NGHIÊN CỨU, ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT HỆ THỐNG SẢN XUẤT LINH HOẠT

Đặng Hữu Vĩnh, Bùi Văn Điệp,
Nguyễn Quang Thư, Đoàn Đức Trọng
Khoa Điện - Cơ, Trường Đại học Hải Phòng
Email: vinhdh@dhhp.edu.vn

Ngày nhận bài: 04/4/2023
Ngày PB đánh giá: 21/5/2023
Ngày duyệt đăng: 14/7/2023

TÓM TẮT: Việt Nam đang trong quá trình Công nghiệp hóa, hiện đại hóa toàn diện. Sản xuất linh hoạt trở thành xu hướng đối với các doanh nghiệp phát triển, đặc biệt là trong lĩnh vực sản xuất. Điều này đòi hỏi các nhà quản lý phải tìm cách để cải thiện hiệu quả công nghệ và năng suất lao động. Nghiên cứu này là một trong những phương pháp được sử dụng để tăng cường sự linh hoạt và hiệu quả của các quy trình sản xuất [1]. Bài báo này nghiên cứu điều khiển và giám sát hệ thống sản xuất linh hoạt ứng dụng trong các cơ sở đào tạo, các trung tâm dạy nghề hay các công ty, xí nghiệp muốn đào tạo đội ngũ thực hành, lập trình điều khiển và nghiên cứu khoa học. Nghiên cứu này phù hợp cho các trường và các cơ sở cần đào tạo về PLC nói riêng và lĩnh vực điều khiển công nghiệp nói chung [2, 3].

Từ khoá: Sản suất linh hoạt, Điều khiển & giám sát, FMS

RESEARCH ON CONTROLLING AND MONITORING THE FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEM

ABSTRACT: Vietnam is currently undergoing comprehensive industrialization and modernization. For developing enterprises especially in the manufacturing, flexible production has become a trend. As a result, managers have to find ways to improve technology efficiency and labor productivity. In order to enhance the flexibility and effectiveness of production processes, the research on controlling and monitoring flexible manufacturing system is one of useful methods [1]. The article focuses on

doing the research of controlling and monitoring flexible manufacturing system that is applied to training facilities, vocational training centers, companies and factories in training human resources, scientific researching and control programming such as PLC, industrial monitoring, etc… [2, 3].
Key words: Flexible manufacturing system, controlling and monitoring, FMS

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành công nghiệp đóng vai trò to lớn trong nền kinh tế quốc dân - là ngành sản xuất vật chất tạo ra khối lượng sản phẩm lớn cho xã hội và đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của con người. Tổ chức sản xuất theo dây chuyền có hiệu quả nhất với loại hình sản xuất lặp lại, thường được sử dụng để thiết lập luồng sản xuất sản phẩm thông suốt, nhịp nhàng, khối lượng lớn [4]. Mỗi đơn vị đầu ra đòi hỏi cùng một trình tự các thao tác từ đầu đến cuối. Các nơi làm việc và thiết bị thường được bố trí thành dòng nhằm thực hiện đúng trình tự các bước công việc đã được chuyên môn hóa và tiêu chuẩn hóa, có khả năng sắp xếp quá trình tương ứng với những đòi hỏi về công nghệ chế biến sản phẩm. Máy móc thiết bị có thể sắp đặt theo một đường cố định như các băng tải để nối liền giữa các hoạt động tác nghiệp với nhau, hình thành các dây chuyền [5, 6].

Khi thêm một bước mới vào quy trình sản xuất, các nhà quản lý thường phải hướng dẫn, đào tạo người lao động về bước mới đó. Tuy nhiên, robot và các hệ thống máy tính hoàn toàn có thể được lập trình để thực hiện các thao tác mới mà không cần qua đào tạo hay hướng dẫn, nhờ đó giúp quy trình sản xuất trở nên linh hoạt hơn.

Bài báo này nhóm tác giả hướng đến cách thức hoạt động của các dây chuyền thiết bị được dùng trong hệ thống sản xuất linh hoạt, đồng thời ứng dụng PLC vào việc điều khiển hệ thống, cũng như tìm hiểu rõ hơn về các hệ thống nhận dạng, các hệ thống băng chuyền, các hệ thống xi lanh khí nén.... [7, 8]. Nội dung bài báo cụ thể như sau: Sau phần mở đầu là phần tổng quan về nội dung nghiên cứu trình bày về hệ thống sản xuất linh hoạt và đề xuất mô hình nghiên cứu, thiết kế mạch điện và lập trình điều khiển hệ thống, xây dựng giao diện điều khiển và giám sát trên màn hình HMI, cuối cùng là kết luận.

