đã và đang bật. Để hoàn tất việc bật nguồn từng thiết bị, nhấn giữ nút “ON/OFF” trong 1,5 giây, khi đèn báo sáng lên tức là nguồn của thiết bị đã được bật.



Hình 3.36. Bật nguồn thiết bị.

- Bấm nút “CÀI ĐẶT” để chuyển sang màn hình cài đặt tốc độ cho băng chuyền, nhập tốc độ mong muốn, nhấn giữ nút “LUU” trong 1,5 giây để tiến hành xác nhận lưu tốc độ.



Hình 3.37. Cài đặt tốc độ băng chuyền.



Hình 3.38. Hệ thống ở trạng thái ban đầu.

- Khi nhấn nút “BẮT ĐẦU” trên màn hình HMI và khoá ở trạng thái AUTO, hệ thống bắt đầu hoạt động tự động.



Hình 3.39. Robot ở vị trí chờ gấp.



Hình 3.40. Robot ở vị trí gấp.



Hình 3.41. Gấp vật qua vị trí nhả.



Hình 3.42. Robot nhả vật.

- Sau khi vật 1 được gấp lên, băng chuyền 1 sẽ tiếp tục chạy tự động, đẩy vật 2 đến vị trí gấp và băng chuyền dừng lại đợi gấp. Robot sau khi chuyển vật 1 sang băng tảng 2, tín hiệu từ băng tải 1 xác định còn vật cần gấp, Robot tiếp tục quay lại và vận chuyển vật 2.



Hình 3.43. Robot quay lại gấp vật 2.



Hình 3.44. Robot gấp vật 2.



Hình 3.45. Robot nhả vật 2.

- Tương tự, vật 3 di chuyển lên vị trí gấp, Robot quay lại gấp vật 3, đồng thời băng chuyền 2 đẩy vật 1 và vật 2 đã gấp lên vị trí bên trên.



Hình 3.46. Robot gấp vật 3.



Hình 3.47. Robot nhả vật 3.

- Sau khi vật 3 được gấp, cảm biến phát hiện không còn vật ở băng chuyền 1, Robot hoàn thành nhiệm vụ và di chuyển về vị trí Home.



Hình 3.48. Robot về Home.

- Vậy là một chu trình hoạt động đã được hoàn thành, để đảm bảo an toàn, tắt nguồn từng thiết bị sau đó ngắt nguồn hệ thống, chuyển tay máy về chế độ TEACH trên Pendant và nhấn nút EMO. Sau đó ta có thể nhấn nút mở cửa để đi vào khu vực làm việc để kiểm tra.

❖ Video thực nghiệm.



Hình 3.49. Video thực nghiệm.

## KẾT LUẬN

### Kết luận

Khóa luận “Nghiên cứu xây dựng chương trình điều khiển cho robot công nghiệp gấp thả vật (phục vụ đào tạo)“ đã tập trung nghiên cứu, mô phỏng và xây dựng chương trình điều khiển cho hệ thống robot công nghiệp kết nối với PLC thông qua mạng truyền thông CC-Link. Qua đây, khóa luận đã đạt được các kết quả chính sau:

1. Khóa luận đã giúp người thực hiện hiểu rõ và ứng dụng các lý thuyết cơ bản về robot công nghiệp và PLC trong môi trường sản xuất tự động. Bằng cách nghiên cứu các hệ thống điều khiển và truyền thông trong công nghiệp, người thực hiện đã nắm bắt được các phương pháp tối ưu hóa quy trình sản xuất thông qua robot và PLC.

2. Quá trình nghiên cứu và thực hiện cấu hình CC-Link giữa robot và PLC đã thành công. Việc thiết lập và kiểm tra giao thức truyền thông CC-Link giúp đảm bảo sự liên kết ổn định và hiệu quả giữa các thiết bị trong hệ thống, từ đó tối ưu hóa khả năng điều khiển và giám sát hệ thống robot trong môi trường sản xuất.

3. Mục tiêu xây dựng chương trình điều khiển robot đã được thực hiện với việc áp dụng ngôn ngữ lập trình INFORM. Chương trình này đảm bảo robot có thể thực hiện các thao tác như gấp, di chuyển và thả vật với độ chính xác cao. Các thuật toán điều khiển đã được tối ưu hóa để hoạt động hiệu quả, tránh các lỗi và đảm bảo sự ổn định trong quá trình vận hành.

4. Một trong những mục tiêu quan trọng là thực nghiệm và đánh giá sự hoạt động của hệ thống robot khi áp dụng chương trình điều khiển đã xây dựng. Hệ thống robot thực hiện các thao tác như đã lập trình, đồng thời có khả năng phản hồi tín hiệu chính xác từ PLC. Qua đó, cho thấy sự thành công của việc kết nối và điều khiển robot trong môi trường công nghiệp thực tế.

### Hướng phát triển trong tương lai

- Xây dựng hệ thống tối ưu hơn với tốc độ cao, chính xác hơn và có thể hoạt động với yêu cầu bài toán cao hơn.
- Kết hợp khả năng phân loại sản phẩm dựa theo khối lượng, chiều cao, màu sắc, ...

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu Tiếng Việt.

[1] MITSUBISHI ELECTRIC – Bộ điều khiển chuyển động dòng Q.

[2] MITSUBISHI ELECTRIC – Khóa học về CC-Link Dòng Q.

Tài liệu Tiếng Anh

[3] YASKAWA - DX100 OPTIONS INSTRUCTIONS FOR INFORM LANGUAGE.

[4] YASKAWA - YRC1000micro OPERATOR'S MANUAL FOR LADDER EDITOR.

[5] YASKAWA - YRC1000micro OPTIONS CC-Link COMMUNICATIONS FUNCTION INSTRUCTIONS FOR SST-CCS-PCIE MADE BY Molex, Inc.

[6] YASKAWA - YRC1000micro OPTIONS INSTRUCTIONS FOR Concurrent I/O.

Website

[7] <https://yaskawavietnam.vn/product/yaskawa-gp7/>

[8] <https://hungvietautomation.com/Dong-san-pham-robot-MOTOMAN- GP-cua-Yaskawa.html>

[9] <https://plcmitsubishi.com/q13udvcpu>

[10] <https://ple.vn/plchmi/schneider/hmi-proface-gp4000/pfxgp4501taa-detail.html>