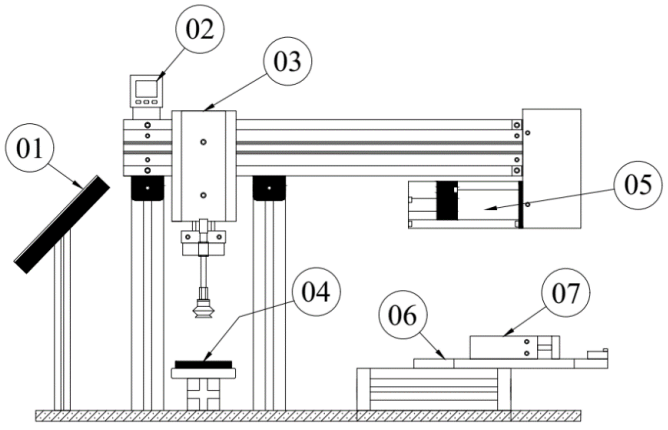
2. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

Mô hình sản xuất linh hoạt FMS (Flexible Manufacturing System) là một hệ thống sản xuất được điều khiển tự động bằng máy tính, có khả năng thay đổi chương trình điều khiển và sản phẩm một cách linh hoạt trong quá trình sản xuất. Hệ thống này bao gồm nhóm những thiết bị sản xuất, được lắp đặt thành một chuỗi, được nối bởi những thiết bị vận chuyển và xử lý vật liệu. Hệ thống này giúp tăng năng suất và giảm chi phí sản xuất [1]. Chính vì điều này mà hiện nay hệ thống sản xuất linh hoạt đang rất được quan tâm phát triển không chỉ ở Việt Nam mà còn trên thế giới như công trình của nhóm tác giả Abdulziz M. El-Tamimi, Mustufa H. Abidi, S. Hammad Mian, Javed Aalam năm 2011 nghiên cứu về mạng Petri để đo lường và phân tích hiệu suất của FMS trong đó có mô phỏng và đánh giá trên phần mềm Matlab [9].

Gần đây nhất năm 2020 nhóm tác giả người Ru-ma-ni Adriana Florescu, Sorin Adrian Barabas còn nghiên cứu hướng tới thuật toán mô phỏng và phân tích các tham số hiện tại và dự đoán tương lai cho hệ thống FMS [10].

Với mong muốn của nhóm tác giả làm sao để người học có thể bắt kịp với công nghệ của thế giới một cách nhanh nhất góp phần vào sự phát triển của nền công nghiệp trong nước. Nhóm tác giả đã đề xuất xây dựng hệ thống sản xuất linh hoạt để nghiên cứu phát triển. Hệ thống mô phỏng quá trình sản xuất công nghiệp theo quy trình từ khâu cấp phôi đầu vào đến khâu gia công đóng gói sản phẩm, nghiên cứu được chia làm 3 công đoạn như sau:

a. Công đoạn 1: Công đoạn cấp phôi



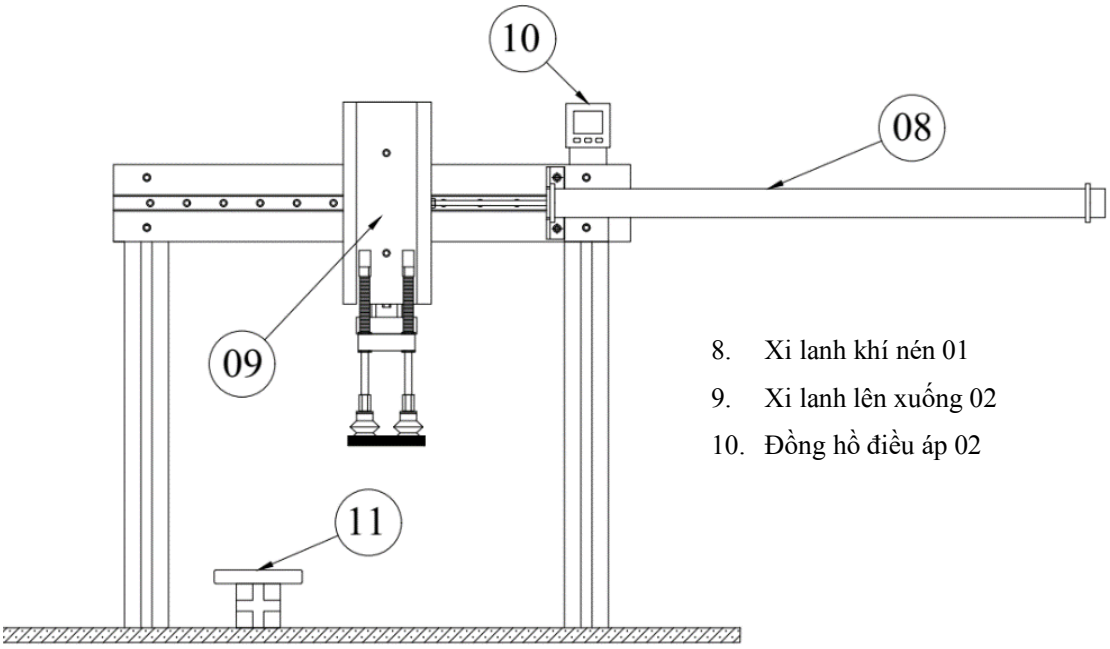
1. Màn hình HMI
2. Đồng hồ áp suất 01
3. Xi lanh lên xuống 01
4. Khay cấp phôi
5. Động cơ Secvo
6. Xi lanh quay
7. Xi lanh đẩy 01

Hình 1: Công đoạn 01 cấp phôi

Trong công đoạn cấp phôi khi hệ thống ở trạng thái sẵn sàng hoạt động Nhấn nút START trên màn hình HMI GOT 1000 để hệ thống chạy ở chế độ tự động. Trước tiên, phải có phôi đặt sẵn trên khay phôi, Xi lanh lên xuống 01 sẽ di chuyển xuống để hút vật. Phôi được xi lanh lên xuống 01 di chuyển tới vùng tác động của cảm biến hành trình, xi lanh lên xuống 01 di chuyển lên và xi lanh quay góc 90 độ để đưa vật sang xi lanh lên xuống 02 để tiếp tục chu trình sản xuất tiếp theo.

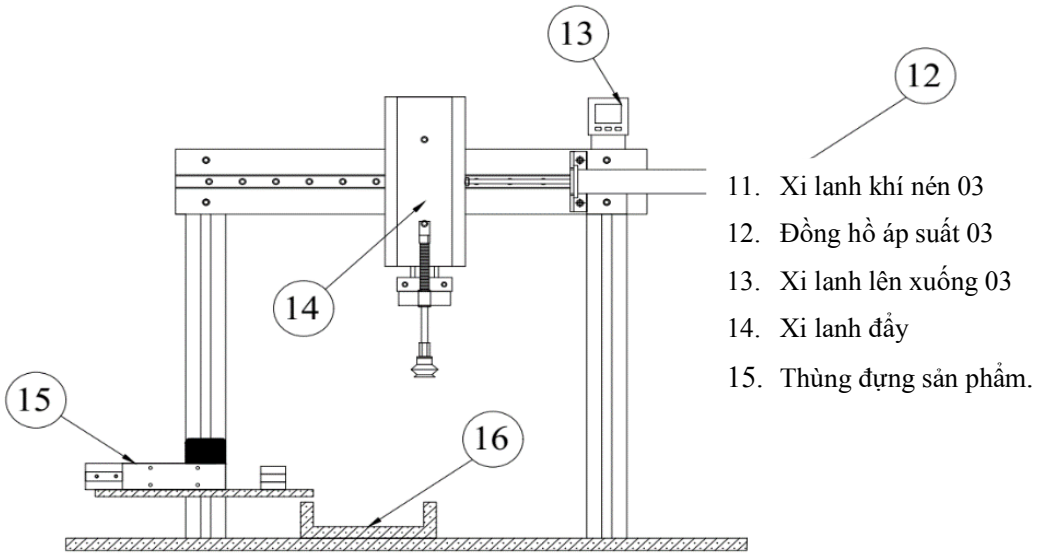
b. Công đoạn 2: Công đoạn di chuyển phôi

Công đoạn 02 thực hiện quá trình di chuyển phôi, xi lanh lên xuống 02 sẽ di chuyển xuống để hút vật lên. Xi lanh khí nén 01 di chuyển hết hành trình dừng lại, xi lanh lên xuống 02 nhả sản phẩm xuống khay chứa. Khi xi lanh lên xuống 02 thực hiện chu trình xong thì trở về vị trí ban đầu dừng lại tiếp tục nhiệm vụ tiếp theo.



Hình 2: Công đoạn 02 di chuyển phôi phôi

c. Công đoạn 3: Công đoạn đóng gói

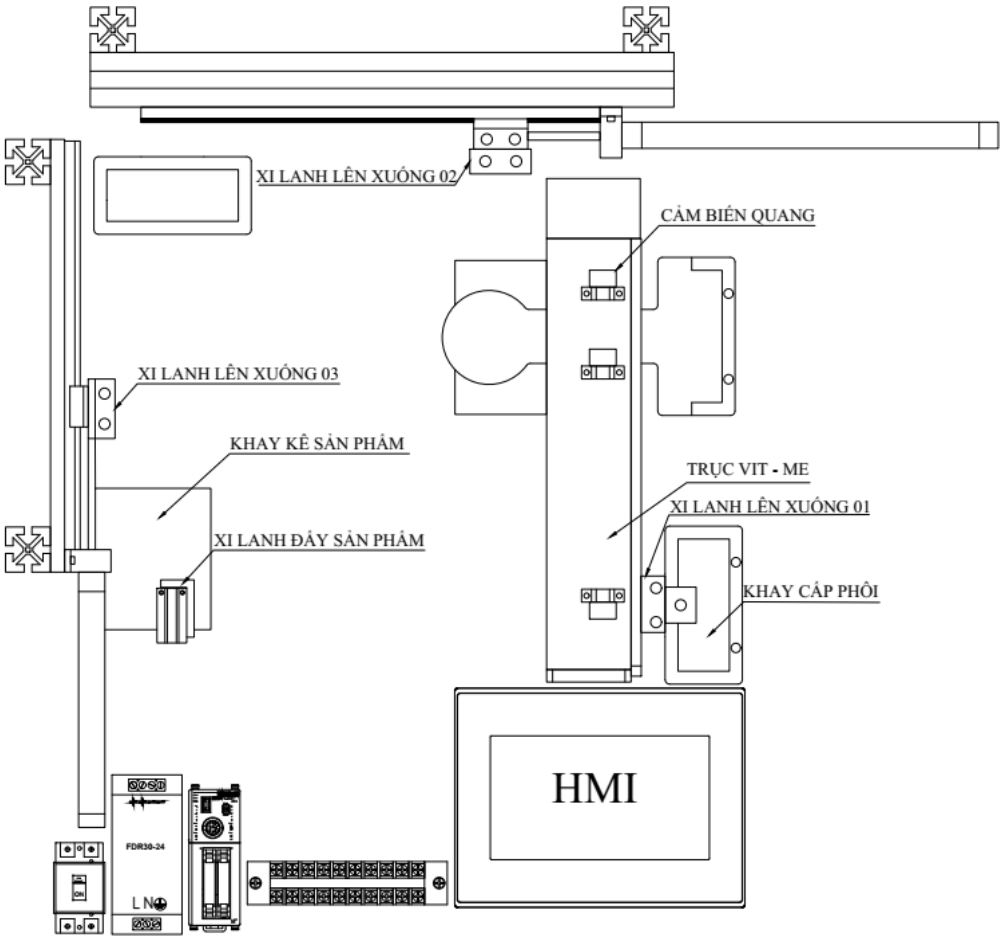


Hình 3: Công đoạn 03 công đoạn đóng gói sản phẩm

Công đoạn 03 đóng gói sản phẩm. Khi sản phẩm hoàn thành, cảm biến trên khay báo đã có sản phẩm xi lanh khí nén 03 hoạt động. Xi lanh lên xuống 03 sẽ di chuyển xuống để hút sản phẩm. Sau đó di chuyển sang vị trí đóng gói sản phẩm. Sản phẩm được đẩy vào khay nhờ có xi lanh đẩy. Kết thúc một chu trình sản xuất từ cấp phôi đến đóng gói sản phẩm.

Khi nhấn nút STOP, hệ thống sẽ dừng lại ở cuối chu trình. Muốn hoạt động tiếp người vận hành lại nhấn nút Start, thực hiện những khâu còn lại cho tới hết chu trình và chuyển sang chế độ tự động để hệ thống tự động hoạt động trở lại.

d. Hệ thống ghép nối ba công đoạn



Hình 4: Hệ thống sản xuất linh hoạt

Hệ thống hoàn thiện là mô hình ghép nối cả 3 công đoạn thành hệ thống sản xuất linh hoạt hoàn chỉnh, hết công đoạn 01, sang công đoạn 02, công đoạn 03. Công đoạn này là tiền đề hoạt động cho công đoạn tiếp theo. Các phôi mẫu ban đầu có thể khác nhau, vị trí phôi thay đổi, hay số lượng hàng hóa đóng hộp trong công đoạn 3 thay đổi làm lên tính linh hoạt của hệ thống.

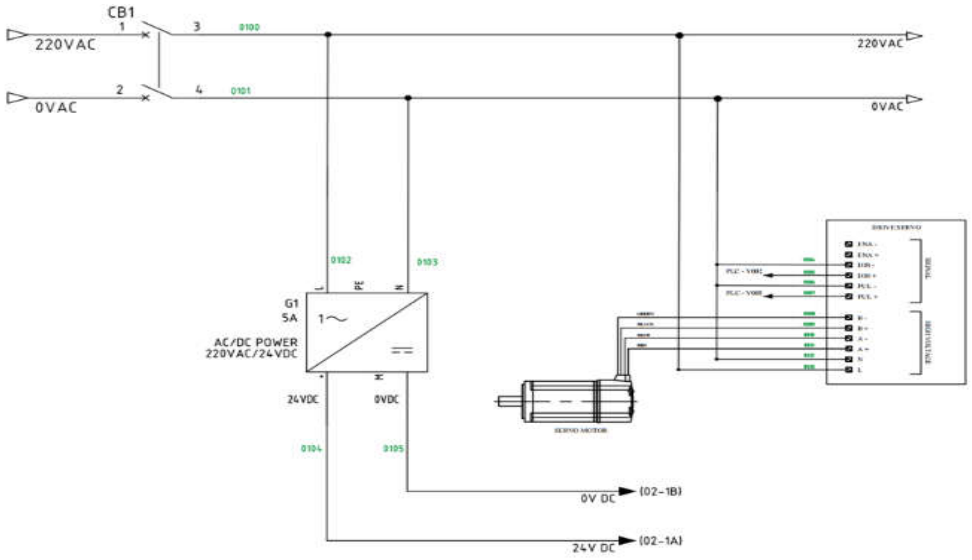
e. Các thiết bị sử dụng trong hệ thống

STT	Thiết bị	Số lượng
1	Aptomat 10 A	1
2	Nguồn 24VDC 5A	1
3	PLC Mitsubishi Fx32MT	1
4	Màn hình HMI Got 1000	1
5	Cầu đấu dây 2A	4
6	Động cơ Servo	1
7	Driver MRJE10A	1
8	Đồng hồ đo áp suất	3
9	Đồng hồ điều áp	1
10	Cảm biến khe từ	3
11	Cảm biến từ xi lanh DA93	11
12	Cảm biến quang điện	3
13	Xi lanh khí nén	6
14	Xi lanh quay SMC	1
15	Van điện từ 1 cuộn coil	10

Sau phần đề xuất mô hình cơ khí, bài báo sẽ tính toán lựa chọn thiết bị cho hệ thống, động cơ servo, thiết bị điều khiển trung tâm, màn hình HMI, các van khí nén, cảm biến…. Là tiền đề cho thiết kế mạch điện và lập trình điều khiển trong phần tiếp theo.

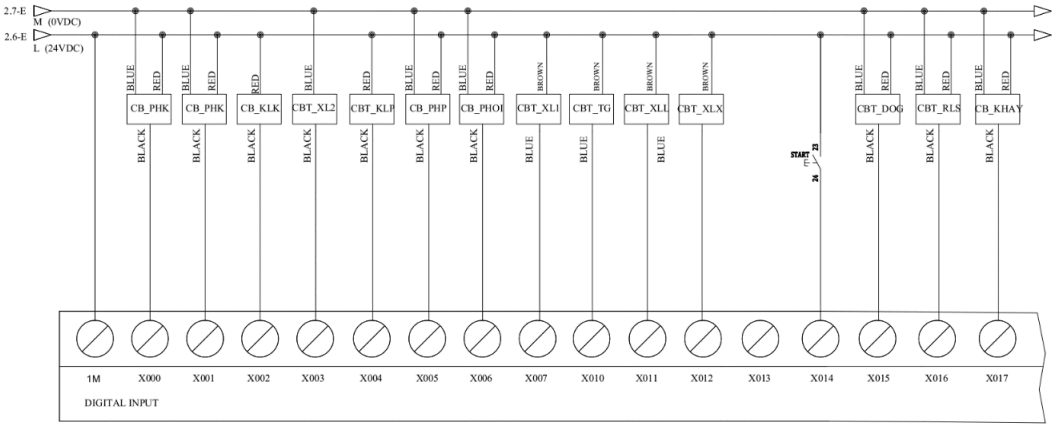
3. THIẾT KẾ MẠCH ĐIỆN VÀ LẬP TRÌNH ĐIỀU KHIỂN

a. Sơ đồ mạch cấp nguồn



Hình 5: Mạch cấp nguồn cho mô hình

b. Sơ đồ mạch ghép nối đầu vào, ra của PLC



X000	NÚT NHẤN STOP
X001	CẢM BIẾN PH KHAY
X002	CẢM BIẾN KL KHAY
X003	CẢM BIẾN TỪ XL KHAY

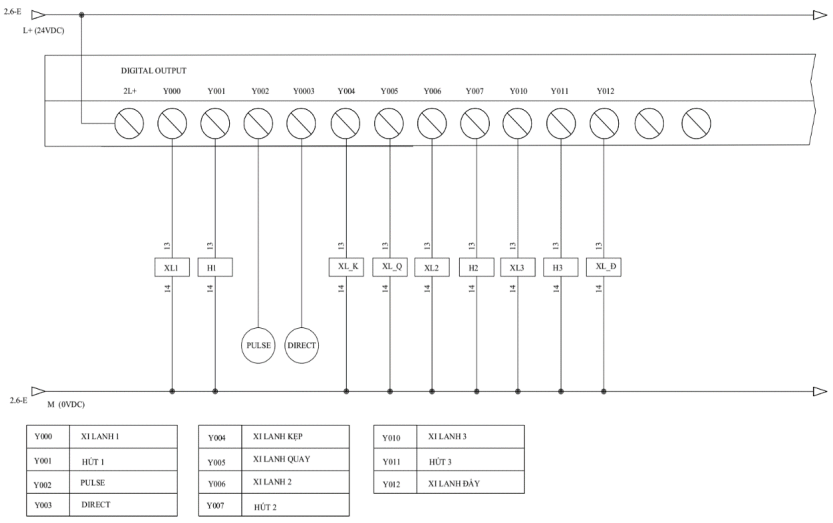
X004	CẢM BIẾN KL PHỐI
X005	CẢM BIẾN PH PHỐI
X006	CẢM BIẾN PH PHỐI RA
X007	CẢM BIẾN TỪ XL 1

X010	CB TỪ TAY GẮP
X011	CB TỪ XL LÊN
X012	CB TỪ XI LANH XUỐNG

X013	CB TỪ TAY GẮP GIỮA
X014	NÚT NHẤN START
X015	CB KHE TỪ DOG

X016	CB KHE TỪ RLS
X017	CB PH KHAY RA

Hình 6: Sơ đồ mạch đầu vào PLC

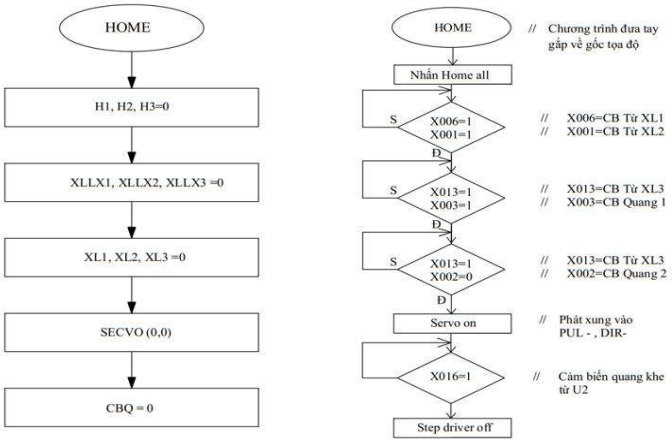


Hình 7: Sơ đồ mạch đầu ra PLC

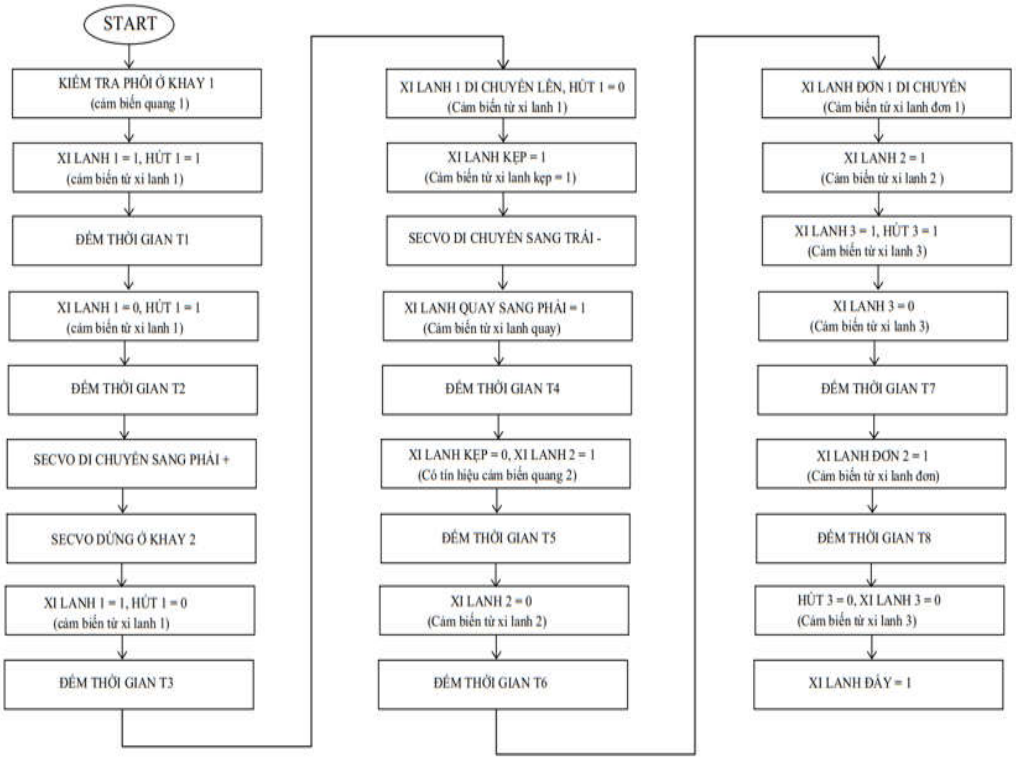
Hệ thống được cấp nguồn thông qua Aptomat 1 pha 20A, cấp điện cho Servo và bộ chuyển đổi nguồn 24VDC 5A (hình 5) là nguồn nuôi cho PLC và hệ thống các đèn báo van điện từ. PLC nhận tín hiệu từ đầu vào là các cảm biến quang và cảm biến khe từ DA93 loại 3 dây NPN thông qua các chân đầu vào từ X000 đến X017 (hình 6). PLC điều khiển 11 đầu ra (hình 7) là các van điện từ và 2 chân phát xung điều khiển động cơ Servo theo chương trình lập trình.

Sau phần thiết kế mạch điện này là phần lưu đồ thuật giải mô tả quá trình điều khiển của từng khâu và chương trình lập trình trên PLC Mitsubishi

c. Lưu đồ quá trình điều khiển



Hình 8: Lưu đồ thuật giải chương trình Home



Hình 9: Lưu đồ quá trình điều khiển

d. Giới thiệu các phần tử và chức năng

+ Cảm biến từ xi lanh 01, xi lanh 02, xi lanh 3: Phát hiện trạng thái để gửi tín hiệu về PLC.

+ Cảm biến xi lanh quay: Phát hiện trạng thái xi lanh quay 90 độ để gửi tín hiệu về PLC.

+ Cảm biến quang chữ U1, U2, U3: Phát hiện trục vitme ở trạng thái giới hạn phải, giới hạn trái hay vị trí home.

+ Cảm biến quang 1, 2, 3: Phát hiện phôi ở khay 1, khay 2, khay 3 để gửi tín hiệu về PLC xử lý.

+ Các van điện từ điều khiển hút 1, hút 2, hút 3.

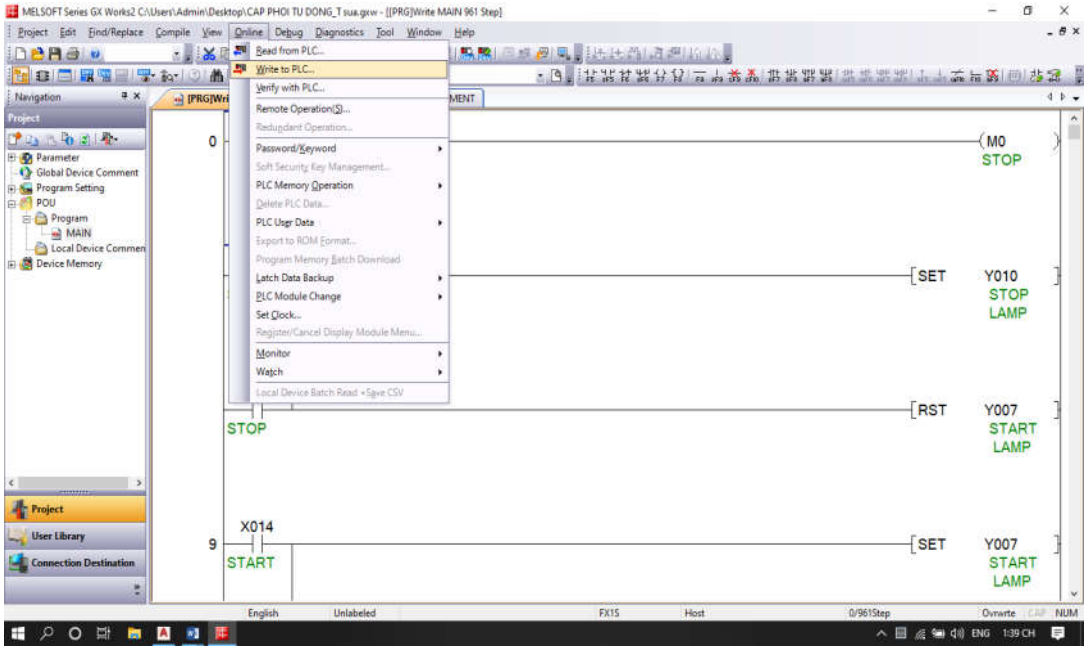
+ Các van điện từ điều khiển xi lanh 01, xi lanh 02, xi lanh 03: Dùng để điều khiển đóng mở các van cấp khí cho các xilanh.

+ Các tiếp điểm đấu nối của động cơ Servo.

Bảng 1. Quy hoạch đầu vào ra PLC Mitshubishi FX3GC- JE 20A

STT	Địa chỉ	Ký hiệu	Tên
1	X000	CBT XL2_1	Cảm biến từ xi lanh 02 On
2	X001	CBT XL2_0	Cảm biến từ xi lanh 2 Off
3	X002	CBQ_3	Cảm biến quang khay 3
4	X003	CBQ_2	Cảm biến quang khay 2
5	X004	CBQ_1	Cảm biến quang khay 1
6	X005	CBT XL1_1	Cảm biến từ xi lanh 1 On
7	X006	CBT XL1_0	Cảm biến từ xi lanh 1 Off
8	X007	CBT XL kẹp_1	Cảm biến từ xi lanh kẹp On
9	X010	CBT XL kẹp_0	Cảm biến từ xi lanh kẹp Off
10	X011		Dự phòng
11	X012	CBT XL3_1	Cảm biến từ xi lanh 3 On
12	X013	CBT XL3_0	Cảm biến từ xi lanh 3 Off
13	X014	CBT XL quay_1	Cảm biến từ xi lanh quay On
14	X015	CBT XL quay_0	Cảm biến từ xi lanh quay Off
15	X016	CBQ_U1	Cảm biến quang khe từ 1
16	X017	CBQ_U2	Cảm biến quang khe từ 2
17	Y000	XL_1	Xi lanh 1 gắn đầu hút 1
18	Y001	XL_HÚT 1	Xi lanh hút 1
19	Y002	PLUSE	Động cơ Servo
20	Y003	DIRECT	Động cơ Servo
21	Y004	XL_KẸP	Xi lanh kẹp
22	Y005	XL_QUAY	Xi lanh quay 90 độ
23	Y006	XL_2	Xi lanh 2 gắn đầu hút 2
24	Y007	XL_HÚT 2	Xi lanh hút 2
25	Y010	XL_3	Xi lanh 3 gắn đầu hút 3
26	Y011	XL_HÚT 3	Xi lanh hút 3
27	Y012	XL_ĐẨY	Xi lanh đẩy
28	Y013	XL_ĐƠN 1	Xi lanh đơn 1
29	Y014	XL_ĐƠN 2	Xi lanh đơn 2

e. Download chương trình từ PC xuống PLC



Hình 10: Tải chương trình xuống PLC

Sau phần này nhóm tác giả xây dựng được phần cứng bao gồm các mạch điện kết nối PLC với thiết bị và màn hình HMI, xây dựng lưu đồ thuật giải và chương trình điều khiển PLC làm điều kiện để xây dựng phần giám sát tiếp theo.

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THỬ NGHIỆM MÔ HÌNH:

a. Xây dựng hệ thống giám sát trên phần mềm GT Designer 3

Hình 11: Đăng nhập Pass vào hệ

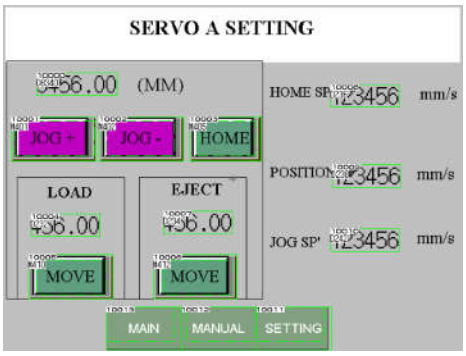
Hình 12: Màn hình đổi mật khẩu

b. Các màn hình cài đặt theo chế độ

Hình 13: Màn hình chế độ Main

Hình 14: Màn hình cài đặt tham số Auto

Hình 15: Màn hình chế đô Manual



Hình 16: Màn hình cài đặt Servo

Phần giám sát của hệ thống được xây dựng trên phần mềm chuyên dụng GT Designer 3 với những tham số cài đặt như một hệ thống sản xuất thực tế. Sau phần nhập Pass vào các chế độ được phân quyền, HMI cài đặt được sản lượng sản xuất trong hình 14, cài đặt chỉnh định tham số Servo trên hình 16, và các chế độ điều khiển bằng tay trên hình 13. Tạo lên 1 hệ thống sản xuất linh hoạt hoàn chỉnh.

5. KẾT LUẬN

Bài báo hoàn thành phần thiết kế ban đầu, từ lựa chọn mô hình hệ thống đến thiết kế phần mạch điện ghép nối, lập trình điều khiển và giám sát trên mà hình HMI. Hệ thống được thử nghiệm thành công tại Bộ môn Điện, Khoa Điện - Cơ, trường Đại học Hải Phòng với kết quả tốt. Trong thời gian tới nhóm nghiên cứu tiếp tục hoàn thiện hơn để có thể áp dụng kết quả nghiên cứu vào công tác chuyên môn, nhất là áp dụng hệ thống

PLC trong thực tế sản xuất, ví dụ như trong lĩnh vực điều khiển bãi đỗ xe tự động, tòa nhà thông minh, hay một số khâu điều khiển tự động trong các nhà máy, xí nghiệp công nghiệp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. GS. TS Trần Văn Địch (2011) *Sản xuất linh hoạt FMS & tích hợp CIM,* NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội

2. Nguyễn Doãn Phước, Phan Xuân Minh, Vũ Văn Hà (2000) *Tự động hóa với SIMATIC S7 200*, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội

3. Nguyễn Như Hiền, Nguyễn Mạnh Tùng (2007) *Điều khiển logic và PLC* NXB Khoa học tự nhiên và công nghệ, Hà Nội

4. Lê Văn Doanh, Phạm Thượng Hàn, Nguyễn Văn Hòa, Đào Văn Tân, Võ Thạch Sơn (2008) *Các bộ cảm biến trong kỹ thuật đo lường và điều khiển* NXB Khoa học và Kỹ thuật

5. Tô Đằng, Nguyễn Xuân Phú (2001) *Khí cụ điện-lý thuyết kết cấu-tính toán lựa chọn và sử dụng,* NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội

6. Trần Doãn Tiến (2011) *Giáo trình tự động hóa điều khiển các qua trình công nghệ*, NXB Giáo dục Việt Nam

7. Đỗ Xuân Thụ (2012), *Giáo trình kỹ thuật điện tử,* NXB Giáo dục

8. Tô Đằng, Nguyễn Xuân Phú (2001), *Khí cụ điện-lý thuyết kết cấu-tính toán lựa chọn và sử dụng,* NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội

9. El-Tamimi, A. M., Abidi, M. H., Mian, S. H., & Aalam, J. (2012). *Analysis of performance measures of flexible manufacturing system*. Journal of King Saud University-Engineering Sciences, *24*(2), 115-129.

10. Florescu, A., & Barabas, S. A. (2020). *Modeling and simulation of a flexible manufacturing system*-A basic component of industry 4.0. Applied sciences, 10(22), 8300.